مطالعات تاریخ و تمدن ایران و اسلام

دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱

صفحات ۹۷- ۶۴

Online ISSN: ۲۴۷۶- ۶۸۵۲

Print ISSN: ۲۵۳۸-۶۳۱X

www.irijournals.com

حکیم عمر خیام و بازتاب اندیشه‌های علمی او (مطالعه موردی ریاضیات و نجوم)

عباس رهبری [۱]، مژده اردلانی [۲]

[۱] عضو هیات علمی دانشگاه فرهنگیان، کردستان، ایران

[۲] دبیر دبیرستانهای دخترانه آموزش و پرورش ناحیه ۱ سنندج، ایران

چکیده

عمر خیام در ایران به‌عنوان‌یک شاعر پرآوازه موردتوجه عموم مردم و مخصوصاً شعرا و ادیبان فارسی‌زبان قرارگرفته است و کمتر ویژگی‌های علمی او در جامعه ایران شناخته‌شده و موردتوجه قرارگرفته است، در این مقاله نگارنده در پی آن است که با بررسی کارهای علمی وی که با استناد به منابع معتبر تاریخی و به شیوه کتابخانه‌ای و روش تحقیق توصیفی، تحلیلی صورت گرفته است، درصدد پاسخ به این سؤالات برآید که آیا خیام اقدام به انجام نظریه تکمیلی در مورد برخی مباحث، ریاضی، هندسه و نجوم کرده است و یا اینکه خود نظریه جدیدی داده است؟ و این نظریه‌ها چقدر در این علوم تأثیرگذار بوده¬اند؟ و اینکه عمر خیام در چه علومی دارای توانمندی بوده که هم‌اکنون موردتوجه دانشمندان قرارگرفته است. نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش نشان می‌دهد، عمر خیام در فلسفه، ریاضیات، ستاره‌شناسی، علوم ادبی، دینی، تاریخی و شعر استاد بود. یکی از برجسته‌ترین کارهای وی را می‌توان سروسامان دادن محاسبات گاه‌شماری ایران در زمان وزارت خواجه نظام‌الملک دانست. خیام در حل معادلات جبری و هندسه نقش مهمی ایفاء کرده و مطالعاتش درباره اصل پنجم اقلیدس و پیدا کردن نظریه‌ای او درباره نسبت‌های هم‌ارز با نظریه اقلیدس نیز از مهم‌ترین کارهای اوست.

واژه‌های کلیدی: عمر خیام، علوم، نجوم، ریاضی، هندسه، شعر

مقدمه

غیاث‌الدین ابوالفتح عمر بن ابراهیم خیام[1] نیشابوری که به نام‌های خیامی(نظامی عروضی، ۱۳۲۷، ص ۶۳)، خیام(بیهقی، ۱۳۵۱، صص ۱۱۲–۱۱۷)، خیام نیشابوری، خیامی النّیسابوری(دهخدا، ۱۳۷۷، ج ۲۱، ص ۹۷۸–۹۸۰) ملقب به حکیم، حجه الحق، امام عصر، جانشین ابن‌سینا متخلص به خیام ریاضی‌دان، اخترشناس، شاعر و فیلسوف ایرانی (توماس، ۱۳۴۸، صص ۱۶۷–۱۷۰)، دوران سلجوقیان فرزند ابراهیم، وی در سده پنجم هجری قمری در نیشابور در خانواده خیام یا خیامی که به خاطر فعالیت ادبی سرشناس بودند متولد شد. سال دقیق تولد او مشخص نیست و تاریخ‌های متفاوتی بین سال‌های ۴۱۷ تا ۴۲۹ شمسی[2] را بیان می‌کنند، اما بر اساس نوشته بیهقی در کتاب تتمه صوان الحکمه[3] (بیهقی، ۱۳۵۱، ص ۱۱۲)که وضعیت آسمان را در زمان تولد خیام را ذکر کرده و با انجام محاسبات نجومی برخی تاریخ تولد او را چهارشنبه سوم خرداد سال ۴۲۸ هجری شمسی[4] در ساعت ۴ و ۴۸ دقیقه پس از نیمه‌شب به‌وقت نیشابور(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۳۵۹) و برخی دیگر تاریخ تولد او را روز شنبه ۸ خرداد ۴۲۰ هجری شمسی[5] در ساعت ۱۲ بیان می‌کنند(ملک پور، ۱۳۷۹، صص ۲۵–۲۷) که با توجه به بررسی دقیق‌تر توسط دکتر ایرج ملک پور این مورد صحیح‌تر به نظر می‌رسد.

در مورد تحصیلات خیام در منابع موجود مطالب زیادی یافت نمی‌شود و بر اساس برخی منابع پدرش وی را جهت آموزش مقدماتی که شامل خواندن، نوشتن، آموزش قران، ادبیات فارسی و عربی بود، نزد بهترین معلمان فرستاد، خیام با توجه به هوش و ذکاوت ذاتی‌اش دروس مقدماتی را به‌سرعت آموخت، به‌صورتی که در سن ۱۷ سالگی در همه علوم زمانش سرآمد شد او در نخستین سال‌های آموزش در بلخ زندگی می‌کرد و در سن ۱۸ سالگی دچار گرفتاری بزرگی شد و مجبور شد برای امرارمعاش کار کند و ادامه تحصیل وی دچار وقفه شد شاید در این زمان پدرش درگذشته باشد(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۳۶۳)، خیام در دوران جوانی خود رساله کوچکی درباره یک مسئله جبری نوشت و در این زمان موردتوجه قاضی‌القضات ابوطاهر عبدالرحمن احمدایلک ساریه که فردی بانفوذ و فقیه شافعی مذهب بود موردحمایت قرار گرفت و شغلی به او داده شد تا بتواند بررسی‌های علمی خود را ادامه دهد(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۳۶۳). از اساتید وی یکی به نام رئیس الحکما ابو حمید ناصرالدین محمد بن منصور (متوفی ۴۹۰ ه ق) بود، کتاب مجسطی را نزد ابوالحسن انباری فرا گرفت(بیهقی، ۱۳۵۱، ص ۹۷) او ریاضیات را در نزد بهمنیار که خود شاگرد بوعلی سینا بود آموخت(خیام نیشابوری، ۱۳۸۳، ص ۴۵ ، مقدمه؛ رضا زاده ملک، ۱۳۷۷، ص ۱۴۳). وی فقه را در میان‌سالی نزد امام موفق نیشابوری آموخت(احمدپناهی، ۱۳۶۵، ص ۹۰) و برخی مباحث فقهی را نزد ناصرالدین محمد منصور از علمای حنفی زمان خود فرا گرفت(خیام نیشابوری، ۱۳۶۷، صص ۱۴۸–۱۵۰ ،

[1] خیام به معنی خیمه‌دوز است و ظاهراً به سبب اینکه پدر حکیم خیمه‌دوز بوده این لقب بر وی نهاده شده است(همایی، ۱۳۴۶ب، ص ۲۲۱).

[2] برابر ۴۳۰ تا ۴۴۲ هجری قمری و ۱۰۳۸ تا ۱۰۵۰ میلادی

[3] بیهقی در کتاب خود نوشته است: «تاریخ تولد خیام در برج جوزاست، روز هشتم آنگاه‌که عطارد در شانزدهمین درجه و در حال تثلیث و رو به خورشید داشت، واقع‌شده».

[4] برابر ۱۲ ذی‌الحجه ۴۴۰ هجری قمری و ۲۴ مه ۱۰۴۹ میلادی.

[5] برابر با ۱۹ رمضان ۴۳۲ هجری قمری و ۲۹ مه ۱۰۴۱ میلادی.

قسمت نثر رشیدی تبریزی) از دیگر استادان او محمد منصور بوده است(خیام نیشابوری، ۱۳۸۳، صص ۴۳-۴۴ ، مقدمه برگنیسی)؛ و سپس به یادگیری حدیث، تفسیر، فلسفه، حکمت و ستاره‌شناسی پرداخت، به گفته شهرزوری خیام یکی از مطلع‌ترین قاریان قران و تفسیرکننده حدیث بود(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۳۶۴)، او در کارهای مکانیکی، مدل‌سازی و سفال‌گری ماهر بود در حدود ۳۰ سالگی به متافیزیک علاقه نشان داد و یک سال بعد در پاسخ اشکال متافیزیکی و سئوال‌هایی که ابونصر بن عبدالرحیم نسوی مطرح کرده بود رساله‌ای به عربی نوشت(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۳۶۴). با توجه به اینکه خواندن فلسفه در دوران او شرایط خاص خود را داشت برخی اظهار می‌دارند که او احتمالاً خودش فلسفه را مستقیماً از زبان یونانی فراگرفته است. در حدود سال ۴۹۹ قمری کتاب خود به نام رساله فی البراهین علی مسائل الجبر و المقابله[۶] درباره معادله‌های درجه سوم را به عربی زیر نظر ابوطاهر قاضی‌القضات سمرقند به نگارش درآورد و کتاب را به خواجه نظام الملک اهدا کرد. در برخی منابع خیام خود را شاگرد بوعلی سینا معرفی کرده است که با توجه به تاریخ تولد وی و فوت بوعلی سینا این گفته صحیح به نظر نمی‌رسد مگر اینکه با خواندن کتاب‌های بوعلی سینا، وی از این طریق خود را شاگرد او بداند.

خیام به دعوت جلال‌الدین ملکشاه سلجوقی به اصفهان رفت و به‌عنوان سرپرست رصدخانه اصفهان به مدت ۱۸ سال در آنجا فعالیت می‌کرد و با مدیریت او حدود سال ۴۵۸ زیج ملکشاهی را آماده کرد و تقویم جلالی را دسته‌بندی نمود، در حدود سال ۴۵۶ قمری رساله فی شرح ما اشکل من مصادرات اقلیدس[۷] را نوشت در حدود سال ۴۷۹ قمری پس از درگذشت ملکشاه و کشته شدن نظام‌الملک او اصفهان را به‌قصد مرو ترک کرد. ظاهراً وی رساله‌های میزان الحکم[۸]، قسطاس المستقیم و رساله مشکلات الحساب (مسائلی در حساب)[۹] را در همین سال‌ها نوشته است.

از دیگر کتب وی می‌توان به؛ رساله‌ای در صحت طرق هندسی برای استخراج جذر و کعب، رساله در تحلیل یک مسئله[۱۰] در ریاضیات؛ و رساله الجواب عن ثلاث مسائل؛ ضروره التضاد فی العالم و الجبر و البقا، رساله در علم کلیات وجود (رساله فی کلیه الوجود) معروف به «سلسله الترتیب»[۱۱]، رساله فی الوجود، رساله الکون و التکلیف به عربی[۱۲]. رساله الضیاء العقلی فی الموضوع العلم الکلی و رساله در وقوع خیر و شر در موضوع فلسفه و کتاب‌های مختصر فی الطبیعیات در فیزیک و زیج

[۶] با تلاش دانش‌پژوهان اروپایی در سال ۱۷۴۲ دریکی از کتابخانه‌های لیدن یافته شد. این کتاب را در ۱۸۱۵ تنی چند از دانشمندان فرانسوی ترجمه و منتشر کردند

[۷] در مورد خطوط موازی و نظریه نسبت‌ها است.

[۸] راه‌حل جبری مسئله تعیین مقادیر طلا و نقره را در آمیزه (آلیاژ) معینی به‌وسیله وزن‌های مخصوص به دست می‌دهد.

[۹] این اثر باقی نمانده است.

