مجلّهٔ *تاریخ علم*، شمارهٔ ۱۰، ۱۳۹۰، ص۶۵-۳۹

نقش ریاضی‌دانان در معماری به روایت متون دورهٔ اسلامی

جعفر طاهری
استادیار دانشکدهٔ معماری، شهرسازی و هنر اسلامی دانشگاه فردوسی مشهد
j.taheri@um.ac.ir
(دریافت: ۱۳۹۰/۵/۱، پذیرش: ۱۳۹۰/۶/۱۵)

چکیده

نقش و سهم واقعی ریاضی‌دانان در فرایند تکوین معماری از زوایای تاریک و مورد اختلاف مطالعات علوم و معماری در دورهٔ اسلامی است. با توسعهٔ فعالیت‌های عمرانی و نیاز به علوم ریاضی در سده‌های نخست، ریاضی‌دانان به معماران و صنعت‌گران در برخی مسائل ریاضی مشاوره می‌دادند. ریاضی‌دانان افزون بر سرپرستی ساخت برخی بناهای حکومتی، واسطهٔ کاربرد دقیق‌تر علوم ریاضی در گروهی از معماران و صنعت‌گران تا سدهٔ چهارم هجری شدند. از حدود سدهٔ پنجم هجری با ارتقای دانش ریاضیِ معماران و تقویت نقش محوری مهندسان معمار، سهم ریاضی‌دانان جز کاربرد حساب در ابنیه کاهش چشم‌گیر یافت. مقالهٔ حاضر الگویی توصیفی از نقش ریاضی‌دانان و کاربرد دانش ریاضیِ ایشان در فرایند تکوین معماری از روزنهٔ متون تاریخی سده‌های دوم تا یازدهم هجری عرضه می‌کند. الگویی که نشان می‌دهد ریاضی‌دانان با وجود مشارکت در حوزه‌هایی از شهرسازی، ساختارهای آبی، حساب ابنیه، و نجومِ معماری سده‌های نخست، در تمام این دوران نقش چندانی در طراحی معماری و نقوش تزیینی بناها نداشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: ریاضی‌دان (هندسه‌دان، محاسب، منجم)، مهندس، معمار، صنعت‌گر، معماری، دورهٔ اسلامی

Archive of SID

www.SID.ir

سرآغاز

متون تاریخی جهان اسلام روزنه‌هایی بر چگونگی پیدایش آثار معماری، مؤلفان و دست‌اندرکاران شکل‌گیری این آثار گشوده‌اند. این متون از گروه‌هایی سخن می‌گویند که به معماران و بنّایان در شکل‌گیری بناها مشاوره و یاری می‌دادند. طبقه‌بندی معماری ذیل علوم ریاضی،[۱] پیوند عمیق ریاضیات با معماری و انگیزه‌های حکومتی خلفای عباسی، ریاضی‌دانان را در متن تکوین برخی آثار فاخر معماری قرار داده بود. با وجود گزارش متون از نقش ریاضی‌دانان، در معماری دورهٔ اسلامی،[۲] پژوهشگران کمتر از نقش واقعی ایشان سخن گفته‌اند. مطالعات اندک موجود نیز اطلاعات ناچیزی از سهم واقعی و نقش‌های مختلف ریاضی‌دانان در این قلمرو به‌دست داده‌اند. فقدان این اطلاعات منتهی به در پرده ماندن و یا مناقشه در باب سهم واقعی ایشان شده است. به نظر می‌رسد پیش از بررسی ابعاد این مقوله باید سه نکته را به خاطر داشت. مهم‌ترین نکته این که پرداختن به نقش ریاضی‌دانان در معماری بدون بررسی تعاملات ایشان با معماران که حلقهٔ واسط این اتصال هستند ناممکن است. افزون بر این که بررسی این تعاملات اطلاعات مفیدی از معماران، بنّایان و صنعت‌گران دورهٔ اسلامی به‌دست می‌دهد. نکتهٔ دوم این که تعبیر کنونی «ریاضی‌دان» در این متون یافت نمی‌شود. زیرا مورخان قدیم، دانشمندان علوم ریاضی را با توجه به تبحّر آنها در شعب علوم ریاضی، مهندس (هندسه‌دان)، مُحاسب، یا منجم خطاب کرده‌اند. نکتهٔ آخر این که متون تاریخی به رغم آموزه‌های بسیار، به دلیل سنّت حاکم بر تاریخ‌نگاری در مواردی گمراه کننده‌اند. زیرا برخی مورخان با توصیف اجمالی یا اغراق‌آمیز از بناها، تفسیر یا تأویل متن را دشوار ساخته‌اند. از سوی دیگر این متون غالباً از بناهایی با متولّی حکومتی و فاخر سخن گفته‌اند. لذا بخشی از شناخت معماری مردمی و دست‌اندرکاران شکل‌گیری آنها، از این متون به طور مستقیم قابل استخراج نیست.

---

۱. قُدما علوم حساب، هندسه، نجوم، موسیقی و علم‌الحیل [مکانیک کاربردی] را ذیل علوم ریاضی (تعالیم) طبقه‌بندی می‌کردند.

۲. اواخر سدهٔ دوم هجری تا اواخر سدهٔ یازدهم هجری، در تاریخ ریاضیات کشورهای اسلامی موسوم به دورهٔ اسلامی است. اما دورهٔ اسلامی در معماری (ایران) تا سدهٔ سیزدهم ادامه می‌یابد. تحقیق حاضر به بازهٔ دورهٔ اسلامی در تاریخ ریاضیات و کمی پیش از آن محدود شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعات سودمند پژوهشگران تاریخ علوم و معماری در دورهٔ اسلامی نشان از دو دیدگاه متباین با این مقوله دارد. پژوهشگرانی چون صلیبا[1] (۱۹۹۹) و هولُد[2] (۱۹۸۸) بر نقش ریاضی‌دانان و وجود ارتباط میان متون ریاضی با معماری تشکیک کرده‌اند. ایشان سنت ریاضی ورزیدن اصحاب معماری را شفاهی دانسته و ارتباط ناچیزی میان اصحاب این دو قلمرو قایلند. اما پژوهشگران دیگری چون بولاتف[3] (۱۹۷۸)، چرباچی[4] (۱۹۸۹)، اوزدورال[5] (۱۹۹۲ و ۱۹۹۵ و ۱۹۹۸ و ۲۰۰۲) و نجیب اوغلو (۱۹۹۵) بر نقش علوم، متون ریاضی و ریاضی‌دانان در معماری دورهٔ اسلامی تأکید دارند. مثلاً اوزدورال اصلی‌ترین نقش‌ها را در تکوین معماری و صناعات وابسته، به ریاضی‌دانان داده است. نجیب اوغلو نیز در تحقیقی مفصل با تصریح بر سهم علوم ریاضی در معماری، از نقش مهم ریاضی‌دانان در نگارش متون ریاضی مرتبط با معماری یاد می‌کند. در ادامه نشان خواهم داد که نقش ریاضی‌دانان دورهٔ اسلامی در معماری ثابت و محدود نبود و نمی‌توان هر دیدگاه یک سویه‌ای را به تمامی این دوران تعمیم داد.

بازخوانی نقش ریاضی‌دانان در معماری دورهٔ اسلامی

نویسندهٔ ناشناس *حدود العالم من المشرق إلی المغرب* (۳۷۲ ق)، پس از شرح ابعاد ریاضی اهرام مصر در نزدیکی فُسطاط، این‌گونه از پیوند علوم با بناها یاد می‌کند:

> «در این هِرَمین، بسیاری از علوم طب و نجوم و هندسه و فلسفه حفر شده است» (*حدود العالم*... ، ص۱۳۲).

این عبارت کوتاه، دریچه‌ای به پیوند علوم با بناهای سرزمین‌های اسلامی از منظر مورخان جهان اسلام است.

بخشی از مرزهای پیوند علوم (دقیقه) با معماری، وابسته به تعاملات میان اصحاب این دو قلمرو و نقش دانشمندان در معماری است. ریاضی‌دانان سده‌های نخست، به دلیل

1. Saliba
2. Holod
3. Bulatov
4. Chorbachi
5. Özdural

Archive of SID

www.SID.ir

جایگاه و ارتباط نزدیک با دربار حکمرانان، در برخی فعالیت‌های عمرانی و نظارت بر امور ساخت حضور داشتند. اما جز در فقرات معدودی، توصیف نقش و سهم ریاضی‌دانان در این متون نیامده است.

ریاضی‌دانان و شهرسازی

ابن واضح یعقوبی(سدهٔ ۳هجری) یکی از نخستین و مبسوط‌ترین گزارش‌ها را از وقایع ساخت بغداد (مدینة السّلام، ۱۴۵-۱۴۹ق) و حضور ریاضی‌دانان آورده است. طرح این شهر مدوّر[۱] محتملاً نخستین بنای متأثر از اندیشه‌های نجومی منجمانی است که در حضور ایشان بنای آن پی افکنده شد (تصویر ۱ و ۲). یعقوبی در این باره می‌نویسد:

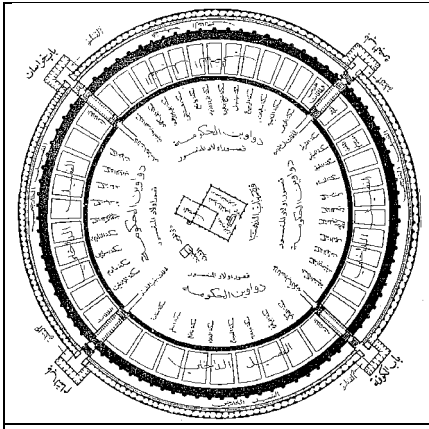
> «[منصور(حک: ۱۳۶-۱۵۸ق)] برای فراخواندن **مهندسان** و **اصحاب صناعت بنّایی** (أهل المعرفة بالبناء) و کسانی که به **علم مسّاحی**، و **مساحت کردن** و **تقسیم نمودن اراضی** آشنایند (مأمورانی) گسیل داشت...، و **بنّایان** و کارگران و صنعت‌گرانی چون درودگران و آهنگران و مقنیّان را فرا خواند ... و آن (بغداد) را به شکل دایره قرار داد و شهر را در همان وقتی که **نوبخت منجم** و **ماشاءاللّه بن ساریه** اختیار کرده بودند، پی‌ریزی کرد. ... مهندسان آن عبارت بودند از: عبدالله بن مُحرِز و حجّاج بن یوسف و عِمران بن وَضّاح و شهاب بن کثیر، با حضور **نوبخت**، و **ابراهیم بن محمد فزاری** و طبری که **منجم** و **اصحاب حساب** بودند. [منصور] محله‌های بیرون باره را چهار بخش کرد، و **سرپرستی** هر بخشی را در عهدهٔ مردی از **مهندسان** قرار داد» (یعقوبی، *البلدان*، صص۹، ۱۲).

