

سابقه ترسیم نقشه و کاربرد هندسه و حساب در معماری اسلامی (از سده‌های نخستین اسلامی تا اواسط قرن ۹ق)

جواد نیستانی*

پنبه دانه و نفت بر زمین کشیدند و آنگاه این مواد را آتش زدند تا خلیفه طرح کلی شهر را بهتر ببیند (طبری، ۱۸۷۹-۱۹۰۱، ۷-۲۷۶؛ Wilber, Keppel, 1932 – 1940: 109-111).
(1976:32).

خطیب بغدادی (۳۹۲-۴۶۳ق/۱۰۰۲-۱۰۷۱م) در تاریخ بغداد هم از ترسیم نقشه بر روی زمین سخن گفته و نیز به نقشه دقیقی اشاره کرده است که برای قیصر روم شرقی فرستاده شد و در آن، زمین بغداد، بازارها، کویها، کاخها و جویها در هر دو جانب شرقی و غربی به نمایش درآمده بود (بغدادی: ۸۷-۹۷۱؛ Lassner, 1970: 49,70).

در بنای مسجد ابن طولون نیز در ۲۶۴ق/۸۷۸م طرح مسجد بر روی پوست کشیده شده بود و سلطان آن را به روشنی می‌دید (عبدالله بن بلوی، ۱۳۵۸: ۱۸۲؛ Swelim, 1994:182).

در کتابهای فلسفی و اخلاقی نیز (به مناسبت بحث از سیاست مدن) به کاربرد نقشه در فعالیت معماری اسلامی در

* عضو هیئت علمی دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.

چکیده: موضوع مقاله حاضر معرفی و بررسی سابقه به‌کارگیری عوامل مؤثر و دخیل در ساخت یک بنا، به ویژه استفاده از ترسیم نقشه، هندسه و حساب در معماری دوره اسلامی است. و هدف از نگارش این مقاله، بررسی کلیه مطالعات نظری پیش از ساخت، امکان تجزیه و تحلیل و روشهای اجرا، محاسبات هندسی پیش از اجرا در سازه، فرآیند تولید و تطبیق آن با طراحی طراح و چگونگی پیروی مجری (معمار، بنایان و کارگران) از اصول به دست آمده و ایده‌های مطرح شده است.

کلیدواژه: معماری اسلامی، حساب، هندسه، نقشه‌کشی.

سابقه ترسیم نقشه

از پیش از مغول در جهان اسلام هیچ نقشه کاربردی معماری در دست نیست، اما گاهی در متون اشاره‌هایی به ترسیم و کشیدن طرح شده است. یعقوبی (یعقوبی، ۱۳۵۶: ۹-۱۱) از ترسیم نقشه شهر مدور بغداد در ۴۱۰ق سخن گفته (عملیات ساخت شهر در ۴۵ق بوده است) و محمد بن جریر طبری نوشته است که چگونه آن نقشه را با چوب و

انجام گرفته است (جعفری، ۱۳۴۳: ۱۱۱-۱۱۰؛ Blair, 1986: 33). علاوه بر این، در این دوره برای ساخت مدرسه امیر غیاث‌الدین، طرحهایی از شیراز به یزد فرستاده شد (جعفری، همان: ۹-۱۱۸).

حوزه فرهنگی تیموری-ترکمانی^۱ که از اواخر قرن ۸ ق/۱۴م تا اوایل قرن ۱۰ ق/۱۶م از مرزهای آناتولی تا آسیای مرکزی را در برمی گرفت، سنت معماری ایلخانی را به ارث برد. این سنت را حکومت‌های جانشین دولت ایلخانی و مغولی مانند آل‌جلایر (۷۳۶-۸۲۵ ق/۱۳۳۶-۱۴۳۲م) در عراق و قفقاز و آذربایجان و آل مظفر (۷۱۳-۸۲۵ ق/۱۳۱۴-۱۳۹۳م) در فارس و کرمان و کردستان بسط دادند (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۰: ۸). این سنت معماری همچنین در مازندران و نواحی استرآباد با الگوهای بر جای مانده معماری از دوره ساسانی و نیز عناصر بومی درآمیخت. تأثیر معماران مهاجر ایرانی از جمله استاد قوام‌الدین شیرازی^۲ معمار و مهندس دوره تیموری که بین سالهای ۸۱۳-۸۴۲ ق/۱۴۱۰-۱۴۳۸م در آسیای مرکزی فعالیت می‌کردند، در انتشار سبک ایرانی در مناطق مرکزی حکومت تیموری، به وضوح روشن است (خواندمیر، ۱۳۶۲: ۵-۱۴).

