ریاضی‌دان، ستاره‌شناس، فیلسوف و رباعی‌سرای نام‌دار ایرانی

احسان یارمحمدی

اشاره

غیاث‌الدین ابوالفتح عُمَر بن ابراهیم خَیّام نیشابوری **زادهٔ ۲۸ اردیبهشت ۴۲۷ در نیشابور و درگذشتهٔ ۱۲ آذر ۵۱۰ در نیشابور، ریاضی‌دان، ستاره‌شناس، فیلسوف و رباعی‌سرای نام‌دار ایرانی است که به واسطهٔ ترجمهٔ رباعیاتش به زبان انگلیسی توسط** ***ادوارد فیتز جرالد*** **و نیز تلاش‌هایش برای حل معادلات درجهٔ ۳ به روش هندسی، شهرتی جهانی یافت. در این مقاله، با معرفی «مستند عُمَر خیام نیشابوری» از مجموعهٔ مستند «سرزمین ستاره‌ها»، قصد داریم ریاضی‌آموزان و علاقه‌مندان به تاریخ ریاضی و دانش در ایران را با این شخصیت بی‌بدیل در عرصهٔ دانش و فرهنگ ایران زمین آشنا سازیم. به همین دلیل نخست به ارائهٔ سطرهایی از کتاب «نگاهی به تاریخ ریاضیات در ایران» به قلم زنده‌یاد** ***پرویز شهریاری*** **(۱۳۹۱ـ۱۳۰۵) که چاپ نخست آن در سال ۱۳۸۵ در «انتشارات علمی و فرهنگی» به زیور طبع آراسته شده است، می‌پردازیم و در ادامه مطالبی از مستند مزبور ارائه می‌دهیم.**

«اصیل‌ترین خلاقیت‌های این عصر (یعنی پایان سدهٔ یازدهم میلادی) در زمینهٔ ریاضیات صورت گرفت و از اصیل‌ترین چهره‌هایی که این خلاقیت را به او مدیونیم، عمر خیام ایرانی است. از این رو شایسته است، این عصر را، «عصر عمر خیام» بنامیم. او به طبقه‌بندی بسیار شایسته‌ای از معادله‌ها دست زد. از جمله، ۱۳ صورت متفاوت از معادله‌های درجهٔ سوم تشکیل داد. خیام کوشید همهٔ آن‌ها را حل کند و برای برخی از آن‌ها راه‌حل هندسی ارائه داد. در سال ۱۰۷۲ میلادی، یا اندکی پس از آن، به خواهش **سلطان جلال‌الدین سلجوقی**، گاه‌شمار تازه‌ای استخراج کرد که دقت بی‌اندازه‌ای داشت، شاید بسی بیشتر از گاه شماری ما...»

(**جرج سارتون**[۱]، مورخ دانش)

- **کارگردان:** علی‌محمد قاسمی و اعظم نجفیان
- **تهیه‌کننده:** هومن مرادی کرمانی
- **تصویربردار:** علی‌محمد قاسمی
- **تدوین اولیه:** طاهره حسینی
- **تدوین نهایی:** علی‌محمد قاسمی
- **پژوهشگر:** محبوبه کلانتری
- **طراحی و ترکیب صدا و موسیقی:** بهروز شهامت
- **انتخاب تصاویر آرشیوی:** اعظم نجفیان
- **تصویربرداران بخش مصاحبه:** مختار نامدار، کاظم فرامرزی، میثم جمال‌لو و اعظم نجفیان
- **گوینده و راوی:** محمود نظرعلیان
- تهیه شده در شبکه مستند سیمای جمهوری اسلامی ایران

