در نگاه به آن‌چه که نادرست است، چه چیزی درست است؟

دِبورا شیفتِر

ترجمه: سپیده چمن‌آرا،

کارشناس ارشد آموزش ریاضی و معلم ریاضی راهنمایی منطقه‌ی ۲ تهران

با بررسی دلایلی که پشت پاسخ نادرست یک دانش‌آموز نهفته است، هم دانش‌آموزان و هم معلمان به فهم جدیدی از ریاضیات دست می‌یابند. برای این‌که ریاضی را طوری تدریس کنیم که یادگیری مفهومی رخ بدهد، نیازمند آن هستیم که در وهله‌ی اول آن را حوزه‌ای از ایده‌ها بدانیم که مورد بررسی قرار می‌گیرند، نه مجموعه‌ای از حقایق، رویه‌ها و تعاریفی که استفاده می‌شوند. برای دست‌یابی به چنین رویکردی، معلمان باید علاوه بر درک عمیق محتوا و مضمون [ریاضی]، مهارت‌هایی را که برای تعلیم و تربیت مفهوم‌ـمدار به کار می‌رود، عمیقاً بشناسند. این تقاضاهای بزرگ از معلمان، نیازمند اَشکال خوب طراحی شده و خوب فکرشده‌ی توسعه‌ی حرفه‌ای [معلمان] می‌باشد. تدریس کلاسی که در ادامه می‌آید، تعدادی از این موضوعات را نشان می‌دهد.

گذار از رویه‌ها

همه‌ی دانش‌آموزان کلاس پنجم لیز سُوینی[1]، رویه‌ی استاندارد ضرب اعداد چند رقمی را می‌دانند. یک روز، زمانی‌که یک گروه تحقیقی از مرکز توسعه‌ی آموزش[2] از کلاس او فیلم‌برداری می‌کردند[3]، خانم سُوینی از دانش‌آموزان خواست که از این رویه، فراتر بروند. وی از ایشان درخواست کرد که حداقل دو روش برای به‌دست آوردن جواب ضرب چند مسأله‌ی ضرب چندرقمی، پیدا کنند.

دانش‌آموزان به چالش افتادند و در گروه‌های کوچک درباره‌ی استراتژی‌های خود با یکدیگر صحبت کردند. پس از گذشت تنها چند دقیقه از پایان زمانی‌که برای توضیح کارشان در گروه [برای کلاس] داشتند، خانم سُوینی از توماس[4] خواست استراتژی خویش برای حل یکی از مسایل (۱۷×۳۶) را روی تخته‌ی کلاس بنویسد، با وجود این‌که راه‌حل او غلط بود. توماس چنین نوشت:

$$
\begin{array}{r}
۳۶+۴=۴۰ \\
۱۷+۳=۲۰ \\
۴۰ \\
\times ۲۰ \\
\hline
۸۰۰ \\
-\ \ ۴ \\
\hline
۷۹۶ \\
-\ \ ۳ \\
\hline
۷۹۳
\end{array}
$$

حتی توماس می‌دانست که پاسخش نادرست است. از طریق سایر استراتژی‌ها، معلوم شده بود که جواب، ۶۱۲ است. امّا او، استدلال خود را به کلاس ارایه کرد:

برای این‌که مسأله ساده‌تر شود، او با اضافه کردن ۴واحد به عدد ۳۶ و ۳واحد به عدد ۱۷، آن‌ها را گرد کرده بود؛ سپس ۴۰ را در ۲۰ ضرب کرده بود و ۸۰۰ به دست آمده بود؛ و۴و۳ را که قبلاً اضافه کرده بود، از ۸۰۰ کم کرده بود و پاسخ ۷۹۳ را به‌دست آورده بود.

خانم سُوینی آن‌چه را که هنگام ارایه‌ی این روش به گروه

توسط توماس، گوش‌زد کرده بود، به کلاس گفت: «خوب، من این روش را دوست دارم ـ و با آن احساس راحتی می‌کنم، به نظر استراتژی خوبی می‌رسد، و شسته‌ورُفته است.» بعد دیما[5]، که دائم روی نیمکت خود وول می‌خورد، گفت: «این مثل جواب من نیست، جواب من کاملاً متفاوت است...»