[۱۰] این عنوان نامی است که غلامحسین مصاحب به رساله‌ای از خیام که موضوع آن تحلیل یک مسئله هندسی به معادله درجه سوم و حل آن به‌وسیله قطوع مخروطی است داده‌اند

[۱۱] این رساله بانام «رساله در مابعدالطبیعه» نیز شهرت دارد

[۱۲] درباره حکمت خالق در خلق عالم و حکمت تکلیف که خیام آن را در پاسخ پرسش امام ابونصر محمد بن ابراهیم نسوی در سال ۴۷۳ (هجری قمری) نوشته است و او یکی از شاگردان پور سینا بوده و در مجموعه جامع البدایع به اهتمام سید محی‌الدین صبری به سال ۱۲۳۰ و کتاب خیام در هند به اهتمام سلیمان ندوی سال ۱۹۳۳ میلادی چاپ‌شده است

ملکشاهی نجوم، نوروز نامه[۱۳]. رساله در کشف حقیقت نوروز تاریخ و رساله لوازم‌الامکنه[۱۴] (این رساله از بین رفته است) در مورد جغرافیا، همچنین کتاب، شرح المشکل من کتاب الموسیقی[۱۵] در مورد موسیقی اشاره کرد؛ و در شعرنیز اشعاری سرود که حدود ۲۰۰ رباعی یا بیشتر از حکیم عمر خیام است و اضافه بر آن مربوط به خیام نبوده بلکه به خیام نسبت داده‌شده، خیام اشعاری به عربی داشته که در حدود ۱۹ رباعی آن به‌دست‌آمده است، ترجمه خطبه توحیدیه ابن‌سینا و کتاب‌های دیگر به نام رساله مشکلات ایجاب، رساله نظام الملک در بیان حکومت، عیون الحکمه و رساله معراجیه که از وی باقی‌مانده است(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۲۷۵).

خیام در دورانی زندگی می‌کرد که فرقه‌های مختلف اسلامی به مجادلات اصولی و کلامی مشغول بودند و فیلسوفان پیوسته به کفر متهم می‌شدند و به علت جهل و تعصب کسی نمی‌توانست دیدگاه خود را ابراز کند، در زمینه سیاسی نیز در دوران وی اتفاقات مهمی همچون، سقوط دولت آل‌بویه، قیام دولت سلجوقی، جنگ‌های صلیبی و ظهور باطنیان صورت گرفته است. خیام بااین‌همه علم و توانمندی فردی بدون حاشیه بود به‌نحوی‌که کمتر به تدریس می‌پرداخت و شاگردان زیادی نداشت، عین القضات همدانی (متوفی ۵۲۵)[۱۶]، پزشکی به نام علی بن محمد حجازی قاینی (متوفی ۵۴۶) از شاگردان خیام بوده‌اند(بیهقی، ۱۳۵۱، ص ۱۱۷،۱۲۵،۱۳۴؛ ذکاوتی قراگزلو، ۱۳۷۷، صص ۱۸–۱۹)، همچنین از حضور امام محمد غزالی (متوفی ۵۰۵) در مجلس درس خیام اشاره‌شده است(بیهقی، ۱۳۵۱، ص ۱۱۴) و ابوالقاسم زمخشری (متوفی ۵۳۸) نیز محضر خیام را درک کرده بود(مجیدی، ۱۳۵۱، ص ۲۶۷)، نظامی عروضی نویسنده چهارمقاله، عبدالله میانجی نویسنده زبده الحقایق، حکیم شرف الزمان محمد ایلاقی(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۳۶۴)، نیز در محضر درس او بوده اند. با توجه به اینکه اطلاعات بیشتری از شاگردان وی در اسناد قدیمی دیده نمی‌شود، می‌توان گفت او بیشتر وقت خود را صرف تحقیقات و نوشتن کتاب می‌کرده است البته برخی معتقدند وی در نشر علم بخیل بوده است اما با توجه به تعداد کتاب‌های او این امر کمی بعید به نظر می‌رسد.

درهرحال خیام به پایان عمر نزدیک می‌شود اما پایان عمر خیام همانند زمان تولدش زیاد مشخص نیست اندیشمندانی که در مورد خیام پژوهش کرده‌اند تاریخ وفات وی را بین سال ۵۰۰ تا ۵۰۲ هجری شمسی[۱۷] می‌دانند؛ اما کمیسیون ملی یونسکو در اواخر اردیبهشت ۱۳۷۹ هجری شمسی وفات وی را ۴۷۹ هجری شمسی دانسته است، اما اگر بخواهیم به تاریخ دقیق‌تر برسیم باید به بررسی کتب تاریخی که از خیام نام‌برده‌اند بپردازیم می‌بینیم در کتاب چهارمقاله عروضی نظامی سمرقندی از مصاحبت خواجه ابوالمظفر اسفزاری با خیام در ۵۰۶ هجری قمری (۴۹۱ شمسی) در نیشابور سخن می‌گوید که این نشان‌دهنده اشتباه

[۱۳] از این کتاب دو نسخه خطی باقی‌مانده است. یکی نسخه لندن و دیگری نسخه برلن در پدیداری نوروز و آیین پادشاهان ایرانی و اسب و زر و قلم و شراب که در حدود ۴۹۵ هجری قمری نگاشته شده است.

[۱۴] در مورد هواشناسی است.

[۱۵] که رساله (القول علی اجناس الذی بالاربعه) بخشی از آن است

[۱۶] برخی معتقدند استاد عین القضات، عبدالکریم بن محمد، معروف به ابن خیام است نه خیام نیشابوری و تشابه اسمی آن‌ها، بیهقی را به خطا افکنده است.

[۱۷] حدود ۵۱۵ تا ۵۱۸ هجری قمری و ۱۱۲۱ تا ۱۱۲۴ میلادی

در انتخاب تاریخ وفات وی از طرف یونسکو است زیرا بر اساس این کتاب خیام حدود ۱۱ الی ۱۲ سال بعد از وفاتش در نیشابور زندگی می‌کرده است. سن وی بر اساس پژوهش سوامی گوند تیرته ۵۵ روز کمتر از ۷۴ سال هجری شمسی و ۴۱ روز بیشتر از ۷۶ سال قمری است(قندهاریان، ۱۳۶۸، ص ۳۵۹)، اما با بررسی دکتر ایرج ملک پور در تاریخ تولد که ازنظر نگارنده صحیح‌تر به نظر می‌رسد و تاریخ وفات وی را بر اساس نظر سوامی که تاریخ پنج‌شنبه نهم فروردین ۵۰۱ شمسی برابر دوازده محرم ۵۱۶ قمری بیان کرده است را در نظر بگیریم، می‌توان سن وی در هنگام فوت حدود ۸۱ سال در نظر گرفت. آرامگاه وی، در باغی نزدیک امامزاده محروق نیشابور، قرار دارد.

با توجه به توانمندی علمی خیام و اینکه تحقیقات زیادی در خصوص وی صورت گرفته است در این پژوهش درصدد پاسخ به این سؤالات هستیم که آیا خیام اقدام به انجام نظریه تکمیلی در مورد برخی مباحث، ریاضی، هندسه و نجوم کرده است و یا اینکه خود نظریه جدیدی داده است؟ و این نظریه‌ها چقدر در این علوم تأثیرگذار بوده است؟

پیشینه پژوهش

در مورد خیام افراد زیادی به بررسی او و نظریاتش در ابعاد مختلف پرداخته‌اند، حتی می‌توان اذعان داشت مدتی پس از فوت او نویسندگان و محققین زیادی در توصیف او چه مثبت و چه منفی مطالبی را به رشته تحریر درآورده‌اند که با توجه به حجم زیاد مطالب به تعدادی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌کنیم؛ از اشخاص قدیمی که به زندگی خیام اشاره‌کرده‌اند می‌توان به نظامی عروضی (۵۵۰ قمری) در کتاب چهارمقاله، ابوالحسن علی بیهقی (۵۵۶ قمری)، در کتاب تتمه صوان الحکمه یا تاریخ الحکما، عبدالرحمان خازنی (۵۱۵ قمری) در میزان الحکمه، زمخشری (۵۱۶ ق) در رساله الزاجر للصغار فی معارضهٔ الکبار، عمادالدین کاتب اصفهانی (۵۷۱ ق) در خریدهٔ القصر، شهرزوری (۵۸۶ ق) در نزه الروح، نجم‌الدین رازی (۶۱۹ ق) در مرصادالعباد، قفطی (۶۲۶ ق) در تاریخ الحکما، ابن اثیر در الکامل فی التاریخ، ابن العماد حنبلی در شذرات الذهب، قزوینی (۶۷۴ ق) در آثار البلاد و اخبار العباد، بدیع‌الزمان فروزانفر (۴۶۵ قمری) در رساله نحو القلوب قشیری، زمخشری در رساله الزاجر للصغار، اشاره کرد و از نویسندگان معاصر می‌توان از صادق هدایت نام برد که دو اثر درباره خیام منتشر کرده‌است یکی مقاله «مقدمه‌ای بر رباعیات خیام» در سال ۱۳۰۳ ش و کتاب ترانه‌های خیام در سال ۱۳۱۳ ش، محمدعلی فروغی و قاسم غنی در «کتاب رباعیات حکیم خیام نیشابوری» در سال ۱۳۲۱ ش، ذبیح‌الله صفا در «تاریخ ادبیات در ایران» در ۱۳۳۹ ش، قاسم تویسرکانی و محمدجعفر محجوب در «شعر هزارساله فارسی» در ۱۳۴۳ ش، اسماعیل یکانی در «عمر خیام نادره ایام» در ۱۳۴۲ ش، علی دشتی در «دمی با خیام» در ۱۳۴۴ ش، محمدمهدی فولادوند در «خیام‌شناسی» در ۱۳۴۷ ش، دهخدا در «لغت‌نامه خود قسمت اسم خیام و خیامی» در ۱۳۵۰ ش، جعفر آقایان چاووشی در «سیری در افکار علمی و فلسفی حکیم عمر خیام نیشابوری» در ۱۳۵۸ ش، علیرضا ذکاوتی قراگزلو در «عمر خیام نیشابوری حکیم و شاعر» در ۱۳۷۷ ش، مطالبی به رشته تحلیل درآورده اند همچنین سوامی گوند تیرته پژوهشی در مورد خیام انجام داده است که ابوالقاسم قندهاریان از زندگی و کار حکیم عمر خیام

نیشابوری بر اساس پژوهش تیرته گزارشی تهیه و در سال ۱۳۶۸ در نشریه فرهنگ ایران چاپ‌شده است، سر ای.دی. رأس در «مقدمه‌ای بر رباعیات فیتزجرالد» در ۱۹۰۰ م و ده‌ها کتاب و مقاله دیگر که در این مقاله نمی‌گنجد اشاره کرد.

کاووس حسنلی و سعید حسام پور در مقاله، «کارنامه خیام پژوهی در سده چهاردهم» نزدیک به سه سال به شناسایی، معرفی و بررسی تمامی آثاری پرداختند که در سده چهارم یعنی از سال ۱۳۰۰ تا ۱۳۸۰ هجری شمسی در مورد خیام تدوین و تألیف شده و یا از زبان‌های دیگر به فارسی برگردانده شده پرداخته‌اند بر اساس پژوهش آنان بیشترین مقاله‌ها درباره «زندگی، شخصیت و شعر خیام» بوده است (۱۶۶ مقاله) و به موضوع‌هایی مانند «زیبایی‌شناسی شعر» (۱ مقاله)، «نسخه‌شناسی» (۸ مقاله) و «بررسی آثار کلامی و فلسفی خیام» (۱۸ مقاله) پرداخته‌شده است. در همان بازه زمانی ۷۰ کتاب درباره خیام در ایران منتشرشده است(حسنلی و حسام پور، ۱۳۸۸، صص ۹۹-۱۲۶) و البته مقاله‌های در خصوص ریاضی، نجوم و هندسه نگارش شده که در ایران کمتر به این موضوعات پرداخته‌شده است. پایگاه مجلات تخصصی نور تا مورخه ۰۱/۲۶/ ۱۴۰۰ تعداد ۴۷ مقاله که نام عمر خیام نیشابوری و ۳۶۸ مقاله که نام عمر خیام و ۲۷۲۵ مقاله که نام خیام یا در متن مقاله و یا اسم مقاله آمده است را بارگذاری کرده، همچنین آقای دکتر ناصر کنعانی (۲۰۲۱) در خصوص "خیام: ستاره شناس و ریاضیدان" در نشست انجمن شناخت (تورنتو) سخنرانی نموده اند (Kanani, ۲۰۲۱). با توجه به مطالب بیان‌شده مقاله حاضر که با بررسی کارهای علمی عمر خیام نیشابوری که با استناد به منابع معتبر تاریخی و به شیوه کتابخانه‌ای و روش تحقیق توصیفی، تحلیلی بر اساس سند کاوی تدوین‌شده است به سؤالات مطرح‌شده پاسخ می‌دهد.

