

اشاره: زمستان سال گذشته، جامعه‌ی علمی و آموزشی ایران، یکی از اعضای برجسته‌ی خود، دکتر علیمحمد کاردان را از دست داد. در این شماره از مجله، به یاد این استاد ارجمند، مقاله‌ی ارائه شده توسط ایشان در اولین کنفرانس آموزش ریاضی ایران را برای استفاده‌ی خوانندگان مجله، به چاپ می‌رسانیم.

نگاهی نو به آموزش علوم، اهداف و اصول آن*

علیمحمد کاردان
دانشکده‌ی علوم تربیتی - دانشگاه تهران

در جهان کنونی اهمیت آموزش علوم و از جمله و به ویژه آموزش ریاضی به عنوان یکی از علوم پایه بر کسی پوشیده نیست. در حقیقت، کشورهای پیشرفته یا به اصطلاح توسعه یافته شمرده می‌شوند که علاوه بر امکانات مادی و سازمان اجتماعی و سیاسی منظم دارای دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی مجهز و دانشمندان و پژوهشگران فراوانی هستند و ثروت فزون‌تر و نیروی انسانی بیش‌تر و کارآمدی را در زمینه‌ی پژوهش‌های علمی به کار انداخته‌اند. در مقابل، کشورهای واپس مانده و توسعه نیافته تلقی می‌شوند که در آن‌ها دانشگاه‌ها و مراکز پژوهش علمی کافی وجود ندارد و در دانشگاه‌ها و مراکزشان نیز کیفیت کار در حد مطلوب نیست و به علت محدودیت اعتبارات مالی که به آموزش و پژوهش علمی اختصاص می‌دهند و کم‌ارزش بودن کارهای علمی در مقایسه با فعالیت‌های دیگر، شمار اندکی از افراد برجسته‌ی جامعه به آموزش و پژوهش می‌پردازند. چنین کشورهای ناگزیر برای حل مسایل زندگی دست به دامان دانشمندان کشورهای پیشرفته می‌شوند و از لحاظ علمی مصرف‌کننده‌اند نه تولیدکننده و در نتیجه عملاً ثروت ملی و نیروی انسانی خود را در راه‌هایی صرف می‌کنند که حاصل آن استفاده‌ی مستقیم یا غیرمستقیم از دستاوردهای علمی کشورهای دیگر و حتی تقلید از آن‌ها است و بدین سان از لحاظ علمی و فنی همواره وابسته به دیگران باقی می‌مانند. این وضعی است که متأسفانه در برخی از کشورهای آسیایی و بسیاری از کشورهای آفریقایی و آمریکای جنوبی به چشم می‌خورد.

بدیهی است یکی از طرق اساسی دست یافتن به استقلال علمی و فنی، تغییر و بازسازی نظام آموزش و پرورش کشور در جهت پرورش دانشمندان و فن‌آورانی است که بتوانند همگام با کشورهای پیشرفته و حتی بیش‌تر از آن‌ها به کار علمی به معنی حقیقی کلمه بپردازند و در ضمن بررسی عالمانه‌ی مسایل و مشکلات فنی و اجتماعی و فرهنگی کشور خود به پیشرفت و گسترش دانش بشری کمک کنند. این دگرگونی و بازسازی، مستلزم بازنگری هدف‌های آموزش و پرورش و اتخاذ اصول و روش‌هایی است که نسل جوان را به فعالیت علمی یعنی جذب دستاوردهای کنونی در زمینه‌های مختلف علوم و از این مهم‌تر، روش پژوهش علمی سوق دهد و آنان را به این کار شریف و سرنوشت‌ساز عمیقاً علاقه‌مند و مصمم سازد. ما پیش از آن‌که به بررسی اصول و روش‌های ثمربخش آموزش ریاضی پردازیم نخست سعی می‌کنیم اهداف و اصول آموزش علوم به‌طور کلی را مورد بررسی قرار دهیم زیرا معتقدیم که آموزش ریاضی نیز تا حدود زیادی از این اهداف و اصول پیروی می‌کند یا باید بکند.

