

دانشمند درون

جانیس کک

ترجمه محمد کرام الدینی

کلیدواژه‌ها: آموزش ماهیت علم، فرضیه‌سازی، کاوشگری.

آن‌ها را با هم مخلوط می‌کردم. پدرم داد می‌زد: «آه، بازم داره خرابکاری می‌کنه» و مادرم نصیحت می‌کرد: «عزیزم، دست از این کارهای احمقانه‌ات بردار» و بعد ادامه می‌داد «داره آزمایش می‌کنه، می‌خواد وقتی بزرگ می‌شه، دانشمند بشه».

لابد از این داستان متوجه شده‌اید که مادر من اگر چه خودش دانشمند نبود، اما تصویری از کارهای دانشمندان در ذهن داشت. به همین علت به تحقیق‌های کودکانه من برچسب «علمی» می‌زد. شما هم احتمالاً بیشتر از آن چه فکر می‌کنید، دانشمند هستید. هر یک از ما یک دانشمند درون داریم.

بسیاری نگران‌اند که چرا کودکان و نوجوانان ابتدایی و دبیرستانی امروزی بیشتر وقت خود را در خانه به تماشای تلویزیون، انجام بازی‌های ویدیویی یا ارتباط‌های آنلاین با دوستان سپری می‌کنند. نگرانی از این است که این کودکان و نوجوانان به جای دراز کشیدن روی چمن پارک محله به کارهای الکترونیک درون خانه مشغول‌اند. به همین دلیل و به دلایل فراوان دیگری ضروری

من در مرکز شهری بزرگ رشد کرده و بزرگ شده‌ام. در آنجا برای تفریحات تابستانی معمولاً به پارک محل می‌رفتیم که علاوه بر زمین بازی و آب‌فشان، چمن و درخت هم داشت. من بیشتر وقت‌ها روی چمن دراز می‌کشیدم و سرگرم تماشای پروانه‌هایی می‌شدم که بین چمن‌ها و شبدرها در رفت‌وآمد بودند. بعضی وقت‌ها مورچه‌ای از دستم بالا می‌آمد تا انگشت‌ها، کف و مچ دستم را امتحان کند. من غرق در حیرت به آن نگاه می‌کردم که چه‌طور با هیجان در جست‌وجوی زمینی آشنا بود، ولی کشف می‌کرد که دست من زمین چمن نیست.

این پارک جاذبه‌های فراوان دیگری هم داشت. اوایل پاییز میوه‌های درختان بزرگ بلوط و میوه‌های بال‌دار درخت افرا را جمع می‌کردم. گاه روی پتویی دراز می‌کشیدم، به آسمان نگاه می‌کردم و با ابرها که گاه به شکل جانور بودند و گاه به شکل اژدها در می‌آمدند، داستان می‌ساختم.

بعضی وقت‌ها که همراه با افراد خانواده‌ام به رستوران می‌رفتیم، من مقداری نمک با لفل، شکر و سس گوجه‌فرنگی را در لیوان تزئینی روی میز می‌ریختم و

علم راهی

منحصربه‌فرد

برای شناخت

طبیعت است



است یکی از حس‌های شگفت طبیعت را در دانش‌آموزان به وجود آوریم، حسی که بتواند آنان را وادار کند به جست‌وجوی کارکردهای طبیعت بروند و آن‌ها را بیشتر بشناسد.

دعوت‌نامه‌ای به تدریس علم

اگر دوران کودکی خود را به یاد داشته باشید، ممکن است به خاطر بیاورید که نسبت به دنیای پیرامون خود کنجکاو بوده‌اید و می‌پرسیدید که دنیای ما چه هست و چگونه عمل می‌کند. مثلاً، من یادم هست بر اینم معما بود که چگونه آدم‌ها توی هواپیمایی که در آسمان به اندازه یک پرندۀ کوچک به نظر می‌رسند، جا می‌گیرند؛ یا دلم می‌خواست بدانم که چرا هرگز از درون تخم‌مرغی که می‌شکنیم، جوجه کوچکی بیرون نمی‌آید. شاید سؤال‌های شما این‌ها بوده‌اند که مثلاً چرا آسمان آبی به نظر می‌رسد، چرا برگ‌های برخی مناطق در پاییز زرد می‌شوند یا چرا سنگفرش خیابان پس از یخ‌زدگی زمستانی ترک برمی‌دارد.

