

تحول و تغییر در آموزش فیزیک

علی محمودلو^۱، مهدی حسنی^۲

چکیده

منظور ما صریحاً از آموزش موثر 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 محتوی فیزیک را به عنوان ساختاری منسجم از مفاهیم کلی می‌بینند که طبیعت را توصیف می‌کند و به وسیله‌ی آزمایش‌ها ثابت شده است و آنها از روش حل مسئله‌ی 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.

کلید واژه‌ها: مقیاس جهانی، تحول، آموزش فیزیک، فیزیک مجازی

^۱. استادیار فیزیک دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید رجایی ارومیه، نویسنده مسئول،

mahmodlou_ali@yahoo.com

^۲. دانشجوی دبیری فیزیک دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید رجایی ارومیه

۱. مقدمه

اولین جنبه‌ی یادگیری، درک ذهنی، با وسعت زیاد مطالعه شده و بخصوص به فیزیک مربوط است، زیرا قدرت بزرگ فیزیک در این است که تعداد کمی مفهوم اساسی می‌توانند گستره‌ی 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 الکتریسته.

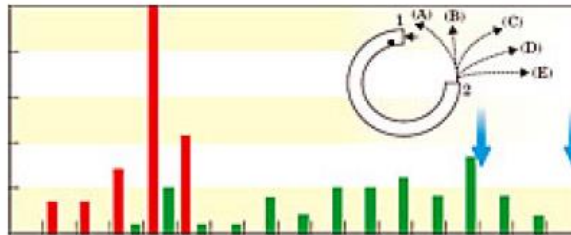
محققان آموزش فیزیک چندین آموزش پیش ساخته‌ی دقیق را برای بررسی میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم پایه‌ای نیرو و حرکت توسعه داده‌اند. این آزمون‌ها در ابتدا و انتهای بسیاری از مدارس سراسر کشور اجرا شده‌اند. همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود، دانش‌آموزان به طور میانگین کمتر از ۳۰٪ مفاهیمی را که در ابتدای کلاس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

شکل ۱: آزمون سنتی

نتایج به طور قابل توجهی مستقل از کیفیت ارائه، اندازه‌ی کلاس و یا سازمان آموزش دهنده است.

یک استاد معروف در دانشگاه هاروارد، بر روی فهم دانش‌آموزان از مفاهیم الکتریسته 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).

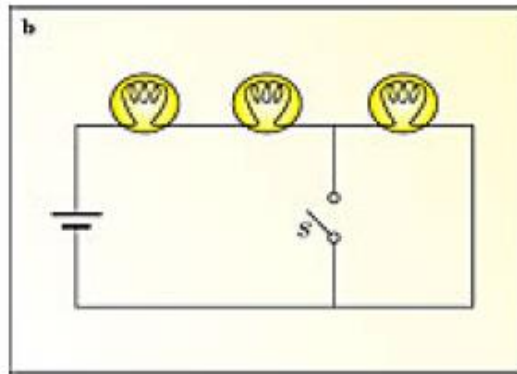
داده‌های او و داده‌های مشابه نشان می‌دهد که دانش‌آموزان قادرند به طور صحیح به سوال‌های یک آزمون سنتی جواب دهند و دوره‌های آموزش سنتی را بدون درک مفاهیم پایه‌ی فیزیک یا یاد گرفتن روش‌های حل مسئله‌ی مفهوم محور فیزیکدانان، تمام کنند (۱).



شکل ۱: آزمون سنتی

شکل ۲: آزمون روی فهم دانش آموزان

جنبه‌ی دیگری از یادگیری که بررسی خواهیم کرد، انتقال ساده‌ی اطلاعات از معلم 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 اندازه‌ی 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 تولید داده شده، "صدایی که شما از ویولون می‌شنوید بیشتر به وسیله‌ی ... 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 غیر آشکار یا دور از عقل ارائه شده در یک سخنرانی معمولی است، حتی اگر شنوندگان عمدتاً مدرسان فیزیک یا دانش‌آموزان فارغ‌التحصیلان این رشته باشند.



