https://jria.iust.ac.ir
Journal of Reasearches in Islamic Architecture / Vol. 13 / No.1 / Spring 2025 / 20-43

Analysis and Examination of Geometric Proportions in the Historic Houses of Qom: A Comparative Study of a Century of Architectural Transformations (1250–1350 Solar Hijri)

Hamed Hayaty
Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Qom University, Qom, Iran.

Marzieh-Alzahra Nassirpour*
Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Qom University, Qom, Iran.

Received: 2023/07/16 Accepted: 2025/03/04

Abstract

Geometry and proportion have served as foundational organizing principles in Iranian architecture, particularly evident in the spatial configuration of historic houses in Qom during the Qajar, late Qajar, and Pahlavi periods. This research presents a comparative analysis of spatial proportions in 23 heritage residences, examining dimensional ratios of primary spaces - including courtyards, rooms, three-door (se-dari), and five-door (panj-dari) halls - against three established proportional systems: the golden ratio (1.618), the Iranian golden rectangle (1.73), and the Gaz and Peymon (1.066). Employing an analytical-comparative methodology, the study combines field measurements with architectural plan analysis, utilizing statistical evaluation through ANOVA and one-sample t-tests in R software.

The findings demonstrate that while overarching proportional principles maintained relative consistency across the three historical periods, specific spatial elements exhibited distinct patterns of alignment with the examined systems. Rooms from the Qajar period showed the most consistent correspondence with all three proportional frameworks, while late Qajar reception spaces predominantly adhered to the golden ratio. The Pahlavi era witnessed a return to Gaz and Peymon proportions in courtyard design, likely reflecting contemporary standardization efforts. Notably, courtyard proportions in earlier periods diverged from the studied systems, potentially resulting from land availability constraints, evolving domestic requirements, and broader socio-economic transformations.

This investigation highlights the enduring significance of geometric principles in Persian residential architecture and proposes their thoughtful integration into contemporary design practice. Such an approach offers potential for maintaining regional architectural identity while addressing the climatic demands of Qom's arid environment. The study contributes to ongoing scholarly discourse on Islamic architectural heritage preservation and adaptive reuse strategies.

Keywords:

Geometry,
Golden Ratio,
Iranian Golden Rectangle,
Gaz and Peymoon,
Comparative Analysis,
Historic Houses,
Qom

© 2025 by the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license . (https://creativecommons.org/licenses/by/ 4.0/).

Citation: Hayaty, H, Nassirpour, M. (2025). Analysis and Examination of Geometric Proportions in the Historic Houses of Qom: A Comparative Study of a Century of Architectural Transformations (1250–1350 Solar Hijri). *Journal of Reasearches in Islamic Architecture*, 13 (1): 20-43. 10.61186/jria.13.1.2

* ***Corresponding Author***: m.nassirpour@qom.ac.ir

https://jria.iust.ac.ir
فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی/ سال سیزدهم/ شماره ۱/ بهار ۱۴۰۴ / ۲۰-۴۳

واکاوی و تحلیل تناسبات هندسی در خانه‌های تاریخی قم: مطالعه تطبیقی یک سده تحولات معماری (۱۲۵۰-۱۳۵۰ هجری شمسی)

حامد حیاتی
استادیار گروه معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران .

مرضیه الزهرا نصیرپور*
استادیار گروه معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران .

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۱۲/۱۴

چکیده

هندسه و تناسبات از اصول بنیادین معماری ایرانی محسوب می‌شوند و در سازماندهی فضایی خانه‌های تاریخی قم، به‌ویژه در دوره‌های قاجار، اواخر قاجار و پهلوی، نقش مهمی داشته‌اند. این پژوهش با هدف تحلیل تطبیقی تناسبات فضایی در ۲۳ خانه تاریخی قم، نسبت‌های ابعادی فضاهای اصلی (حیاط، اتاق، سه‌دری، و پنج‌دری) را استخراج کرده و میزان تطابق آن‌ها را با سه نظام تناسب شناخته‌شده (تناسبات طلایی ۱.۶۱۸، مستطیل زرین ایرانی ۱.۷۳، و گز و پیمون ۱.۰۶۶) مورد بررسی قرار داده است. روش پژوهش از نوع تحلیلی-تطبیقی بوده و داده‌ها با اندازه‌گیری میدانی و بررسی نقشه‌های دقیق گردآوری شده است. سپس با استفاده از آزمون‌های آماری آنالیز واریانس و تی تک نمونه‌ای در نرم‌افزار R تحلیل شد. یافته‌ها نشان می‌دهد اصول کلی تناسبات در سه دوره از ثبات نسبی برخوردار بوده است؛ اما فضاهای مختلف هریک انطباق متفاوتی با نظام‌های تناسبی بررسی‌شده داشته‌اند. در دوره قاجار، اتاق‌ها بیشترین هماهنگی را با هر سه نظام تناسبی داشته‌اند؛ درحالی‌که در اواخر قاجار، پذیرایی‌ها عمدتاً با تناسب طلایی انطباق بیشتری پیدا کرده‌اند. در دوره پهلوی نیز حیاط‌ها مجدداً گرایش به گز و پیمون نشان می‌دهند که احتمالاً به ملاحظات استانداردسازی در این دوران بازمی‌گردد. از سوی دیگر، عدم تبعیت حیاط‌ها در دوره‌های قاجار و اواخر قاجار از نظام‌های تناسبی بررسی‌شده، برخلاف فضاهای داخلی، می‌تواند ناشی از محدودیت‌های زمین، تغییر نیازهای زیستی و تحولات اجتماعی-اقتصادی آن دوران باشد. این پژوهش بر اهمیت بازشناسی اصول هندسی سنتی در معماری معاصر تأکید دارد و پیشنهاد می‌کند برای تداوم هویت بومی در اقلیم گرم و خشک قم، از دستاوردهای این الگوهای تناسبی استفاده شود.

واژگان کلیدی: هندسه، تناسبات، تحلیل تطبیقی، خانه‌های تاریخی، قم.

ارجاع به مقاله: حیاتی، حامد و نصیرپور، مرضیه الزهرا. (۱۴۰۴). واکاوی و تحلیل تناسبات هندسی در خانه‌های تاریخی قم: مطالعه تطبیقی یک سده تحولات معماری (۱۲۵۰-۱۳۵۰ هجری شمسی)، *پژوهش‌های معماری اسلامی*، ۱۳(۱): ۲۰-۴۳.
10.61186/jria.13.1.2

* **نویسنده مسئول** m.nassirpour@qom.ac.ir

۱. مقدمه و بیان مسئله

هندسه و تناسبات، یکی از زمینه‌هایی است که از دیرباز دانشمندان و صاحبنظران مسلمان، بدان توجه داشته و نتیجه تلاش‌های علمی ایشان پیشرفت‌های مهمی را به دانش بشری هدیه نموده است. برای نمونه، در بخش دوم کتاب جبر و مقابله (۲۱۵ ه‍ق)

(م. خوارزمی ۱۳۶۳) چندین باب به حل مسائل مرتبط با سطوح هندسی اختصاص یافته است[۱]. همچنین، رسائل ریاضی-تعلیمی اخوان‌الصفا (احتمالاً قرن سوم یا چهارم ه‍ق) که نخستین‌بار توسط مجریطی (۳۹۷ ه‍ق) به جامعهٔ اندلس معرفی شد، شاهد دیگری بر جایگاه محوری هندسه در اندیشهٔ دانشمندان مسلمان است؛ ابن سمح، شاگرد مجریطی، در «صحیفه الزرقالی» (۴۸۰ ه‍ق) به مباحث متنوع ریاضیات از جمله هندسه پرداخته است (همتی گلیان ۱۳۸۶)[۲].

از دیگر میراث ارزشمند این حوزه می‌توان به آثار ابن هیثم، «التفهیم لاوائل صناعه التنجیم» ابوریحان بیرونی (بیرونی خوارزمی، قرن ۴ ه‍ق) و شرح «اصول اقلیدس» خیام نیشابوری اشاره کرد. همچنین، کتاب «کشف القناع عن اسرار شکل القطّاع» (خواجه نصیرالدین طوسی ۶۵۸ ه‍ق) نشان‌دهندهٔ اشراف برجستهٔ دانشمندان مسلمان بر مبانی ژئومتری است؛ تا جایی که خواجه نصیرالدین طوسی از شکل موسوم به «قَطّاع» حدود نیم میلیون (۴۹۷۷۶۴) گزاره و حکم هندسی استنباط کرده است. او همچنین در کتاب «تحریر اصول اقلیدس» (خواجه نصیرالدین طوسی ۶۴۶ ه‍ق) این اثر بنیادین را بازنویسی کرده است. «خلاصه الحساب» (شیخ بهائی ۱۰۰۶ ه‍ق) نیز که به‌عنوان مشهورترین کتاب آموزش ریاضیات در تاریخ اسلامی شناخته می‌شود، بخش‌هایی را به مبحث هندسه اختصاص داده است.