۱. در برخی متون دلیل کارکردی دایره‌وار بودن شهر بغداد، ایجاد فاصلهٔ یکسان همهٔ مردم به قصر خلیفه آمده است (طبری، *تاریخ طبری*، ج۱۱، ص۴۹۱۶؛ ابن اثیر،*تاریخ کامل*، ج۸، ص۳۴۶۰؛ ابن طقطقی، *تاریخ فخری*، ص۲۲۰). الگوی دایره‌ای پلان شهر در ایران پیش از اسلام نیز وجود داشته است. حافظ ابرو خوافی پس از ذکر فراخوانی **حکیمان** و **مهندسان** توسط اردشیر بابکان و شکافتن کوه برای خروج آب از شهر غرق شدهٔ فیروزآباد (شهر ساسانی گور)، به بنا کردن دوبارهٔ شهر و شکل **مدوّر** آن اشاره می‌کند (حافظ ابرو، *جغرافیای...*، ج۲، ص۱۲۲).

Archive of SID

www.SID.ir

تصویر ۱: مدل سیاره‌ای بطلمیوس در کتاب *مجسطی* (۱۵۰م).[۱]



تصویر ۲: بغداد، بازسازی پلان شهر منصور (مأخذ: عیسی، سلمان؛ *العمارات العربیة الاسلامیة فی العراق*؛ ج۱، ص۸۴)

مقایسهٔ مدل دوایر متحدالمرکز سیاره‌ای بطلمیوس و پلان بغداد. به نظر می‌رسد قرارگیری قصر خلیفه در مرکز، بیانی استعاری از قرارگیری زمین در مرکز کیهان باشد.

شهر بغداد به دلیل اهمیت آن همواره دست‌مایهٔ گزارش مورخان بوده است.[۲] یعقوبی در جای دیگری می‌نویسد:

> «...پیرامون تمام بغداد بارویی برکشید و **مهندسان** و **بنّایان** و کارگران را از هر ناحیه فرا خواند (أحضر المهندسین و البنائین و الفعله)...» (*تاریخ الیعقوبی*، ج۳، ص۱۰۹).

طبری (۲۲۴-۳۱۰ق) و مقدسی (۳۳۶(؟)-۳۸۰ق) نیز به احضار دانشمندان معروف در فقه، عدالت، امانت و **هندسه** (المعرفة بالهندسة) چون ابوحنیفه (۸۰-۱۵۰ ق) و حجّاج بن ارطاة و گردآوری صنعت‌گران و کارگران توسط منصور برای بنا نهادن بغداد

۱. مأخذ تصویر: www. history.ucsb.edu/

۲. گزارش ساخت بغداد در آثار مورخان بعدی و محتملاً با استناد به گزارش‌های یعقوبی و دیگران آمده است. در *تاریخ فخری* افزون بر صنعت‌گران و هنرمندان، به فراخوانی اشخاصی **دانا به علم هندسه** برای بر عهده گرفتن **تقسیم شهر و ساختمان آن** اشاره شده است (ابن طقطقی، *تاریخ فخری*، ص۲۲۰). خواندمیر نیز ذیل «ذکر بنای دارالسلام بغداد» می‌نویسد: «القصه چون اسباب تعمیر بغداد به هم رسید در ساعتی که نوبخت منجم اختیار نمود، **استادان** بنیاد کار کردند» (خواندمیر، ج۲، ص۲۱۴). حافظ ابرو نیز به فراخوانی مهندسان و بنّایان و اختیار طالع قوس توسط نوبخت اشاره دارد (حافظ ابرو، ج۲، ص۵۴).

Archive of SID

www.SID.ir

اشاره می‌کند (طبری، ج۱۱، ص۴۸۷۲؛ مقدسی، ص۱۲۱). ابن اثیر(۵۵۵-۶۳۰ق) هم به گزینش **هندسه‌دانان** اشاره دارد (ج۸، ص۳۴۴۲). در *معجم البلدان* (ج۱، ص۴۵۸) و محتملاً به نقل از طبری یا مقدسی آمده است که منصور گروهی از اهل فضل، دادگر، فقیه و هندسه‌دان برای **اشراف** بر ساخت بغداد برگزید که در میان آنان حجاج بن ارطاة و ابوحنیفه بودند. طبری (ج۱۱، ص۴۹۲۰) در خصوص سازندگان قصر منصور به **رئیس بنّایان** (رئیس البنائین) اشاره می‌کند و ابن اثیر می‌گوید که مزد **استاد بنّایان** (الأستاذ من البنائین) نیز به قرار روزی یک قیراط بوده است (ج۸، ص۳۴۶۱).

با وجود فراخوانی جماعت بسیاری از اصحاب معماری، تصریح مورخان به حضور هندسه‌دانان در **سرپرستی** امور ساخت از نکات جالب توجه این گزارش‌ها است. این رویه مبنایی فراهم آورد تا خلفای بعدی عباسی به نقش ریاضی‌دانان و مهندسان برای **اشراف** بر فعالیت‌های توسعهٔ شهری و ساختارهای آبی توجه نشان دهند. یعقوبی بار دیگر از فراخوانی **مهندسان** برای ساخت شهری در ساحل شرقی دجله موسوم به «باحَمشا» توسط عبدالله مأمون (حک : ۱۹۸-۲۱۸ق) سخن می‌گوید (یعقوبی، *البلدان*، صص۲۹-۳۰). **موسی بن داود مهندس** نقل می‌کند که مأمون [عباسی؟] از او خواسته که اگر بخواهد بنایی [شهری] بنیاد کند، آن را مستحکم و ماندگار بنا کند (طبری، ج۱۱، ص۴۹۱۵). معتصم (حک : ۲۱۸-۲۲۷ق) نیز برای تقسیم‌بندی زمین‌های شهری و طرح نقشهٔ شهر سامره **مهندسان** را گرد آورد (یعقوبی، *البلدان*، ص۳۱). یعقوبی (همانجا) در بارهٔ مکان‌یابی قصر معتصم در سامره می‌نویسد:

> «**مهندسان** را حاضر کرد و گفت: مناسبترین این موضع‌ها را اختیار کنید. پس چندین جا برای قصر برگزیدند ... و نوشت تا کارگران و **بنّایان** و اهل صنعت و دیگر صناعات فراخوانده شوند.»

Archive of SID

www.SID.ir

ریاضی‌دانان و ساختارهای آبی

ساختارهای آبی، دیگر عرصهٔ حضور ریاضی‌دانان، به‌ویژه عالمان علم‌الحیل[۱] در سده‌های نخست دورهٔ اسلامی است. در این دوران نیاز به منابع آبی برای توسعهٔ شهری و کشاورزی، حضور ریاضی‌دانان (مهندسان) را در امر ساخت نهر، پل، سد (یا بند) و کاریز ایجاب می‌کرد. بنا به گزارش یعقوبی، معتصم پس از فراخواندن مهندسان و تقسیم‌بندی زمین‌های شهری سامره، اهل حِرَف و متخصصانی در **مهندسی آب** و سنجش، استخراج و شناخت محل‌های آن از زمین را از سرزمین‌های اسلامی برای حفر نهر در کنارهٔ غربی دجله فراخواند (همان،ص۳۷). مقدسی نیز به نقل از ابن خرداذبه می‌نویسد که واثق باللّه (حک : ۲۲۷-۲۳۲ق) **محمد بن موسی خوارزمی منجّم** را برای بازرسی سد ذوالقرنین یا سد یأجوج و مأجوج نزد طرخان پادشاه خزر فرستاد (مقدسی، ص۳۶۲). جعفر متوکل (حک : ۲۳۲-۲۴۷ق) نیز برای ساخت شهر جعفریه و حفر نهری در میان آن از **محمد بن موسی بن شاکر منجّم**[۲] و **مهندسان دربار** خواست تا محلی برای حفر نهر برگزینند. ظاهراً با وجود برآورد هزینهٔ احداث نهر، این کار عملی نشد (یعقوبی، *البلدان*، ص۳۹).

