زندگی برای یافتن جواب مجهولات است

پای صحبت محمدرضا فاطمی دزفولی، دربارهٔ تاریخ ریاضی خوزستان

اشاره

در اواخر سال ۱۳۹۵، فرصتی دست داد تا با یکی از علاقه‌مندان به تاریخ ریاضی، به گفت‌وگو بنشینیم. آنچه در ادامه می‌آید، گزارش کوتاهی از یک گفت‌وگوی دوستانه با سیدمحمدرضا فاطمی دزفولی است که با وجود آنکه رشته تحصیلی و اشتغال ایشان، ارتباط مستقیم به رشته ریاضی نداشته است، ولی هم‌چنان، به مطالعات خود در رابطه با تاریخ ریاضی در خطه خوزستان ادامه می‌دهند. از بهنام آیتی‌پور، دبیر ریاضی دزفول نیز که ارتباط ما را با استاد فاطمی تسهیل نمودند، سپاسگزاریم. **سردبیر**

● **زهرا گویا: جناب آقای فاطمی، لطف کنید و اشاره کوتاهی به زندگی‌نامه خود و چرایی و چگونگی علاقه‌مندی‌تان به ریاضی و تاریخ ریاضی نمایید.**

○ **محمدرضا فاطمی:** من متولد فروردین ۱۳۱۶ در تهران هستم. اما دزفولی‌ام و نسب من، از یک طرف به ساداتِ گوشه و از طرف دیگر، به شیخ‌الاسلام عاملی می‌رسد، که مدعی بوده از اولاد شیخ بهایی بوده است. دوران ابتدایی را در دبستان کاشف دزفول و دوران متوسطه را در دبیرستانی که آن زمان، پهلوی نامیده می‌شد، گذراندم. سال آخر دبیرستان را هم در اهواز بودم. بعد از اتمام دوره دبیرستان، برای ورود به دانشگاه تهران امتحان دادم و در رشته‌های فیزیک، شیمی و کشاورزی قبول شدم.

● **کدام را انتخاب کردید؟**

○ رشته «آبادی و آبادانی» از گرایش‌های کشاورزی را انتخاب کردم. «آب» و تأمین منابع و حفاظت از آن‌ها، مسئله خوزستان بود. البته این رشته، با ریاضیات عجین بود و بخشی از علاقه مرا نسبت به ریاضی،

عکاس: اعظم لاریجانی

تأمین می‌کرد. رشته من، دوره فوق‌لیسانس پیوسته بود و در سال ۱۳۳۹، از آن فارغ‌التحصیل شدم و به استخدام «بنگاه مستقل آبیاری» درآمدم. در سال ۱۳۷۶ بازنشسته شدم و احساس کردم که الان، بهترین موقعیتی است که دنبال کاری بروم که همیشه دوست داشتم و آن، تاریخ علم بود و این، شروع آشنایی‌ام با

آقـــای دکتر محمد باقری عضو محتـــرم دایرةالمعارف اسلامی و پژوهشگر تاریخ ریاضی در ایران بود.

لازم است بگویم که در دوران دبیرستان، مقداری عربی خوانده بودم. همچنین، برداشت نسبتاً خوبی هم از خوزستان و از ریاضیات داشتم. اما آنچه موجود بود نشان می‌داد که اگرچه انواع و اقسام عالِم در خوزستان بودند، ولی یک ریاضی‌دان بین آن‌ها نبود.

اولین مأموریت اداری من، کازرون بود. آنجا دریافتم که تمدن عیلامی، بدون ریاضیات ممکن نبوده است. هرچه می‌خواندم، بیشـــتر مطمئن می‌شدم که بدون وجـــود ریاضیاتی بســـیار قوی، آن تاریـــخ اصلاً وجود نمی‌داشـــت، مثلاً وقتی به چغازنبیل، تمدن شـــوش، بِیشـــابور، نهاوند و هرجا که می‌رفتم، کنجکاو بودم که چه کســـانی و چگونه، ریاضیات لازم بـــرای خلق آن عظمت‌ها را آفریده‌اند.

