تأملاتی در بارهٔ آیندهٔ ریاضیات•

فلیکس براودر*

یکی از وظایف مقررِ رئیس انجمن ریاضی آمریکا (AMS) ایراد سخنرانی به مناسبت پایان دورهٔ ریاست است. اینکه معدودی از رؤسای انجمن به این وظیفه عمل نکرده‌اند نباید باعث شود که آن را جدی نگیریم. ولی محتوای این سخنرانی را مقررات انجمن تعیین نکرده است و می‌تواند یک سخنرانی ریاضی یا بحثی در سیاستگذاری و برنامه‌ریزی باشد.

خواسته‌ام عنوان این سخنرانی هر چه کلیتر باشد. می‌توان در بارهٔ آینده اندیشید، هر چند نمی‌توان آینده را با دقت پیش‌بینی کرد. من نمی‌توانم با هیچ درجه‌ای از قطعیت پیش‌بینی کنم که فرضیهٔ ریمان اثبات یا ابطال خواهد شد، ولی می‌توانم پیش‌بینی کنم که ریاضیدانان در این زمینه تحقیق خواهند کرد تا تکلیف مسأله روشن شود، و این پیش‌بینی با احتمال زیادی درست است. همین موضوع در بارهٔ حدس پوانکاره و سایر مسأله‌های مشهور صادق است.

یک نوع آینده‌نگری این است که بررسی کنیم بعضی از مباحث موردتوجه در آینده احتمالاً از چه جاهایی نشأت خواهند گرفت. راه دیگر این است که فعالیتهای داخلی ریاضیات را از یک سو، و نحوهٔ انطباق ریاضیات را با اهداف و ساختارِ نهادهای ذی‌ربط ــ دانشگاهها، حکومت، بنیادهای خصوصی و غیره ــ از سوی دیگر، بررسی کنیم.

من به بعضی از مقاله‌ها و سخنرانیهای اخیر در بارهٔ این موضوعات و موضوعات وابسته توجه جدی خواهم داشت. یکی از این مقاله‌ها مبتنی بر سخنرانی مایکل اتیا در نشستی در مؤسسهٔ فیلدز در تورنتو است که اخیراً به چاپ رسیده است [۱]. مقالهٔ بسیار جالب و برنامه‌ریزانه‌ای هم به قلم میخائیل گروموف هست که نخست در گزارشی از بنیاد ملی علوم ارائه شد ــ گزارشی بسیار تأثیرگذار در بارهٔ مسائل ریاضیات آمریکا در آینده. همچنین، سخنرانی رابرت مک‌فرسن از مؤسسهٔ مطالعات عالی در پرینستن در همین زمینه، که تنها سخنرانی رسمی‌ای است که من در بارهٔ سیاستگذاری ریاضی در این مؤسسه شنیده‌ام. عنوان این سخنرانی چنین بود: «آیا می‌توان آیندهٔ ریاضیات را پیش‌بینی کرد؟» مک‌فرسن به یک روند بازگشتی در ریاضیات قرن بیستم اشاره کرد که پس از نیم قرن تأکید بر نظریه‌های مجرّد کلی، به مسائل ملموس ومشخص و کاربردهای علمی بازمانده از ۱۹۰۰ بازگشته‌ایم.

هیلبرت و پوانکاره

یکی از مشهورترین اقدامات برای تعیین‌مسیر آیندهٔ ریاضیات در اوایل قرن بیستم در مقاله‌ای از داوید هیلبرت صورت گرفت. هیلبرت این مقاله یا بخشی از آن را در کنگرهٔ بین‌المللی ریاضیدانان در پاریس که در سال ۱۹۰۰ تشکیل شد، توزیع کرد. از او دعوت خاصی نشده بود که چنین مقاله‌ای عرضه کند، ولی به هر حال این کار را کرد. مشوق او در سخنرانی، هرمان مینکوفسکی بود که در گوتینگن روابط شخصی و ریاضی نزدیکی با او داشت. این سخنرانی

