



## بررسی فرآیند طراحی نقشه‌های معماری با واکاوی اسناد تاریخ‌نگارانه و نگاه ویژه به جایگاه دانش

هندسه

ساناز رهروی پوده<sup>۱\*</sup>، نیما ولی بیگ<sup>۲</sup>

۱۳۹۸/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت مقاله :

۱۳۹۹/۰۲/۲۴

تاریخ پذیرش مقاله :

### چکیده

**بیان مسئله:** استفاده از نقشه و ترسیم آن در جهت ساخت بنا از سابقه دیرینه برخوردار بوده‌است. در این بین از دانش هندسه و حساب برای ترسیم نقشه و پیاده‌سازی آن برای ساخت بنا، استفاده می‌شده است. از آن‌جاکه تهیه نقشه در هر زمان جزئی انکارناپذیر در مراحل ابتدایی ساخت بنا محسوب می‌شده، دانش ریاضیات در طراحی و ترسیم نقشه، تأثیری چشم‌گیر داشته‌است. کمبود منابع تاریخی تخصصی و اسناد به‌جای مانده از گذشته مانع از شناخت صحیح فرآیند ترسیم نقشه در گذشته شده است.

**سوال تحقیق:** پرسش این تحقیق آن است که: در گذشته، فرآیند طراحی نقشه شامل چه مرحله‌ای بوده و در آشکارسازی تحولات صورت گرفته در فرآیند نقشه‌کشی، نقش اسناد تاریخی و دانش ریاضیات چه بوده است؟

**اهداف تحقیق:** این مقاله در پی آن است تا با معرفی و بازشناسی جایگاه اسناد تاریخی در معماری، استفاده از دانش ریاضی در نقشه‌کشی و طریقه رسم نقشه را مورد تحلیل قرار دهد. تحقیقات گسترده‌ای در حیطه ویژگی‌های بناهای ساخته‌شده، مراحل اجرای آن‌ها، پیدایش و تکامل آثار معماری انجام‌شده اما به‌صورت محدودی به نقش علوم دیگری هم‌چون ریاضی در طریقه رسم نقشه در طول تاریخ اشاره شده‌است؛ به‌گونه‌ای که بخش اصلی و بنیادین دانش ریاضیات در معماری سر به مهر باقی‌مانده‌است. این مقاله برای نخستین بار سعی در بازشناسی جامع در فرآیند ترسیم نقشه‌های ساختمانی در گذشته و نقش علم ریاضی در آن بر اساس متون تاریخی خواهد داشت.

**روش تحقیق:** روش تحقیق مقاله فوق به‌صورت ترکیبی تحلیلی (مقایسه‌ای، توصیفی و تحلیلی) انجام شده‌است؛ ابزارهای مورد استفاده شامل: جمع‌آوری اطلاعات به روش مطالعه اسنادی، کتابخانه‌ای و میدانی است. در این بین اسناد مکتوب و اسناد تصویری مورد استفاده قرار خواهند گرفت. ن مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: نتایج حاصل از تحقیق مبین آن است که منابع و اسناد تاریخی نه‌تنها به ترسیم نقشه در گذشته تأکید داشته‌اند، بلکه به آشکارسازی نقش ریاضیات و تدقیق کردن رسم نقشه‌کشی توسط آن پرداخته‌اند؛ همچنین طراحی نقشه، شامل چهار مرحله «برداشت و ترسیم ابعاد زمین»، «پیاده‌سازی فضاها»، «ترسیم فضاها با مقیاس و تناسبات»، «ترسیم خانه‌بر روی زیج و به تأیید کارفرما رساندن» بوده‌است.

**کلمات کلیدی:** تاریخ‌نگاری در معماری، جایگاه دانش ریاضیات، ابزار نقشه‌کشی در گذشته، فرآیند طراحی و ترسیم نقشه، نقشه‌های سنتی ایران.

\*۱ استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول) s\_rahravi@khuif.ac.ir

۲ استادیار، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران N.valibeig@au.ac.ir

## ۱- مقدمه

یکی از مراحل اولیه برای ساخت هر بنایی ترسیم نقشه های معماری و سپس نقشه های سازه ای بنا محسوب می شود. به گونه ای که معماران بعد از تهیه مطالعات و آشنایی با ویژگی هایی همچون ابعاد زمین، جهت نورگیری، توپوگرافی زمین و وزش باد، هم جوارها و دسترسی ها، اقدام به طراحی و ترسیم نقشه های طراحی و اجرایی خواهند کرد. در گذشته هم تهیه نقشه امری اجتناب ناپذیر محسوب می شده است و یکی از اولین نقشه های به دست آمده منزل مسکونی است که در تمدن بین النهرین و در دوره آکاد بر روی لوحی گلی ترسیم شده است (ملک شه میرزادی، ۱۳۷۴: ۱۴-۱۳).

با وجود اطلاعات گسترده ای که از معماری به خصوص دوره اسلامی وجود دارد، ناشناخته بودن بعضی از این منابع منجر به پنهان ماندن و یا قضاوت های یک سو به برخی، نسبت به ارتباط دانش ریاضی با معماری، ترسیم نقشه و جایگاه ریاضیدانان در فرآیند طراحی نقشه های ساختمانی شده است (طاهری، ۱۳۹۴: ۱۲۷)؛ همچنین اصول و عملکرد استادکاران معماری سنتی هم در فرآیند طراحی نقشه و هم تا حدی در فن آوری اجرا در هاله ای از ابهام باقی مانده است و داده های مورخین، بیشتر نوعی سنت را در معماری بیان کرده اند، بدون آنکه روش ترسیم و نوع اجرای آن نمایان گردد (لاله، ۱۳۷۵: ۳۹ و ۴۳) تاکنون شیوه طراحی بناهای معماری که در گذشته ساخته شده اند، نحوه انتقال و پیاده سازی آن ها و خلق بنا مورد غفلت قرار گرفته است؛ همچنین نوشته های مکتوبی که این فرآیند را به درستی و مبسوط بیان کرده باشند وجود ندارد. تنها تعداد محدودی از طومارها وجود داشته که بیشتر در رابطه با تزئینات استفاده شده در بنا و ترسیم آن ها نگاشته شده است و یا نقشه هایی بدون هیچ توضیحی بر روی آن ها کشیده شده که سبب ناشناخته ماندن فرآیند ترسیم نقشه شده است. از طرفی برای جستجوی تاریخ معماری ایران در متون فارسی، تلاش های مضاعفی انجام نگرفته و جایگاه متون تاریخی در معماری ایران آشکار نشده است؛ به گونه ای که فرآیند نظر تا عمل یک بنا در دوران

گذشته را برگرفته از تجربه و انتقال ویژگی های ساخت به صورت نسل به نسل دانسته اند. مقاله حاضر بر آن است تا با استفاده از متون تاریخی به تحلیل و بررسی چگونگی فرآیند ترسیم نقشه با استفاده از ابزار و علم ریاضی بپردازد. در این پژوهش، ارتباط بین ریاضی و زیرمجموعه آن همچون (هندسه) با معماری مورد تحقیق قرار خواهد گرفت و مراحل انجام شده در کشیدن نقشه را با استفاده از نظر خبرگان بازنمایی خواهد کرد؛ روش تحقیق به صورت تفسیری و اسنادی خواهد بود.

## ۲- پرسش های تحقیق

- در آشکارسازی تحولات صورت گرفته در فرآیند نقشه کشی، نقش اسناد تاریخی چیست؟
- چگونه در زمان گذشته، دانش ریاضی بر فرآیند طراحی معماری تأثیر داشته است؟
- برای انتقال اندیشه معمار و ترسیم نقشه های معماری ابزارهای مورد استفاده، در گذشته کدامند و فرآیند ترسیم نقشه شامل چه مراحل بوده است؟

## ۳- فرضیه تحقیق

- اسناد تاریخی نه تنها در مورد شیوه های ساخت صحبت کرده اند، بلکه از طریق آن ها می توان به واژگانی که در گذشته برای ترسیم نقشه از آن ها بهره می برده اند و همچنین شناخت ابزار ترسیم نقشه، دست یافت.
- همان گونه که امروزه در ترسیم نقشه از دانش ریاضیات بهره می برند در گذشته نیز برای برداشت و ترسیم نقشه با استفاده از مقیاس درست از این دانش بهره می برده اند.
- ابزارهای متعددی برای ترسیم نقشه جهت رسم خطوط صاف و منحنی و زاویه های درست مورد استفاده قرار می گرفته است. از طرفی برای ترسیم درست نیاز به اندازه گیری زمین نیز بوده و نقشه کشی نیاز به ایده داشته و چیدمان فضا را نیز در برمی گرفته است.

## ۴- پیشینه تحقیق

تحقیقات انجام شده در این حیطه، مبنی بر ویژگی های تأویلی و گاهی به صورت تفسیری بوده است. به گونه ای که در حالت اول عده ای به تفسیر نمادها و توصیف





آن‌ها مبنی بر اندیشه‌های فلسفی و عرفانی پرداخته و ریاضیات به کار رفته در آثار معماری را تأثیرپذیر از صور مثالی قلمداد می‌کنند؛ افرادی به تأثیر علم هندسه که آن را زیرمجموعه ریاضیات دانسته‌اند اشاره کرده و برای عملی کردن آن علاوه بر نظر، استفاده از علم حیل را لازم دانسته‌اند، آن‌ها علم حیل را مجموعه‌ای از روش‌ها و ترندها دقیق با استفاده از صناعات و ابزار معماری برای عملی کردن مفاهیم ریاضی دانسته تا سبب آشکار شدن مفاهیم ریاضی در اجسام طبیعی شود (فارابی، ۱۹۴۹: ۸۸)؛ بعضی از محققین، رشته‌های عملی مانند بنایی را زیرمجموعه علم ریاضی دانسته‌اند (اخوان الاصفاء، ۲۰۰۵: ۱/۲۳۹). تحقیقاتی به فنون و ابزاری که برای ساخت حوض و حمام، علوم مساحی و اندازه‌گیری و هندسه اشکال استفاده می‌شده‌است اشاره کرده‌اند (بغدادی، ۱۳۸۸)؛ همچنین اندیشمندانی به چگونگی ساخت ابنیه، علم مساحت، حیل متحرکه، تراز کردن زمین، مناظر و مرایا، انتقال آب و جراثقال پرداخته‌اند (ابن سینا، ۱۳۸۷: ۱۱۲)؛ در حقیقت عده‌ای علوم بنایی را زیرمجموعه دانش ریاضی و زیرمجموعه‌های آن مانند هندسه بیان کرده‌اند (ابن الکفانی، ۱۹۸۹: ۱۹۲، نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۱۸۸) و مطالعاتی آن را امری جداگانه تلقی کرده‌اند به گونه‌ای که ماهیتی متمایز و جداگانه دارند (ابن خلدون، ۲۰۰۵: ۲۸۹/۲ و ۳۰۰؛ اخوان الاصفاء، ۲۰۰۵: ۱/۲۳۹)؛ تحقیقاتی نیز به صورت عملی توسط اسفرازی (قرن ۵ و ۶ هـ ق)، نقش ریاضیات را در مساحی مورد تحلیل قرار داده‌است ( Krause, 1936: 483) بعضی محققین به صورت تاریخی و بر اساس شواهد و متون کهن به نقش ریاضیات در بناها و تزئینات معماری اشاره کرده‌اند (بولاتف، ۱۹۷۸؛ گلمیک و ویلبر، ۱۳۷۴؛ پوکاچنکو، ۱۹۸۰؛ نجیب اوغلو، ۱۳۷۹).