بعد شـــروع به خواندن تاریخ معاصـــر در رابطه با باستان‌شناسی و زمان رضاخان کردم. در این مطالعات، با کارهای بزرگانی چون بدرالزمان قریب که متخصص زبان‌های مرده اســـت، آشنا شـــدم. هرچه می‌خواندم و می‌گشـــتم، می‌دیدم که دیگران، حتی برای خودشان تاریـــخ تقلبی علم و ریاضی درســـت می‌کنند. ولی در ایران، چون زیاد داریم، قدرش را نمی‌دانیم. البته اخیراً، کتاب‌هایی در مورد ریاضیات بعد از اسلام نوشته شده، ولی در مورد تاریخ ریاضی قبل از اســـلام، خلأ بزرگی وجود دارد.

برای مثال، در دوره‌های هخامنشـــی، ساســـانی و اشکانی، حتی وابستگی پادشاهان به نجوم و ریاضیات، آن‌قـــدر بوده که علاوه بر حمایـــت از خلق آثار تمدنی بی‌نظیر، حتی زندگی خصوصی آنان نیز بدان وابســـته بوده اســـت و برای کارهای شخصی خود، با منجمان مشورت می‌کردند.

o دکتر زنگنه: مسئله مهم، مدون کردن تمام تاریخ قبل از اســـلام، در ایران اســـت، زیرا تاریخ ما را یونانی‌ها نوشـــتند. وقایع‌نگاران نیز با شـــاهان حرکت می‌کردند و مجبور بودند مطابق میل آنان بنویسند.

o چند نفری در ســـده‌های اخیـــر، فعالیت‌هایی کرده‌اند، ولی راه درازی در پیش است. مثلاً قراردادهای حفاری- باستان‌شناسی که ناصرالدین شاه با فرانسوی‌ها بســـت، عملاً باعث شـــد که بخش اعظم آثار به دست آمده، به موزه لوور برســـد که بـــرای نمونه، می‌توان به «مجسمه عیلامی بدون ســـر» اشاره کرد. البته جورج کامِرون، توانست تاریخ داریوش را به سه زبان عیلامی، فارسی هخامنشی و میخی بخواند و رمز آن‌ها را کشف کنـــد. کاری که وی کـــرد، **وقف زندگی برای یافتن جواب مجهولات بود.**

● برگردیم به علاقه شـــما به تاریخ ریاضی خوزستان

o کتاب ابوالحســـن اهوازی را کـــه به زبان عربی بـــود، آقای دکتر محمد باقری به مـــن معرفی کرد. با علاقه‌مندی، دنبال این کتاب رفتم. دو نســـخه از آن را

در کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران پیدا کردم که یکی اهدایی مرحوم مشکات و دیگری، امام جمعه خوئی بود و خواندنش سخت بود؛ زیرا کتاب، خط و نقطه و شکل نداشت. بعد تلاش کردم و با مکاتبات متعدد با برلین و آستان قدس و هندوستان و لایدن هلند و هرجا که ممکن بود، هشت نسخه از آن را پیدا کردم.

بعداً، سراغ «شرح صدر مقاله دهم کتاب اقلیدس» رفتم که از اُمَّهات ریاضیات دنیاست. این کتاب شامل ۱۳ فصل است و در کتاب دهم، راجع به مقادیر گنگ (اصم) صحبت کرده که چگونه پیدا کردن قطر مربع ۱×۱، برای یونانی‌ها گیج‌کننده بوده است. وقتی این کتاب به دست ایرانیان مسلمان افتاد، گفتند همان کاری را که می‌توان روی اعداد صحیح نمود، با اعداد گنگ هم شدنی است که این مطالب، در یک نسخه روسی از این کتاب، درج شده است.

