



علم آموزی

زنده یاد دکتر محمود بهزاد
پدر زیست شناسی نوین ایران

اشاره

نوشته ای که به دنبال می آید، یکی از نوشته های زنده یاد دکتر محمود بهزاد، معلم و مؤلف بزرگ زیست شناسی و پدر زیست شناسی نوین ایران است. این نوشته قبلاً نخست در مجله ی آموزش و پرورش، دوره ی سی و نهم، سال اول به چاپ رسیده و سپس مؤلف آن را در کتابی تحت عنوان «علم» در مهرماه ۱۳۵۲ خود چاپ و منتشر کرده است. نظر به اهمیت علم آموزی، آشنایی با نظرها و سبک نگارش استاد بهزاد و نیز مفید بودن آن برای معلمان کنونی زیست شناسی، یک بار دیگر آن را در این جا نقل می کنیم.

چند سال پیش روزی ورقه ای مربوط به امتحان فیزیولوژی حیوانی را در جمع معلمانی که به تصحیح اوراق مشغول بودند می خواندم تا نمره ی مناسبی به آن بدهم. یکی از سؤالات درباره ی گلبول های قرمز خون بود و دو نمره از بیست نمره بدان تعلق داشت. دانش آموز مطالب درستی درباره ی شکل و کار گلبول قرمز نوشته بود. ولی این جمله نیز به چشم می خورد: «در هر متر مکعب خون

انسان ۵۰۰۰ گلبول قرمز وجود دارد.» این جمله را به صدای بلند خواندم تا دیگر همکاران من از آن گاه شوند. همه خندیدند و یکی گفت «عجب دانش آموز احمقی!» به هر صورت ورقه تصحیح شد و به اصطلاح، بر طبق بارم سؤالات نمره ی ۱۷/۷۵ به آن ورقه تعلق گرفت. فردای آن روز در ورقه ی دیگری که مربوط به تکامل بود و به آن طبق بارم ۱۸/۵ داده شده بود این جمله به چشم می خورد: «از خزندگان تک سلولی دوران دوم می توان ایگوانودون را نام برد.» این جمله هم به وسیله ی یکی از همکاران به صدای بلند خوانده شد، این بار نیز همه خندیدند. گرچه جمله ی مربوط به تعداد گلبول های قرمز به هذیان بیش تر شبیه بود تا به گفته ی دانش آموزی عاقل، به خلاف گفته ی همکارم، نویسنده ی آن شخص احمقی نبود، بلکه دانش آموزی بود که ۱۷/۷۵ از جمع هشتاد نمره ی لازم را به دست آورده بود و به احتمال قوی در امتحان توفیق یافته است و اکنون در یکی از دانشگاه های کشور به تحصیلات عالی اشتغال دارد. شاید حال و روز نویسنده ی جمله ی هذیان مانند مربوط به خزندگان نیز چنین باشد. سؤالی که در این جا مطرح است این است که: «چرا دانش آموزی

که به قسمت اعظم سؤالات پاسخ درست داده و نمره‌ای عالی گرفته به نوشتن چنین هذیانی مبادرت کرده است؟» برای پاسخ گفتن به این پرسش به ذکر مقدمه‌ای نیاز است.