از اشاره ابن‌خلدون (۷۳۲-۸۰۸ ق/۱۳۳۲-۱۴۰۶م) به طرحهای کشیده‌شده برای بناهای باشکوه می‌توان دریافت که در همان زمان در جهان غرب نیز از نقشه معماری استفاده می‌شده است (ابن‌خلدون، ۱۳۵۹: ۸۱-۳۳۶). برخی از محققان نیز به سابقه طراحی و کشیدن نقشه در غرب، به ویژه در سده‌های هشتم و نهم هجری، سخن گفته و به شباهت بین سنت هماهنگ‌سازی هندسی در معماری (که قوام‌الدین شیرازی آن را اعمال می‌کرد) با روشهای معماران اواخر دوره

سده‌های میانی اشاره شده است. ابونصر فارابی در *فصول‌المدنی* (Al-Farabi, 1961: 138-140, 52) و نیز ابن مسکویه در *تهذیب الاخلاق* به این نوع فعالیتها اشاره‌های سودمندی دارند (مسکویه، ۱۳۹۸: ۴۶).

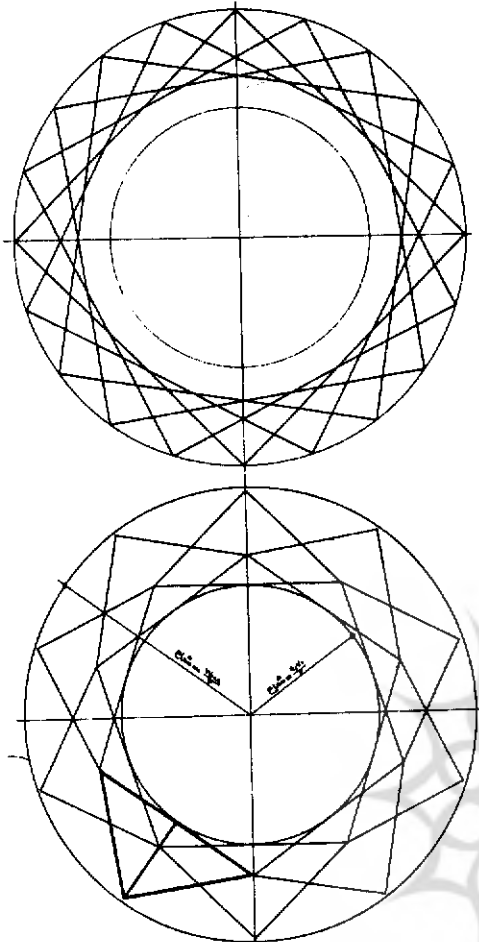
در منابع تاریخی نیز از سلاطینی که به طراحی بنا پرداخته‌اند، یاد شده است. به نوشته بیهقی (بیهقی، ۱۳۱۹: ۷۱-۱۶۵)، سلطان مسعود غزنوی (حک: ۴۲۲-۴۳۳ ق/۱۰۳۱-۱۰۴۱م) خود طرح ساختمانهایش را بر کاغذ می‌کشید. ابن‌بی‌بی (۱۳۵۰: ۷-۱۴۶)، مورخ قرن ۷ ق/۱۳م نیز شرح داده است که چگونه علاء‌الدین کیقباد، سلطان سلجوقی روم (حک: ۶۱۶-۶۳۴ ق/۱۲۱۹-۱۲۳۶م) طرح قبادآباد را در ۶۳۴ ق/۱۲۲۶م در انداخت و طرح بنای هر کاخ را مطابق خیال خود می‌کشید و به هدایت معماریاشی بنا می‌شد.

به نوشته رشیدالدین فضل‌الله (مقتول ۷۱۸ ق/۱۳۱۸م) وزیر غازان (حک: ۶۹۴-۷۰۳ ق/۱۲۹۵-۱۳۰۴م) خود طرح مقبره‌اش را در تبریز کشید (همدانی، ۱۳۷۳: ۶-۱۳۷۴؛ ویلبر، ۱۳۶۵: ۴۵). همچنین در همین دوره در وقف‌نامه (همدانی، ۱۳۶۵: ۲۱؛ Kane, 1989: 34) مورخ ۷۰۹ ق/۱۳۰۹م مربوط به ربع رشیدی در تبریز، به طرح و نقشه ترسیم‌شده بر کاغذ اشاره شده است. این طرحهای کاغذی باقی نمانده، اما هیئت باستان‌شناسان آلمانی در تخت سلیمان نقشه‌ای حک شده بر روی گچ مربوط به این دوره یافته‌اند که تاکنون قدیمترین نقشه موجود است. از متون تاریخی چنین برمی‌آید که نقشه به واقع سهم مهمی در اشاعه ابداعات معماری سده ۸ ق از پایتختهای ایلخانی به مناطق اطراف داشته و در ایجاد سبک واحد سلطنتی که امرا از آن حمایت می‌کرده‌اند، دخیل بوده است. برای نمونه، می‌توان از ارسال طرحهایی از تبریز پایتخت ایلخانی به یزد جهت احداث مجموعه مقبره شمس‌الدین، داماد رشیدالدین فضل‌الله یاد کرد. همچنین برای احداث بیمارستانی به امر شمس‌الدین نیز مبادله طرح دیگری بین تبریز و یزد

۱. منظور از فرهنگ تیموری-ترکمانی، فرهنگی است که در دوره جانشینان امیر تیمور گورکان، یعنی تیموریان ایران، هند و ترکمانان آق‌قویونلو و قرقویونلو شکل گرفت.