سدهٔ چهارم هجری با برآمدن آل بویه، دوران نوسازی عمده در قلمرو توسعهٔ شهری و بازسازی ساختارهای آبی بود (نک : مقدسی، ص۴۰۴). مهم‌ترین اثر مکتوب این حوزه را موسوم به *انباط المیاه الخفیه* ابوبکر کرجی در بارهٔ حفر کاریز و ابزارهای مرتبط با آن به رشتهٔ تحریر درآورده است.[۳] ابن مسکویه (۳۲۰-۴۲۱ق) از این دوران گزارش می‌دهد

۱. علم الحیل(حیله‌ها) شاخه‌ای از ریاضیات قدیم است که به روش‌های عملی کردن مفاهیم ریاضی در صناعات می‌پردازد. همچنین در این علم تجهیزات مسّاحی، ترسیمی، نقشه‌برداری، بالابرها و تجهیزات احداث ساختارهای آبی مورد بررسی قرار می‌گیرند. برخی دانشنامه‌های تاریخی علوم نیز از «علم عقود الأبنیه» که شباهت بسیاری با موضوعات علم الحیل دارد، یاد کرده‌اند. ابن أکفانی (درگذشت در ۷۴۹ق) این علم را چنین تعریف کرده است: «علمی که از آن احوال و اوضاع ابنیه و ساختمان‌ها، کیفیت کشیدن نهرها، حفر کاریزها، سدسازی بر روی آبراهه‌ها و چیدن و منظم کردن واحدهای همسایگی [المساکن] شناخته می‌شود. این علم منافع بسیاری در ساخت شهرها [شهرسازی]، قلعه‌ها و ساختن منازل و کشاورزی دارد» (ابن أکفانی، ص۱۹۲).

۲. محمد، احمد و حسن، پسران موسی بن شاکر معروف به بنوموسی، از ریاضی‌دانان پرآوازهٔ سدهٔ سوم هجری بودند. محمد بن موسی بن شاکر از مهندسان (هندسه‌دانان) برجستهٔ آن دوران بود (قربانی، ص۱۴۷).

۳. این کتاب را شادروان حسین خدیوجم با عنوان *استخراج آب‌های پنهانی* به فارسی ترجمه کرده که درایران چاپ شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

که عضدالدوله (حک : ۳۳۸-۳۷۲ق) در راه‌سازی، پل‌سازی، و ساخت بند و آب انبار کارهای بسیاری در بغداد انجام داد (ابن مسکویه، ص۴۷۷). حافظ ابرو (*جغرافیا*، ج۲، ص۱۴۲) نیز در رابطه با اقدامات عضدالدوله در ساخت بند عضدی (بند امیر) می‌نویسد:

«**استادان** و **مهندسان** را طلب فرمود. ... و گویند **استادی** که **مهندس** این عمارت بود امیر نام داشت، [از این رو بند را] بدو باز خوانند.»

گزارش دیگری از ارتباط ریاضی‌دانان با حوزهٔ ساختارهای آبی از ابن‌هیثم یا مهندس بصری (۳۵۴-۴۳۰ق) در دست است. ابن‌هیثم مدعی می‌شود که قادر است در رودخانهٔ نیل طرحی عملی از هندسه عرضه کند تا در سنجش میزان افزایش و نقصان آب رودخانه به کار آید. او برای این کار با گروهی از اصحاب معماری آگاه به هندسه (الصنّاع المتولّین للعِمارة بأیدیهم لیستعین بهم علی هندسته) راهی می‌شود. اما با بررسی صنایع استوار و هندسه‌های نیکوی پیشینیان، انجام عمل خود را غیرممکن می‌یابد (قفطی، ص۲۸۸).

ریاضی‌دانان و نجومِ معماری

اسناد تاریخی از نقش منجمان دورهٔ اسلامی در دو حوزهٔ نسبتاً متمایز در معماری سخن گفته‌اند. اول مداخلهٔ ایشان در ساخت بناها، فارغ از این که موضوع آن نجومی باشد یا نباشد. دوم مداخلهٔ ایشان در ساخت بنایی که موضوع و کارکرد آن نجومی است. از حوزهٔ نخست می‌توان به مواردی از قبیل تعیین و اختیار زمان مناسب (طالع سعد) شروع عملیات ساختمانی، کارکرد گاه‌شماری و تعیین سمت قبله در بناها اشاره کرد.

در گذشته برای شروع ساخت بناها و فعالیت‌های مهم، منجمان زمان مناسب یا طالع سعد را اختیار می‌کردند. اختیارات از توابع احکام نجوم (اختربینی) قدیم محسوب می‌شد. به گزارش اختیار وقت در ساخت بغداد اشاره کردیم. منابع دورهٔ تیموری آکنده از گزارش اختیار وقت شهرها و بناها است.[1] گاه‌شماری نیز شیوهٔ تعیین، نگهداری و تنظیم حساب زمان و تاریخ بود. ابن‌رُسته (سدهٔ ۳هجری) یکی از کهن‌ترین گزارش‌ها را از کارکرد گاه‌شماری دروازه‌های اصفهان آورده است:

۱. مثلاً نک : حمدالله مستوفی، *نزهة القلوب*، به کوشش محمد دبیرسیاقی؛ تهران: طهوری، ۱۳۳۶ ش، جاهای مختلف.

Archive of SID

www.SID.ir

«چهار دروازهٔ این شهر به طرف طلوع و غروب ستارهٔ جَدی و طلوع و غروب ستارهٔ سرطان باز می‌شود. وقتی آفتاب در اولین درجه از برج جَدی باشد، موقع طلوع ستاره کاملاً با درها روبرو قرار می‌گیرد. و خورشید مستقیماً بر آنها می‌تابد... و آفتاب در همان درجه و موقعیت هنگام غروب مقابل یهودیه قرار می‌گیرد. و زمانی که آفتاب از اولین درجه از برج سرطان باشد، شعاع آن درست به باب اسفنج می‌تابد، و دروازهٔ اسفنج مقابل درجهٔ طلوع آفتاب می‌باشد. و در همان درجه رو به روی دروازهٔ طیره غروب می‌کند. سپس مردم در زمان‌های اخیر درِ دیگری ساختند که آن را دروازهٔ جدید نامیدند، و این در از روی **محاسبات نجومی یا فلسفی** نصب نشده بود، جز اینکه نزدیک‌ترین در به وادی زرّین رود است» (*الأعلاق النفیسه*، ص۱۹۰).

گزارش دیگری از سدهٔ چهارم هجری درباب گاه‌شماری معبد انطاکیهٔ دمشق در دست است. مسعودی (ج۱، ص۶۱۱) می‌نویسد:

«هر ساله در این بنای عظیم، نور ماه به هنگام طلوع و در بعضی ماه‌های تابستان از یکی از درهای مرتفع آن به درون می‌رود.»

یکی از جالب‌ترین نمونه‌های گاه‌شماری برای تعیین وقت نماز در نامه‌های غیاث‌الدین جمشید کاشانی (درگذشته در ۸۳۲ق) آمده است. او به طراحی و ساخت سوراخی در محراب مسجد برای ورود پرتوی از نور خورشید به وقت نماز عصر در تمامی طول سال اشاره می‌کند (باقری، ص۳۹؛ نیز نکـ : طاهری، سراسر مقاله). کارکرد گاه‌شماری در گونه‌هایی از آثار معماری نیز بررسی شده است. بخش وسیعی از بناهای موسوم به چهارطاقی در ایران دارای این ویژگی تصور شده‌اند. در حوزهٔ نخست مداخلهٔ منجمان، یقیناً تعیین سمت قبله مهم‌ترین کاربرد عملی و آئینی نجوم در معماری اسلامی است. منابع نجومی دورهٔ اسلامی و اسناد تاریخی[1] به نقش منجمان در این خصوص اشاره داشته‌اند. مثلاً ملا جلال منجم (سدهٔ ۱۰ و ۱۱ق) به نقش عُلما و منجمین تعیین قبلهٔ مسجد جامع عباسی اشاره دارد (منجم یزدی، ص۴۱۴). به نظر

۱. برای آگاهی بیشتر از تاریخ و روش‌های قبله‌یابی در اسلام، نکـ :
King, David A., *World-Maps for Finding the Direction and Distance to Mecca: Innovation and Tradition in Islamic Science*, Leiden: E. J. Brill, 1999.

Archive of SID

www.SID.ir

می‌رسد با وجود رساله‌ها و ابزارهای بسیار برای قبله‌یابی در دورهٔ اسلامی، چالش‌های جدّی در تعامل معماران و بنّایان با منجمان در این باره وجود داشته است. مثلاً ابوریحان بیرونی (۳۶۲-۴۴۰ق) پس از گلایه از روش‌های نادرست بنّایان در تعیین قبلهٔ شهر غزنه، روش ساده‌ای برای یافتن قبله به ایشان توصیه می‌کند (*تحدید نهایات*...، ص۲۴۹). در مثالی دیگر گفته می‌شود حجاج بن ارطاة طرح نقشهٔ مسجد شهر بغداد را کشید. ظاهراً قرار نگرفتن قصر منصور در راستای قبله و هم‌راستایی مسجد با قصر، باعث خارج بودن مسجد از راستای قبله شده بود (طبری، ج۱۱، ص۴۹۱۶؛ ابن اثیر، ج۸، ص۳۴۶۰).