بیش تر معلمان کنونی ما به درستی نمی‌دانند که غرض از علم‌آموزی چیست و از چه راهی باید آن را آموخت. اینان مطالبی به دستور معلمان خود در دوره‌ی تربیت معلم حفظ کرده‌اند و آن‌ها را با رنج فراوان تا پایان امتحان در مغز خود ضبط کرده‌اند و پس از گذراندن امتحان از یاد برده‌اند. اکنون که بر مسند معلمی تکیه زده‌اند، کار معلمان خود را تکرار می‌کنند. تنها چیزی که می‌دانند این است که شاگردان باید مطالبی را در حدود برنامه یاد بگیرند و آن‌ها را امتحان بدهند. ولی چه یاد بگیرند، چگونه یاد بگیرند مطرح نیست. مثلاً معلم علوم طبیعی سال‌هاست به تدریس یک سلسله مطالب معین اشتغال دارد و از کثرت تکرار، آن مطالب را با همه‌ی جزئیاتش می‌داند، یعنی از حفظ شده است. او سعی دارد که شاگردانش همه‌ی آن مطالب را مانند خود او با همان دقت و تفصیل بدانند. معلم شیمی و معلم فیزیک و دیگر معلمان نیز سعی دارند که شاگردانشان با دقت آن‌ها و به همان تفصیل شیمی و فیزیک و غیره بدانند. به عبارت دیگر شاگردی که ۱۵ نوع درس می‌خواند باید مانند پانزده نفر متخصص! که هر یک عمری در حفظ کردن و بازگو کردن مطالب سپری کرده است، چیز به خاطر بسپرد، و نام این کار علم‌آموزی است!

اگر از اینان پرسیده شود «شما که بر اثر سال‌ها تکرار چند مطلب معین، توانسته‌اید جزئیات آن‌ها را به خاطر بسپرد و تازه این کار را به خاطر شغل تان کرده‌اید، یعنی چون در ازای بازگو کردن آن مطالب اجر مادی گرفته‌اید و به اصطلاح به نان رسیده‌اید و خواه‌ناخواه بدان‌ها علاقه‌مند شده‌اید،

شاگردان به چه عشقی بدان‌ها علاقه‌مند شوند؟» چه خواهند گفت؟ ممکن است بگویند این‌ها همه مطالب جالب علمی هستند و دانستن آن‌ها بر هر فرد متمدن لازم است. اما در پاسخ این پرسش چه خواهند گفت: «پس چرا شما جز آن‌چه خود تدریس می‌کنید، کم‌ترین علاقه به مطالب علمی دیگر ندارید؟ مثلاً اگر معلم فیزیک هستید نه تنها به علوم طبیعی راغب نیستید، بلکه از مطرح شدن مطالب مربوط به آن احساس ناراحتی می‌کنید؟» اصولاً هرکسی با هر وسیله‌ای که ارتزاق می‌کند به آن وسیله علاقه‌مند می‌شود. بازگو کردن مطالب مربوط به علم شیمی برای معلم شیمی و وسیله‌ی ارتزاق است پس بدان علاقه‌مند است. پارچه فروش نیز به پارچه علاقه‌مند است زیرا فروختن پارچه وسیله‌ی ارتزاق اوست.

حاصل آن‌که، جالب بودن مطالب علمی به تنهایی کافی برای آن نیست که دانش‌آموز را علاقه‌مند سازد. باید دید که چه عواملی می‌توانند علاقه‌ی علم‌آموزی را در شاگردان برانگیزند و معلمان چگونه باید از آن عوامل استفاده کنند.

چندی پیش دعوت شدم که برای گروهی از معلمان که از همه‌ی استان‌ها به مرکز خوانده شده بودند، درباره‌ی روش امروزی علم‌آموزی مطالبی بگویم. به سالی هدایت شدم که جمعیتی متجاوز از ۲۵ نفر که در آن به انتظار سخنان من بودند. صحبت را با طرح چند پرسش شروع کردم و مسئله را بدان‌جا کشیدم که چگونه می‌توان شاگردان را به علم‌آموزی علاقه‌مند کرد. در این میان ناگهان سخنانم را قطع کردم و گفتم که به یاد سؤال جالبی افتادم. دلم می‌خواهد جواب آن را از شما بشنوم. سؤال این بود: «چرا بچه موقع به دنیا آمدن گریه می‌کند؟» عده‌ای بدون تأمل دست بلند کردند و آمادگی خود را برای پاسخ‌گویی اعلام داشتند.

یکی گفت: «چون محیط زندگیش عوض می‌شود».