اگر من و شما چنین فکری دربارۀ دنیای پیرامونمان در سر داشته‌ایم، پس کودکان امروزی نیز از این نوع سؤال‌ها در ذهن دارند. در واقع، من عقیده دارم که در دوران کودکی درون همه ما دانشمندی وجود دارد که می‌خواهد بیدار شود. کودکان همیشه نسبت به دنیای پیرامون خود کنجکاو و غریزه‌ای برای جست‌وجو، جدا کردن قطعات و سایل و دستگاه‌ها و آزمایش با اشیای پیرامون خود دارند. آنان به همین روش خود را به سوی یافته‌های مهم سوق می‌دهند. متأسفانه، بسیاری از این غریزه‌ها در زیر تجربه‌های بعدی از جمله دشواری‌های یادگیری علوم در مدرسه، دفن می‌شوند. ممکن است شما هم خاطره‌هایی روشن از کلاس درس و احساس خستگی یا خفگی از درس علوم داشته باشید؛ یا اگر خوش‌شانس بوده باشید، شاید یکی دو تا کلاس علوم را هم به یاد می‌آورید که الهام‌بخش شما برای تفکر و تحقیق بوده‌اند.

من اعتقاد راسخ دارم که وظیفۀ علوم ابتدایی و متوسطه تقویت غریزه اکتشاف در کودکان و نوجوانان است. پس اگر می‌خواهید تدریس کنید، باید در کشف و رشد جوانه‌های دانشمند درون دانش‌آموزان تلاش کنید. باید افکار خود را درباره علم و یادگیری آن بازاندیشی کنید. در این صورت خواهید دید که همه پرسش‌های «چرایی» و «چگونگی»‌ای که در ذهن دانش‌آموزان درباره دنیای پیرامونی وجود دارد، به درون کلاس‌های درس علوم شما سرازیر خواهند شد.

امیدوارم درک کنید که علم ممکن است بسیار شخصی باشد، حتی انتقال تجربه برای دانش‌آموزان و معلمان.

علم چیست و چرا باید آن را تدریس کنیم؟

علم راهی منحصر به فرد برای شناخت طبیعت است و درباره ماهیت واقعی آن اتفاق نظر وجود ندارد. وقتی به «علم» فکر می‌کنید، به یاد چه چیزهایی می‌افتید؟ به این پرسش، پاسخ‌های متفاوتی داده می‌شود. بسیاری از معلمان تازه‌کار با شنیدن این کلمه به یاد «لوله آزمایش»، «آزمایشگاه» یا «روپوش سفید» می‌افتند. بعضی‌ها علم را کلید شناخت رازهای جهان می‌دانند. این دیدگاه هیجان‌انگیز - و نیز اندکی رازآلود - به نظر می‌رسد. متأسفانه بسیاری از مردم علم را فهرستی از واقعیت‌هایی می‌دانند که باید به حافظه سپرده شوند - در مورد علوم مدارس این مفهوم رایج است.

پرسیدن
سؤال‌های
خوب باعث
شد که من
دانشمند شوم



صرف‌نظر از آنچه با شنیدن واژه علم به نظرمان می‌آید، باید به یاد بیاوریم که علم در اساس مجموعه‌ای از دانش است که با تلاش مردان و زنانی



پدید آمده که بیشتر انرژی خود را برای کاوش بخشی از طبیعت و مفهوم بخشیدن به آن صرف کرده‌اند. از این رو جوامع انسانی پیشینه‌ای دراز در کاوشگری علمی دارند. آدمیان از همان سپیده‌دم تمدن به بررسی طبیعت می‌پرداخته‌اند و در شناخت آن می‌کوشیده‌اند.

