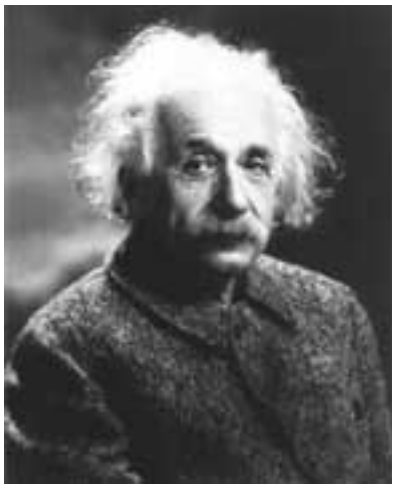
درس‌هایی برای معلمان فیزیک بر پایه‌ی خرد اینشتین

کیت اس تابر*
مترجم: روح اله خلیلی بروجنی
rkhalili@physicist.net



«سرنوشت، تاوان تنفرم از قدرت را با قدرتمند ساختن من رقم زد.»

آلبرت اینشتین

خوانندگان مجله‌ی «آموزش فیزیک» می‌دانند که سال ۲۰۰۵ صدمین سال انتشار پنج مقاله‌ای است که باعث شهرت علمی اینشتین شد. هر چند تخصص اینشتین در فیزیک بود و نه در آموزش، با این حال او می‌توانست در موضوع‌های گسترده‌تری چون سرشت علوم و بهبود تفکر علمی اظهار نظر کند. به مناسبت گرامیداشت سال اینشتین خواهیم دید، چگونه یک مدرس فیزیک می‌تواند، برخی از نظرهای او را به عنوان یک مرجع آموزش تفسیر کند. نقل قول‌هایی از اینشتین را، از یک فرهنگ نقل قول‌های علمی ذکر می‌کنیم [۲].

«عقل سلیم چیزی نیست جز پیشداوری‌هایی که قبل از ۱۸ سالگی در ذهن ما شکل می‌گیرد.»

در این جا اینشتین متذکر می‌شود که کار معلم فیزیک از آن‌رو دشوار است که دانش‌آموزان با گستره‌ای از ایده‌ها و پیشداوری‌ها درباره‌ی جهان پابه کلاس می‌گذارند. به نظر می‌رسد که بیش‌تر این ایده‌ها در زندگی روزمره به کار می‌روند. با وجود این، اغلب آن‌ها با مدل‌هایی از جهان که در فیزیک مورد استفاده قرار می‌گیرند، ناسازگارند. متأسفانه، این ایده‌ها و برداشت‌های قبلی، تأثیر قابل ملاحظه‌ای در تفکر دانش‌آموزان دارند. معلم فیزیک باید به سختی بکوشد تا بر پیشداوری‌های دانش‌آموزان غلبه کند و آن‌ها را در مورد ارزش استفاده از روش علمی در مشاهده‌ی پدیده‌ها متقاعد سازد.

«تاریخ اکتشاف علمی و فنی به ما می‌آموزد که نوع بشر، در تفکر مستقل و قدرت تخیل سازنده، فقیر است. حتی وقتی شرایط خارجی و علمی برای شکل‌گیری یک ایده وجود دارد، معمولاً محرک و مشوقی بیرونی لازم است تا آن ایده را عملی سازد. به عبارت دیگر، بشر قبل از ظهور ایده‌ای جدید، باید بارها اشتباه کند و سکندری برود.»

به علت تصورهای مربوط به عقل سلیم که دانش‌آموزان با خود به کلاس می‌آورند، رهیافت‌های علمی پذیرفته شده‌ی معروف به «آموزش اکتشافی»، به ندرت در فراگیری مدل‌های پذیرفته شده‌ی علمی درباره‌ی جهان کارسازند. بعید به نظر می‌رسد که بتوان با قراردادن پدیده‌هایی که بصیرت انتقادی را در دانشمندانی چون **ارشمیدس**، **نیوتون** و **مایسنر** به وجود آوردند، بر سر راه دانش‌آموزان، آن‌ها را به باز تولید اکتشاف دانشمندان

بزرگ گذشته رهنمون شد. در عوض، معلم باید به دقت چارچوبی را برای یادگیری فراهم کند تا دانش‌آموزان برای رسیدن به نتیجه‌گیری درست، لنگان‌لنگان به پیش بروند!

«پیش از یافتن قالب‌ها در اشیا، بشر باید آن‌ها را به طور مستقل در ذهن خود بسازد.»

اینشتین طرفدار شیوه‌ای است که به ساختارگرایی در آموزش علوم معروف است. وی اذعان دارد که دانش آن چیزی است که در ذهن بشر ساخته می‌شود. بدین ترتیب که وقتی شخصی مطلبی را فرا می‌گیرد، فرایند تشکیل گام‌به‌گام چارچوب معلومات درباره‌ی آن، ذره‌ذره در ذهن او شکل می‌گیرد. هر شناخت جدیدی باید به دقت، روی چارچوب‌های مفهومی موجود بنا شود.

«تنها توجیه درستی مفهوم‌های ما آن است که این مفاهیم به ما کمک می‌کنند تا مجموعه‌ای از تجربه‌های خود را بیان کنیم. فراتر از این، آن‌ها مشروعیتی ندارند.»