اهداف آموزش علوم

به نظر ما، آموزش علوم مانند همه‌ی فعالیت‌های انسانی متوجه هدف‌هایی است که از نیازهای فردی و اجتماعی او تأثیر می‌پذیرند. این نیازها را می‌توان به دو دسته‌ی مادی و معنوی یا بیرونی و درونی تقسیم کرد. نیازهای مادی یا بیرونی شامل نیازهایی است که آدمی طی قرون در برخورد با طبیعت و اجتماع با آن‌ها روبه‌رو بوده و او را به شناخت آن‌ها وادار کرده است. نیازهای درونی، سائقه‌ی کنجکاوی و شناختن خود و وضع و موقعیت خود در زندگی این جهانی و پی‌بردن به رمز و راز آفرینش و جلوه‌های گوناگون آن است. این نیاز نخست به صورت اندیشه‌های فلسفی و سپس اندیشه‌های علمی ظاهر شده است و هم‌اکنون نیز آدمی را به تکاپوی علمی و فلسفی هر دو برمی‌انگیزد. به قول انیشتین «علم تلاشی است برای بازسازی عالم هستی از طریق فرایند مفهوم‌پردازی»^۱. به تعبیر دیگر، علم «شناخت منظم ارزشمند جهان درونی و بیرونی و کشف قوانین حاکم بر آن‌هاست» و غرض از آن حل مشکلات

زندگی و تسخیر طبیعت و خودشناسی و خداشناسی است و کسانی قادر به پرداختن به این کار خطیر هستند که کشف حقایق عالم و خدمت به بنی‌آدم را بالاترین و ارجمندترین کاری بدانند که زندگی را ارزشمند و شادای بخش می‌سازد. به بیان دیگر، غرض از فعالیت علمی «فهم امور و عمل کردن و لذت بردن و احراز شخصیت و نزدیک شدن به حق یا حقیقت است» و این جاست که علم به اخلاق و دین می‌پیوندد.

اگر آن‌چه گفتیم غرض اصلی دانشجویی و دانشمندی باشد می‌توان گفت که آموزش علوم نیز برای این است که افراد مستعدی تربیت شوند که در پی فهم رازهای حیات و حل مسایل و مشکلات جامعه‌ی بشری باشند و به حقیقت عشق بورزند. چنین افرادی باید علاوه بر دانش دارای یک سلسله صفات اخلاقی باشند که مهم‌ترین آن‌ها، میل به حقیقت‌جویی و از خودگذشتگی و واقع‌بینی است. این اهداف تا حدودی اصول آموزش و پرورش را روشن می‌کند.

بدترین روش آموزش ریاضیات این است

که معلم، یادگیرنده را بدون آن که مطلبی را بفهمد، به حفظ مطالب وادار کند. در واقع، آموزشی کارساز است که به قول پیاز، یادگیرنده مطلب را جذب و هضم کرده در ساخت‌های ذهنی خود جای دهد. بر اثر ناتوانی در فهم ریاضیات است که یادگیرنده از این علم می‌ترسد و ترس از این درس و بیزاری از آن که در برخی از دانش‌آموزان دبستان و دبیرستان مشاهده می‌شود غالباً ناشی از آن است که کودک یا نوجوان هنوز به مرحله‌ای از رشد عقلی نرسیده است که بتواند عملیات ریاضی را انجام دهد

اصول آموزش علوم

نخست باید متذکر شد که منظور از اصل در آموزش و پرورش، دستور یا قاعده‌ای است که آموزشکار یا پرورشکار را در عمل خودیاری می‌دهد و به نتیجه‌ی مطلوب می‌رساند. اصل در واقع حد واسط میان هدف و روش آموزش و پرورش^۲ و به تعبیر فلسفی‌تر، برخاسته از «باید»ها و «هست»ها یا بینش و دانش است. به نظر ما برای کشف اصول آموزش و پرورش و از جمله اصول آموزش علوم، پس از شناخت هدف‌ها، باید به چهارگونه واقعیت دیگر نیز آگاه بود به این شرح:

۱. واقعیت وجود یادگیرنده یعنی استعدادها و انگیزه‌هایی که او را به یادگیری سوق می‌دهد؛

۲. واقعیت موضوع یا موضوعاتی که آموزشکار قصد آموزش آن‌ها را دارد؛

۳. روش‌ها و فنون آموزش؛

۴. وضع آموزشی و پرورشی یا اوضاع و احوالی که در آن فرآیند آموزش صورت می‌گیرد و در واقع محیط آن را تشکیل می‌دهد.