هندسه، شالودهٔ اصلی هنر، مهندسی و بالأخص معماری است و فضای قانونمند آن، اجزای یک خانهٔ سنتی یا شهر را در جهان پُرتنوع و چندگانگی هویت می‌بخشد (سیلوایه، دانشجو، و فرمهین فراهانی ۱۳۹۱). اندیشمندان مسلمان معتقدند آگاهی از قواعد ریاضی به‌ویژه هندسه، تأثیر شایانی در تقویت قابلیت‌های ذهنی و فکری دارد. ابن خلدون در «مقدمه» اشاره می‌کند که هندسه، خرد را روشن و اندیشه را از کژی دور می‌کند و این امر ناشی از وضوح روشی است که در براهین هندسی به کار می‌رود (علامه حسن‌زاده آملی ۱۳۶۴، نکته ۵۷۱، ۳۲۱-۳۲۲).

عنصر تناسبات، به دلیل خلق جذابیت‌های بصری، در هنرهای تجسمی و آثار معماری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. معماران ایرانی به‌طور مداوم در جست‌وجوی زیبایی بوده‌اند و با بهره‌گیری از تناسبات زرین ایرانی و تناسبات طلایی فیبوناتچی، کوشیده‌اند بنایی بیافرینند که شاهدی بر روش‌های درست طراحی و اصول صحیح مهندسی باشد (نجفقلی پور کلانتری، اعتصام و حبیب ۱۳۹۶ الف). همچنین، میان سخنان اهل فن، اشاره‌های مکرری به تناسب‌های «مستطیل طلایی ایرانی» (محاط در شش‌ضلعی منتظم) و «گز و پیمون» (به‌عنوان نسبت واحد) وجود دارد و استاد پیرنیا بر این موضوع تأکید خاصی کرده‌اند (ذاکری و دیگران ۱۳۹۵).

پژوهش حاضر که در راستای واکاوی و تحلیل تناسبات هندسی در معماری خانه‌های تاریخی قم انجام شده است؛ با بررسی و مقایسه داده‌ها تلاش می‌نماید گامی در جهت توسعه مبانی نظری جهت آگاهی معماران و طراحان امروز، از اصول هندسی که ریشه در معماری اصیل اسلامی و ایرانی دارد، باشد.

پرداختن به این موضوع در شرایط حاضر ضروری است، چرا که علاوه بر آنکه این میراث ارزشمند می‌تواند زنجیره دانش فنی مهندسان را برای طراحی و اجرای بناها و فضاهای بدیع تکمیل نماید؛ بخش زیادی از این ابنیه با گذر زمان و اثر حوادث طبیعی، یا بی‌توجهی مدیران شهری یا شهروندان و سایر دلایل که ذکر آنها در این مجال نمی‌گنجد، در معرض تخریب هستند.

چنانچه بسیاری از ابنیه ارزشمند تاریخی در شهرهای مختلف کشور به همین نحو از دست رفته‌اند و زمینه استفاده علمی، هنری و کاربردی از آنها نیز از دست رفته است، لازم است که قدر بناهایی که باقیمانده است دانسته شود و از این میراث گران‌بها حداکثر استفاده علمی و فنی در راستای استفاده از اصول و معیارهای به‌کاررفته در معماری ارزشمند اسلامی – ایرانی صورت پذیرد.

سؤالات پژوهش

این پژوهش در پی پاسخ به سؤالات اصلی ذیل خواهد بود:

۱. آیا هندسه خانه‌های تاریخی شهر قم، در دوره‌های قاجار، اواخر قاجار و پهلوی از تناسبات یکسان برخوردار است؟

۲. آیا فضاهای معماری خانه‌های تاریخی شهر قم در دوره‌های مد نظر از تناسبات طلایی پیروی می‌کنند؟

۳. آیا این فضاهای معماری در دوره‌های مد نظر مبتنی بر تناسبات مستطیل زرین ایرانی طراحی شده‌اند؟

۴. آیا فضاهای ذکر شده در دوره‌های مد نظر از تناسبات گز و پیمون تبعیت نموده‌اند؟

۲. پیشینه تحقیق

هندسه و تناسبات در معماری، به‌ویژه در بناهای تاریخی

اسلامی ایران، یکی از مباحث محوری در تحلیل ابعاد کالبدی، محتوایی و فرهنگی فضا به شمار می‌رود. در طول تاریخ، معماران مسلمان با اتکا به ریاضیات و حکمت اسلامی، به شیوه‌ای نظام‌مند از هندسه و تناسبات برای خلق فضاهای معمارانه بهره برده‌اند. امروزه نیز، توجه به این مفاهیم در معماری سنتی و بازنگری در آن‌ها برای انطباق با نیازهای معاصر، محور مطالعات بسیاری قرار گرفته است. در یک دسته‌بندی کلی، پیشینه تحقیق حاضر به سه گروه اصلی تقسیم شده است.

الف) کلیات هندسه و تناسبات

مطالعات این گروه به بررسی مبانی بنیادین هندسه در معماری اسلامی و نحوه شکل‌گیری و انتقال دانش هندسه به معماران می‌پردازد. برای نمونه، لیلاسی مرند و بلالی اسکویی (۱۴۰۲) بر ضرورت ترسیم درست اشکال هندسی به‌منظور ارتقای کیفیت فضا تأکید دارند و فرشچیان، نژادابراهیمی، و قره بگلو (۱۴۰۱) روش‌های آموزش و انتقال دانش هندسه از ریاضی‌دانان به معماران در دوران اسلامی را تحلیل کرده‌اند. همچنین، طاهری دمنه، مجلسی و طغیانی (۱۴۰۲) تناسبات را مجلای عدل و نشانی از زیبایی الهی معرفی نموده‌اند.

در همین راستا، عباسی و دیگران (۱۳۹۸) با بررسی دیدگاه‌های ریاضی‌دانان مسلمان، پیوند حکمت و هندسه را مورد توجه قرار داده و به دو رویکرد «هندسه شکلی» و «هندسه حکمی» اشاره دارند. افزون بر آن، بمانیان، اخوت، و بقایی (۱۳۸۹) بر سابقه تاریخی و پیوند ریاضیات و طبیعت در معماری اسلامی تأکید دارند.

در عرصه بین‌المللی نیز، آمر و گیبر[۳] (2019) از کدهای هندسی به‌عنوان مولد طرح در معماری‌های یونانی، رومی، و اسلامی یاد کرده و وانگ[۴] (2022) بر اهمیت تناسبات ریاضی مانند $\sqrt{2}$ و $\sqrt{3}$ در ساختار فضایی معماری سنتی چین متمرکز شده است. همچنین، جولیان[۵] و همکاران (2020) با مطالعه خانه‌های مزرعه‌ای قرن پانزدهم در گوپیازکوا (قرقیزستان)، بر نقش نسبت طلایی در فرم معماری تأکید نموده‌اند و کوهن و دلبکَ[۶] (2019) چارچوب سیستم‌های تناسبی را عامل کلیدی در زیبایی‌شناسی و استواری سازه‌ای بناهای تاریخی می‌دانند.

ب) تحلیل هندسی بناهای تاریخی

در این گروه، توجه پژوهشگران معطوف به نمونه‌های مشخص تاریخی و نحوه به‌کارگیری تناسبات هندسی در ساختار کالبدی آن‌هاست. آقازاده، بلالی اسکویی، و آریان (۱۴۰۲) نمود فیبوناتچی و پیمون را در طراحی حوضخانه خانه‌های قاجار تبریز بررسی کرده‌اند و حیاتی و خمیسی (۱۴۰۲) با تمرکز بر خانه‌های صفوی و قاجار دزفول، تأثیر اقلیم گرم و مرطوب را بر الگوهای حیاط مرکزی نشان می‌دهند.

همچنین، ناصری، عطاریان، و امینی فارسانی (۱۴۰۱) ضمن اشاره به مستطیل زرین ایرانی در خانه‌های خرم‌آباد، تأمین عمق و بهره‌گیری بهینه از نور خورشید را برجسته کرده‌اند. در تحلیل خانه‌های سنتی بهبهان، مفتخر، مومنی، و دیده‌بان (۱۴۰۰) به کاربرد تناسبات زرین ایرانی و مربع اشاره دارند و می‌گویند نسبت ۱،۶۱۸ کمتر رایج بوده است. نجفقلی پور کلانتری، اعتصام، و حبیب (۱۳۹۶ الف) هندسه را ابزاری برای نظم فضا در خانه‌های سنتی تبریز می‌شمارند و همین نویسندگان در پژوهش دیگر (۱۳۹۶ ب) از اهمیت شناسایی تناسبات در سبک آذری و پیوند آن با معماری امروز سخن می‌گویند.

از سوی دیگر، ذاکری و دیگران (۱۳۹۵) اصول مستطیل طلایی ایرانی و گز و پیمون را در ده خانه تاریخی تحلیل کرده‌اند. ضیایی‌نیا و هاشمی زرج‌آباد (۱۳۹۵) مسجد جامع قائن را مبتنی بر اعداد اصمّ دانسته و دهار و علی‌پور (۱۳۹۲) شکل‌گیری ابعاد نمازخانه و جلوخان مسجد شیخ لطف‌الله را حاصل فرایند هندسی منسجم می‌دانند.