دربارهٔ خیام بسیار نوشته‌اند، با وجود این دربارهٔ او ابهام‌های زیادی باقی مانده است. به ویژه دربارهٔ دوبیتی‌های او که به «رباعی» مشهورند، دیدگاه‌هایی مطرح شده‌اند که هم‌خوانی ندارند. هنوز هم هستند کسانی که از دو خیام نام می‌برند و خیام شاعر را از خیام دانشمند جدا می‌کنند. کسانی هم خیام شاعر را با خیام ریاضی‌دان و اخترشناس یکی می‌دانند. خیام ۱۸ سال در اصفهان زیست. همان‌جا بود که کتاب «شرح ما اشکل من مصادرات اقلیدس» را نوشت. او دوباره به نیشابور برگشت و در سال ۵۲۶ قمری (۱۱۳۱ میلادی)، در سن ۸۳ سالگی درگذشت. کارهای خیام در زمینهٔ ریاضیات بکر و شگفت‌انگیزاند. او برای نخستین‌بار در تاریخ ریاضیات اعلام کرد، معادله‌های درجهٔ سوم را نمی‌توان در هندسه به یاری پرگار و خط‌کش حل کرد. خیام می‌گوید: «برهان‌های این شش صنف، جز به یاری ویژگی‌های مقطع‌های مخروطی، ممکن نیست».

خیام با تقسیم‌بندی معادله‌های درجهٔ سوم، اغلب آن‌ها را به یاری مقطع‌های مخروطی حل کرد و امکان وجود دو جواب را برای معادلهٔ درجهٔ سوم بررسی کرد. ولی دربارهٔ حل معادلهٔ زیر دچار اشتباه شد:

$$x^3=cx+bx^2+a$$

خیام به جواب‌های منفی معادله‌ها توجه نکرد و در ضمن، به سادگی از کنار وجود سه جواب برای معادلهٔ درجهٔ سوم رد شد. او با موفقیت تعریف عدد را به‌عنوان عدد پیوسته به دست داد و در مقاله‌های دوم و سوم «شرح ما اشکل»، ضمن جست‌وجوی مقیاس مشترک برای مقدارهای گنگ، در واقع برای نخستین‌بار، عدد حقیقی را تعریف کرد. از این بابت باید کار خیام را سرآغازی برای پیدایش و تکامل آنالیز ریاضی دانست. او سرانجام به این حکم رسید که هیچ مقداری مرکب از اجزای غیرقابل تقسیم نیست و از نظر ریاضی، می‌توان هر مقداری را به بی‌نهایت بخش تقسیم کرد.

خیام در مقالهٔ اول شرح ما اشکل، ضمن جست‌وجوی راهی برای اصل پنجم اقلیدس دربارهٔ دو خط راست موازی، مبتکر مفهوم عمیقی در هندسه شد. او پاره‌خط راستی را در نظر گرفت و از دو انتهای آن، دو پاره‌خط راست برابر، عمود بر پاره‌خط راست اول رسم کرد. اگر دو انتهای پاره‌خط‌های عمود را به هم وصل کنیم، یک چهارضلعی به دست می‌آید با دو زاویهٔ قائمهٔ مجاور هم و دو ضلع روبه روی برابر (که پیوسته به زاویهٔ قائمه‌اند). خیام این چهارضلعی را «چهارضلعی دو قائمهٔ متساوی‌الساقین» نامید. اگر بتوان ثابت کرد، دو زاویه‌ای که در بالا پیدا می‌شوند قائمه‌اند، مانند این است که اصل اقلیدس، یعنی اصل توازی را ثابت کرده‌ایم.

خیام با استفاده از برهان خلف، برابری این دو زاویه را ثابت کرد. در این مسئله سه حالت وجود دارد: این دو زاویه یا حاده‌اند، یا منفرجه و یا قائمه. او در واقع با استفاده از اصل هم‌ارز اصل توازی، ثابت کرد که این دو زاویه نمی‌توانند حاده یا منفرجه باشند و در نتیجه قائمه‌اند. البته اهمیت کار خیام در جایی دیگر است. در واقع سه حالتی که برای چهار ضلعی دو قائمهٔ متساوی‌الساقین در نظر گرفته است، متناظر با سه هندسهٔ متفاوت‌اند: حالت زاویهٔ قائمه متناظر با «هندسهٔ اقلیدسی»، حالت زاویهٔ حاده متناظر با «هندسهٔ لوباچفسکی» و حالت زاویهٔ منفرجه متناظر با «هندسهٔ ریمانی» است.