اقدامی بود برای پاسخگویی به مقاله‌ای که قبلاً هانری پوانکاره در اولین کنگرهٔ بین‌المللی ریاضیدانان در زوریخ در سال ۱۸۹۷ عرضه کرده بود. مقالهٔ پوانکاره به‌طور مشخص به تشریح آیندهٔ ریاضیات نپرداخته بود بلکه معطوف به این موضوع بود که مسائل ریاضیِ مطرح در فیزیک احتمالاً در ریاضیات بسیار تأثیر خواهند گذاشت. نظری که هیلبرت می‌خواست مطرح کند این بود که مسائل ریاضیِ نشأت گرفته از مسیرهای دیگر، به‌خصوص نظریهٔ اعداد، نیز تأثیرگذار خواهند بود. آن دسته از مسائل هیلبرت که تأثیرگذار بوده‌اند به سه گروه تقسیم می‌شوند، مسائلی در نظریهٔ اعداد، مسائلی در منطق و مبانی، و مسائلی در معادلات دیفرانسیل جزئی. (به کسانی که علاقه‌مندند در بارهٔ منشأ و تأثیر مسائل هیلبرت اطلاعاتی به‌دست آورند، قویاً توصیه می‌کنم کتاب اخیر جرمی‌گری [۳] و مقالهٔ دیوید رو تاریخدان [۴] را بخوانند.)

عده‌ای متذکر شده‌اند که فهرست مسائل هیلبرت و پیش‌بینی او از مسیر تحقیقات ریاضی پس از سال ۱۹۰۰، از بعضی لحاظ سرنوشت طنزآمیزی یافته است. یکی اینکه، در این فهرست پیش‌بینی نشده است که کارهای آتی خود هیلبرت چه خواهد بود و مثلاً کلمه‌ای در بارهٔ مسائل هیلبرت در بارهٔ آنالیز تابعی یا معادلات انتگرالی که موضوع کار هیلبرت در دو دههٔ بعدی بود در آن نیامده است. دوم اینکه در این فهرست از بسیاری از گرایشهای مهم موجود در زمان سخنرانی هیلبرت غفلت شده است. ازجمله در بارهٔ توپولوژی، که پوانکاره آن را بنیان گذاشته بود و چند سال بعد از سخنرانی هیلبرت، براوُر آن را متحول ساخت، مطلب چندانی نیامده است. سوم اینکه، بخش مربوط به منطق از دیدگاه روان‌شناختی بسیار جالب است و تأثیرگذارترین بخشِ مسائل هیلبرت است که به قضیهٔ ناتمامیت گودل و دستاورد گودل و پال کوهن در بارهٔ فرضیهٔ پیوستار انجامید، ولی این نتایج قویترین پیش‌فرض هیلبرت را مبنی بر اینکه هر مسأله‌ای قابل حل است، نفی کردند.

با این حال، به گمان من هر کسی که واقعاً جرأت کند کاری شبیه کار هیلبرت انجام دهد قابل تحسین است زیرا از هر چه بگذریم، این کار می‌تواند انگیزه‌ای برای تحقیقات ایجاد کند. تأثیر نهایی مسائل هیلبرت هر چه بوده باشد، مسلماً طرح آنها محرک مهمی برای تحقیقات و تنوع بخشیدن به ریاضیات بوده است.

پوانکاره در کنگرهٔ بین‌المللی ۱۹۰۸ در رُم با گفتاری تحت عنوان «آیندهٔ ریاضیات» به سخنان هیلبرت پاسخ داد. رویکرد پوانکاره بسیار گسترده‌تر و همراه با تساهلِ بیشتری بود و از جمله بر رابطهٔ ریاضیات با فیزیک نظری، که پوانکاره برجسته‌ترین نمایندهٔ آن بود، تأکید داشت. یکی از مسأله‌های هیلبرت، اصل موضوعی‌سازی فیزیک بود. کوشش در این جهت، در آن زمان که درست قبل از پیدایش نظریهٔ نسبیت و نظریهٔ کوانتومی بود، کار نسنجیده‌ای بود. حتی اگر کسی می‌توانست فیزیک را اصل موضوعی کند، خیلی زود باید آن اصول موضوع را فراموش می‌کرد زیرا فیزیک مدت کوتاهی پس از آن دچار تحولی بسیار اساسی شد. پوانکاره خیلی بیشتر از هیلبرت با فیزیکدانها نزدیک بود (هر چند هیلبرت هم روابط خوبی با فیزیکدانان محلی داشت). من شنیده‌ام که فیزیکدانها پوانکاره را یکی از فیزیکدانان بزرگ زمان خودش به‌حساب می‌آورده‌اند، به‌خصوص به خاطر کارهایش در ترمودینامیک و نظریهٔ نسبیت، که پوانکاره در مبادی این موضوع با اینشتین رقابت داشت، و این جدا از مباحثی مانند مکانیک سماوی است که پوانکاره طی سالها سهم اصلی را در پیشبرد آن داشت. این‌گونه تحقیقات وی باعث شد تقاضاهایی که برای اعطای جایزهٔ نوبل فیزیک به او جمع‌آوری شد احتمالاً از هر کس دیگری بیشتر باشد. در واقع گوستامیتناگ‌ـلفلر در سال ۱۹۰۸ به سراغ هر فیزیکدان مهمی در اروپای غربی رفت و از او خواست درخواست‌نامه‌ای را امضا کند مبنی بر اینکه پوانکاره شایستهٔ دریافت جایزهٔ نوبل است. صدها نفر آن را امضا کردند ولی پوانکاره جایزه را به‌دست نیاورد. این ماجرا در کتاب جرمی گری [۳] شرح داده شده است.