با این همه اینشتین متذکر می‌شود، او یک ساختارگرای افراطی نیست که هر مفهوم مطرح شده را، به یک میزان، در خور مطرح کردن در فیزیک بداند. مانند بیش‌تر معلمان فیزیک اینشتین معتقد است، ارزش چارچوب‌های مفهومی به ارزش آن‌ها در بیان، پیش‌بینی و بررسی جهان فیزیکی بستگی دارد.

«ایده‌هایی که این روزها جوانان دارند، شگفت‌انگیز است اما من یک کلمه از آن‌ها را هم باور ندارم.»

اینشتین اذعان می‌کند که پژوهش در آموزش فیزیک نشان داده است که راه‌های متنوع و شگفت‌آوری وجود دارد که دانش‌آموزان مختلف می‌توانند از طریق آنها نیروها، نور، مدارهای الکتریکی و غیره را مجسم کنند. با این همه، بسیاری از این ایده‌ها با شواهد تجربی زیربنای مدل‌های علمی جهان که در برنامه‌ی درسی فیزیک مدرسه‌ها ارائه می‌شود، ناسازگارند.

«تخیل بسیار مهم‌تر از شناخت است.»

از سر دلسوزی و به خاطر تشویق آموزش فیزیک، اینشتین نمی‌خواهد از دانش‌آموزانی انتقاد کند که با برداشت‌های دیگر وارد کلاس فیزیک می‌شوند. اینشتین به تخیل در فیزیک اهمیت زیادی می‌دهد. بچه‌هایی که گستره‌ی وسیعی از ایده‌ها را درباره‌ی موضوع‌های علمی به نمایش می‌گذارند، در نهایت، در یادگیری الگوهای برنامه‌ی درسی علمی نسبت به دانش‌آموزان دارای تخیل ضعیف‌تر، موفق‌ترند.

«اجزای تفکر، علامت‌ها و نیز تصویرهای کم و بیش روشنی هستند که به دلخواه تولید و بازترکیب می‌شوند. این اجزا در مورد من، برخی عینی و برخی دیگر ذهنی هستند. واژه‌های متداول و نشانه‌های دیگر را باید با جدیّت جست‌وجو کرد.»

اینشتین مدعی است که سرشت تفکر خلاق او به ندرت به بیان درمی‌آید. او در جایی دیگر اظهار می‌کند: **«به‌طور کلی، به ندرت به واژه‌ها فکر می‌کنم.»** به نظر می‌رسد اینشتین علاقه‌مند است، به معلمان فیزیک یادآوری کند که دانش‌آموزان دارای شخصیتی مستقل، شیوه، طرز تفکر و یادگیری مربوط به خود هستند. برای معلم فیزیک سودمند نیست که فرض کند، دانش‌آموزان هم مانند او فکر می‌کنند. معلمی که فکر می‌کند، دانش‌آموزانی که به اصطلاح، از راه عمل یاد می‌گیرند توانایی عقلانی کم‌تری نسبت به دانش‌آموزانی که از راه گوش یا چشم فرا می‌گیرند دارند، باید به گفته‌ی اینشتین توجه کند که او برای بسط و گسترش ایده‌هایش از یادگیری عملی استفاده کرده است.

«خداوند نگران مشکلات ریاضی ما نیست. او به لحاظ تجربی نظم می‌بخشد.»

به‌رغم پذیرش توانمندی سرشت سازنده‌ی شیوه‌های متفاوت تفکر، اینشتین متذکر می‌شود که غالباً فیزیک، به‌طور مؤثر به صورت ریاضی مدل‌سازی می‌شود. او به دانشجویانی که در آینده می‌خواهند به تحصیل در دوره‌های تکمیلی درسی فیزیک بپردازند، هشدار می‌دهد که موفقیت آن‌ها به احتمال زیاد به توانایی و مهارتشان در ریاضی بستگی دارد.

«معبد علم ساختمانی چند وجهی است.»

اینشتین، که از شیطنت مبرا نیست، یادآور می‌شود که گرچه فیزیک بخشی از علوم گسترده‌تر طبیعی است، ولی ویژگی‌هایی دارد که آن را از رشته‌های علمی دیگر متمایز می‌سازد. شاید او نگران آن است که چون فیزیک دیگر بخش مجزایی از برنامه‌ی درسی ملی کشورهای انگلیسی زبان نیست، به بسیاری از دانش‌آموزان، درس علوم به صورت کمی ارائه شود. لذا گوشزد می‌کند که تجربه‌ی دانش‌آموزان از علوم باید به گونه‌ای متبلور شود که جنبه‌های متفاوت علم را به نمایش بگذارد، نه این که به صورت توده‌ای بی‌شکل درآید. شاید او به ما یادآوری می‌کند که آموزگار علوم، جایگاه مهمی در این معبد دارد.

زیرنویس

[1] Ault C R, Novak J Dand Gowin D B 1984 Constructing Vee maps for clinical interviews on molecule concepts Sci. Edu. 68 441-62.

[2] Mackay A L 1991 A Dictionary of Scientific Quotations (Bristol: Adam Hilgery)

[3] Miller A I 1986 Imagery in Scientific Thought (Cambridag, MA: MIT Press)

مرجع

Physics Education May 2005

* کیت اس تابر استاد آموزش علوم در دانشگاه کمبریج و مدرس آموزش فیزیک برای دوره‌های PGCE است.