- درست، ولی عوض شدن محیط که گریه ندارد!

دیگری گفت: «چون از مادر جدا می‌شود.»

- در این مرحله از زندگی مسئله‌ی مادر برای بچه مطرح نیست!

سومی گفت: «چون از رحم مادر وارد هوا می‌شود.»

چهارمی که طبعی شوخ داشت گفت: «چون بعدها می‌فرستندش مدرسه!»

هرکس چیزی گفت، ولی هیچ‌کس عامل اصلی گریه‌ی نوزاد را نگفت. بدون آن که علت آن را بگویم، دنبال سخنان اولیه را گرفتم. یکی از معلمان فوراً حرفم را قطع کرد و پرسید: «پس چرا خودتان علت را نمی‌گویید؟»

البته مطرح کردن آن سؤال و نگفتن دلیل آن و گرفتن دنباله‌ی سخنان قبلی، همه صحنه‌سازی بود تا چنین پرسشی از من بشود. پرسیدم «مگر میل دارید، علت را بدانید؟ همه باهم گفتند: آری. من به شوخی گفتم: «حالا که شما میل دارید من هم نمی‌گویم!» همه خندیدیم و بار دیگر دنبال سخنان اولیه را گرفتم. این بار متفقاً از من خواستند که علت را بگویم. گفتم «تا حالا که نمی‌دانستید، از این پس هم ندانید، طوری نمی‌شود!»

حاصل آن‌که چنان آن‌ها را برای دانستن علت گریه‌ی نوزاد کنجکاو کردم که همه آماده‌ی شنیدن آن شدند و شاید اگر علت را نمی‌گفتم اندکی ناراحت می‌شدند.*

در این موقع بود که گفتم یکی از راه‌های علم‌آموزی کنجکاو کردن شاگردان برای دانستن امری است که قبلاً چندان بدان امر توجه نداشته‌اند. هنگامی که دانش‌آموزی کنجکاو بشود، موضوع را به خوبی فرامی‌گیرد و آن موضوع جزء دانسته‌هایش می‌شود،

بدون آن که کوشش کند آن را مثل مطالب کتاب‌های درسی از حفظ کند.

راه دیگر این است که معلم از صورت سخنگو بیرون بیاید و شاگردان را به فکر کردن و سخن گفتن وادار سازد. برای این کار معلم باید پرسش‌هایی درباره‌ی موضوع درس مطرح کند و از شاگردان پاسخ آن‌ها را بخواهد و وضعی پیش آورد که همه در پاسخ دادن شرکت کنند. چه بهتر که پرسش روی تخته سیاه نوشته شود و پاسخ‌ها اگرچه نادرست باشند، در برابر آن نوشته شوند و از شاگردان خواسته شود که پاسخ درست را بیابند تا با این عمل راه برای درک پاسخ درست باز گردد.

بعضی از معلمان ما، خود را بیکه تاز میدان کلاس و تنها فرد عالم آن‌جا نشان می‌دهند و به هیچ کس اجازه نمی‌دهند که اظهار وجود کند، و اگر خدای نخواسته شاگردی که مطلبی درباره‌ی موضوع می‌داند، پیش از آن که آن مطلب از دهان معلم بیرون آید، بر زبان راند، معلم چنان به او اخم می‌کند که آن بیچاره برای همیشه از تکرار چنین عملی خودداری می‌کند.

این روش سه چیز لازم دارد: تسلط بر موضوع درس، تسلط بر کلاس، و مهم‌تر از همه صرف انرژی بسیار. بیش‌تر به علت این که انرژی کم‌تری در کلاس صرف شود، معلم سخنگو می‌شود، در گوشه‌ای می‌ایستد و به شرح موضوع درس می‌پردازد. غافل از این که یک امر روان‌شناختی، به زودی زحمات او و دقت همه‌ی دانش‌آموزان را به هدر می‌دهد. آن امر روان‌شناختی تداعی است.