چند سال پیش، در همایشی در بنیاد ملی علوم آمریکا، الیوت مونترول[1]، فیزیک‌ریاضیدان، گفت. «نیمهٔ اول قرن بیستم در فیزیک، عصر هیلبرت بود و نیمهٔ دوم آن، عصر پوانکاره.» منظورش چه بود؟ منظورش این بود که تأثیر هیلبرت در به راه انداختن برنامه‌ای پژوهشی که دیگران در نظریهٔ طیفی اجرا کردند، اثری حیاتی بر پیدایش و بسط مکانیک کوانتومی در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ داشت. از دیدگاه مونترول، کار خلاقهٔ پوانکاره در پایه‌ریزی آنچه امروز نظریهٔ آشوب نامیده می‌شود، احتمالاً تأثیر تعیین‌کننده بر فیزیک در نیمهٔ دوم قرن بیستم داشته است.

آندره ویل که عادتاً ریاضیدان متهوّری بود در دههٔ ۱۹۴۰ مقاله‌ای با عنوان «آیندهٔ ریاضیات» [۵] نوشت. من شخصاً همدلی زیادی با این مقاله دارم. این نوشته کاملاً آزاد از ایدئولوژی‌ای است که امروز آن را بورباکیسم می‌نامیم؛ ویل اشاره‌ای به بورباکی نمی‌کند و به ستایش صورتگرایی و حرکت انتزاعی در ریاضیات نمی‌پردازد. کاملاً بورباکی را نادیده می‌گیرد هر چند خود یکی از بنیانگذاران و چهره‌های اصلی این گروه بوده است. او مقاله را با نقل‌قولی از پوانکاره آغاز می‌کند، حال آنکه بورباکی تا اواخر دههٔ ۱۹۷۰ به‌ندرت حرف مثبتی در بارهٔ پوانکاره می‌زد. ویل همچنین با لحنی نه چندان امیدوارانه در بارهٔ تأثیر نهادها بر ریاضیات بحث می‌کند. او در آن موقع تازه یک دوره تدریس را در دانشگاههای آمریکایی به پایان رسانده بود و به آیندهٔ علمی آنها زیاد خوشبین نبود زیرا در آن زمان از ساختار علمی چندان مطلوبی برخوردار نبودند. این مقاله در واقع تا حد زیادی گویای گرایشهای فکری خود ویل در سالهای بعد است. مقاله‌ای است نافذ، و ــ با کمال تعجب ــ چنان پرشور و عاری از پیشداوری نوشته شده که کاملاً به خواندنش می‌ارزد.

ریاضیاتِ هم‌پیوندی

در دورهٔ ریاستم بر انجمن ریاضی آمریکا همایشی با عنوان «چالشهای ریاضی قرن ۲۱ام» ترتیب دادم که در ماه اوت ۲۰۰۰ در دانشگاه کالیفرنیا، لُس آنجلس تشکیل شد. موضوعهای بسیاری هست که می‌توان آنها را محورِ بحثِ چنین نشستی قرار داد یا تفکر خود را در بارهٔ آیندهٔ ریاضیات حول آنها تنظیم کرد. من موضوع نامتعارفی را انتخاب کردم که خمیرمایهٔ آن بیست‌وپنج سال پیش در مقاله‌ای به قلم دیودونه آمده بود [۶]. این مقاله حاوی چارچوبی است برای بحث در بارهٔ دو جنبه از پیشرفتهای ریاضی: ساختار درونی ریاضیات و ماهیت میان‌رشته‌ای آن. بسیاری از این پیشرفتها را می‌توان نمونه‌هایی از هم‌پیوندی[2] دانست. این اصطلاح را آرتور کُستلر نویسندهٔ سیاسی و علمی وضع کرده است و به حالتی اطلاق می‌شود که

1. Elliott Montroll

۲. معادلی برای bisociation [به‌هم پیوستن، برقراری پیوند دوسویه].