تحقیقات انجام شده در متون ریاضی و ارتباط آن با معماری به خصوص در دوره اسلامی به سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند: ۱- دسته اول شامل تحقیقاتی است که در حیطه معماری انجام شده و ویژگی‌های ریاضی آن را بیان کرده‌اند ۲- دسته دوم شامل متون و کتاب‌های ریاضیات است که تعاریفی در حیطه معماری و به چگونگی دخل و تصرف ریاضیات در معماری پرداخته‌اند ۳- دسته سوم شامل ساخت و طراحی انواع

تجهیزات و ابزارهایی برای مقاصد فنی با قابلیت کاربرد در معماری است که می‌توان به کتاب‌هایی که در حیطه علم الحیل نگارش شده‌اند، اشاره کرد (طاهری، ۱۳۹۴: ۱۳۳). پژوهشگرانی به بررسی دانش ریاضیات در متون ریاضی و ارتباط آن با معماری اشاره داشته‌اند (Woepcke, 1874). همچنین مطالعاتی به صورت توصیفی- تفسیری و به طور کلی مروری به بررسی متون علمی و ارتباط بین علوم مختلف و کاربرد آن‌ها با معماری انجام شده و به دسته‌بندی دوره‌های زمانی محققین اسلامی و ایده‌های آن‌ها در ارتباط با دانش ریاضی و معماری دست‌زده‌اند (طاهری، ۱۳۹۴). در بین اندیشمندان و ریاضی‌دانان می‌توان به افرادی اشاره کرد که به بررسی و پیمایش زمین، علم مساحت، اندازه‌گیری نهرها و انواع فواره‌های آب، هندسه سطوح و اشکال و سازه‌های آبی پرداخته‌اند (بغدادی، ۱۳۸۸؛ بنوموسیبه نقل از قربانی، ۱۳۷۵: ۱۴۹؛ ابوبکر بغدادی به نقل از قربانی، ۱۳۷۵: ۴۴۹؛ ملاعلی قوشچی به نقل از قربانی، ۱۳۷۵: ۳۶۲؛ غیاث‌الدین علی اصفهانی به نقل از منزوی، ۱۳۸۲: ۲۵۹۸). بعضی به محاسبه کاریز، حفر چاه، حوض و دستمزدی که باید به کارگران پرداخته می‌شد، اشاره داشتند؛ همچنین عده‌ای به کاربرد علم الحیل در معماری و دستگاه‌های انتقال آب، فواره‌ها، درهای برنجی و نقوش گره پرداخته‌اند (خنجی، ۱۳۸۷: ۴۵ و ۶۸؛ جزری، ۱۳۸۰: ۴۷۹)؛ در بعضی از رساله‌ها به محاسبه ارتفاع و مساحت تالارهای طاق دار اشاره شده و بعضی به دست آوردن مساحت عمارات ساخته شده با خشت، آجر و اصول نقشه‌کشی را بیان کرده‌است (ابن ندیم به نقل از نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۲۱۴؛ ملا محمدباقر بن زین‌العابدین یزدی به نقل از خاتون‌آبادی، بی‌تا: ۱۹۹؛ بغدادی، ۱۳۸۸). عده‌ای از ریاضی‌دانان اشاره‌ای به تأثیر ریاضی در صناعات معماری داشته‌اند که می‌توان به ابوبکر محمد کرجی، ابوالوفا بوزجانی اشاره کرد (طاهری، ندیمی، ۱۳۹۱: ۶۹). در مباحثی در مورد فنونی که بتوان با استفاده از آن‌ها که در ترسیم نقوش هندسی دو و سه‌بعدی نقش داشته باشد و حتی برای ترسیم اجسامی کروی بر روی سطوحی هموار استفاده شود، نیز بحث شده‌است (ابوریحان بیرونی به نقل از کرامتی، ۱۳۸۷: ۱۵/ ۲۹۶)

برخی از دانشمندان، علم استاتیک و قانون‌هایی که برای اهرم‌ها و مراکز جرم اجسام مورد استفاده قرار گرفته‌است و وزن‌های مخصوص مواد، گرانش، استفاده از ترازو در جهت تراز کردن و اندازه‌گیری را مورد بررسی قرار داده‌اند (عبدالرحمن خازنی به نقل از سارتن، ۱۳۸۳: ۱۰۳۳).

در حیطه نقشه ریاضی در معماری و چگونگی ترسیم نقشه عده‌ای بر این باورند که در دوره‌های نخستین ظهور اسلام، گسترش فعالیت‌های عمرانی افزایش یافته و بسیاری از معماران و بنایان به مراکز حکومت‌های اسلامی برای ساخت بنا رفته‌اند (ابن خلدون، ج ۲: ۷۰۸)؛ که در بعضی از دوره‌های اسلامی خصوصاً در دوره تیموری و ایلخانی باوجود تضعیف ریاضی‌دانان، معماری در این دوره‌ها پیشرفت چشم‌گیری داشته‌است (پوگانچنکووا، ۱۳۸۷: ۱۰۳؛ منکوفسکایا، ۱۳۷۹)؛

#### ۵- روش تحقیق

این تحقیق با استفاده از روش اسنادی و بهره‌گیری از منابع مکتوب (تاریخی-ریاضی) و به‌صورت ترکیبی و تحلیلی (مقایسه‌ای، توصیفی و تحلیلی) صورت گرفته است (گلیجانی مقدم، ۱۳۸۳: ۱۰۵) به‌گونه‌ای که با استفاده از سایر علوم به تبیین فرآیند طراحی در دوره اسلامی خواهد پرداخت؛ در ابتدا با استفاده از متون به‌جای مانده از مورخان، سیاحان و نخبگان که شامل (تاریخ‌های عمومی، محلی، تاریخ سلسله‌های حکومتی و امرا) هستند، در دوره‌های اسلامی سعی در شناخت نقشه‌کشی و سیر تحول آن در این دوره داشته و درنهایت، فرآیند ترسیم نقشه به‌صورت سنتی و با استفاده از دانش ریاضیات را با استفاده از نظریات خبرگان بر پایه پرسش‌های تشریحی معماری سنتی مورد تحلیل قرار خواهد داد؛ در این بین از کتب ریاضی و دانشنامه‌های موجود از دوران اسلامی استفاده خواهد شد؛ چراکه مباحث ریاضی مرتبط با معماری در قالب حیل هندسی، ائقال، هندسه و علم مناظر و مرایا مطرح شده‌اند که گاهی در مدارس و حوزه‌های علمیه و گاهی به‌صورت نسل در نسل انتقال می‌یافته‌است؛ این کتب شامل موارد نظری بوده و ویژگی‌های عملی معماری را در نظر نگرفته‌اند؛ در این بین به معرفی ابزار

مورد استفاده در طول فرآیند نقشه‌کشی پرداخته و درنهایت این فرآیند طراحی با استفاده از اسکیس‌های نشان داده خواهد شد. به‌طور کلی متدولوژی مورد استفاده در این پژوهش، تحلیل اسناد تاریخی است. در این راستا کلیه منابع مرتبط از بین متون تاریخی بسیاری زیادی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. سپس اسناد به شکل مقایسه‌ای صحت‌سنجی شدند و با مطالعه متون، تقسیم‌بندی فرآیند طراحی نقشه‌های معماری انجام پذیرفت. در این بخش نیز هر قسمت به شکل جداگانه و کامل بر اساس اسناد توصیف شدند.

#### ۶- مبانی نظری تحقیق

بعضی از محققین بر این اعتقاد هستند که ریاضیدانان نقش تأثیرگذاری در شکل‌گیری معماری در طول تاریخ نداشته‌اند و آنچه حائز اهمیت است انتقال معماری به‌صورت نسل به نسل و رابطه استاد و شاگردی است (بلوم، ۱۳۷۹؛ Bloom, 1993)؛ عده‌ای بر این استوار هستند که نقش ریاضی‌دانان و ریاضی در طراحی معماری و ساخت بنا (هم در هندسه نظری و هم هندسه عملی) چشمگیر بوده‌است (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹) تحقیقات دیگری نیز بر آن است که بر اساس هر موقعیت زمانی هر دو نظریه صحیح بوده‌است (طاهری، ۱۳۹۱).