شکل ۲: آزمون روی فهم دانش آموزان

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 موثر؛ 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 ناامید کننده‌ی آموزش سنتی را توضیح می‌دهد و هم راهنمایی ارائه کرده است که چگونه 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 درسند (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 - بار شناختی - 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 وسیله‌ی 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 وسیله‌ی مربوط کردن عدد صحیح به پروسه یا فرمول داده شده انجام شوند، می‌توانند به



شکل ۳: پردازش مغز

دانش آموزان یاد دهند که حل مسائل فیزیک فقط حفظ کردن و بدست 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 دانش آموزان با آنها آشنا هستند؛ از نو طراحی 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

شبهه‌سازهای تعاملی که به وسیله‌ی مرورگرهای وب معمولی اجرا می‌شوند، می‌توانند بسیار مفید باشند. استفاده از شبهه‌سازهای موجود اغلب زمان آماده سازی کمتری نسبت به بیشتر لوازم آموزشی سنتی نیاز دارد. گروه‌های تحقیقاتی ما اثربخشی ۴۵ شبهه‌ساز را ایجاد و مطالعه کرده است. ما استفاده‌ی آنها در سخنرانی، به عنوان بخشی از مسائل تکالیف منزل و جایگزینی برای آزمایشگاه بررسی کرده‌ایم. شکل (۵) ساختار کیت مدار شبهه سازی

شده ی ما را نشان می دهد. این شبیه ساز اجازه می دهد تئوری 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 - 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 شبیه سازها به دانش آموزان کمک می‌کند که اصول اساسی الکتریسته و جریان و ولتاژ را یاد بگیرند، و زمانی که با یک آزمایشگاه معادل با ابزارهای واقعی جایگزین شود توانایی‌های دانش آموزان برای ساختن و توضیح دادن مدارهای واقعی را بهبود می‌بخشد (۵).

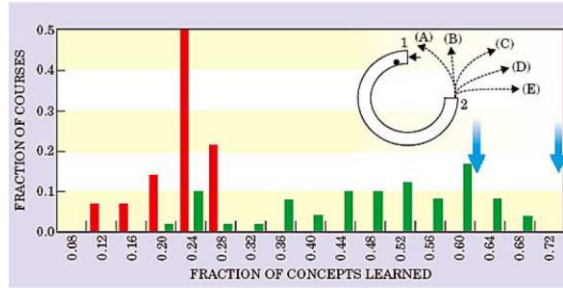
بسیاری از فیزیکدانان کاملاً مبهم و تا حدودی نگران‌کننده فهمیده‌اند که شبیه سازهای یادداشت داده شده به لحاظ آموزشی از سخت افزارهای سنتی موثرترند. اثرات شبیه سازی و ناراحتی فیزیکدانان هر دو به وسیله ی فهمیدن تفاوت درک دانش آموزان تازه کار و معلمان کارشناس از یک موقعیت یکسان معلوم می‌شود. این تفاوت ادراکی به آسانی در آزمایش ما از شبیه سازی 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. دانش آموزان یاد نمی‌گیرند که چه چیزی می‌تواند فیلتر شود، پس تمامی اطلاعات اضافی برای دانش آموزان سردرگمی و یک بار شناختی سنگین ایجاد می‌کند. توجه دانش آموزان اغلب روی چیزی است که معلمان حتی متوجه آن نمی‌شوند. چرا که آنها بی‌ربط هستند. برای مثال در یک آزمایش مدارهای واقعی، دانش آموزان بی‌تجربه اغلب زمان قابل توجهی را صرف اهمیت رنگ‌های پلاستیک‌های عایق سیم‌ها می‌کنند (۶).

۴. نتیجه گیری

شکل (۴) دانشجویان کارشناس ارشد نسبتاً مفاهیم کمی در دوره‌های آموزش سنتی فیزیک استفاده می‌کنند. نمودار نتایج آزمون FCI و میانگین یادگیری نرمال اصلی‌هایی که دانش آموزان در ابتدای دوره نمی‌دانسته‌اند را نشان می‌دهد نتایجی که از ۱۴ دوره ی 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 شده ی مبتنی بر تحقیق استفاده می‌کنند. تصویری که در گوشه ی شکل وجود دارد همراه با یک سوال معمولی FCI ضمیمه شده است. از دانش‌آموزان پرسیده شد: توپ کدام مسیر را پس از خروج از لوله دنبال خواهد کرد.