«خوب، پس امشب، به‌عنوان تکلیف از شما می‌خواهم که روش توماس را در دفترچه‌ی تکلیف خود، بازنویسی کنید و توضیح دهید که توماس چه فکر می‌کرد؟ و با استفاده از گام‌های اول استراتژی وی، چگونه می‌توانید رویکرد وی را اصلاح کنید تا به پاسخ [درست] دیگری دست یابید؟»

این رفتار خانم سُوینی، می‌تواند خوانندگانی را که تصورشان از تدریس کارآمد، از کلاس‌های ریاضی دوران کودکیشان حاصل شده است، به حیرت اندازد. چندین دهه، ریاضیات یک‌جور تدریس شده است: معلم، رویه‌های به‌دست آوردن پاسخ صحیح را توضیح می‌دهد و پس از آن دانش‌آموزان را حین تمرین آن رویه‌ها در مجموعه‌ای از مسایل مشابه، وارسی می‌کند. چرا خانم سُوینی از دانش‌آموزانش که پیش از آن روشی کارآمد برای ضرب ۱۷×۳۶ می‌دانستند، خواست که استراتژی‌ای جایگزین آن بیابند؟ چرا در پایان کلاس، از یکی از دانش‌آموزان تقاضا کرد که رویه‌ای را که به نتیجه‌ی نادرست می‌انجامید، معرفی کند؟ و چرا او از کلاس خواست که به‌عنوان تکلیف شب، این استراتژی را بررسی کنند؟

اگر از نقطه‌نظر دیگری به رفتار خانم سُوینی بنگریم، این رفتار قابل درک خواهد شد. او بر اساس این باور عمل کرد که ریاضیات، خیلی بیش از مجموعه‌ای از حقایق، تعاریف و رویه‌های حفظ‌کردنی است که بر اساس نیاز، بازیابی شوند.

براساس دیدگاه وی، ریاضیات، بدنه‌ای است که از ایده‌های باهم مرتبط تشکیل شده است که کشف می‌شوند. ریاضی ورزیدن، یعنی آزمایش کردن، بحث کردن، اصلاح یا جایگزین کردن آن ایده‌ها. بنابراین، فعالیت‌های کلاس او، از یافتن پاسخ صرف ۱۷×۳۶ فراتر می‌رود؛ و این فعالیت‌ها به کشف روابط ریاضی تبدیل می‌شود.

اشتباه توماس از کجا ناشی شد؟

این نخستین باری نبود که لیز سُوینی از دانش‌آموزانش می‌خواست که درباره‌ی استراتژی‌های متفاوتی برای محاسبه، فکر کنند. او تمرین‌های مشابهی را برای هر یک از چهار عمل اصلی به عهده‌ی دانش‌آموزان گذاشته بود. دانش‌آموزان می‌توانند با در نظر گرفتن عملکرد آن عمل، مستقلاً چنین استراتژی‌هایی را توسعه دهند. به‌عنوان مثال، زمانی که از آن‌ها خواسته شد ۱۸ و ۲۴ را جمع کنند، ممکن است دانش‌آموزان عمل جمع را به‌صورت الحاق دو مجموعه در نظر بگیرند و روش‌های متنوعی برای تجزیه‌وترکیب مجدّد اعدادی که باید جمع شوند، ابداع کنند:

- ۱۸ را به ۱۰ و ۸ تجزیه کنید؛ ۲۴ را به ۲۰ و ۴ تجزیه کنید؛ ده‌تایی‌ها را با هم جمع کنید، ۳۰=۲۰+۱۰؛ یکی‌ها را نیز باهم جمع کنید، ۱۲=۴+۸؛ نتایج را باهم جمع کنید، ۴۲=۱۲+۳۰.
- ۲ تا از ۲۴ بردارید و آن را به ۱۸ اضافه کنید، می‌شود ۴۲=۲۲+۲۰.
- ۲ تا به ۱۸ اضافه کنید تا ۲۰ به‌دست آید، ۴۴=۲۴+۲۰. سپس این ۲ تا را که اضافه کرده‌اید، کم کنید، ۴۲=۲-۴۴.