#### ۷- مطالعات و بررسی‌ها

در این قسمت، مطالعات در بخش انجام‌شده است که ابتدا به بررسی نقشه‌هایی که از گذشته باقی‌مانده‌اند و یا نقشه‌هایی که مورد توصیف تاریخ‌نگاران قرار گرفته‌اند پرداخته‌شده است، سپس به استخراج تأثیر ریاضی و هندسه بر فرآیند نقشه‌کشی معماری در متون تاریخی، بر بست و ابزار مورد استفاده در فرآیند طراحی پرداخته‌شده و در انتها مراحل ترسیم یک نقشه در گذشته مورد اکتشاف و استخراج قرار گرفته‌اند:

#### ۷-۱- نقشه‌های ترسیمی و یا توصیفی در متون تاریخی

تهیه نقشه سهمی چشم‌گیر در اشاعه ابداعات معماری داشته‌است. ایجاد علائم به تخصصی‌تر شدن معماری منجر شد چراکه توان خواندن و طراحی نقشه‌ها مهارتی





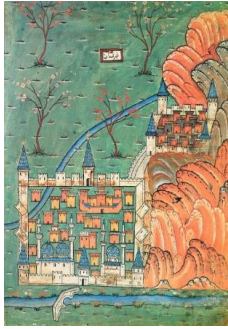
علمی و پیچیده است که بامهارت اجرای هر بنا متفاوت است (بلوم، ۱۳۷۹: ۱۳). نقشه‌هایی توسط حکومت آشور از تمدن مادها ترسیم شده که نمای دژها و قلعه‌های آنها را متصور شده‌اند (زارعی، ۱۳۸۴: ۷۷؛ حیدری، ۱۳۹۵: ۱۱۸). مدارک و تصاویر مدونی در حیطه معماری و شهرسازی قبل از حکومت مغول‌ها، وجود ندارد، اما مورخینی در مورد برپایی شهر بغداد در دوره عباسی، ترسیم آن را بر روی زمین ذکر کرده‌اند (یعقوبی به نقل از نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۳)؛ به‌گونه‌ای که برای تهیه نقشه شهر، با استفاده از چوب، پنبه‌دانه و نفت خطوط را بر روی زمین رسم کرده و سپس آن را آتش زدند تا خلیفه از جزئیات و طرح شهر آگاهی یافته و آن را ببیند (طبری، ۱۳۵۲؛ یعقوبی به نقل از نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۳)؛ همچنین تاریخ‌نویسانی به نشان دادن عملکردهای شهری بر روی نقشه که شامل کوی‌ها، کاخ‌ها، بازارها و حتی جوی‌ها بوده‌است، اشاره داشتند (Lassner, 1970: 49)؛ قدیمی‌ترین متن در مورد تهیه نقشه توسط معماران ایرانی در کتاب «تاریخ بخارای نرخی» (قرن ۴ هـ ق)، ذکر شده است؛ در این کتاب به توصیف منازل پادشاهان در بخارا اشاره داشته‌است؛ «استادان نادرالعصر و معماران چنان طرح کشیده‌اند» که اصطلاح «طرح کشیدن» همان نقشه کشیدن است. حافظ نیز در شعر خود به «طرحی نو براندازیم» اشاره کرده که منظور کشیدن نقشه است (افشار، ۱۳۷۷). همچنین تصویر و نقشه‌ای از خوزستان که بیانگر ابنیه، گذرها، ابعاد و عوارض زمین است در مسجد جامع دمشق ترسیم شده (شعار، ۱۳۶۶) و یا تصویری از روستایی که کاروانی در حال عبور از آن بوده در متون گذشته ترسیم شده‌است (اتینگه‌ازن و گرابار، ۱۳۸۲: ج ۱: ۵۸۸). در کتاب‌هایی همچون شاهنامه فردوسی دَموت و خَمسه نظامی گنجوی تصاویر در مورد بناهای معماری ترسیم شده که بیش از آن‌که شاخصه‌های مهندسی و معماری را متجلی شود ویژگی‌های تزئینی داشته‌اند (کنبای، ۱۳۸۱: ۲۷-۲۸)؛ در طراحی و ترسیم بناهای مذهبی نیز به مسجد ابن طولولون اشاره شده که بر روی پوست کشیده شده‌است (بن‌بلوی، ۱۳۵۸: ۱۸۲؛ swelim, 1994: 182). ترسیم نقشه معماری عموماً بر روی پوست انجام

می‌شده و شاهد آن نسخه خطی از قرآن کریم است که در یمن کشف شده و دارای دو صفحه نقشه است که پلان و نمای دو مسجد را ترسیم کرده‌اند (نجیب اوغلو، ۱۳۷۷). همچنین به طراحی شهرها و کاخ‌ها توسط سلاطینی همچون علاءالدین کیقباد و سلطان محمود غزنوی اشاره شده‌است (ابن‌بی‌بی، ۱۳۵۰). در تاریخ بیهقی (۴۲۲ هـ ق) نیز به کشیدن نقشه بنای (شادیاخ) در نیشابور توسط مسعود غزنوی که بر کاغذ ترسیم شده‌است می‌توان اشاره کرد. «و به نیشابور شادیاخ را درگاه و میدان نبود، هم او کشید به خط خویش، سرایی نیکویی و چندین سراچه‌ها و میدان‌ها تا چنان است که هست ...» (بیهقی به نقل از افشار، ۱۳۷۷: ۴۴). در وقف نامه رشیدالدین فضل‌الله (۷۱۶-۷۰۶ هـ ق)، در مورد نقشه‌کشی ساختمان توضیحاتی داده شده‌است؛ علاوه بر آن به سیستم‌های تأسیسات آبرسانی و تهیه نقشه برای مجاری آب اشاره شده‌است (رشیدالدین فضل‌الله، ۱۳۵۰ و ۱۳۵۶)؛ باستان شناسان آلمانی نیز به نقشه‌ای بر روی لوحی گچی برخوردند که قدیمی‌ترین نقشه یافت شده در ایران محسوب می‌شود. همچنین محققینی به رسم نقشه در شهر (تبریز) و ارسال آن به شهر دیگری (یزد) برای ساخت آرامگاه شمس‌الدین اشاره کرده‌اند (بروک، ۱۳۸۷؛ جعفری، ۱۳۴۳: ۱۱۱؛ Blair, 1986: 33). دوره ایلخانی را آغازی برای ایجاد مستندات در حیطه معماری و شهرسازی دانسته‌اند به‌گونه‌ای که در این دوره نقشه‌ها از قابلیت مقیاس نیز برخوردار می‌شوند، در محدوده تخت سلیمان لوح گچی متعلق به قرن (۷ هـ ق) کشف شده که ۱/۴ مقرنسی را در دوره ایلخانی تصویر کرده‌است، قدیمی‌ترین نقشه کشف شده در ایران است (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۶؛ لاله، ۱۳۷۵: ۴۵)؛ از دوره تیموری مدارک و اسناد معتبری برجای مانده است و بیانگر افزایش استفاده از هندسه و وفور کاغذ، لزوم استفاده از نقشه را فزونی بخشیده است که می‌توان به رساله غیاث‌الدین جمشید کاشانی اشاره کرد که در مورد محاسبه طاق‌ها و قوس‌ها است (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۸)، در این مدارک شیوه‌های پیاده‌سازی نقشه به‌گونه‌ای است که از کاغذ شطرنجی و تخته‌رسم‌هایی استفاده شده‌است که معمار آن‌هم در ترسیم نقشه

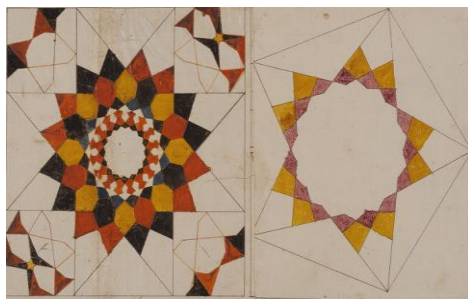
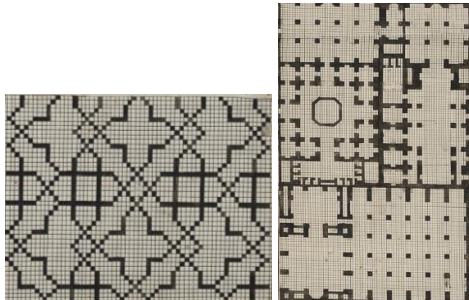
هندسه نظری) و هم در مطابقت نقشه با ساخت (هندسه عملی و نظری) از آن بهره برده است (حیدری، ۱۳۹۵: ۱۲۱)؛ محققینی به شباهت و استفاده از اصول هندسی در ترسیم نقشه‌ها در دوره تیموری در ایران و گوتیک در اروپا اشاره داشته‌اند (Bucher, 1979). همچنین عده‌ای بر آن‌اند که معماران ایرانی قبل از انجام هر کاری برای ساخت بنا، شروع به کشیدن نقشه می‌کرده‌اند؛ به‌گونه‌ای که بر تخته‌ای شطرنجی که هر خانه‌اش نمودار یک یا چهار آجر بوده‌است، نقشه خود را ترسیم می‌کرده‌اند. نظام طراحی ساده بوده و امکان خطا وجود نداشته‌است چراکه آجر ایرانی مربع شکل بوده و خانه‌های شطرنجی به‌اندازه آجر هستند و چون تنها روش چیدن به‌صورت رگ‌چین بوده، عدد آجرهای لازم برای بنا را می‌توان با شمردن خانه‌ها و ضرب آن در بلندی دیوارها و کسر جای روزن‌ها و بازشوها از آن، به دست آورد (نجیب اوغلو، ۱۳۸۹: ۳۰). ابودولف (۴ هـ ق) در سفر خود به کرمانشاه، از ترسیم نقشه، قبل از کندن پی و حفاری بنا سخن گفته‌است؛ در «تاریخ خانی» و «تاریخ مفیدی» نیز به کشیدن طرح بنا و ساختمان قبل از ساخت، توسط مهندسان و معماران اشاره شده‌است (رکنی، ۱۳۹۳: ۵۵؛ لاهیجی، ۱۳۵۲؛ بافقی، ۱۳۸۴: ج ۳)؛ نخجوانی (قرن ۸ هـ ق) نیز ذکر کرده که برای احداث و ساخت ابواب البرّ در شهر تبریز از معماری که آگاهی بی‌نظیری در صنعت هندسه داشته‌است، دعوت به همکاری شده و از او به «معمار-مهندس»، «ملک‌المهندسین» و «سیدالمهندسین» یاد شده‌است (نخجوانی به نقل از لاله، ۱۳۷۵: ۳۵)؛ همچنین دانشمندانی، به صناعت بنایی اشاره داشته و نقش هندسه در معماری برای ساختن یک بنا را حائز اهمیت بیان کرده‌اند (ابن‌خلدون، ۱۳۶۹: ج ۲: ۸۰۷-۸۱۲) و یا از معماری آگاه به علم هندسه، مساحی و چیره‌دست در «رسمی» سخن آورده‌اند (یزدی، ۱۳۶۶، ج ۱: ۳۸۵-۳۸۶). اظهارات شاردن نیز درباره صنعت ساختمان در ایران در دوره صفوی بیانگر آن است که معماران در آن زمان، حق‌الزحمه خود را بر اساس درصدی از اندازه ارتفاع و ضخامت دیوارها برحسب ذرع دریافت می‌کرده‌اند؛ در طومار توپقاپی نیز نمایی در نقشه‌های ترسیمی وجود نداشته و بیانگر تسلط معمار بر

