

■ علی خیری، دانشجوی دکترای معماری و
عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس (شهریار)

قوس معماری ایرانی

اسلامی در «مفتاح الحساب» غیاث الدین کاشانی

مقدمه

در برخی از کتاب‌های محققان نامی غرب مانند کتاب «معماری ایلخانان» تألیف ویلبر^۱، از منابع کتب قدیمی ایران ذکری به میان آمده که در باره‌ی شکل قوس‌ها و طرز ترسیم آن‌ها سخن رانده است. این کتاب «مفتاح الحساب» نام دارد و از نوشته‌های دانشمند نامی و ریاضی‌دان ایران در قرن نهم هجری، غیاث الدین جمشید کاشانی است. مطالعه و بررسی این کتاب، که یکی از کتاب‌های ریاضی مهم و کاربردی بزرگان ریاضی بوده و هست، نشان می‌دهد که کاشانی در مبحث هندسه، پس از ذکر مساحت اشکال مختلف هندسی و موارد استفاده‌ی آن‌ها قسمتی را هم به مساحت اینیه و عمارات اختصاص داده است. کاشانی در این باب نخست به طرز کشیدن قوس‌ها، که یکی از مبانی مهم معماری است، اشاره کرده سپس راه محاسبه‌ی سطوح مختلف آن را بیان داشته است. با دست‌یابی به این مدرک ارزشمند و اصیل به شناخت و ترسیم قوس معماری ایرانی اسلامی می‌پردازیم (کاشانی، ۱۳۶۶).



عکس
صفحه‌ی آخر
رساله‌ی محیطیه،
کتابخانه‌ی آستان
قدس رضوی
شماره‌ی ۲۲۹.



تمبر یادبود منتشر شده در ۱۳۵۸
به مناسبت پانصد و پنجاهمین سال
درگذشت کاشانی.

فعالیت‌های علمی غیاث الدین کاشانی

جمشید بن مسعود بن محمود طبیب کاشانی ملقب به غیاث الدین کاشانی که در غرب به ال - کاشی^۲ مشهور است، ریاضی‌دان برجسته، ستاره‌شناس و مهندسی فرزانه بود. او تقریباً در همه‌ی آثارش خود را متواضعانه کمترین بندگان خداوند «یا نیازمندترین بندگان خدا به رحمت او» جمشید، پسر مسعود طبیب کاشانی، پسر محمود پسر محمد معرفی می‌کرد.

کاشانی در عمر پربار خود و از ۱۸ سالگی یعنی حدود (۸۰۸ هـ ق / ۱۴۰۶ م) تا پایان عمرش (۸۳۲ هـ ق / ۱۴۲۹ م) به فعالیت‌های علمی و تألیف کتاب‌های متعدد در زمینه‌ی ریاضیات و نجوم پرداخته و آلات رصد دقیقی نیز اختراع کرده بود. مهم‌ترین این آثار در ریاضیات و نجوم عبارت‌اند از: مفتاح الحساب، رساله‌ی محیطیه، رساله‌ی وتر و جیب، زیج خاقانی، زیج التهسیلات [۱] و نزهة الحدایق.

مفتاح الحساب نزد شرق‌شناسان

برای نشان دادن اهمیت «مفتاح الحساب» کاشانی نزد شرق‌شناسان، به‌ویژه محققان اروپایی، چاپ‌های مختلف متن عربی و ترجمه‌های این اثر اشاره می‌شود:

- در ۱۸۶۴ م فرانتس وپکه^۳، محقق آلمانی ساکن فرانسه، بخشی از این کتاب را به فرانسه ترجمه کرد.

- در ۱۹۴۴ م، پاول لوکی^۴ بخش عمده‌ای از «مفتاح الحساب» را به آلمانی ترجمه کرد و شرح داد. این ترجمه نیز، هم‌چون ترجمه‌ی رساله‌ی محیطیه، پس از مرگ لوکی و در ۱۹۵۱ م منتشر شد. وی هم‌چنین مقاله‌ی مهمی در باره‌ی روش کاشانی در پیدا کردن ریشه‌ی «nم» اعداد نوشت.

- در ۱۹۵۱ میلادی نائله رجایی در پایان‌نامه‌ی دوره‌ی دکتری خود در دانشگاه آمریکایی بیروت با استفاده از مطالب

«مفتاح الحساب» و «رساله‌ی محیطیه» به بحث در باره‌ی اختراع کسرهای اعشاری توسط کاشانی پرداخت.