خلاصه، جست‌وجوهایم مرا با گاهنامه‌های سیدجلال‌الدین تهرانی که منجم بزرگی بود و بین سال‌های ۱۳۰۸ تا ۱۳۱۱ آن‌ها را منتشر می‌کرد، آشنا نمود که در این مورد، مطالب جالبی داشت. بعد هم به دو کتاب آلمانی که راجع به زُمِر از منجمان عرب بود و ترجمه عربی آن موجود بود، برخوردم. در هر حال، این کتاب را هم از عربی به فارسی ترجمه کردم و همگی آن‌ها در قالب کتابی درآمد که با مشکلات زیاد چاپ شد، لازم است این را هم بگویم که نقش خانواده نوبختی در ریاضیات و نجوم در دانشگاه جندی شاپور، قابل ملاحظه است.

● با تشکر از وقتی که به ما دادید و در ذهن ما، سؤال‌های بکری ایجاد کردید، با اجازه شما، به‌عنوان حسن ختام این گفت‌وگوی کوتاه ولی به غایت شیرین و آموزنده، ترجمه «محاسبه عدد π با دقتی شگفت‌انگیز» را در ادامه می‌آوریم.

■■■

محاسبه عدد π با دقتی شگفت‌انگیز ($\pi = \frac{۳۵۵}{۱۱۳}$)

نگاهی کوتاه به جنبه‌های تاریخی و فرهنگی آن (با توجه به سهم دانشمندان مشرق زمین)

در پیوند با اندازه‌گیری که در یک دایره انجام می‌شود. جالب‌ترین رقمی که می‌تواند به‌دست آید عدد π است. تاریخچه پیدایش، تحول تدریجی و مقادیر مختلفی که طی قرون و اعصار برای عدد π به دست آمده است، یکی از بخش‌های مشهور مبانی ریاضیات و شناخت پیشرفت بسیاری از مفاهیم ریاضی است.

عدد π نه تنها گنگ بلکه متعالی است، بنابراین مقدار واقعی آن نمی‌تواند برابر یک عدد گویا یا کسری باشد. در نتیجه همیشه به صورت تقریب می‌ماند.

زوچُنگ ژی[1] (که تسوچونگ چی[2] نیز نوشته می‌شود) (۴۲۹-۵۰۰ میلادی) از ریاضی‌دانان بزرگ چین بود. اگرچه کتاب معتبر او ژویی شو[3] (روش ترکیب ریاضی) است که در سال ۴۸۰ میلادی نوشته شده است در دست نیست، ولی خوشبختانه قسمت‌هایی از آثار او در کارهای دیگران نقل شده است. کتاب سوئی شو[4] (تاریخ رسمی سلسله سوئی[5]، ۵۸۱-۶۱۸ میلادی) که از او، به عنوان «شاهزاده ریاضی‌دانان» نام برده شده و اضافه کرده است که وی، روش‌های ظریفی جهت تربیع دایره ابداع نموده است.

طبق مندرجات کتاب مزبور، نسبت‌هایی دقیق و تقریبی که زو، بین محیط دایره C، و قطر دایره یعنی D پیدا کرده است به ترتیب ۳۵۵ به ۱۱۳ و ۲۲ به ۷ هستند. بنابراین او نه فقط نسبت تقریبی ارشمیدس یعنی

$$\pi = \frac{۲۲}{۷} \quad (۱)$$

$$\pi = \frac{۳۵۵}{۱۱۳} \quad (۲)$$

بلکه مقدار بسیار دقیق و تازه را پیدا کرده است.

مهم‌تر آن که در کتاب سوئی شو، نقل شده است که زو مقدار دقیقی را که محیط دایره می‌تواند در آن قرار گیرد تعیین کرده است. این حدود (در شکل قدیمی آن) به مقادیر زیر می‌رسد:

$$۳/۱۴۱۵۹۲۶ < \pi < ۳/۱۴۱۵۹۲۷ \quad (۳)$$

جالب است که بر اساس بعضی نوشته‌ها، اندیشه‌های ژرف مندرج در کتاب ژویی شو در خود کشور چین، به درستی درک نگردید و به زودی رها و به بوته فراموشی سپرده شد. اما برعکس، ارزش آن را در ژاپن شناختند و زیر عنوان دیگری (تتسوجوتسو[6]) دنبال گردید و تأثیر بسیاری بر ریاضیات رسمی آن دیار گذاشت.