در خارج از ایران، فرواتي و مندور[۷] (2008) در ۲۸ خانه دمشقی بر نقش تناسب در تأمین زیبایی بصری و مقیاس انسانی تأکید کرده‌اند و یوتریزنو و سوروادي[۸] (2019) تأثیر شرایط محیطی بر نزدیکی ابعاد به بخش طلایی را در معماری توراجا بررسی کرده‌اند. نستروا[۹](2022) نیز روشی برای تاریخ‌گذاری بناهای قرون وسطایی بر مبنای تناسبات پیشنهاد می‌دهد و پارخوتز[۱۰](2021) با مطالعه معماری بویکو در اوکراین، استفاده هم‌زمان از بخش طلایی و انحرافات اجرایی را آشکار می‌سازد، اویکونومو[۱۱](2011) هم معیارهای متریکی و ترسیم مثلثی در خانه‌های سنتی شمال یونان را بررسی کرده است.

ج) تحلیل هندسی اجزای بناهای تاریخی

در دسته سوم، تأکید اصلی بر مطالعه عناصری چون مقرنس است. زمانی، اختیاری، و فتاحی (۱۴۰۲) بر پایه رساله مفتاح‌الحساب غیاث‌الدین جمشید کاشانی، ۱۶ المان در ساخت مقرنس را معرفی و اصول حکمی و تناسبات در الگوهای شطرنجی را شناسایی کرده‌اند. همچنین، (نژادابراهیمی و سامی (۱۳۹۷) با بررسی مقرنس‌های بازار تاریخی تبریز، از تنوع طرح‌ها در بناهای مذهبی و عمومی سخن می‌گویند و بر نقش آن در شکل‌دهی زیبایی بصری تأکید دارند.

بااین‌حال، گروه (الف) و (ج) به طور مستقیم به موضوع پژوهش حاضر مربوط نمی‌شوند؛ زیرا گروه (الف) در سطحی کلان‌تر و گروه (ج) در سطحی خردتر به هندسه می‌پردازند.

این پژوهش بیشترین ارتباط را با مطالعات گروه (ب) دارد که تحلیل هندسی بناهای تاریخی را هدف می‌گیرد و با واکاوی میراث اسلامی–ایرانی، به شناسایی اصولی می‌پردازد که در معماری معاصر کاربردی خواهند بود. تاکنون پژوهشی مستقل درباره بررسی سیستم تناسبات در خانه‌های تاریخی قم با تکیه بر چنین پیشینه‌ای انجام نشده و هدف اصلی این مطالعه، شناسایی و تحلیل هندسه و تناسبات حاکم بر آن‌ها به‌منظور توسعه دانش فنی و شناخت عمیق‌تر از معماری اصیل این منطقه است.

۳. مبانی نظری

۳-۱. هندسه و تناسبات در معماری سنتی ایرانی

واژه هندسه، عربی شده کلمه «اندازه» است و به دانشی گفته می‌شود که با روابط ریاضی میان نقاط، طول‌ها، سطوح و احجام سروکار دارد و نسبت‌های بین آن‌ها و مشتقات و توابعشان را معیّن می‌کند. همچنین، در زبان‌های اروپایی این واژه ریشه‌ای یونانی داشته و به معنای «مسّاحی» به کار می‌رود (سیلوایه، دانشجو، و فرمهین فراهانی ۱۳۹۱).

بر پایه تعالیم دینی، آفرینش کلیه موجودات، اعم از آسمان‌ها، زمین و انسان، مبتنی بر تناسبات و اندازه‌هاست. چنان‌که در قرآن کریم آمده است: «خَلَقَ کُلَّ شَیءٍ فَقَدَّرَهُ تَقدیرًا» (فرقان/ ۲)؛ یعنی خداوند همه چیز را آفرید و آن را با اندازه‌ای دقیق مقرر داشت. برخی منابع، وجه معنوی و کیفی هندسه را همچون زبانی برای هنر و هستی تلقی کرده و به ارتباط معنوی هندسه با حقیقت اشاره کرده‌اند (ندیمی ۱۳۷۸).

از نظر مفهومی، هندسه به معنای اندازه و شکل است و یکی از شاخه‌های علوم ریاضی به‌شمار می‌رود که به مطالعه اشکال، ابعاد و روش‌های اندازه‌گیری می‌پردازد. تناسبات نیز مفهومی ریاضی است که به پیوند مناسب بین اجزا با یکدیگر اشاره دارد. در حقیقت، تقریباً تمام آثار هنری بر اساس نوعی هماهنگی و تناسب خلق می‌شوند و به همین دلیل، تناسب یکی از پایه‌های اساسی در شکل‌گیری هر اثر هنری است. هدف اصلی در به‌کارگیری تناسبات نیز ایجاد احساس نظم و انسجام در بخش‌های مختلف اثر هنری است (بمانیان، اخوت، و بقایی ۱۳۸۹، ۱۵؛ انصاری، اخوت، و تقوایی ۱۳۹۰).

برخی صاحب‌نظران، درباره سیستم‌های گوناگون تناسبات در دو حوزه اندیشه جهانی و اندیشه اسلامی–ایرانی، و نیز وجوه اشتراک و افتراق آن‌ها، بحث کرده‌اند[۱۲]. در معماری ایرانی، تأکید بر زیبایی است و هندسه، همچون ابزاری توانمند، امکان اندازه‌گیری تناسبات فضایی و خلق تعادل و زیبایی را فراهم می‌آورد (نجفقلی پورکلانتری، اعتصام، و حبیب ۱۳۹۶ الف، ۴۸۲). از دید معماران ایرانی، توجه صرف به‌اندازه و عدد ممکن است خطا ایجاد کند؛ ازاین‌رو به‌جای تمرکز بر ابعاد کمی، بر نسبت‌ها تأکید می‌شد. در واقع، معمار ایرانی همواره بالاترین درجه از توجه را به جنبه‌های کیفی معماری اختصاص می‌داد. به همین دلیل، محاسبات و هندسه از چنان جایگاهی برخوردار بود که تنها معماران برجسته و نیز مقنی‌های نام‌آشنا را «مهندس» می‌خواندند (مفتخر، مؤمنی، و دیده‌بان ۱۴۰۰، ۶۴).

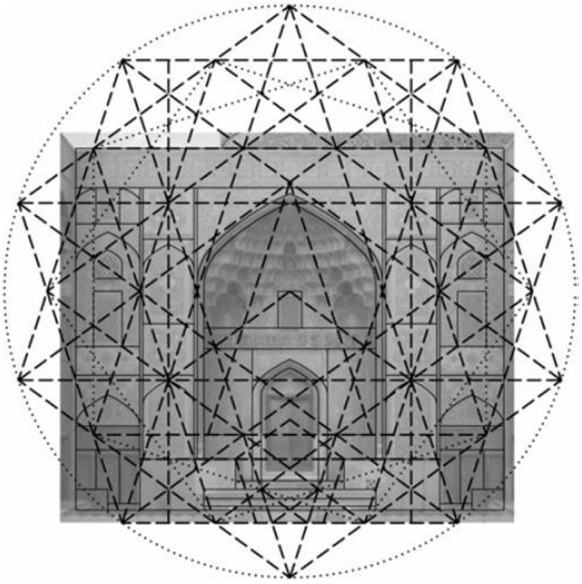
۳-۲. هندسه پنهان

در آثار معماری، هندسه پنهان ساختاری است که تمامی عناصر را همچون نمادی از جهان معنوی در جایگاه خویش قرار می‌دهد و متناسب با شأن درونی هر جزء، منزلتی ویژه برای آن در نظر می‌گیرد. تأکید مستمر معماران کهن بر کاربرد هندسه‌ای کامل در تمامی وجوه طرح، این باور را تقویت می‌کند که آن‌ها صرفاً به بُعد ظاهری هندسه در بنا بسنده نکرده‌اند. شواهد مستقیم و غیرمستقیم از وجود هندسه‌ای باطنی در معماری، مؤیّد این دیدگاه است و این نظم پنهان، به‌نوعی تقارن و تعادل در بناها را تداعی می‌کند (نوحی بزنجانی و قاسمی ۱۳۹۹، ۱۷۳).