پلان و ترسیم نقشه به‌صورت تهرانگ بوده‌است و در هنگام اجرا و ساخت بنا از همان نقشه‌های پلان، نماها را می‌توانستند به دست آورند (نجیب اوغلو، ۱۳۸۹: ۶۱). در دوره صفویه ترسیمات متعددی به تبعیت از معماری رنسانس از ایران تهیه‌شده که می‌توان به تصویر شهر همدان و تبریز که اثری از نصوص مطراقچی هنرمندی ترک‌تبار است، اشاره کرد (تصویر (۱)). از سوی دیگر در آثاری مانند شاهنامه طهماسبی، خمسه نظامی، گرشاسب اسدی تصاویری از بناهای معماری ایران ترسیم شده‌است که در عین موثق بودن بیشتر جنبه تزئینی داشته و کمتر می‌تواند در حیطه معماری مورد استناد قرار گیرد. همچنین در این دوره کتابی به نام تاریخ ملا جلال‌الدین منجم باقی‌مانده که در بازدید از رصدخانه مراغه، نقشه آن را ترسیم کرده «ملاجلال منجم و میرزا علیرضای خوشنویس را به مراغه فرستادند که ملاحظه عمارت رصدخانه مراغه را نموده و طرح او را کشیده و به نظر اشرف رسانند» (تاریخ ملا-جلال، به نقل از افشار، ۱۳۷۷: ۴۵)، وی برای ساخت میدان نقش‌جهان، از مهندسی دارای بصیرت و مهارت در طراحی یاد کرده‌است (همان، ۲۳۶). برای طرح خیابان چهارباغ اصفهان نیز از معماران آگاه به علوم هندسی دعوت به همکاری شده‌است (اسکندر بیک ترکمان، ۱۳۳۴، ج ۱: ۵۴۵)؛ شاه جهان -پادشاه گورکانی هند (۱۰۷۷-۱۰۳۷ هـ ق) نیز از طرح‌های بغداد و اصفهان استفاده می‌کرده و مورخ درباره وی، «عبدالحمید لاهوری» از چیره‌دستی وی، در ترسیم طرح سخن به میان آورده به‌گونه‌ای که شاه به اصلاح نقشه‌های ترسیم‌شده توسط معماران می‌پرداخته و در کنار حاشیه نقشه‌ها، نگارش‌هایی انجام می‌شده‌است تا معماران عمارت‌ها را راهنمایی کند. کمپفر نیز در سفرنامه خود از معماری سخن گفته‌است که طرح‌ها و نقشه‌هایی برای بناهای سلطنتی ترسیم می‌کرده‌اند. پلان‌هایی بر روی کاغذ شطرنجی از دوره عثمانی‌ها مربوط به قرن «۱۰ هـ ق» باقی‌مانده‌است که یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های ترسیم نقشه است و در کتاب با برنامه نیز امیر گورکانی هند را در حال بررسی طرح باغ نشان می‌دهد. در این تصویر معماری با صفحه شطرنجی که به دست دارد نمایش داده شده‌است (جدول





تصویر ۱: از بالا به پایین: شهر همدان و تبریز در سفرنامه بیان منازل سفر عراقین سلطان سلیمان (Yurdaydin, 1967: 189,73)



تصویر ۲- نقشه های ترسیم شده توسط میرزا اکبر مهندس الدوله در دوره قاجار، تصویر بالاسمت راست: (تهرنگ یک بنا)، تصویرهای بالا سمت چپ و پایین: طراحی نقشه های تزئینات به کار رفته در یک بنا (منبع:

<http://www.vam.ac.uk>

(۱). کاربرد صفحه های شطرنجی برای ترسیم نقشه که از دوره ترکمان- تیموری آغاز شده است در هند راجپوت و ایران قاجار مورداستفاده قرار می گرفته است (نجیب اوغلو، ۱۳۷۷: ۴۷-۵۲). از زمان قاجار نیز نقشه هایی توسط «میرزا اکبر مهندس الدوله» ترسیم شده که امروزه در موزه «ویکتوریا و آلبرت شهر لندن» نگهداری می شود؛ همچنین طوماری در حراج ساتبی (Satheby) به فروش رسیده که کاربرد طومار میان معماران ایرانی را تصدیق کرده است؛ این طومار متعلق به دوره قاجار و طراح آن «غلام بن محمدعلی» است. طومارهای موجود در عراق، شیراز، تاشکند، لندن، تداوم و استفاده از ترسیم نقشه را تا دوران مدرن در مناطقی همچون ایران، عراق و آسیای مرکزی نشان می دهد (نجیب اوغلو، ۱۳۷۷: ۶۴-۶۵). علاوه بر این، در دوره قاجار تصاویری از میرزا اکبر مهندس الدوله باقی مانده است که گویای ترسیم نقشه هم در حالت کلی (تهرنگ یا پلان یک بنا) و هم در حالت جزئی (تزئینات) بر روی شبکه ای شطرنجی است (تصویر ۲)؛ مطالب ارائه شده بیانگر آن است که مورخان و تاریخ نگاران از طراحان و سازندگان بنا به نام های «مهندس» و «معمار» یاد کرده اند و همه آنها بر این استوار هستند که طراحان و سازندگان، بر علم هندسه که یکی از زیرمجموعه های دانش ریاضیات است، واقف بوده اند؛ همچنین اشراف به علم هندسه برای معماران را در جهت استحکام، زیباسازی و فرآیند طراحی در بناهای شهری ضروری دانسته اند. علاوه بر آن نقشه های باقی مانده از گذشته هم در طومار توپقاپی و هم در نقشه های میرزا اکبر بیانگر آن است که معماران از مقیاس مناسبی برای طراحی نقشه استفاده کرده اند، مقیاس که زیرمجموعه علم هندسه محسوب می شود و با توجه به نقشه ها و طومارهای باقی مانده، تهرنگ بنا توسط معمار و با مقیاس لازم طراحی شده است اما در تصاویری که از مورخین و در سفرنامه ها به جای مانده است، تصاویر شهرها به صورت کلی و فاقد هرگونه تناسب و مقیاس ترسیم شده اند (تصویر ۱ و ۲).



همان گونه که در تصاویر (۱) و (۲) مشخص است، تصاویر باقی مانده از بناهای تاریخی گذشته به دودسته طبقه بندی می شوند: ۱- دسته ای که بعد از ساخت بنا، هنرمندان و سیاحان از بنا تهیه می کرده اند (تصویر (۱))  
 ۲- نقشه ها و تصاویری که برای ساخت بنا توسط معماران سنتی طراحی می شده اند (تصویر (۲)).

## ۷-۲- کاربرد ریاضی و هندسه بر فرآیند نقشه کشی معماری در متون تاریخی

دانشمندان مکتب بغداد به علم نظری و کار عملی تأکید می کردند؛ فارابی علم ریاضی را به هفت دسته تقسیم بندی کرده است که شامل: حساب، هندسه، علوم نور و بصر، نجوم، موسیقی، اوزان و الحیل هستند و هر کدام را دارای دو وجه عملی و نظری می داند. هندسه عملی با خطوط و اشکال سروکار دارد که نجار بر چوب، آهنگر بر آهن، بنا بر دیوار و مساح بر زمین به کار می برد (فارابی، ۱۳۶۴: ۷۵-۹۲). دانشمندی علم هندسه را مبنا و اساس کار معمار و چیدن آجر را تابع آن دانسته اند (Rosental, 1970: 188: نیستانی، ۱۳۸۴). بعضی بر آن اند که کاربرد هندسه در بناهای عصر تیموری موضوعی تأثیرگذار بوده و هندسه تنها وسیله ای برای رسیدن به هدف که ساخت بنا بوده، نیست بلکه خود هدف است؛ (گلمبک و ویلبر، ۱۳۷۴: ۲۸۹). عده ای محاسبات اولیه در هندسه همچون حجم و مساحت شکل ها را ارائه کرده و سپس آن ها را درباره عناصر ساختمانی اعمال می کنند به گونه ای که از این روابط سعی در یافتن مقدار مصالح مصرفی بوده اند (کاشانی، ۱۳۶۶: ۱۰ و ۴۱). آنچه در معماری عصر تیموری حائز اهمیت است آن است که ترسیمات هندسی در طراحی بنا تأثیری چشم گیر نسبت به محاسبات حسابی داشته است (Kotof, 1986: 62). اندیشمندانی معتقدند که معماران سنتی در گذشته وقتی دارای مقام و رتبه والایی بودند که بر علم هندسه اشراف داشتند (Golombek and Wilber, 1988: 1988: Necipoglu, 1995): همچنین بر اساس شواهد به دست آمده تفاوتی بین ریاضی دانان و معماران بوده اما این دو، در امر ساختمان سازی با یکدیگر به مشورت می پرداختند؛ آن ها به نقش هندسه در تزئینات

اشاره کرده و تشکیل یک مربع از سه مربع و چگونگی گسترش الگوی کاشی را مورد تحلیل قرار داده اند، این محققین به طرح های ارائه شده توسط ابوالوفا بوزجانی برای استفاده اهل حرف در تزئینات ساختمان اشاراتی داشته اند (Ozdural, 1995)؛ از طرفی طومارهای متعددی وجود دارد که شیوه کار معماران در آن نگاشته شده و شاید آن ها به تبعیت از این طومارها شروع به کار می کردند، این طومارها بیشتر جنبه عملی داشته و کمتر حالت نظریه پردازی در آن ها وجود دارد، در این حیطه دو یا سه اندازه معماری شبکه ای را به عنوان پایه برای زیر پلان ترسیم می کرده اند (هاردینگ، ۲۰۰۱: ۱)؛ عده ای معتقدند که قبل از مغول ها منابع مکتوبی در حیطه ترسیم نقشه ها موجود نیست و ترسیم شبکه بر زیر پلان در زمان عثمانی، مغول و معماری ازبکستان شاید بر پایه معماری تیموری باشد (Necipoglu, 1995: 7). این شبکه باعث پیوند زدن و وحدت بین اجزای معماری ترسیمی می شده است (Bulatov, 1978)؛ دانشمندان ایرانی در باب هندسه در قرون (۳-۴ ه ق) دست به تالیفاتی زده اند که بیشتر در حیطه معماری و هنرهای تزئینی مانند مقرنس ارائه شده اند (Souissi, 1982: 414). دانشمندی به شش سیستم شبکه ای هندسی برای آرایش نقشه ها در آسیا دست یافته اند که شامل (مربع و مشتقات آن؛ نیمه مربع و مشتقات آن، یا مربع دوگانه؛ مثلث متقاطع و مشتقات آن؛ ترکیبی از مثلث و مربع متعادل و شبکه شعاعی) هست که در این بین شبکه های مربع شکل و یا مثلث مورده علاقه حکومت تیموریان بوده است؛ در طومار تاشکند شبکه مربع، مربع با چرخش ۴۵ درجه و شبکه شعاعی چشم گیر است (بولاتف به نقل از هاردینگ، ۲۰۰۱: ۳)؛ بولاتف طرح های کشیده شده در معماری اسلامی را به صورت هم زمان به دودسته طبقه بندی کرده است: ۱- تحلیل نقشه ها بر اساس شبکه ای از گز است، ۲- سیستم نسبت های هندسی بر اساس مربع، دو مربع و مثلث جانبی و پنج ضلعی و برای طراحی نقشه، ضخامت دیوار به عنوان مدولی برای ترسیم پلان به حساب می آید. بولاتف از نسبت طلایی و سیستم تناسبات در معماری دوره تیموری، «مثلث طلایی» نام برده است. بر اساس مطالب ارائه شده در بین