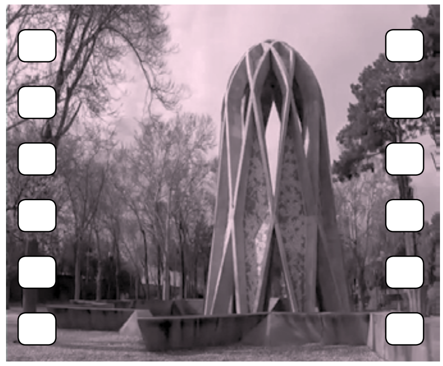
کار خیام به واسطهٔ نوشتهٔ **خواجه نصیر طوسی** به نام «تحریر اقلیدس»، به لاتینی و برخی زبان‌های اروپایی ترجمه شد و ریاضی‌دان ایتالیایی، **جووانی جیرولامو ساکری**[۲] (۱۶۶۷ـ۱۷۳۳) با طرح همین چهارضلعی کوشید تا حالت‌های زاویهٔ حاده و منفرجه را به تناقض بکشاند که البته موفق نشد. کار ساکری آغازی شد برای کارهای بعدی کسانی مانند **گاوس**، **یانوش بایای** و **لوباچفسکی** که نتیجهٔ آن پیدایش «هندسهٔ نااقلیدسی» بود. امروز در بیشتر کتاب‌های تاریخ ریاضیات، از این چهارضلعی به نام «چهارضلعی ساکری» نام می‌برند، در حالی که به حق نام «چهارضلعی خیام» برازندهٔ آن است. از این بابت، باید کار خیام را سرآغازی برای کشف هندسه‌های نااقلیدسی دانست.

نویسندگانی هستند که «مثلث حسابی **پاسکال**» را «مثلث حسابی خیام» یا «مثلث حسابی خیام- پاسکال» می‌نامند. برخی پا را از این فراتر گذاشته‌اند و معتقدند، «بسط دوجمله‌ای **نیوتن**» را باید «بسط دوجمله‌ای خیام» نامید. در این‌باره اندکی بیشتر توضیح می‌دهیم.

همهٔ کسانی که با جبر دبیرستانی آشنایی دارند، «دستور نیوتن» را دربارهٔ بسط دو جمله‌ای $(a+b)^n$ می‌شناسند. پاسکال که اندکی پیش از نیوتن می‌زیست، مثلثی عددی ساخت که هر سطر آن معرف ضریب‌های بسط این دو جمله‌ای برای مقدار درست و مثبت n است:

۱						
۱	۱					
۱	۲	۱				
۱	۳	۳	۱			
۱	۴	۶	۴	۱		
۱	۵	۱۰	۱۰	۵	۱	
۱	۶	۱۵	۲۰	۱۵	۶	۱

در این مثلث عددی، از سطر سوم به بعد، هر عدد برابر است با مجموع دو عددی که در سطر پیش، در بالا و سمت چپ آن واقع است. بنابراین، سطرهای این مثلث را می‌توان تا هرجا که لازم باشد، ادامه داد، سطر اول نمایندهٔ ضریب در بسط $(a+b)^0$، سطر دوم معرف ضریب‌ها در بسط $(a+b)^1$، سطر سوم معرف ضریب‌ها در بسط $(a+b)^2$، ...، سطر هفتم نمایندهٔ ضریب‌ها در بسط $(a+b)^6$ و سطر nام نمایندهٔ ضریب‌های بسط $(a+b)^{n-1}$ است. ولی حقیقت این است که ضریب‌های بسط دوجمله‌ای (برای توان‌های درست و مثبت)، حتی در سدهٔ دوم پیش از میلاد، البته به صورتی کم وبیش ناروشن، برای دانشمندان هندی معلوم بوده است. با وجود این، حق این است که قانون بسط دوجمله‌ای با نام نیوتن همراه باشد؛ زیرا نیوتن حالت کلی این بسط را، وقتی توان بتواند کسری یا منفی باشد، بررسی کرد؛ حالتی که برای بسط، رشته‌ای بی‌پایان به دست می‌آید.