یکی از ریاضی‌دانان قدیم چین به نام لیو هویی[7] (قرن سوم میلادی)، با به‌کار بردن روش کثیرالاضلاع‌های محاطی، به مقدار تقریبی زیر برای عدد π رسید:

$$\pi = \frac{۱۵۷}{۵۰} \quad (۴)$$

چندی بعد هوچنگلیان[8] (۳۷۰- ۴۴۷ میلادی) یکی از روش‌های واسطه‌یابی موزون[9] را به‌کار برد. در حالت کلی، اگر دو کسر مثبت $\frac{a}{b}$ (کوچکتر) و $\frac{c}{d}$ (بزرگتر) در دست بوده و n، تعداد تکرار یا گام باشد،

مقادیر درون‌یابی میانی بسیاری می‌تواند از کسر موزون به‌دست آید:

$$\frac{a+nc}{b+nd} \qquad (۵)$$

ما این روش را برای (۱) و (۴) به‌کارمی‌بریم.

چون:

$$\frac{۱۵۷}{۵۰} < \pi < \frac{۲۲}{۷} \qquad (۶)$$

عبارت (۵) با فرض n=۹ به آســانی به صورت زیر در می‌آید:

$$\frac{۱۵۷+۹\times۲۲}{۵۰+۹\times۷} = \frac{۳۵۵}{۱۱۳} \qquad (۷)$$

که همان مقدار دقیقی است که زو به‌دست آورده بود و ما آن را در (۲) دیدیم.

برای رســیدن به چنین نتیجه‌ای، راه دیگری نیز می‌توانست پیشنهاد شــود. لیو در شرح خود به کتاب معروف جیو ژانگ ســوان شــو[۱۰] (نه فصل درباره هنر ریاضی) محاســبات مربوط به محیط دایره را «با اعداد بســیار خرد» انجام داد. او به صراحت اعلام نمود برای دایره‌ای به قطر ۱۳۵۰، محیط ۳۹۲۷ خواهد بود و به این ترتیب، رابطه زیر را نتیجه گرفت:

$$\pi = \frac{۳۹۲۷}{۱۲۵۰} \qquad (۸)$$

ولی در عمل، ترجیح می‌داد از نســبت ساده (۴) اســتفاده کند. با این همه، بعضی از دانشمندان اخیر چیــن (۸) آن را نه به عنوان یادگیری از لیو بلکه اثری از زو مورد توجه قرار می‌دهند زیرا بدون شک، با کار و روش شخص اخیر، آشنایی بیشتری دارند.

به هر حال زو، به خاطر این مقدار ســاده و دقیق مورد توجه قرار گرفت، کســر (۸)، با به‌کار بردن روش مشــهور و قدیمی اقلیدس می‌توانست به صورت کسر مسلسل زیر نوشته شود:

$$\frac{۳۹۲۷}{۱۳۵۰} = ۳ + \cfrac{۱}{۷ + \cfrac{۱}{۱۶ + \cfrac{۱}{۱۱}}} \qquad (۹)$$

از این کســر می‌توانیم به آسانی دریابیم که (۱) و (۲) دومین و ســومین پرش در کسر مسلسل هستند. در اینجا هنوز یک موضوع قابل توجه دیگر وجود دارد که با علائم جدید ریاضی، کســرهای مسلســل ساده (هنگامی که صورت‌ها واحد باشند- مانند (q)) می‌توانند به صورت [۱۱ و ۱۶ و ۷ : ۳] نوشته شوند. در ۱۷۶۱، ژ. هـ. لامبر[۱۱] نشان داد که مقدار حقیقی π عبارتست از:

$$[۳:۷, ۱۵, ۱, ۲۹۲, ۱, ۱, ..., \infty] \qquad (۱۰)$$

با چنین نشانه‌گذاری، نامعادله زو (با هر آنچه که با روش خود به‌دســت آورده بود) می‌تواند به این صورت بیان شود که