واقعیت دوم (موضوع آموزش) در حیطه‌ی مطالعات علمی قرار دارد و آموزشکار باید از متخصصان رشته‌ی خود (مثلاً ریاضیات یا زیست‌شناسی یا جامعه‌شناسی و نظایر آن) آموخته باشد و همواره در جریان پیشرفت‌های آن باشد. اما سه حیطه‌ی دیگر به یاری علمی به دست می‌آید که امروز به روان‌شناسی و روان‌شناسی اجتماعی (بخش اول واقعیت اول) و علوم تربیتی (بخش دوم واقعیت دوم و نیز واقعیات سوم و چهارم) تعبیر می‌شود.

با توجه به ارتباط تنگاتنگ این چهار واقعیت، احاطه به واقعیت‌هایی که موضوع ماده‌ی درسی مثلاً ریاضیات است به تنهایی و هر چند کامل و گسترده باشد لازم است، ولی کافی نیست. به عبارت دیگر، هر دانشمندی به خودی خود و به اتکاء اطلاعات علمی خود، نمی‌تواند معلم موفق باشد. توفیق در این امر علاوه بر دانش تخصصی، دانستن روان‌شناسی یادگیرنده و روش آموزش، شناخت محیط تربیتی است که این یکی، نوعی جامعه‌شناسی را نیز اقتضا می‌کند. بنابراین، می‌توان گفت که هر معلمی باید عالم باشد ولی معلم عالم در صورتی در کار سترگ تعلیم و تربیت موفق خواهد بود که شرایط دیگر را که گفتیم نیز کسب کرده باشد. مثلاً در آموزش ریاضی، مهم‌ترین کار، بی‌شک کمک به فهم مسایل این علم و ایجاد مهارت به کار بردن

آن‌ها و علاقه‌مند ساختن یادگیرنده به کار خلاق در این زمینه است.

بدترین روش آموزش ریاضیات این است که معلم، یادگیرنده را بدون آن که مطلبی را بفهمد، به حفظ مطالب وادار کند. در واقع، آموزشی کارساز است که به قول پیازه، یادگیرنده مطلب را جذب و هضم کرده در ساخت‌های ذهنی خود جای دهد. بر اثر ناتوانی در فهم ریاضیات است که یادگیرنده از این علم می‌ترسد و ترس از این درس و بی‌زاری از آن که در برخی از دانش‌آموزان دبستان و دبیرستان مشاهده می‌شود غالباً ناشی از آن است که کودک یا نوجوان هنوز به مرحله‌ای از رشد عقلی نرسیده است که بتواند عملیات ریاضی را انجام دهد. شکستی که بدین ترتیب به هنگام امتحان به آن دچار می‌شود، دارای عواقب روحی متعددی است که یکی از آن‌ها، ترس از درس ریاضی و بی‌میلی نسبت به آن است. بنابراین، یکی از اصولی که در آموزش علوم و از جمله و مخصوصاً در آموزش ریاضی باید رعایت شود، توجه به آمادگی هوشی شاگرد یعنی داشتن رشد عقلی و سابقه‌ی ذهنی لازم است که می‌توان آن را مطابقت آموزش با رشد ذهنی یادگیرنده تعریف کرد.

اصل دیگر که صحت و کارایی آن در آموزش به طور کلی و در آموزش علوم و به ویژه آموزش ریاضیات به ثبوت رسیده است، رفتن از امور محسوس و عینی به مفاهیم کلی و انتزاعی است. این اصل، که مبتنی بر نتایج تحقیقات روان‌شناسان کودک و نوجوان و مطالعات چگونگی رشد و تکوین هوش در ایشان است، حکم می‌کند که آموزشکار، مخصوصاً در دبستان، از بیان لفظی که ناگزیر انتزاعی خواهد بود احتراز کند و تا زمانی که رشد هوش در کودک به مرحله‌ی منطقی و استدلال قیاسی نرسیده است، موضوعات ریاضی را در ضمن تماس با اشیاء و به مدد حواس کودک به او یاد دهد و به موازات رشد هوش و رفته‌رفته او را برای درک روابط پیچیده‌تر و انتزاعی‌تر و استدلال منطقی به معنی صوری کلمه، آماده سازد. به علاوه، در این آموزش باید به تفاوت‌هایی که میان کودکان، حتی کودکان هم‌سن وجود دارد نیز توجه داشت و با آهنگ رشد روانی ایشان پیش رفت.