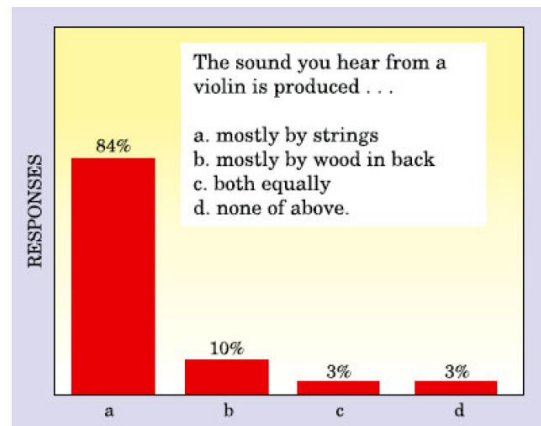
شکل ۴: نمودار نتایج آزمون



شکل ۴: نمودار نتایج آزمون

شکل ۵. سوال شکل: صدایی که شما از یک ویولون می‌شنوید بیشتر به وسیله ی تولید می‌شود الف) بیشتر به وسیله ی تارها ب) بیشتر به وسیله ی چوب پشتی ج) هر دو به یک اندازه د) هیچکدام 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 سوال چند گزینه‌ای داده شد. نمودار پاسخ آنان نشان می‌دهد که فقط ۱۰٪ پاسخ صحیح داده‌اند.

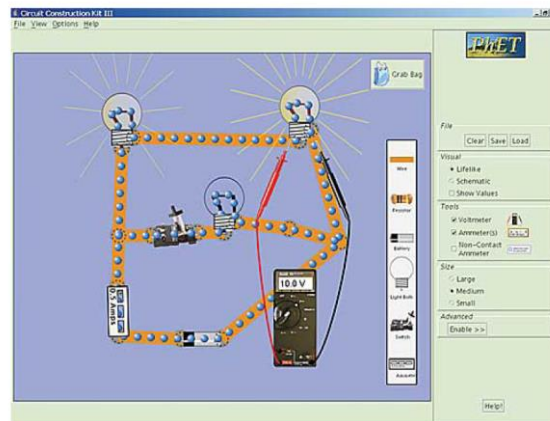
شکل ۵: پاسخ دانش آموزان به ماهیت صوت



شکل ۵: پاسخ دانش آموزان به ماهیت صوت

شکل ۶. کیت ساخت و ساز مدار شبیه سازی است که اجازه ی ساخت مدارهایی مجازی شامل تعدادی از عناصر مختلف را به دانش آموزان می دهد. یکی از ویژگی های آموزشی مفید این شبیه ساز این است که حرکت الکترون ها را نشان می دهد که در اینجا به رنگ آبی نشان داده شده است. دانش آموزانی که با شبیه ساز تعاملی بهتر کار می کنند، در واقعیت نیز قادر به ساخت و درک مدارهای بهتری هستند. این شبیه ساز و بسیاری دیگر در وب سایت تکنولوژی آموزش فیزیک در دسترس هستند.

شکل ۶: مدار شبیه سازی شده



شکل ۶: مدار شبیه سازی شده

منابع

- [۱] E. Seymour, N. Hewitt, Talking About Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences, Westview Press, Boulder, CO (۱۹۹۷); K. Perkins et al.
- [۲] L. McDermott, E. Redish, Am. J. Phys. ۶۷, ۷۵۵ (۱۹۹۹) [INSPEC].
- [۳] E. Redish, Teaching Physics with the Physics Suite, Wiley, Hoboken, NJ (۲۰۰۳).
- [۴] D. Hestenes, M. Wells, G. Swackhamer, Phys. Teach. ۳۰, ۱۴۱ (۱۹۹۲).
- [۵] E. Mazur, Peer Instruction: A User's Manual, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ (۱۹۹۷).