۲. استاد قوام‌الدین شیرازی معمار و مهندس بزرگ دوره اسلامی در عهد امیر شاهرخ تیموری که مدرسه غیاثیه در فرگرد خواف، مسجد گوهرشاد مشهد و آرامگاه گوهرشاد در هرات از آثار اوست.

تصویر ۱. طراحی هندسی گنبد و بدنه آن



دو تصویر مبین ترکیب ترکها بر بدنه گنبد: ۵ مربع و ۱۰ مثلث قائم‌الزاویه

مأخذ: توسلی، ص ۶۹

تأکید بی سابقه دانشمندان این دوره (مکتب بغداد) بر توازن میان علم نظری و کار عملی، تأثیر انکارناپذیری بر فرهنگ بصری اسلامی گذارد. فارابی در نیمه اول قرن ۴/۱۰م در کتاب *احصاء العلوم*، علوم ریاضی را به هفت رشته تخصصی (شامل حساب، هندسه، علوم نور و بصر، نجوم، موسیقی، علم اوزان و علم الحیل [مکانیک]) تقسیم کرده و هر رشته را دارای دو شعبه نظری و عملی دانسته است. در میان رشته‌های یادشده، هندسه عملی با خطوط و اشکالی سر و کار دارد که نجار بر چوب و آهنگر بر

گوتیک اشاره کرده‌اند (Bucher, 1979: 1990). بنا بر طومارهای توپقایی (سده ۹ق) که شامل طرحهای معماری است، سنت معماری سده ۹ق که بیشتر با اقدامات قوام‌الدین شیرازی شکل گرفته، از نظر ماهیت کار به سنت گوتیک نزدیکتر از سنت معماری رنسانس بوده است (نجیب‌اوغلو، همان: ۶۱).

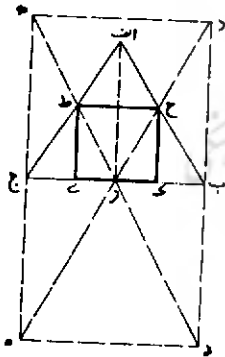
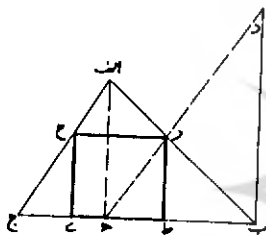
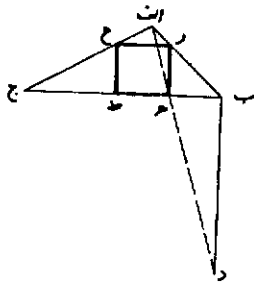
در اسناد توپقایی، نقشه نمای ساختمان کمتر مشاهده شده است و این حاکی از آن است که سنت طراحی در معماری این دوره (سده ۹ق) بیشتر متکی بر طراحی پلان ساختمان است. معماران از همان نقشه‌ها می‌توانسته‌اند نماها را حین عملیات احداث بنا به دست آورند. به احتمال بسیار برای نمای پنجره و قوس و سردر به روشهای هندسی الگوهایی به مقیاس واقعی (به ویژه بر روی زمین) تهیه می‌کرده‌اند که در معماری گوتیک نیز بسیار متداول بوده است (همان: ۶۱).

کاربرد هندسه و حساب

در نهضت اقتباس و انتقال آثار علمی و فرهنگی تمدنهای غیر عربی به عالم اسلام (سده‌های ۳-۴ق/۱۰-۹م) شماری از آثار اصلی تمدنهای یونان و ایران و مصر و هند به عربی ترجمه شد که بیشتر در زمینه‌های طب، ریاضیات، نجوم، فلسفه و آیین کشورداری بود. پس از آنکه این دوره اولیه سپری شد، دانشمندان ایرانی به یک رشته تألیفات تازه در موضوعات ریاضی نظیر نجوم، اپتیک، جبر و مثلثات دست زدند که به درستی به گفته مجتبی مینوی درخشانده‌ترین دوره تاریخ ملت ایران است (مینوی، ۱۳۵۱: ۲۸۸). این تألیفات، هندسه را در جهاتی سوق داد که بیشتر ناشناخته بود و باعث اعمال آن در امور جدید و در بعضی رشته‌ها از جمله معماری و هنرهای تزئینی (مثلاً در شکل‌بندی قوس و گنبد، نقش هندسی و مقرنس) گردید (Souissi, 1982: 414/5,6)، (نک: تصویر شماره ۱).