### ۷-۳-۲- ابزارهای مورد استفاده در فرآیند طراحی

در رساله‌ها و کتاب‌هایی که در گذشته نگاشته شده و یا اشعار شعری همچون مولانا به بعضی از ابزارهای که برای ترسیم و ساخت بنا مورد استفاده بوده، اشاره شده است؛ در این میان در فتوت نامه بنایان، ابزار ساخت بنا در گذشته و مراتب شغلی افرادی که برای برپا کردن بنای ساختمانی تلاش می‌کردند را ذکر کرده است؛ به گونه‌ای که در فتوت نامه بنایان به ابزاری که بنایان برای کار خود احتیاج دارند اشاره شده که عبارت‌اند از تیشه، ماله، قالب، ناوه، ریسمان، شاغول، چوب زاویه (خان محمدی، ۱۳۷۲: ۱۵-۱۱)؛ ولی وسایل و ابزارهای متعددی برای ترسیم نقشه در گذشته وجود داشته است که با توجه به آنکه منابع مکتوب در حیطه معماری بسیار محدود هستند، به استخراج و شناخت این ابزار از متون ریاضی، بهره برده شده است. تعدادی از این ابزارها در شناسایی مشخصات زمین و برداشت آن، تعدادی در تهیه نقشه، برخی در کلیت بنا و بعضی در اندازه‌گیری تزئینات بنا نقش داشته‌اند (جدول (۱)).

ریاضی‌دانان در کتاب‌های خود با رسم شکل توسط ابزار خاصی مانند انواع (خط کش، پرگار و گونیا) (جدول (۱)) و معرفی این ابزار، سعی بر آن داشتند تا ریاضی نظری را به عمل تبدیل کرده و قابلیت فهم و کاربردی فراگیر، برای معماران، در طراحی و ساخت بنا داشته باشد. به گونه‌ای که به عنوان مثال بعضی از آن‌ها از روش‌هایی یاد کرده‌اند که با استفاده از «پرگار زنگار گرفته» رسم می‌شده؛ چراکه این پرگار دارای دهانه‌ای ثابت بوده و میزان خطا را در عمل به حداقل تقلیل می‌دهد.

### ۷-۴- فرآیند طراحی نقشه در معماری اسلامی

با توجه به مطالب ذکر شده، معماری ایران و فرآیند ترسیم نقشه از پیشینه عمیقی برخوردار بوده است؛ به گونه‌ای که برای ساخت هر بنایی در ابتدا نقشه‌ای توسط معمار تهیه می‌شده است. در منابع فارسی کهن اشاره به آن شده که در طراحی یک عمارت سه‌گام اولویت دارد: در ابتدا طرح و طراحی (ایده طراحی)، سپس قد و قامت (ارتفاع و نوع پوشش که بر ابعاد

کتب و تحقیقات ریاضی، طرح و بنای ساختمان در قدیم، مستلزم شناخت کامل عناصر معماری از نظر ویژگی‌های هندسی در بنا بوده است، همچنین علاوه بر طرح اولیه، معماران برحسب اشکال مختلف، مسائلی همچون استحکام، مصالح، دهانه و ارتفاع و مساحت را با استفاده از دانش هندسه و ریاضیات ارزیابی می‌کرده‌اند و به‌طور کلی درج مطالب معماری در متون کهن ریاضی و ارائه آن‌ها توسط دانشمندان و ریاضی‌دانانی همچون بوزجانی، کاشانی و بغدادی، دلیلی بر شناخت معماران بر علم ریاضیات و زیرمجموعه‌های آن (هندسه و حساب) است. به گونه‌ای که این دانش در فرآیند طراحی معماری در تهران بنا و تزئینات نمایان می‌گردد.

### ۷-۳-۳- برپست، ابزار و چگونگی مراحل طراحی و نقشه‌کشی در دوران گذشته

فرآیند طراحی در گذشته نیز همانند فرآیند طراحی در جهان مدرن دارای مراحل بوده و از روش‌ها و قوانینی تبعیت می‌کرده است به گونه‌ای که در این حین، به ابزار و وسایلی برای ایجاد و کشیدن نقشه نیاز داشته است، این موارد شامل عوامل ذیل می‌باشد:

### ۷-۳-۱- برپست

معماری خانه‌ها و کلیه بناهای تاریخی در ایران بر مبنای طرح، نقشه، اصول و قواعد مشخصی به نام برپست شکل گرفته است، برپست و طرح‌ریزی بناهای تاریخی، بر اساس قواعدی همچون پیمون، نیارش و با دقت، خلاقیت و مهارت استادکاران انجام می‌شده است. برپست به معنای نظم و شیوه، دستور، راه و روش، قاعده و قانون و رسم و نظام آمده است؛ بنابراین قوانین مورداستفاده را برپست می‌نامیدند (روزبهانی و رایتی مقدم، ۱۳۹۲: ۵۷). همچنین برپست به معنای نقشه‌کشی بر روی کاغذ نیز نامیده شده است که از روش (محوربندی، آکس یا آسگی) بهره می‌بردند و تمام فضاها و اجزای بناها را در ارتباط با این محورها طراحی کرده و در نهایت بنا می‌کردند؛ اندازه‌ها در برپست بر اساس محور جزوهای دیوارها مشخص می‌شده است (پیرنیا، منتشر نشده).

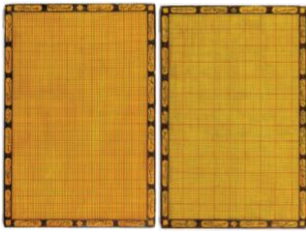


دهانه‌ها و ضخامت دیوارها تأثیر داشته‌است) و در انتها عرض و مساحت (محمد حافظ اصفهانی، ۱۳۵۰: ۴۸)؛ بنابراین از آنجاکه تهیه نقشه دارای فرآیندی و قوانین مشخصی به نام بریست است مراحل آن را می‌توان به موارد زیر طبقه‌بندی کرد:






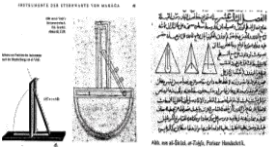
در ابتدا صاحب‌کار به معمار رجوع کرده و زمین موردنظر را به معمار نشان می‌داد، معمار در گام نخست، زمین را گز و پیمون می‌کرد و در اصل به پیمایش زمین اقدام می‌کرد. امروزه اندازه‌گیری زمین را با روش «مثلث‌بندی» انجام می‌دهند ولی در گذشته زمین را با استفاده از مستطیل‌ها «مربع بندی» غیرمنظم، اندازه‌گیری و پیمایش می‌کرده‌اند و برای کم کردن ضریب خطا، قطره‌های آن را نیز اندازه می‌گرفتند (سروته و یا چپ و راست می‌کردند)؛ همه زمین‌ها مستطیل و چهارضلعی منتظم نبوده و دارای قناسی هم نیز بوده‌اند و معماران زاویه‌ها را اندازه‌گیری نمی‌کردند و با استفاده از قطرها شکل زمین با هر قناسی که داشت را مشخص می‌کردند؛ در حقیقت در این مرحله سیاهه‌ای از ابعاد زمین تهیه می‌شد. در مرحله دوم: زمین با ابعاد به‌دست‌آمده بر روی کاغذ ترسیم می‌شد و سپس فضاهای موردنیاز کارفرما بر روی آن گنجانده می‌شد که این عمل را «گنج» می‌گویند، در مرحله بعد،

وقتی تمام فضاها در جای خودشان قرار می‌گرفت، با رعایت تناسبات و مقیاس، تمامی فضاهای گنجانده‌شده ترسیم می‌شد که اصطلاحاً به آن «بنار یا کُنار» می‌گفتند که به معنای «آرونجه کردن و یا جا افتادن» است؛ همچنین در این مرحله کست و افزودن کردن فضاها و غیره و کیب<sup>۱</sup> نیز انجام می‌شود. در مرحله نهایی پلان ساختمان را با مقیاس بر روی تخته‌ای دو لنگه که مانند در دولنگه بود و به آن «زیگ یا زیج» می‌گفتند (جدول (۱))، ترسیم می‌کردند که به این عمل «برزه یا برزیگ» می‌گفتند؛ سپس تعداد زیادی تخته گچی که نشان‌دهنده دیوار اتاق‌ها بودند می‌ساختند؛ در حقیقت برزه بیانگر ترکیبی از نقشه و ماکت بود به صورتی که صرفاً بیانگر دیوارها و جزرها (اما فاقد سقف) بوده‌است. در نهایت معمار ساختمان، زیگ که بر روی آن نقشه ترسیم شده بود را به همراه تخته گچی‌ها به صاحب‌کار نشان می‌داد و نظر او را نیز در کار اعمال می‌کرد (پیرنیا، ۱۳۶۶: منتشرنشده) (جدول ۱).