$$[۳:۷, ۱۵, ۱, ۲۴۳,...] < \pi < [۳: ۷, ۱۵, ۱, ۳۴۵,...] \qquad (۱۱)$$

در اینجا می‌بینیم چهار برش اول در هر دو طرف نامعادله، یکسانند. همچنین کسرهای با صورت واحد و مخرج‌های ۲۴۳ و ۳۵۴ بسیار کوچک بوده و نادیده انگاشتن آن‌ها، عملاً تغییری در نتایج حاصله نمی‌دهد. بنابراین از (۱۱) مقدار دقیق‌تر زیر به‌دست می‌آید:

$$\pi = [۳ : ۷,۱۵,۱] = \frac{۳۵۵}{۱۱۳}$$

در هندوستان، دانشمند پیرو مکتب جینَ[۱۲] به نام ویراسنا[۱۳] (۸۱۶ میلادی) در شرحی که به داوالا[۱۴] دارد، بیتی نقل می‌کند که دستور زیر در آن است:

$$C = ۳D + \frac{۱۶D+۱۶}{۱۱۳} \qquad (۱۲)$$

او همچنین مدعی است که این مقدار «دقیق‌تر از دقیق» است.

ساختاز (۱۲) نشــان می دهد که افزودن عدد ۱۶ به معنی یک تعمق آگاهانه و برای دقت بیشتر C بوده که از دستور زیر به‌دســت می‌آید و به مقدار دقیق زو می‌رسد:

$$C = ۳D + \frac{۱۶D}{۱۱۳} \qquad (۱۳)$$

برای D=۲۰۰۰۰ (که به‌وسیله ریاضی‌دان معروف هندی آریابهاتابی اول[۱۵] پذیرفته شــده بود)، با فرمول (۱۳)، C=۶۲۸۳۱ به‌اضافه $\frac{۹۷}{۱۱۳}$ خواهد شد. در حالی‌که طبق (۱۳)، C=۶۲۸۳۲ می‌شود که همان مقداری است که آریابهاتا (متولد ۴۷۶ میلادی) در آریابهاتیا[۱۶] (۱۱ و ۱۰) داده و به مقدار قبلی نزدیک است.

آریابهاتا دانشــمندی مورد احترام (آکاریا[۱۷]) و در نتیجه بین هندیان صاحب نفوذ فراوان بود. او به‌عنوان تجسم خدای خورشید که به جانشینی این خدا برای اصلاح ســنجش زمان بر روی زمین فرستاده شده، از احترام بســیار برخوردار بود. بنابراین تصور می‌شد که دستور (۱۲) دقت بیشتری دارد. باید اشاره کرد که در دوران سلطنت سلسله‌های سویی و تانگ[۱۸] (۹۰۳-۶۱۸ میلادی)، مبادلات فرهنگی بین چین و هند از طریق مذهب بودا گسترش فراوان یافته بود.

نوشــته‌های ریاضی که در هندوستان یافت شده و بــدون تردید به دســتور (۲) می‌رســند، در آثاری چون تانتراســاموکایا[۱۹] (۱۴۲۸) از نارایا نامپوتیری[۲۰] و تانترا سنگسها[۲۱] تألیف نیل کنته سومایاجی[۲۲] (حدود ۱۵۰۰ میلادی) و گلسارا[۲۳] (از تألیفات همین شخص) و بعضی نویسندگان دیگر دیده می‌شود.

ظاهراً، در اروپا برای اولین بار، والنتین اوتو[۲۴] به‌کار بردن دستور (۲) را در ۱۵۷۳ پیشنهاد کرده بود.

او آن را از یافته‌های بطلمیوس یعنی $\pi = \frac{۳۷۷}{۱۲۰}$ و ارشمیدس (دستور ۱) به قرار زیر به دست آورده بود:

$$\frac{۳۷۷-۲۲}{۱۲۰-۷} = \frac{۳۵۵}{۱۱۳}$$

اگر در دستور (۵) n=-۱۰ فرض شود، مقدار بالا به‌دست می‌آید.