ریاضیات، خیلی بیش از مجموعه‌ای از حقایق، تعاریف و رویه‌های حفظ کردنی است که براساس نیاز، بازیابی شوند. ریاضیات، بدنه‌ای است که از ایده‌های باهم مرتبط تشکیل شده است که کشف می‌شوند. ریاضی ورزیدن، یعنی آزمایش کردن، بحث کردن، اصلاح یا جایگزین کردن آن ایده‌ها

ابداع استراتژی‌های محاسباتی و توضیح این‌که چرا این استراتژی‌ها درست عمل می‌کنند، به رشد قابلیت‌های ریاضی بسیاری در دانش‌آموزان، کمک می‌کند. احساس عددی دانش‌آموزان، به صورت قوی‌تری توسعه می‌یابد و با محاسبات، راحت‌تر می‌شوند. زمانی که اعداد را به ده‌تایی‌ها و یکی‌ها تجزیه می‌کنند، ارزش مکانی را می‌فهمند. در آن‌ها این توقع به‌وجود می‌آید که ریاضیات معنادار شود و آن‌ها بتوانند با استدلال، مسایل را حل کنند.

زمانی که خانم سُوینی از دانش‌آموزان کلاس خواست که ۳۶ و ۱۷ را در هم ضرب کنند، توماس تصمیم گرفت استراتژی‌ای را که وی با موفقیت برای جمع دو عدد چند رقمی به‌کار می‌برد، امتحان کند: گرد کردن دو عدد، انجام عمل، و بالاخره کم کردن مقادیری که هنگام گرد کردن، به اعداد اصلی اضافه شده بود. توماس به طریق مشابه استدلال می‌کرد، روشی که اغلب برای نزدیک شدن به یک مسأله، مؤثر بود. در این حالت، مشابهتی وجود نداشت. ولی توماس استدلال می‌کرد؛ او کاملاً دقیق نبود.

اشتباه توماس ـ استفاده از یک استراتژی جمع در یک مسأله‌ی ضرب ـ خیلی عادی است. در مواجهه با ضرب‌های چند رقمی، مانند ۱۸×۱۲، هم کودکان هم بزرگ‌سالان، فوراً سعی می‌کنند حاصل (۸×۲)+(۱۰×۱۰) را به‌دست آورند. در واقع، برای جمع ۱۸ و ۱۲، می‌توان ده‌تایی‌ها را با هم جمع کرد و یکی‌ها را با هم و پس از آن، حاصل هریک را به هم افزود. ولی ضرب، عملکرد متفاوتی دارد و لذا زمانی که عوامل را تغییر می‌دهیم یا تجزیه می‌کنیم، نیازمند مجموعه‌ی دیگری از ضوابط [منطبق با شرایط] هستند.

زمینه‌ای برای ضرب

برای فکر کردن درباره‌ی عمل ضرب، بهتر است زمینه‌ای را که در آن این عمل می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، تصور کنیم. به‌عنوان مثال، جیمز[۶]، هم‌کلاسی توماس، ۱۷×۳۶ را به‌صورت ۳۶ بشکه که در هر کدام ۱۷ توپ تنیس قرار دارد، تصور کرد. در این زمینه‌ی ذهنی، او می‌تواند آرایشی از توپ‌های تنیس را که خود برای محاسبه مناسب هستند، تصور کند.

جیمز توضیح داد که ابتدا او بشکه‌ها را به دسته‌های ۱۰تایی تقسیم کرد. هرگروه ۱۰تایی، ۱۷۰تا توپ دارد (۱۷×۱۰)، و ۳ دسته‌ی ۱۰تایی وجود دارد (۱۷۰+۱۷۰+۱۷۰). علاوه بر دسته‌های ۱۰تایی بشکه‌ها، ۶بشکه که در هر یک ۱۷ توپ هست، باقی می‌ماند (۱۷×۶). برای آسان‌تر کردن این محاسبات، جیمز تصور کرد هر بشکه، ۱۰ توپ سفید و ۷ توپ خاکستری دارد که می‌شود ۶۰ توپ سفید (۱۰×۶) و ۴۲ توپ خاکستری (۷×۶)، که در مجموع ۱۰۲ توپ در این ۶ بشکه خواهد بود. سپس او حاصل‌جمع ۱۰۲+۱۷۰+۱۷۰+۱۷۰ را که می‌شد ۶۱۲، به‌دست آورد.

قاعده‌ی اساسی که در پس روش جیمز نهفته است، خاصیت پخشی ضرب نسبت به جمع می‌باشد، که بیان می‌کند:

۱۷×(۱۰+۱۰+۱۰+۶)=(۱۷×۱۰)+(۱۷×۱۰)+(۱۷×۱۰)+(۱۷×۶)

هم‌چنین قانون پخشی می‌گوید که

۶×(۱۰+۷)=(۶×۱۰)+(۶×۷)

جیمز می‌دانست چگونه از خاصیت پخشی استفاده کند، ولی هنگامی که او با تصویری از بشکه‌های توپ تنیس کارکرد، صرفاً با اعدادی که براساس مجموعه‌ای از قوانین حفظی به‌دست می‌آمدند، کار نمی‌کرد. او می‌توانست محاسبات را به‌صورتی که برایش معنادار باشد، انجام دهد ـ یعنی، این محاسبات از تصورات او در آن زمینه، به‌دست می‌آمد.