ممکن است جایزه دادن به کسی که طی این همه سال با اشتیاق از گیاه ذرت خواسته که مسئله خاصی را برایش حل کند و سپس پاسخ خود را از آن گرفته است، به نظر نادرست بیاید.

(باربارا مک کلینتاک، هنگام دریافت جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی - ۱۹۸۳)

علم نوعی فرایند، مجموعه‌ای از افکار و راهی برای شناخت جهان است

شناخت ماهیت علم در گرو آن است که بدانیم دانسته‌های علمی چه هستند و چگونه به دست می‌آیند. ما در مدارس بیشتر فقط دانسته‌هایی در زمینه‌های خاصی از علم را می‌آموزیم و معمولاً با ماهیت اصیل خود علم کاری نداریم. یکی از دانشمندان درباره این موضوع نوشته است: «منظور از علم مشاهده جهان و آزمون دائمی نظریه‌های مربوط به طبیعت است. هر چه در قلمرو علم قرار می‌گیرد، الزاماً آزمون‌پذیر است» (Trefil, ۲۰۰۸, p.۱۹). به باور من، بهترین تعریف علم سه جنبه مختلف را در بر می‌گیرد. علم را می‌توان یک فرایند دانست، مجموعه‌ای از اندیشه‌ها معرفی و نیز راهی برای تفکر توصیف کرد.

احتمالاً شما بخش میانی این تعریف، یعنی مجموعه‌ای از اندیشه‌ها را به خوبی می‌شناسید. معمولاً علم به مفاهیمی از زیست‌شناسی، شیمی، فیزیک، زمین‌شناسی و علوم زمین - یعنی موضوع‌هایی که معمولاً به نام علم در مدارس تدریس می‌شوند - گفته می‌شود.

اما پی بردن به مفاهیم علم به عنوان فرایند و علم به عنوان راهی برای تفکر ممکن است دشوارتر باشد؛ اگر چه این دو به جزء قبلی، یعنی «مجموعه‌ای از اندیشه‌ها» دلالت دارند. دانشمندان با کاوشگری در طبیعت روندی چندمرحله‌ای پشت سر می‌گذارند تا در زمینه تخصصی خود بیشتر بدانند. این فرایند گاه روش علمی نامیده می‌شود. در واقع، تعداد پرشماری روش علمی وجود دارد که همه آن‌ها در اصول مشترک‌اند.

درگیر شدن
در کاوشگری
علمی مستلزم
مهارت‌های
خاصی است
که در مجموع
مهارت‌های
فرایندی نامیده
می‌شوند

بزرگ‌ترین خلأ در دانش علمی بزرگسالان، ندانستن جزئیات DNA نیست، بلکه آن است که نمی‌دانند علم چیست ... روش آن را نمی‌شناسند و از محدودیت‌ها، سودها، مخاطرات و دام‌های آن خبر ندارند.

فرایند

عقیده «علم به‌عنوان فرایند»، بر این پیش‌فرض استوار است که ما می‌توانیم از حس‌ها و گستره حس‌های خود - یعنی ادوات یا ابزارها - برای به دست آوردن اطلاعات دقیق درباره طبیعت بهره بگیریم. دانشمندان کار را با کاوش درباره پرسش‌هایی که درباره طبیعت در ذهن‌شان شکل گرفته است، شروع می‌کنند. این پرسش‌ها به خودی خود و الزاماً تاریک و مبهم نیستند. مثلاً، نخستین پرسش‌های دوران کودکی که در شروع این فصل به آن‌ها اشاره کردیم، ممکن است به پرسش‌های علمی منجر شوند. واقعیت این است که در ذهن بسیاری از کودکان پرسش ایجاد می‌شود. روزی یکی از دوستان



کمتر به آنچه می‌دانیم بستگی دارد، بلکه بیشتر به چگونگی تکوین پرسش در مغز ما وابسته است! چه چیزی باعث می‌شود که پرسشی را علمی به شمار آوریم؟ پرسشی علمی به شمار می‌رود که پرسش‌کننده آن برای رسیدن به پاسخ این اقدامات را انجام دهد:

- مشاهده دقیق
 - فرضیه‌سازی، یعنی تکوین فکر یا فکری که ممکن است آن مشاهدات را توضیح دهند.
 - طراحی آزمایش برای آزمون فرضیه‌ها.
 - بررسی نتایج آزمایش و کوشش برای مفهوم بخشیدن به آن‌ها.
 - درخواست از دیگران برای تکرار آزمایش.
- این مراحل در واقع منعکس‌کننده چند فرایند بنیادی‌اند. دانشمندان از طریق مشاهده دقیق طبیعت و پدیده‌های طبیعی به جمع‌آوری اطلاعات می‌پردازند؛ افکار خود را با طراحی آزمایش (و گاه با کوشش و خطا) بررسی و آزمایش می‌کنند. دیگران آزمایش‌های آنان را تکرار می‌کنند تا سرانجام به نتایجی استوار و نامتناقض برسند. این دانشمندان روند یکسانی را در تحقیقات خود به کار می‌برند تا به ساخته شدن مجموعه‌ای از نتایج که با مجموعه‌های دیگر قابل مقایسه باشد کمک کنند.

بدون فرایند علمی اندیشه‌ای هم وجود ندارد

باران پرنده

هنگام آتش‌بازی‌های آخرین شب سال ۲۰۱۰، ناگهان هزاران قطعه توکای سیاه‌بال سرخ مرده از آسمان شهر بیبی واقع در ایالت آرکانزاس بر زمین فرو افتاد. مردم شهر و متخصصان محیط زیست به پاکسازی راه‌ها، پشت‌بام‌ها و سایبان‌ها از لاشه پرنده‌گان پرداختند و تعدادی از آن‌ها را به آزمایشگاه‌های علمی تحویل دادند.

ایزیدور رابی، برنده جایزه فیزیک نوبل در سال ۱۹۴۴ علت دانشمند شدن او را پرسید. رابی پاسخ داد که مادرش هر روز پس از مدرسه درباره آن روز با او صحبت می‌کرده است. برای مادر رابی مهم نبوده که او در آن روز چه آموخته است، بلکه همیشه می‌پرسیده که «آیا امروز سؤال خوبی پرسیدی؟» رابی ادامه داد «پرسیدن سؤال‌های خوب باعث شد که من دانشمند شوم» (Friedman, ۲۰۰۷b, p. ۳۰۱). کشف پرسش‌های دانش‌آموزان - چیزهایی که آنان را شگفت‌زده و وادار به پرسش کرده است - هم جذاب است و هم هیجان‌انگیز. غالباً گفته می‌شود که دانشمند بودن



می‌کنیم: یکی مشاهده است و دیگر پیش‌بینی.

افسانه‌ای درباره فرایندهای علمی

یکی از ویژگی‌های مهم کاوشگری علمی آن است که اگر چه دانشمندان به روش‌های یکسانی اندیشه‌های خود را به آزمایش می‌گذارند، اما برای مجموعه‌ی مراحل تحقیقات علمی ترتیب خاصی وجود ندارد. از این رو، وقتی فصلی از کتابی به «روش علمی» اختصاص می‌یابد، ممکن است این شبهه را ایجاد کند که فقط یک راه به کاوشگری منجر می‌شود. در واقع، دانشمندان برای مشاهده و آزمایش اندیشه‌های خود از رویکردهای بسیار متفاوتی استفاده می‌کنند. در یک تحقیق علمی بعضی از مراحل مذکور در روش علمی به کار نمی‌روند. به یاد داشته باشید که دانشمندان ربات نیستند و بهترین تفکر علمی خلاقانه و دشوار است.