بین دو چیز ظاهراً بی‌ارتباط، روابط غیر منتظره‌ای پیدا شود. کستلر عقیده دارد که این پدیده در هر خلاقیتی در کار است. درکتابش دربارهٔ طنز، همهٔ طنزها را از این نوع می داند. می‌توانیم این نظر را بپذیریم یا نپذیریم، ولی من عقیده دارم که «هم‌پیوندی» اصطلاح خوبی است برای توصیف بسیاری از پیشرفتهای مهم در ریاضیات. این موضوع را پوانکاره به زیبایی بیان کرده است:

> هرچه علم بیشتر توسعه می‌یابد،فهم کل آن دشوارتر می‌شود؛ پس می‌کوشیم آن را قطعه قطعه کنیم، و[هر کدام از ما] به قطعه‌ای از آن قناعت کنیم یا به عبارت دیگر، در آن متخصص شویم. [ولی] اگر به این روند ادامه دهیم، مانع سختی در برابر پیشرفت علم خواهد بود. همان‌طور که گفته‌ایم، با وحدت غیرمنتظرهٔ اجزاء متفرق است که علم پیشرفت می‌کند.

ریاضیات امروزی مجموعه‌ای از مباحث فوق‌العاده متنوع است. نخست اشاره می‌کنم که تعداد ریاضیدانان نسبت به پنجاه سال پیش که من شروع به کارکردم بیش از ده برابر شده است. اولین همایشهای AMS که من در آنها شرکت داشتم، نسبت به همایشهای امروزی خیلی کوچک بودند. در آن زمان AMS تقریباً ۴۰۰۰ عضو داشت و اکنون ۳۰۰۰۰ عضو از سراسر جهان داریم. افراد بسیاری در موضوعات بسیار متنوعی کار می‌کنند و بعضی از آنها از هیچ چیزی جز رشتهٔ باریک خود اطلاعی ندارند. این وضعیت از لحاظ تاریخی بسیار نامتعارف است و تا حدی بر نظر جامعهٔ ریاضی در این مورد که چه چیزی خیلی مهم است، اثر دارد. مثلاً حل مسائل معروف تاریخی، مهم قلمداد می‌شود. در جامعهٔ ریاضی، کسی نمی‌تواند تردید کند که قضیهٔ آخرفرما و فرضیهٔ ریمان فوق‌العاده مهم‌اند. همین امر در بارهٔ «مسائل جایزه بر هزاره» که مؤسسهٔ ریاضی کلی آنها را مشخص کرده [۷] صادق است هر چند بعضی از آن مسائل ممکن است شهرت کمتری داشته باشند. این مسائل دست‌کم کاندیداهای مناسبی برای مهم قلمدادشدن هستند.

علاوه بر این گونه مسائل، چه چیزهای مهم‌اند؟ در اینجاست که اصطلاح «هم‌پیوندی» وارد کار می‌شود. کسانی که سلیقه و ذائقهٔ جامعهٔ ریاضی را شکل می‌دهند، تقریباً همواره پیشرفتهایی را خیلی مهم قلمداد کرده‌اند که در آنها ایده‌ها و تکنیکهایی از یک رشته مباحث ریاضی بر ایده‌ها و تکنیکهایی از یک رشته مباحث دیگر تأثیر ثمربخش و پر باری داشته است. در تاریخ جدید، نمونهٔ مهمی که شاهدش بوده‌ام، قضیهٔ شاخص اتیا-سینگر است که در آن نظریهٔ K و هندسهٔ دیفرانسیل از یک سو و معادلات دیفرانسیل جزئی بیضوی از سوی دیگر به‌طور اساسی وحدت یافته‌اند. نمونهٔ دیگر، که شاید از لحاظ تأثیرش بر تحقیقات معاصر ریاضی مهمتر باشد، رسالهٔ سایمن دانلدس است که در آن نتایجی جدید و انقلابی در بارهٔ توپولوژی خمینه‌های دیفرانسیل‌پذیر چهار بعدی با استفاده از تکنیکهای نظریهٔ میدان کوانتومی و به‌خصوص با بررسی میدانهای یانگ-میلز به‌دست آورد. نمونه‌ای از این هم مهمتر، تأثیرات متقابل نظریهٔ میدان کوانتومی و توپولوژی در کارهای ادوارد ویتن در دو دههٔ گذشته است.

