

ریاضیات کاربردی

• برویز شهریاری

معلوم شد که، بدون منطق ریاضی، حتی یک گام هم نمی‌توان برداشت. وقتی کپلر (۱۵۷۱ - ۱۶۳۰ میلادی) برای بررسی حرکت سیاره‌ها و نیوتون (۱۶۴۳ - ۱۷۲۷ میلادی) برای طرح مکانیک آسمانی خود، متوجه اهمیت جدی ویژگیهای مقطع‌های مخروطی (دایره، بیضی، هذلولی و سهمی) شدند، نوشته‌های مناخوس موس (۲۵۰ سال پیش از میلاد) و آپولونیوس (۲۵۰ سال پیش از میلاد) را، درباره مقطع‌های مخروطی (که نزدیک به دو هزار سال در فراموشی به سر می‌بردند)، از قفسه‌ها بیرون کشیدند، گرد خاک بیست سده را از آنها زدودند و بحث‌ها و بررسی‌های مربوط به اخترشناسی و مکانیک آسمانی خود را، براساس قضیه‌ها و مسأله‌های این نوشته‌ها، مستدل ساختند.



ریاضیات، همیشه و در تمامی طول تاریخ تکامل خود، با زندگی و عمل بستگی داشته است. با وجود این، در تاریخ ریاضیات می‌توان دوره‌هایی را تشخیص داد که، در آنها، اهمیت درجه اول به ریاضیات کاربردی داده شده است؛ دوره‌هایی هم وجود دارد که، در آنها ریاضیات با سمت‌گیری نظری پیش رفته است.

درواقع، مسیر تاریخ ریاضیات، به تناوب، از دوره ریاضیات کاربردی به ریاضیات نظری و برعکس، عبور کرده است. دو دوره اصلی از سمت‌گیری کاربردی ریاضیات را در گذشته می‌شناسیم. دوره اول که از هزاره‌های پیش از میلاد و درواقع، از زمان پیدایش انسان آغاز می‌شود و تا سده‌های ششم و هفتم پیش از میلاد ادامه دارد، دوران شکل‌گیری مفهومیهای اصلی ریاضیات (یعنی عدد و شکل) در بستگی تنگاتنگ با نیازهای زندگی است. نخستین جهش در پیشرفت ریاضیات، در پیدایش خط به وجود آمد. خط به انسان امکان داد تا نیت خود را به صورت ساده، ثبت کند و با نشانه‌ها و نمادها، اندیشه خود را برای

وقتی می‌شنویم یا می‌خوانیم، محمد خوارزمی دانش جبر را به وجود آورد، خیام آن را ادامه داد و جمشید کاشانی توانست، با ظرافت و زیبایی یک معادله درجه سوم را برای محاسبه دقیق سینوس یک درجه حل کند؛ و یا ابوالوفای بوزجانی و ابوریحان بیرونی پایه‌های مثلثات را ریختند و بیشتر دستورهای آن را - چه در مثلث روی صفحه و چه در مثلث روی کره - به دست آوردند و آنها را ثابت کردند و، سرانجام، نصیرالدین توسی، کتاب مستقلی درباره مثلثات تألیف کرد، ممکن است با سهل‌اندیشی تصور کنیم، این دانشمندان بزرگ، زندگی بی‌دغدغه‌ای داشته‌اند و از آن جا که «غم نان» آنها را آشفته خاطر نمی‌کرد، در ساعت‌های فراغت خود، به «بازی» با عدد و شکل می‌پرداخته‌اند، تا هم وقت خود را پر کنند و هم ذهن جست‌وجوگر خود را، با کشف رازهای عدد و شگفتیهای شکل، راضی نگه دارند ... و وقتی در سالهای دبیرستانی، ساعتها روی یک مسأله هندسه کار می‌کنیم و یا، ضمن جست‌وجوی راه حل مسأله‌های جبری یا اثبات درستی اتحادهای مثلثاتی، ساعتها و روزهای خود را می‌گذرانیم، ممکن است این پرسش از ذهن ما بگذرد که «این‌ها، کدام دشواری زندگی را حل می‌کنند؟» و «این همه فرمولها و شکل‌های انتزاعی، کدام یک از دردهای بی‌شمار انسان امروزی را درمان می‌کنند؟» ...

وقتی در نیمه سده نوزدهم میلادی، ژرژبول ریاضی‌دان ایرلندی (ویدر نویسنده کتاب «خرمگس»)، نخستین کتاب «منطق ریاضی» را، همراه با نمادها و نشانه‌های تازه‌ای، منتشر کرد، حتی مورد اعتراض بسیاری از ریاضی‌دانان قرار گرفت که «این، یک نوع بازی با علامت‌هاست و هیچ‌گونه کاربردی ندارد»، درضمن «انسان را از اندیشیدن بازمی‌دارد، تنها به رابطه‌ها و دستورها توجه دارد و دشمن تفکر است» ... ولی بعد، وقتی ماشین محاسبه و کامپیوتر به میدان آمد،

دیگران و هم برای آیندگان باقی بگذارد.

شمارش‌های، و دشوارتر از آن شمار کسبی، به کندی پیش رفت، چرا که زندگی انسانهای نخستین، به کندی تغییر می‌کرد و، برای تغییری کوچک، نیاز به گذشت سده‌های بسیار بود. ولی به هر حال، تکامل و پیشرفت در ذات طبیعت و پدیده‌های طبیعی است و روشن است که شامل انسان هم می‌شود. از قانونمندیهای دیگر تکامل و ویژه تکامل دانش و تفکر انسانی، این است که هر چه جلوتر می‌رود، سرعت بیشتری به خود می‌گیرد، یعنی تکامل، حرکتی شتابدار است. به عنوان نمونه پیشرفت انسان در سده بیستم، چه در سطح و چه در عمق، بسیار گسترده‌تر از پیشرفت آدمی در دو هزار سال پیش از آن است.

در دوره نخست مسیر تکاملی ریاضیات با سمت‌گیری کاربردی (که در ضمن، نخستین دوره تکامل ریاضیات، به مفهوم عام آن است)، در آغاز، ریاضیات از سایر آگاهی‌های انسان جدا نبود و حتی در مرحله‌های پیشرفته‌تر، کاتبان و دبیران (که اغلب از کاهنان بودند)، همه کاره بوده‌اند: پیش آمده‌های تاریخی و سیاسی را ثبت می‌کردند، برای بیماران دارو و دعا تهیه می‌کردند، به کمک سیاره‌ها و ستاره‌ها، آینده را «پیش‌گویی» می‌کردند و، در ضمن، حساب‌های لازم را (مثل تعیین روزهای جمع‌آوری مالیات، میزان غله‌ای که در انبارها ذخیره شده بود و...) نگه می‌داشتند. بتدریج، با بغرنج‌تر شدن زندگی، محاسبان و ریاضی‌دانان، از کاتبان جدا شدند و صنف خاصی را تشکیل دادند، حتی برای آماده کردن نسل بعدی و انتقال دانش خود به دیگران، کلاسهای آموزشی را اداره می‌کردند. و این، در واقع نقطه آغاز ریاضیات نظری، به مفهوم ساده و اولیه خود بود. گرچه در این کلاسها، به طور کامل و بدون استثنا، از مسأله‌هایی استفاده می‌شد که، به روشنی جنبه کاربردی داشتند، ولی خود مسأله‌ها، کم و بیش فرضی و ساخته ذهن معلمان بود. دیگر منتظر نمی‌ماندند تا ساختن یک انبار یا تقسیم غذا بین جنگجویان یا تقسیم زمینی که مرزهای آن، به خاطر ریزش باران و یا طغیان آب، شسته شده بود، مطرح شود تا «صاحبان دانش زمان» تلاش خود را برای حل آنها آغاز کنند، بلکه از قبل، مسأله‌ها را آماده می‌کردند و راه حل آنها را به شاگردان خود می‌آموختند. حتی بتدریج، مسأله‌هایی مطرح و حل می‌شد که، به ظاهر، اندکی دور از کاربرد عملی بود. از این جمله، می‌توان از مسأله‌های عکس نام برد. اگر پیش از آن، با در دست داشتن بعدهای یک ساختمان، سطح بنا و گنجایش ساختمان را محاسبه می‌کردند، اکنون با فرض معلوم بودن سطح یا حجم و برخی بعدها، راه یافتن اندازه بُعد مجهول را جست‌وجو می‌کردند. و این، در

واقع، سر برآوردن جوانه‌های نازک ریاضیات نظری بود.