در حوزهٔ دوم فعالیت منجمان با موضوعات خاص نجومی، ساخت بناهایی چون رصدخانه قرار دارد. در اینجا گزارش اجمالی احداث چهار رصدخانهٔ مهم دورهٔ اسلامی را آورده‌ایم.[۱] قفطی گزارش می‌دهد که شرف الدوله (حک : ۳۷۲-۳۷۹ق) با ورود به بغداد، دستور رصد کواکب سبعه را داد و سرپرستی احداث رصدخانه‌ای در باغ حکومتی به ابوسهل کوهی (۳۶۰-۳۹۱ق)، از مهندسان و منجمان برجستهٔ آن زمان، واگذار شد. او برای ممانعت از حرکت شالوده‌ها و نشست دیوارها [برای تضمین نتایج دقیق رصد] کمال اهتمام و اعتنا به استحکام اساس و قواعد بنا نمود (قفطی، ص۴۷۹). در همین دوره حامد بن خضر خُجندیِ رصدخانه‌ای (۳۸۴ق) به فرمان فخرالدولهٔ دیلمی (حک : ۳۶۶ـ۳۸۷ق) در قلّهٔ کوه طَبَرک شهر ری طراحی و اجرا نمود. ابزار اصلی این رصدخانهٔ عظیم هم به افتخار حامی آن سُدْس فخریِ نامیده شد (بیرونی، *تحدید نهایات*...، ص۷۶). در سدهٔ هفتم هجری نیز هلاکو (حک : ۶۵۱-۶۶۳ق) به توصیه و سرپرستی خواجه نصیر الدین طوسی (۵۹۷-۶۷۲ق) اقدام به ساخت رصدخانهٔ مراغه نمود. خواندمیر (*حبیب السیر*، ج۳، ص۱۰۳) برخی کیفیات نجومی این رصدخانه را توصیف کرده است. دو سده بعد، الغبیگ (حک : ۸۵۰-۸۵۳ق) مدیریت احداث رصدخانهٔ سمرقند (۸۲۴ق) را به غیاث‌الدین جمشید کاشانی سپرد. غیاث‌الدین بر اساس الگوی سدس

۱. برای آگاهی بیشتر از تاریخ رصدخانه در اسلام نک :

Sayili, Aydin. *The Observatory in Islam and its Place in the General History of the Observatory*, Ankara: Turkish Historical Society, Turkish Historical Society Publications, 1960

Archive of SID

www.SID.ir

فخری و قوس نصف‌النهاری (ربع) رصدخانه مراغه، سرپرستی طراحی و نظارت بر بزرگ‌ترین رصدخانهٔ دورهٔ اسلامی را بر عهده گرفت. خواندمیر از فرمان الغ‌بیگ به **استادان** کاردان برای بنا نهادن رصدخانه زیر نظر جمشید کاشانی و معین‌الدین کاشی خبر می‌دهد (همان، ج۴، ص۲۰).

ریاضی‌دانان و حساب ابنیه

گسترش فعالیت‌های عمرانی و پیچیدگی مدیریت انسانی و مالی آنها، زمینه و نیاز به توسعهٔ حوزه‌های گوناگون علوم را در معماری ایجاب می‌کرد. بر اساس متون ریاضی و تاریخی، کاربردی‌ترین نقش ریاضی‌دانان و به تعبیری محاسبان و کاتبان (دبیران) در تمام این دوران، کاربرد حساب در فرایند ساخت بوده است. بخش عمده‌ای از دانش کاربرد ریاضیات در معماری و شرح نقش کاتبان، در ذیل متون حساب به نگارش درآمده است. علم حساب ابنیه و عمارات غالباً در امور محاسباتی چون اندازه‌گیری و برآوردهای ساختمانی (مصالح و دستمزدها) کاربرد داشته است. کاتبان افزون بر امور دیوانی، در مسائل مرتبط با امور عملی چون حسابرسی، مسّاحی، و برآورد هزینه‌های پیش و پس از اجرا دست داشتند. ابن قُتَیبه (درگذشته در ۲۷۶ق) دربارهٔ وظایف کاتبان دیوان می‌نویسد:

> «افزون بر کتاب‌های من، مطالعهٔ اشکال هندسی برای اندازه‌گیری مساحت زمین‌ها لازم است، تا کاتب بتواند مثلث قائم‌الزاویه، حاده، منفرجه، و ارتفاع‌های مثلث‌ها و اشکال مختلف چهارضلعی و قوس‌ها و دیگر اشکال مدوّر و خطوط عمودی را تشخیص دهد، تا او بتواند دانش خود را نه تنها در نظر و کاغذ، بلکه عملاً در زمین بیازماید. ...ایرانیان می‌گویند آن که اموری چون اصول اجرای آبیاری، بازکردن دهانهٔ نهرها به روی مجاری آب و بستن شکاف‌ها، طول متغیر روز، دوران خورشید، و مطالع ستارگان و حال ماه در استهلال و تأثیر آن، سنجش اوزان، اندازه‌گیری مساحت مثلث‌ها و چهارضلعی‌ها و چندضلعی‌های نامنتظم، ساخت پل‌های سنگی طاقی و دیگر انواع قوس و گذرگاه قوسی و سد، لایروبی با سطل، و آب‌کشی از نهرها، چگونگی ابزارهای مورد استفادهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

صنعت‌گران و پیشه‌وران، و جزئیات شمارش را نمی‌داند در تربیت کاتبی دیوان ناقص است.» (ص۱۵)

طبری از ابوحنیفه به عنوان اولین برآورد کنندهٔ مصالح (خشت و آجر) شهر بغداد یاد می‌کند (ج۱۱، ص۴۸۷۴). کمتر از نیم سده پس از ساخت بغداد نخستین اثر ریاضیات عملی یعنی *حساب الجبر و المقابله* توسط محمد خوارزمی به نگارش درآمد. عرضهٔ اشکال پایهٔ هندسی و اندازه‌گیری مساحت آنها توسط او، مقدمه‌ای برای گسترش دامنهٔ این اشکال برای محاسبهٔ سطح و حجم بناها و مصالح مصرفی توسط محاسبان و کاتبان گردید. علم حساب ابنیه بعدها توسط ریاضی‌دانانی چون ابوالوفاء بوزجانی در *فی ما یحتاج الیه الکتّاب والعمّال وغیرهم من علم الحساب* و جمشید کاشانی در *مفتاح الحساب* به کمال خود در دورهٔ اسلامی نزدیک شد. در گزارش‌های دیگر ناصر خسرو (۳۹۴-۴۸۱ق) به دلیل اشتغال به امور دیوانی در تمامی *سفرنامهٔ* خود به ابعاد، اندازه و مساحت شهرها و عِمارات اشاره کرده، و یا خود مبادرت به اندازه‌گیری و شمارش نموده است. او از مساحت کردن قصر سلطان در میان شهر قاهره توسط مهندسان [هندسه‌دانان] یاد می‌کند (ص۷۷). شرف الدین علی یزدی نیز در ذکر بنای مسجد جامع سمرقند، از محاسبان و حسابرسان بنا با تعبیر مغولی «بیتک چیان [بیک چی]» یاد می‌کند (*ظفرنامه*، ج۲، ص۱۲۵۵).

افزون بر محاسبان و کاتبان، جماعتی نیز بر درستی امور شهری، ساختمانی و فعالیت اصناف نظارت داشتند. اهل حِسبَه یا محتسبان افزون بر آشنایی اجمالی به مسائل اجرایی معماری، به برخی علوم ریاضی نیز آگاهی داشتند. کتاب‌های مختلفی از اهل حِسبَه در دست است که در اینجا تنها به یک فقره اشاره می‌شود.[۱] ابن اِخوَه (۷ق) در باب ۶۹ کتابش ضمن سخن دربارهٔ حِسبَت بر نجاران، چوب‌بران، بنّایان، کارگران، گچ‌کاران؛ از روغنگر [نقاش]، سفیدکار، سازندهٔ آهن مسمار در، و ساروج‌ساز نیز گفتگو کرده است. او همچنین با تأکید بر محاسبهٔ هزینه‌ها قبل از آغاز عملیات ساختمانی،

۱. برای آگاهی از اهل حِسبَه و آثار ایشان نک : شیخلی، *اصناف در عصر عباسی*، صص۵، ۱۱۷. همچنین یکی از معدود رساله‌های مرتبط با این حوزه، درباب کاربرد مسائل فقهی در معماری این است: ابوعبدالله محمد بن ابراهیم لخمی بنّاء، *الأعلان باحکام البنیان*، تصحیح و تعلیق محمد عبدالستار عثمان، اسکندریه، دارالمعرفة الجامعیة، ۱۴۰۹ ق/ ۱۹۸۹م.

Archive of SID

www.SID.ir

دلایلی بر نیاز به آن آورده است. او فعالیت اصناف یاد شده را بررسی کرده و در بارهٔ امکان تقلّب و کم‌کاری در صناعت اصناف، مواردی را به محتسبان یادآور شده است (*معالم القربة*، ص۲۲۹).

مهندسان در معماری و صناعات

یکی از مشکلات خوانش متون که منجر به ارزیابی غیر واقعی برخی پژوهشگران از نقش ریاضی‌دانان گردیده، دلالت‌های واژهٔ «مهندس» است. زیرا در این متون «مهندس» تعبیری عمومی است که به تمامی افراد متبحّر در هندسه از جمله اصحاب معماری و ریاضی‌دانان اطلاق می‌شد. همچنین واژهٔ «مهندسی» نیز به صناعات عملی دقیق و مبتنی بر علوم (ریاضی) اطلاق شده است. به نظر می‌رسد از آنجا که اقلیدسِ هندسه‌دان، به نجّاری اشتغال داشته و این صناعت و نیز معماری مبتنی بر علم هندسه‌اند، اصحاب صناعات و نجّاران ماهر، به اعتبار پیشهٔ اقلیدس و نقش هندسه در صناعت ایشان مهندس خطاب می‌شدند.

سدهٔ چهارم هجری با آثار ابوالوفاء بوزجانی در هندسه و حساب عملی، نقطهٔ عطفی در ارتباط ریاضی‌دانان با قلمرو معماری است. با گسترش فعالیت‌های عمرانی و تدقیق و نظام‌مندی علوم ریاضی در میان اصحاب صناعات و ریاضی‌دانان، مدلول مهندس روشن‌تر از گذشته شد. مثلاً بنا به گفتهٔ بیهقی [رئیس] معماران کوشک نو مسعود غزنوی (۴۲۱-۴۳۲ق) عبدالملک **نقّاش مهندس** بوده است (ص۶۵۱). رشیدالدین فضل اللّه (درگذشته در ۷۱۸ق) نیز در اشاره به مهندسان می‌نویسد:

> «**معماران مهندس** را نصب فرموده و تمامت آلات را بصرفهٔ تمام قیمت و اجرت به کار بردن آن مقدار آلات معین گردانید» (ج۲، ص۹۹۳).