بسیاری از این نمونه‌ها در همایش دانشگاه کالیفرنیا در لُس آنجلس مطرح شد. یکی از آنها برنامهٔ لنگ لندز بود. راه‌حل وایلز برای مسألهٔ فرما یک حالت خاص و مهم از برنامهٔ لنگ لندز را تحقق بخشید. اما برنامهٔ لنگ لندز چیست؟ اساساً عبارت است از اینکه به‌طور اسلوبمند رابطه‌ای بین نظریهٔ اعداد و مسائل خاصی در نمایشهای گروه و فُرمهای خودریخت برقرار شود. اجرای این برنامه به پیش می‌رود و هر حالت جدیدی که به تحقق می‌پیوندد پیشرفت بسیار مهمی به‌شمار می‌آید. اتیا در مقاله‌اش بر جبر کوانتومی انگشت می‌گذارد و بر آن است که ریاضیات آینده عبارت خواهد بود از پیشرفتهایی جبری مرتبط با این واقعیت که نظریهٔ میدان کوانتومی هم غیرخطی و هم بینهایت بعدی است و بنابراین در خارج از چارچوبِ بیشترِ ریاضیات کلاسیکی قرار می‌گیرد که مردم سعی می‌کنند آن را به‌کار برند.

مثال جالب دیگر، فرایندهای تصادفی است که امروز مبحث نسبتاً کلاسیکی به‌شمار می‌آید. طرح موسوم به برنامهٔ مالیاون[1] عبارت است از قراردادن فرایندهای تصادفی در چارچوب فضاهای سوبولُف. فضاهای سوبولف به صراحت برای بررسی معادلات دیفرانسیل جزئی طراحی شدند و پل مالیاون این مبحث را با قراردادن فرایندهای تصادفی در چارچوب آن دگرگون ساخت. نمونه‌های جالب دیگری از هم پیوندی شایان ذکرند، مثلاً پیشرفتهایی که در توپولوژی خمینه‌های سوبولُف به‌دست آمده است. این مورد دیگری از دخالت فضای سوبولف در جایی است که معمولاً دیده نمی‌شود. از یکی از دست‌اندرکاران این مبحث پرسیدم که آیا توپولوژیدانان کار او را جدی می‌گیرند، و او پاسخ مثبت داد و گفت که مراودات زیادی با هم داریم.

به عقیدهٔ من، مقدار زیادی از پیشرفت درونی ایده‌های ریاضی شامل نمونه‌هایی از این نوع خواهد بود، که ایده‌هایی از یک حوزه ناگهان بر حوزهٔ دیگری اثر می‌گذارند. گاهی این امر احساس ناخوشایندی پدید می‌آورد ولی به نظر من باید بر این احساس غلبه کرد. ظاهراً، دست‌کم در مراکز مهم ریاضی، دانشجویان یاد گرفته‌اند که خود را با این تغییرات دمساز کنند. گاه می‌بینیم که آنها به‌طور دسته‌جمعی از یک گرایش به گرایش دیگر رومی‌آورند. مشاهدهٔ گروهی که تصمیم می‌گیرند علایق خود را عوض کنند، خنده‌آور است.

مهمترین زمینهٔ هم‌پیوندی در رابطهٔ متقابل ریاضیات و علوم دیگر نهفته است.

از مهمترین عوامل بیرونیِ تأثیرگذار بر ریاضیات، البته رایانه است. هر چیزی که به این مقوله مربوط شود، در قرن ۲۱ام و بلکه تا زمانی که تمدن فعلی ما در مسیر کنونی‌اش ادامه داشته باشد ــ در واقع تا زمانی که این تمدن دوام داشته باشد! ــ اهمیت اساسی برای ریاضیات خواهد داشت. پیش‌بینی تأثیر محاسبهٔ کوانتومی دشوار است زیرا هیچ‌کس واقعاً نمی‌داند که چگونه آن را باید به مرحلهٔ اجرا درآورد؛ هنوز به قلمرو مدلسازی ریاضی تعلق دارد. اما بسیاری چیزهای دیگر، از قبیل پیچیدگی محاسبه یا به کار بستن نظریهٔ اعداد در مورد کَدها، مثالهای چشمگیری از هم‌پیوندی هستند که مسلماً سی سال پیش هیچ کسی آنها را پیش‌بینی نمی‌کرد.