دوازده سال بعد، آدریان آنتونیزون[۲۵] (=پیترمتیوس[۲۶]) هلندی با یک «اتفاق مساعد» موفق شد همین نسبت را به قرار زیر، به دست آورد.

$$\frac{۳۳۳}{۱۰۶} < \pi < \frac{۳۷۷}{۱۲۰} \qquad (۱۴)$$

برای این کار، دستور (۵) را در حالت n=۱ به‌کار برد و بعد، جمع صورت و مخرج دو کسر را به ۲ ساده کرد تا آنچه که متوسط گویا[۲۷] نامیده می‌شد، حاصل گردید.

اگر کسور دهدهی را به‌کار ببریم، از دستور (۲) π تا شش رقم اعشار درست به‌دست می‌آید، ولی (۳) نشان می‌دهد که زو، π را تا هشت رقم اعشار به‌طور صحیح پیدا کرده است. این رقم دقیق تا نه قرن بعد در دنیای علم جایی نداشت.

مادهوا[۲۸] (حدود ۱۴۰۰)، بنیانگذار مکتب آریابهاتای نوین، یک بند شعر سانسکریت دارد که π را با مقدار زیر بیان می‌کند:

$$\pi = \frac{۲۸۷,۴۳۳۳,۸۸۲۳,۳}{۹\times۱۰^{۱۱}} \qquad (۱۵)$$

که پس از گرد کردن، مقدار عدد π را تا ۱۲ رقم اعشار به‌دست می‌دهد.

از این مهم‌تر، مادهوا یا سلسله‌های معروف به گرگوری[۲۹]، برای $\tan^{-1} x$ را می‌شناختند که دنباله‌های نامتناهی بسیاری برای π، از آن استخراج می‌شود.

در ۱۴۲۴ میلادی، جمشید کاشانی از ایران، رساله گرانقدر خود را با نام رساله محیطیه به زبان عربی نوشت. کاشانی در این رساله عدد π را تا ۱۶ رقم اعشار به درستی محاسبه نمود. این کار با روش کلاسیک و استفاده از کثیرالاضلاعی با ۳×۲^{۲۸} ضلع انجام گرفت.

در اروپا، ویتا[۳۰] عدد π را تا ۹ رقم اعشار (۱۵۷۹) و آدریان وان رومن[۳۱] تا ۱۵ رقم اعشار (۱۵۹۳) پیدا کردند. چندی بعد، ریاضی‌دان مشهور آلمانی لودلف وان کولن[۳۲] (در ۱۶۱۰) آن را تا ۳۵ رقم اعشار محاسبه نمود. کلیه این کارها با روش کلاسیک انجام گرفت.

برای آگاهی از ترسیم‌های هندسی نسبت به زو (۲)، به برگرن[۳۳] و دیگران (۲۰۰۴) مراجعه شود. این ترسیم‌ها به وسیله جاکوب دوگلدر[۳۴] (۱۸۴۹)، س. رامانجوان[۳۵] (۱۹۱۳) و ت. م. پ. هوگس[۳۶] (۱۹۱۴) ارائه شده‌اند.

پی‌نوشت‌ها

1. Zuchong Zhi
2. TsuChung-Chi
3. Zhui Shu
4. Sui Shu
5. Sui
6. Tetsujutsu
7. Liu Hui
8. Ho Chenglian
9. Harmonized Averaging
10. Jiu Zhang Suan Shu
11. J. H. Lambert
12. Jaina
13. Virasana
14. Dhavala
15. Ariabhata I
16. Āryabhatiya
17. Ācaryā
18. Tang
19. Tantrasamuccaya
20. Nārāyana Nampūtiri
21. TantraSangsaha
22. Nilakantha Somāyāji
23. Golsarā
24. Valentin Otho (otto)
25. Adrian Anthoniszoon
26. Peter Metuis
27. mean rational
28. Mādhava
29. Gregory
30. Vieta
31. Adrian Van Roomen
32. Ludolph Van Ceulen
33. Berggren
34. Jacob de Gelder
35. S. Ramanjuan
36. T. M. P. Hughes