جدول ۱: ابزارهای مورد استفاده در فرآیند طراحی و ترسیم نقشه‌های بنا و تزیینات آن‌ها (منبع: نگارندگان)

تصویر	تعریف	نام	
 <p>دو طرف زیگ مکشوفه در موزه ملک، (منبع: رکنی، ۱۳۹۳)</p>	<p>تخته ای چوبی است که دارای شبکه بندی شطرنجی نظم یافته ای است در هر دو روی آن نوشته هایی از یک فتوت نامه معماری حک شده است، به گونه ای که مراحل ترسیم نقشه به دست معمار و استفاده از ابزارهای گوناگون برای رسم آن را بیان کرده است، در حقیقت این تخته را به عنوان تخت رسم معمار که از دوره قاجار باقی مانده است می توان معرفی نمود.</p>	<p>ابزارهای مورد استفاده در فرآیند طراحی ساختمان</p> <p>زیج یا زیگ</p>	
-	<p>این خط کش بدون درجه بوده و هذلولی و سهمی را با استفاده از آن ترسیم می‌کرده اند (بوزجانی، ۱۳۶۹: ۱۰-۱۳)؛</p>	<p>مُسْرَطَن</p>	<p>خط کش</p>


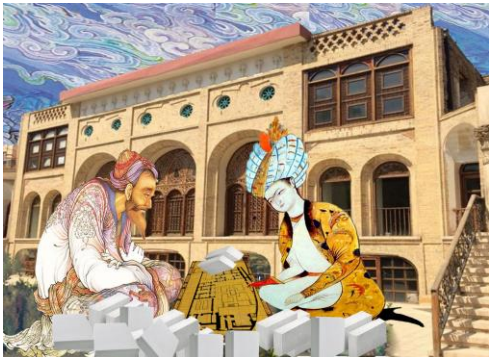



	زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: منتشر نشده).		
	این خط کش بسیار ساده و ستاره دو سمت آن با یکدیگر موازی نبوده و یک طرف آن صاف و دارای درجه بندی است (زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: منتشر نشده).	ستاره	
(منبع: قوچانی، ۱۳۸۱)			
	دارای زاویه قائمه بوده و ترسیم اشکال مربع با آن انجام می شده است (رسایل پاریس، برگ ۱۴۲).	گونبای ساده یا کونیا	گونیا
(منبع: موزه آستان قدس رضوی)			
-	با استفاده از آن می توانستند پنج ضلعی منتظم ترسیم کنند (بوزجانی، ۱۳۶۹: ۱۷۶).	گونبای پنج	
	ترسیم هفت و نه ضلعی منتظم (زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: ۲۵)، مقاطع مخروطی (دایره، بیضی و هذلولی) (طاهری، ۱۳۹۴: ۱۴۱؛ زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: ۲۵).	پرگار تام	
(منبع: موزه آستان قدس رضوی)			
	پرگاری با دهانه ثابت است و برای ترسیمات گره و تزئینات که کم کردن ضریب خطا حائز اهمیت است، مورد استفاده قرار می گرفته است (زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: ۲۵؛ همان، منتشر نشده).	پرگار زنگار گرفته	
(منبع: موزه آستان قدس رضوی)			
-	پرگاری است که بعد از کشیدن دایره و برداشتن دست، اندازه آن دهانه به هم میخورد (زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: ۲۷).	پرگار فروریختنی	پرگار
	با استفاده از این نوع پرگار بر روی سطوح منحنی کمان رسم میکرده اند، (نصف النهار و مدار) (زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: منتشر نشده).	پرگار کروی	
(منبع: موزه آستان قدس رضوی)			
	وسيله ای است که شیب زمین با استفاده از آن اندازه گیری می شده و ضریب خطا در آن بسیار کم است (بیگ پور و حجازی، ۱۳۹۲: ۷۸).	جلاجل و یا زاویه یاب- تراز یاب	
(منبع: طاهری، ۱۳۹۴: ۱۴۸)			
-	وسيله ای است که مقرنس را با آن	مقرنس الاقوس	



	<p>اندازه می‌گرفتند به گونه ای که هم انحنای مقرنس را در نما و هم پلان آن را اندازه می‌گرفتند (زمانی لنجانی، ۱۳۹۵: ۶۴).</p>	
 <p>اسطرلاب و عضاده (منبع: موزه ملی ملک)</p>	<p>برای یافتن ارتفاع و جهت شیء معماران و نقشه برداران گذشته از آن بهره مند می شده اند (حسن و هیل، ۱۳۷۵: ۱۲۳ و ۹۲).</p>	<p><b>اسطرلاب</b></p>

جدول ۲: فرآیند طراحی نقشه در بناهای تاریخی معماری ایران، (منبع: نگارندگان)

فرآیند تهیه نقشه در گذشته	
<p>۲- گنج کردن (گنجاندن)</p> 	<p>۱- پیمایش و اندازه کردن زمین</p> 
<p>۴- الف: برزه یا برزیگ کردن ب- تهیه تخته گچی د- تایید کارفرما</p>	<p>۳- کُناَر یا بناَر کردن</p>
	

### ۸- یافته های تحقیق

در حیطه فرآیند ترسیم نقشه در معماری ایران، بعضی از اسناد تاریخی اشاره به آن داشتند که ریاضی دانان روش هایی به معماران در جهت ارتقا کار عملی آن‌ها، می‌آموختند، این روش‌ها دارای چنان دقتی بوده که در زمان‌های دور نقشه‌ای در شهر دیگر ترسیم و برای

ساخت به شهر دیگری ارسال می‌شده است. از طرفی دیگر با استفاده از اسناد تاریخی، تعدادی از ابزار مورد استفاده معماران برای ترسیم نقشه مورد شناسایی قرار گرفتند که می‌توان به زیگ (لوحی شطرنجی برای ترسیم نقشه)؛ خط کش (مسرطن و ستاره)، انواع گونیا (گونیا ساده، گونیا پنج)، پرگار (تام، زنگار گرفته،





فروریختنی و کروی)، جلاجل و یا ترازباب، مقرنس الاقوس، اسطرلاب و تخته‌رسم اشاره کرد. همچنین نقشه‌های بازمانده از دوران قبل به دودسته طبقه‌بندی می‌شوند: ۱- نقشه‌هایی که قبل از ساخت بنا توسط معماران سنتی طراحی شده‌اند و ۲- تصاویری که سیاحان و تاریخ‌نگاران از بنای ساخته‌شده تهیه کرده‌اند. بررسی این تصاویر گویای آن بوده است که در دسته اول، نقشه‌ها با استفاده از تناسبات و ویژگی‌های هندسی و بر اساس مقیاس ترسیم شده‌اند ولی دسته دوم خارج از مقیاس ترسیم شده است.

### ۹- نتیجه تحقیق

به‌طورکلی اسناد تاریخی (چه در حیطه تخصصی و علمی و چه در حیطه منابع عام) دارای چنان دقتی هستند که اطلاعات مفیدی را به امروز منتقل می‌کنند. بعضی از اسناد تاریخی از کشیدن نقشه در گذشته‌های ایران زمین یاد کرده‌اند، از طرفی اشاره به آن داشته‌اند که ریاضی‌دانان روش‌هایی به معماران آموختند که دقت کار عملی آن‌ها را بالا ببرد، به‌گونه‌ای که رسم نقشه‌ای در شهری انجام و در شهر دیگری اجرا می‌شد؛ از سوی دیگر با رجوع به اسناد تاریخی می‌توان به شناسایی واژگانی که در گذشته برای ترسیم نقشه مورد استفاده قرار می‌گرفته و امروزه فراموش شده‌اند، پرداخت. همچنین اسناد تاریخی در شناسایی ابزارهای که در گذشته برای ترسیم نقشه استفاده می‌شده‌اند، نقش به‌سزایی داشته‌اند که شناسایی این ابزار تا حدودی در شناسایی فرآیند طراحی در گذشته مؤثر هستند. ترسیم نقشه در معماری گذشته ایران امری اجتناب‌ناپذیر بوده و می‌توان بیان کرد که نقشه در مجموعه فعالیت‌های معماری دارای چهار کاربرد است: ۱- برای به تصویر کشیدن تصورات طراح ۲- ارتباط میان طراح و صاحب‌کار و برقراری تفاهم میان آن‌ها ۳- ارتباط میان طراح و مجریان ساختمان ۴- استفاده از تناسبات و مقیاس صحیح برای نسبت‌های مشخص بین فضاها. در این مورد دانش ریاضیات و زیرمجموعه‌های که شامل علم هندسه و حساب است، سبب ترسیم نقشه‌ها و نیازهای کارفرما با تناسبات و مقیاس صحیح می‌شده‌است تا در هنگام اجرا دقت انجام کار فزونی

یابد. همچنین ریاضی‌دانان روش‌هایی را معرفی می‌کردند که معماران از آن بهره برده و به عملی شدن روابط ریاضی برای آن‌ها منجر شود به بیانی دیگر هندسه نظری ریاضی‌دانان را معماران در هندسه عملی خود به کار برند. ابزارهای متعددی برای ترسیم نقشه به کمک معماران می‌آمده‌اند که هرکدام از این ابزارها یا در رسم کلیت بنا، یا در تزئینات بنا و یا به‌صورت ترکیبی برای رسم هر دو مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند؛ تعدادی از این ابزارها برای ترسیم خطوط منحنی، تعدادی برای خطوط صاف، تعدادی برای رسم بر صفحات منحنی ساخته شده‌اند؛ در گذشته از این ابزار برای رسم نقشه در چهار مرحله بهره می‌برده‌اند، به‌گونه‌ای که مرحله اول برداشت زمین، مرحله دوم خلق ایده، گنجاندن نیازهای کارفرما و پیاده‌سازی فضاها مرحله بعدی، ترسیم نقشه با مقیاس (بنار کردن) و در مرحله آخر نمایش ماکت حجمی از طرح به کارفرما انجام می‌شده‌است؛ در بین این چهار مرحله، همه مراحل به‌غیر از مرحله دوم که همان جانمایی فضاها است، با استفاده از دانش ریاضیات انجام گرفته‌اند که بیانگر نقش به‌سزای دانش ریاضیات در فرآیند طراحی معماری است. در پایان قابل‌ذکر است که جهت پژوهش‌های آتی می‌توان به استخراج واژگان و لغات فراموش‌شده در معماری و شهرسازی، از متون تاریخی، پرداخت تا بخشی از گذشته این دانش که با کمبود منابع تخصصی مغفول مانده‌است، مورد بازشناسی قرار گیرد.