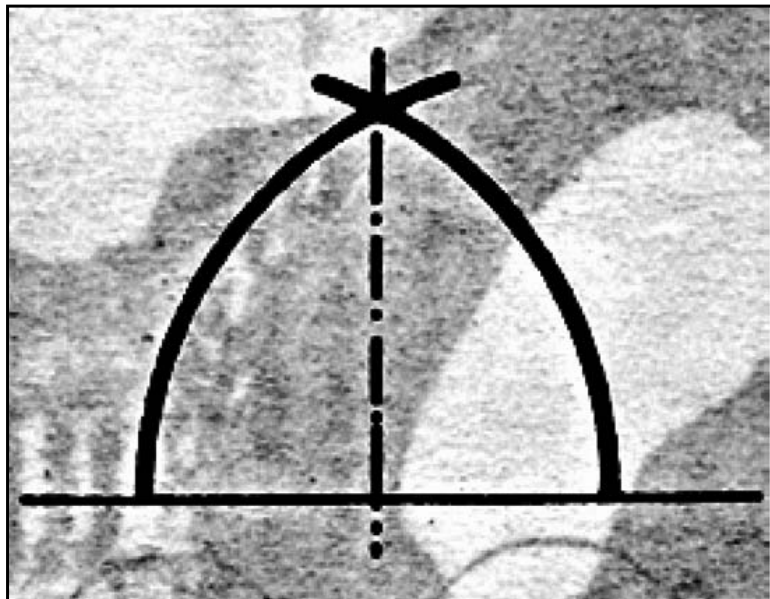
- در ۱۹۵۱ م در دانشگاه آمریکایی بیروت، عبدالقادر الداخل نیز در پایان‌نامه‌ی دکتری خود روش کاشانی در باره‌ی پیدا کردن ریشه‌ی «nم» در دستگاه شمار شصت‌گانی را بررسی کرد.

- در ۱۹۵۶ م نیز برویس ژرنفلد^۵، آدلف یوشکویچ و سگال^۶، تصویر یک نسخه‌ی خطی این اثر و تصویر یک نسخه‌ی خطی «رساله‌ی اعیطیه» را همراه با ترجمه‌ی روسی آن در مسکو به چاپ رساندند.

یوشکویچ، پژوهشگر مشهور روسیه در کتاب «تاریخ ریاضیات در سده‌های میانه» در باره‌ی کتاب کاشانی می‌نویسد: «مفتاح الحساب کتابی است درسی، در باره‌ی ریاضیات مقدماتی، که استادانه تألیف شده و مؤلف آن چه را مورد نیاز طبقات مختلف خوانندگان آن کتاب می‌تواند باشد، در نظر گرفته است. این کتاب از حیث فراوانی، تنوع مواد، مطالب، روانی بیان و سلامت کلام تقریباً در همه‌ی آثار ریاضی قرون وسطی یگانه است».

- در ۱۹۶۷ م احمد سعید الدمرdash و محمد حمدی الحفنی الشیخ، متن عربی این کتاب را در قاهره به چاپ رساندند. غلط‌های این چاپ حتی از غلط‌های نسخه‌ی خطی چاپ مسکو بیشتر

شکل ۱- چفد مازهدار.



است.

— در ۱۹۷۷ م نادر النابلسی یک بار دیگر تمام این کتاب را با حواشی به نسبت سودمند و با دقتی بیشتر از دو مصحح قبلی در دمشق به چاپ رساند. گفتنی است که در هیچ یک از ترجمه‌ها یا چاپ‌های یاد شده از نسخه‌ی خطی کتاب‌خانه‌ی ملی ملک، که کهن‌ترین و بهترین نسخه‌ی موجود «مفتاح الحساب» به شمار می‌آید استفاده نشده است.

چفدها

چفد در تعریف هندسی خط یا شکلی منحنی است و در اصطلاح معماری به باریکه‌ی طاقی که روی سردر درگاه قرار می‌گیرد اطلاق می‌شود. طاق به طور کلی به مفهوم پوشش فضای بین دو دیوار است و شکلی (قوسی) که طاق از نظر ترکیب تابع آن است، همان چفد است. بنا بر این، با تعریفی دیگر می‌توان طاق را ادامه‌ی چفد دانست. به طور کلی، در معماری سنتی ایران پوشش در دو نوع تخت و سغ است (بزرگمهری، پیرنیا، ش ۲۴).

پوشش تخت

از لحاظ شکل سطحی مستوی است و از آنجایی که در این گونه پوشش برایند نیروهای وارده بر طاق کاملاً عمودی است ایستایی طاق در برابر آن مستلزم استفاده از تیرهای حمال مقاوم است که به دلیل کمبود چوب مقاوم و موریانه‌ها استفاده از این نوع پوشش در ایران کمتر بوده است.