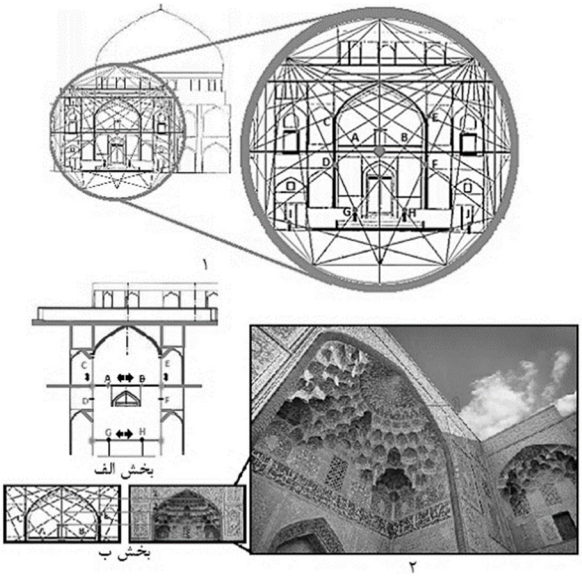
اسناد باستان‌شناسی گواه آن است که از حدود دو هزار سال پیش از میلاد، هندسه‌دانان شوشی با ویژگی‌های دایره و چندضلعی‌های منتظم محاط در آن و شیوه ترسیم این اشکال آشنایی داشته‌اند. افزون بر بُعد عملی، هندسه در آن دوران بنیانی الهی تلقی می‌شد و تجلّی بسیاری از رازهای الهی بود؛ چنان‌که ابزاری برای دستیابی به معانی عالم هستی به شمار می‌آمد و در بناها و هنرهای گوناگون متجلّی می‌شد.

در معماری ایرانی، تحول تدریجی هندسه در تزئینات دوره‌های هخامنشی، اشکانی، و ساسانی قابل‌مشاهده است که از یک ساختار پنهان، به الگوهای هندسی پیچیده‌تر و افزایش تدریجی ریتم‌ها از تکرارهای ساده به نقش‌مایه‌های گوناگون و کاربرد تقارن مرکزی می‌انجامد. این فرایند، پیش‌زمینه شکل‌گیری مهم‌ترین دگرگونی‌ها در معماری دوره‌های بعد، به‌ویژه معماری اسلامی بوده است (خوارزمی و افهمی ۱۳۸۹). معمار مسلمان با به‌کارگیری هندسه توانست از خاک، کیمیا بسازد و راز این کیمیاگری در استفاده از اشکال کامل (کمال‌گرایی در فرم)، بهره‌مندی از نقش‌مایه‌های پنهان، به فعلیت رساندن قابلیت‌های ذاتی فرم‌ها (استخراج کثرت از دلِ وحدت)، استفاده از اشکال مکمل و رنگ‌های متوازن برای نورانی نمودن و لطافت‌بخشی به سطوح و احجام، و همچنین ترکیب هوشمندانه خطوط شکسته و منحنی در تلفیق اشکال هندسی و اسلیمی و بهره‌گیری دقیق و معنادار از نور و ظرایف دیگر بوده است (ندیمی ۱۳۷۸).

بدین ترتیب، هندسه برای معماران به ابزاری بدل شد تا بتوانند اشکال پاک و منزه را گسترش داده و آن‌ها را با انگاره‌های ذهنی خویش پیوند دهند. در این معنا، هندسه نقشی بنیادین در ایجاد ارتباط میان ساختمان و نظریه‌های ذهنی سازندگان ایفا می‌کرد (نجفقلی پورکلانتری، اعتصام، و حبیب ۱۳۹۶ الف). به‌عنوان مثالی ملموس، می‌توان به نمای مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان اشاره کرد که تحلیل‌های هندسی صورت‌گرفته از آن در تصاویر ۱و۲ نشان داده شده است.



تصویر ۱. تحلیل هندسی نمای مسجد شیخ لطف‌الله، مأخذ: (هاشمی زرج‌آباد، ضیایی‌نیا، و قربانی ۱۳۹٤، ۲۱۱)

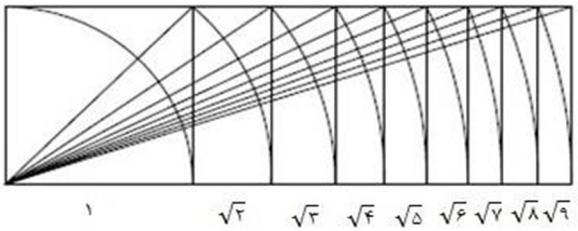


تصویر ۲. تحلیل هندسی نمای مسجد شیخ لطف‌الله، مأخذ: (تخمچیان، قره‌بگلو، و نژادابراهیمی ۱۳۹٦، ۱۲۳)

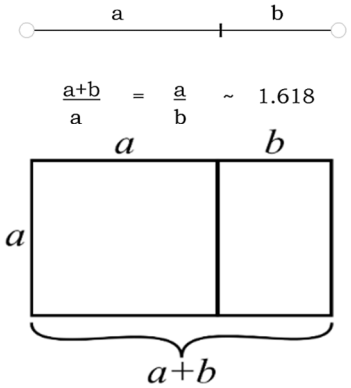
۳-۳. تناسبات طلایی

اقلیدس نخستین کسی بود که به طور دقیق «تناسبات طلایی» و تقسیم‌بندی‌های مربوط به آن را پایه‌گذاری کرد. از آن زمان به بعد، این نسبت به‌عنوان تناسبی آرمانی برای ایجاد زیبایی و هماهنگی در میان اجزای اثر شناخته شد و مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، از قرن نوزدهم به این‌سو، این تناسب بین هنرمندان تحت عنوان «تناسبات طلایی» شهرت یافت (ناصری، عطاریان، و امینی فارسانی ۱۴۰۱، ۷۷). تناسبات طلایی در هنرهای گوناگون ازجمله صنایع‌دستی، نقاشی، معماری، و شهرسازی[۱۳] مورد توجه قرار گرفت.

از دیدگاه هندسی، تناسب طلایی را می‌توان به‌صورت خطی تقسیم‌شده تعریف کرد که در آن، نسبت بخش کوچک‌تر به بخش بزرگ‌تر، با نسبت بخش بزرگ‌تر به کل طول آن برابر است. این رابطه افزون بر خطوط، در «مستطیل طلایی» نیز صدق می‌کند؛ مستطیلی که در آن، طول و عرض از این نسبت پیروی می‌کنند (نجفقلی پورکلانتری، اعتصام، و حبیب ۱۳۹۶ الف). شیوه‌های گوناگونی برای ترسیم این تناسبات وجود دارد که نمونه‌هایی از آن در تصاویر ۳ و ۴ نشان داده شده است. همچنین در مورد اشکال مختلف هندسی، روش های ترسیم آنها با نسبت های طلایی در مراجع مربوطه ارائه شده است که خواننده محترم را به آن مقام ارجاع می دارد[۱۴].



تصویر ۳. رسم مستطیل با تناسبات طلایی و گسترش آن، مأخذ: (بوزجانی ۱۳۹۲، ۱۲۵)

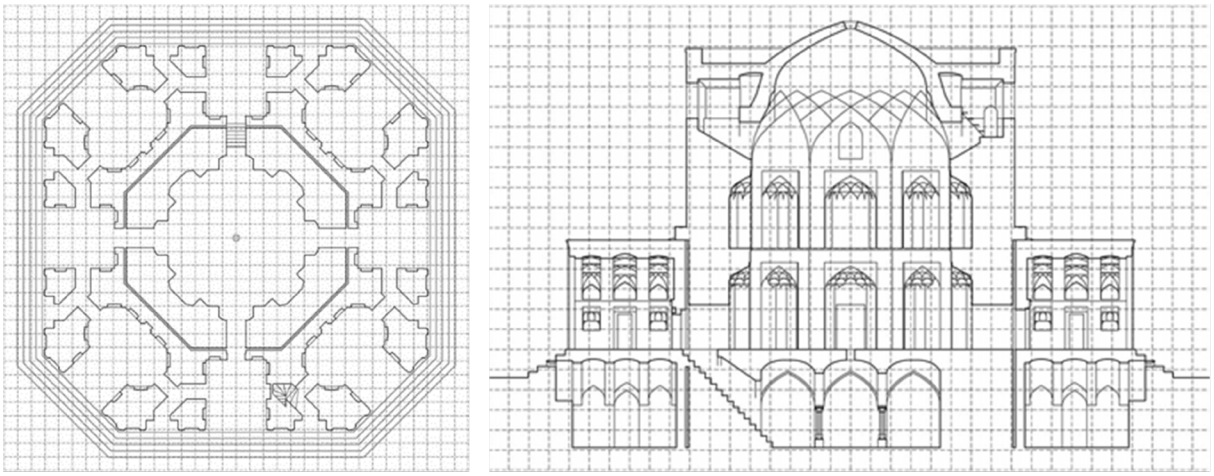


تصویر ٤. مستطیل و پاره خط نسبت طلایی ۱,٦۱۸، مأخذ: (بلیلان و حسن‌پور لمر ۱۳۹۸، ۵۲)

۳-٤. پیمون و گز

در معماری ایرانی، «پیمون» به معنای اندازه و معیارهایی است که تناسب بخش‌های گوناگون ساختمان را از نظر درستی طرح، استواری و زیبایی تضمین می‌کند. برخی صاحب‌نظران، ازجمله پیرنیا، پیمون را واحد تکرارشونده‌ای در نظر می‌گیرند که نقشی مشابه مدول در معماری کلاسیک یونان دارد[۱۵]. در این شیوه، طرح و اجرا به‌همراه سازه و معماری به‌صورت همزمان انجام می‌شد و معماران ایرانی به‌جای تمرکز صرف بر ابعاد کمی، به نسبت‌ها توجه داشتند. پیمون در تعیین تناسب میان عناصری مانند عرض راهرو، ضخامت جرز، خیز قوس، عرض بازشوها، و ابعاد فضا نقش ایفا می‌کرد. آگاهی معمار از مجموعه پیمون‌ها همان مهارت و دانش معمار باتجربه بود که از رهگذر آن، طراحی، محاسبه و اجرا را به‌صورت هماهنگ سامان می‌داد و از کارآمدی، ایستایی، اجرایی‌بودن و زیبایی طرح اطمینان حاصل می‌نمود (ذاکری و دیگران ۱۳۹۵، ۱۸؛ قیومی بیدهندی و عبدالله‌زاده ۱۳۹۱، ۱۳).