در این دوره، اثبات و استدلال منطقی کمتر آموزش داده می‌شد. حتی در موردهایی هم، که به احتمالی، معلم در ذهن خود با نوعی استدلال آشنا بود، آن را به شاگردان خود منتقل نمی‌کرد و شاگرد باید تنها یاد می‌گرفت که چگونه جواب مسأله را به دست آورد و هیچ‌گونه چون و چرا نداشته باشد.

طبیعی است، قانونهای موجود، که به صورت «دستور» و «فرمان»، از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شد، نمی‌توانست دقیق و بی‌عیب باشد. برای محاسبه مساحت زمینی که به شکل چهار ضلعی بود، نصف مجموع دو ضلع روبه‌رو را در نصف مجموع دو ضلع روبه‌روی دیگر ضرب می‌کردند (که تنها برای مستطیل درست است) و برای محاسبه مساحت مثلث متساوی‌الساقین، نصف حاصل ضرب قاعده در ساق را به دست می‌آوردند و این، گرچه برای محاسبه‌های عملی آن روزگار مشکلی به وجود نمی‌آورد، درست و دقیق نبود. اعتبار هر آموزشی به اعتبار «معلم» و اعتبار هر نوشته‌ای به اعتبار نویسنده آن مربوط بود. ولی زندگی راه خود را می‌رفت و روز به روز بغرنج‌تر می‌شد و، در نتیجه، محاسبه‌ها و «استدلال»های قبلی، برای حل دشواری‌های تازه کافی نبود. بتدریج اعتبار «صاحبان اعتبار» فرو ریخت و توجه به ریشه‌های استدلالی و منطقی ریاضی روز افزون شد، جوانه‌های ریاضیات نظری که در سایه قرار داشت، شکوفا شد و بتدریج، ریاضیات کاربردی را در سایه خود قرار داد. انگیزه درونی ریاضیات (یعنی منطق و استدلال)، به عنوان عامل تعیین‌کننده مسیر ریاضیات به کار افتاد و انگیزه بیرونی (یعنی مشاهده و تجربه) به صورت عاملی درجه دوم در آمد.



دوره دوم تکامل ریاضیات با سمت‌گیری کاربردی را (که در ضمن، دوره سوم تکامل ریاضیات بود) باید از سده هشتم تا سده شانزدهم میلادی دانست، دوره‌ای که گرانیگاه آن در ایران بود. زندگی مسأله‌های تازه‌ای را پیش آورد که باید به یاری ریاضیات حل می‌شد و ریاضیات نظری دوره پیش (ریاضیات یونانی) از عهده حل آنها بر نمی‌آمد. این مسأله‌ها، به طور عمده، مربوط می‌شدند به اخترشناسی، مکانیک (ساختن ساعت‌های مکانیکی، اسطرلاب و سایر ابزارهای لازم برای رصد، ظرفیت‌تر و دقیق‌تر کردن وسیله‌های فلزی و سفالی...) و مسأله‌های ناشی از اعتقادهای دینی (پیدا کردن جهت قبله، حل مسأله‌های مربوط به تقسیم ارث و عمل کردن به وصیت.

نامه‌ها، که گاه بسیار پیچیده بود)، گسترش ارتباط‌های بازرگانی، ساختن قصرها و پرستش گاه‌ها، ایجاد کاریزها و آبراه‌ها و غیره.

و ریاضیات، با استفاده از همه دست‌آوردهای دوره‌های قبل (وبه ویژه ریاضیات یونان و هند)، با سمت‌گیری کاربردی (که در سطحی بسیار بالاتر از ریاضیات کاربردی دوره قبل از یونان بود)، به تکامل خود ادامه داد و، همان‌طور که پیش از این گفتیم، اگر از استثناها بگذریم، همه ریاضی دانان این دوره، از پسران موسی شاکر تا جمشید کاشانی، ایرانی بوده‌اند.

وقتی می‌گوییم، ریاضیات این دوره با سمت‌گیری کاربردی به پیش رفته است، به این معنا نیست که در زمینه ریاضیات نظری، کاری انجام نشده است، بلکه تنها به این معناست که عامل اصلی پیشرفت ریاضیات، انگیزه بیرونی آن (یعنی زندگی، عمل و نیازهای ناشی از آنها) بوده است.

ریاضی دانان ایرانی این دوره، با اطلاع از کارهای یونانیان و هندیان و با استفاده از ذخیره فرهنگی غنی قوم‌های ساکن ایران، تلاش کردند کمبودها و شکاف‌های نظری ریاضیات یونانی را برطرف کنند. آنها بارها و بارها، «مقدمات» اقلیدس را به بحث انتقادی کشاندند، روش‌های بطلمیوس را که در «المجسطی» آمده بود، تصحیح کردند و تکامل دادند، پایه‌های جبر و مثلثات و، به طور کلی، ریاضیات محاسبه‌ای را ریختند، با بررسی دقیق بحث مربوط به نسبت‌ها، مفهوم عدد حقیقی را به عنوان یک کمیت پیوسته وارد در ریاضیات کردند، پایه‌های اصلی هندسه ناقلیدسی را بنا نهادند، روش‌های ارشمیدس را در زمینه «انتگرال‌گیری» تکامل بخشیدند و غیره و غیره. ولی در همه این زمینه‌ها، توجه اصلی ریاضی دانان ایرانی، به نیازهای زندگی و دانشمندی دیگر بوده است. خوارزمی جبر را به دلیل دشواریهایی که در فقه اسلامی برای تقسیم ارث وجود داشت پدید آورد. نیم نخست کتاب «جبر و مقابله» خوارزمی، بحثی نظری درباره راه حل معادله‌های درجه اول و درجه دوم – هم با محاسبه و هم به کمک استدلال‌های هندسی – است. البته خوارزمی از نمادهای جبری استفاده نمی‌کند و مسأله‌ها را به صورت توصیفی حل می‌کند، ولی دقت در روش‌های حل او، ما را به دستوری می‌رساند که امروز، برای حل معادله درجه دوم، به کار می‌بریم. خوارزمی، و ریاضی دانان ایرانی بعد از او، عدد منفی را – جز در برخی موردهای استثنایی – به کار نمی‌بردند، به معادله‌های بالاتر از درجه سوم توجهی نداشتند (خیام، در کتاب جبر خود، برخی از گونه‌های معادله درجه سوم را به کمک مقطع‌های مخروطی حل کرده است) و تنها به یکی از ریشه‌های معادله، اکتفا می‌کردند و، همه

اینها، به دلیل توجه اصلی آنها به عمل و نیازهای زندگی بوده است. به طور مثال، ریاضی دانان ایرانی (به پیروی از ریاضی دانان یونانی)، اگر طول پاره خط راست را برابر a می‌گرفتند، a^2 را مربع a (یعنی مساحت مربعی به ضلع برابر a) و a^3 را مکعب a (یعنی حجم مکعبی به ضلع برابر a) می‌گفتند، اصطلاحهایی که هنوز هم معمولند. در واقع، توان دوم را به معنای مساحت و توان سوم را به معنای حجم می‌گرفتند و چون در زندگی عملی، با جسم چهار یا پنج بُعدی سر و کار نداریم، بحث درباره معادله‌های بالاتر از درجه سوم را – جز در موردهای نادر مثل معادله‌های سیال کرجی – بی معنی می‌دانستند.