پوشش سغ یا ازج

ازج بیشتر به شاخه‌های تاک، نخل، نسترن و یاس، که شکلی منحنی و کمانی دارند اطلاق می‌شود ولی در مورد طاق بیشتر تلفظ ازج به کار می‌رود. سغ، ازج، ازگ را در عربی ازج می‌گویند و غیاث الدین جمشید کاشانی نیز این لفظ را برای طاق به کار برده است. پوشش سغ در واقع پوششی است که از نظر شکل تابع چفدی منحنی است. انتخاب چفد مناسب برای تحمل بارهای وارده بر طاق‌ها و گنبد‌ها در معماری ایرانی بر اساس منطق ساختمانی و ایستایی بنا صورت گرفته است، که حاصل سال‌های بسیار تجربه و تبحر عملی است.

پوشش سغ به دو بخش عمده‌ی مازهدار و تیزهدار تقسیم می‌شود. در چفد مازهدار رأس هلالی شکل و بخشی از بیضی

است. هر دو نوع چفد در ایران پیشینه‌ای دیرینه دارند که بهترین نمونه‌های آن‌ها را در زیگورات چغازنبیل شوش، متعلق به ۱۳۵۰ قبل از میلاد می‌توان دید (شکل ۱).

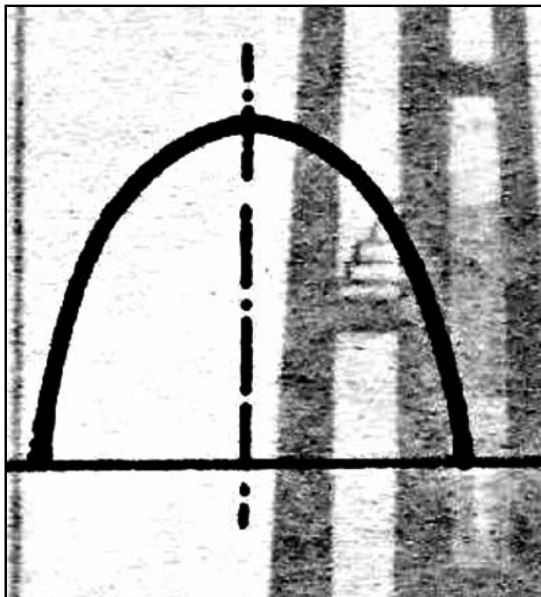
چفدهای دوران قبل از اسلام مازهای اند و حتی تا قرون اولیه بعد از اسلام نیز اکثر پوشش‌ها مازهدار است اما به تدریج چفدها و پوشش‌های تیزهدار جای آن را می‌گیرد. چفد تیزهدار همان طور که از نامش پیداست رأس آن تیز است و از تقاطع دو قوس منحنی ایجاد می‌شود که به آن قوس جناغی هم می‌گویند. دلیل عمده‌ی جای‌گزینی چفد جناغی را می‌توان در مرتفع شدن بنا با پوشش‌های مازهای دانست و چون در هنر اسلامی کوشش در جهت کاستن شکوه بیهوده‌ی بنا، به‌ویژه کاهش ارتفاع، بود از چفد جناغی استفاده کردند که مقیاس ساختمان را بسیار انسانی و مردم‌وار جلوه می‌داد (شکل ۲).

چفدهای مازهدار و تیزهدار عموماً بر حسب خیزشان به چهار دسته تقسیم می‌شوند: تیز، تند، کند، گفته.

چفد پنج اوهفت (مشهورترین قوس ایرانی)

لغت پنج اوهفت از دو واژه‌ی پنج، به معنای سوراخ یا روزن، و اوهفتن، به معنای پوشاندن، تشکیل شده است. شباهت لغوی پنج اوهفت برای برخی از معماران مبنای اشتباهی شد که در رسم این قوس از تناسبات ۵ و ۷ استفاده کنند ولی متأسفانه قوسی که با این تناسبات ساخته می‌شد اکثراً مناسب بارهای وارده نبود و می‌شکست (بزرگمهری و پیرنیا، ش ۲۴). کاشانی برای بهبود این وضع قوس‌ها را به پنج گروه تقسیم می‌کند و برای هر دهانه نوع مناسبی از قوس را پیشنهاد می‌دهد.

شکل ۲- چفد تیزه دار.



سطح را تشکیل می‌دهند که یک قطعه‌ی لوزی‌مانند یا چهار سطح مستوی آن‌ها را به یک‌دیگر متصل و طاق را تکمیل می‌کند. به نظر می‌رسد که این مجموعه توسط دو سطح مستوی، مساوی و موازی احاطه شده است که عبارت اند از: دو سطح منحنی که محور آن‌ها یکی نیست بلکه یکی از آن‌ها برجسته و دیگری گود است. به فاصله‌ی بین این دو عرض یا ضخامت، طاق گفته می‌شود (کاشانی، ۱۳۶۶).