در برخی موارد، آن‌گونه که در نظریه طرح پیش‌بینی شده بود، نسبت‌ها در عمل حاصل نمی‌شد؛ برای نمونه در کاربندی و رسمی‌بندی، هم‌زمان با «پیمون» از «کست افزود» یا «زدوخورد» یعنی کاستن از بخشی و افزودن به بخشی دیگر استفاده می‌گردید. پیرنیا در کتاب خود اشاره می‌کند که پیمون، معادل عرض در است و دو نوع عمده دارد: پیمون کوچک، با چهارده گره و طولی حدود ۹۳ سانتی‌متر و پیمون بزرگ، با هیجده گره و حدود ۱۲۰ سانتی‌متر[۱۶] (قزلباش و ابوالضیاء ۱۳۶۴، ۸). در تصویر ۵، کاربرد پیمون و گز در کاخ خورشید نادری نشان‌داده‌شده است.



تصویر ۵. نمایش شبکه پیمون در مقطع و پلان قصر خورشید خراسان رضوی. بعد شبکه یک گز است، مأخذ: (رضازاده اردبیلی و ثابت فرد ۱۳۹۲، ٤۲)

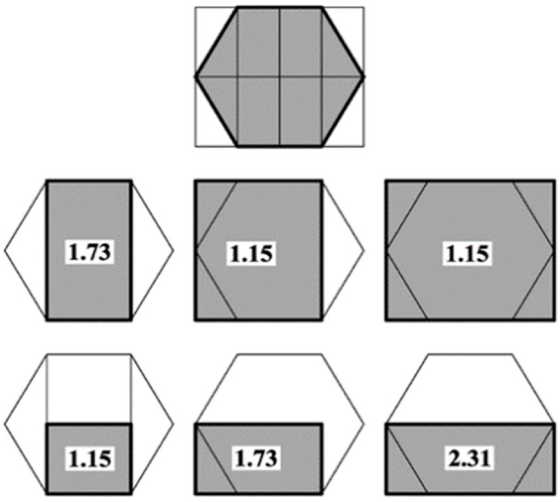
از سوی دیگر، «گز» نیز واحدی باستانی در اندازه‌گیری است که نخست در بابل و آشور به کار رفت. واژه گز برگرفته از «وز» به معنای وجب (دست باز) است که از نظر طولی می‌تواند تغییر کند. در ابعاد پیمون‌ها، از گز و اجزای آن موسوم به «گره» نیز بهره می‌بردند. گز معماری برابر با ۱/۰۶۶۶ متر است که خود به شانزده گره تقسیم می‌شود. دو برابر میانگین آن را گز کوچک (معادل ۰/۵۳۳ متر) و چهار برابر آن را گز بزرگ (معادل ۱/۰۶۶۶ متر) در نظر گرفته‌اند.

گوناگونی گزها در معماری ایرانی، کاربرد انواع مختلفی از این واحد را به همراه داشته است؛ برای نمونه می‌توان به «گز شاه‌عباسی» (معادل ۱/۱۰ متر) و «گز شیرازی» (معادل ۱/۰۴ متر) اشاره کرد، اما گز واحدی که مبنای اصلی معماری است، حدود ۱/۰۶ متر در نظر گرفته می‌شود (ابوالقاسمی ۱۳۸۵).

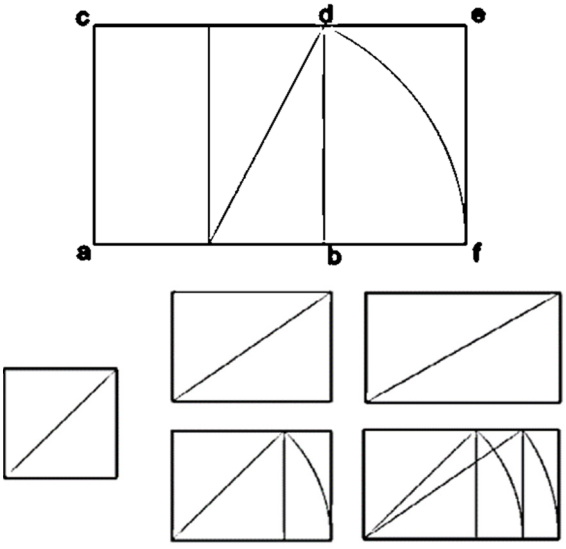
۳-۵. مستطیل زرین ایرانی

در خانه‌های سنتی ایرانی و حتی در بناهایی با کاربری‌های متفاوت، تناسب‌های گوناگونی در بخش‌های مختلف به‌صورت پنهان در نقشه خانه‌ها توسط معماران به کار رفته است که بیانگر وجود تناسبات مستطیل زرین ایرانی در معماری است (ذاکری و دیگران ۱۳۹۵، ۲۰). مستطیل طلایی ایرانی از قرارگرفتن یک مستطیل درون یک شش‌ضلعی حاصل می‌شود (تصویر ۶).

در خانه‌هایی با حیاط مرکزی، تناسبات حیاط، پنج‌دری، سه‌دری و سایر عناصر بر همین اساس شکل گرفته است (پیرنیا ۱۳۷۸، ۱۵۹). یکی از ویژگی‌های مستطیل طلایی آن است که با رسم یک مربع از درون آن، مستطیل باقی‌مانده نیز همچنان یک مستطیل طلایی خواهد بود (مفتخر، مؤمنی، و دیده‌بان ۱۴۰۰، ۶۴) (تصویر ۷).



تصویر٦. کاربرد مستطیل محاط در شش ضلعی منتظم با تناسب $\sqrt{3}=1.73$ و نیز مستطیل نصف آن با تناسب ۱,۱۵ طبق نظر استاد پیرنیا، مأخذ: (پوراحمدی، یوسفی، و سهرابی ۱۳۹۰، ۷۰)



تصویر ۷. مستطیل طلایی (بالا) و فرایند ترسیم و توسعه مستطیل اعداد اصم (پایین)، مأخذ: (هاشمی زرج‌آباد، ضیایی‌نیا، و قربانی ۱۳۹٤، ۲۱۰)

شکل دیگری از این مستطیل طلایی، موسوم به مستطیل ریشه است که پیش‌تر نیز به آن اشاره شد. روش ترسیم مستطیل‌های ریشه بدین صورت است که نخست، مربعی به ضلع یک واحد رسم می‌شود؛ سپس به‌اندازه قطر آن با پرگار کمانی ترسیم می‌کنند که در نتیجه، مستطیلی با ضلع $\sqrt{2}$ به دست می‌آید (تقریباً ۱/۱۴). با استفاده از همین روش و قطر مستطیل جدید، می‌توان مستطیل $\sqrt{3}$ و سپس با قطر آن، مستطیل $\sqrt{4}$ و به همین ترتیب مستطیل‌های بعدی را رسم کرد. این دسته از مستطیل‌ها را «پویا» یا «دینامیک» نیز می‌گویند (جرموزی و صالحی ۱۳۹۲، ۱۲۳). در شکل ۳، روش ترسیم این مستطیل بر پایه توضیحات کتاب ابوالوفاء بوزجانی ارائه شده است.

٤. روش تحقیق

این پژوهش باهدف بررسی الگوهای تناسبات فضایی در خانه‌های تاریخی قم، نمونه‌ای تصادفی مشتمل بر ۲۳ خانه را در سه دوره زمانی قاجار (۴ خانه)، اواخر قاجار (۱۳ خانه) و پهلوی (۶ خانه) مورد مطالعه قرار داده است. متغیرهای کلیدی شامل حیاط، اتاق و فضاهای پذیرایی (سه‌دری و پنج‌دری) است. در ابتدا، ابعاد طول، عرض و ارتفاع هر فضا ثبت گردید و سپس نسبت‌های طول به عرض (a/b)، ارتفاع به عرض (h/b) و ارتفاع به طول (h/a) محاسبه شد. مقادیر حاصل از این نسبت‌ها برای آزمون فرضیه‌های پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

٤-١. فرضیه‌ها و آزمون‌های آماری

۱. فرضیه نخست: در خانه‌های تاریخی قم (در سه دوره قاجار، اواخر قاجار، و پهلوی)، تناسبات حاکم بر حیاط، اتاق و پذیرایی مشابه است.