در زیست‌شناسی مولکولی، نقش ریاضیات بسیار بزرگتر از آن است که مردم می‌دانند، هر چند ریاضیات تأثیر مهمی، مثلاً، در جریان پروژهٔ ژنوم داشته است. در تحلیل اینکه ژنوم چگونه عملاً سلولهای زنده را خلق می‌کند ریاضیات نقشی از آن هم مهمتر خواهد داشت. این موضوع باعث افزایش ناگهانی علاقه به ریاضیات در میان زیست‌شناسان شده است.

گروموف در مقالهٔ مختصر خود از پیشرفتهای اساسی در تحلیل داده‌ها یاد می‌کند که بر مباحثی همچون ژنوم‌شناسی تأثیر گذاشته است. دیوید داناهو[2]،

1. Malliavin 2. Donoho

یکی از دست‌اندرکاران برجستهٔ تحلیل داده‌ها، در بارهٔ این موضوع در همایش دانشگاه کالیفرنیا سخنرانی کرد. او نشان داد که چگونه ابزارهای ریاضی پیچیده‌ای مانند موجکها در تحلیل داده‌ها به‌کار می‌روند. قواعد و روشهای آمار کلاسیک، دیگر برای حل و فصل بسیاری از مسائلی که با آنها روبه‌رو می‌شویم کفایت نمی‌کنند به‌خصوص وقتی که با توده‌های بزرگی از داده‌ها سروکار داریم ــ و توده‌های بزرگ داده‌ها از اجزای اصلی دنیای جدید هستند.

روابط ریاضیات با نهادهای اجتماعی

روابط بین ریاضیات و سایر علوم نه فقط از لحاظ پیشرفت درونی ریاضیات بلکه همچنین از لحاظ آیندهٔ ریاضیات در [برنامه‌ریزیهای] نهادهای اجتماعی مانند حکومت فدرال مهم است. بنیاد ملی علوم (NSF) در آمریکا اخیراً دست به اقدامی ابتکاری برای افزایش بودجهٔ ریاضی این بنیاد زده است. این ابتکار مستقیماً مرهون مدیر بنیاد، ریتا کالول[1]، است که زیست‌شناس ممتازی است و اعتقاد راسخ دارد که آیندهٔ زیست‌شناسی تا حد زیادی به روابط آن با ریاضیات وابسته است. وی فعالانه از ریاضیات طرفداری می‌کند و برای افزایش بودجهٔ آن طرح‌ریزی کرده است. بعضیها ممکن است تأکیدی را که در این طرح بر پژوهش میان‌رشته‌ای شده دوست نداشته باشند. ولی این تأکیدْ بازتابِ این واقعیت است که ریاضیدانان، به‌خصوص ریاضیدانان جوان، باید به کاربرد ریاضیات در زمینه‌های دیگر توجه داشته باشند.