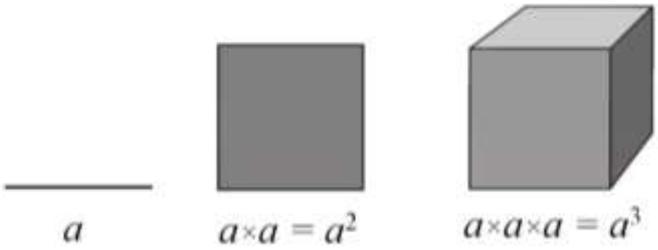
دستاوردهای علمی خیام

بیشتر ایرانیان حکیم عمر خیام را به‌عنوان شاعر می‌شناسند و اکثریت مقاله‌های مطرح در کشورمان در خصوص اشعار وی به نگارش درآمده است، هرچند که عمر خیام در خارج از این مرزوبوم بیشتر به‌عنوان‌یک عالم علمی شناخته‌شده است اما مقالات زیادی در خصوص علوم و تأثیرات علمی وی در ایران کمتر چاپ و موردتوجه قرارگرفته است در این مقاله به چند مورد از فعالیت‌های علمی او که بیشتر موردتوجه قرارگرفته است می‌پردازیم و امیدوارم که دیگر محققین به سایر موارد بپردازند تا جنبه‌های علمی این دانشمند بزرگ برای اهل علم در ایران مشخص‌تر شود.

مواردی که به آن پرداخته می‌شود، "تعیین ضرایب دوجمله‌ای‌ها " و "حل معادلات درجه سوم " در ریاضیات، " نقدی بر اصل توازی اقلیدس " و "گامی در زمینه هندسه غیر اقلیدسی " در هندسه و " تدوین گاه‌شماری نوین " و "نوروز در نخستین روز بهار" در علم نجوم را موردبررسی قرار می‌دهیم.

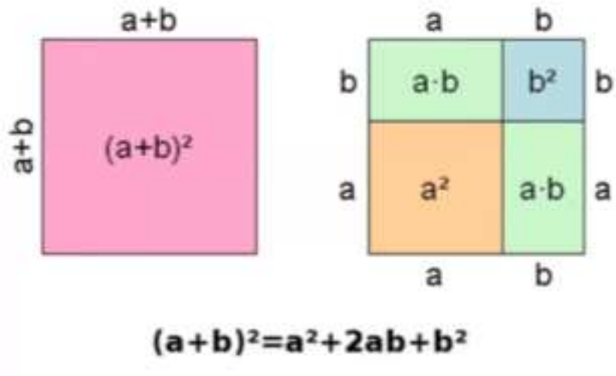
الف) تعیین ضرایب دوجمله‌ای‌ها

باید اذعان نمود که علائم، نشانه‌ها و اصطلاحات که ما امروزه در ریاضیات به کار می‌بریم در دوران عمر خیام و سایر هم‌دوره‌های او وجود نداشت و آنان مجبور بودند پیچیده‌ترین مطالب ریاضی را با کلام و الفاظ بیان کنند بنابراین باید پس از مطالعه نوشته‌های او، مطالب ذکرشده را به زبان امروزی تبدیل کنیم.

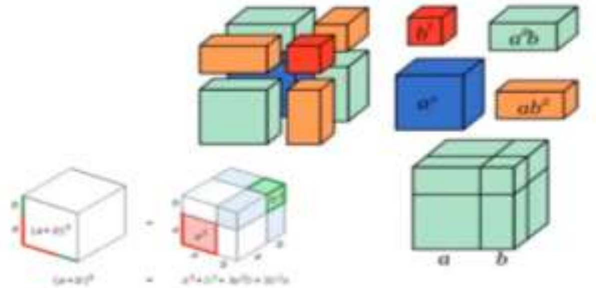


تعیین ضرایب دوجمله‌ای‌ها از مهم‌ترین ابتکارات خیام است که برای اولین بار در تاریخ ریاضیات مطرح‌شده است، خیام بیان می‌کند اگر پاره‌خطی به طول "a" را داشته باشیم و این پاره‌خط را در خودش ضرب بکنیم (a*a)، a به توان دو مربعی خواهد بود به ضلع a و اگر سه بار پاره‌خط a را در خودش ضرب کنیم مکعبی خواهیم داشت به ضلع a که سه بار در خود ضرب شده است (a ⁕ a⁕ a⁕) و می‌توان بیان کرد a به توان ۳ مکعبی خواهد بود با ضلع a و این‌ها یک‌جمله‌ای هستن و ضرایب آن‌ها یک است.

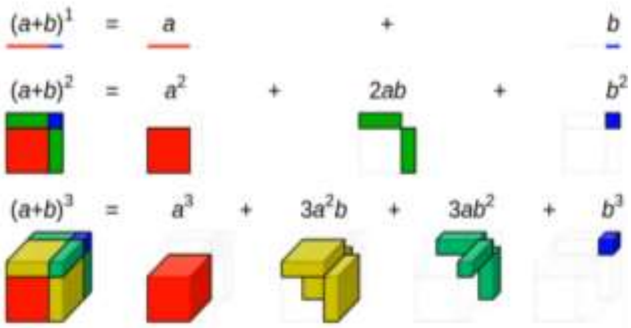
خیام بیان می‌کند اگر یک‌دوجمله‌ای داشتیم، یعنی پاره‌خطی به طول (a+b) و اگر آن را به توان دو برسانیم، یعنی $(a+b)^2$ مربعی خواهیم داشت که هر ضلع آن برابر است با (a+b) ولی اگر دقیق‌تر به این مربع نگاه کنیم این مربع تشکیل‌شده است از دو مربع کوچک که یکی ضلع آن a^2 و دیگری b^2 است؛ و دو تا مستطیل داریم که مساحت آن برابر a*b می‌شود؛ که می‌توانیم بنویسیم $(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$ برابر شکل ذیل:



حال اگر ما طول پاره‌خط $(a+b)$ را به توان سه برسانیم مکعبی خواهیم داشت که از ۸ مکعب با مساحت a^3 و b^3 و $3a^2b$ و $3b^2a$ تشکیل‌شده است که می‌توانیم بنویسیم $(a+b)^3=a^2+3a^2b+3b^2a+b^3$ برابر شکل ذیل می‌توانیم آن را بیان کنیم:



حال اگر ما این حاصل‌ضرب‌ها را به شکل یک مثلث بنویسیم می‌توانیم توان‌های بیشتر را نیز در اینجا نشان دهیم برابر شکل ذیل که به آن ضرایب دوجمله‌ای‌ها می‌گویند که در اینجا تا به توان ۵ نوشته‌شده است البته لازم به ذکر است در اینجا a^0 را خودمان اضافه کرده‌ایم چون در زمان عمر خیام a^0 مطرح نبوده است و هر رقمی به توان صفر برابر یک است.



حال اگر ما در اینجا از حروف a و b صرف‌نظر کنیم مثلثی همانند شکل ذیل با اعداد ایجاد می‌شود.

ضرایب دو جمله ای ها

$(a+b)^0$	1
$(a+b)^1$	$a + b$
$(a+b)^2$	$a^2 + 2ab + b^2$
$(a+b)^3$	$a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$
$(a+b)^4$	$a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$
$(a+b)^5$	$a^5 + 5a^4b + 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5$

این مثلث خواص بسیار جالبی دارد که ساده‌ترین آن این است که هر عددی در وسط تشکیل‌شده است از جمع دو عدد بالای آن بدست می آید، به‌عنوان‌مثال عدد ۲ را در نظر بگیریم از جمع دو عدد یک بالای آن شکل می‌گیرد و سایر اعداد نیز به همین‌طور تا به آخر، با دانستن این خاصیت ما می‌توانیم هر توانی، ضرایب آن را محاسبه و مشخص کنیم. خیام اولین کسی است که متوجه این مثلث شد و در کتاب خود با زبان دوران خودش آن را توضیح داده است، وی می‌گوید «ما را رساله‌ای است که در آن نشان داده‌ایم چگونه پایه مربع، مربع مکعب، مکعب و غیر آن را، هرقدر باشد، می‌توان معین کرد که قبلاً سابقه نداشت». خیام این مثلث را به شکل ذیل نوشت.

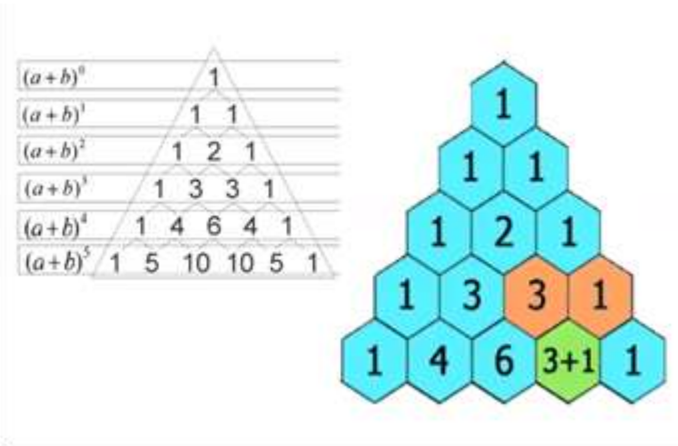
سطر اول	۱									
سطر دوم	۱	۱								
سطر سوم	۱	۲	۱							
سطر چهارم	۱	۳	۳	۱						
سطر پنجم	۱	٤	٦	٤	۱					
سطر ششم	۱	٥	۱۰	۱۰	٥	۱				
سطر هفتم	۱	٦	۱٥	۲۰	۱٥	٦	۱			
سطر هشتم	۱	۷	۲۱	۳٥	۳٥	۲۱	۷	۱		
سطر نهم	۱	۸	۲۸	٥٦	۷۰	٥٦	۲۸	۸	۱	
سطر دهم	۱	۹	۳٦	۸٤	۱۲٦	۱۲٦	۸٤	۳٦	۹	۱

یک سال قبل از فوت خیام کودکی در یک خانواده عرب یهودی به دنیا آمد به نام السموأل بن یحیی المغربی (۱۱۸۰- ۱۱۳۰ میلادی)، وی کتابی در ۱۸ سالگی نوشت که دارای یک دستگاه ده‌دهی که از ابداعات خوارزمی بود در آن دوره از جهان اسلام رواج داشت و اعداد به همان شکلی که ما از آن استفاده می‌کنیم آنان نیز استفاده می‌کردند؛ با استثنای عدد پنج که مثل هشت لاتین نوشته می‌شده است و شکل صفر نیز در این کتاب می‌بینیم و می‌دانیم که در اروپا تا اوایل قرن شانزدهم میلادی نه از این اعداد خبری بود و نه از دستگاه ده‌دهی و نه اینکه اروپائیان صفر را می‌شناختند، این امر نشان دهند این است که اعداد خوارزمی در جهان اسلام رواج یافته بود و نکته دیگر اینکه در این کتاب مثلث خیام دقیقاً ذکرشده که نشان‌دهنده این

دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۹۷-۶۴

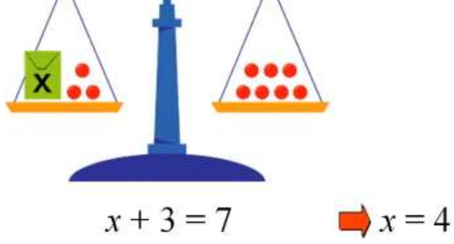
است که این ابداع خیام در زمان حیاتش در جهان اسلام موردتوجه قرارگرفته بود و ریاضی‌دانان در مناطق مختلف اسلامی با آن آشنا بودند و اروپائیان پانصد سال بعد توسط یک نابغه ریاضی‌دان فرانسوی به نام پاسکال مستقلاً به این جدول پی برد و پس‌ازآن این مثلث به نام مثلث پاسکال معروف شده است و هم‌اکنون نیز ریاضی‌دانان ما این مثلث را بانام پاسکال می‌شناسند.