اسفزاری هم از طرح باغ جهان آرای هرات توسط **معماران مهندس** و ساخت آن توسط استادان و بنّایان سخن می‌گوید (*روضه الجنّات*، ج۲، صص۳۱۷-۳۱۸). خواندمیر در گزارشی یادآور می‌شود که غازان خان (۶۹۴-۷۰۳ق) برای ساخت مقبرهٔ خود در زمان حیاتش «... فرمان داد تا **معماران مدقق** و **استادان مهندس** در شَنب تبریز ...، قبّه‌ای جهت مدفنش بنا نهادند» (*حبیب السیر*، ج۳، ص۱۸۷). شهر سلطانیه (دورهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

ساخت: ۷۰۴-۷۱۳ق) نیز که از آثار مهم دورهٔ ایلخانی در زنجان است، از جمله موارد جالب توجه از همکاری مهندسان معمار و رسّامان خِبره است. القاشانی (۷۳۸ق) در ذکر ساخت شهر سلطانیه توسط اولجایتو (۷۰۳-۷۱۶ق) که توسط غازان خان پی افکنده شده بود به **رسّامان ماهر** و **مهندسان شاهر** و **استادان معمار** حاذق تیزنظر **چابکدست** اشاره می‌کند (القاشانی، صص۴۵-۴۶). میرخواند نیز در خصوص همین فقره به فراخوانی اصنافِ محترفه و صنّاع، به بنّایان حاذق و **مهندسان چابکدست** اشاره دارد (ج۵، ص۴۲۷). روشن است که اشاره به ساخت گنبد مقبره توسط معماران و استادان، و همچنین کار برد صفت چابکدست برای مهندسان که اصولاً برای اصحاب صناعات و هنرمندان معنا می‌دهد، اشاره به مهندسان معمار است. در کتیبهٔ برج کاشانهٔ بسطام (۷۰۰ق) نیز معمار آن محمد الحسین **المهندس البنّا** دامغانی (بزرگ‌نیا، ص۸۱) آمده است. از سوی دیگر «رسّامان» یاد شده نیز نباید غیر از معماران متبحّر در هندسه باشند.

پس از ایلخانان مغول، عصر تیموری، آغاز شکوفایی هنری و فنّی آثار معماری و صناعات وابسته در آسیای میانه و ایران است. مراجع تاریخی این دوره از اهتمام مورخان به نقش هندسه و مهندسان در صناعت معماری حکایت دارند.[۱]

عنوان «مهندس» در متون دورهٔ تیموری واژه‌ای کلیدی است که در اشکال مختلف ادبی برای مؤلفان اصلی بنا به کار رفته است. حافظ ابرو از ساخت مدرسه و خانقاه تحت القلعهٔ هرات توسط مهندسان و استاد قوام الدین در صنعت طیانی (گچ‌کاری) سخن می‌گوید (حافظ ابرو، *جغرافیای...*، ص۱۳۴۹). می‌دانیم که این بنا به همت خواجه علی حافظ شیرازی معمار و مشارکت مهندس (معمار) قوام‌الدین شیرازی بنا گردید (بزرگ‌نیا، ص۱۷۴). شرف‌الدین علی یزدی[۲] نیز در گزارشی از پلی ساسانی و پس از تفسیر رموز عددی به کار رفته در پل، به توصیف تسلط مهندس سازنده در علم اعداد و حروف پرداخته است (ج۱، ص۴۲۲). او آنجا که به «ساخت» پل اشاره می‌کند کلمهٔ

۱. برای اطلاع از عناوین به کار رفته برای مهندسان و معماران در دورهٔ تیموری نک: فصل پنجم از کتاب *تیغ و تنبور*.

۲. شرف‌الدین علی یزدی از ریاضی‌دانان دورهٔ اسلامی است. نوشته‌اند اعتقادی راسخ به خواص حروف داشته است (قربانی، *زندگی‌نامه ریاضی‌دانان*، ص۲۸۲).

Archive of SID

www.SID.ir

معمار را به کار برده و آنجا که از علم اعداد در «طراحی» پل سخن می‌گوید، عنوان «مهندس» را برای سازندهٔ آن به کار می‌برد.

در دورهٔ صفوی نیز به نقش ریاضی‌دانان و مهندسان معمار در ساخت بناهای مهم شهری چون مسجد جامع عباسی اصفهان اشاره شده است. اسکندربیگ، منشیِ شاه عباس کبیر (حک : ۹۹۶-۱۰۳۸ق) در بارهٔ طراحی و ساخت این مسجد به **معماران** حاذق و **مهندسان** مدقق که در اعمال هندسی و دقایق کار هریک چون مرکز پرگار دم از تفرّد و یکتایی می‌زدند، اشاره دارد (ترکمان، ج۲، ص۸۳۱). در کتیبهٔ سر در مسجد جامع عباسی از معمار و مهندس اصلی بنا و مباشر و ناظر بناهای سلطنتی به روشنی یاد شده است.

بازنگری نقش ریاضی‌دانان در معماری (دورهٔ اسلامی)

قلمرو معماری و صناعات به دلیل نیاز به علوم ریاضی و محتملاً آشنایی اندک و پایه‌های غیر علمی جماعتی از صنعت‌گران سده‌های نخست اسلامی در هندسهٔ نظری، زمینه‌ای برای حضور ریاضی‌دانان فراهم آورده بود. چنان که بوزجانی یادآور می‌شود که علت خطای اصحاب صناعات در مسائل هندسی، برداشت ظاهری از روش‌های هندسه‌دانان و عدم تفکر در براهین ریاضی آنهاست (ص۱۱۴). قرارگیری دانشمندان و ریاضی‌دانان پرآوازه در رأس امور خلفای عباسی نیز متأثر از اندیشه‌های یونانی در باب جامعه و مقاصد سیاسی بود. این اندیشه‌ها بعدها در آرای فارابی (۲۵۹-۳۳۹ق) و تأکید او بر مدیریت عالمان علوم عقلی بر جامعهٔ آرمانی به کمال انعکاس یافت. او در طبقهٔ سوم اجزای پنج‌گانهٔ مدینهٔ فاضله، حسابرسان، مهندسان، اطبّا و منجمان را قرار می‌دهد (فارابی، ص۴۳).

تدقیق و تدوین هندسهٔ عملی توسط ابوالوفاء بوزجانی و آموزش آن به برخی صنعت‌گران در کتاب *اعمال هندسی*، دست‌مایهٔ برخی پژوهشگران از نقش آموزشی ریاضی‌دانان شده است. ایشان بر این اساس آموزش هندسه به اصحاب صناعات را از نقش‌های ریاضی‌دانان دانسته‌اند. اوزدورال بر وجود جلساتی در سده‌های چهارم و پنجم هجری برای آموزش هندسه به صنعت‌گران توسط هندسه‌دانان تأکید نموده است (۱۹۹۵م، صص۶۷-۶۸). چرباچی نیز این سؤال را طرح می‌کند که معماران و

Archive of SID

www.SID.ir

صنعت‌گران چگونه هندسه را آموخته بودند و چه دانشی از هندسه برای یادگیری در دسترس آنها بود؟ او افزون بر ارتباطی مستقیم، آموزش هندسه و روند علمی طراحی هندسی به اصحاب صناعات را مرتبط با ریاضی‌دانان و رسالات هندسهٔ عملی می‌داند (صص۷۵۱-۷۵۳). در این میان اوزدورال با استناد به کتاب *اعمال هندسی* و *رسالة اشکال متشابهه و متوافقه*[۱] به طور اغراق آمیزی مدعی می‌شود ریاضی‌دانانی که به صنعت‌گران هندسهٔ عملی را آموزش می‌دادند، نقش تعیین کننده و اصلی را در خلق الگوهای نقوش هندسی و شاید طراحی ساختمان‌ها بازی کرده‌اند (۱۹۹۲م، صص۱۷۱-۱۷۲). او در جای دیگر برخی ساختارهای اشکال رسالهٔ فوق را از دستاوردهای پیشرفتهٔ ریاضی‌دانان مسلمان در جلساتی مشترک با صنعت‌گران می‌داند (۲۰۰۲م، ص۱۶). او پیش از این مدعی شده بود که صنعت‌گران از طریق این مجالس آموزشی، راه‌حل‌هایی فوری برای مسائل خود به دست می‌آوردند و دقیقاً به دلیل همین نسخه‌های آمادهٔ ریاضی‌دانان بود که صنعت‌گران و هنرمندان در طی شش قرن هیچ گونه پیشرفت واقعی در علم هندسه نکردند (۱۹۹۵م، ص۵۵).

در دیگر سو پژوهشگران دیگری قائل به آموزش هندسه به معماران و صنعت‌گران توسط ریاضی‌دانان نیستند. بلوم[۲] یادآور می‌شود که صنعت‌گر سدهٔ چهارم هجری، با اقتباس و مطالعهٔ دستورالعمل‌های کتاب ابوالوفاء بوزجانی هندسه را نمی‌آموخت. بلکه او این دانش را با پیروی از مجموعهٔ دانش و الگوی استادش فرا می‌گرفت (ص۲۱). رمپل نیز مدّعی است که استادکاران خالق طومارهای تاشکند، برای طرح نقوش هندسی استاندارد شدهٔ دو بعدی و سه بعدی از دستورهای ساده هندسهٔ کاربردی استفاده می‌کردند که دیگر نیازی به دانش عالی در حساب و مثلثات نداشت (نجیب اوغلو، ص۱۸). در این میان یکی از نقدهای جدی بر نقش ریاضی‌دانان در قلمرو معماری توسط مورخ علم جُرج صلیبا وارد شده است. او به ارتباطی مستقیم و مستند میان دانشمندان و صنعت‌گران در اموری مانند ساخت ابزارهای علمی همانند اسطرلاب‌ها و

۱. این متن تنها رسالهٔ عملی شناخته شده در بارهٔ روش‌های ترسیم نقوش گره دوبعدی است. این رساله در نسخهٔ خطی شمارهٔ ۱۶۹ کتابخانهٔ ملّی پاریس به جا مانده است.