مجموعه‌ای از اندیشه‌ها

دانشمندان از طریق مشاهده، آزمایش، تحقیق و تکرار، برای طبیعت مفهوم می‌سازند و آن‌ها را گسترش می‌دهند. در این نوشته از این مفاهیم با عنوان «تفکرات علمی» یاد می‌کنیم. به بیان آسان‌تر، «تفکرات علمی» شناخت‌های ما از طبیعت هستند. بسیاری از کتاب‌های درسی دبیرستانی مملو از این تفکرات هستند. مجموعه‌ای از این تفکرات که دانشمندان آن‌ها برای دانش‌آموزان، پیش از آنکه از دبیرستان فارغ‌التحصیل شوند، لازم است، «مفاهیم اصلی» نامیده می‌شوند. مفاهیم اصلی در واقع تفکراتی علمی هستند که علوم زیستی، علوم فیزیکی و علوم زمین را می‌سازند؛ اما برخی از آن‌ها برای شناخت طرز کار علم به ما کمک می‌کنند. این مفاهیم طبیعت فعالیت‌های علمی یا آنچه را که «ماهیت علم» می‌نامیم، توصیف می‌کنند.

تفکرات علمی شامل تعاریف و توضیحات پدیده‌های طبیعی هستند. مثلاً، در علم، انرژی را توانایی انجام کار تعریف می‌کنیم. کتاب‌های علمی کار را فرایندی می‌دانند که به وسیله آن نیرویی جرم معینی را در مسافتی جابه‌جا می‌کند. بنابراین، انرژی یعنی هر آنچه سبب حرکت ماده می‌شود. دانشمندان مقادیر انرژی مورد نیاز برای انجام کارهای مختلف را در طبیعت محاسبه کرده‌اند. این مثال نشان می‌دهند که در زبان علم گاه اصطلاحاتی به کار می‌رود که با اصطلاحات زبان روزمره متفاوت‌اند.

چه اتفاقی افتاده بود؟ چگونه شواهدی برای توضیح دادن این فاجعه عظیم فراهم کنیم؟ اگر فکر کنیم که «علم راهی برای دانستن درباره جهان» است، به جست‌وجوی پاسخ برای پرسش‌هایی مانند پرسش‌هایی که برخی از افراد محلی مطرح کردند، خواهیم پرداخت: آیا عاملی مسمومیت‌زا در هوا وجود داشته است؟ آیا رعد و برق همراه با تندباد سبب این امر شده است؟ آیا آتش‌بازی‌های سال نو شب ژانویه باعث شده‌اند که این پرندگان ارتفاع خود را تغییر دهند؟ آزمایشگاه‌های ارکانزاس، جورجیا و ویسکانسین امیدوار بودند پس از یک هفته آزمایش پاسخ روشن‌تری بیابند. شما فکر می‌کنید چه نوع آزمایش‌هایی روی این پرندگان انجام شد؟ پرسیدن این پرسش‌ها و پرسش‌های مشابه و مرتبط مثالی از تفکر علمی و سواد علمی است. کارهایی مانند انجام آزمایش، گردآوری شواهد و نتیجه‌گیری از این واقعیت در مرکز فرایند علمی قرار دارند.

فرایند شکل‌گیری یک فکر درباره طبیعت و آزمون اندیشه‌ها با آزمایش در مجموع غالباً کاوشگری نام دارد. یکی از موضوع‌های اصلی آموزش علوم ترغیب دانش‌آموزان به کاوشگری است. کاوشگری علوم تجربی را از راه‌های دیگر شناخت جهان متمایز می‌کند.

کاوشگری را ممکن است «علم در عمل» هم بدانیم. از این رو می‌گوییم علم، کاری است که انجام می‌دهیم و علم در عمل شامل تجربه‌ها و گفت‌وگوهایی است که به ما کمک می‌کنند تا مفاهیم را درک کنیم - یعنی به زعم من به تفکر علمی برسیم!