فارابی در کتاب بزرگ موسیقی خود، برای نخستین بار در جهان، نظریه علمی موسیقی را مطرح می‌کند و جنبه‌های مختلف آن را مورد بحث قرار می‌دهد (در تقسیم‌بندی فارابی از دانش‌ها، موسیقی بخشی از ریاضیات به شمار می‌آید). پیش از فارابی، اگر از موسیقی عملی عیلام و بابل و مصر و هند بگذریم، تنها در یونان بحث‌هایی در زمینه موسیقی در جریان بود که بیشتر جنبه متافیزیکی داشت و آمیخته به وهم و تخیل بود. فارابی مبانی فیزیکی و ریاضی موسیقی را بررسی و نخستین کتاب علمی موسیقی را ارائه داده است.

ابوالوفا و بیرونی، بیش از دیگران، دستورهای مثلثاتی را کشف و ثابت کردند و این، به دلیل دشواری‌هایی بود که در اخترشناسی و محاسبه‌های مربوط به آن، پیش می‌آمد. بطلمیوس، بیشتر استدلال‌ها و محاسبه‌های خود را بر اساس هندسه و قضیه‌ها و مسأله‌های آن انجام می‌داد و این، کار را بسیار دشوار می‌کرد. ابوالوفای بوزجانی و ابوریحان بیرونی، برای رفع این دشواری‌ها بود که مثلثات را شکوفا کردند و پیش بردند و، سرانجام، نصیرالدین توسی با تألیف «کشف القناع، خود، استقلال مثلثات را از هندسه اعلام کرد. جمشید کاشانی، برای همین محاسبه‌های اخترشناسی (او پایه‌گذار رصد خانه الغریبگ در سمرقند بود) و به این دلیل که راه‌های قبلی (مانند راه ابوالوفا)، اندکی طولانی و تا اندازه‌ای غیر دقیق بود، روش جبری حل معادله درجه سوم:

$$4x^3 - 3x = a$$

را برای پیدا کردن مقدار دقیق سینوس یک درجه (از روی سینوس سه درجه) به دست آورد. ریاضی دانان ایرانی، اندازه سینوس زاویه‌های 15° ، 18° ، 30° ، 45° ، 60° ، 72° ، 75° درجه (و در نتیجه، کسینوس آنها) را می‌شناختند و مقدار سینوس سه درجه را با بسط $\sin(15^\circ - 18^\circ)$ به دست می‌آوردند.

نمی‌تواند به زندگی خود ادامه دهد. به اصطلاح «بازار آزاد» و تولید بدون برنامه، به جز آن که میزان مصرف را به صورتی غیر ضروری، آن هم در کشورهای خاص و بین قشرهای خاص، بالا می‌برد و موجب فقر کشورها و قشرهای دیگر می‌شود، از آن جا که از یک برنامه حساب شده و انسانی پیروی نمی‌کند، هم به نیروی کار صدمه می‌زند و هم عدم هماهنگی در توزیع پیش می‌آورد. برای رفع این دشواریها، انسان امروزی ناچار است، در هر مورد سمت‌گیری روند کار و پیش‌بینی فرایند آینده تولید را روشن کند و بداند، چه چیزی را و چگونه باید تولید و یا مصرف کند که هم عادلانه و انسانی باشد و هم از تخریب محیط و منابع و نابودی نسلهای آینده جلوگیری کند. و همه اینها، جز با تجزیه و تحلیل کمی پدیده‌ها و روندها ممکن نیست.

تولید و توزیع، به همان صورت ناسالم امروزی خود، باز هم نیازمند به ریاضیات است. برای خود کار کردن تولید، باید روند کار را، از نظر ریاضی و منطقی، تحلیل کرد و این به معنای آن است که ریاضیات، نه تنها از دیدگاه کمی، بلکه، بتدریج، از دیدگاه کیفی هم باید وارد عمل شود. امروز دیگر نمی‌توان با دستورهای کلی و بی‌معنی، مثل «باید تربیتی داد تا کارها درست شود»، دشواریها را حل کرد. حتی حل مسأله‌های ساده‌ای مثل تخلیه و بارگیری کشتی‌ها، تنظیم شبکه‌های برق و تلفن، یک طرفه یا دو طرفه کردن خیابانها، تعیین محلهای توقف ماشینهای آتش‌نشانی و بدون استفاده از ریاضیات و تنها با متوسل شدن به تجربه ممکن نیست. نظریه «اطمینان بخشی» که در دهه‌های اخیر به وجود آمده است و بتدریج به صورت هسته مرکزی اندیشه‌ها در زندگی فراصنعتی امروز درمی‌آید، بر اساس یک نظریه ریاضی است. باید از روند تولید اطمینان داشت، باید کارایی محصول قابل قبول باشد، باید محصول تولید شده، قابل ترمیم و تعمیر باشد و، اینها، تنها با تکیه بر نظریه اطمینان بخشی که خود شاخه‌های گوناگونی دارد، ممکن می‌شود. این تکه از نوشته بوریس گنه‌دنکو، که خود در پیدایش و تنظیم نظریه اطمینان بخشی سهم جدی داشته است، می‌تواند برایمان سودمند باشد:

«سده بیستم، این قانون‌مندی را تأیید کرد که ریاضیات، با پیدا کردن کاربردهای خود در اقتصاد و صنعت و در پدیده‌هایی از طبیعت که پیش از آن مورد مطالعه کمی قرار نگرفته بودند، انگیزه‌ای برای تکامل بعدی خود به دست آورد. در نتیجه، این امکان پیدا شد که جهان ما، عمیقتر، کاملتر و دقیقتر مورد بررسی قرار گیرد و، در عین حال، خود ریاضیات توانست دنیای بی‌کرانی از مسأله‌های تازه را رودر روی خود

ابوالوفا دو کتاب جالب دارد، یکی به نام «هندسه برای مهندسان و صنعت‌کاران» و دومی به نام «حساب برای محاسبان» [ریاضی دانان ایرانی، جبر را بخشی از حساب می‌دانستند]. خود نام این دو کتاب، معرف آن است که سمت‌گیری ابوالوفا در کارهای ریاضی خود، ریاضیات کاربردی بوده است.