فرق بین طاق و ازج این است که عرض طاق - عمق طاق - بیشتر از دهانه‌ی آن نیست، ولی در ازج ممکن است بیشتر و گاهی به اندازه‌ی عرض طاق باشد که این را در ازج طول آن می‌نامند و همان طور که کاشانی شرح داده روش رسم آن‌ها پنج نوع است:

روش اول

دایره‌ی (ا ب ج د) را با قطری معادل دهانه‌ی طاق به مرکز (ه) رسم می‌کنیم و آن را به شش قسمت مساوی بر نقطه‌های ا، ب، ج، د، ح، ر تقسیم می‌کنیم، سپس قطرهای (ا د)، (ب ر)، (ج ح)، را می‌کشیم و آن‌ها را از طرف (ا)، (ب)، (ج) و (د) به اندازه‌ی ضخامت طاق به هر مقدار که بخواهیم تا نقاط (ی)، (ک)، (م) و (ل) امتداد می‌دهیم. سپس به مرکز (ه) قوس‌های (ی ک) و (م ل) را به موازات قوس‌های (ا ب) و (ج د) رسم می‌کنیم و بعد به مرکز (ج) و شعاع (ح ج) قوس (ج ط) و به مرکز (ر) و شعاع (ر ب) قوس (ب ط) را می‌کشیم، حال خطوط (ح ط) و (ر ط) را کشیده آن‌ها را تا نقاط (س) و (ع) به اندازه‌ی ضخامت سقف امتداد می‌دهیم و بعد به مرکز (ج) قوس (م ع) و نیز به مرکز (ر) قوس (ک س) را رسم می‌کنیم و عمود (س ن) را از (ط س) و عمود (ع ن) را از (ط ع) خارج می‌کنیم. بدین طریق قطعات پنج

بخشی از باب نهم در مقاله‌ی چهارم «مفتاح الحساب»

قدیمی‌ها ازج را نصف استوانه‌ی گرد توخالی توصیف کرده‌اند ولی آن‌چه در ساختمان‌ها دیده می‌شود آن است که قسمت وسط آن برجسته بوده و طول آن بیشتر از دهانه‌ی طاق است. در هر صورت امروزه بین بناها به طاق‌آهنگ یا طاق کوره‌پوش مصطلح است. یکی از باب‌های جالب توجه «مفتاح الحساب» باب نهم از مقاله‌ی چهارم است که موضوع آن محاسبه‌ی حجم بناها و عمارات است. کاشانی در مقدمه‌ی این باب می‌نویسد که اصحاب این فن فقط حجم طاق و ازج، را آن هم به وجه ناقصی، در کتاب‌های خود می‌نویسند و من همه‌ی این محاسبات را آن طور که باید و شاید ذکر می‌کنم، زیرا احتیاج به اندازه‌گیری حجم عمارات بیش از سایر حجم‌هاست.

در این باب کاشانی طاق، ازج، قبه، مقرنس و انواع آن را تعریف کرده و سطح و حجم هر یک را، هم در دستگاه شمار ده‌گانی و هم در دستگاه شمار شصت‌گانی انجام داده است و همان طور کاشانی گفته است:

«از کسی که بر این نوشته نظر می‌افکند استدعا دارم که از ضعف عبارات آن مرا معذور دارد و اگر لغزشی در آن روی داده خرده نگیرد چه من به عجز و تقصیر خود مقر و به سستی بیان و نوشته‌ی خود معترفم» (کاشانی، ۱۳۶۶).

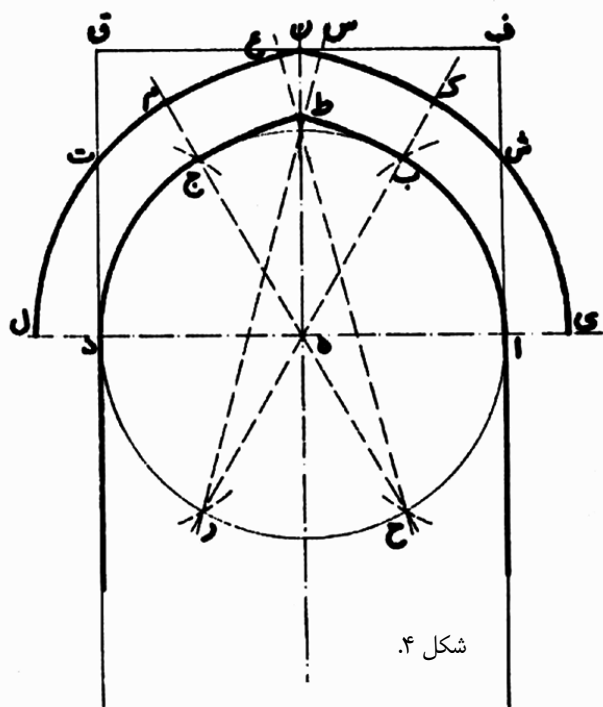
اندازه‌گیری طاق و ازج

قدما آن‌ها را بدین صورت شناخته‌اند که عبارت اند از نصف استوانه‌ی گرد و توخالی، ولی ما آن‌ها را بدین شکل در ساختمان‌های قدیم و جدید مشاهده نکرده‌ایم. بلکه اکثراً در قسمت وسط برجسته‌اند و تعداد خیلی کمی از آن‌ها استوانه گرد و توخالی اند.