درگیر شدن در کاوشگری علمی مستلزم مهارت‌های خاصی است که در مجموع مهارت‌های فرایندی نامیده می‌شوند. مشاهده یکی از مهارت‌های فرایندی است. پیش‌بینی و استنتاج، گروه‌بندی و طراحی آزمایش نیز از مهارت‌های فرایندی هستند. باید توجه داشته باشیم که ما نه فقط در آزمایشگاه‌های علمی از این مهارت‌های فرایندی استفاده می‌کنیم، بلکه آن‌ها را در همه زمینه‌های زندگی دنیای پیرامون که به گونه‌ای فزاینده رو به پیچیدگی می‌روند، به کار می‌بریم. غالباً ما مهارت‌های فرایندی را به کار می‌بریم، بدون آنکه «برچسب» علمی به آن‌ها بزنیم. مثلاً هر روز به وضعیت هوا توجه می‌کنیم و براساس آن تصمیم می‌گیریم چه نوع لباسی بپوشیم. ما برای این کار از دو مهارت اساسی فرایندی استفاده

بسیاری از

دست‌درکاران

آموزش و پرورش،

مفسران فرهنگی

و رهبران

صنایع می‌گویند

که دانستن

موضوع‌های

علمی برای همه

ضروری است

اصطلاح «نظریه»^۲ یکی از مثال‌های رایج این تفاوت‌هاست. گزارش اخیر آکادمی ملی علوم توضیح می‌دهد که واژه نظریه‌دادن در زبان روزمره به معنی حدس زدن، گمان بردن یا فکر کردن است. در حالی که «نظریه» در زبان رسمی علم معادل «توضیح جامع برخی از نمودهای طبیعت» است که از سوی حجم بزرگ و قابل توجهی از شواهد پشتیبانی می‌شود. مثلاً، مفهوم تکامل - یعنی تغییرات موجودات زنده در گذر زمان و تبدیل آن‌ها به شکل‌ها و صورت‌های امروزی - ممکن است هنوز نظریه تلقی شود، نه واقعیت؛ اما بنیادهای این نظریه به اندازه‌های خوب آزمون شده‌اند که بسیاری از دانشمندان باور دارند هرگز با شواهد جدیدی بر علیه آن رو به رو نخواهند شد، درست همان طور که هرگز شواهد جدیدی بر علیه گردش زمین به دور خورشید به دست نخواهد آمد (National Academy of Sciences and Institute of Medicine, ۲۰۰۸, p. ۱۱).

نظریه‌ها و دیگر تفکرات علمی از فرایند علم‌جداشدنی‌اند. بدون فرایند علمی‌اندیشه‌ای هم وجود ندارد. از سوی دیگر بدون اندیشه‌هایی که به پرسش منجر می‌شوند، نیازی به فرایند علمی وجود ندارد. یکی از راه‌های تفکر در اندیشه‌ها یا مفاهیم علمی گروه‌بندی آن‌ها به سه گروه اصلی علمی است: علوم زیستی، علوم زمین و علوم فیزیکی. یکی دیگر از راه‌های گروه‌بندی تفکرات علمی براساس گروه‌های فرآگیر ادراکی خاص است. مثلاً، شناخت سیستم‌ها و دستگاه‌هایی مانند دستگاه‌های بدن انسان و منظومه شمسی، یا شناخت تعامل‌ها و الگوهای تغییر، مانند چرخه‌های زندگی جانوران و گیاهان و روابط بین ماده و انرژی.

روشی برای شناخت جهان

علم روشی برای شناخت جهان و شامل تمایل به یافتن شواهدی برای پشتیبانی از گزاره‌های علمی و نیز آزادی فکر و اراده تغییر ذهن افراد پس از روبه‌رو شدن با شواهد نوین است. در واقع، منظور از تفکر علمی همین است. از آنجا که دانشمندان غالباً با همکاری یا یکدیگر کار می‌کنند، روش علمی شناخت جهان شامل تمایل به همکاری با دیگران و ارتقای شناخت همه افراد از طریق کوشش‌های گروهی هم می‌شود.