اصل دیگر که از جهتی مهم‌ترین اصل در آموزش علوم و از جمله ریاضیات است و صحت و کارایی آن به ثبوت رسیده است، اصل فعالیت یعنی آموزش مبتنی بر فعالیت خود شاگرد است. روش‌های مهم ناشی از این اصل را غالباً روش‌های فعال

همان طور که پیازه می گوید، روش فعال را
 نباید با حرکات بیرونی و صرف دست کاری اشیاء و
 خلاصه نوعی کاردستی، اشتباه کرد. به قول این دانشمند:
 «اصلی ترین فعالیت تحقیقی ممکن است در مرتبه ی تفکر
 و پیشرفته ترین تجربدها و دخل و تصرف
 لفظی... نیز ظاهر گردد»

نمی کند. به قول پیازه، کار معلمی که چنین روش انفعالی را به
 کار می برد شبیه به مربی شنا است که به جای آن که نوآموز را در
 ضمن شنا کردن در استخر راهنمایی کند، در کنار استخر
 درباره ی فن شنا برای او سخنرانی می کند. حال چنین شاگردی
 شبیه به داستان نحوی و کشتیان در مثنوی مولوی است!

البته همان طور که گفته شد رعایت اصل فعالیت در آموزش
 ریاضی و به کار بردن روش های متکی بر این اصل، کار دشواری
 است زیرا همان گونه که پیازه می نویسد کاربرد «روش فعال
 مستلزم این است که معلم کارهای گوناگون و دقیق تری انجام
 دهد... (به علاوه) بدون اطلاع کافی از روان شناسی کودک (و
 در مورد ریاضی و فیزیک، بدون اطلاع نسبتاً وسیع از
 گرایش های معاصر در این رشته ها) فعالیت های طبیعی ارتجالی
 شاگردان را درست درک نمی کند و به همین دلیل این روش را
 بی معنی و باعث اتلاف وقت تلقی کرده به کار نمی برد... (در
 صورتی که) در آموزش و پرورش مانند پزشکی و بسیاری از
 رشته های دیگر که هم با هنر و هم با علم بستگی دارد، بدبختانه
 بهترین روش ها، دشوارترین آن ها است...»^۴

رعایت اصل فعالیت در آموزش علوم، مستلزم توجه به اصل
 دیگری است که می توان آن را اصل رغبت یا علاقه نامید. بر
 طبق این اصل، یادگیرنده به طور کلی و کودکان و نوجوانان
 به ویژه، در صورتی که به کار شخصی از دل و جان و با تمام قوا
 خواهند پرداخت که به دانستن و درک و فهم آن ها احساس نیاز
 کنند و احساس این نیاز است که باعث ادراک ارزش موضوع
 درس و انگیزه ی یادگیری در آنان می شود. بنابراین، معلم در
 همه حال باید با نشان دادن ارتباط درس با زندگی و از جمله و
 مخصوصاً مسایلی که در زندگی خود دانش آموز وجود دارد و

می نامند. این اصل که لزوم رعایت آن در همه ی سطوح آموزش
 و مخصوصاً آموزش علوم از سوی دانشمندان روان شناسی و
 علوم تربیتی مانند دیویی و پیازه و صاحبان مکاتب مختلف
 فلسفه ی آموزش و پرورش دیگر تأیید شده است، گویای
 این مطلب است که انسان به طور کلی و کودکان به ویژه،
 مطالبی را بهتر درک می کنند و عمیقاً یاد می گیرند که شخصاً
 و با یاری همه ی نیروهای جسمانی و روانی خود با آن ها درگیر
 شوند و در حل مسایل آن، کل وجود خود را به کار اندازند.