اصولاً شاگرد مدرسه یا هر مستمع دیگر برای استماع سخن، گنجایش محدودی دارد. هرچه مطلب جالب‌تر باشد، مدت استماع طولانی‌تر می‌شود. به عکس هرچه موضوع سخن کم‌تر جالب باشد مدت استماع کوتاه‌تر می‌شود. از آن‌جا که مطالب

درسی، به صورتی که در کتاب‌ها نوشته شده‌اند، یا وسیله‌ی معلمان عرضه می‌شوند، جلب توجه دانش‌آموزان را نمی‌کنند، شاگردان چند دقیقه پس از آغاز هر درس، اگر در آن به صورتی شرکت داده نشوند، بر اثر تداعی، در حالی که درست به چهره‌ی معلم خیره شده‌اند و صدای او را می‌شنوند، به چیزی دیگر می‌اندیشند. علل و اسباب تداعی بسیار است و کوچک‌ترین عوامل محیط گرداگرد دانش‌آموز در کلاس و حیاط مدرسه می‌تواند عامل تداعی گردد. نظر به اهمیتی که مسئله‌ی تداعی در از بین بردن زحمات معلمان سخنگو دارد، با ذکر مثالی آن را روشن‌تر می‌کنم.

هرگونه صدایی که به گوش دانش‌آموزی برسد ممکن است موجب تداعی شود. مثلاً صدای گنجشک شاگردی را به یاد گنجشکی که دیروز با تیر کمان زده است می‌اندازد و خاطر او را مشغول می‌کند. صدای سرفه‌ای شاگرد دیگر را به یاد سرفه‌های پدر بیمارش، که دیشب خواب را بر وی حرام کرده بود، می‌اندازد. صدای بوق اتومبیلی، شاگردی را به یاد بوق آزاردهنده‌ی اتومبیل همسایه می‌اندازد.

بدین روش هر شاگردی با یک عامل محیط گرداگرد خود به فکری فرو می‌رود و بدان مشغول می‌شود. اما در تمام مدتی که در این خیالبافی است سخنان معلم را می‌شنود، ولی چیزی از آن نمی‌فهمد. دوام مدت تداعی عموماً چندان زیاد نیست، به طوری که پس از چند دقیقه قطع می‌شود و بار دیگر سخنان معلم برای شاگرد مفهوم پیدا می‌کند. اما این بار چون ردیف مطالب در ذهن شاگرد گسیخته شده است، زودتر دستخوش تداعی می‌شود و این کار چند بار در یک ساعت درس اتفاق می‌افتد.

بسا اتفاق می‌افتد که معلمی در چنین حالی، سؤالی مطرح می‌کند. آن عده از شاگردان که همراه سخنان معلم نبودند و از

موضوع سؤال آگاه نشدند با عجله از رفقای نزدیک خود سؤال مطرح شده را می‌پرسند! حاصل آن که امر تداعی، زحمات معلمانی را که شاگردان خود را در کلاس علم‌آموزی شرکت نمی‌دهند، به هدر می‌دهد.

راه درست علم‌آموزی این است که کوشش شود شاگرد مفاهیم علمی کسب کند، نه آن که مطالب علمی را حفظ کند. برای روشن شدن معنی مفهوم علمی با چند مثال مسئله‌ی مفهوم را به طور کلی، اعم از علمی و غیرعلمی، توضیح می‌دهم.

روزی آموزگاری که در کلاس چهارم ابتدایی تدریس می‌کرد این موضوع را برای نوشتن انشا به شاگردانش داد: «وضع یک خانواده‌ی فقیر را شرح بدهید.» دختر یک میلیونر که در آن کلاس تحصیل می‌کرد، این‌طور نوشت: «خانواده‌ی بود فقیر، پدر فقیر، مادر فقیر، پسران فقیر و دختران فقیر، پدر بزرگ فقیر و مادر بزرگ فقیر، کلفت‌ها فقیر، نوکرها فقیر، همه‌ی ماشین‌ها فقیر، ساختمان خانه فقیر، استخر شنا فقیر، زمین تنیس فقیر، فرش‌ها و مبل‌ها و همه چیزهای خانه فقیر بودند.»