برای آزمون این فرضیه از آنالیز واریانس (ANOVA) استفاده می‌شود تا مشخص شود آیا میانگین این نسبت‌ها در دوره‌های مختلف تفاوت معناداری دارند یا خیر.

۲. فرضیه‌های دوم، سوم و چهارم: این فرضیه‌ها نیز پیرامون تفاوت یا عدم تفاوت معنادار تناسبات فضایی در شرایط و گروه‌های مختلف است.

برای آزمون درستی این فرضیه‌ها، از آزمون تی (t-test) استفاده می‌شود.

٤- ۲. گام‌های تحلیلی

۱. بررسی نرمال بودن داده‌ها:

مهم‌ترین پیش‌نیاز استفاده از آزمون آنالیز واریانس و آزمون تی، توزیع نرمال داده‌هاست. ازآنجاکه حجم نمونه در هر گروه کمتر از ۳۰ عضو دارد، از آزمون شاپیرو-ویک برای سنجش نرمال بودن داده‌ها استفاده می‌شود. نتایج این آزمون نشان خواهد داد که آیا فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها در هر دوره تاریخی تأیید می‌گردد یا خیر.

۲. بررسی همگنی واریانس‌ها:

در صورت تأیید نرمال بودن داده‌ها، لازم است شرط برابری واریانس در میان دوره‌های سه‌گانه نیز احراز شود. برای این منظور، آزمون لون (Levene's Test) به کار می‌رود

تا مشخص گردد آیا واریانس‌ها در سه دوره تاریخی برای هر یک از متغیرها (حیاط، اتاق و پذیرایی) برابرند یا خیر.

۳. اجرای آزمون آنالیز واریانس و آزمون تی:

در صورت تأیید هر دو شرط (نرمال بودن داده‌ها و برابری واریانس‌ها)، از آزمون آنالیز واریانس برای بررسی فرضیه نخست، و از آزمون تی برای بررسی سایر فرضیه‌ها استفاده می‌شود. نرم‌افزارR محیط محاسبات آماری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها را فراهم نموده و نتایج کمی و گرافیکی آزمون‌ها از طریق این نرم‌افزار گزارش خواهد شد.

با توجه به ساختار داده‌ها (ابعاد فضایی و نسبت‌های هندسی) و روش‌های آماری منتخب، پژوهش حاضر می‌کوشد تا ضمن بررسی نرمال بودن داده‌ها و برابری واریانس در دوره‌های مختلف، درستی فرضیه‌های طرح‌شده پیرامون تناسبات فضایی خانه‌های تاریخی قم را ارزیابی کند. نتایج این تحلیل‌ها تصویر روشنی از میزان همسانی یا تفاوت الگوهای هندسی در سه دوره تاریخی ارائه خواهد داد و درک عمیق‌تری از روش‌های طراحی گذشته در اختیار پژوهشگران و معماران معاصر قرار می‌دهد.

۵. مطالعات و بررسی‌ها

شهر تاریخی قم، علی‌رغم برخورداری از ویژگی‌های منحصربه‌فرد و عناصر ارزشمند، تاکنون آن‌طور که باید مورد توجه قرار نگرفته است. خانه‌های تاریخی این شهر، نمود عینی معماری همساز با اقلیم و متناسب با فرهنگ جامعه بوده و در پیوندی خلاق با بستر طبیعی، فضای زیستی منحصربه‌فردی را برای ساکنان خود فراهم می‌آورند. چنین آثاری، بازتاب اندیشه و بنیان‌های نظری معماران گذشته است و شناخت و بازخوانی آن‌ها، علاوه بر معرفی دستاوردهای ارزشمند گذشته، می‌تواند زمینه‌ساز خلق معماری هویت‌مند در آینده باشد.

در خانه‌های سنتی قم، همخوانی با اقلیم دشوار منطقه، از ویژگی‌های بارز به شمار می‌رود؛ از جمله از طریق ایجاد حیاط‌های عمیق با باغچه و حوض در مرکز، طراحی فضاهای نیمه‌باز ایوان، بهره‌گیری از بادگیر در بخش تابستان‌نشین و جهت‌گیری مناسب بنا. همچنین، سه «رون» متداول در معماری سنتی ایران (راسته، اصفهانی، و کرمانی) در این خانه‌ها قابل‌مشاهده است (بیات، زجاجی، و امیدواریان ۱۴۰۱).

جهت انجام این پژوهش، فهرستی از مهم‌ترین خانه‌های تاریخی قم تهیه شد. از میان آن‌ها، ۲۳ خانه که بیشترین اشاره را در منابع معماری گذشته داشته‌اند، به‌صورت تصادفی ساده برای بررسی و مطالعات دقیق‌تر برگزیده شدند. معیار اولیه انتخاب، جایگاه ویژه این خانه‌ها در میراث معماری قم بود و نکته مشترک همه آن‌ها، وجود سه فضای اصلی حیاط، اتاق، و پذیرایی است. بدیهی است مطالعه و تحلیل سایر خانه‌های ارزشمند این شهر در دسته‌بندی‌های گوناگون، می‌تواند برای دستیابی به نتایجی جامع‌تر مفید باشد و به‌عنوان پیشنهادی برای پژوهش‌های آینده مطرح می‌شود.

۵-۱. انتخاب نمونه‌ها و برداشت داده‌ها

برای بررسی تحلیلی تناسبات فضایی در خانه‌های تاریخی قم، ابتدا فهرستی از بناهای شاخص در دوره‌های زمانی مختلف (قاجار، اواخر قاجار، و پهلوی) تهیه شد. ملاک اصلی گزینش، تنوع در دوره ساخت، گونه‌شناسی فضایی (تعداد حیاط) و اهمیت معماری هر بنا در اسناد و منابع تاریخی بود. در مجموع، ۲۳ خانه به‌صورت هدفمند و بر اساس تنوع کالبدی انتخاب گردید تا تنوعی مطلوب در نمونه‌ها حاصل شود. بناهایی با تعداد یک، دو، و سه حیاط در بازه‌های زمانی مختلف، گستردگی مناسبی از گونه‌های معماری مسکونی قم را برای این مطالعه فراهم کردند.

اندازه‌گیری فضاهای هر بنا پیش‌تر در قالب یک پروژه میدانی توسط گروه دیگری انجام شده بود. پژوهش حاضر از مستندات و نقشه‌های حاصل از آن برداشت‌های میدانی جهت اندازه گیری فضاهای اصلی شامل حیاط (H)، پنج‌دری (F)، سه‌دری (T)، و اتاق (R) استفاده نموده و پس از انجام اصلاحات و تکمیل احتمالی نقشه‌ها، داده‌های مربوط به ابعاد فضاها شامل طول (a)، عرض (b)، ارتفاع (h)، و مساحت (S) را وارد روند تحلیلی خود کرده است. به‌منظور سنجش تناسبات فضایی در پلان و مقطع، سه نسبت طول به عرض (a/b)، ارتفاع به طول (h/a)، و ارتفاع به عرض (h/b) نیز از اطلاعات موجود استخراج گردید تا تصویری دقیق از روابط هندسی فضاها ارائه شود. مستندات مربوط به این بخش در جدول ۱ قابل‌ملاحظه است.

در این پژوهش، اندازه‌گیری فضاها بر مبنای ابعاد داخلی آنها انجام گرفته است، به این معنا که جرزها در محاسبات لحاظ نشده‌اند. این انتخاب به دلیل تأکید بر اهمیت فضاهای داخلی در شکل‌دهی به محیط زیست انسان و تأثیر آنها بر تجربه فضایی بوده است. از منظر هندسه و تناسبات معماری، آنچه درک مستقیم کاربران از فضا را شکل می‌دهد، ابعاد و مقیاس‌های مشهود داخلی است که بر کیفیت فضایی و عملکرد محیط تأثیرگذارند. با این حال، بررسی جرزها و تناسبات حاصل از آن‌ها، از جمله رابطه میان ضخامت دیوارها و سازماندهی فضایی، می‌تواند در پژوهش‌های آتی به‌عنوان حوزه‌ای مستقل مورد مطالعه قرار گیرد و به تحلیل جامع‌تری از ساختار فضایی معماری بینجامد.