Rosental, 1970:65; نک: دایره‌المعارف بزرگ اسلامی، ۱۳۷۵: ۸۷
 ۲۶۹-۲۴۲) و ابوالحسن عامری^۳ (متوفی ۳۸۱ق/۹۹۲م) نیز به
 روشنی مشهود است (نجیب‌اوغلو، همان: ۱-۱۸۰)، (نک: تصاویر
 ۴۲-).

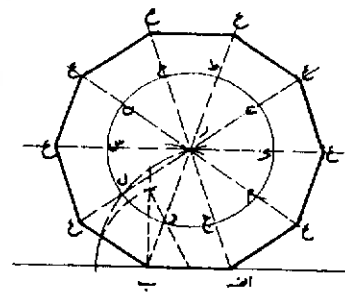
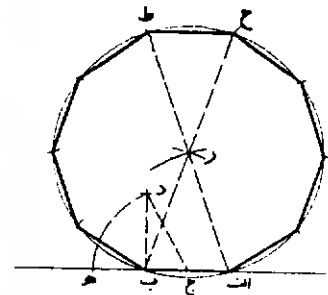
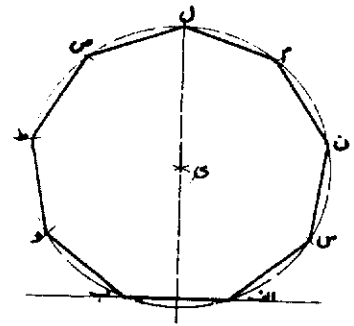
تصویر ۳. روش ترسیم مربع در مثلث، مثلث مختلف‌الاضلاع و متساوی‌الاضلاع



مأخذ: بوزجانی، ص ۴۰

آهن و بنا بر دیوار و مساح بر زمین به کار می‌برد (فارابی،
 ۱۳۶۴: ۷۵-۹۲). تأثیر این آراء بر آثار نویسندگان اواخر قرن
 ۴ق/۱۰م همچون اخوان‌الصفاء (اخوان‌الصفاء، ۱۹۶۶: ۸۵-۹۹

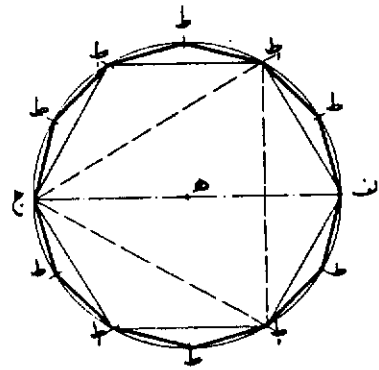
تصویر ۲. طرز ترسیم ده ضلعی متساوی‌الاضلاع و زوایای آن



مأخذ: بوزجانی، ص ۲۸

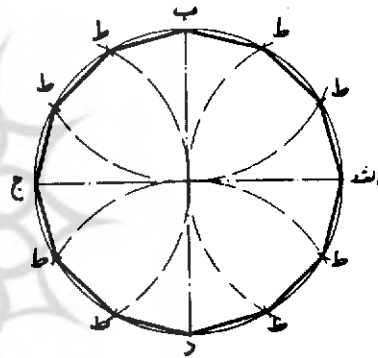
۳. ابوالحسن محمد بن یوسف نیشابوری، حکیم معروف ایرانی قرن ۴ق/۱۰م
 شاگرد ابوزید احمد بن سهل بلخی و استاد ابن مسکویه معاصر ابوحنان توحیدی
 است. وی کتابهایی در شرح فلسفه ارسطو نوشته است. برای آگاهی بیشتر نک:
 دایره‌المعارف فارسی، به کوشش غلامحسین مصاحب، ج ۱، چاپ دوم، تهران،
 شرکت سهامی کتابهای جیبی، ۱۳۸۰، ص ۲۴.

تصویر ۴. روش ترسیم دوازده ضلعی منتظم در دایره



روشهای عملی حاصل از نظریات پیشرفته ریاضی را به صورت دستورالعملهای ساده برای صنعتگران عرضه کرده و برای اثبات آنها از دلیل و برهان سود نبرده است. در منابع سده‌های بعد (سده عق) نیز به منزلت هندسه عملی در آموزش معماران و صنعتگران چونان قبل توجه شده است. ابوالحسن بیهقی (۴۹۳ - ۵۶۵ ق/۱۱۰۰ - ۱۱۶۹ م) معروف به ابن فندق^۵ روایتی از اسفزاری^۶ منجم و ریاضیدان سده ۶ق (متوفی ۵۱۷ ق/۱۱۲۳ م) نقل می‌کند که حاکی است وی علم هندسه را مبنا و اساس معماری و معمار و آجر چین را ملزم به تبعیت از آن می‌دانسته است (Rosental, 1970: 7/188).