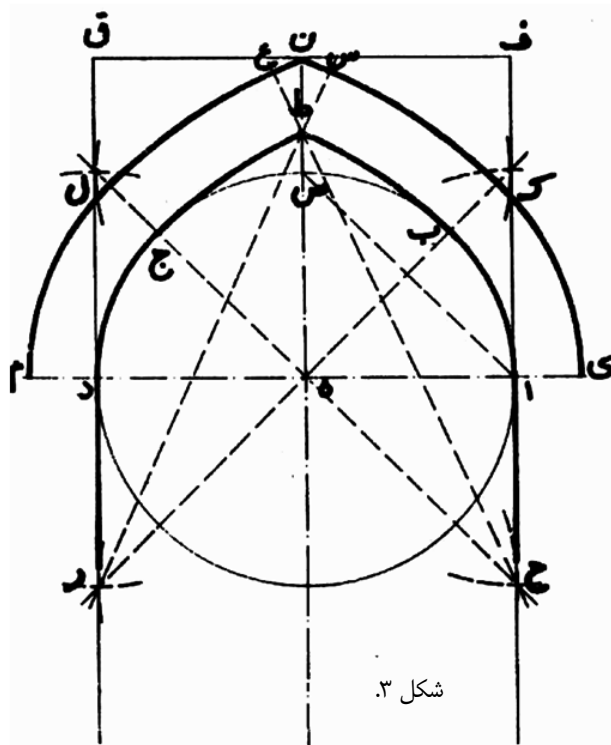
بدان که طاق شایسته و حقیقی عبارت است از سقفی که روی دو پایه، که هر دو در یک سطح و به موازی یک‌دیگر قرار گرفته باشند، بنا شده و از پنج قسمت (قطعه) تشکیل شده باشد:

دو تایی آن‌ها عبارت اند از دو قطعه‌ی فلکی (محیط دایره)؛ واحد یا حلقه‌ی واحد یا صفحه‌ی واحد، که قطر قسمت داخلی آن کمتر از دهانه‌ی طاق نیست. یعنی دو بعد دارد که یکی در سمت راست و دیگری در سمت چپ واقع و بر دو پایه بنا شده است؛

و دو قطعه‌ی دیگر دایره‌ای، قوسی یا صفحه‌ای، که قطر قسمت داخلی آن بزرگ‌تر از قطر قسمت داخلی اولی است، ولی ضخامت آن عیناً مساوی ضخامت قسمت‌های قبلی است و پایه‌ی این دو روی دو قطعه‌ی اولی است و بر خطی که تمام کننده‌ی طاق است به یک‌دیگر می‌رسند؛ طوری که محور قطعه‌ی سمت راست در سمت راست و قطعه‌ی سمت چپ در سمت چپ دو



شکل ۴.



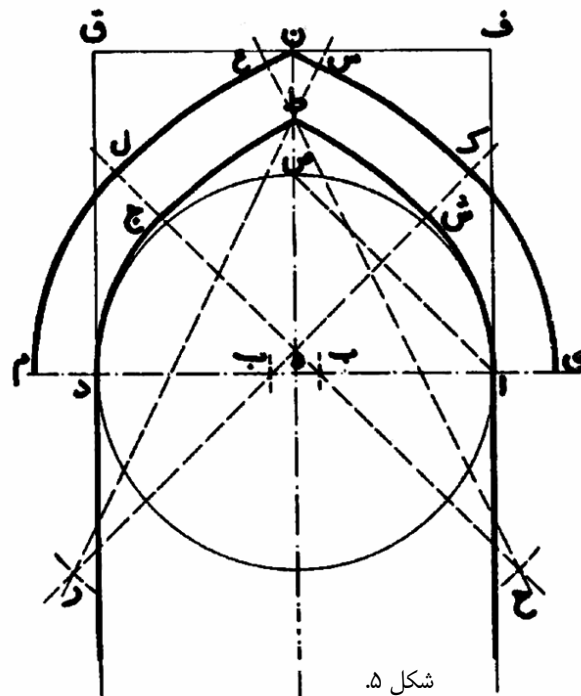
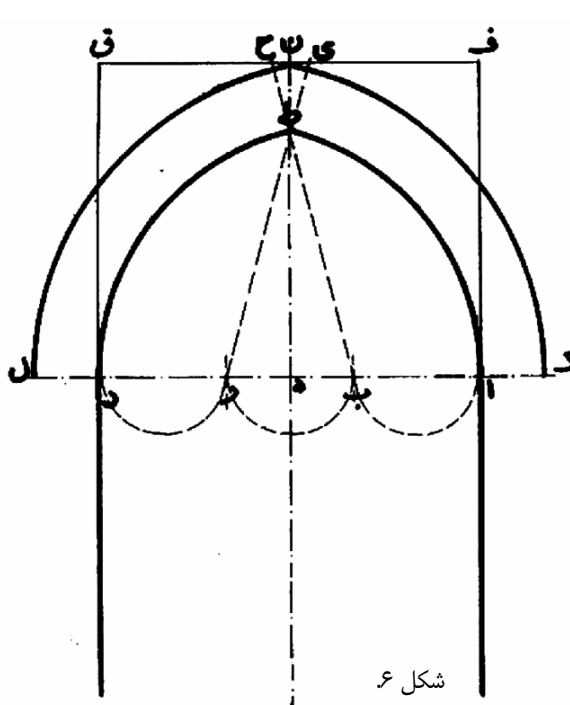
شکل ۳.