البته همان طور که پیازه می گوید، روش فعال را نباید با
 حرکات بیرونی و صرف دست کاری اشیاء و خلاصه نوعی
 کاردستی، اشتباه کرد. به قول این دانشمند: «اصلی ترین فعالیت
 تحقیقی ممکن است در مرتبه ی تفکر و پیشرفته ترین تجربدها و
 دخل و تصرف لفظی... نیز ظاهر گردد». ^۳ متأسفانه برخی از
 دست اندرکاران آموزش ریاضی، به این دلیل که این علم بیش
 از معارف دیگر با اعمال درونی و ساخت های عقلی و منطقی
 سر و کار دارد، کاربرد روش های فعال را نامناسب می شمردند.
 علت این بی میلی و بی توجهی به این روش ها نیز همان طور که
 گفته شد آن است که اولاً روش فعال را با حرکات بدنی و بیرونی
 اشتباه می کنند ثانیاً کار ذهن یا هوش در مرحله ی انتزاعی و
 منطقی آن را ملاک قضاوت قرار می دهند و درک مفاهیم ریاضی
 را معلول استعدادی از پیش ساخته می دانند. در حالی که به
 شهادت تاریخ ظهور و سیر ریاضیات از یک سو و سیر تکوینی
 هوش در کودک از سوی دیگر، این مفاهیم به تدریج و در ضمن
 کار با اشیاء به وجود می آید و درک می شود. بنابراین، در آموزش
 ریاضی باید پایه پای رشد هوش، پیشرفت و یادگیرنده را در جذب
 و فهم آن ها و فعالیت فکری آنان یاری کرد. زیرا چنان که گفتیم،
 آموزش ریاضی به شیوه ی تحمیلی و بدون جلب علاقه ی
 یادگیرنده و به کار انداختن تفکر او به نتیجه ی مطلوب نخواهد
 رسید که به سهولت او را نسبت به این درس بیزار و یا وحشت زده
 خواهد کرد. بنابراین، همه ی روش هایی که در آن شاگرد، خود
 مشارکت فعال نداشته باشد از قبیل تدریس شفاهی و توسل به
 استدلال صرف و حتی استفاده از روش های حسی و وسایل به
 اصطلاح دیداری و شنیداری (سمعی و بصری) کارساز نیست.
 آموزشی که به صورت انتقال مطالب ساخته و پرداخته باشد و در
 آن از عمل یادگیرنده استفاده نشود، ممکن است به خاطر سپرده
 و به اصطلاح در موقع امتحان به معلم پس داده شود اما یادگیرنده
 را برای حل مسایلی که در آینده با آن روبه رو خواهد شد آماده

فواید آن در پیشرفت آینده‌ی او، شور و شوق به تحصیل را در وی ایجاد کند. مثلاً در زمینه‌ی ریاضیات، دانش‌آموز باید دریابد که این علم، فعالیت‌ی منطقی است و در قلب پیشرفت‌های فنی و علمی قرار دارد و وسایل تحقیق در پدیده‌های طبیعی را... در اختیار انسان می‌گذارد.^۵

به عبارت دیگر، معلم باید با ذکر مثال‌هایی در زندگی امروزی، فایده و کاربرد این علوم را در زمینه‌های مختلف به دانش‌آموزان بفهماند. در دوره‌ی متوسطه می‌توان و باید به فواید دیگر این علوم از جمله تأثیری که در پرورش عقلی و تفکر منطقی و دقت علمی دارد نیز اشاره کرد به طوری که دانش‌آموز به اهمیت روح علمی بیش از فایده‌ی عملی این علوم معتقد گردد و دریابد که ریاضیات به عنوان یکی از علوم بنیادی یا پایه می‌تواند هم در پرورش جنبه‌ی مهمی از شخصیت انسان که تعقل و تفکری منطقی است مؤثر باشد و هم یکی از لوازم پیشرفت فنی و صنعتی است و در تحصیل آن باید هر دو جنبه را در نظر داشت و حتی به دلایلی که فعلاً مجال ذکر آن‌ها نیست، برای جنبه‌ی اول برتری و تقدم قائل شد.

اصل دیگری که معلم را در آموزش علوم موفق می‌سازد، توجه به معلومات قبلی دانش‌آموز در زمینه‌ی علمی مربوط به خود مثلاً ریاضیات است. در واقع درس را باید از جایی آغاز کرد که دانش و فهم یادگیرنده از آن فراتر نمی‌رود. به علاوه، باید به معلومات و تجاربی که دانش‌آموز از محیط خانوادگی و اجتماعی اخذ کرده یا می‌کند توجه داشت و به اصطلاح با تهذیب و پالایش این تجارب، آن‌ها را اساس درس جدید قرار داده و تکمیل کرد.