خواجه نصیرطوسی نیز درباره منزلت معمار، بنا و کاربرد هندسه در معماری مطالب ارزشمندی دارد (طوسی، ۱۳۶۹: ۳۹). ابن اکفانی^۷ نیز در اثر سترگ خود ارشاد القاصد^۸ در سده ۸ق تقسیم‌بندی هفتگانه فارابی را تکمیل کرد و شمار آن را به ده شعبه کاربردی افزایش داد. احداث بناها و محاسبات آن نیز از تقسیمات یادشده است (نجیب‌واغلو، همان: ۱۸۹).



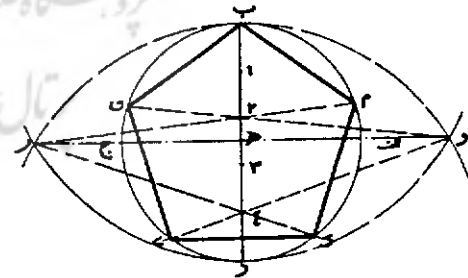
۴. محمد بن محمد بن یحیی بن اسماعیل بن عباس ابوالوفاء بوزجانی، ریاضیدان و ستاره شناس برجسته ایرانی. درباره زندگی و آثار و آراء او نک: خلاصه زندگینامه علمی دانشمندان، به کوشش احمد بیرشک، چاپ اول، تهران، شرکت انتشارات علمی فرهنگی، بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی، ۱۳۷۴، ص ۲۵۷؛ ابوالقاسم قربانی و محمد علی شیخان، بوزجانی نامه، شرح احوال و آثار ابوالوفاء بوزجانی ریاضیدان و منجم بزرگ ایرانی، ص ۷؛ قربانی، زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلامی از سده سوم تا سده یازدهم هجری، ص ۱۵۴-۱۶۹.

۵. ابوالحسن علی بن زید مشهور به ابن قنطاز و فرید خراسان، حکیم و ادیب و ریاضیدان معروف قرن ۱۲ق/۱۲م که کتابهایی در تاریخ، تفسیر، نجوم و طب دارد. کتاب او در طبقه‌بندی علوم، عرائس الفعاس فی اصناف العلوم نام دارد. برای تفصیل بیشتر نک: علی بن زید بیهقی، کتاب تاریخ بیهق، به کوشش حکیم الله حسینی، چاپ اول، حیدر آباد، چاپخانه دایرةالمعارف عثمانی، ۱۳۸۸ق/۱۹۶۸م، مقدمه، ص ۶۵-۶۲.

۶. ابوحاتم مظفر، اهل اسفزار در (حوالی هرات)، ریاضیدان دوره سلجوقی و معاصر و همکار خیام که در هیت، مکانیک ریاضی متبحر بود و کتب زیادی در ریاضیات نوشته است. برای تفصیل بیشتر نک: ابوالقاسم قربانی، زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلامی...، ص ۴۶۷-۴۶۹.

۷. درباره زندگی و آثار شمس‌الدین محمد بن ابراهیم بن سعید انصاری سنجری معروف به اکفانی که در ۷۴۹ق/۱۳۴۸م در قاهره درگذشت نک: Wiedemann, op.cit, pp.110-113.

۸. محمد بن ابراهیم بن اکفانی، کتاب ارشاد القاصد الی اسنی المقاصد فی انواع العلوم، چاپ اول، قاهره، دارالفکر العربی، ۱۹۷۰م، عنوان کتاب به معنای «ارشاد آنکه خواهد به برترین هدفها در انواع علوم رسد» است.



مأخذ: بوزجانی، ص ۱۱۶

ابوالوفاء بوزجانی^۴ (در اواخر قرن ۴ق/۱۰م) درباره هندسه عملی و یا کاربردی، کتابی با عنوان اعمال-الهندسه دارد که به طور مستقیم به نیاز صنعتگران می‌پردازد و گویند این اثر اقتباسی از رساله هندسه منسوب به فارابی بوده است. در این کتاب، بوزجانی

گرفت که هندسه پایه تربیت هر معمار بوده و احتمالاً هم از این رو، معمار بسیار ماهر و استاد را مهندس می‌گفتند که به معنای هندسه‌دان است.

محققان برای توضیح چگونگی کاربرد هندسه در معماری سده ۹ق، محاسباتی نمونه بر روی چند بنا در آسیای مرکزی و ایران انجام داده و تناسبات موجود در آنها را سنجیده‌اند (همان: ۲۰۸-۱۹۳).