روش دوم

نیم‌دایره‌ی (ا ب ج د) را بر قطر (ا د) به اندازه‌ی دهانه‌ی طاق به مرکز (ه) رسم می‌کنیم و آن را از دو طرف به اندازه‌ی ضخامت طاق تا دو نقطه‌ی (ی) و (م) امتداد می‌دهیم، حال آن را در نقاط (ا)، (ب)، (ض)، (ج) و (د) به چهار قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و شعاع‌های (ه ب) و (ه ج) را می‌کشیم و آن‌ها را به اندازه‌ی (ا ص) (وتر مربع دایره) از سمت پایین تا نقاط (ح) و (ر) به اندازه‌ی (ج ل) و (ب ک) مساوی (د م) ضخامت طاق از طرف دیگر، امتداد می‌دهیم. سپس قوس‌های (ا ب) و (ج د) را به مرکز (ه) و شعاع نصف دهانه و قوس‌های (ک ی) و (م ل) را به همان مرکز و شعاع نصف دهانه به اضافه‌ی ضخامت طاق و بعد قوس‌های (ب ط) و (ک س) را به مرکز (ر)، (ج ط) و (ل ع) را به مرکز (ح) رسم می‌کنیم. حال خطوط (ح ط) و (ر ط) را رسم می‌کنیم. آن‌ها را تا نقاط (س) و (ع) به اندازه ضخامت طاق امتداد می‌دهیم و دو خط (س ن) و (ع ن) را بر آن‌ها عمود می‌کنیم. بدین ترتیب مجموع قطعات (ا ک)، (ک ط)، (ط ن)، (ن ل)، (ل د) نمای طاق را تشکیل می‌دهد و با رسم مستطیل (ا ف ق د) آن را تمام می‌کنیم. قرار دادن مستقیم دو خط (س ن) و (ع ن) برای مطلبی است که بعد گفته می‌شود. این روش ترسیم طاق، برای دهانه‌هایی است که عرض آن‌ها ۵، ۱۰ یا ۱۵ ذرع باشد (شکل ۴).

گانه‌ی طاق به دست می‌آید که عبارت اند از (ا ک)، (ک ط)، (ط ن)، (ن م)، (م د) که جمع آن‌ها نمای طاق را به دست می‌دهد و دلیل این که خطوط (س ن) و (ع ن) را مستقیم رسم کرده‌ایم نه منحنی برای فایده‌ای است که بعداً گفته می‌شود. جایز است که قوس‌های (ب ط)، (ط ج)، (ک س)، (ع م) را به مرکز دو نقطه‌ی آخر دو خط (ه ر) و (ح ه) رسم کنیم که در قسمت داخل تحتانی دایره‌ی (ه) است.

ولی در قسمت خارجی بهتر است همان طور که قبلاً گفته شد عمل کنیم و سطح (ا ب ط ج د) را قسمت توخالی (داخلی) طاق می‌کنیم که بناها آن را اسبزه می‌گویند و اگر از نقطه‌ی (ن) در دو طرف، عمودهای (ن ف) و (ن ق) را مساوی (ا ه) بر (ن ط ه) خارج کنیم و خطوط (ا ف) و (د ق) را رسم کنیم تا منحنی خارجی طاق را در نقاط (ش)، (ت) قطع کند. بدین صورت سطوح (ش ف ن) و (ن ق ت) دو بازوی، کتف، طاق اند و سطوح (ا ی ش) و (د ل ت) قسمتی از طاق است که داخل دیوار واقع است و طول خط (ه ط) بلندی قسمت زیرین مقعر و (ه ن) ارتفاع قسمت بالایی محدب طاق است. این روش ترسیم طاق زمانی خوب است که دهانه‌ی طاق حدود پنج ذرع [۲] باشد، هم‌چنین در بعضی عمارات دیده شده که قوس‌های (ب ط)، (ج ط)، (ک ن) و (م ن) خط مستقیم کشیده شده است (شکل ۳).