آیا غیر از این است که دخترک میلیونر از مفهوم فقر بی‌اطلاع بود؟

روزی تابوتی را به سوی گورستانی می‌بردند و گروهی آن را بدرقه می‌کردند. پسر مرد فقید به دنبال تابوت پدر می‌رفت و زاری کنان می‌گفت: «پدرجان، امشب تو را در جایی منزل خواهند داد که نه چراغ دارد، نه فرش، نه آب دارد، نه نان و نه وسیله‌ی گرما.» گدایی با پسر کوچکش در کناری نشست و به سخنان پسری که زاری می‌کرد گوش می‌داد. پسرک از پدرش پرسید: «بابا این تابوت را به خانه‌ی ما می‌برند؟»

آیا غیر از این است که پسرک نه تنها مفهوم فقر را می‌دانست، بلکه آن را به خوبی احساس می‌کرد؟

کسی که سواد ندارد و خواندن و نوشتن نمی‌داند، اگر جلو میزی بنشیند و به خوردن غذا مشغول شود، چنانچه ناگهان دستش به لیوانی بگیرد و آن را به سوی زمین واژگون کند بلافاصله دستش را به سرعت به سوی زمین می‌برد و لیوان را قبل از افتادن به زمین می‌گیرد. این شخص بی سواد به تجربه از دو مفهوم آگاهی دارد: اول مفهوم جاذبه‌ی زمین است و آن این است که هر جسم سنگینی که رها شود به سوی زمین می‌رود؛ دوم مفهوم از دست رفتن لیوان. این شخص در هیچ کتابی ندیده و نخوانده و حفظ نکرده است که «اگر لیوانی رها شود، به زمین می‌افتد و می‌شکند، پس باید آن را پیش از رسیدن به زمین گرفت تا از دست نرود!»

مفهوم علمی هم همین حال را دارد و باید به تجربه کسب گردد نه به زور در حافظه جا داده شود.

حال وقت آن است که این پرسش را که در آغاز مطرح کرده‌ایم پاسخ گوئیم: «چرا دانش‌آموزی که به قسمت اعظم پرسش‌ها پاسخ درست داده، به نوشتن چنین هذیانی مبادرت کرده است؟»

دانش‌آموز مفهوم مترمکعب را نمی‌داند و نیز از جثه‌ی گلبول قرمز بی اطلاع بود. به عبارت دیگر به تجربه نمی‌داند مترمکعب چه حجمی است و میلی متر مکعب چه. نیز تصویری از عظمت مترمکعب نسبت به میلی متر مکعب نداشت و نمی‌داند که یک مترمکعب معادل $1000 \times 1000 \times 1000$ یعنی یک میلیارد (هزار میلیون) میلی متر مکعب است. همین دانش‌آموز هیچ‌گاه چیزی را که گفته شود به اندازه‌ی فندق است با چیزی که گفته شود به اندازه‌ی هندوانه‌ی بزرگی است اشتباه نمی‌کند. چون فندق و هندوانه از نظر جثه دو مفهوم برای او دارند، ولی این را به تجربه آموخته‌اند آن‌که در کتاب دیده و به عنوان درس به خاطر سپرده است.