با توجه به آنچه گفته شد اکنون به درستی می‌توان دریافت که چرا ابوالوفاء بوزجانی در رساله خود با عنوان *اعمال الهندسه* به تعلقات دیوانی کاتبان و دبیران و محاسبان (ناظران امور دیوانی) پرداخته است. کاربرد حساب در برآورد صحیح مخارج بنا و حق‌الرحمه‌هایی بوده است که غالباً به متصدیان امور دیوانی و مالی طرح‌های ساختمانی می‌سپرده‌اند. درباره تقسیم کار بین این ناظران دیوانی و معماران طراح متصدی ساخت از دوره ایلخانی به بعد اسناد بیشتری در دست است. برای مثال، تیموریان عموماً میان ناظران دیوانی و معماران یا استادان تمایز قائل می‌شدند، همچنان که عثمانیان، ناظر بنا و معمار را از هم تفکیک می‌کردند. بنابراین، کتابهای کاربردی حساب ظاهراً بیشتر برای ناظران مربوط به ساختمان کاربرد داشته تا معمارانی که شیوه‌های طراحی‌شان اصولاً مبتنی بر هندسه بوده است.^۹

معماران همچنین برای محاسبه‌های ارقام جدولهای آماده‌ای داشتند که در رساله *مفتاح الحساب* آمده است. این جدولها، کار محاسبه را برای ناظران بنا که غالباً هزینه ساختمانها را پیش‌بینی یا هزینه تمام‌شده را تخمین می‌زدند، آسان می‌کرد (کاشانی، همان: ۳۴).

رساله *مفتاح الحساب* تألیف غیاث‌الدین جمشید کاشانی، منجم و ریاضیدان سده ۹ق نیز اهمیت ویژه‌ای در بیان نقش و کاربرد هندسه در معماری این دوره دارد، زیرا در سده ۹ق عاملی که نیروی وحدت‌بخش معماری عصر تیموری را فراهم می‌سازد، درصدد هندسی ساختن طرح و ساخت و تزئین فضا است. به گفته لیزا گلمبک و دونالد. نلسون ویلبر در معماری تیموری، هندسه تنها وسیله‌ای برای رسیدن به هدف، یعنی ساختن یک عمارت نیست بلکه خود هدف است. به عبارت دیگر، کاربرد هندسه در بناهای این عصر یک موضوع اساسی و اصلی از اصول زیبایی‌شناختی است. از نظر معماران این دوره، بنا نباید تنها یک استخوان‌بندی هندسی داشته باشد بلکه در تحلیل نهایی باید هندسی به نظر آید؛ همان‌گونه که در تزئین نیز چنین است (گلمبک و ویلبر، ۱۳۷۴: ۲۸۹).

رساله *مفتاح الحساب* نیز دارای فصل ارزشمندی در پیمایش است که به مساحت و حجم شکلها و حجمهای هندسی می‌پردازد و سپس آنها را درباره عناصر ساختمانی اعمال می‌کند (کاشانی، ۱۳۶۶: ۱۰، ۴۱). محققان این رساله را، که در ۸۳۰ق/۱۴۲۷م به امیر الغ بیگ اهداء شده، شاهدی بر تخصص معماران تیموری در محاسبات پیشرفته به حساب می‌آورند (نجیب‌اوغلو، همان: ۲۱۴). کاشانی علاوه بر تعلیم نحوه طراحی عناصر ساختمانی به روشی برای محاسبه مساحت آنها، با مقادیر تقریبی می‌اندیشیده و گویی به تعیین مقدار مصالح لازم علاقه‌مند بوده است (همان: ۲۱۵). شاید این علاقه به نظارت و تجربه وی در احداث رصدخانه الغ بیگ در سمرقند بازمی‌گردد که طی نامه‌ای از سمرقند به پدرش در کاشان به این موضوع اشاره کرده است (خواندمیر، ۲۱/۴؛ محیط طباطبایی: ۱۰/۶۰-۵۵). بنابر آنچه در رساله *مفتاح الحساب* آمده و اسناد (طومارها) یافت‌شده از موزه تویقایی و تاشکند نیز مؤید آن است، روند طراحی بنایان عصر تیموری نه بر محاسبات حسابی که بر مجموعه‌ای از ترسیمات هندسی استوار بوده است (Kotof, 1986: 62). به همین دلیل، می‌توان چنین نتیجه

۹. درباره نظام دیوانی و نظارت بر ساختمان‌سازی در عهد تیموری نک: Kane, *op. cit.*, p.40.

نتیجه

به‌رغم در دست نبودن نقشه‌های ساختمانی در پیش از دوره مغول، گاهی در منابع تاریخی و فلسفی و اخلاقی اشاره‌هایی ارزشمند به ترسیم آنها وجود دارد. آگاهی‌های موجود از ترسیم نقشه طی سده‌های ۸-۹ ق حاکی از دخالت مؤثر حکومت‌های ایلخانی و تیموری در این امر و اشاعه ابداعاتی به نام سبک سلطنتی در معماری است. بنابر اسناد به دست آمده، این نقشه‌ها بیشتر مربوط به پلان ساختمان بوده و نقشه‌نمای ساختمان کمتر در آن دیده شده است.