جدول ۱. مشخصات نمونه‌های مورد مطالعه، ابعاد فضاها و نسبت‌ها، بر اساس دوره‌های زمانی سه‌گانه قاجار، اواخر قاجار، و پهلوی

بازه زمانی	ردیف	نام بنا	نام فضا	مساحت	طول	عرض	ارتفاع	نسبت طول به عرض	نسبت ارتفاع به طول	نسبت ارتفاع به عرض
				S	a	b	h	a/b	h/a	h/b
قاجار	۱	حرم پناهی	H1	401.71	26.31	15.27	5.04	1.72	0.19	0.33
			H2	39.35	7.31	5.38	5.84	1.36	0.80	1.09
			H3	44.45	8.31	5.35	5.00	1.55	0.60	0.93
			T1	24.69	6.02	4.10	4.00	1.47	0.66	0.98
			T2	25.05	5.19	4.83	4.00	1.07	0.77	0.83
	۲	روحانی (سید صادق)	H1	158.86	12.61	12.60	6.05	1.00	0.48	0.48
			H2	31.54	5.81	5.43	4.00	1.07	0.69	0.74
			T	20.88	5.80	3.60	4.50	1.61	0.78	1.25
			R	21.11	4.67	4.52	4.50	1.03	0.96	1.00
	۳	فیض	H	60.39	8.60	7.02	6.38	1.23	0.74	0.91
			T1	15.58	4.10	3.80	4.48	1.08	1.09	1.18
			T2	12.83	3.60	3.56	4.48	1.01	1.24	1.26
			R	28.51	6.34	4.50	2.93	1.41	0.46	0.65
	٤	نیازمند	H	325.94	20.61	15.81	6.70	1.30	0.33	0.42
			R1	23.41	5.85	4.00	4.86	1.46	0.83	1.22
			R2	27.41	7.94	3.45	4.86	2.30	0.61	1.41
اواخر قاجار	۵	بروجردی	H1	413.48	21.88	18.91	5.55	1.16	0.25	0.29
			H2	146.52	12.19	12.02	5.00	1.01	0.41	0.42
			T1	28.26	6.77	4.17	4.49	1.62	0.66	1.08
			T2	35.58	7.97	4.47	1.27	1.78	0.16	0.28

بازه زمانی	ردیف	نام بنا	نام فضا	مساحت	طول	عرض	ارتفاع	نسبت طول به عرض	نسبت ارتفاع به طول	نسبت ارتفاع به عرض
				S	a	b	h	a/b	h/a	h/b
اواخر قاجار	٦	توکلی	H	165.08	13.03	12.70	6.32	1.03	0.49	0.50
			T1	28.38	7.24	3.91	4.40	1.85	0.61	1.13
			T2	29.55	7.66	3.85	4.30	1.99	0.56	1.12
			R	28.82	7.44	3.87	4.40	1.92	0.59	1.14
	۷	چاووشی	H	175.46	15.10	11.62	5.80	1.30	0.38	0.50
			R1	26.65	6.58	4.05	4.07	1.62	0.62	1.00
			R2	11.02	3.80	2.90	4.30	1.31	1.13	1.48
			R3	22.00	6.50	3.39	4.30	1.92	0.66	1.27
	۸	خانم بالا	H	105.87	11.60	9.13	5.35	1.27	0.46	0.59
			T1	10.31	3.52	2.93	3.70	1.20	1.05	1.26
			T2	13.05	3.90	3.35	3.30	1.16	0.85	0.99
			R1	14.45	4.63	3.10	3.70	1.49	0.80	1.19
			R2	14.51	4.68	3.10	3.70	1.51	0.79	1.19
	۹	دربهشتی	H	109.21	10.99	9.94	6.38	1.11	0.58	0.64
			T1	20.56	5.71	3.60	4.38	1.59	0.77	1.22
			T2	9.51	3.66	2.59	3.41	1.41	0.93	1.32
			T3	10.08	3.36	3.00	3.41	1.12	1.01	1.14
			T4	8.27	3.43	2.41	3.41	1.42	0.99	1.41
	۱۰	حائری	H1	487.58	23.09	21.11	7.25	1.09	0.31	0.34
			H2	115.99	11.71	9.91	7.25	1.18	0.62	0.73
			R1	67.83	10.41	6.51	5.5	1.60	0.53	0.84
			R2	53.72	8.24	6.52	5.5	1.26	0.67	0.84
			R3	58.54	8.3	7.06	4.55	1.18	0.55	0.64
			R4	67.17	10.1	6.65	4.55	1.52	0.45	0.68

بازه زمانی	ردیف	نام بنا	نام فضا	مساحت	طول	عرض	ارتفاع	نسبت طول به عرض	نسبت ارتفاع به طول	نسبت ارتفاع به عرض
				S	a	b	h	a/b	h/a	h/b
اواخر قاجار	۱۱	روحانی (حاج باقر)	H1	473.64	23.00	20.59	4.56	1.12	0.20	0.22
			H2	292.07	23.00	12.70	5.70	1.81	0.25	0.45
			F	19.20	6.00	3.20	2.61	1.88	0.44	0.82
			T1	15.67	4.75	3.30	2.61	1.44	0.55	0.79
			T2	32.90	7.80	4.21	2.61	1.85	0.33	0.62
			T3	19.91	6.65	2.99	4.49	2.22	0.68	1.50
			T4	17.37	5.18	3.36	4.49	1.54	0.87	1.34
	۱۲	زند (حاج علی قلی)	H	175.80	14.67	11.98	6.50	1.22	0.44	0.54
			F	34.90	8.27	4.22	5.00	1.96	0.60	1.18
			T1	27.54	6.46	4.26	4.00	1.52	0.62	0.94
			T2	33.39	6.76	4.94	4.30	1.37	0.64	0.87
			T3	12.95	3.83	3.39	-	1.13	-	-
			R	21.05	4.92	4.30	4.30	1.14	0.87	1.00
	۱۳	زند (حاج محمد)	H	294.16	20.78	14.16	7.50	1.47	0.36	0.53
			F	37.60	8.51	4.42	5.00	1.93	0.59	1.13
			T1	21.55	4.90	4.40	5.00	1.11	1.02	1.14
			T2	33.83	6.77	4.99	5.00	1.36	0.74	1.00
	۱۴	شاکری	H1	209.6	14.99	13.98	6.86	1.07	0.46	0.49
			H2	48.12	7.22	6.67	6.86	1.08	0.95	1.03
			T1	22.72	6.01	3.77	3.03	1.59	0.50	0.80
			T2	26.38	6.36	4.13	5.18	1.54	0.81	1.25
			T3	22.37	6.46	3.46	5.27	1.87	0.82	1.52
	۱۵	ضاد (زاد)	H	265.09	19.00	13.95	6.38	1.36	0.34	0.46
			T1	28.83	6.20	4.65	4.70	1.33	0.76	1.01
			T2	29.62	6.30	4.70	4.70	1.34	0.75	1.00
			T3	27.93	6.98	4.00	4.70	1.75	0.67	1.18

بازه زمانی	ردیف	نام بنا	نام فضا	مساحت	طول	عرض	ارتفاع	نسبت طول به عرض	نسبت ارتفاع به طول	نسبت ارتفاع به عرض
				S	a	b	h	a/b	h/a	h/b
	۱۶	مولوی	H	203.67	15.69	12.98	6.14	1.21	0.39	0.47
			R1	19.93	6.42	3.11	3.86	2.06	0.60	1.24
			R2	15.64	4.40	3.55	3.86	1.24	0.88	1.09
			R3	19.39	5.05	3.83	3.82	1.32	0.76	1.00
اواخر قاجار	۱۷	یزدان پناه	H1	289.6	18.97	15.27	6.6	1.24	0.35	0.43
			H2	62.37	9.61	6.49	6.6	1.48	0.69	1.02
			H3	80.1	12.14	6.60	6.6	1.84	0.54	1.00
			T1	17.99	5.21	3.45	4.3	1.51	0.83	1.25
			T2	26.91	7.38	3.66	4.3	2.02	0.58	1.17
			T3	18.99	5.25	3.62	4	1.45	0.76	1.10
			T4	25.32	7.00	3.62	4	1.93	0.57	1.10
			R1	27.97	7.50	3.73	4.3	2.01	0.57	1.15
			R2	19.57	5.02	3.90	4.3	1.29	0.86	1.10
	۱۸	جنتی	H	189.79	14.60	13.00	3.80	1.12	0.26	0.29
			R1	15.56	4.87	3.20	3.72	1.52	0.76	1.16
			R2	14.41	4.88	2.95	3.72	1.65	0.76	1.26
پهلوی	۱۹	سرکشیک زاده	H	97.65	11.29	8.64	6.31	1.31	0.56	0.73
			R1	17.21	5.20	3.31	4.05	1.57	0.78	1.22
			R2	17.68	5.20	3.40	4.05	1.53	0.78	1.19
			R3	15.35	4.35	3.53	3.66	1.23	0.84	1.04
	۲۰	طهماسبی	H	133.33	11.60	11.49	5.60	1.01	0.48	0.49
			T	25.48	6.00	4.25	3.45	1.41	0.58	0.81
			R1	20.03	5.72	3.50	3.45	1.63	0.60	0.99
			R2	20.86	5.15	4.05	3.64	1.27	0.71	0.90
			R3	20.39	5.10	4.00	3.64	1.28	0.71	0.91