### ۱۰- تشکر و قدردانی

از جناب آقای اکبر زمانی زنجانی، بابت اطلاعات ارزنده ایشان در حیطه ابزاری که در گذشته در علم نجوم و ترسیم نقشه مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند، سپاسگزاری و قدردانی می‌کنم.

### ۱۱- پی‌نوشت

۱- در بعضی مواقع در طراحی ساختمان‌ها، جرزهای فضا از راستای محور و آکس خود خارج می‌شده‌است به آن غیژ و اگر دیوار انتهایی به سمت حیاط رود به آن کیب گویند.

## ۱۲- منابع فارسی و لاتین

- یوگانچنکووا، گالینا آناتولینا (۱۳۸۷) شاهکارهای معماری آسیای میانه شده های چهاردهم و پانزدهم میلادی، ترجمه داود طبایی، تهران: فرهنگستان هنر، چاپ اول.
- پیرنیا، محمد کریم (۱۳۶۶-۱۳۶۵) صدای ضبط شده در تدریس در سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران، با اندکی ویرایش، جلسه ۱۱ (طراحی و نقشه کشی)، نوار ۱۳ ب، از دقیق ۸:۲۵ تا ۷:۱۰.
- پیرنیا، محمد کریم (۱۳۶۶-۱۳۶۵) صدای ضبط شده در تدریس در سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران، با اندکی ویرایش، جلسه ۱۱ (طراحی و نقشه کشی)، نوار ۱۳ آ، از دقیق ۷:۴۸ تا ۷:۰۳.
- جزری، اسماعیل بن رزاز (۱۳۸۰) مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی (الجامع بيم العلم و العمل النافع فی صناعه الحیل)، ترجمه و تحشیه محمد جواد ناطق، حمیدرضا نفیسی و سعید رفعت جاه، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول.
- جعفری، جعفر بن محمد بن حسن (۱۳۴۳) تاریخ یزد، به کوشش ایرج افشار، تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب، چاپ دوم.
- حسن، احمد یوسف. هیل، دانالد. ر (۱۳۷۵) تاریخ مصور تکنولوژی اسلامی، ترجمه ناصر موفقیان، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ اول.
- حیدری، وحید (۱۳۹۵) «بررسی تاریخچه مستندسازی تصویری آثار معماری و شهرسازی ایران (از پیش اسلام تا پایان دوره پهلوی)» فصلنامه گنجنامه اسناد، سال بیست و ششم، دفتر سوم، (۱۳۱-۱۱۶).
- خاتون آبادی، محمد باقر (بی تا) شرح عیون الحساب، کتابخانه مجلس شورای ملی، نسخه خطی به شماره ۲۲۰۴.
- خان محمدی، علی اکبر (۱۳۷۱) «فتوت نامه بنایان» صفه، شماره ۵، (۱۱-۱۵).
- خنجی، عمر بن عبدالعزیز (۱۳۸۷) شمس الحساب الفخری، چاپ عکسی، با گزارش کتابشناسی و نسخه شناسی از ایرج افشار. تهران: مرکز دایره المعارف بزرگ اسلامی، چاپ اول.
- خوارزمی، محمد بن موسی (۱۹۳۷) کتاب الجبر و المقبله، قام بتقدیمه و التعلیق علیه مصطفی مشرفه و محمد موسی احمد، قاهره: مطبعه بول باریه، چاپ اول.
- رسایل پاریس، مجموعه ۲۵ رساله فارسی در ریاضیات عملی، پاریس: کتابخانه ملی، نسخه خطی شماره ۱۶۹.
- ابن الکفانی، محمد بن ابراهیم (۱۹۸۹) ارشاد القاصد الی اسنی المقاصد فی انواع العلوم، تحقیق عبدالمنعم محمد عمر، مراجعه احمد حلمی عبدالرحمن، قاهره: دار الفکر العربی، چاپ اول.
- ابن بی بی، نصرالدین الحسین (۱۳۵۰) اخبار سلاجقه الروم، مختصر سلجوقنامه، به کوشش محمد جواد مشکور، تهران: کتاب فروشی تهران، چاپ اول.
- ابن خلدون، عبدالرحمن (۲۰۰۵) المقدمه، ۵ مجلدات، تحقیق عبدالسلام الشدادی، الدار البیضاء، مراکش: بیت الفنون و العلوم و الاداب، چاپ اول.
- ابن سینا، حسین بن عبدالله (۱۳۸۷) «رساله اقسام الحکمه. تحلیل» در جاویدان خرد، تحقیق و تصحیح محسن کدیور، شماره اول، (۱۰۶-۱۳۷).
- اتینگه‌ازن، ریچارد. گرابار، الگ (۱۳۸۲) هنر و معماری اسلامی، ترجمه یعقوب آژند، جلد ۱. تهران: سمت، چاپ اول.
- اخوان الاصفاء (۲۰۰۵) رسائل اخوان الاصفاء و خلان الوفاء. بطرس البستانی، بیروت: موسسه الاعلمی المطبوعات، چاپ اول.
- اسکندر بیک ترکمان (۱۳۴۴) تاریخ عالم آرای عباسی، به کوشش ایرج افشار، جلد ۱. تهران: انتشارات امیرکبیر، چاپ اول.
- افشار، ایرج (۱۳۷۷) «مقدماتی درباره تاریخ معماری در ایران بر اساس متون فارسی» رواق، شماره ۱، (۴۵-۴۱).
- بافقی، محمد مفید بن محمود (۱۳۸۴) جامع مفیدی، جلد ۳، تهران: اساطیر، چاپ اول.
- بلوم، جانانان. ام (۱۳۷۹) «انتقال طرح ها در سپیده دم معماری اسلامی» رواق، ترجمه معصومه علی محمدی، شماره ۵، (۱۳-۳).
- ابن بلوی، عبدالله (۱۳۵۸) سیره احمد طولون، به کوشش محمد کرد علی، دمشق: بی نا، چاپ اول.
- بوزجانی، ابوالوفا (۱۳۶۹) هندسه ایرانی (کاربرد هندسه در عمل)، ترجمه و گردآوری ضمیمه: علیرضا جذبی. تهران: سروش، چاپ اول.
- بیگ باباپور، یوسف. حجازی، حمیده (۱۳۹۲) ترجمه و شرح خلاصه الحساب شیخ بهایی، تهران: مجمع ذخائر اسلامی، چاپ اول.



- همدانی، رشیدالدین فضل الله بن ابی الخیر بن عالی (۱۳۵۰) وقفنامه ربع رشیدی، نسخه خطی طبع شده با مقدمه ایرج افشار و مجتبی مینوی. تهران: انجمن آثار ملی، چاپ اول.
- رکنی. نوشاد (۱۳۹۳) «فتوت نامه و لوح معماری (زیج) از دوره قاجار در کتابخانه و موزه ملک» مجله اثر، شماره ۶۵ (۶۲-۵۱).
- روزبهانی، زهره و رایتی مقدم، حسین (۱۳۹۲) «بربست و طرح ریزی معماری در ایران بر اساس آموزه های محمد کریم پیرنیا» مجله اثر، شماره ۶۰، صفحه ۵۶-۶۸.
- زارعی، محمد ابراهیم (۱۳۸۴) آشنایی با معماری جهان، تهران: فن آوران، چاپ چهارم.
- زمانی زنجانی، اکبر (۱۳۹۶) مصاحبه در خانه نجوم ادیب. منتشر نشده.
- زمانی زنجانی، اکبر (۱۳۹۶) هندسه در هنر معماری و کاربرد آن در آموزش ریاضی، اصفهان: سازمان فرهنگی-تفریحی شهرداری اصفهان، چاپ اول.
- سارتن، جورج (۱۳۸۳) مقدمه ای بر تاریخ علم، ترجمه غلامحسین صدری افشار، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ اول.
- یزدی، شرف الدین علی (۱۳۶۶) ظفرنامه، به کوشش محمد عباسی، جلد ۱ و ۲، تهران: کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی، چاپ اول.
- شعار، جعفر (۱۳۶۶) سفرنامه ابن حوقل: ایران در دوره الارض، تهران: امیر کبیر، چاپ اول.
- طاقی، زهرا (۱۳۶۶-۱۳۶۵) یادداشت های برداشت شده از درس های محمد کریم پیرنیا. دانشگاه تهران: منتشر نشده.
- رکنی. نوشاد (۱۳۹۳) «فتوت نامه و لوح معماری (زیج) از دوره قاجار در کتابخانه و موزه ملک» مجله اثر، شماره ۶۵ (۶۲-۵۱).
- طاهری، جعفر (۱۳۹۴) «مناسبات معماری با علوم دقیقه در متون علمی دوره اسلامی» مطالعات معماری کاشان، شماره ۷، (۱۵۰-۱۲۷).
- طاهری، جعفر و ندیمی، هادی (۱۳۹۱) «بازخوانی میراث ابوالوفا بوزجانی در صناعات معماری» مجله تاریخ علم، شماره ۲، (۹۱-۶۵).
- طبری، محمد بن جریر (۱۳۵۲) تاریخ طبری، ترجمه ابوالقاسم پاینده، تهران: بنیاد فرهنگ ایران، چاپ اول.
- فارابی، ابو نصر محمد (۱۳۶۴) احصاء العلوم، ترجمه حسین خدیو جم، تهران: شرکت انتشارات علمی فرهنگی، چاپ اول.
- فارابی، ابونصر محمد (۱۹۴۹) احصاء العلوم، حقیقه و قدم له و علق علیه عثمان امین، مصر: دارالفکر العربی. الطبعة الثانية، چاپ اول.
- قربانی، ابوالقاسم (۱۳۷۵) زندگی نامه ریاضی دانان دوره اسلامی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول.
- قوچانی، عبدالله (۱۳۸۱) «هدیه شاه صفی به معمار مسجد شاه اصفهان» مجله اثر، شماره ۳۵، (۲۳۰-۲۲۲).
- کاشانی، غیاث الدین جمشید (۱۳۶۶) رساله طاق و ازج، ترجمه و تحسیه سید علی رضا جذبی، تهران: سروش، چاپ اول.
- کرامتی، یونس (۱۳۸۷) تسطیح، دائرة المعارف بزرگ اسلامی، جلد ۱۵، تهران: مرکز دائرة المعارف بزرگ اسلامی، چاپ اول.
- کنبای، شیلا (۱۳۸۱) نگارگری ایرانی، ترجمه مهناز شایسته مقدم، تهران: وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، چاپ اول.
- گلمبگ، لیزا. ویلبر. دونالد (۱۳۷۴) معماری تیموری در ایران و توران، ترجمه کرامت الله افسر و محمد یوسف کیانی، تهران: سازمان میراث فرهنگی، چاپ اول.
- گلیجانی مقدم، نسرين (۱۳۸۳) تاریخ شناسی معماری ایران، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- لاله، هایده (۱۳۷۵) «معماری دوره اسلامی، دانش نظری و کاربرد عملی» وقف میراث جاویدان، شماره ۱۵ و ۱۶، (۳۹-۵۰).
- لاهیجی، علی بن شمس الدین بن حاجی حسین (۱۳۵۲) تاریخ خانی شامل حوادث چهل ساله گیلان، تصحیح منوچهر ستوده، تهران: بنیاد فرهنگ ایران، چاپ اول.
- اصفهانی، محمد حافظ (۱۳۵۰) نتیجه الدوله، تصحیح تقی بینش، تهران: انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، چاپ اول.
- مطراقچی، نصح (۱۳۷۹) در بیان منازل سفر عراقین سلطان سلیمان، ترجمه رحیم رئیس دانا، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور، چاپ اول.
- منجم، ملا جلال الدین (۱۳۶۶) تاریخ عباسی یا روزنامه ملاجلال، به کوشش سیف الله وحیدنیا، تهران: انتشارات وحید، چاپ اول.
- ملک شههمیرزادی، صادق (۱۳۷۴) «نقش عوامل اجتماعی و اقتصادی در شکل گیری خانه های مسکونی ایران، روستای پیش از تاریخ زاغه»، گردآورنده باقر آیت الله زاده