در حالی‌که توماس، جیمز و سایر هم‌کلاسان آن‌ها، استراتژی‌های خود را در گروه‌های کوچک توسعه می‌دادند، خانم سُوینی از گروهی به گروه دیگر می‌رفت. گاهی سؤال‌هایی می‌پرسید یا پیشنهادهایی می‌داد و گاهی فقط گوش می‌کرد. با مشاهده‌ی استراتژی نادرست توماس، او تصمیم گرفت که از آن به‌عنوان یک فرصت یادگیری در کلاس استفاده کند. هنگامی که او تکلیف شب را داد، در واقع از دانش‌آموزان خواست که از ارزیابی درستی یا نادرستی استراتژی فراتر بروند؛ او آن‌ها را به چالش تعیین این‌که کجای آن استراتژی نادرست است و چگونه می‌توان آن را اصلاح کرد، کشاند. برای پاسخ‌گویی به این پرسش، دانش‌آموزان نیازمند بررسی دقیق تفاوت‌های میان جمع و ضرب بودند، البته با توجه به اهمیت تفکر براساس تصوراتی مانند تصور جیمز از مسأله. هم‌چنین این تکلیف، به دانش‌آموزان فرصت می‌داد خاصیت پخشی را به طور صریح بیان کنند. تنها همین یک تکلیف خانم سُوینی، دو جلسه بحث ریاضی عمیق در کلاس پنجمِ وی به دنبال داشت.

معلمان، استراتژی توماس را بررسی می‌کنند

در یک سمینار توسعه‌ی حرفه‌ای[7]، من و همکارانم، رویکرد خانم سُوینی را با گروهی از معلمان، مطالعه و بررسی کردیم. پس از دیدن قطعه فیلم ویدئویی، بسیاری از معلمان در بدو امر، از رفتار خانم سُوینی جا خوردند. آن‌ها نمی‌فهمیدند که چرا وی، «دانش‌آموزی را شرمنده کرد» و از وی خواست راه‌حل نادرست خود را با دیگران در میان بگذارد. تعدادی از آن‌ها نگران بودند که او، به‌خاطر اشتباه یک دانش‌آموز، با دادن این تکلیف، «کلاس را تنبیه کرده است».

پیش از این‌که فوراً درباره‌ی این موضوعات توضیحی داده شود، مسئول سمینار از معلمان خواست که خودشان استراتژی توماس را بررسی کنند. پس از این‌که توماس، ۴ را به ۳۶ و ۳ را به ۱۷ افزود، باید از حاصل‌ضرب به‌دست آمده، چه‌چیزی را کم کند تا نتیجه‌ی درست به‌دست آید؟ معلمان، در گروه‌های ۲نفری یا ۳ نفری کار کردند و راه‌های مختلف حل مسأله را بررسی نمودند. مسئول سمینار از گروهی به گروه دیگر حرکت می‌کرد و به صحبت‌های معلمان گوش می‌داد یا از آن‌ها می‌خواست توضیحات دقیق‌تری بدهند، و گاهی نیز پیشنهادهایی به آن‌ها می‌داد. زمانی‌که هر گروه، به حداقل یک روش برای فکر کردن درباره‌ی مسأله دست یافت، مسئول سمینار همه‌ی آن‌ها را جمع کرد تا ایده‌های خود را ارائه کنند.

آنی[8] داوطلب شد که ایده‌ی اولیه‌ی خود را، که به درستی آن کاملاً هم اطمینان نداشت، با دیگران درمیان بگذارد. او گفت:

«من یک کارهایی کردم که به نظر درست می‌رسد، هرچند که می‌دانم درست نیست.» او توضیح داد که زمانی‌که توماس ۴ را به ۳۶ و ۳ را به ۱۷ می‌افزاید و ۴۰×۲۰ را محاسبه می‌کند، او ۳ واحد و ۴ واحد اضافه نکرده است، بلکه ۴ گروه از یکی‌ها و ۳ گروه از یکی‌ها افزوده است. وی ادامه داد:

پس من ابتدا فکر کردم که ما باید ۴ گروه ۱۷تایی و ۳ گروه ۳۶تایی از آن کم کنیم.