این فعالیت تمثیلی است برای آشنایی با طرز عمل دانشمندان و روش‌اندیشیدن درباره ماهیت علم. یک کلاس را که بیست نفر دانشجو دارد، به

پنج گروه تقسیم می‌کنیم. به هر گروه چهار نفری مجموعه‌ای یکسان شامل شانزده چک بانکی باطل شده متعلق به یک خانواده می‌دهیم. چک‌ها درون پاکت‌های دربسته قرار دارند و هر گروه اجازه دارد هر بار به طور تصادفی فقط چهار چک از شانزده چک را بردارد. اعضای گروه باید پس از انتخاب چک، آن‌ها را بررسی کنند و سپس تصورات خود را درباره آن خانواده یادداشت کنند. پس از آنکه اعضای گروه‌ها همه شانزده چک را بررسی و تحلیل کردند، کاتب گروه نتیجه‌گیری موقت گروه نسبت به آن خانواده را روی یک تکه کاغذ بزرگ به اندازه پوستر به طوری که همه بتوانند آن را بخوانند، می‌نویسد. مثلاً، چک‌های باطل شده برای ازدواج، برای سلامت و برای وکیل! چک‌ها تاریخ، امضا، نشانی و شماره مسلسل دارند. همه دانشجویان گروه‌های چهارتایی چک را به طور تصادفی بررسی خواهند کرد. آیا فکر می‌کنید تفسیری که اعضای گروه‌ها از چک‌ها می‌کنند، با هم متفاوت است؟ وقتی که دانشجویان همه تفسیرها را مرور می‌کنند، درمی‌یابند که داستان هر گروه - به جز سه یا چهار تصور اصلی درباره آن خانواده - با داستان‌های گروه‌های دیگر تفاوت دارد. اعضای کلاس به این نتیجه می‌رسند که این سه یا چهار تصور، می‌توانند مبانی نظریه‌های آن‌ها درباره آن خانواده باشند. آنان سپس راه‌های تحقیق درباره نظریه‌های خود را پیشنهاد می‌کنند. اما از کجا باید بدانند که درست می‌گویند؟ اگر از من یعنی از استاد خود بپرسند که آیا من پاسخ درست را می‌دانم، من خواهم گفت که نمی‌دانم. آنان از این پاسخ خوش‌شان نمی‌آید، اما من نیز یک محقق هستم!

این داستان چه ارتباطی با ماهیت علم دارد؟ فعالیت چک‌های باطل شده شبیه‌سازی بسیار خوبی از طرز کار دانشمندان است:

- بسیاری از دانشمندان مانند این گروه‌های دانشجویی اغلب یک مسئله واحد را با شواهد یکسان، اما با ترتیب‌های مختلف بررسی می‌کنند.
- همان‌طور که ترتیب انتخاب چک‌های درون پاکت‌ها توسط دانشجویان بر داستان آن‌ها اثر می‌گذارد، دانشمندان نیز به همین روش درمی‌یابند که ترتیب روبه‌رو شدن با شواهد بر پیشرفت اندیشه‌های آن‌ها اثر می‌گذارد.
- بحثی که هر گروه دانشجویی درباره شواهد می‌کند، بر نتایج مؤثر است. دانشمندان نیز گروهی

علم بخش مهمی از فرهنگ انسانی و منتهای ظرفیت تفکر انسانی است

و حس قدرشناسی از شگفتی‌های بی‌همتای طبیعی دانشجویان آینده را برای تبدیل شدن به دیده‌بانان سیاره‌مان آماده می‌کند.

۲. مهارت‌هایی که دانش‌آموزان با درگیر شدن در فرآیندهای علمی به دست می‌آورند، به جز علم در بسیاری دیگر از زمینه‌ها نیز مفیدند. در واقع، مطالعات نشان می‌دهند که آموختن علم در پایه‌های اولیه می‌تواند به کودکان کمک کند تا به متفکرانی نقاد تبدیل شوند؛ متفکرانی که می‌توانند با دقت استدلال کنند، مسائل را حل کنند و تصمیم‌های آگاهانه بگیرند، (American Association for the Advancement of Science, ۲۰۰۱).

دانش‌آموزان ابتدایی و متوسطه که در کلاس درس به فعالیت‌های علمی ترغیب می‌شوند، به‌عنوان متفکران تک‌ای به نفس خواهند داشت.