باید به این نکته اشاره کنیم که، اغلب مورخان دانش، حتی باانصافترین آنها، نتوانسته‌اند مقام ریاضیات ایرانی را، در مجموعه تاریخ ریاضیات، به درستی و روشنی ارزیابی کنند. اغلب آنها، ریاضی-دانان ایرانی را، تا حد مترجمان ساده نوشته‌های یونانی پایین آورده‌اند که، این ترجمه‌ها هم، به موقع خود، به صاحبان اصلی، یعنی اروپاییان برگشت داده شده است. به این ترتیب، مورخان ریاضی، آغاز ریاضیات را در اروپا (یونان) می‌دانند که بعد از سقوط مکتب اسکندریه در سده‌های سوم و چهارم میلادی، دوران فترتی به وجود می‌آید که تا سده پانزدهم میلادی ادامه دارد و، سپس، با دسترسی اروپاییان به نوشته‌های یونانی (از راه ترجمه عربی آنها) دوباره دنبال کار را می‌گیرند و آن را به امروز می‌رسانند. نتیجه این نوع برخورد این است که همه ملت‌های جهان، به جز ساکنان اروپا، در تمامی طول تاریخ در خواب غفلت بوده‌اند و هرچه امروز دارند، نتیجه تلاش فکری و عملی مردم اروپاست. و این درحالی است که، ریاضی دانان ایرانی، از سده هشتم تا سده شانزدهم میلادی، پرچم دار ریاضیات جهان بوده‌اند، به نحوی که این دوره، یک دوره کامل از تاریخ تکامل ریاضیات را تشکیل می‌دهد.



نشانه‌های جدی در دست است که ریاضیات، برای بار سوم و در زمان ما، در جهتی پیش می‌رود که سمت‌گیری کاربردی دارد. انسان امروزی با مسأله‌های بسیار پیچیده‌ای روبه‌روست که اگر بخواهد زندگی خود و نسلهای آینده را نجات دهد، باید آنها را حل کند. محیط زیست با سرعتی باور نکردنی رو به تخریب است، منابع زیرزمینی، جنگل‌ها و زمینهای کشاورزی تهی و لخت می‌شود، شکاف بین کشورهای فقیر و کشورهای غنی از یک طرف، و فاصله بین عامه مردم و گروه خاص غارتگر هر کشور از طرف دیگر، روز به روز عمیق‌تر می‌شود، حتی کمبود آب (که در همین گذشته نزدیک، گمان می‌رفت تمام نشدنی و لایزال باشد) در بیشتر نقطه‌های جهان احساس می‌شود، به نحوی که برخی کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند، جنگ به خاطر آب، در آینده‌ای نزدیک، جایگزین جنگ به خاطر نفت و انرژی شود.

مسأله از این هم بغرنجتر است. انسان زمان ما، بدون برنامه‌ریزی،

مسئله‌های تاریخی و مهم تازه‌ای را در برابر ریاضیات گذاشته است، در زمان ما هم، همین نقش را به عهده دارد و در آینده هم به عهده خواهد داشت. بررسی‌های نظری، در ضمن، مسیر راه آزمایشگران را روشن می‌کند و به آنها امکان می‌دهد، پژوهشهای تجربی خود را در مسیری انجام دهند که از قبل، هدف آن را می‌شناسند... باید به طور عاجل به مسئله‌ای پردازیم که تا کنون روی آن کار نشده است: تأثیر دستگاه فنی، بر سلامتی کسی که روی آن کار می‌کند. جای سخت و خشن راننده تراکتور و کمباین و تکانهای بیش از حد بار، بر اندامهای راننده اثر می‌گذارد. کار با کامپیوترهای شخصی به وسیله دانش‌آموزان و دانشجویان، بر چشم آنها، تأثیر منفی می‌گذارد و...

به این ترتیب به نظر می‌رسد که دوران تکامل ریاضیات با سمت‌گیری کاربردی، که در سطحی بسیار بالاتر از دوره دوم آن (دوره ریاضیات ایرانی) قرار دارد، ضمن استفاده از همه دست‌آوردهای نظری گذشته، تلاش می‌کند با پر کردن شکافها و برطرف کردن کمبودها، راهنمای انسان در دوره پیچیده فراصنعتی امروز باشد.

در این جا سعی بر این بود تا جنبه‌هایی از ریاضیات کاربردی امروز مطرح شود که کمتر مشهور است، والا، می‌توان به تقریب از همه دانش‌ها نام برد که، ضمن تکامل خود در روزگار ما، هر روز و هر ساعت به ریاضیدان نیاز پیدا می‌کنند. دانش‌هایی همچون فیزیک، اخترشناسی، شیمی، زیست‌شناسی، ژن‌شناسی، روان‌شناسی، اقتصاد، جامعه‌شناسی و حتی تاریخ را نمی‌توان بدون بهره‌گیری جدی از روشهای ریاضی به جلو برد و با موفقیت تکامل داد.

ریاضیات دانشی پویاست و این پویایی، در واقع، بازتابی از پویایی انسان و جامعه‌های انسانی است.

البته انگیزه پیشرفت ریاضیات، تنها مشاهده، تجربه و نیازهای انسانی نیست، بلکه منطق درونی ریاضیات هم، انگیزه‌ای برای پیشرفت آن است. ولی حتی بخش‌هایی از ریاضیات، که به صورت انتزاعی و بدون انگیزه کاربردی به وجود می‌آید، بتدریج (و گاهی هم، بلافاصله) کاربرد خود را پیدا می‌کند. وقتی رنه توم، ریاضیدان معاصر فرانسوی، نظریه «ویژگی‌های نگاشته‌های قابل ديفرانسیل‌گیری» را، که به «نظریه فاجعه‌ها» مشهور شده است، آورد، کسی گمان نمی‌کرد به این سرعت مورد توجه قرار گیرد و در صنعت و هنر زمان ما نفوذ کند، به نحوی که به طور مثال بسیاری از طرحهای معماری مدرن براساس این نظریه شکل بگیرد.

در طول مسیر تکاملی ریاضیات، گاه انگیزه بیرونی (مشاهده،

بیند... جهت تازه بررسی‌های کاربردی را، با عنوان نظریه «اطمینان-بخشی» می‌شناسند. این نظریه، به دلیل رشد بی سابقه نقش صنعت و دستگاه‌های فنی در همه جنبه‌های فعالیت‌های جامعه به وجود آمده است. سلامتی و حتی امکان وجود توده عظیمی از مردم، به طور مستقیم با دستگاه‌های صنعتی بستگی دارد... من در ساختمان مبانی نظریه اطمینان بخشی و حل یک رشته مسئله‌های مربوط به آن... شرکت داشته‌ام. در ضمن، تصور درباره نقش ریاضیات و، به طور کلی، روشهای کمی، در مسئله‌هایی که در برابر نظریه اطمینان بخشی وجود داشت، بتدریج شکل گرفت و معلوم شد، هم آزمایش و مشاهده و هم دستورهای دقیق نظری و، سرانجام، استنتاج، اهمیتی جدی دارند... نظریه اطمینان بخشی شاخه‌ای از دانش است که جنبه کاربردی دارد و دشواریهای مهندسان، اقتصاددانان و سازمان‌دهندگان تولید را حل می‌کند و گرچه هیچ کدام از این دشواری‌ها خصلت ریاضی ندارند، اما ریاضیات نقش عظیمی در حل آنها به عهده گرفته است. جهت‌های اصلی این گونه بررسی‌ها را، که به ثمر رساندن آنها، بدون استفاده وسیع از ریاضیات ممکن نیست، نام می‌بریم: ۱) محاسبه اطمینان بخشی دستگاه به کمک اطمینان بخشی مفروض عنصرهای آن؛ ۲) ساختن مدل‌های ریاضی، برای مسئله‌های گوناگون نظریه اطمینان بخشی؛ ۳) تنظیم نظریه مربوط به آزمایش محصول، برای به دست آوردن میزان اطمینان بخشی آن؛ ۴) طرح و حل مسئله بهینه‌سازی؛ ۵) برنامه ریزی روی نظریه اطمینان بخشی، برای حل مسئله‌های آن به کمک کامپیوتر؛ ۶) بیرون آوردن مفهوم اصلی و خصلتهای عددی نظریه اطمینان بخشی و برآورد آنها از نتیجه آزمایشها... می‌خواهم تأکید کنم که نظریه اطمینان بخشی، نظامی پیچیده است و همه بخشهای تشکیل دهنده آن دارای اهمیتند: کار ریاضی دان، مهندس، فیزیک دان، صنعت کار و اقتصاددان...