روش سوم

از نقطه‌ی (هـ) وسط (ا د) دهانه‌ی طاق عمود (هـ ن) را خارج می‌کنیم و روی آن (هـ ص) را معادل (ا هـ) جدا می‌کنیم، روی (ا هـ) به اندازه‌ی یک هشتم آن نشان می‌کنیم تا نقطه‌ی (ب) به دست آید، حال قوس (د ج) را به مرکز (ب) و شعاع (ب د) رسم می‌کنیم و به همین ترتیب قوس (م ل) را با شعاع (ب د) به اضافه‌ی (د م)، ضخامت طاق و معادل یک هشتم محیط دایره رسم می‌کنیم سپس خط (ب ج) را می‌کشیم آن را از طرف (ب) به اندازه‌ی (ا ص) (وتر مربع دایره) امتداد می‌دهیم تا نقطه‌ی (ج) به دست آید و به مرکز (ج) و طول (ج ج) قوس (ج ط) را می‌کشیم تا عمود و منصف (هـ ط) را قطع کند. سپس خط (ح ط) را تا نقطه‌ی (ع) معادل (د م) (ضخامت طاق) ادامه می‌دهیم و قوس (ل ع) را به شعاع (ح ل) رسم می‌کنیم و از نقطه‌ی (ع) عمود (ع ن) را از (ط ع) خارج می‌کنیم تا (هـ ن) را قطع کند و با کشیدن مستطیل (هـ ن ق د) رسم نصف طاق را به پایان می‌بریم. به همین ترتیب نصفه‌ی دیگر طاق را رسم می‌کنیم.

این روش برای طاق‌های بزرگ و خیلی بزرگ، که دهانه‌ی آن‌ها بیش از ۱۰ باغ [۳] باشد، مناسب است (شکل ۵).

روش چهارم

دهانه‌ی طاق را به سه قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. نقاط

(ب) و (ر) را نشان می‌کنیم، بعد به مرکز (ب) و طول (ب د) قوس (د ط) را و به مرکز (ر) و طول (ر ا) قوس (ا ط) را می‌کشیم. سپس خطوط (ب ط) و (ر ط) را رسم می‌کنیم تا نقاط (ج) و (ی) به اندازه‌ی ضخامت طاق امتداد می‌دهیم. هم‌چنین قطر (ا د) را از هر طرف به اندازه‌ی ضخامت طاق ادامه می‌دهیم تا نقاط (ک) و (ل) به دست آید.

حال به مرکز (ب) و طول (ب ل) قوس (ل ح) و به مرکز (ر) و طول (ر ک) قوس (ک ی) را می‌کشیم و بعد از نقاط (ج) و (ی) دو عمود (ی ن) و (ح ن) را بر دو خط (ط ح) و (ط ی) خارج می‌کنیم و بدین صورت مجموع سه قسمت (ک ط)، (ط ن) و (ط ل) نمای طاق اند (شکل ۶).

روش پنجم

از دو نقطه‌ی (ا) و (د) دو انتهای حد فاصل دهانه‌ی طاق دو عمود (ا ج) و (د ر) را بر (ا د) خارج و روی هر کدام به اندازه‌ی طول دهانه جدا می‌کنیم تا نقاط (ج) و (ر) به دست آید. سپس به مراکز (ج) و (ر) و طول وتر قائمه یعنی (ج د) یا (ا د) دو قوس (ا ط) و (د ط) را می‌کشیم و بعد خط (ا د) را از دو طرف به اندازه‌ی (ا ب) و (ک ی) مساوی ضخامت طاق بیرون می‌بریم و دو قوس (ح ی) و (ب ج) را به مراکز (ج) و (ر) و طول (ج ی) و (ب ر) رسم می‌کنیم بدین صورت شکل (ا ب ح ی د ط) نمای طاق

استاد و شاگردی بود و مرگ معماران سنتی برخی از اصول معماری نیز با ایشان به خاک سپرده می‌شد و شخصی چون کاشانی لازم بود که برخی اصول مهم معماری را مکتوب کند.

[۱] زیج کتابی است که در خصوص نجوم و جداول نجومی نوشته می‌شود.

[۲] ذرع معادل $۱/۰۴$ متر است.