ولی وقتی این محاسبات را انجام دادم،

$$۸۰۰-(۴×۱۷)-(۳×۳۶)$$

عدد ۶۲۴ را به‌دست آوردم که با ۶۱۲، که جواب درست مسأله بود، اختلاف داشت.

پس من به اندازه‌ی کافی از آن کم نکرده بودم، پس فکر کردم که شاید اندازه‌ی ضرب‌هایم غلط بوده است. شاید باید ۴گروه ۲۰تایی و ۳ گروه ۴۰تایی از آن کم می‌کردم. امّا وقتی این کار را کردم،

$$۸۰۰-(۴×۲۰)-(۳×۴۰)=۶۰۰$$

به پاسخی رسیدم که خیلی کم بود!

در یک زمینه‌ی داستانی، معلمان می‌توانستند مراحل مسأله را تصور کنند، مانند آن‌چه جیمز انجام داد. مینگ[9] زمینه‌ی زیر را پیشنهاد کرد:

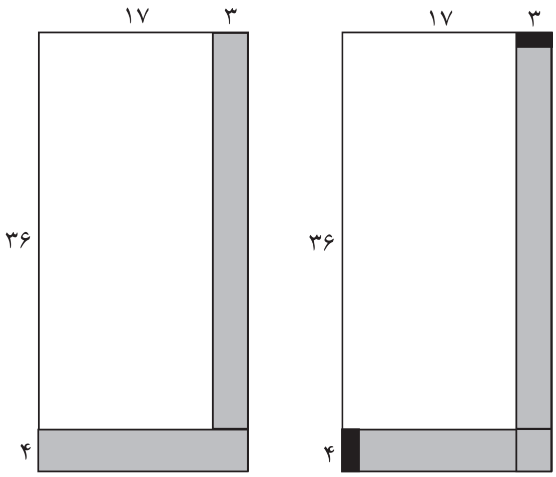
۴۰ دانش‌آموز در کلاس است، و هر یک از آن‌ها، مبلغ ۲۰دلار برای اردو، پرداخت می‌کند. معلم، ۴۰×۲۰ یعنی ۸۰۰ دلار جمع می‌کند. ولی در روز اردو، ۴دانش‌آموز غیبت می‌کنند. یعنی او باید ۲۰دلار به هریک از آن‌ها پس بدهد، (۴۰×۲۰)-۸۰۰. پس از آن، معلم با ۳۶دانش‌آموز به موزه

می‌رود، ولی وقتی به آن‌جا می‌رسند، می‌بینند که بلیط ورودی به‌جای ۲۰دلار، ۱۷دلار است. این، یعنی باید به هر یک از ۳۶ دانش‌آموز باقی مانده، ۳دلار پس بدهند. پس حالا ما ۸۰۰-(۴×۲۰)-(۳×۳۶) دلار داریم، که معلم به موزه پرداخت کرد، یعنی ۶۱۲ دلار-۱۷دلار برای هریک از ۳۶ دانش‌آموز، یا به عبارتی ۱۷×۳۶.

مینگ اضافه کرد، «اگر به کار توماس فکر کنیم، مثل این است که به هریک از ۴دانش‌آموز غایب، فقط ۱دلار پس داده باشیم، و تنها به یکی از دانش‌آموزان، ۳دلار برگردانده باشیم.»

چاد[10] پیشنهاد کرد که گروهش از یک آرایه، یا سطح یک مستطیل استفاده کنند تا بتوانند بر روی مسأله فکر کنند(شکل۱). او توضیح داد: قسمت سفید شکل، نشان دهنده‌ی ۱۷×۳۶ است، و ناحیه‌ی خاکستری، نشان‌دهنده‌ی مقادیری است که با تغییر مسأله به ۲۰×۴۰، به مقدار اصلی افزوده شده‌اند. در شکل سمت راست، می‌بینید که توماس، کجا اشتباه کرده است. به‌جای کم کردن آن‌چه که واقعاً اضافه شده، او فقط قسمت‌های سیاه را برداشته است.

ناحیه‌ی خاکستری پایین شکل، نشان دهنده‌ی پولی است که به ۴دانش‌آموز غایب برگردانده شد، ناحیه‌ی خاکستری سمت راست شکل، پولی است که به ۳۶ دانش‌آموزی که به اردو رفته بودند پس داده شد. ناحیه‌ی سفید، پولی است که به موزه پرداخت شد.