اما دربارهٔ مثلث حسابی و ضریب‌های بسط دوجمله ای، در حالتی که توان مثبت و درست باشد، اندکی تاریخ را بررسی می‌کنیم. برای نمونه، دستور بسط دوجمله‌ای را می‌توان پیش از نیوتن و پاسکال، در کتاب «حساب مخفی» نوشتهٔ **میخائیل اشتیفل**[۳]، جبردان آلمانی، پیدا کرد. اشتیفل کتاب خود را در سال ۱۵۴۴ میلادی چاپ کرد. ضریب‌های بسط دوجمله‌ای را، برای حالت درست و مثبت بودن توان، در کتاب «مفتاح‌الحسابِ» **جمشید کاشانی** هم می‌توان دید که در سال ۱۴۲۷ میلادی نوشته شده است. بعدها، همین دستور بسط دوجمله‌ای در رساله‌ای از خواجه نصیر طوسی نیز که دربارهٔ محاسبه بحث می‌کند، کشف شد.

طوسی در سدهٔ سیزدهم میلادی می‌زیست. چه جمشید کاشانی و چه طوسی، این قاعده را ضمن بررسی قانون‌های مربوط به ریشه گرفتن از عددها آورده‌اند. همچنین براساس آگاهی‌هایی که داریم، حکیم عمر خیام رساله‌ای نوشته (خود رساله تاکنون پیدا نشده ولی از نام آن و درستی روش‌های هندسی در جذر و کعب آگاهیم) که در آن، به تعمیم قانون‌های هندی دربارهٔ جذر و کعب و برای هر ریشگی دلخواه پرداخته است. بر همین اساس می‌توان اطمینان داشت که خیام هم در نیمهٔ دوم سدهٔ یازدهم میلادی از «دستور نیوتن» و ضریب‌های بسط دوجمله‌ای (برای توان‌های مثبت و درست) آگاه بوده است.

در سال ۱۹۷۲، دو مورخ عرب، **صلاح احمد** و **رشدی راشد**، رساله‌ای از **ابونصر سموأل** فرزند **یحیی مغربی**، ریاضی‌دان و اخترشناس سدهٔ دوازدهم میلادی را به نام «الباهر فی الجبر» در دمشق چاپ کردند. مغربی مطالبی از رسالهٔ **کرجی** (ابوبکر محمد فرزند حسن حاسب کرجی)، ریاضی‌دان ایرانی پایان سدهٔ دهم و آغاز سدهٔ یازدهم میلادی، و به ویژه آن بخش را که به دستور بسط دوجمله‌ای مربوط می‌شود، نقل کرده است. این رسالهٔ کرجی تاکنون پیدا نشده و مغربی هم نام آن را نیاورده است، ولی به ظاهر باید همان کتاب «فی الحساب الهند» باشد که خود کرجی در کتاب «البدیع فی‌الحساب» خود از آن نام برده است.

به این ترتیب، قانون تعیین ضریب‌های بسط دوجمله‌ای (و طرح «مثلث حسابی پاسکال») با بررسی هایی که تاکنون انجام شده‌اند، تا سدهٔ دهم میلادی (سدهٔ چهارم هجری) عقب می‌رود و به کرجی ختم می‌شود. بنابراین حتی «مثلث حسابی پاسکال» را هم، از نظر تقدم تاریخی نمی‌توان «مثلث حسابی خیام» نامید.

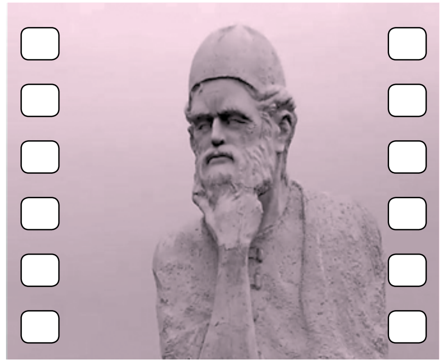
***

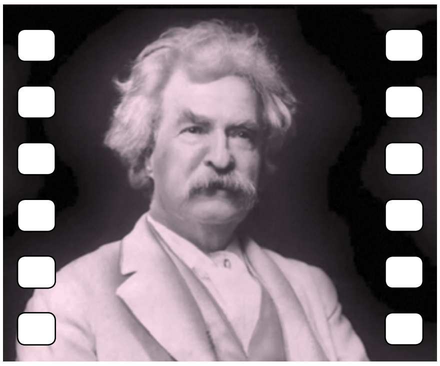
«گرفتار روزگاری هستم که از اهل قلم فقط شمار اندکی مانده که به هزاران ستم و سختی دچارند و پیوسته در اندیشه هستند که اگر فرصتی فراهم آید، به پژوهش در علم و استوار کردن آن بپردازند و بیشتر عالم‌نمایان زمان ما حق را جامهٔ باطل می‌پوشند و گامی از مرز خودنمایی و تظاهر به دانایی فراتر نمی‌نهند.»