- Kotof, S, (1989), *The Architect in the middle Ages, East and Westm in: Architect Chapters in the History*, New York, and Oxford University Press.
- Krause, M, (1936), “Stambuler handschriften islamischer Mathematiker”, in O. Neugebauer, J. Stenzel, O. Topliz hrsg, *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik, Abteilung B, Studien 3-B3*, pp. 437-532; 483.
- Lassner, J, (1970), *The Topography of Baghdad in the early middle Ages*. Detroit. Watne, Stst Univ, Press.
- Lassner, J, (1970), *The Topography of Baghdad in the early middle Ages*. Detroit. Watne, Stst Univ, Press.
- Medieval Islamic World, *Historia Mathematica* 27, 171-201.
- Necipoglu, Gulru, (1995). *The Topkapi Scroll – Geometry and Ornament in Islamic Architecture*. Santa Monica CA: The Getty Center for the History of Art and the Humanities.
- Ozdural, Alpay, (1995) “Omar Khayyam, Mathematicians, and Conversazioni with Artisans, *Journal of the Society of Architectural Historians* 57: 1, 54-71.
- Ozdural, Alpay, (2000). “Mathematics and Arts: Connections between Theory and Practice in the Rosental, F, (1970), Eilhard Wiedemann, *Aufsätze Zur Arabischen Wissenschaft Geschichte*, Vol, 1. New York, G. Qlms.
- Souissi, M, (1982), Limal- Handase, In: *Encyclopedia of Islam*, New Ed, Supplement Fascicles, Vol, 5-6. Leiden, Brill.
- Swelim, T. N, (1994), *the Masque of Ibn Tulun: A New Perspective*, Phd Diss. Havard. University.
- Woepcke, Francois, (1874), “Trois Trait’e s arabes sur le compass parfait” (Three Arabes Trait’e on the Perfect compass), *Notices ET extraits*
- شیرازی، مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، ارگ بم، کرمان: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری، جلد ۴ و ۱، (۱۴-۱۳).
- منزوی، احمد (۱۳۸۲) فهرست واژه کتاب‌های فارسی (مجلد چهارم دربرگیرنده بخش‌های ریاضی، دفترداری، ستاره‌شناسی و اختربینی) تهران: مرکز دائرة المعارف بزرگ اسلامی، چاپ اول.
- نجیب اوغلو، گل رو (۱۳۷۹) *هندسه و تزئین در معماری اسلامی*، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، تهران: روزنه، چاپ اول.
- نجیب اوغلو، گل رو (۱۳۸۰) *هندسه و تزئین در معماری اسلامی*، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، تهران: شرکت سهامی کتاب‌های جیبی، چاپ اول.
- نجیب اوغلو، گلرو (۱۳۷۷) «نقشه و طومار معماری در جهان اسلام» رواق، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، شماره ۱. (۴۷-۶۵).
- نیستانی، جواد (۱۳۸۴) «سابقه ترسیم نقشه و کاربرد هندسه و حساب در معماری اسلامی (از سده های نخستین اسلامی تا اواسط قرن ۹ ق)» پیک نور، (۴۹-۴۲).
- Battouy, S. al-Hassani, (2014), *The Corpus of al-Isfazarī in the Science of Weights and Mechanical Devices: New Arabic Text in Theoretical and Practical Mechanics, English Translation and Historical Commentaries*, London.
- 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.
- Golombek, Lisa, and Donald Wilber, (1988), *Timurid Architecture of Iran and Turan*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Harding, Philip E, (2001), *Geometry and Geometers of Later Islamic Architecture*. *History of Art*.pp 1-25.
- <http://www.hardingfineart.com/images/islamic>.





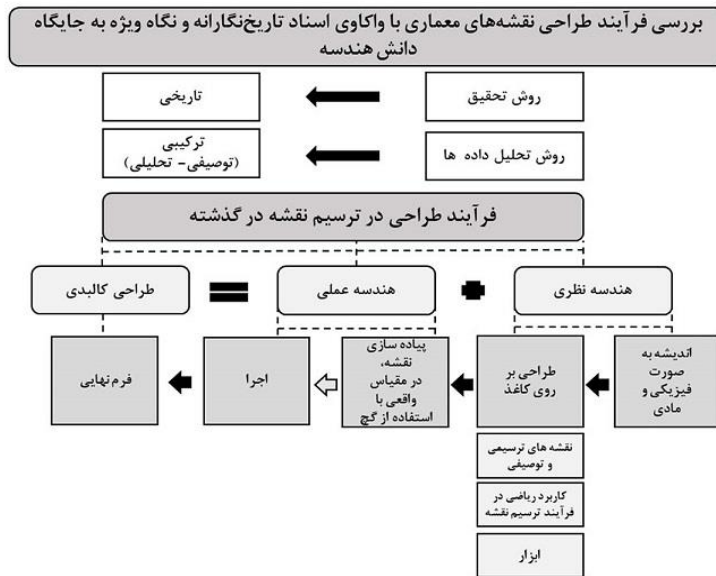
yayına hazırlayan. Ankara, Türk Tarih Kurumu I. Dizi-Sa.3.

- موزه ویکتوریا و آلبرت (۲۵ آذر ۱۳۹۶)، تصاویر و نقشه های کشیده شده در گذشته
- <http://www.vam.ac.uk>

des manuscrits de la Bibliothèque Impériale ET autres bibliothèques.22 (1): 1-175.

- Yurdaydin, husseyin gazi, (1967), Nasuhus-silahi matrakci. Beyan-ı Menazil-i Sefer-i 'Irakeyn-i Sultan Süleyman Han.o nsuz, Giriş, | eviriyazı ve Dizinlp.rle Tıpkıbasımı

### ۱۳- چکیده تصویری





## Analysis of Design drawing Process with Historiographical Documents special geometry knowledge

Sanaz Rahravi poodeh<sup>1</sup>, Nima Valibeig<sup>2</sup>

Submitted: 2020-02-24

Accepted: 2020-04-26

### Abstract

Making use of plans to build structures dates back to a very long time ago. In doing so, two major elements were geometry and arithmetic. Since before embarking on building structures, drawing plans was unavoidable, mathematical science has been an integrated part in the process of designing and drawing. Nonetheless, the shortage of historiographical documents on this issue gives us no or little information on how the plans were drawn in the past. The main question here is this: What specific phases were involved in the process of drawing plans in the past? And what role have historiographical documents and mathematical science played in this regard? The present research aimed, to reexamine comprehensively the process of drawing designs in the past and to investigate the role of mathematics in this process based on historiographical documents. Historical resources and documents not only took into account drawing designs but also addressed the role of mathematical calculations and scrutinized drawing process. In addition, the process of drawing designs included four phases: Surveying and drawing the dimensions of the area intended; defining the limits of spaces; drawing spaces based on scales and proportions and finally, drawing the structure based on proportions approved by the client. In fact, one of the primary stages of building a structure is designing its architectural and structural maps, respectively. Upon gaining familiarity with such features as dimensions, topography, light and wind direction, and adjacencies and accesses, architects start designing architectural and executive maps. Preparing maps was considered an inevitable step in the construction process in the past, and one of the first maps, designed on clay board, is related to a residential house in the Mesopotamian civilization and the Akkadian empire. Despite the vast array of information on architecture, especially Islamic architecture, the unknown nature of some of these documents has kept them out of sight or resulted in one-sided judgments of some regarding the relationship between mathematics and architecture, architectural mapping and the status of mathematicians in the design process of maps. What is more, the principles used by craftsman master builders and their performance in the design process of mapping and the implementation process have remained uncertain to some extent; historians' recorded data suggest only a kind of tradition in architecture without illustrating the method of design and the type of implementation. The design method of past architectural structures, their implementation and construction have been neglected so far. Moreover, there exists no written document that clearly and extensively describes this process. There only exist a few scrolls that have been written on the ornaments used in buildings and their design. Included in these scrolls are some maps whose design process is unknown as no explanation accompanies them. Besides, not much effort has been made to search about Iran's history of architecture among Persian sources, and the status of historical texts in Iran's architecture has not been revealed. In fact, the procedure of constructing a building in the past, from theory to practice, was drawn from the experiences of architects and construction details passed down from generation to generation. Reviewing historical texts, the present study seeks to analyze the procedure of mapping where mathematics is used. The study also investigates the relationship between mathematics (and its sub-categories such as geometry) and architecture and represents the stages taken in mapping by consulting the experts. The research method is historical-analytical.

**Keyword:** Historiography in architecture, The place of mathematical science, Instrument drawing in the past, The process of drawing designs, Iranian Drawing design.

<sup>1</sup> Assistant professor, architecture department, Azad Islamic of Isfahan

<sup>2</sup> Assistant professor, Architectural and Urban Conservation Department, Restoration and Conservation Faculty, Art University of Isfahan, Isfahan ,Iran