شکل ۱. نمودار چاد

گروه چاد، برای کشف روش‌های متفاوت یافتن حاصل ضرب ۱۷×۳۶، از یک آرایه یا سطح مستطیل شکل استفاده کرد.

آنی اشاره کرد که با نگاه به نمودار سمت راست، او می‌تواند خیلی واضح‌تر ببیند که چرا جواب اول او، ۱۲تا بزرگ‌تر بود: «در اولین روش، یادم رفت آن قطعه‌ی کوچک گوشه را کم کنم. در روش دوم، آن قطعه‌ی کوچک را دوبار کَم کردم.»

آیشا[11] روش چهارمی برای نگاه به مسأله پیشنهاد کرد:

من، عبارت حساب را نوشتم و از خاصیت پخشی استفاده کردم:

(۳۶+۴)×(۱۷+۳)=(۳۶×۱۷)+(۳۶×۳)+(۴×۱۷)+(۴×۳)

پس وقتی توماس ۲۰×۴۰ را حساب کرد، باید سه عبارت آخر را کم می‌کرد تا ۱۷×۳۶ به‌دست بیاید. زمانی که در دبیرستان بودم، این رویه را **ابدا** می‌نامیدیم: اولین‌ها را درهم ضرب کن، بیرونی‌ها را در هم ضرب کن، داخلی‌ها را درهم ضرب کن، آخری‌ها را در هم ضرب کن[12]. موضوع این است که من همیشه این کار را انجام می‌دهم، چون به من گفته شده که باید این کار را بکنم. ولی تازه الآن که می‌توانم آن را در این نمودار ببینم، این قانون برایم معنادار شده است.

در این نشست توسعه‌ی حرفه‌ای، شرکت‌کنندگان برای بررسی استراتژی توماس و چگونگی اصلاح آن، چهار رویکرد پیشنهاد کردند. توجه کنید که آنی نیز مانند توماس، تصمیم گرفت ایده‌های نادرست یا ناتمام خود را با دیگران درمیان بگذارد. زمانی که با یکدیگر به آن‌چه که مانند این به نظر می‌رسد باید درست باشد نگاه کردیم، با وجود این که می‌دانستیم آن ایده نادرست است، چندین رویکرد مختلف برای نشان دادن اشتباه آنی توسط معلمان استفاده شد و زمانی که رویکردهای مختلف را با یکدیگر در میان گذاشتند، توانستند آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کرده و بازنمایی یکی را در دیگری ببینند.

نیازهای توسعه‌ی حرفه‌ای معلمان

اگر به خود معلمان، ریاضی به‌صورت رویه‌ها و تعریف‌های جدا از هم که باید به‌خاطر سپرده شوند تدریس شده باشد، چگونه مدرسه می‌تواند آن‌ها را آماده کند که یک آموزش ریاضی مفهوم مدار چالش برانگیزتری را تحقّق ببخشند؟ به‌عنوان نقطه‌ی شروع، لاَزم است توسعه‌ی حرفه‌ای، برداشت معلمان از یاددهی و یادگیری ریاضی را به چالش بکشد و آن‌ها را به‌سوی فرایند بازتاب بر این برداشت‌ها بکشاند به‌طوری که برداشت‌های

جدیدی بتوانند حصول یابند.

تکلیف شبی که لیز سُوینی به دانش‌آموزان داد، دقیقاً چنین فرصتی را برای شرکت کنندگان در سمینار توسعه‌ی حرفه‌ای به‌وجود آورد. زمانی که معلمان، ریاضی نهفته در اشتباه توماس را کشف کردند، به سؤال‌های خودشان درباره‌ی رویکرد آموزشی خانم سُوینی برگشتند. نظرات آن‌ها چنین بود:

ـ البته همه‌ی دانش‌آموزان می‌دانستند که این جور جمع و ضرب، متفاوت است، ولی آن‌ها هیچ‌وقت درباره‌ی آن فکر نکرده بودند. در واقع کشف ما از خطای توماس روشن کرد که چگونه باید جور دیگری درباره‌ی ضرب فکر کنیم.

ـ با این تصاویر، خاصیت پخشی دیگر تنها یک قانون حفظی نیست. می‌توان دید که این قانون چگونه عمل می‌کند.