مدل ریاضی، ابزاری است که به کمک آن می‌توان یک مسئله عملی و کاربردی را، به مسئله‌ای ریاضی تبدیل کرد. نظریه امروزی اطمینان بخشی، به وسیله مدل‌های ریاضی سودمندی غنی شده است و این امکان به وجود آمده است که مسئله تبدیل آن را به مسئله‌های دقیقاً فرمولی مطرح کنیم، مسئله‌هایی که با روشهای ریاضی قابل بررسی باشند... روشهای ریاضی بررسی، امکانهای عظیمی برای بالا بردن آگاهیهای ما فراهم می‌کند؛ به ویژه اگر نظریه را، ضمن مقایسه کارهای نظریه پردازان و نتیجه‌گیریهای آزمایشگران، اصلاح و دقیقتر کنیم، یعنی وقتی که ریاضی دان، به ماهیت فیزیکی مسئله توجه کند و، ضمن عمل، اندیشه‌های نظری را کنار نگذارد. زندگی و عمل، که در گذشته

عملی و علمی نفوذ کرده است که دیگر نمی‌توان از بازسازی کامل برنامه‌های مدرسه‌های عالی و حتی سالهای ششم و هفتم تحصیل، سرباز زد.

جنبه دیگر آموزش ریاضی، مربوط به ریاضیات محاسبه‌ای است که، به صورت گسترده‌ای، جهره آن عوض شده است و امکان برنامه‌ریزی جریان‌های پیچیده‌ای را در کامپیوترها به وجود آورده است. باید برنامه‌ریزی برای کامپیوتر و دادن نتیجه‌ها به صورت عدد، جدول و منحنی، به صورت عادت درآید. باید تجزیه و تحلیل منطقی جریان‌ها و تشکیل طرح‌ها و شناخت‌های صوری و منطقی، جزو کارهای همیشگی و عادی بشود...

دانش ریاضی در حال اعتلا و پیشرفت است. این، یکی از ویژگیهای دوران ماست که در آینده هم نمی‌توان از آن چشم پوشید. پیشرفت آینده بشر، قبل از هر چیز، به این بستگی دارد که پژوهشگران و کارکنان کار آزموده، تا چه اندازه بتوانند «با سبک و شیوه ریاضی بیندیشند» و با چه سرعتی بتوانند آموزش ریاضی را، با توجه به نیازهای روز و آینده نزدیک، تجدید سازمان دهند.

پیشرفت دانش انسانی، مرزی نمی‌شناسد؛ امکانات ریاضیات هم، برای تجزیه و تحلیل پدیده‌های طبیعی، روندهای صنعتی، اقتصاد و زندگی اجتماعی، مرزی ندارد. تنها باید بتوان از این امکانات استفاده کرد».



◇ اشاره‌هایی درباره برخی مفاهیم‌ها

۱. انگیزه‌های تکامل ریاضیات

ریاضیات، در مسیر پیشرفت تکاملی خود، هم زیر تأثیر انگیزه بیرونی بوده است و هم زیر فشار انگیزه درونی. انگیزه بیرونی، یعنی نیازهای زندگی و نیازهای دانشهای طبیعی به ریاضیات؛ و انگیزه درونی، یعنی استدلال و منطق درونی ریاضیات که بر پایه روش قیاسی شکل گرفته است.

از یک طرف، با بفرنچتر شدن زندگی اجتماعی و اقتصادی و در عین حال، با نیاز روزافزونی که دانشهای طبیعی، به ویژه اخترشناسی، فیزیک، موسیقی، اقتصاد، زیست‌شناسی،... برای دقیق‌تر شدن و «به ریاضی درآمدن» دارند، برای ریاضیات مسأله‌های تازه‌ای مطرح می‌شود و شاخه‌های تازه‌ای پدید می‌آید و، از طرف دیگر، منطق درونی

تجربه، نیازهای زندگی و صنعت و دانش‌های دیگر) و گناه انگیزه درونی (استدلال و منطق درونی ریاضیات) تسلط داشته است و، ریاضیات، تکامل خود را، طبق «قانون نفی در نفی» گذرانده است، به این معنی که به تناوب از دوره با سمت‌گیری کاربردی به دوره با سمت‌گیری نظری و سپس از دوره با سمت‌گیری نظری به دوره با سمت‌گیری کاربردی رفته است. تاکنون، ریاضیات، چهار مرحله از تکامل خود را پشت سر گذاشته و، در زمان ما، مرحله پنجم تکامل خود را آغاز کرده است:

(۱) دوره تکامل (با سمت‌گیری کاربردی) که با آغاز شکوفایی دانش یونان به پایان می‌رسد؛

(۲) دوره دوم (با سمت‌گیری نظری) که از سده‌های ششم و هفتم پیش از میلاد در یونان آغاز می‌شود و در سده‌های سوم و چهارم میلادی در اسکندریه پایان می‌یابد؛

(۳) دوره سوم (با سمت‌گیری کاربردی) که از سده هشتم میلادی آغاز می‌شود و در سده شانزدهم میلادی خاتمه می‌یابد. مرکز ثقل فعالیت‌های ریاضی در این دوره، در ایران بوده است؛

(۴) دوره چهارم (با سمت‌گیری نظری) که از سده شانزدهم میلادی، و به طور عمده در اروپای غربی، آغاز می‌شود و در سده بیستم پایان می‌یابد؛

(۵) و سرانجام دوره پنجم (با سمت‌گیری کاربردی) که هم اکنون دهه‌های آغازین خود را می‌گذراند. مطلب را با تکه زیبایی از نوشته بوریس گنه دنکو، که بیشتر جنبه آموزشی دارد، به پایان می‌بریم:

«... شک نیست که مقدمات آنالیز ریاضی و هندسه تحلیلی، که در برنامه‌های ریاضی دبیرستانی وجود دارد، مبنای اصلی ریاضیات جدید و کاربردهای آن را تشکیل می‌دهد. تسلط بر این ابزارهای مقدماتی لازم است، ولی کافی نیست. اگر سخن معروف تسبولکوسکی (نخستین کسی که شیفته کیهان‌نوردی بود) را اندکی تغییر دهیم، می‌توان گفت که، ریاضیات سنتی دبیرستانی و مقدمه‌های آنالیز ریاضی، گهواره دانش امروزی است، ولی تا کی می‌توان زیست‌شناسان، پزشکان، مهندسان و اقتصاددانان آینده را در گهواره نگه داشت؟

برنامه آموزشی دبیرستانها و مدرسه‌های عالی، در زمانی تنظیم شده است که بشر معتقد به وجود قانونهای جزمی در طبیعت بودند. زندگی، این طرز فکر نسبت به قانونهای طبیعت را به کنار زده است و تلقی آماری، به طور جدی، جای خود را در دانش امروزی و فعالیت‌های علمی باز کرده است. ولی اینها، جایی در آموزش ریاضی امروزی ندارند و یا به تقریب ندارند. طرز تفکر آماری، چنان در همه زمینه‌های

ریاضیات، موجب استوارتر شدن مبانی پیشین و درک دقیقتر و قابل انعطافتر مفهومیهای ریاضی می‌شود.