اینکه پاسکال به کتاب‌های مسلمانان دسترسی داشته است یا خیر باید موردبررسی قرار گیرد. قرن‌ها فکر می‌کردند که این مثلث از ابداعات پاسکال است که باهمت دانشمندان روسی اعلام شد که این مثلث از ابداعات خیام بوده است و هم‌اکنون در کتب ریاضی از خیام به‌عنوان مبدع این جدول نام می‌برند.

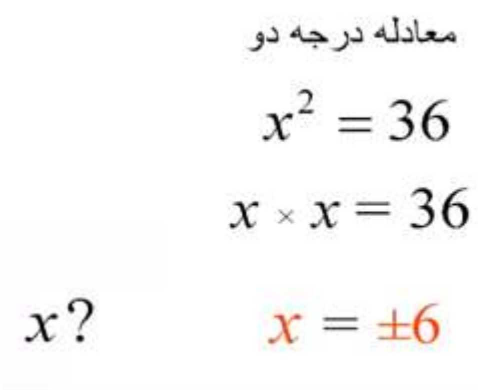


ب) حل معادلات جبری درجه سه

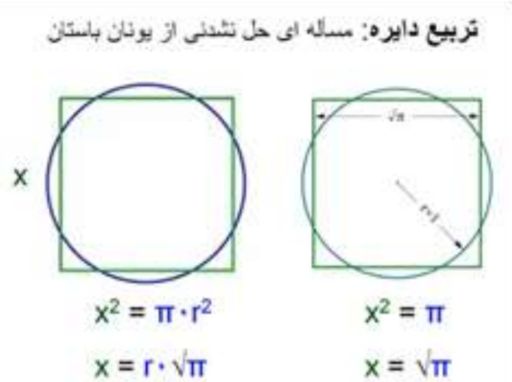
قبل از بیان ابداع خیام در خصوص حل معادلات جبری درجه ۳ ابتدا در خصوص معادلات جبری مختصراً توضیح می‌دهیم، فرض می‌کنیم یک ترازوی دوکفه‌ای در اختیارداریم و در یک کفه آن‌یک بسته که ازنظر وزنی مشخص نیست با سه وزنه در یک کفه قرار می‌دهیم و در کفه دیگر سه وزنه هم‌وزن کفه دیگر قرار می‌دهیم و بعدازآن به کفه وزنه اضافه می‌کنیم تا دو کفه ترازو در یک وضع متعادل قرار گیرد و بدین‌وسیله وزن بسته مجهول را به دست می‌آوریم، به این معادله که با یک مجهول به توان یک سرکار داریم به آن معادله جبری درجه‌یک گفته می‌شود.



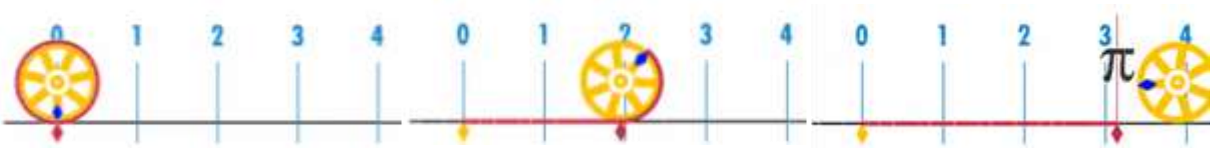
اما معادله درجه‌دو زمانی مطرح می‌شود که مجهول به توان ۲ باشد مثلاً x^2 برابر ۳۶ باشد جواب آن شش می‌شود. آیا می‌توان گفت درگذشته معادله‌ای مطرح بوده است که منجر به معادله درجه ۲ می‌شود، پاسخ این است که بله چنین معادله‌ای بوده است.



یکی از معروف‌ترین معادله‌های درجه ۲ معادله تربیع دایره است که برای اولین بار در یونان باستان مطرح‌شده است. تربیع دایره به این معنا است که آیا می‌توان مربعی ترسم کرد که مساحت آن برابر یک دایره باشد. به عبارتی x^2 برابر πr^2 باشد؛ یعنی $x^2 = \pi r^2$ حال اگر ما شعاع دایره را یک در نظر بگیریم x برابر است با مجذور عدد $\sqrt{\pi}$ این مسئله قابل‌حل نخواهد



بود و در تمام جهان مسئله‌ای که قابل‌حل نیست به آن مسئله تربیع دایره می‌گویند زیرا برای پی نمی‌توانیم عددی مشخص را بیان کنیم و پایانی ندارد، اما ریاضی‌دانان قدیم از شیوه‌ای استفاده می‌کردند که دایره را بر روی یک خط راست حرکت می‌دادند، به‌عنوان‌مثال از نقطه a درروی دایره شروع می‌کردند و بعد از اتمام چرخش یک‌بار دایره و رسیدن به نقطه a طول آن را اندازه می‌گرفتند. بدین شکل که ما نمی‌توانیم مساحت دایره مشخص کنیم اما محیط آن را به‌صورت خطی می‌توان به دست آورد که مربع ترسیم‌شده با طول خطی محیط دایره یکسان خواهد بود.

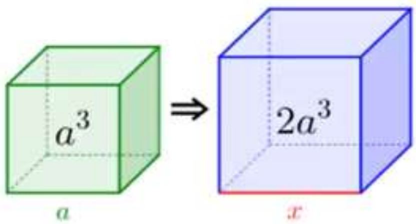


معادلات درجه ۲ اولین با توسط محمد خوارزمی شناخته و حل شد و فرمولی را ارائه کرد که شکل کلی یک معادله درجه ۲ را مشخص کرد و این فرمولی را که قرن‌ها است در مدارس تدریس می‌شود توسط خوارزمی ارائه‌شده است. البته در این فرمول کلام خوارزمی تبدیل به علائم شده تا نوشتن و حل آن راحت‌تر صورت پذیرد.

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

اما معادله درجه سوم که مسئله خیام است، معادله درجه سه به این معنا است که مجهول به توان سه باشد، X^3 یعنی X×X×X، آیا مسئله‌ای در قدیم بوده است که نیاز به حل از طریق معادله درجه سه باشد، ما می‌توانیم از مسئله تضعیف مکعب نام ببریم که مسئله‌ای حل نشدنی در یونان باستان بوده است.



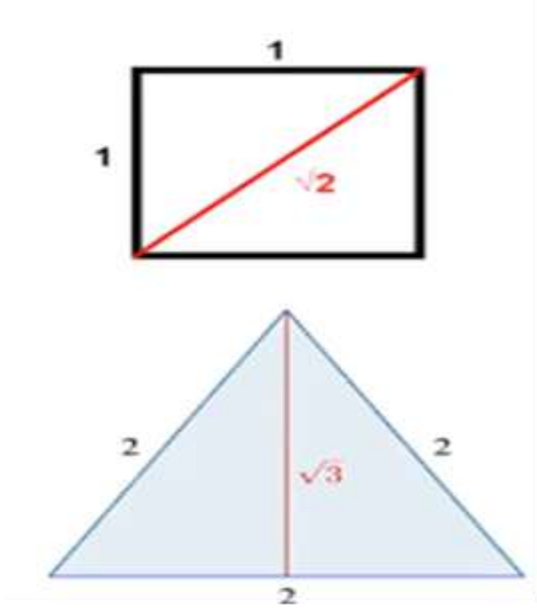
$$V = 2 \cdot v$$

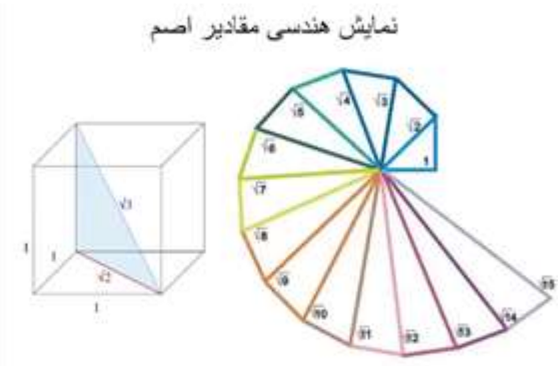
$$x^3 = 2 \cdot a^3 \implies x = a \cdot \sqrt[3]{2}$$

این مسئله بیان می‌کند اگر ما یک مکعبی داشته باشیم به ضلع a که حجم آن می‌شود a^3 آیا می‌توان یک مکعب دیگری با ضلع x درست کرد که حجم آن دو برابر مکعب قبلی باشد. مشکل در اینجاست که جذر عدد ۲ یک عدد ثابت نیست و عدد دقیق آن را نمی‌دانیم و همچنین جذر عدد ۳ نیز یک عدد ثابت نخواهد بود و مقدار آن را نیز دقیق نمی‌دانیم و می‌توان گفت این اعداد اصم هستند؛ بنابراین مسئله تضعیف مکعب قابل‌حل نیست زیرا ما با یک عدد اصم مواجه هستیم.

خیام به این مسئله کاملاً واقف بود که نمی‌توان ریشه دقیق دو و یا سه را مشخص کرد اما می‌دانست که از طریق هندسی می‌توان مقدار آن را مشخص کند مثلاً اگر مربعی را به ضلع یک ترسیم کنیم قطر آن می‌شود جذر ۲ و یا یک مثلث به ضلع ۲ ترسیم کنیم ارتفاع، آن می‌شود جذر عدد سه، باید توجه داشت ریاضی‌دانان قدیم چون قادر نبودند دقیق جذر اعداد مانند دو و

سه را تعیین کنند، از طریق هندسی مسئله را حل می‌کردند و ریشه‌یابی به‌صورت یک خط هندسی صورت می‌گرفت و ریشه ۴، ۵، ۶ و ... را می‌توان به‌صورت هندسی حل کرد و خیام به این مسئله واقف بود.

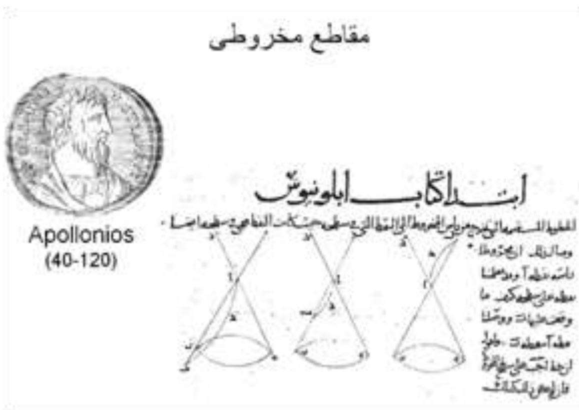




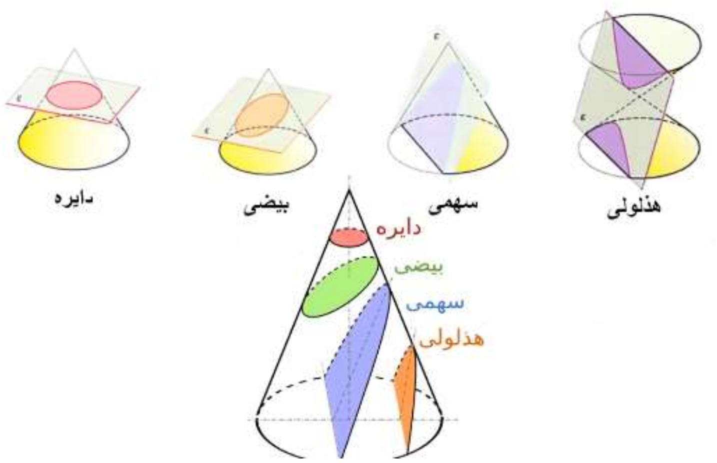
برای حل مسئله درجه ۳ باید مطالب بیشتری را بدانیم و خیام اطلاع کاملی از مقاطع مخروطی داشت که در هندسه فضایی مطرح هستند. این مقاطع مخروطی از ابتکارات یک ریاضی‌دان یونانی است به نام آپلونیوس[18] که ترجمه کتاب او در زمان خیام به عربی وجود داشته است. این کتاب در زمان مأمون خلیفه عباسی ترجمه‌شده بود.