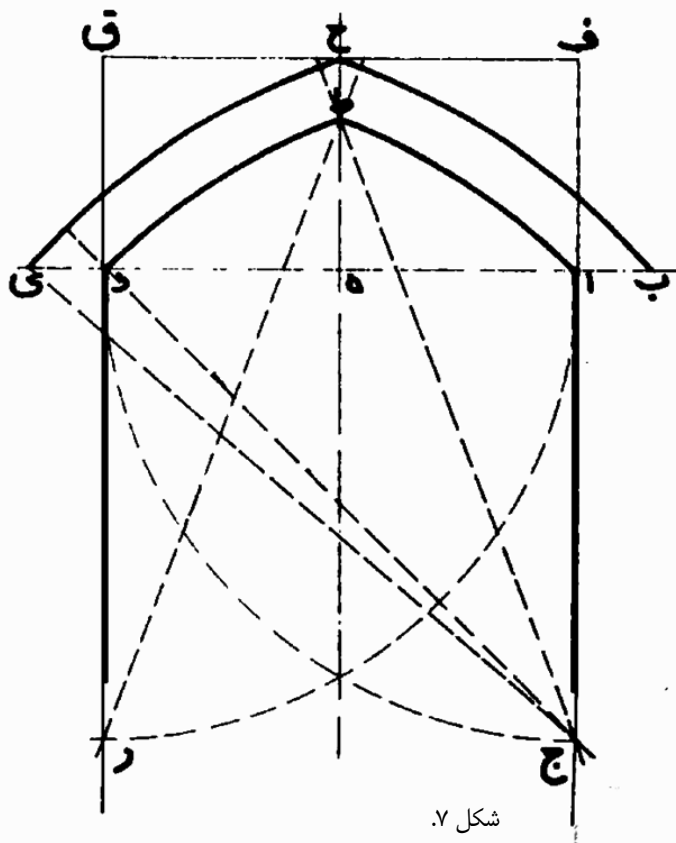
[۳] باع مساوی است با طول سرانگشت میانی دست راست تا سرانگشت میانی دست چپ در حالی که دو دست به دو طرف کشیده شده باشند. در اندازه‌های قدیم ذراع معادل فاصله‌ی سرانگشت میانی تا آرنج دست است. در این باره مولوی می‌گوید:
هر که نزدیک من آید یک ذراع
من روان گردم سوی او باع باع

کتاب‌نامه

- ۱- بزرگمهری، زهره و استاد محمد کریم پیرنیا، «فصل‌نامه‌ی اثر»، ویژه‌نامه‌ی چفدها و طاق‌ها، تهران، ش ۲۴.
- ۲- کاشانی، غیاث الدین جمشید، «رساله‌ی طاق و ازج»، ترجمه‌ی سید علیرضا جذبی، سروش، تهران ۱۳۶۶.
- ۳- قربانی، ابوالقاسم، «کاشانی‌نامه»، (احوال و آثار غیاث الدین جمشید کاشانی)، مرکز نشر دانشگاهی، تهران ۱۳۶۸.
- ۴- «خلاصه‌ی زندگی‌نامه‌ی علمی دانشمندان»، زیر نظر احمد بیرشک، بنیاد دانش‌نامه‌ی بزرگ فارسی.
- ۵- برگرن، جی ال، «گوشه‌هایی از ریاضیات دوره‌ی اسلامی»، ترجمه‌ی محمد قاسم وحیدی و علیرضا جمالی فاطمی، ۱۳۳۵.
- ۶- دائرةالمعارف ویکی‌پدیا.
- ۷- کرامتی، یونس، «در قلمرو ریاضیات»، اهل قلم، تهران ۱۳۸۲.

پی‌نوشت‌ها

1. Wilbur
2. Al- Kashi
3. Franz woepcke
4. Pawel Lvcky
5. Rosenfeld
6. Segal



شکل ۷.

است (شکل ۷).

نتیجه

غیاث الدین جمشید کاشانی شخصیت بسیار برجسته‌ای در ریاضی، نجوم و فیزیک زمان خود بوده است و همان طور که گفته شد بسیاری از اختراعات و محاسبات وی اکنون نیز کاربردی و بااهمیت اند. لیکن جنبه‌ای که به آن کمتر توجه شده علاقه‌ی وی به معماری است. او برای نخستین بار در معماری واژه‌ی ازج را برای قوس به کار برد و با هوشمندی بسیار بر اساس تجربیات ایستایی و رفتار سازه‌های قوس‌ها، که برخی شکسته می‌شدند، طراحی و ترسیم قوس‌ها را دسته‌بندی کرد و برای هر دهانه‌ای بر اساس اندازه‌ی آن قوسی را، که از نظر ریاضی و معماری بهترین بوده پیشنهاد می‌دهد. این در حالی است که معماران ایرانی تا زمان قاجار و بازگشتن اولین تحصیل کرده‌ها از اروپا نقشه‌های معماری را در ذهن خود ترسیم می‌کردند و آموزش اصول معماری عملی و