«رسالهٔ فی براهین مسایل الجبر و المقابله» خیام

حکیم ابوالفتح عمر بن ابراهیم خیامی نیشابوری، معروف به «خیام»، فیلسوف، ریاضی‌دان، منجم، نویسنده و شاعر بزرگ ایران در اواخر قرن پنجم و اوایل قرن ششم هجری برابر با اواخر قرن یازدهم و اوایل قرن دوازدهم میلادی است. خیامی لقب دیگر خیام، شاعر و فلکی ایران است. علمای عصر وی، او را گاه امام، گاه حکیم، حجت‌الحق و فیلسوف می‌نامیده‌اند. ولی شهرت فوق‌العاده‌ای که در شرق و در این اواخر در اروپا و آمریکا به‌دست آورده، بیشتر، و یا فقط، به واسطهٔ رباعیات حکمت‌آمیزی است که در اوقات فراغت و تفریح‌خاطر می‌سرود و سایر فضائل و اوصاف او تحت‌الشعاع شعر مخفی مانده است. خیام زندگی‌اش را با عنوان ریاضی‌دان و فیلسوفی شهیر سپری کرد، در حالی که معاصرانش از رباعیاتی که امروزه مایهٔ شهرت و افتخار او هستند، بی‌خبر بودند. معاصران خیام نظیر **نظامی عروضی** یا **ابوالحسن بیهقی**، از شاعری خیام یاد نکرده‌اند. علت شهرت اولیه خیام درست معلوم نیست. احتمالاً پدرش خیمه‌دوز بوده است. شرح زندگی او نیز با روایات افسانه آمیز مخلوط شده است. او به شهرهای گوناگون سفر کرد. به بلخ، اصفهان و بغداد رفت و احتمالاً سفری نیز به حج داشته است. به موجب این روایات، در کودکی با **خواجه نظام‌الملک** و **حسن صباح** هم شاگرد بوده است.

خیام با همه فرزانگی، مردی تندخو بوده و در حقیقت احوال وجود تردید داشته است. به همین سبب مورد کینهٔ مردم ظاهربین قرار می‌گرفت. او پرگویی را دوست نمی‌داشت و نه





به تألیف کتاب‌های دشوار علاقه داشت و نه به رباعیات. احتمال دارد که به سبب اشتغال به علم و حکمت تا حدی شاعری را دون شأن خویش می‌دانسته و در قدیم نیز شهرت او به شاعری نبوده است. شهرت فوق‌العادهٔ خیام در دوران اخیر، چه در ایران و چه در جهان، تا حد زیادی مدیون ترجمهٔ معروف انگلیسی **ادوارد فیتز جرالد**[4] است که خیام را در اروپا به عنوان یکی از گویندگان بزرگ عالم مشهور کرد. ترجمهٔ رباعیات او به زبان‌های گوناگون، از جمله فرانسوی، ایتالیایی، روسی و عربی مکرر چاپ شده است. این در حالی است که بسیاری از پژوهشگران، شماری از شعرهای ترجمه شده به وسیلهٔ فیتزجرالد را سرودهٔ خیام نمی‌دانند و این خود سبب تفاوت‌هایی در شناخت خیام در نگاه ایرانی‌ها و غربی‌ها شده است. تأثیرات خیام بر ادبیات غرب از **مارک تواین**[5]، نویسندهٔ آمریکایی تا **تی‌اس‌الیوت**[6]، شاعر انگلیسی ـ آمریکایی، او را به نماد فلسفهٔ شرق و شاعر محبوب روشن‌فکران جهان تبدیل کرده است.