ـ من شرط می‌بندم توماس از این که چیزی به هم کلاس‌هایش نشان داد که آن‌ها را وادار کرد روی آن، این طور جدی فکر کنند، احساس غرور می‌کند.

چنین نقطه نظراتی را با یک سری سخنرانی یا کارگاه درباره‌ی روش‌های تدریس نمی‌توان القا کرد. در عوض، برنامه‌های توسعه‌ی حرفه‌ای، نیازمند عمیق‌تر شدن و ایجاد فرصت‌هایی برای شرکت کنندگان هستند که آن‌ها بتوانند در این فرصت‌ها، به درک عمیق‌تری از یادگیری، یاددهی، و ذات موضوع ریاضی دست یابند.

اولین گام برای کمک به معلمان در تغییر روش آموزشی شان این است که برای آن‌ها سمینارهایی برگزار شود که در آن، بتوانند نظام‌مندی محتوا را کشف کنند، درک و برداشت جدیدی از ریاضیات به‌دست آورند، و توانایی‌های ریاضی خود را دست بالا بگیرند. [خودشان] به‌عنوان یادگیرندگان ریاضی، تجربه‌های جدیدی از کلاس درس داشته باشند. در چنین سمینارهایی، معلمان برفرآیند یادگیری خودشان بازتاب می‌کنند و با جنبه‌هایی از کلاس درس که حامی یا مزاحم آن‌ها است، آشنا می‌شوند. در چنین توسعه‌ی حرفه‌ای، می‌توانیم معلمان را به تصور و تحقق نوع جدیدی از آموزش ریاضیات، ترغیب کنیم ـ روشی که در آن یادگیری دانش‌آموزو تفکر جمعی، مرکزیت دارد.

ابداع استراتژی‌های محاسباتی و توضیح این که چرا این استراتژی‌ها درست عمل می‌کنند، به رشد قابلیت‌های ریاضی بسیاری در دانش‌آموزان، کمک می‌کند. احساس عددی دانش‌آموزان، به صورت قوی‌تری توسعه می‌یابد و با محاسبات، راحت‌تر می‌شوند. زمانی که اعداد را به ده‌تایی‌ها و یکی‌ها تجزیه می‌کنند، ارزش مکانی را می‌فهمند. در آن‌ها این توقع به‌وجود می‌آید که ریاضیات معنادار شود و آن‌ها بتوانند با استدلال، مسایل را حل کنند.

زیرنویس‌ها

1. Liz Sweeney

2. Education Development Center

۳. این قطعه فیلم از کلاس درس را می‌توانید در منبع زیر ببینید:
Video Component of Schifter, D., Bastable, V., & Russell, S. J. (1999), Building a System of Tens. Parsippany, NJ: Pearson.

4. Thomas

5. Dima

6. James

۷. نشستی که در این‌جا توصیف شده است، ترکیبی از چندین گروه سمیناری است که بخشی از برنامه‌ی توسعه‌ی حرفه‌ای «توسعه‌ی ایده‌های ریاضی» (Developing Mathematical Ideas) می‌باشد.

8. Annie

9. Ming

10. Chad

11. Aisha

۱۲. در متن اصلی، آیشا واژه‌ی FOIL را به‌عنوان نام این رویه می‌بَرَد که اول عبارت‌های زیر است:
you multiply the **F**irst terms, **O**uter terms, **I**nner terms, and **L**ast terms.
ما این دستورات را به فارسی برگردانده و واژه‌های فارسی **ابدا** را جایگزین آن کرده‌ایم (مترجم).

پی‌نوشت‌ها

* دبورا شیفتر، محقق تحقیقات پایه‌ای در مرکز توسعه‌ی حرفه‌ای، نیوتن، ماساچوست. وی در این مرکز، توسعه‌ی ایده‌های ریاضی (Developing Methematical Ideas) و برنامه‌ی هدایت ریاضی (Methematics Leadership Program) را رهبری می‌کند؛
dschifter@adc.org.

منبع اصلی که ترجمه شده است

Schifter, Deborah; What’s Right About Looking at What’s Wrong? **Educational Leadership**, November 2007, Volume **65**, Number **3**, pp. 22-27.

این مقاله، در شماره‌ی چهارم نشریه‌ی الکترونیکی «چشم انداز آموزشی»، به چاپ رسیده است. برای اطلاعات بیش‌تر، به آدرس زیر مراجعه کنید:
www. roshdmag.ir