۳. می‌توانیم با ترویج تفکر علمی درباره جهان به دانش‌آموزان کمک کنیم توانایی‌های خود را در تحقیق درباره یک مسئله از جهات مختلف، در مشورت با هم‌کلاس‌ها و با معلم ارتقا دهند و سازنده دانش و تولیدکننده آن باشند. شناخت طرز کار علم به مردم کمک می‌کند تا به ماهیت شواهد و نتایجی که به طور مستدل درباره جهان پیرامون‌مان می‌گیریم، پی ببرند. در همه این روش‌ها، یادگیری علوم دانش‌آموزان را نه تنها برای زیست‌شناسی و شیمی، بلکه برای زبان انگلیسی، تاریخ و مطالعات اجتماعی و - در مجموع برای زندگی - آماده می‌کند. یکی از پژوهش‌ها یادآوری می‌کند که علم بخش مهمی از فرهنگ انسانی و منتهای ظرفیت تفکر انسانی است (Duschl et al., ۲۰۰۷, p. ۳۴).

پی‌نوشت

1. blackbirds
2. Beebe

۳. منظور این گزارش توضیح کاربرد اصطلاح «theory» در زبان انگلیسی است، نه در زبان فارسی. Theory در زبان فارسی «نظریه» یا گاه «تئوری» ترجمه می‌شود.

۴. در ایالات متحده آمریکا چک‌های پرداخت شده یا تصویر آن‌ها را در اختیار صادرکننده چک قرار می‌دهند تا به عنوان رسیدهای پرداخت وجه نزد خود داشته باشند و آنها را canceled check یا چک باطل شده می‌نامند.

5. Barbara McClintock
6. Alan Leshner
7. AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE
8. Isidor Rabi

کار می‌کنند و مرتباً در مورد شواهد به رایزنی می‌پردازند.

● سرانجام، به خلاف بسیاری از تجارب مدرسه‌ای که ممکن است شما کسب کرده باشید، علم واقعی زمانی برای یافتن پاسخ به جریان می‌افتد که پاسخی از قبل برای آن وجود ندارد. دانشجویانی که این فعالیت را انجام می‌دهند نیز براساس شواهد موجود و تجارب خود نظریه‌پردازی می‌کنند. آن‌ها در پی پاسخ‌های «آری» یا «نه» از پیش تعیین شده نیستند. ماهیت علم چنین است: جست‌وجوی دانش جدید براساس کوشش‌های مکرر برای تحقیق در شواهد و سپس نتیجه‌گیری درون یک گروه اجتماعی از کارکنان.

ارزش تدریس علوم

با کنکاش در پس‌زمینه ذهن‌تان ممکن است این پرسش را پیدا کنید که چرا علم را پیش از دبیرستان نیز تدریس می‌کنیم. پاسخ به این پرسش با تعریف سه قسمتی ما از علم مطابقت دارد.

۱. مجموعه اندیشه‌هایی که تفکرات علمی یا «مفاهیم اصلی» می‌نامیم، در شناخت طرز کار طبیعت به ما کمک می‌کند. بسیاری از دست‌درکاران آموزش‌وپرورش، مفسران فرهنگی و رهبران صنایع می‌گویند که دانستن موضوع‌های علمی برای همه ضروری است. بسیاری از حرفه‌های امروزی به مقداری دانش علمی نیاز دارند و حتی تصمیم‌های روزمره ما - از اینکه چه بخوریم تا اینکه چه اتومبیلی بخریم - از شناخت علمی ما یا فقدان آن اثر می‌پذیرند. در جهان امروز یادگیری علم هیچ‌گاه زود نیست و انتظار می‌رود دوره‌های ابتدایی و متوسطه هم سهم داشته باشند.

برای بسیاری از دست‌درکاران آموزش‌وپرورش اندیشه‌های علوم زیست‌محیطی اهمیت خاص دارند. یک برنامه مناسب علوم به نوجوانان و جوانان ما کمک می‌کند تا علت‌های طبیعی شدن منابع طبیعی جهان را بشناسند. شاخه مطالعات زیست‌محیطی که نزد مردم به علم سبز مشهور است، شامل مطالعه پایداری، شبکه‌های غذایی، توزیع منابع و تغییر اقلیم است. شناخت طرز کار سیستم‌های طبیعی