این دو انگیزه، بیرونی و درونی، هر دو همیشه در کنار پیشبرد ریاضیات بوده‌اند، ولی گاه این و گاه آن پیشی گرفته و نیرومندتر عمل کرده است. با وجود این، هیچ کدام از این دو انگیزه نمی‌تواند برای مدتی بسیار طولانی، یک‌ه‌تاز باشد و تاریخ ریاضیات نشان می‌دهد که دیر یا زود، به هم می‌رسند و «انتزاع» به یاری «عمل» می‌آید و «عمل»، «انتزاعهای تازه‌ای» را مطرح می‌کند.

اغلب این پرسش پیش می‌آید که آیا نظامهای سیاسی و اجتماعی، در شیوهٔ تکامل ریاضیات نقش داشته‌اند یا نه! در پاسخ به این پرسش باید گفت: ریاضیات به نظام اجتماعی و یا سیاسی خاصی خدمت نمی‌کند و توان خود را در اختیار هر کسی که استعداد یاری گرفتن از آن را داشته باشد، قرار می‌دهد. تأثیر نظامهای اجتماعی بر پیشرفت ریاضیات (و به طور کلی دانش) غیرمستقیم است و در سه جنبهٔ آن محدود می‌شود: سرعت پیشرفت ریاضیات، نحوهٔ آموزش ریاضیات و سرانجام، بهره‌گیری از استنتاج‌های فلسفی چه در زمینهٔ مفهومیهای ریاضی و چه در زمینهٔ روشهای آن.

به طور مثال، در سده‌های میانه، که نظام فئودالی - کلیسایی بر اروپای غربی تسلط داشت، به دلیل اولویت دادن به مسأله‌های ذهنی و کلامی، تمامی دانش دچار رکود شد، به نحوی که در تمامی این دوره نه تنها دانش، حرکت به جلو نداشت، که با سرعتی منفی حرکت می‌کرد و بسیاری از دستاوردهای گذشته فراموش شد و از دستاوردهای عظیم ملتهای شرق (و از جمله ایران) بهره‌ای نبرد. درضمن، وقتی که سرانجام اقلیدس و بطلیموس و ارسطو را، به عنوان سه استاد بزرگ به رسمیت شناختند، از یک طرف هیچ کس حق نداشت دربارهٔ آنها بحث کند و یا نوشته‌هایشان را مورد انتقاد قرار دهد و از طرف دیگر، کار به اصطلاح آموزش نباید جنبهٔ استدلالی می‌داشت، به نحوی که نخستین ترجمه‌های کتاب اقلیدس به لاتینی، تنها شامل صورت قضیه‌ها بود و نه روش اثبات آنها!

مثال دیگری را دربارهٔ تأثیر نظام اجتماعی، بر روش آموزش می‌آوریم. در عیلام و بابل و مصر باستان، حاکمیت، با نظام برده‌داری دولتی - دینی بود، به این معنا که همهٔ مردم برده‌های درباریان و کاهنان به حساب می‌آمدند. در نظام خشن و بی‌رحم برده‌داری دولتی، کسی حق چون و چرا نداشت، فرمان از بالا (درباریان یا کاهنان) برای همه مطاع بود، سرپیچی از فرمان موجب از دست دادن زندگی (حتی زندگی تمامی

خانواده) می‌شد. این وضع، اثر خود را در آموزش ریاضی هم گذاشته بود. در لوحها و نوشته‌های ریاضی که از این دوران مانده است، کمتر استدلال دیده می‌شود. نویسندهٔ متن ریاضی، تنها «فرمان» می‌دهد که اول چنین کن، بعد چنان کن ... اغلب راه‌حلهای با واژه «باید» آغاز می‌شود، بدون این که دلیلی بر آن آمده باشد.

نظام اجتماعی یونان باستان هم نظام برده‌داری بود، ولی برده‌داری شخصی. جامعه از دو طبقه تشکیل می‌شد: «آزادها» و «برده‌ها». برده‌ها از حقوق اجتماعی برخوردار نبودند، ولی در بین «آزادها» نوعی دموکراسی («دموکراسی اشرافی» - صاحب بردهٔ بیشتر، آزادی بیشتری داشت)، حاکم بود. همین دموکراسی نیم‌بند و محدود (محدود، هم از نظر مفهوم دموکراسی و هم از نظر طبقه‌های جامعه)، توانست موجب شکوفایی دانش و هنر و سرعت گرفتن پیشرفت آنها شود و چون دانش، و از جمله ریاضیات، برای «آزادها» بود، به طور طبیعی و تحت تأثیر همین دموکراسی، استدلال و بحث منطقی نیرو گرفت و تلاش می‌شد، برای هر ادعایی، استدلالی پیدا شود.

بحث دربارهٔ فلسفهٔ ریاضیات و هم نتیجه‌گیریهای فلسفی از مفهومیها و روشهای ریاضی، بحثی به نسبت طولانی است و جای جداگانه‌ای می‌خواهد.

۲. قانونمند بودن تکامل ریاضیات

انسان در مسیر حرکت تاریخی خود، گاه به صورتی آرام و پیوسته و گاه به صورت جهشی و انقلابی، در جهتهای گوناگون پیش رفته است. برخی از این جهتها، و به طور عمده مسیر تکاملی روابط اقتصادی و تولیدی، از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی پژوهشگران قرار گرفته است، به نحوی که امروز مسیر تکاملی روابط مادی و اقتصادی بشر - چه در درون یک جامعه و چه در کل سیاره زمین - کم و بیش برای همگان روشن است. ولی دریغ که هنوز، مسیر تکاملی تفکر انسانی و شاخه‌های درونی آن، مثل دانش، مورد بررسی علمی دقیق قرار نگرفته، قانونمندیهای آن و بستگیهای متقابل آن با سایر جنبه‌های مادی و معنوی زندگی انسان، روشن نشده است ...

در حالت خاص، در زمینه تاریخ دانش و زندگی نامهٔ دانشمندان، تلاشهای بسیاری و اغلب صادقانه، شده است، ولی هنوز به یک دیدگاهی علمی و قانع‌کننده، که همه جنبه‌های آن را به صورت علمی و منطقی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده باشد، برخورد نمی‌کنیم. مقدمات و مدارک کار به طور کامل آماده است و نیروی ذهنی خلاقی را می‌طلبید

از نظر تاریخی، چه از نظر فلسفی و چه از نظر آموزشی، باید در یکپارچگی آن و در همراهی یا تقابل نظریه و عمل شناخت. بدون توجه به این وحدت، همیشه جنبه‌هایی از ریاضیات ناشناخته می‌ماند و در ابهام قرار می‌گیرد.

دوم، نتیجه‌نهایی این شیوه برخورد با تاریخ ریاضیات، منجر به این می‌شود که تنها ملتهای ساکن اروپا و به‌ویژه، اروپای غربی و جنوبی، همه کارها را انجام داده‌اند: ریاضیات، بعد از یک دوره طولانی آغاز تمدن بشری، سرانجام از یونان آغاز به شکفتن کرد، سپس دانشمندان یونانی، در اسکندریه دنبال کار را گرفتند تا در سده سوم و چهارم میلادی که مکتب اسکندریه رو به زوال رفت. از این‌جا یک دوره طولانی سکوت در سراسر جهان برقرار می‌شود و اروپا هم (که مشعل‌دار دانش است) در سده‌های میانه فرو می‌رود و گرفتار دستگاه‌های تفتیش عقاید می‌شود؛ تا این که نوزایی و رنسانس، دوباره در اروپا آغاز می‌شود و وظیفه تکامل ریاضیات را تا به امروز بر دوش خود می‌گیرد. در این میان، از خوشبختی مردم اروپا کسانی در شرق (و به‌ویژه در ایران) بودند، که لایه برای سرگرمی و گذران ساعت‌های فراغت خود، ریاضیات اروپایی، یعنی ریاضیات یونان را از طریق ترجمه آنها به زبان عربی حفظ کردند و بموقع خود، آن را در اختیار «اربابان» دانش، یعنی اروپاییان، گذاشتند تا آنها ناچار نباشند همه چیز را از نو آغاز کنند.