2. Bloom

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین ابزارهای کشاورزی برای حفر کانال و لایروبی باور دارد. اما می‌نویسد که به نظر می‌رسد معمار، بنا، مسّاح و دیگر اصحاب این‌گونه مشاغل بی‌اعتنایی و نکوهش دانشمندان را برانگیخته باشند. صنعت‌گرانی که به توصیه‌های علمی گوش نمی‌دادند و در عوض متکی به روش‌های قدیمی بعضاً خطای به ارث رسیده از استادانشان بودند (ص۶۴۴).

ملاحظات پیشین نشان دهندهٔ افراط و تفریط پژوهشگران و استناد ایشان به فقراتی خاص از منابع تاریخی است. استناد بیش از حد به این منابع محدود و تعمیم آن به تمامی دورهٔ اسلامی نیز منجر به نگاهی یک سویه به این مقوله شده است. اگرچه صلیبا از دیدگاهی یک سویه برکنار نیست اما به درستی دیدگاه پیروی صنعت‌گران از این کتاب‌ها و دستورالعمل‌های آنها را محتاج مدارک مستند بیشتری می‌داند (همان، ص۶۴۳).

به گواهی اسناد، ریاضی‌دانان سده‌های دوم تا چهارم هجری با پیوستن به حلقهٔ حکمرانان، در ارتباط نزدیک با اصحاب معماری از راه اشراف بر شکل‌گیری بناهای حکومتی و فاخر بودند. پس از سده‌های نخست و به‌ویژه در سده‌های پنجم و ششم هجری با انسجام اصناف پیشه‌وری و پیوستن این اصناف به حلقه‌های فتوت و تصوف (شیخلی، ص۲۱۶)، سطح تعاملات ریاضی‌دانان و معماران رو به افول نهاد. بعد از *اعمال هندسی* و عدم توسعهٔ قابل توجه این اثر توسط ریاضی‌دانان بعدی، اصحاب معماری و صناعات وابسته غالباً خود عهده‌دار مسائل هندسی در صناعت خویش بوده‌اند. چنان که ابن خلدون بنّایان و صنعت‌گران را ناچار از کسب علم هندسه برای مسائل نظری و عملی چون میزان کردن دیوارها، تعیین ارتفاع زمین برای جاری ساختن آب و رموز جر اثقال می‌داند (ابن خلدون، ج۲، ص۸۱۱). بوزجانی در گردآوری، تدقیق و توسعهٔ روش‌های هندسی اصحاب معماری نقش تعیین کننده‌ای داشته است. ریاضی‌دانانی مانند کرجی و بالأخص بوزجانی روش‌های موجود را علمی و دقیق کردند و محتملاً در توسعه و تکامل بخشی از روش‌ها و تجهیزات نقش داشته‌اند. اما به استناد کتاب *اعمال هندسی* و گواهی آثار برجای مانده، اصحاب معماری از همهٔ روش‌های بوزجانی و یا کرجی استفاده نمی‌کردند و روش‌ها و ابزارهای خاص خود را طراحی و استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

می‌کردند. با آن که از میانهٔ دورهٔ اسلامی نقش ریاضی‌دانان در معماری از اوایل این دوره بسیار کمرنگ‌تر شد، ولی به کلّی خارج از این عرصه نبودند. بلکه دانش حسابی ایشان از طریق کاتبان، منشیان یا مباشران ساختمانی در فرایند ساخت به کار می‌رفت. چنان که کتاب حساب بوزجانی و غالب رسائل علم حساب ابنیه نوشته شده برای کاتبان عربی‌دان بر خلاف کتاب هندسهٔ او به زبان فارسی ترجمه نشد. در مقابل ترجمهٔ *اعمال هندسی* بوزجانی راه را بر انتشار آن در طیف وسیعی از اصحاب معماری فارسی زبان هموار ساخت. اما به مانند علوم حساب ابنیه اثر دیگری در تکمیل آن نوشته نشد. بلکه پس از این هندسهٔ عملی در اصناف معماری به حیات خلّاقانهٔ خود بر اساس اصول پایهٔ هندسه ادامه داد.

از اواخر سدهٔ چهارم تا پایان دورهٔ اسلامی، مهندسان معمار با توسعهٔ دانش هندسی خود، نقش آشکاری در متون تاریخی می‌یابند. بنا بر این اندیشهٔ نقشِ مهندسان (ریاضی‌دانان) در طراحی بنا یا نقوش تزیینی معماری و صناعات وابسته، آن گونه که برخی پنداشته‌اند مطابق با اسناد نیست. چنان که پیش از این نیز طبری از بنّایان در ساخت (و طراحی) قصر منصور عباسی (طبری، ج۱۱، ص۴۹۲۰) و نرشخی (۲۸۶-۳۴۸ق) از **استادان** و **معماران** در کشیدن طرح سرای و باغ پادشاه (نرشخی، ص۳۸) یاد می‌کنند. اوزدورال که با استناد به دو رسالهٔ یاد شده و احتمالاً استنباط از تعبیر عمومی «مهندسان» به ریاضی‌دانان (هندسه‌دانان)، ایشان را خالق نقوش هندسی می‌داند از یاد می‌برد که بوزجانی هندسه‌دانان را فاقد ممارست در عمل و تجربهٔ عملی در هندسه می‌داند (ابوالوفای بوزجانی، ص۱۱۴). همچنین بوزجانی صراحتاً به اهل صناعات ماهر [در هندسه] آن دوران اشاره دارد (همو، ص۴۳). روشن است که مهارت در هندسهٔ نظری به تنهایی نمی‌تواند جایگزینی مناسب برای تجارب طولانی معماران در عمل شود. به عبارتی طراحی بنا و نقوش تزئینی یک فعالیت هندسی محض نیست که هندسه‌دانان بتوانند در آن وارد شوند. بلکه این فعالیت‌ها اساساً مبتنی بر همراهی خلّاقانه و توأمان نظر و عمل است. چنان که پژوهشگران بسیاری چون کوستف (ص۱۲۲) بر این باور آشکارند که خلق بناها بدون تجربه و کارآزمودگی در ساخت و ساز حاصل نمی‌آمد. آثار معماری اسلامی نیز مؤیّد این مطلبند، زیرا آرایش و گسترش

Archive of SID

www.SID.ir

خلّاقانهٔ نقوش هندسی که بر اساس مبانی پایهٔ هندسه و زیرنقشِ هندسی «واگیره»[۱] شکل می‌گیرند، مسیری متمایز از دانش ریاضی‌دانان در هندسه را طی کرده است. اصحاب معماری نیز به مرزهایی از دانش ریاضیات و توسعهٔ اشکال هندسی (گره) گام نهاده بودند، که تا قرن‌ها برای ریاضی‌دانان ناشناخته بود.[۲] با این حساب گفتهٔ پژوهشگرانی (پوگاچنکووا، ص۵۲) نیز که تزئینات گره را ناشی از پیشرفت ریاضیات طی سده‌های میانه می‌دانند فاقد سندیت است.

با این همه اظهار نظر صریح در بارهٔ معنای واژهٔ «مهندسان» در توصیف بناها تا سدهٔ چهارم هجری نیازمند تأمل بیشتر است. به نظر می‌رسد در امور مربوط به ساختارهای آبی سده‌های نخست هر دو گروه مهندسان (ریاضی‌دان و معمار) نقش داشته‌اند. این به آن معناست که احداث ساختارهای آبی محتملاً نیازمند حضور مهندسان (ریاضی‌دانان) برای اموری مانند نقشه‌برداری بوده است. از سدهٔ پنجم هجری با توسعهٔ دانش هندسی اصحاب معماری، نقش اصلی در گزارش عملیات ساختمانی بر عهدهٔ مهندسان معمار است.[۳] به‌ویژه در متون دورهٔ تیموری به روشنی مراد از مهندسان در طراحی و ساخت بناها اصحاب معماری است، نه ریاضی‌دانان. شرف‌الدین علی یزدی در گزارش باغ دلگشا از واژهٔ «مهندسان دانشور» ظاهراً به هندسه‌دانان نظر دارد، اما همو در ذکر بنای مسجد جامع سمرقند از «مهندسان صاحب هنر» نام می‌برد. این امر افزون بر آراستگی متن به زیور صناعات ادبی، نشان از آمیختگی هندسه و هنر معماری از منظر قدما دارد. جالب است که «در اصناف فتوت نیز مهندسان و بنّایان را در یک صنف، و پیرو کمیل بن زیاد قرار داده‌اند» (شیخلی، ص۱۵۱). با این حساب استدلال اوکین مبنی بر این که کاربرد اصطلاح مهندسان در آغاز عملیات ساختمانی دورهٔ تیموری نشان‌دهندهٔ معنایی نزدیک به «نقشه‌بردار، مسّاح» است تا «معمار» (اوکین، ص۸۶)، مطابق اسناد نیست. چنان که گلمبک و ویلبر نیز نشان داده‌اند که سازندگان تیموری همانند معاصران گوتیک‌شان

۱. نقش‌مایه یا سلول واحد نقش که کل نقش بر اساس آن شکل می‌گیرد.