دانش‌آموزی که خزندگان را از

تک سلولی‌ها به حساب آورده، نه مفهوم خزنده را دارد نه مفهوم حیوان تک سلولی را. او هرگز سلولی زیر میکروسکوپ ندیده است، بلکه عکس سلول و حیوان تک سلولی را بسیار درشت‌تر از معمول در کتاب خود دیده است و نیز تصویر ایگوانودون، خزنده‌ی دوران دوم، را در کتاب و تقریباً به همان جثه مشاهده کرده است. و هیچ‌گاه در زیر عکس ایگوانودون ننوشته‌اند « $\frac{1}{1000} \times$ » نیز در زیر عکس سلول نوشته نشده است « $1000 \times$ » تا تصور درستی در ذهن او ایجاد کنند. از این گذشته، خزنده برای او فقط بدان معنی است که روی زمین می‌خزد و شاید پیش خود فکر کرده است آمیب هم، که جانوری تک سلولی است روی برگ مرده می‌خزد و پیش می‌رود، پس خزنده است و حال آن‌که خزنده در مفهوم جانورشناسی به جانورانی می‌گویند که خزیدن یکی از خاصه‌های آن‌هاست و چه بسا خزندگانی بوده‌اند یا اکثراً وجود دارند که حرکتی چون چارپایان داشته‌اند و دارند و این کلمه فقط نماینده‌ی نام گروه است. مثلاً کلمه‌ی سلول یعنی حجره، و حال آن‌که محتویات حجره زنده و فعال است، نه خود حجره و گرچه این نام‌گذاری را تغییر نداده‌اند؛ اما توجه می‌دهند که نام درستی نیست. چرا دور می‌رویم، قهوه‌خانه جایی است که شاید همه چیز در آن پیدا می‌شود، اما تنها چیزی که در آن نیست قهوه است!

اکنون ببینیم که چگونه می‌توان دانش‌آموزان را در کسب مفاهیم علمی یاری کرد.

هر مفهوم علمی یک واقعیت (Fact) یا گروهی از واقعیت‌های مربوط به هم است. مثلاً وجود جانداران میکروسکوپی یک واقعیت است. واقعیت حاصل مشاهده‌ای است که همه کس می‌تواند انجام دهد. هرکس می‌تواند قطره‌ای آب حوض را روی تیغه‌ای شیشه‌ای بریزد و آن را با تیغکی شیشه‌ای پوشاند، در زیر میکروسکوپ مشاهده کند و تعداد بسیاری جاندار

میکروسکوپی ببیند. نیز می‌تواند آن قطره‌ی روی تیغه‌ی شیشه‌ای را بدون کمک میکروسکوپ مشاهده کند و چیزی نبیند. پس یک واقعیت دیگر این است: «میکروسکوپ جاندارانی را مرئی می‌سازد که مستقیماً با چشم دیده نمی‌شوند.» واقعیت دیگر این است: «بدن بیش‌تر جانداران میکروسکوپی عموماً سه‌بخش دارد: سیتوپلاسم، هسته، غشا.» واقعیت‌های دیگر: «هر بخش از یک گیاه را در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید، آن را مرکب از واحدهایی خواهید دید که هر یک مرکب از سیتوپلاسم و هسته غشاست؛» «هر عضو جانوری را در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید آن را مرکب از واحدهایی خواهید یافت که هر یک مرکب از سیتوپلاسم، هسته و غشاست.» «دانشمندی نام این واحدها را سلول گذاشت. از جمع این واقعیت‌ها تئوری سلولی به وجود می‌آید: «بدن هر جاندار، از یک یا اجتماع تعداد بی‌شماری سلول مرکب است.»

باکتری هم جاندار است ولی به خلاف بیش‌تر جانداران میکروسکوپی فقط سیتوپلاسم و غشا دارد و هسته‌ای در آن دیده نمی‌شود. پس این سؤال پیش می‌آید: آیا ممکن است بعضی از جانداران میکروسکوپی هسته نداشته باشند؟ پس از ترتیب دادن چند آزمایش به این واقعیت می‌رسیم: «ماده‌ی هسته در سیتوپلاسم باکتری پراکنده است و به صورت دانه در آن جمع نشده است.» پس تئوری سلولی درست است.