سوم، آیا به‌واقع پیشرفت «ریاضیات مقدماتی» در یونان و اسکندریه به‌طور کامل انجام شد؟ اساسی‌ترین بخش «ریاضیات مقدماتی» یا «ریاضیات با کمتهای ثابت»، بخش «محاسبه‌ای» ریاضیات، یعنی حساب، جبر و مثلثات است که ریاضیدانان یونانی، یا به‌طور کلی به آنها نپرداختند و یا حد ناچیزی از آنها را مورد مطالعه قرار دادند. حتی عددنویسی موضعی که امروز به کار می‌بریم و، کشف آن موجب جهشی در پیشرفت ریاضیات بود، به هیچ‌وجه در یونان پدید نیامد، درحالی که سده‌ها پیش از ریاضیدانان یونانی، مردم ساکن «میان دورود» از عددنویسی موضعی استفاده می‌کردند و حتی برای مرتبه‌های خالی، علامت صفر را به کار می‌بردند. درحالی که هندسه در یونان، به مرز بالایی از شکوفایی رسید، جبر یا مثلثات، حتی به‌وجود نیامد. این ریاضیدانان اروپایی بعد از رنسانس، از کدام منبع اروپایی استفاده کردند که یکباره کار پیشرفت جبر و مثلثات را، از نقطه‌های پایانی آغاز کردند؟ کدام سرچشمه یونانی روش عددنویسی موضعی را به آنها آموخت؟

که براساس مدارک موجود، چنین دیدگاهی را ارائه دهد.

در سالهای پنجاه سده بیستم، کولموگوروف، ریاضیدان نامدار شوروی، مقاله‌ای در زمینه «تاریخ ریاضیات» نوشت و برای کشف قانونهای حاکم بر مسیر تکاملی ریاضیات، کشف مرحله‌های مختلف تکامل ریاضیات را ضروری دانست. کولموگوروف، چهار مرحله اساسی را در نظر گرفته است:

۱. مرحله شکل‌گیری مفهومیهای اصلی ریاضیات، یا مرحله پیش آگاهی. این مرحله با آغاز ریاضیات یونانی، پایان می‌یابد.

۲. مرحله ریاضیات مقدماتی یا ریاضیات با کمتهای ثابت، و به‌طور عمده این مرحله را ریاضیدانان ساکن یونان و سپس اسکندریه گذرانده‌اند.

۳. ریاضیات با کمتهای متغیر که به تقریب از دوران نیوتون و لایب‌نیتس آغاز و در سده نوزدهم ختم می‌شود.

۴. ریاضیات امروزی که در زمان ما هم ادامه دارد.

همان‌طور که می‌بینیم، کولموگوروف (با این که به بستگی کامل ریاضیات و عمل اعتقاد داشت) تقسیم‌بندی خود را براساس پیشرفت ریاضیات نظری انجام می‌دهد و به زبان دیگر، تنها به انگیزه درونی ریاضیات توجه دارد.

اعتبار بیش از اندازه کولموگوروف، موجب شد که بعد از انتشار این مقاله، بیشتر کسانی که در زمینه تاریخ ریاضیات کار کرده‌اند، با پذیرفتن این مرحله‌های چهارگانه، به‌طور عمده روی خط ریاضیات نظری پیش رفتند. اما، این شیوه برخورد با مسیر تکاملی ریاضیات، ضمن این که توانسته است بسیاری از جنبه‌های تاریخ گذشته را روشن کند و به دلیل وجود یک معیار، بسیاری از دشواریها را برطرف کرده است، نمی‌تواند به بسیاری از پرسشها پاسخ بدهد. اشکال این معیار چیست؟

اول، این روش برخورد با تاریخ تکامل ریاضیات، نیمی از ریاضیات، یعنی ریاضیات کاربردی را فراموش می‌کند و یکپارچگی ریاضیات را به هم می‌زند. کارآیی ریاضیات و یکی از دلیلهای عمده پیشرفت آن، وحدت نظریه و عمل در آن است. درست است که گاه این و گاه آن، در اولویت قرار می‌گیرد و جهت بررسیهای ریاضی را به سمت نظریه یا عمل می‌کشاند، ولی اولاً این جدایی نمی‌تواند برای دوره‌ای طولانی پایدار بماند و در ثانی نه درحالت سمت‌گیریهای نظری، ریاضیات کاربردی به کلی خاموش است و نه در حالت سمت‌گیری کاربردی، ریاضیات نظری در جای خود درجامی‌زند. ریاضیات را چه

مثلت (چه در روی صفحه و چه در روی کره)، محاسبه ریشه معادله‌های جبری، محاسبه دقیق عدد «پی» (که هم با کسرهای شصت شصتی و هم با کسرهای دهمی نوشته می‌شد). عملهای مربوط به محاسبه، نظریه نسبتها را شکل داد و با به کار بردن عدد درباره کمیت‌های پیوسته، مفهوم آن را گسترش داد.

نوشته‌های بکر ریاضیدانان شرق و میانه و نزدیک و یا ترجمه‌هایی که از ریاضیات یونانی به زبان عربی انجام دادند، تأثیر فوق العاده‌ای در پیشرفت دانش و فرهنگ کشورهای اروپایی از سده دوازدهم به بعد داشته است.

در سده دوازدهم، رساله‌های حساب و جبر خوارزمی، به لاتینی ترجمه شد. در جریان مبارزه هواخواهان عددنویسی موضعی با نمایندگان تفکر کهنه، سرانجام عددنویسی موضعی و رقم‌های هندی در اروپای غربی پذیرفته شد و به غلط نام «رقم‌های عربی» به خود گرفت. شکل لاتینی شده نام «الخوارزمی» (Algorithmus) در آغاز به نوع محاسبه با دستگاه عددنویسی موضعی دهمی گفته شد و، سپس (از زمان لایب نیتس)، به هر جریان منظم محاسبه‌ای، «آلگوریتیم» گفتند. نام کتاب خوارزمی، ابتدا «الجبر و المقابله» و سپس تنها «الجبر» و به شکل Algebre، روی «دانش جبر» گذاشته شد. به تقریب در همین زمان، نوشته‌های فارابی، ابوکامل و ابن سینا نیز ترجمه شد. در سده دوازدهم، نوشته‌های اقلیدس، بطلمیوس، ارشمیدس، آپولونیوس و دیگر دانشمندان یونان باستان، از عربی به لاتینی برگردانده شد. در این زمان، در اسپانیا، ایتالیا و جنوب فرانسه، گروه‌های زیادی به ترجمه اثرهای عربی مشغول بودند.

نخستین ریاضی‌دان بزرگ اروپای غربی، فیبوناچی (۱۱۷۰ - ۱۲۵۰ میلادی) در نونس تحصیل کرده بود، «کتاب حساب» فیبوناچی، زیر تأثیر جدی «ابوکامل» نوشته شد و مسأله‌های زیادی در حساب و جبر را از او تقلید کرد. ریاضی‌دان دیگر اروپای سده‌های میانه، رژیومونتان (۱۴۳۶ - ۱۴۷۶ میلادی) نویسنده «پنج کتاب درباره همه گونه‌های مثلثات» است که، به صورت گسترده‌ای، از نوشته‌های «بتانی» و «توسی» استفاده کرده است.