۲. نک:

J.Lu. Peter and Paul J. Steinhardt, *Decagonal and Quasi-Crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture*, Science 315 , 2007, pp. 1106–1110.

۳. مثلاً درخصوص «حفر نهر برلاس» توسط معماران. نک: (شرف الدین علی یزدی، ج۲، صص۲۸۳، ۵۲۱).

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باید کل روند طراحی را بر اساس سیستمی هندسی، بدون نیاز به وجود یک ریاضی‌دان شکل می‌دادند(نجیب‌اغلو،[1] ص۶۱).[2]

بدین ترتیب می‌توان رئوس کلی وظایف و نقش‌های ریاضی‌دانان و کاربرد دانش ایشان در معماری را بر اساس متون به تصویر کشید. مشارکت در انتخاب زمین[3] و زمان مناسب ساخت، اولین نقش را بر عهدهٔ ریاضی‌دانان نخستین نهاده بود. همچنین سرپرستی و اشراف بر پروژه‌های شهری و نظارت بر ساختارهای آبی در دایرهٔ وظایف ریاضی‌دانان و مهندسان برجستهٔ خلفای نخستین عباسی قرار داشت. از سویی ریاضی‌دانان متبحّر در علم هندسه در کاربردهای عملی هندسه چون مسّاحی و نقشه‌برداری به معماران یاری و حتی در فقره‌ای (ابوالوفاء و صنعت‌گران) آموزش می‌دادند. برآورد و پیش‌بینی هزینه‌های اجرای پروژه‌های بزرگ قبل و بعد از ساخت توسط محاسبان و یا مهندسان (هندسه‌دانان) نیز از دیگر نکات برجستهٔ گزارش‌های تاریخی است. محاسبان افزون بر موارد فوق به کلیهٔ امور حسابداری در بناها نیز می‌پرداختند. منجمان گروه سوم از ریاضی‌دانانی هستند که افزون بر اختیار وقت احداث بنا، در اموری چون گاه‌شماری، تعیین جهت قبله و مدیریت طرح رصدخانه ایفای نقش می‌نمودند. سرانجام گروه چهارم، کاتبانی هستند که با کسب دانش عمومی کاربرد علوم ریاضی در معماری، بخشی از وظایف فوق‌الذکر را بر عهده داشتند (نک: جدول).

بنا بر این اموری چون علم حساب ابنیه در سطحی محدود از موارد عمدهٔ همکاری ریاضی‌دانان یا کاتبان پس از سده‌های نخست اسلامی است. به عبارتی جز این فقرات، اصحاب معماری پس از سدهٔ چهارم با کسب علوم ریاضی، پیوند اندکی با ریاضی‌دانان داشته‌اند. بخش وسیعی از اصحاب معماری سده‌های نخست نیز که در ارتباط با حکومت

1. Necipoglu

۲. مثلاً قوام‌الدین شیرازی (سده‌های ۸ و۹ق)، و خاندان معماران لاهوری (سده‌های ۱۰و۱۱ق) همگی از پرآوازه‌ترین مهندسان معمار زمان خود بوده و رسالاتی در علوم ریاضی نوشته‌اند. (برای اطلاع از رساله‌های ایشان نک: منزوی، احمد، *فهرستوارهٔ کتابهای فارسی*، مجلد چهارم؛ تهران، مرکز دائرة المعارف بزرگ اسلامی، ۱۳۸۲ش).

۳. به رغم دلالت‌های مبهم واژهٔ مهندس در سده‌های نخست، اسنادی در دست است که نشان می‌دهد مهندسان (ریاضی‌دانان) این دوران، دست کم در مکان‌یابی برخی شهرها حضور داشتند. اگرچه مورخی چون خواندمیر انتخاب مکان ساخت بغداد را به معماران نسبت می‌دهد (خواندمیر، *حبیب السیر*، ج۲، ص۲۱۳)؛ ولی فراموش نکنیم که در زمان او اساساً این فعالیت در دایرهٔ خاص اصحاب معماری قرار داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

نبودند، قاعدتاً ارتباط چندانی با ریاضی‌دانان نداشته‌اند. در مورد این جماعت نیز چنان که برخی پژوهشگران گفته‌اند، معمول‌ترین راه کسب دانش ریاضیات عملی از طریق استادانشان بوده است. اگرچه در فقرات خاصی از سدهٔ هفتم هجری به بعد ریاضی‌دانانی چون نصیرالدین طوسی و شیخ بهایی (۹۵۳-۱۰۳۰ ق) در جایگاه بالای حکومتی در تصمیم‌گیری و سرپرستی فعالیت‌های عمرانی نقش داشته‌اند، اما این نمونه‌ها را نمی‌توان به تمام این دوره تعمیم داد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول: روایت متون دورهٔ اسلامی از نقش اصحاب علوم ریاضی و معماری در تکوین معماری

ریاضی‌دانان	نقش و وظایف	اصحاب معماری	نقش و وظایف
مهندس (هندسه‌دان)	مسّاحی؛ نقشه‌برداری؛ اشراف بر ساختارهای شهری و آبی	مهندس (مهندس معمار)	اصلی‌ترین استاد معمار یا معماران متبحّری در علم هندسه که اساس (هندسی) طراحی بنا با ایشان است. مهندس معمار معرفت بالایی در ریاضیات (هندسه) داشته است
محاسب (حساب‌دان)	مساحت کردن و محاسبهٔ مصالح؛ محاسبهٔ هزینه‌های مصالح و دستمزد افراد پیش و پس از اجرا؛ حسابرسی مالی	معمار	افرادی آگاه به هندسه بوده و زیر نظر مهندس وظیفهٔ نظارت و بنا کردن طرح را بر عهده داشتند. برخی از این معماران با مهندسان در طراحی مشارکت داشته‌اند
منجم (اخترشناس)	اختیار طالع وقت (سعد)؛ گاه‌شماری در بناها؛ تعیین سمت قبله؛ مدیریت طرح و ساخت رصدخانه	بنّا	بنّایان زیر نظر معمار، متولّی احداث و اجرای (بخشی از) بنا بودند. بنّای متخصص و ماهر را نیز معمار می‌خواندند
کاتب (دبیر)	افرادی دارای دانش عمومی در علوم ریاضی که برخی وظایف گروه‌های فوق را عهده‌دار بودند.	عمله، کارگر	افرادی که زیر نظر بنّا به کارهای عملگی و خرد مشغول بودند

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

ارتباط ریاضی‌دانان دورهٔ اسلامی با قلمرو معماری از طریق خلفای نخستین عباسی برای توسعه و عمران شهری محقق شد. ریاضی‌دانان توانستند به یاری جایگاه حکومتی و دانش خود، سرپرستی و اشراف بر فرایند شکل‌گیری برخی پروژه‌های کلان و فاخر معماری این دوران را بر عهده گیرند. این وظایف ریاضی‌دانان را در ارتباط مستقیم با اصحاب معماری قرار داد و ایشان در برخی مسائل ریاضی و فنّی ساخت مشارکت نمودند. اما از حدود سدهٔ پنجم هجری، با شکل‌گیری نطفه‌های اولیهٔ اصناف معماری و ارتقای دانش ریاضی این اصناف رشته‌های این ارتباط رو به سستی نهاد. ارتقای دانش ریاضی اصحاب معماری نیز تا حدودی بی‌تأثیر از ارتباط پیشین ایشان با ریاضی‌دانان نبود. در این دوران جای ریاضی‌دانان را کاتبان و منشیانی گرفتند که تنها بخشی از وظایف ریاضی‌دانان یعنی علم حساب ابنیه را بر عهده داشتند.

توسعهٔ خلّاقانهٔ هندسهٔ اشکال و احجام با ارتقای دانش فنی ساخت در اصناف معماری پس از سدهٔ چهارم هجری راهی متمایز از متون ریاضی را برای تداوم ریاضیات در معماری گشود. استعمال واژهٔ مهندس نیز برای خطاب اصحاب معماری، بیانی استعاری از نقش اصلی پدیدآورندهٔ صُوری (هندسی) است که به واسطهٔ ریاضیات، مادهٔ معماری را معنا می‌بخشد. واژهٔ معمار مطابق معنای لغوی آن، بیشتر بر به فعل رساندن صورت معماری یا «عملِ معماری» دلالت دارد.

بدین ترتیب دو دوره در ارتباط ریاضی‌دانان با معماری و اصحاب آن با استناد به متون قابل تشخیص است. دورهٔ اول از سدهٔ دوم تا چهارم هجری، که ریاضی‌دانان برای اشراف بر فرایند آفرینش بناهای حکومتی در ارتباط با اصحاب معماری بودند. در این دوره تعبیر مهندسان چندان برای اصحاب معماری مرسوم نبود. از پایان سدهٔ چهارم تا پایان دورهٔ اسلامی ریاضی‌دانان با حضور مهندسان معمار و صنعت‌گر به تدریج از عرصهٔ اصناف صناعات بیرون می‌روند. به عبارت دیگر میزان سهم ریاضی‌دانان در معماری، با میزان دانش ریاضی اصحاب معماری برای مقاصد عملی و انسجام اصناف ایشان در دورهٔ اسلامی نسبت معکوس دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

سپاس‌گزاری: لازم است قدردانی و سپاس خویش را از دکتر مهرداد قیّومی بیدهندی در دانشکدهٔ معماری دانشگاه شهید بهشتی، برای نقطه نظرات ارزشمندشان بر این مقاله ابراز دارم.

منابع:

ابن اثیر، *تاریخ کامل*، ۱۳ جلد، ترجمهٔ محمد حسین روحانی و حمیدرضا آژیر، تهران، اساطیر، ۱۳۸۰ش.

ابن اکفانی، محمد، *إرشاد القاصد إلی أسنی المقاصد فی أنواع العلوم*؛ تحقیق عبد المنعم محمد عمر، قاهره، دارالفکر العربی، ۱۹۸۹م.