با سپری شدن دوره اولیه ترجمه‌های آثار علمی و فرهنگی یونانی، ایرانی، مصری و هندی به عربی، دانشمندان ایرانی تألیفات تازه‌ای را در ریاضیات، حساب و هندسه آغاز کردند که حاصل آن کاربرد بیشتر این علوم در شکل‌بندی قوس، گنبد و مقرنسها بوده است. افزون بر این، در تألیفات اواخر سده ۴ تا ۸ ق در آموزش معماران و صنعتگران بر هندسه عملی تأکید شده و اقدامات ویژه‌ای برای تدوین آنها صورت گرفته است. ریاضیدانان سده ۹ ق نیز علاوه بر تعلیم نحوه طراحی عناصر ساختمان (هندسی) روشی برای محاسبه مساحت آنها، با مقادیر تقریبی برای تعیین مقدار مصالح لازم در ساختمان‌سازی یافته‌اند. در این دوره هندسه پایه تربیت هر معمار محسوب می‌شده و کاربرد حساب تنها برای برآورد صحیح مخارج بنا و حق‌الزحمه‌هایی بوده است که غالباً به متصدیان امور دیوانی و مالی طرح‌های ساختمانی می‌سپرده‌اند.

منابع

ابن بی‌بی، نصیرالدین الحین (۱۳۵۰)، اخبار سلاجقه الروم، مختصر سلجوقنامه، به کوشش محمد جواد مشکور، تبریز؛
ابن خلدون، عبدالرحمن (۱۳۵۹)، مقدمه ابن خلدون، ترجمه محمد پروین گنابادی، چاپ چهارم، نگاه ترجمه و نشر کتاب، تهران؛
اکفانی، محمدبن ابراهیم (۱۹۷۰)، ارشاد القاصد الی اسنی المقاصد فی

انواع العلوم، چاپ اول، دارالفکر العربی، قاهره؛

بغدادی، ابوبکر احمد بن علی خطیب، تاریخ بغداد او مدینه السلام، ج ۱، به کوشش مصطفی عبدالقادر عطاء، چاپ اول، دارالکتب العلمیه، بیروت؛

بوزجانی، ابوالوفاء محمدبن محمد (۱۳۷۶)، هندسه ایرانی، کاربرد هندسه در عمل، ترجمه سید علیرضا جذبی، انتشارات سروش، تهران؛

بیهقی، ابوالفضل محمد بن حسین (۱۳۱۹)، تاریخ بیهقی، ج ۱، به کوشش سعید نفیسی، چاپ اول، کابفروشی ادب، تهران؛

توسلی، محمود (۱۳۸۳)، هنر هندسه، پویایی اشکال، احجام کروی ابوالوفاء بوزجانی، انتشارات پیام، تهران؛

جعفری، جعفر بن محمد بن حسن (۱۳۴۳)، تاریخ یزد، به کوشش ایرج افشار، چاپ دوم، نگاه ترجمه و نشر کتاب، تهران؛

خواندمیر، غیاث‌الدین، (۱۳۶۲)، حبیب السیر فی اخبار البشر، به کوشش محمد دبیر سیاقی، چاپ سوم، انتشارات خیام، تهران؛

———— حبیب السیر فی اخبار البشر، ج ۴؛

رسائل اخوان الصفا و خلان الوفا (۱۹۶۶)، به کوشش بطرس البستانی، ج ۱، چاپ اول، دار صادر، بیروت؛

برای آگاهی بیشتر درباره اخوان الصفا و نام مؤلفان نوشته‌هایی که به رسائل اخوان الصفا و خلان الوفا مشهورند نک: شرف‌الدین خراسانی، اخوان الصفا: دایرة المعارف بزرگ اسلامی، به کوشش کاظم موسوی بجنوردی، ج ۷، چاپ اول، تهران، مرکز دایرةالمعارف بزرگ اسلامی، ۱۳۷۵، ص ۲۴۲-۲۶۹؛

طباطبایی، محیط، نامه پسر به پدر به قلم غیاث‌الدین جمشید کاشانی، آموزش و پرورش، ج ۱۰، ش ۴، ص ۵۵-۶۰؛

طبری، محمد بن جریر (۱۸۷۹-۱۹۰۱)، تاریخ الرسل والملوک، به کوشش دخویه، چاپ اول، لیدن، بریل؛

طوسی، خواجه نصیرالدین (۱۳۶۹)، اخلاق ناصری، به کوشش مجتبی مینوی و علیرضا انصاری سنجری، چاپ چهارم، انتشارات خوارزمی، تهران؛