خیام در بحث مقاطع مخروطی به درجه استادی رسیده بود و بر این اساس وی توانست معادلات درجه سوم را حل کند. منظور از مقاطع مخروطی این است که اگر ما یک مخروط را با یک صفحه قطع کنیم برحسب اینکه شیب این صفحه چگونه باشد چهار شکل هندسی دایره، بیضی، سهمی و هذلولی ایجاد می‌گردد که به مقاطع مخروطی معروف هستند.

[18] Apollonios(40-140)



خیام در حدود سن ۲۵ یا ۲۶ سالگی تحت حمایت ابوطاهر، قاضی‌القضات سمرقند، در کتاب خود به نام رساله فی البراهین علی مسائل الجبر و المقابله درباره معادله‌های درجه سوم به نگارش درآورد. او در مقدمه کتاب نوشت نباید در مورد کارهایی که در جبر صورت می‌گیرد گفت حیله و ترفند هستند، بلکه این‌ها مسائلی هستند مربوط به هندسه، وی می خواست به خواننده کتاب القاء کند این مسائل تا چه اندازه جدی و مهم است.

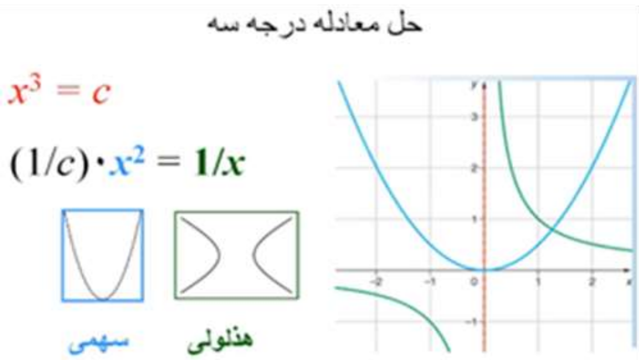


خیام نخستین فردی است که هم معادلات درجه ۳ را شناسایی و هم دسته‌بندی کرد، یعنی به‌صورت دوجمله‌ای، سه‌جمله‌ای و چهارجمله‌ای این تقسیم‌بندی را انجام داد. البته خیام در زمان نگارش کتاب خود از الفاظ برای بیان معادلات استفاده می‌کرد و ما الان داریم از علائم برای بهتر خواندن استفاده می‌کنیم.

دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۹۷-۶۴

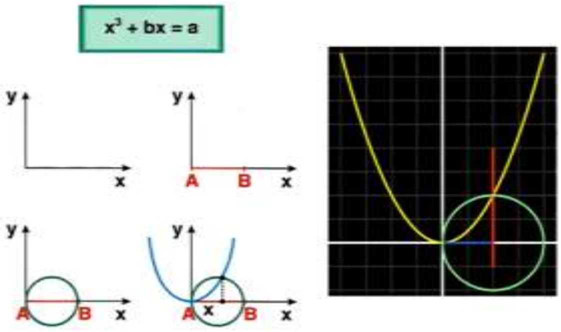
(1)	$x^3 = c$	یک سهمی و یک هذلولی
(2)	$x^3 + bx = c$	یک دایره و یک سهمی
(3)	$x^3 + c = bx$	یک سهمی و یک هذلولی
(4)	$x^3 = bx + c$	یک سهمی و یک هذلولی
(5)	$x^3 + ax^2 = c$	یک سهمی و یک هذلولی
(6)	$x^3 + c = ax^2$	یک سهمی و یک هذلولی
(7)	$x^3 = ax^2 + c$	یک سهمی و یک هذلولی
(8)	$x^3 + ax^2 + bx = c$	یک دایره و یک هذلولی
(9)	$x^3 + ax^2 + c = bx$	دو هذلولی
(10)	$x^3 + bx + c = ax^2$	یک دایره و یک هذلولی
(11)	$x^3 = ax^2 + bx + c$	دو هذلولی
(12)	$x^3 + ax^2 = bx + c$	دو هذلولی
(13)	$x^3 + bx = ax^2 + c$	یک دایره و یک هذلولی
(14)	$x^3 + c = ax^2 + bx$	دو هذلولی

مثلاً در مورد x3 = c می‌گفت مکعب شیئی برابر است با عدد. خیام با توجه به هوش و استعدادش پی برد که کلیه مقاطع مخروطی را می‌تواند به این اعداد تبدیل کند؛ و در مورد حل معادله x3 = c ما الان به این شکل عمل می‌کنیم که یک سهمی و یک هذلولی را ترسیم کنیم و جواب را به دست بیاوریم و یا اینکه در فرمول موردنظر اعداد را قرار دهیم.

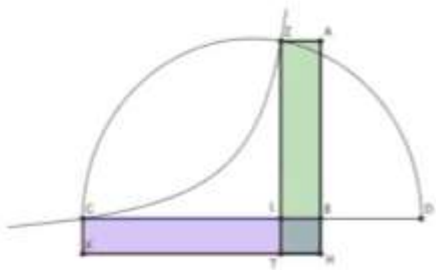


دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۹۷-۶۴

حل معادله درجه سه با یک دایره و یک سهمی

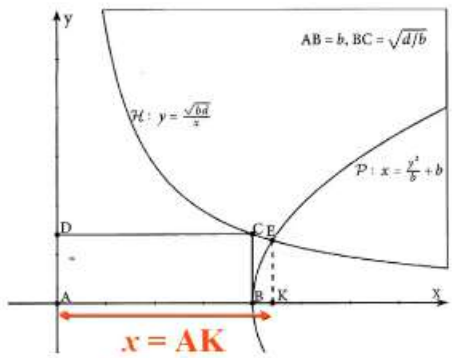


خیام از این طریق تمامی معادلات درجه سوم را حل کرد. در کتب درسی برخی کشورها نیز نحوه حل مسئله معادلات درجه ۳ که با شیوه‌ای که خیام گفته آموزش می‌دهند.



Khayyam's construction, in which the length *LB* is a solution to the cubic equation $x^3 + ax^2 + 2bx = c^3$, where $a,b,c>0$

$x^3 = bx^2 + d$



خیام با این روش معادلات درجه سوم را حل کرده معادلاتی که الان برای حل آن باید وقت زیادی صرف به دست آوردن جواب کنیم.

حدود چهارصد سال بعد از فوت خیام در سال ۱۴۹۴ در کتابی که توسط لوکا پاچولی[۱۹] نوشته شد، اذعان شده که حل معادله $x^3+ax=b$ غیرقابل‌حل است درحالی‌که خیام و حدود سیصد مسئله دیگر را چهارصد سال قبل از او حل کرده بود.

بعد از مدتی در سال‌های ۱۵۱۵ ریاضی‌دان‌های ایتالیایی به نام‌های اسکی‌پونه دل فیرو[۲۰]، ۱۵۳۵ نیکولو تارتاجلیا[۲۱] و ۱۵۳۹ گرولامو کاردانو[۲۲] توانستند به‌طور مستقل معادله سه مجهولی را بر اساس مکعب که خوارزمی برای حل معادلات درجه‌دو

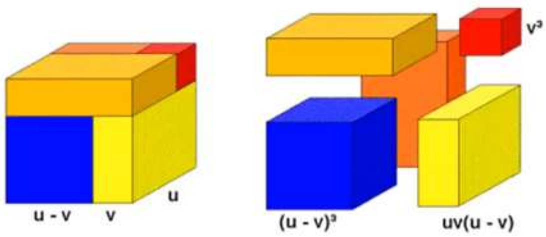
Scipione del Ferro (1465-1526), 1515
Niccolò Tartaglia (1499-1557), 1535
Gerolamo Cardano (1501-1576), 1539

به‌کاربرده و بسیار پیچیده بود حل کنند. در اینجا اگر به معادل ذیل نگاه کنیم می بینیم که از نظر کلی از خیام عقب تر بودند.

[19] Luca Pacioli (1445-1514)
[20] Scipione del Ferro (1465-1526)
[21] Niccolo Tartaglia (1499-1557)
[22] Gerolamo Cardano (1501-1576)

$$x^3 + px + q = 0$$

$$(u-v)^3 + 3uv(u-v) = u^3 - v^3$$

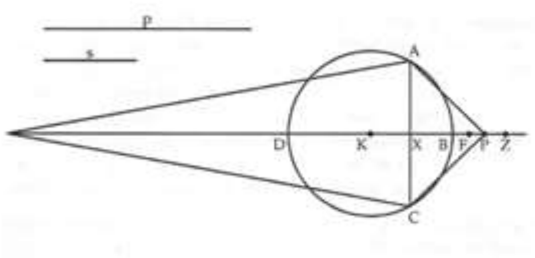


$$x^3 + px + q = 0$$

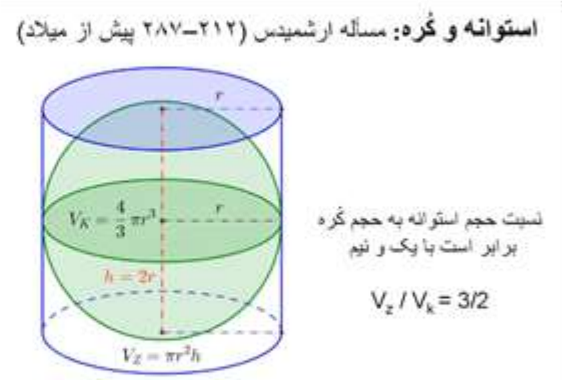
$$x = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt[2]{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt[2]{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$$

به این دلیل که ارشمیدس یک مسئله‌ای را مطرح کرده است که اگر ما یک کره‌ای را با شعاع r در یک استوانه‌ای با شعاع r قرار دهیم حجم استوانه یک و نیم برابر حجم کره خواهد بود. چنین مطلبی بیان‌شده از طرف ارشمیدس آیا درست است، ما نمی‌دانیم که ارشمیدس این مسئله را اثبات کرده و از بین رفته است و یا اینکه به‌عنوان‌یک نظریه اعلام کرده است، ریاضی‌دانان در پی حل این مسئله بودند و درنهایت این مسئله توسط خیام حل‌شده است. خیام این مسئله را تبدیل به یک فرمول درجه ۳ کامل کرد و اثبات کرد که ارشمیدس در این مورد اشتباه نکرده و مطلب را صحیح عنوان کرده است.