بنابر آن‌چه گذشت مفاهیم علمی حاصل مشاهدات‌اند. مشاهده عبارت است از ادراک امور به وسیله‌ی حواس سالم و کمک ابزارهایی که برد حواس را زیاد می‌کنند. مشاهده فقط با چشم صورت نمی‌گیرد، بلکه به وسیله‌ی همه‌ی حواس انجام می‌گیرد. شنیدن صدا مشاهده است، ادراک مزه یا بوی اشیا مشاهده است. ادراک زبری، نرمی،

گرمی و سردی اجسام مشاهده است. پس مشاهده اساس ادراک واقعیت‌ها و در نتیجه کسب مفاهیم علمی است. اگر به شاگردی بگویید، یا در کتابی بخواند، که در هر میلی‌متر مکعب خون پنج میلیون گلبول قرمز هست. این مشاهده نیست. این، آگاهی از یک واقعیت از راه شنوایی یا بینایی است. به عبارت دیگر، این یک خبر است. از آن‌جا که شاگرد خود مشاهده نکرده است و حتی در مشاهده سهیم نبوده است، موضوع مدت کمی در ذهنش باقی می‌ماند و به زودی به فراموشی سپرده می‌شود. اما اگر اندکی خون یکی از شاگردان کلاس را بگیرند و روی تیغه‌ی شیشه‌ای پهن کنند. بعد، آن تیغه را به یک‌یک افراد کلاس نشان دهند تا ببینند که لکه‌ی قرمزی روی تیغه‌ی شیشه‌ای پهن و خشک شده است و سپس آن را در زیر میکروسکوپ، ابتدا با درشت‌نمایی کم، بدان‌ها نشان دهند تا اولاً کثرت تعداد گلبول‌ها و ثانیاً کوچکی آن‌ها را مشاهده کنند و بعد از آن گلبول‌ها را با درشت‌نمایی زیاد بدان‌ها نشان دهند تا مشاهده شود که به شکل قرص‌های مقعرالطرفین‌اند، به صورت یک مفهوم علمی کسب می‌شود. تازه برای آن‌که این مفهوم به صورتی به ذهن شاگرد راه یابد که به زودی فراموش نشود باید اولاً به او تکلیف شود که آن‌چه مشاهده کرده است، رسم کند (در هر سه حالت)، نیز مفهومی را که کسب کرده است در جمله‌ای بنویسد. چه بهتر که از مقدار خون آدمی و مقایسه‌ی آن با حجم‌های محسوس نیز صحبت شود و میلی‌متر مکعب برای شاگردان به خوبی مجسم شود و از تعداد کل گلبول‌ها در خون آدمی سخن به میان آید. در این صورت می‌توان مطمئن شد که شاگرد مفهومی علمی کسب کرده است. ضمناً هر وقت که صحبت از خون به میان می‌آید آن مشاهده را یادآوری کنند تا موقعیتش در ذهن تحکیم شود.

ممکن است گفته شود: «چون

میکروسکوپ در اختیار ندارم، ناگزیرم آن‌چه را که در کتاب نوشته است، بازگو کنم». قبول. در شهری کوچک هستید و هیچ وسیله‌ای برای علم‌آموزی در اختیار ندارید. اما آیا این را می‌دانید که علم‌آموزی به روشی غیر از روش کسب مفاهیم اتلاف وقت است؟ آیا با علم به این واقعیت به کار خود و به علم علاقه‌مند هستید؟ اگر این دو جواب مثبت است، راهی خواهید اندیشید.

شما قاره‌ها، اقیانوس‌ها، رودها و رشته‌کوه‌های بزرگ و کشورهای مهم جهان را می‌شناسید و هر وقت درباره‌ی آن‌ها صحبتی شود به خوبی در خاطر خود مجسم می‌کنید و اگر اطلاعاتی از آن‌ها بخواهند، خواهید داد، و حال آن‌که ممکن است مستقیماً به بازدید هیچ یک از آن‌ها نپرداخته باشید.