در سده پانزدهم میلادی، وقتی قسطنطنیه به وسیله ترکها اشغال شد، تماس فرهنگی بین شرق و اروپا رو به گسترش نهاد. در این زمان دیگر، جدولهای اخترشناسی گورکانی و دیگر آثار دانشمندان ساکن سمرقند، که به زبان‌های یونانی جدید، لاتینی و آلمانی ترجمه شده بود، در اروپا به دست می‌آمد. ضمن این ترجمه‌ها، باید از نوشته‌های مربوط

چهارم، آیا این شیوه بحث درباره مسیر تکاملی تاریخ ریاضیات، با همه قانونهای تکامل، که در اساس بر وجود تضاد درونی پدیده و «نفی در نفی» قرار دارد، تکیه می‌کند؟ کدام تضاد درونی، موجب تکامل ریاضیات شده است؟ در هر مرحله، کدام قانون یا روش ریاضی مربوط به مرحله قبل، «نفی» شده است؟ ... اگر می‌پذیریم که زندگی و عمل، یکی از نیرومندترین انگیزه‌های پیشرفت دانش، و از جمله ریاضیات، است، در این تقسیم‌بندی، چگونه می‌توان نقش این عوامل اصلی را پیدا کرد؟...

این گونه پرسشها را که بیشتر جنبه منطقی و فلسفی دارد، تا هر جا بخواهید، می‌توان ادامه داد. ولی، اگر به گونه‌ای که در این نوشته آوردیم، با تاریخ ریاضیات برخورد کنیم، همه این دشواریها برطرف می‌شود: ریاضیات، به تناوب، از دوره‌های کاربردی و نظری عبور کرده است و ما هم اکنون در دوره پنجم تکامل ریاضیات - که سمت‌گیری کاربردی دارد - به سر می‌بریم. دوره‌های دوم و چهارم تکامل ریاضیات (یونان باستان و اروپای غربی بعد از رنسانس) دوره‌هایی با سمت‌گیری نظری و دوره‌های اول و سوم مسیر پیشرفت ریاضیات (دوره پیش از یونان و دوره بلافاصله بعد از یونان) دوره‌هایی با سمت‌گیری کاربردی بوده است و به ویژه، دوره سوم را در تاریخ تکامل ریاضیات، می‌توان به حق، ریاضیات ایرانی دانست، چرا که بیشتر پژوهشهای ریاضی در ایران و به وسیله دانشمندان ایرانی انجام گرفته است. ریاضیات، دانشی بویاست و، این بویایی، به‌خاطر بستگی آن با عمل و زندگی و دانشهای دیگر است. حرکت تکاملی دانش ریاضی مثل هر حرکت تکاملی دیگری، صعودی است، ولی روی یک خط راست پیش نمی‌رود، حرکت تکاملی ریاضیات، حرکتی مارپیچی است. در دوره سوم تکامل ریاضیات (یعنی ریاضیات ایرانی)، مثل دوره اول (پیش از ریاضیات یونانی)، سمت‌گیری کاربردی دارد، ولی در سطحی بسیار بالاتر از آن قرار می‌گیرد، چرا که در این دوره، از همه دستاوردهای دو دوره گذشته استفاده می‌شود، شکافها و رخنه‌های موجود در ریاضیات قبلی از بین می‌رود و شاخه‌های تازه‌ای از ریاضیات (که بیشتر به کار عمل، مثل تقسیم ارث یا محاسبه‌های مربوط به اخترشناسی می‌خورد) پدید می‌آید. در پایان، این نکته را که از مقاله آقایان «روزنفلد» و «کوبسف» برداشته‌ایم و می‌تواند به عنوان جمع‌بندی کوتاهی از کارهای ریاضیدانان ایرانی در نظر گرفته شود، بخوانید:

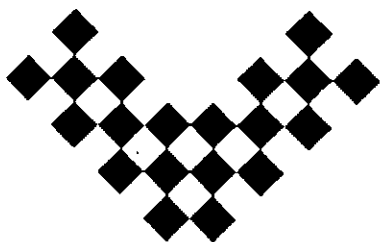
«ریاضیدانان شرق میانه و نزدیک، در زمینه محاسبه‌های ریاضی، موفقیت‌های زیادی به دست آوردند: محاسبه جدولهای مثلثاتی، حل

آشنائی دکارت با نوشته‌های توسی اطلاعی نداریم، ولی جان والیس (۱۶۱۶ - ۱۶۶۳ میلادی) با این نوشته‌ها آشنا بود و در یکی از کارهای خود - که به نظریه خط‌های راست موازی و نظریه تشکیل نسبت‌ها اختصاص دارد - همان بحث و بررسی توسی را تکرار کرده است. «ساکری» با نظریه خط‌های راست موازی خیام و توسی به وسیله والیس آشنا شد. و ما می‌دانیم، این دو نظریه، متوجه دو کشف بزرگ در تاریخ ریاضیات شد: «هندسه نا اقلیدسی» و «کمیت‌های متغیر...».



ادب ریاضی

در حدود ۳۵۰ سال روی اثبات قضیه آخر فرما (معادله $x^n + y^n = z^n$ برای $n \geq 3$ دارای جواب صحیح و غیربدیهی نمی‌باشد) تلاش شده و این قضیه که به خودی خود اهمیت چندانی ندارد توانسته بزرگان ریاضی را مشغول کند، اما اکنون که پس از ۳۵۰ سال این قضیه به اثبات رسیده است، باعث ترقی و پیشرفت بسیاری از نظریه‌ها و اثبات چندین قضیه و حدس حل نشده و پیوند بعضی از شاخه‌های علم ریاضی به یکدیگر شده است.



به جبر هم نام برد که، در آن‌ها، اصطلاحهای جمشید کاشانی، برای نخستین بار در اروپا معمول شد. در همین زمان، بحثی که توسی درباره اقلیدس کرده بود، شناخته شد و اروپایی‌ها، با دیدگاه‌های خیام و توسی درباره «نسبت‌ها» و «خط‌های راست موازی» آشنا شدند. محتمل است که اروپایی‌ها، اندیشه «بی‌نهایت کوچک‌ها» را از بحثی که توسی درباره ارشمیدس کرده است، گرفته باشند. اندیشه‌های خیام و توسی و تعمیم مفهوم عدد و گسترش آن تا عدد پیوسته، به اندیشه‌های دکارت (۱۵۹۴ - ۱۶۵۰ میلادی) خیلی نزدیک است، که پاره خط راست هندسی را، به عنوان عددها شرح داده است، مطالعه می‌کند. درباره



تفریح اندیشه ۵

۹ دانش‌آموز به صورت دایره ایستاده‌اند. برای تعیین برنده بازی، آنها به ترتیب از ۱ تا ۵ در جهت عقربه ساعت می‌شمارند و پنجمین نفر از دایره خارج می‌شود. بازی را به همین ترتیب تا آخر ادامه می‌دهند. یعنی ۵ تا ۵ می‌شمارند و هر بار پنجمین نفر از دور بازی کنار می‌رود. آخرین نفر باقی مانده برنده محسوب می‌شود.

مهرداد کسی است که شمردن را انجام می‌دهد و می‌خواهد این کار را از کسی شروع کند که خودش برنده شود. اگر این ۹ نفر را A, B, C, D, E, F, G, H, I (در جهت عقربه‌های ساعت) بنامیم، مهرداد شمارش را از کدام یک باید شروع کند؟ از کتاب تفریح اندیشه با بازیهای عددی ترجمه سیمین دخت ترکپور

جواب در صفحه ۸۸