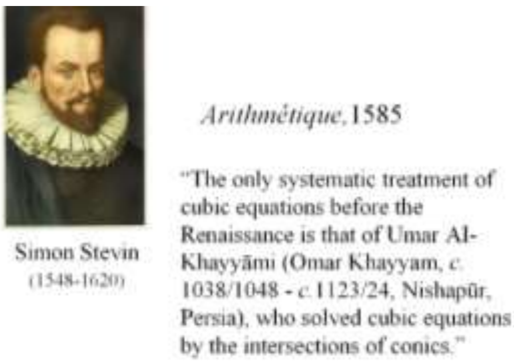
راه حل معادله جبری خیام برای مسأله ارشمیدس



$$x^3 - 20x^2 + 200x - 2000 = 0$$

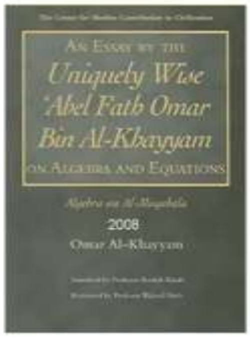


در معادله نوشته‌شده توسط خیام x^2 نوشته و بیان‌شده بود ولی در معادلات درجه ۳ که ریاضی‌دانان اروپایی ارائه داده بودن x^2 نوشته‌نشده بود و می‌توان بیان کرد که خیام یک گام از آنان جلوتر بوده است. اولین بار در سال ۱۵۸۵ یک ریاضی‌دان بلژیکی به نام سیمون استی وین[۲۳] در کتابش نوشت معادلات درجه ۳ را برای اولین بار توسط عمر خیام اهل نیشابور در ایران آن را حل کرده است وی در کتاب خود توضیح نداده است که چگونه به این موضوع پی برده است ظاهراً وی به منابع اسلامی دسترسی داشته و بامطالعه کتاب‌های خیام به این موضوع پی برده است و اگر مطالعه نکرده بود و یا اینکه منابعی برای تائید حرف خود نداشت در کتابش ذکر نمی‌کرد.



در سال ۱۷۴۲ یک ریاضی‌دان هلندی به نام گرارد میرمن[۲۴] کتاب ریاضی خیام را در کتابخانه لایدن پیدا کرد و در کتاب خود نوشت این کتابی است که توسط عمر خیام در مورد معادلات جبری درجه ۳ نوشته‌شده است و توانسته این معادلات را حل کند. جالب است که بدانید کتاب "رساله فی البراهین علی مسائل الجبر و المقابله " توسط وی پیداشده و تا آن زمان اثری از اصل کتاب نبود. حدود یک‌صد سال بعد در سال ۱۸۵۱ م یک نفر آلمانی به نام ویکه[۲۵] که خدمات زیادی به علوم در ایران کرده است کتاب جبر خیام را از عربی به فرانسه ترجمه کرد، این کتاب در ۲۰۰۸ به انگلیسی ترجمه و چاپ‌شده است.

[23] Simon Stevin (1548-1620)
[24] Gerard Meerman (1722-1771)
[25] F.Woepcke



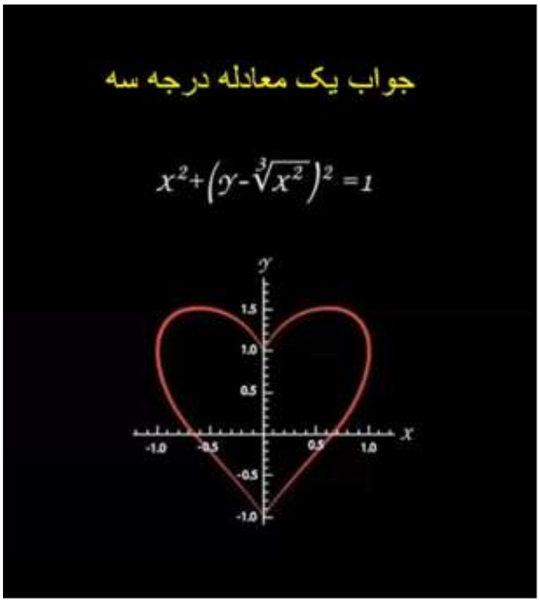
ممکن است سؤال شود که معادلات جبری درجه سه به چه دردی می‌خورند و آیا فایده عملی هم دارند یا خیر، در سال ۱۹۹۵ یک دانشمند ترک به نام آل پی اوزدورال[26] در یک مقاله در مورد عمر خیام نوشت[27] که در این مقاله او نشان داد که مسجد جامع اصفهان که در زمان خیام ساخته‌شده است بدون اینکه معماران با شخص خیام که معادلات درجه ۳ را حل کرده بود مذاکره کنند امکان ساخت مسجد برایشان مقدور نمی‌شد وی در مقاله خود نشان داد که ساخت طاق‌های زده‌شده در مسجد بدون آشنایی معماران با معادلات درجه ۳ امکان‌پذیر نبوده است و فقط و فقط با آشنایی با معادلات درجه ۳ قابل ساخت بوده است.(Ozdural, ۱۹۹۵, pp. ۵۴-۷۱).

[26] Alpay Ozdural

[27] Omar Khayyam, Mathematicians, and "Conversazioni" with Artisans

بنابراین یکی از موارد استفاده از معادلات درجه ۳ طراحی و ساخت در صنعت ساختمان‌سازی است که نمونه آن نیز در مرکز شهر برلین سقفی است به نام سقف سونی که طراحی آن نیز فقط از طریق معادلان جبری درجه ۳ قابل انجام می باشد و مهندسین برای ساختن این سقف مهندسین باید حدود ۸۵ هزار معادله جبری را حل می‌کردند که برای طراحی آن از کامپیوترهای ناسا استفاده کرده‌اند. با توجه به این توضیح مختصر متوجه می‌شویم شاخه جبر یکی از مهم‌ترین شاخه‌های ریاضی است که در بسیاری از علوم مورداستفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان نمونه می‌توان از این معادلات جبری در شعر و هنر استفاده کرد همانند طراحی شکل قلب بنابراین می‌توان اذعان داشت معادلات جبری جهت کارهای علمی و ... بسیار کارآمد است و با حل مسائل جبری توسط خیام گامی بزرگ در این زمینه برداشت‌شده است.

دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۹۷-۶۴



ج) نقد بر اصل توازی اقلیدس

یکی از شاهکارهای خیام که بازتابی بسیار داشته، نقد بر توازی اقلیدس است. اقلیدس که در سده سوم پیش از میلاد در اسکندریه مصر سکونت داشته است کتاب نوشت به نام اصول که در این کتاب تمام دانش ریاضی و هندسی را به رشته حریر درآورد و این کتاب بعد از انجیل به‌اندازه کتاب اصول اقلیدس تاکنون تجدید چاپ‌نشده است؛ و مطالب این کتاب هنوز هم

در مدارس تدریس می‌شود و ما هر چه از هندسه می‌دانیم توسط اقلیدس با نگارش این کتاب به ما رسیده است. اقلیدس تمام هندسه را در پنج اصل بیان کرده است و نیازی به اثبات ندارند زیرا بسیار ساده و قابل‌فهم توضیح داده‌شده است. این اصول عبارت‌اند از:

اصل اول) از هر دونقطه فقط یک پاره‌خط مستقیم می‌گذرد.

اصل دوم) هر پاره‌خط را می‌توان در امتداد آن به‌طور نامحدود ادامه داد.

اصل سوم) برای هر پاره‌خط می‌توان دایره‌ای به شعاع آن پاره‌خط رسم کرد.

اصل چهارم) همه زوایای قائمه بر هم منطبق می‌شوند.

اصل پنجم) از یک نقطه خارج یک خط، فقط یک خط می‌توان به‌موازات آن رسم نمود.

مهم‌ترین اصل آن اصل پنجم است که بیان می‌کند از یک نقطه خارج یک خط، فقط یک خط می‌توان به‌موازات آن رسم نمود و اقلیدس اظهار می‌کرد این‌یکی از اصول اثبات‌شده است و نیازی به اثبات ندارد و می‌تواند موردپذیرش قرار گیرد و تمام اصول هندسه را می‌توانیم به این پنج اصل برگردانیم؛ اما ریاضی‌دانان بعد از مدتی بیان کردند که اصل پنجم را نمی‌توان بدون اثبات قبول کرد و بسیاری تلاش کردند این اصل را اثبات کنند که در بین آنان دانشمندان مسلمان نیز دیده می‌شود. خیام کتابی نوشت به نام " شرح ما اشکل من مصادرات کتاب اقلیدس " که به مشکلات کتاب اقلیدس در مورد مسئله توازی پرداخته است، این کتاب در سال ۱۹۲۵ توسط دکتر ارانی به زبان اصلی (عربی) منتشر شد(خیام نیشابوری، ۱۳۱۴) و دکتر جلال الدین

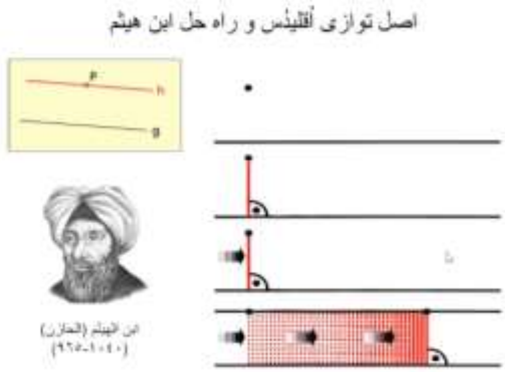
دکتر تقی ارانی

جلال الدین هُمائی

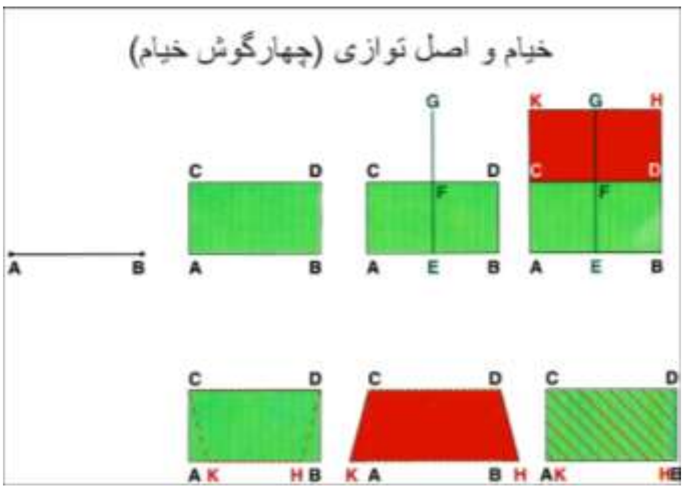
همایی در سال ۱۹۶۷ آن را به فارسی برگردان کرد(همایی، ۱۳۴۶الف).

دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۹۷-۶۴

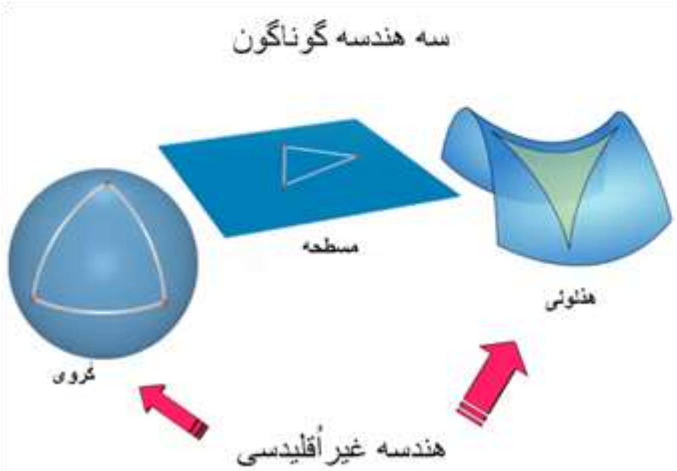
خیام همانند بسیاری از ریاضی‌دانان مسلمان سعی می‌کند بهترین راه‌حل را در مورد اثبات اصل توازی انتخاب می‌کند، ابن الهیثم بهترین راه‌حل را برای توازی در نظر گرفته بود او گفت که ما از نقطه خارج از خط یک عمود را وارد می‌کنیم و این عمود را به حرکت درمی‌آوریم. نظر به اینکه این رأس عمود همیشه فاصله آن با خط موردنظر یکی خواهد بود، حرکت آن خطی خواهد شد که موازی خط اولیه است.