از میان آنچه از نوشته‌های خیام باقی است یا آنچه مورخان آثار او دانسته‌اند، می‌توان به این عنوان‌ها اشاره کرد:

- «رساله‌ای در جبر» که **وُپکه**، پژوهشگر تاریخ علم آلمانی, متن عربی آن را به انضمام ترجمهٔ فرانسوی در سال ۱۸۵۱ در پاریس به چاپ رساند.
- «رساله‌ای بر کتاب **اقلیدس**» که در «کتابخانهٔ لیدن» در هلند محفوظ است.
- «زیج ملکشاهی» که خیام یکی از مؤلفان آن بوده است.
- رساله‌های متعدد دیگری که در موزه‌های انگلیس و کتابخانهٔ **گوته** آلمان نگهداری می‌شود.
- و نیز رباعیات او که امروز در دسترس همگان است.

خیام در پیشبرد علوم، به‌خصوص در علوم نجوم سرآمد زمان خود بود و در احکام نجوم نظر او را مسلم می‌داشتند. در کارهای بزرگ علمی، از قبیل ترتیب رصد و اصلاح تقویم و نظایر این امور، به او رجوع می‌کردند و او خود پزشک و منجم دربار ملکشاهی بوده است. از جمله کارهای او تنظیم رصدی با همکاری ابوالعباس لوکری و ابوالفتح خازنی به امر ملکشاه سلجوقی بود. در زمان سلجوقی، احتمالاً به اشارهٔ **خواجه نظام‌الملک**، تصمیم گرفته‌اند که به نابسامانی تقویم پایان دهند و از این‌رو حکیم عمر خیام نیشابوری مأمور شد به همراه گروهی از منجمان برجسته محاسبات جدیدی را ترتیب دهند. همچنین **عبدالرحمن [ابوالفتح] خازنی**، یعنی خدمتکار خزانه‌دار مرو که به شکل غیرحرفه‌ای و بنابر علائق شخصی به پژوهش دربارهٔ تقویم سرگرم بود، در شهر مرو محاسبات جداگانه‌ای را به انجام رساند و یافته‌های علمی خود را، از جمله شیوهٔ سنجش نوروز را برای گروه خیام فرستاد. بخشی از محاسبات خازنی از سوی گروه پذیرفته و به رسمیت شناخته شد.

تنظیم گاه‌شمار جلالی و زیج پیوسته به آن که «زیج ملکشاهی» خوانده شد، به احتمال زیاد در شهر اصفهان، پایتخت سلجوقیان، و بنابر گفته‌ای دیگر، در ری یا نیشابور آغاز شد.

تقویم دقیقی هم که حاصل کار این گروه بود، به نام شاه زمانه، ملکشاه سلجوقی «تقویم جلالی» خوانده شد، نه تقویم خیامی. امروزه در تقویم ایرانی یا همان جلالی، بهار و تابستان هر کدام ۹۳ روز است. فصل پاییز ۹۰ روز دارد و زمستان ۸۹ روز حساب می‌شود. این تفاوت‌ها برای آن است که اول هر فصل عرضی، دقیقاً برابر با آغاز فصل حقیقی باشد.

تاریخ تأسیس تقویم جلالی روز جمعه نهم رمضان سال ۴۷۱ هجری قمری بود. تقویمی که هزار سال پس از او هنوز به کار می‌آید و ارزش و اعتبارش کاستی نگرفته است. وقتی که خیام آمد، گاه‌شماری ایران با همهٔ پیشینهٔ درخشانی که داشت، پریشان بود و وقتی رفت ایرانیان مفتخر به داشتن دقیق‌ترین تقویم جهان بودند.

نه فقط در آن زمان که تا به امروز، وفات عمر خیام را اغلب نویسندگان اروپایی در سال ۴۷۵ هجری شمسی دانسته‌اند. قدر مسلم این است که عمر طویلی، در حدود ۹۰ سال کرده است. عمر خیام در نیشابور و در جوار **امامزاده محمد محروق** دفن شد. هنگامی که برای نخستین بار پای بشر به کرهٔ ماه رسید، دو حفره از کرهٔ ماه را یکی به نام عمر خیام و دیگری را به نام ابوریحان بیرونی نام‌گذاری کردند.

پی‌نوشت‌ها

1. George Sarton
2. Giovanni Girolamo Saccheri
3. Michael Stifel
4. Edward FitzGerald
5. Mark Twain
6. T. S. Eliot