اهمیت روابط ریاضیات با نهادهای جامعه از مثال زیر معلوم می‌شود. ریاضیدانان آمریکایی معمولاً فرانسه را کشوری می‌دانند که ریاضیات در آنجا مورد حمایت و تشویق قرار می‌گیرد. حال آنکه روابط ریاضیات و ریاضیدانان با حکومت فرانسه گهگاه با مشکلات فراوان همراه بوده است. مثلاً در سال ۲۰۰۰، زمانی که کلود الگره[2] وزیر علوم، تحقیقات، و آموزش فرانسه بود، بحرانی جدّی پیش آمد. وی ژئوفیزیکدان نسبتاً برجسته‌ای است و کتابهای متعددی نوشته که عنوان یکی از آنها شکست افلاطون است. (افلاطون را مظهر ریاضیات در نظر گرفته است.) وی در این کتاب به‌وضوح نشان می‌دهد که در بارهٔ ریاضیاتی که پس از سال ۱۹۰۰ در فیزیک بنیادی حکمفرماست چیزی نمی‌داند. او عقیدهٔ راسخ دارد که با در دست‌بودن رایانه، نیازی به معلومات ریاضیِ بسیار برای پرداختن به علوم نیست. الگره در هنگام وزارتش به این نتیجه رسید که در نظام آموزش فرانسه در اهمیت ریاضیات مبالغه می‌شود، و از حذف کلاسهای ریاضی در مدارس جانبداری کرد. چون دوست بسیار نزدیک نخست‌وزیر بود، به نظر می‌رسید وضع خطرناکی برای ریاضیات پیش آمده است. البته ریاضیدانها از عواقب عقاید جزمی الگره جان به در بردند اما نه به خاطر نفوذ خودشان. الگره خیلی به پَروپایِ اتحادیه‌های مهم معلمان فرانسه پیچید و آنها را که از اصلاحات پیشنهادی او عصبانی بودند از کوره به در برد. در فرانسه، که رژیمی سوسیالیستی دارد، نباید اتحادیه‌های معلمان را عصبانی کنید! باری، الگره علی‌رغم دوستی‌اش با نخست‌وزیر مجبور شد کناره‌گیری کند. او رفت وگمان نمی‌کنم جانشینانش اندیشه‌های او را پیگیری کرده باشند، اما این ماجرا نشان می‌دهد که ریاضیدانان باید آماده و هُشیار باشند تا هنگام بروز این‌گونه مسائل در نهادهایی که سرنوشت ما را رقم می‌زنند، واکنش نشان دهند.

1. Rita Colwell 2. Claude Allègre

خوشبختانه، انجمن ریاضی آمریکا در برخورد با بسیاری از مسائلی که اشاره کردم، روش فعال و مؤثری در پیش گرفته و تا زمانی‌که به ایفای این نقش ادامه می‌دهد، تأثیری اساسی بر آیندهٔ ریاضیات آمریکا خواهد داشت. انجمن نقش فوق‌العاده مهمی در سازماندهی و معطوف ساختن توجهات به مسائل سیاستگذاری ایفا می‌کند که بیشتر اعضا از آن آگاه نیستند. من از اعضا مصرانه می‌خواهم که در این زمینه کسب اطلاع کنند. آنها می‌توانند سری به نشستهای کمیته‌هایی بزنند که به این‌گونه مسائل می‌پردازند. این نشستها در واشنگتن. دی. سی. برگزار می‌شوند و حضور در آنها برای عامهٔ ریاضیدانها آزاد است.

در گزارشی که مقالهٔ گروموف در آن آمده، گفته می‌شود که ریاضیات در ایالات متحده در حال شکوفایی است. ولی به دو دلیل تضمینی وجود ندارد که این شکوفایی ادامه یابد. یکی کمبود منابع است، ولی مهمتر از آن، کمبود نیروی جذب‌شونده، به‌خصوص از میان دانشجویان مستعد آمریکایی، به مشاغل ریاضی است. هر دو مسأله بسیار مهم و اساسی‌اند، و باید به تلاش برای حل آنها ادامه دهیم.

******

مراجع

1. Mathematics in the 20th century, by Michael Atiyah, *Bull. London Math. Soc.*, **34** (2002), no. 1, 1-15.

2. *Report of the Senior Assessment Panel of the International Assessment of the U.S. Mathematical Sciences*, National Science Foundation, March 1998. An adapted version of Gromov's essay appeared as "Possible trends in mathematics in the coming decades", in the *Notices*, August 1998, pages 846-7.

3. *The Hilbert Challenge*, by Jeremy Gray, Oxford University Press, 2000.

4. Perspective on Hilbert, by David Rowe, *Perspect. Sci.* **5** (1997), no. 4, 533-70 (1999).

5. The future of mathematics, by André Weil, *Amer. Math. Monthly* **57** (1950), 295-306.

6. Present trends in pure mathematics, by Jean Dieudonné, *Adv. in Math.* **27** (1978), no. 3, 235-55.

7. The Millennium Prize Problems are described on the Clay Institute's website, http://www. claymath.org/.

******

• Felix Browder, "Reflections on the future of mathematics", *Notices Amer. Math. Soc.*, (6) **49** (2002) 658-662.

این خلاصهٔ سخنرانی براودر پس از دورهٔ ریاست او بر AMS (در سالهای ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) است.

* فلیکس براودر، دانشگاه راتگرز، آمریکا

browder@math.rutgers.edu