خیام به این مورداپراد گرفت و بیان کرد حرکت یک خاصیت عرضی ماده است و در هندسه جایی برای حرکت وجود ندارد و هندسه خارج از مادیات است و بنابراین این راه‌حل را نپذیرفت و مردود شناخت، وی یک شیوه دیگری را ارائه داد که به چهارگوش خیام معروف است، او یک خط AB ترسیم کرد و دو خط بر آن عمود کرد، خط AC و خط BD و بعدازآن از وسط خط AB خط EF را رسم کرد؛ و این خط را ادامه داد تا نقطهG و بر خط EG خط KH را عمود کرد و چون همه این خطها عمود بر هم بودند.



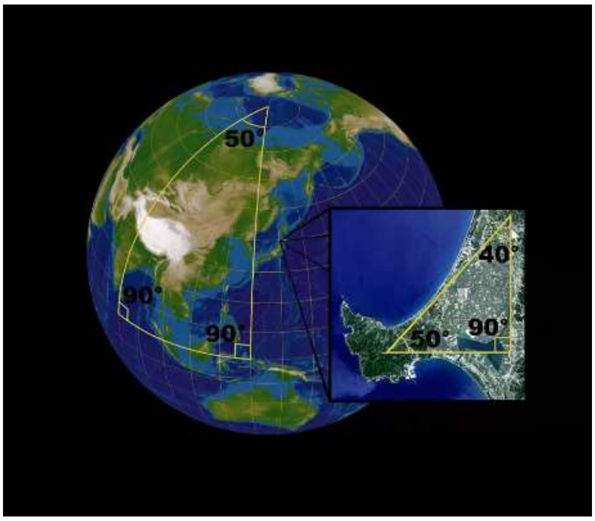
بنابراین بدین‌صورت نتیجه‌گیری کرد که خط KH می‌تواند موازی AB است به شکلی که اگر این کاغذ را تا کنیم دو خط AB و KH بر روی‌هم خواهد افتاد؛ اما مهم‌ترین کار او این بود که بیان کرد که اگر دونقطه K و H عمود نباشند بر دونقطه A و B یا



زاویه کوچک‌تر و یا زاویه بزرگ‌تری را به وجود بیاورند مسئله در این حالت چگونه خواهد بود.

خیام به این مسئله پاسخی نداد و این مسئله اولین گامی بود که منجر شد به ایجاد هندسه غیر اقلیدسی، چند قرن بعد یک ایتالیایی به نام ساکری[۲۸] در مطالعات خود به همان نتیجه‌ای رسید که خیام رسیده بود اما او نیز بیشتر از این در خصوص مسئله غیر اقلیدسی گامی برنداشت.

می‌دانیم که در هندسه اقلیدسی مجموع همه زوایای داخلی ۱۸۰ درجه است و ما می‌توانیم در شکلی که رسم می‌کنیم مجموع زوایای داخلی چندضلعی دیگر را حساب کنیم اما اگر ما صفحه مسطحی نداشته باشیم مثلاً درروی یک کره یا هذلولی



[28] Giovanni Gerolamo Saccheri (1667-1733)

بخواهیم زوایای داخلی را مشخص کنیم هندسه اقلیدسی برای ما نمی‌تواند پاسخگو باشد زیرا مجموع زوایای مثلث درروی کره بیشتر و در هذلولی کمتر از زوایای یک سطح مسطح خواهد بود.

خیام در مورد هندسه فضایی کاری انجام نداد اما توضیح او آن‌قدر مهم بود که در مراجع علمی وی را پیشتاز مسئله هندسه غیر اقلیدسی می‌دانند.

د) گاه‌شماری نوین (تقویم جلالی)

خیام حدود ۲۵ سال بیشتر نداشت از طرف خواجه نظام الملک وزیر مقتدر جلال الدین ملکشاه سلجوقی دعوت شد که به اصفهان برود و در کنار بزرگان نجوم آن زمان تقویم ایران آن دوران را سروسامانی دهد، یکی از مشکلات آن زمان نه‌تنها اختلاف ساعت در سرزمین پهناور سلجوقی بود بلکه در مناطق مختلف تقویم‌های مختلفی به‌کاربرده می‌شد درحالی‌که تقویم رسمی دولت سلجوقیان تقویم هجری قمری که بر پایه گردش ماه بود و به این دلیل از خیام دعوت به عمل آورد به تقویم سروسامان بدهند و نظام الملک تصمیم دیگری هم داشت، بعد از اسلام ایرانیان مجاز نبودند عید را جشن بگیرند و جشن‌های نوروز فراموش‌شده بود و کبیسه گیری نیز انجام نمی‌شد لذا باید تقویمی را تدوین می‌کردند که بتوان موارد مورد درخواست خواجه نظام الملک را تأمین کنند.

خیام بعد از پذیرش دعوت نظام الملک جهت حضور در اصفهان، با افرادی همچون ابوالعباس لوکری، ابوحاتم ابوالمظفر اسفزاری، عبدالرحمن منصور خازنی، محمد بن احمد معموری، میمون بن نجیب واسطی و ابن کوشک بیهقی مباهی که در اصفهان، ری، نیشابور و مرو[۲۹] حضور داشتند فعالیت خود را برای تدوین تقویم که بعدها جلالی نامیده شد شروع کرد. هرکدام در مناطقی که حضور داشتند کار خود را انجام می‌دادند و با یکدیگر در ارتباط بودند، بر این اساس می‌توان گفت که عمر خیام نقش رابط و جمع کننده اطلاعات و هماهنگی را به عهده داشته است.

[۲۹] عبدالرحمن منصور خازنی در مرو حضور داشت.

در اینجا باید بدانیم که خیام و همکاران وی چه اطلاعاتی را در اختیار داشتند تا بتوانند دست به این کار بزرگ بزنند. مختصر می‌توان گفت که خیام و همکاران وی از دو منبع اطلاعات اولیه در اختیار داشتند، یک سری اطلاعات اسطوره‌ای داشتند که از زرتشت به دست آنان رسیده بود زیرا زرتشت علاوه بر اینکه یک پیامبر بود اطلاعات ستاره‌شناسی وسیعی داشت و او را یک اخترشناس می‌دانستند و رومی‌ها او را به‌عنوان اخترشناس می‌شناختند به‌نحوی‌که نقاشی معروف به نام رافائل[۳۰] در نقاشی بسیار مشهور خودش به نامه مدرسه آتن در سال ۱۵۰۱، تصویر بسیاری از بزرگان علمی جهان همانند افلاطون و ارسطو را

رسم کرد که در این نقاشی نیز تصویر زرتشت ترسیم‌شده بود، در تصویر یک کره در دست زرتشت قرار داده‌شده بود که در حال آموزش به شاگردانش نشان داده‌شده است کاملاً در نقاشی وی مشهود است و همچنین بزرگان و دانشمندان دیگر که

[30] Raffaello (1483- 1520)

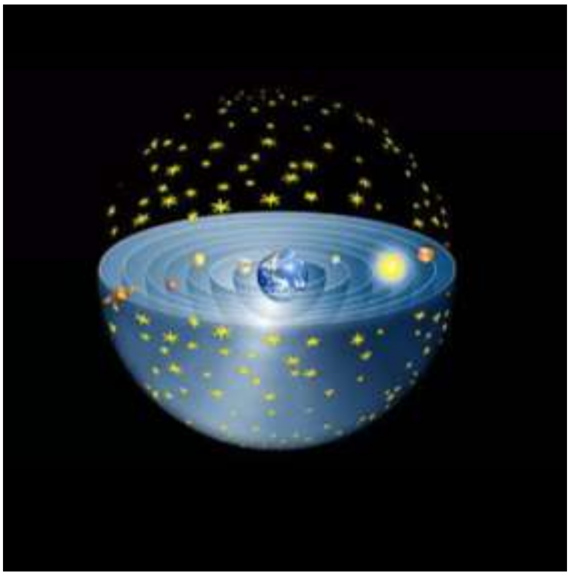
بعدها توسط متخصصین نقاشی شناسایی و معرفی‌شده‌اند. با این توضیح می‌توان گفت که اطلاعات موجود از طریق زرتشت می‌توانست یکی از منابع اولیه اساطیری برای خیام و همکارانش بود. حتی فریدریش نیچه[۳۱] هم در کتاب رمانش به نام "چنین گفت زرتشت(نیچه، ۱۳۷۷)" که می‌خواست مطالب خود را از زبان زرتشت بیان کند در شروع رمانش نوشته که زرتشت بعد از ده سال که در غار زندگی می‌کرد و مشاهده حرکات اجرام و سماوی آسمان به میان مردم آمد.

مهم تر از این خیام و همکارانش اطلاعاتی علمی کاملی در خصوص دیدگاه زمین مرکزی بابلی در اختیار داشتند. بر اساس نظر بابلی‌ها می‌دانستند زمین خودش کروی شکل است و اطراف آن را کره بزرگ‌تری به نام کره سماوی فراگرفته است به‌طوری‌که صفحه استوای زمین با استوای کره سماوی بر یکدیگر منطبق هستند. به‌علاوه در این منظومه زمین مرکزی بر این

باور بودند که سیارات معروف آن زمان همانند عطارد، زهره، خورشید و ... به دور زمین در حال چرخش هستند و خورشید در فلک چهارم قرار دارد و از این گذشته در این فلک ستارگان همگی به آسمان سماوی به‌طور کامل ثابت‌شده و میخ‌کوب شده‌اند. این منظومه کامل زمین مرکزی بابلی‌ها بود که خیام و همکارانش به‌طور کامل با آن آشنا بودند.

[31]Friedrich Nietzsche (1844-1900)

همچنین با ستارگان و مجموعه قرارگیری آن به نام دب اصغر، دب اکبر و ... که بابلی‌ها آن‌ها را دوازده‌تا بود و نام‌گذاری کرده بودند آشنایی داشتند و در یونان و ایران نیز با آن‌ها آشنا بودند و به آن‌ها بروج دوازده‌گانه می‌گفتند. علاوه بر این فکر می‌کردند مداری که خورشید در حال گردش به دور آن است به نام دایره‌البروج تمایل دارد به سماوی استوا با یک زاویه حدود ۲۳٫۵ درجه که هم بابلی‌ها آن را می‌دانستند و هم ایرانی‌های قبل و بعد از اسلام.

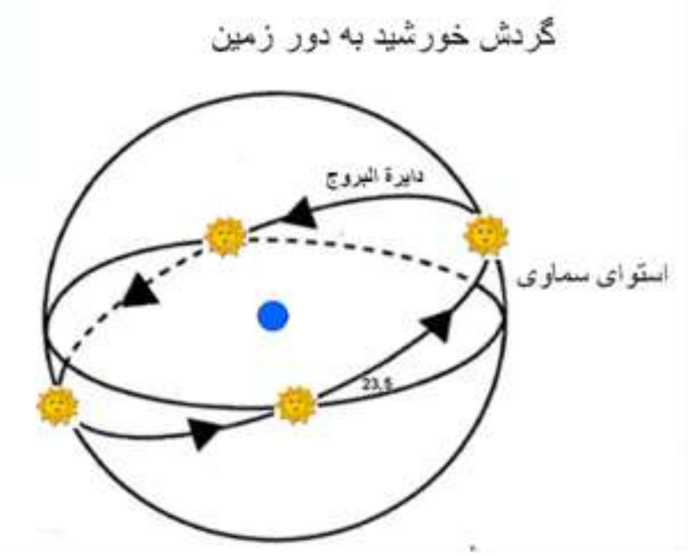


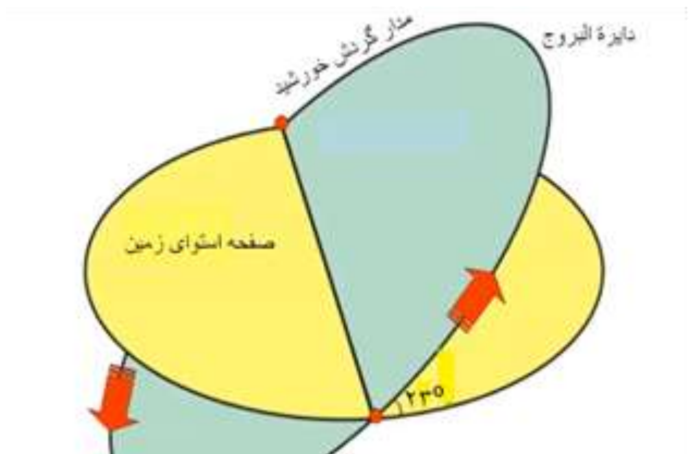
همچنین معتقد بودند خورشید هنگامی‌که در اطراف زمین می‌چرخد از داخل برج‌های دوازده‌گانه عبور می‌کند که در اطراف زمین قرار دارند و در هرکدام از این برج‌ها مدتی قرار می‌گیرد.