عبدالله بن بلسوی (۱۳۵۸)، سیره احمد بن طولون، به کوشش محمد کردعلی، چاپ اول، دمشق، بی نا؛

فارابی، ابونصر محمد (۱۳۶۴)، احصاء العلوم، ترجمه حسین خدیو جم، شرکت انتشاراتی علمی فرهنگی، تهران؛

قربانی، ابوالقاسم (۱۳۶۵)، زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلامی از سده سوم تا سده یازدهم هجری، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران؛

قربانی، ابوالقاسم؛ شیخان، محمدعلی (۱۳۷۱)، بوزجانی‌نامه، شرح احوال و آثار ابوالوفاء بوزجانی ریاضیدان و منجم بزرگ اسلامی،

- ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، چاپ اول، شرکت سهامی کتابهای جیبی، تهران؛
- ویلسبر، دونالد. ن. (۱۳۶۵)، *معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان*، ترجمه عبدالله فریار، چاپ دوم، انتشارات علمی فرهنگی، تهران؛
- همدانی، رشیدالدین فضل‌الله (۱۳۷۳)، *جامع التواریخ*، به کوشش محمد روشن و مصطفی موسوی، چاپ اول، نشر البرز، تهران؛
- (۱۳۶۵)، *وقفنامه ربیع رشیدی*، به کوشش مجتبی مینوی و ایرج افشار، انجمن آثار ملی ایران، تهران؛
- یعقوبی، ابن واضح (۱۳۵۶)، *البلدان*، ترجمه محمد ابراهیم آبتی، چاپ اول، نگاه ترجمه و نشر کتاب، تهران؛
- Al-Farabi, Abu nasr Muhammad Ibn Muhammad** (1961), *Fusul-al-maddani*: ed, D. M. Dunlop, Cambridge, Cambridge University, press;
- Blair, Sh. S.** (1986), *The Ilkhanid Shrine Complex at Natana, Iran*, Cambridge, center for Middle Eastern Studies;
- Bucher, F.** (1979), *Architector: The Loge books and sketch books of medieval Architects*, Vol,1. New York, Abaris book;
- Harb, U.** (1978), *Ilkhanidische Stalakiten Gewolbe, Beitvage zu Entwurt und Bautechnik, Archeologische Mitteilungen aus Iran*, Vol, 4. Berlin;
- Kane, B. O.** (1989), *Timurid Architecture in Khurasan*, California, mazda;
- Keppel A.; Creswell, C.** (1932-1940), *Early Muslim Architecture :Umayyads, Early Abbasids. And Tahumids*, Vol,1. Oxford, Clarendon,
- Kotof, S.** (1986), "The Architect in the Middle Ages, East and West," in: *Architect Chapters in the History*, New York, Oxford University press;
- چاپ اول، انتشارات آموزش انقلاب اسلامی، تهران؛
- کاشانی، غیاث‌الدین جمشید (۱۳۶۶)، *رساله طاق و ازج*، ترجمه و تحشیه سید علیرضا جذبی، چاپ اول، سروش، تهران؛
- گلمبیک، لیزا؛ ویلسبر، دونالد. ن. (۱۳۷۴)، *معماری تیموری در ایران و توران*، ترجمه کرامت‌الله افسر و محمد یوسف کیانی، چاپ اول، سازمان میراث فرهنگی، تهران؛
- مسکویه، احمد بن محمد (۱۳۹۸)، *تهذیب الاخلاق و تطهیر الاعراق*، به کوشش شیخ حسن تمیم، چاپ دوم، الحیات، بیروت؛
- مینوی، مجتبی (۱۳۵۱)، *دغزالی طوسی*، تقد حال، تهران؛
- نجیب اوغلو، گل‌رو (۱۳۸۰)، *مهندس و تزئین در معماری اسلامی*،
- Lassner, J.** (1970), *The topography of Baghdad in the Early Middle Ages*, Detroit, watne, stst Univ, press;
- Rosental, F.** (1970), *Eilhard Wiedemann, Aufsätze Zur Arabischen Wissenschaft Geschichte*, Vol,1. New York, G. Qlms;
- (1975), *The Classical Heritage in Islam*, Translated by: Emile and Jenny Marmorstein, London, Routledge and Kegan Paul;
- Souissi, M.** (1982), "Iimal-handase", in: *Encyclopedia of Islam*, New ed, supplement Fascicles, Vol, 5-6. Leiden, Brill;
- Swelim, T. N.** (1994), *The Mosque of Ibn Tulun: A New Perspective*, ph,D diss. Harvard, University;
- Wilber, D. N.** (1976), "Builders and Craftsman of Islamic Iran: The Earlier periods", *Art and Archeology research papers*. ■