آگاهی شما از این واقعیت‌ها به چه وسیله صورت گرفته است؟ مسلماً نقشه‌ی جغرافیایی، کره‌ی جغرافیایی. پس عکس، نقشه، مدل‌های کوچک‌تر یا بزرگ‌تر می‌توانند در مشاهده جانشین اصل شوند. مسئله‌ی مهم در این‌گونه موارد آن است که اولاً تناسب نقشه، مدل یا عکس با اصل حفظ شود و شاگرد کاملاً متوجه این تناسب باشد. ثانیاً به وسایل گوناگون توجه شاگرد به مسئله جلب شود. جلب کردن توجه شاگرد به مسائل مختلف علمی، علاقه و ابتکار و صرف انرژی می‌خواهد. کتاب‌های راهنمای معلم که اخیراً با هر کتاب علمی برای آموزگاران چاپ می‌شود درباره‌ی همه‌گونه مسائل علمی پیشنهادات سودمند می‌کند، فقط علاقه‌مندی معلم است که می‌تواند آن‌ها را به کار بندد و در کسب مفاهیم علمی به شاگردان کمک کند.

هشت سال پیش که نخستین کتاب علوم را به سبک جدید علم‌آموزی، برای سال سوم ابتدایی تنظیم کرده بودم، کتابی راهنما نیز برای آموزگاران به همراه داشت. معلمان کلاس سوم مرکز به چند حوزه دعوت شدند

تا با روش جدید علم‌آموزی و استفاده از کتاب راهنما آشنا شوند. آن‌چه که لازم بود در این جلسات گفته شد. یک ماه بعد همان معلمان دعوت شدند تا اگر با اشکالاتی روبه‌رو شده‌اند، مطرح کنند و برای آن‌ها چاره‌ای بیندیشیم. در یکی از حوزه‌ها دختر خانمی از جا بلند شد و بالحنی اعتراض‌آمیز گفت: «آزمایشی که شما در کتاب سوم راجع به اهل‌ی قمر نوشته‌اید، آزمایشی غیرعملی است و شاگرد قدرت فهم آن را ندارد.» او را به پای تخته سیاه خواندم. جمعیتی در حدود ۲۰۰ نفر در سالن حضور داشت. پرسیدم: «خود شما این آزمایش را انجام داده‌اید؟» گفت: «آری.» پرسیدم: «چه چیزهایی به کار بردید؟» گفت: «همان توپ و سیب و چراغی که شما نوشتید.» پرسیدم: «چند بار آزمایش کردید و موفق نشدید؟» با بی‌حوصلگی گفت: «کردم، نشد دیگه!» اتفاقاً نزدیک غروب بود و عده‌ای دانش‌آموز در حیاط مدرسه توپ‌بازی می‌کردند. از ناظم مدرسه خواستم توپی بیاورد و یک چراغ را که به دیوار نصب بود روشن باقی‌گذازد و بقیه را خاموش کند. گفتم: «آن چراغ خورشید و شما زمین و این توپ ماه، حالا طبق راهنمایی کتاب عمل کنید.» دختر خانم پس از کمی چرخیدن وقتی که چشمش به هلال روشن توپ افتاد، بی‌اختیار از خوشحالی گفت: «این که درست است!» چون لحن این گفته چنان بود که نشان می‌داد آزمایش نکرده و اعتراضش نابه‌جا بوده است، همه‌ی جمعیت حاضر به شدت خندیدند. آری به سبب بی‌علاقگی آزمایش نکرده بود!

زیرنویس

* چون در این جا مجالی برای ذکر علت‌گیری نوزاد نیست، خواننده‌ی محترم می‌تواند به کتاب «بیوگرافی پیش از تولد» ترجمه‌ی نگارنده مراجعه کند.