این موارد را به‌طور کامل و مطالعه شده توسط خیام و این این موارد را به‌طور کامل و مطالعه شده توسط خیام و همکارانش موردبررسی قرارگرفته بود همچنین فکر می‌کردند خورشید در ۳۶۵ روز به دور زمین می‌چرخد. البته این مدت ۳۶۵ روز در ایران قدیم دوران داریوش موردقبول قرارگرفته بود اما سال واقعی ۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه و ۴۵ ثانیه بود و در هر بار چرخش حدود ۶ ساعت تفاوت رسیدن به نقطه حرکت وجود داشت و در سال دوم ۱۲ ساعت و در سال سوم حدود ۱۸ ساعت و در سال چهارم حدود ۲۴ ساعت که برای رفع این مورد در چهار سال یک روز به طول سال اضافه می‌شد که سال کبیسه گفته می‌شد تا این مشکل برطرف شود.

در دوران خیام چون قرن‌ها این‌گونه تقویم مورداستفاده قرار نمی‌گرفت و کبیسه گیری صورت نگرفته بود نوروز به تأخیر افتاده و باید تاریخ دقیق آن را مشخص و اعلام می‌کردند زیرا در دوران خیام سال نو خورشیدی به علت کبیسه نگرفتن به تیرماه افتاده بود و خیام و همکارانش به‌خوبی به آن واقف بودند و باید طول دقیق سال را تعیین کنند که خورشید در محلی قرار گیرد که روز اول فروردین‌ماه را مشخص کنند و در بررسی خود سال‌هایی که کبیسه گیری نشده بود را مشخص و زمان سال نو خورشیدی را دقیقاً مشخص شود. آن‌ها به رصد اجرام سماوی به‌ویژه خورشید پرداختند و در نتیجه‌ای که به آن رسیدند سال نو شمسی برابر با روز جمعه دهم رمضان سال ۴۷۱ هجری قمری و برابر ۱۵ ماه مارس ۱۰۷۹ خواهد بود. در

این روز خیام و همکارانش اعلام کردند طول سال ۳۶۵,۲۴۲۱۹۸۵۸ روز است و این امروزه نیز طول روز برابر ۳۶۵,۲۴۲۱۹۸۷۹ است که خیام هزار سال پیش به آن پی برده بود. متأسفانه فعلاً نحوه محاسبه خیام و سایر منجمین هم‌عصر او را در اختیار نداریم و فقط نتیجه آن را می‌دانیم و جالب است که بدانیم در دو رقم آخر کمی تفاوت دارد که قابل‌چشم‌پوشی است و تقویم خیام در ۳۷۷۰ سال یک روز خطا دارد و تقویم گرگوری که مسیحیان استفاده می‌کنند در ۳۳۳۰ روز یک روز خطا دارد که نشان‌دهنده دقت بالاتر تقویم شمسی است.


گردش خورشید به دور زمین
دایرة البروج
استوای سماوی
23.5


مدار گردش خورشید
دایرة البروج
صفحه استوای زمین
۲۳٫۵

خیام با این کار خود موفق شد نوروز را در زمان اصلی خود مشخص کند که در آن شب و روز برابر هم است که به‌اعتدال بهاری معروف است. همچنین موفق شد موقعیت تیرگان، مهرگان (اعتدال پاییزی) و انقلاب زمستانی (یلدا یا تولد میترا) را مشخص کند؛ و آن‌ها شش ماه اول را به ۳۱ روز و شش ماه دوم که ۵ ماه اول آن سی روز و اسفند را ۲۸٫۲۹ روز تقسیم کردند که هر چهار سال یک روز به آن اضافه می‌شود این تقویم به سلطان جلال‌الدین تقدیم شده که ما هم‌اکنون به آن تقویم جلالی می گوئیم. خیام به‌شدت مخالف طالع بینی بود و به آن توجه و علاقه‌ای نداشت.

نتیجه‌گیری

خیام به‌عنوان‌یک دانشمند بزرگ جهانی موردتوجه دانشمندان بزرگ قرارگرفته است و کارهای علمی او پایه اولیه و حتی تکمیل‌کننده دانش‌های مختلف بود. این دانشمند بزرگ چنان افتخارات زیادی برای ایران به ارمغان آورده است که در دنیا جای پای این دانشمند بزرگ دیده می‌شود به‌نحوی‌که در سال ۱۹۷۰ در روی کره ماه یک دره‌ای را به نام او نام‌گذاری شد و کشورهای مختلف تمبرهای یادگاری از وی به چاپ رسیدند و در سال ۱۹۸۰ یک سیارک را به نام خیام نام‌گذاری کردند همچنین در بخارست (رومانی) تندیس خیام را نسب کردند، در اردیبهشت ۱۳۹۰ تندیس خیام در مادرید اسپانیا رونمایی شد. سال ۲۰۰۰ میلادی از سوی یونسکو به‌افتخار خیام سال خیام نامیده شد. کتاب نیز در سال ۲۰۰۲ به زبان اسپانیایی به نام عمر خیام، شاعر و ریاضی‌دان منتشر گردید، همچنین در سال ۲۰۰۹ یونسکو نوروز ما را میراث جهانی شناخت و در همین سال مجسمه خیام در مقابل ساختمان یونسکو نصب گردید. در سال ۲۰۱۲ فهرستی منتشر شد از ۲۰۰ نفر ریاضی‌دان بزرگ و اثرگذار در جهان که نام عمر خیام در این لیست و ردیف ۹۷ قرار داده شد و در این لیست موسی خوارزمی در ردیف ۳۶ قرار داشت، در سال ۲۰۱۴ مجسمه خیام در نیویورک به‌افتخار او نصب شد. بااین‌همه عمر خیام به‌عنوان‌یک دانشمند بزرگ در جهان اسلام برای بسیاری از مردم همچنان ناشناخته است.

فهرست منابع

۱) احمدپناهی، محمد. (۱۳۶۵). *حسن صباح*. تهران: حافظ.

۲) بیهقی، ابوالحسن علی بن ابی القاسم زید. (۱۳۵۱). *تتمه صوان و الحکمه*. (محمد شفیع، مصحح). لاهور.

۳) توماس، هنری. (۱۳۴۸). *بزرگان فلسفه*. (فریدون بدره ای، مترجم). تهران - ایران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.

۴) حسنلی، کاووس؛ و حسام پور، سعید. (۱۳۸۸). کارنامه خیام پژوهی در سده چهاردهم. *پژوهش زبان و ادبیات فارسی*، (۱۴)، ۹۹-۱۲۶.

۵) خیام نیشابوری، ابوالفتح عمر بن ابراهیم. (۱۳۶۷). *رباعیات خیام (طربخانه)*. (یار احمد بن حسین رشیدی تبریزی و جلال الدین همایی، محققین). تهران: نشر هما.

۶) خیام نیشابوری، ابوالفتح عمربن ابراهیم. (۱۳۸۳). *حکیم عمر خیام و رباعیات*. (کاظم برگ نیسی، مترجم، فیتز جرالد، محقق). تهران.

۷) خیام نیشابوری، ابوالفتح غیاث الدین عمر بن ابراهیم. (۱۳۱۴). *رساله فی شرح ما اشکل من مصادرات کتاب اقلیدس*. (تقی ارانی، مصحح). تهران: مطبعه سیروس.

۸) دهخدا، علی اکبر. (۱۳۷۷). *لغت نامه*. تهران: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۹) ذکاوتی قراگزلو، علیرضا. (۱۳۷۷). *عمر خیام نیشابوری*. تهران: طرح نو.

۱۰) رضا زاده ملک، رحیم. (۱۳۷۷). *عمر خیام (قافله سالار دانش)*. تهران: علم و هنر، صدای معاصر.

۱۱) قندهاریان، ابوالقاسم. (۱۳۶۸). گزارش ابوالقاسم قندهاریان از زندگی و کار حکیم عمر خیام نیشابوری بر اساس پژوهش های سوامی گون تیرته. *نشریه فرهنگ ایران زمین*، (۲۸)، ۳۵۲-۴۷۶.

۱۲) مجیدی، عنایت الله. (۱۳۵۱). *مجموعه مقالات و اشعار استاد بدیع الزمان فروزانفر*. تهران: دهخدا.

۱۳) ملک پور، ایرج. (۱۳۷۹). تاریخ تولد حکیم عمر خیام نیششابوری. *نشر دانش*، (۹۷)، ۲۵-۲۷.

۱۴) نظامی عروضی، احمد بن عمر. (۱۳۲۷). *مجمع النوادر*. (محمد بن عبدالوهاب قزوینی، محقق). تهران: لیدن.

۱۵) نیچه، فریدریش ویلهلم. (۱۳۷۷). *چنین گفت زرتشت*. (مسعود انصاری، مترجم). تهران: جامی.

۱۶) همایی، جلال الدین. (۱۳۴۶الف). *ترجمه «شرح ما اشکل من مصادرات کتاب اقلیدس»* تهران: انتشارات انجمن آثار ملی.

۱۷) همایی، جلال الدین. (۱۳۴۶ب). *خیامی نامه*. تهران: سخن.

18) Nikdel, Jafar (podcaster), Kanani, Nasser, (speaker). (n.d.).(2021) *"Khayyam: Astronomer and Mathematician."* Shenakht Association (Toronto), Kanoon Mohandes (Toronto), & Khane Iran e.V. (München) (producers).

19) Ozdural, Alpay. (1995). Omar Khayyam, Mathematicians, and "Conversazioni" with Artisans. *Journal of the Society of Architectural Historians*, *54*(1), 54-71.

مطالعات تاریخ و تمدنِ ایران و اسلام

دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۹۷-۶۴

Hakim Omar Khayyam and the reflection of his scientific thoughts (a case study of mathematics and astronomy)

Abbas Rahbri[1], Mojdeh Ardlani[2]

[1]*faculty member of Farhangian University, Kurdistan, Iran*

[2]*The secretary of girls' high schools of education in the 1st district of Sanandaj, Iran*

Abstract

Omar Khayyam in Iran as a famous poet has been noticed by the general public and especially the poets and writers of the Persian language, and his scientific features are less known and noticed in the Iranian society, in this article the author seeks to examine his scientific works, which are based on Authentic historical sources have been used in the library method and descriptive and analytical research methods, trying to answer these questions, whether Khayyam tried to make a supplementary theory about some subjects, mathematics, geometry and astronomy, or whether he himself gave a new theory. Is? And how influential have these theories been in these sciences? And in what sciences did Omar Khayyam have abilities that are now being noticed by scientists. The results obtained in this research show that Omar Khayyam was a master in philosophy, mathematics, astronomy, literary sciences, religion, history and poetry. One of his most prominent works can be considered to be the arrangement of Iran's chronology calculations during the ministry of Khwaja Nizam al-Molk. Khayyam played an important role in solving algebraic equations and geometry, and his studies on Euclid's fifth principle and finding his theory about equivalent ratios with Euclid's theory are also among his most important works.

Keywords: Omar Khayyam, science, astronomy, mathematics, geometry, poetry