البته این اصول و روش‌های وابسته به آن می‌تواند تا حد زیادی آموزشکار را در تدریس خود موفق سازد. اما واقع این است که توفیق حقیقی و نسبتاً کامل، زمانی نصیب او می‌شود که هم‌چنان که گفته شد، شناخت بیش تر استعدادها و میزان آمادگی‌های دانش‌آموزان را یکی از کارهای مهم خود بداند و برای یافتن روش‌های مؤثرتر آموزش رشته‌ی تخصصی خود، (مثلاً ریاضیات)، به دانش‌آموزانی که به دست او تربیت می‌شوند، به طور منظم و با روش‌هایی که امروز در علوم تربیتی مرسوم است، به تحقیق علمی بپردازد. از این طریق است که روش‌های آموزش ریاضی ما و وسایلی که هم‌اکنون در این آموزش به کار می‌رود (از جمله کتاب‌های درسی) علمی تر و با

نیازهای فردی و جمعی هماهنگ تر خواهد شد. این نکته را نیز باید افزود که شناخت روش‌های مؤثر و ثمربخش تدریس علوم و از جمله ریاضیات در همه‌ی مدارس و با همکاری آموزشکارانی که در این زمینه دارای تجربه‌اند، میسر خواهد بود. به علاوه، نیل به این هدف مستلزم به کار بردن روش علمی و آزمایشی در شناخت روش‌های موجود تدریس و یافتن علل موفقیت یا عدم موفقیت آن‌ها و نیز مبادله‌ی نتایج این گونه تحقیقات است و در این کار، انجمن دبیران ریاضی باید و می‌تواند با همکاری محققان در دانشکده‌های روان‌شناسی و علوم تربیتی و به ویژه متخصصان برنامه‌ریزی و روش‌های آموزش ریاضی، پیش قدم شوند. از این طریق است که می‌توان به روش‌های علمی تر آموزش ریاضیات و پرورش استعدادها و دانش‌آموزان در این زمینه پرداخت. در پایان، توفیق همه‌ی همکاران گرامی را در طی این طریق و تربیت علمی و اخلاقی نسل جوان کشور از خداوند مسألت دارم.

* برگرفته از مجموعه مقالات مدعوین نخستین کنفرانس آموزش ریاضی ایران، شهریور ۱۳۷۵.

- زیرنویس‌ها
۱. اینشتین، حاصل عمر، ترجمه‌ی دکتر ناصر موفقیان، انتشارات علمی و فرهنگی، صفحه‌ی ۲۱.
 ۲. ر. ک. به دکتر محمدباقر هوشیار، اصول آموزش و پرورش (جلد اول).
 ۳. پیازه، روان‌شناسی و دانش آموزش و پرورش، ترجمه‌ی علیمحمد کاردان، چاپ سوم، صفحه‌ی ۷۶.
 ۴. پیازه، همان کتاب، صفحه‌ی ۷۷.

5. Dav Clemson and Mendy Clemson, **Mathematics in the Early Years**, p. 40.

- مراجع
۱. پیازه، روان‌شناسی و دانش آموزش و پرورش، ترجمه‌ی علیمحمد کاردان، دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۷۱.
 ۲. دکتر غلامحسین شکوهی، روش آموختن حساب و هندسه، چاپ سوم، ۱۳۶۳.
 ۳. دکتر مهدی گلشنی، تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیک دانان معاصر، نشر فرهنگی شرق، ۱۳۷۴.
4. Clemson and W. Clemson, **Mathematics in the Early Years**, London and New-York, 1994.
۵. اینشتین، حاصل عمر، ترجمه‌ی دکتر ناصر موفقیان، انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۷۳.
 ۶. دکتر محمدباقر هوشیار، اصول آموزش و پرورش (جلد اول)، دانشگاه تهران.
 ۷. آلن ف، المرز، چیستی علم - درآمدی بر مکاتب علم‌شناسی فلسفی، ترجمه‌ی دکتر سعید زیبا کلام، انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۷۴.