ابن خلدون، عبدالرحمان، *مقدمه*، ترجمهٔ محمد پروین گنابادی، تهران، انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۸۲ش.

ابن‌رسته، احمد، *الأعلاق النفیسه* (مجلد هفتم)، ترجمه و تعلیق حسین قره‌چانلو، تهران، امیرکبیر، ۱۳۶۵ش.

ابن طقطقی، محمد بن علی، *تاریخ فخری*، ترجمهٔ محمد وحید گلپایگانی، تهران، بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۶۰ش.

ابن قُتیبه دینوری، ابی محمد عبداللّه، *ادب الکاتب*، به کوشش علی فاعور، بیروت، دارالکتب العلمیه، ۱۴۰۸ق.

ابن مسکویه رازی، ابوعلی، *تجارب الأمَم*، ترجمهٔ علینقی منزوی، تهران، توس، ۱۳۷۶ش.

ابوالوفا بوزجانی، *ترجمهٔ کتاب النجارة*، از مترجمی ناشناخته، تحقیق و تصحیح همراه با ترجمهٔ متن اثر به فرانسه جعفر آقایانی چاوشی، تهران، میراث مکتوب و انجمن ایرانشناسی فرانسه در ایران، ۱۳۸۹ش.

اسفزاری، معین‌الدین، *روضات الجنّات فی اوصاف مدینه هرات*، تصحیح و حواشی و تعلیقات سید محمد کاظم امام، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۳۹ش.

القاشانی (کاشانی)، ابوالقاسم عبداللّه بن محمد؛ *تاریخ اولجایتو: تاریخ پادشاه سعید غیاث الدنیا والدین اولجایتو سلطان محمد طیب‌الله مرقده*، به اهتمام مهین همبلی؛ تهران، بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۸ش.

اوکین، برنارد، *معماری تیموری در خراسان*، ترجمهٔ علی آخشینی، مشهد، بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس، ۱۳۸۶ش.

باقری، محمد، *از سمرقند به کاشان* (نامه‌های غیاث الدین جمشید کاشانی به پدرش)، تهران، علمی و فرهنگی، ۱۳۷۵ش.

Archive of SID

www.SID.ir

بزرگ‌نیا، زهره، *معماران ایران از آغاز دورهٔ اسلامی تا پایان دورهٔ قاجار*، تهران، سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱۳۸۳ش.

بیرونی، ابوریحان، *تحدید نهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن*، ترجمهٔ احمد آرام، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۵۲ش.

بیهقی، ابوالفضل، *تاریخ بیهقی*، تصحیح علی اکبر فیّاض، مشهد، دانشگاه فردوسی، ۱۳۵۰ش.

پوگاچنکووا، گالینا آناتولینا، *شاهکارهای معماری آسیای میانه سده‌های چهاردهم و پانزدهم میلادی*، ترجمهٔ سید داوود طبایی، تهران، فرهنگستان هنر، ۱۳۸۷ش.

ترکمان، اسکندر بیگ، *تاریخ عالم آرای عبّاسی*، با مقدمهٔ ایرج افشار، ۲ جلد، تهران، امیرکبیر، ۱۳۵۰ش.

حافظ ابرو، *جغرافیای حافظ ابرو*، ۳ مجلد، مقدمه، تصحیح و تحقیق از صادق سجادی، تهران، میراث مکتوب، ۱۳۷۸ش.

ـــــــ ، *جغرافیای حافظ ابرو* (قسمت ربع خراسان: هرات)، به کوشش مایل هروی، تهران، بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۴۹ش.

حدود العالم من المشرق إلی المغرب، تحقیق یوسف الهادی، قاهره، الدار الثقافیه للنشر، ۱۴۱۹ق/۱۹۹۹م.

خواندمیر، غیاث الدین، *تاریخ حبیب السیر فی اخبار افراد بشر*، ۴جلد، تهران، کتابفروشی خیام، ۱۳۳۳ش.

شرف‌الدین علی یزدی، *ظفرنامه*، به تصحیح و اهتمام محمد عباسی، ۲جلد، تهران، امیرکبیر، ۱۳۳۶ش.

شیخلی، صباح ابراهیم سعید، *اصناف در عصر عباسی*، ترجمهٔ هادی عالم‌زاده، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۲ش.

طبری، محمد بن جریر، *تاریخ طبری* (تاریخ الرسل و الملوک)، ۱۴جلد، ترجمهٔ ابوالقاسم پاینده، تهران، اساطیر، ۱۳۷۵ش.

فارابی، ابونصر محمد، *سیاست مدنّیه*، ترجمه و تحشیه از جعفر سجادی، تهران، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۷۱ش.

فضل اللّه، رشیدالدین، *جامع التواریخ* (از آغاز سلطنت هلاکو خان تا پایان دورهٔ غازان خان)، ۲جلد، به کوشش بهمن کریمی، تهران، اقبال، ۱۳۳۸ش.

قربانی، ابوالقاسم، *زندگی‌نامهٔ ریاضی‌دانان دورهٔ اسلامی*، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۵ش.

قفطی، جمال‌الدین، *تاریخ الحکما*، ترجمهٔ فارسی از قرن ۱۱ق، تصحیح بهین دارائی، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱ش.

کاوسی، ولی اللّه؛ *تیغ و تنبور* (هنر دورهٔ تیموریان به روایت متون)، تهران، فرهنگستان هنر، ۱۳۸۹ش.

Archive of SID

www.SID.ir

کوستوف، اسپیرو، «معماران سده‌های میانه در شرق و غرب ۱»، ترجمهٔ فرزانه طاهری، فصلنامهٔ *خیال*، پاییز ۱۳۸۱ش، صص ۱۱۴-۱۳۹.

مسعودی، علی‌بن حسین، *مروج الذهب و معادن الجوهر*، ترجمهٔ ابوالقاسم پاینده، تهران، بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۴ش.

مقدسی، محمد، *احسن التقاسیم فی معرفه الأقالیم*، لیدن، بریل، ۱۸۷۷م

منجم یزدی، *تاریخ عباسی*، به کوشش سیف اللّه وحیدنیا، تهران، وحید، ۱۳۶۶ش.

میرخواند، محمد بن خواندشاه، *تاریخ روضة الصفا*، ۱۰جلد، تهران، خیام، ۱۳۳۹ش.

ناصر خسرو، *سفرنامهٔ حکیم ناصر خسرو قبادیانی مروزی*، با حواشی و تعلیقات و فهارس اعلام تاریخی و جغرافیایی و لغات به کوشش محمد دبیر سیاقی، تهران، کتابفروشی زوّار، چاپ دوم، ۱۳۶۳ش.

نجیب اوغلو، گل‌رو، *هندسه و تزئین در معماری اسلامی*، ترجمهٔ مهرداد قیّومی بیدهندی، تهران، روزنه، ۱۳۷۹ش.

نرشخی، محمد بن جعفر، *تاریخ بخارا*، ترجمهٔ ابونصر احمد بن محمد بن نصر القبادی، تصحیح و تحشیهٔ مدرس رضوی، تهران، توس، ۱۳۶۳ش.

نصرآبادی، محمد، *تذکرهٔ نصرآبادی*، به کوشش احمد مدقّق یزدی، یزد، دانشگاه یزد، ۱۳۷۹ش.

یاقوت حموی، *معجم البُلدان*، بیروت، دارالصادر، ۱۹۹۵م.

یعقوبی، احمد بن اسحاق، *البُلدان*، ترجمهٔ محمد ابراهیم آیتی، تهران، بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۷ش.

ـــــــ ، *تاریخ الیعقوبی*، نجف، مکتبة المرتضویة، ۱۳۵۸ق/۱۹۳۹م

Bloom J. M., "On the Transmission of Designs in Early Islamic Architecture, Muqarnas", *Essays in Honor of Oleg Grabar*, 1993, pp. 21-28.

Bulatov, M. S., *Геометрическая гармонизация в архитектуре средней азии IX-XV BB* [Geometric Harmonization in Central Asian Architecture in the 9th-15th centuries], Moskva, Nauka, 2nd ed., 1978.

Chorbachi. W. K. "In the tower of Babel: Beyond symmetry in Islamic design", *Computers and Mathematics with Applications*, 1989, pp. 751-789.

Necipoglu. G., *Geometric Design in Timurid/Turkmen Architectural Practice: Thoughts on a Recently Discovered Scroll and Its Late Gothic Parallels In Timurid Art and Culture: Iran and Central Asia in the Fifteenth Century*, Lisa Golombek and Maria Subtelny ed.s, Leiden, Brill. pp. 48-66.

Archive of SID

www.SID.ir

Özdural. A., "Mathematics and Arts: Connections between Theory and Practice in the Medieval Islamic World", *Historia Mathematica*, vol. 27, no. 2, (1992), pp. 171-201.

____, "Omar Khayyam, mathematicians, and conversazioni with artisans", *Journal of the Society of Architectural Historians*, no. 54, 1995, pp. 54-71 [Appendix, pp. 67-68].

____, "The Use of Cubic Equations in Islamic Art and Architecture", *Nexus IV: Architecture and Mathematics*, eds. *Kim Williams and Jose Francisco Rodrigues*, Fucecchio (Florence), Kim Williams Books, 2002. pp. 165-179.

Saliba, G., "Artisans and Mathematicians in Medieval Islam", *Journal of the American Oriental Society*, vol. 119, 1999, no. 4, pp. 637-645.

Taheri, J., "Mathematical Knowledge of Architecture in the Works of Kāshānī", *Nexus Network Journal*, vol. 11 (2009), no. 1, pp. 77-88

Archive of SID

www.SID.ir