بازه زمانی	ردیف	نام بنا	نام فضا	مساحت	طول	عرض	ارتفاع	نسبت طول به عرض	نسبت ارتفاع به طول	نسبت ارتفاع به عرض
				S	a	b	h	a/b	h/a	h/b
پهلوی	۲۱	گلپایگانی	H	63.00	7.00	9.00	6.10	0.78	0.87	0.68
			R1	29.93	8.20	3.65	4.00	2.25	0.49	1.10
			R2	15.00	5.00	3.00	4.00	1.67	0.80	1.33
			R3	19.07	5.30	3.60	3.90	1.47	0.74	1.08
	۲۲	لاجوردی زاده	H1	175.20	14.18	12.35	5.80	1.15	0.41	0.47
			H2	68.91	10.23	6.74	5.80	1.52	0.57	0.86
			T1	16.72	5.37	3.11	3.50	1.73	0.65	1.13
			T2	20.83	5.48	3.81	3.50	1.44	0.64	0.92
			T3	26.20	6.85	3.80	3.50	1.80	0.51	0.92
			T4	12.48	3.96	3.15	3.10	1.26	0.78	0.98
			R1	15.23	4.87	3.13	3.10	1.56	0.64	0.99
			R2	7.68	3.09	2.48	3.10	1.25	1.00	1.25
	۲۳	موحدی	H	144.63	12.47	11.60	5.90	1.08	0.47	0.51
			R1	14.81	4.00	3.70	4.10	1.08	1.03	1.11
			R2	14.90	4.02	3.71	4.10	1.08	1.02	1.11
			R3	21.08	5.28	3.99	4.10	1.32	0.78	1.03

نظر به اینکه بخش مهمی از هویت کالبدی و اصول زیبایی‌شناسی خانه‌های تاریخی قم در همین تناسبات ریشه دارد، تحلیل داده‌های مستندشده نشان‌دهنده روش‌های طراحی و تکنیک‌های ساخت سازندگان گذشته است. افزون بر آن، تنوع قابل‌ملاحظه در تعداد حیاط‌ها، بازه‌های زمانی ساخت و نوع فضاهای کالبدی، بستر مناسبی برای مقایسه تطبیقی میان بناهای گوناگون و ارائه الگوهایی برای طراحی معاصر، به‌ویژه در اقلیم گرم و خشک قم، فراهم می‌آورد. بر مبنای این اطلاعات، یک چهارچوب نظام‌مند برای شناسایی، دسته‌بندی و تحلیل الگوهای تناسب در خانه‌های تاریخی شهر قم شکل گرفته که قابلیت گسترش و تعمیم به دیگر مناطق را نیز داراست.

٦. یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر از نرم‌افزار R برای تحلیل و بررسی داده‌ها استفاده شده است. برای تعیین نوع آزمون مورد استفاده برای فرضیه‌های پژوهش ابتدا نرمال بودن داده‌ها در هر دوره برای هر متغیر به طور مجزا مورد بررسی قرار گرفته است. تأیید این فرض اجازه می‌دهد تا محقق از آزمون‌های پارامتری آماری همانند آنالیز واریانس استفاده کند. نتایج حاصل از بررسی نرمال بودن داده‌های مربوط به خانه‌های تاریخی با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک در جدول ۲ آمده است. با تأیید نرمال بودن توزیع داده‌ها فرض برابری واریانس را برای هر دوره و متغیر با استفاده از آزمون لون مورد سنجش قرار می‌گیرد . نتایج این آزمون در جدول ۳ گزارش شده است. با تائید یکسان بودن واریانس، می‌توان برای بررسی فرضیه‌ها از آزمون تی و آنالیز واریانس استفاده کرد. بررسی‌های آماری بر روی داده‌های بدست آمده نتایج زیر را در پی داشته است که در ادامه اشاره می‌گردد.

٦-١. آزمون شاپیرو ویک

به‌منظور آزمون فرضیه‌های این پژوهش، ابتدا باید نرمال یا غیرنرمال بودن داده‌های مربوط به فرضیات بررسی شود؛ سپس با استفاده از نتایج، یکی از روش‌های آماری پارامتری یا ناپارامتری مناسب برای آزمودن فرضیه‌ها انتخاب شود. این آزمون با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شده است، یعنی اگر مقدار سطح معناداری کمتر از ۰،۰۵ نباشد توزیع داده‌ها نرمال است.

جدول ۲. نتایج آزمون شاپیرو ویک

توزیع مشاهدات از توزیع نرمال پیروی میکند. $H_0 : \rho = 0$

توزیع مشاهدات از توزیع نرمال پیروی نمی‌کند. $H_1 : \rho \neq 0$

دوره	فضا	متغیر	نتیجه آزمون	سطح معنیداری (Sig)
قاجار	پذیرایی	طول/عرض	0/826	0/13
		ارتفاع/طول	0/883	0/324
		ارتفاع/عرض	0/866	0/252
	اتاق	طول/عرض	0/902	0/443
		ارتفاع/طول	0/97	0/839
		ارتفاع/عرض	0/98	0/903
	حیاط	طول/عرض	0/966	0/867
		ارتفاع/طول	0/937	0/612
		ارتفاع/عرض	0/923	0/490
اواخر قاجار	پذیرایی	طول/عرض	0/958	0/302
		ارتفاع/طول	0/966	0/467
		ارتفاع/عرض	0/955	0/248
	اتاق	طول/عرض	0/905	0/082
		ارتفاع/طول	0/938	0/299
		ارتفاع/عرض	0/98	0/953
	حیاط	طول/عرض	0/908	0/081
		ارتفاع/طول	0/972	0/940
		ارتفاع/عرض	0/938	0/296
پهلوی	پذیرایی	طول/عرض	0/949	0/706
		ارتفاع/طول	0/921	0/440
		ارتفاع/عرض	0/92	0/427
	اتاق	طول/عرض	0/923	0/211
		ارتفاع/طول	0/932	0/294
		ارتفاع/عرض	0/97	0/862
	حیاط	طول/عرض	0/976	0/940
		ارتفاع/طول	0/971	0/901
		ارتفاع/عرض	0/941	0/594

باتوجه به نتایج جدول ۲، سطح معنی‌داری در همه موارد از ۰،۰۵ بیشتر است بنابراین فرضیه صفر یعنی نرمال بودن داده‌ها تأیید و فرضیه مقابل که بیانگر غیرنرمال بودن داده‌ها می‌باشد؛ رد می‌شود. لذا با توجه به نرمال بودن داده‌ها برای پاسخ به فرضیه‌های پژوهش می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده کرد.

در اینجا به دلیل مقایسه سه دوره تاریخی از آزمون آنالیز واریانس استفاده می‌شود. برای به‌کارگیری این آزمون ابتدا باید یکی از پیش‌فرض‌های آزمون آنالیز واریانس که برابری واریانس‌ها یا همگنی واریانس‌ها است بررسی گردد. این پیش‌فرض می‌گوید که واریانس داده‌ها در تمام گروه‌های مقایسه شده تقریباً برابر باشد. از آزمون لون برای صحت‌سنجی برابری واریانس‌ها در سه دوره تاریخی کمک می‌گیریم. براساس جدول ۳ سطح معنی‌داری در همه موارد بالاتر از ۰،۰۵ است لذا فرض برابری واریانس‌ها در سطح ۰،۹۵ مورد تائید واقع می‌شود.

جدول ۳. نتایج آزمون لون

فضا (در سه دوره)	متغیر	نتیجه آزمون	سطح معنیداری (Sig)
پذیرایی	طول/عرض	0/167	0/847
	ارتفاع/طول	1/171	0/321
	ارتفاع/عرض	1/257	0/296
اتاق	طول/عرض	0/420	0/661
	ارتفاع/طول	0/758	0/477
	ارتفاع/عرض	334/	0/221
حیاط	طول/عرض	0/915	0/411
	ارتفاع/طول	0/260	0/773
	ارتفاع/عرض	1/435	0/254

٦-٢. بررسی فرضیه‌های پژوهش

اکنون چهار فرضیه مطرح شده با استفاده از داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد:

بر این اساس، فرض اول، یعنی برابری تناسبات در سه دوره تاریخی با استفاده از آزمون آنالیز واریانس بررسی گردید. نتایج در جدول ۴ گزارش شده است. براساس این جدول تفاوتی بین تناسبات در سه دوره وجود ندارد. به این معنی که نسبت تناسبات در پذیرایی (پنج دری و سه دری)، اتاق و حیاط در سه دوره تاریخی تقریباً مشابه هم بوده و تفاوت چشمگیری نداشته‌اند.

جدول ٤. نتایج آزمون آنالیز واریانس

فضا (سه دوره)	متغیر	نتیجه آزمون	سطح معنی‌داری (Sig)
پذیرایی	طول/عرض	3/09	0/06
	ارتفاع/طول	2/51	0/09
	ارتفاع/عرض	0/04	0/97
اتاق	طول/عرض	0/06	0/94
	ارتفاع/طول	1/18	0/32
	ارتفاع/عرض	1/52	0/23
حیاط	طول/عرض	0/62	0/54
	ارتفاع/طول	1/69	0/2
	ارتفاع/عرض	2/73	0/08

فرضیه دوم: خانه‌های تاریخی شهر قم در دوره‌های مد نظر از تناسبات طلایی (۱،۶۱۸) پیروی می‌کنند.

برای بررسی این فرضیه از آزمون تی تک نمونه استفاده می‌شود. بر اساس نتایج حاصله که در جدول ۵ گزارش شده است، اتاق‌ها در دوره قاجار، پذیرایی و اتاق در اواخر قاجار، و پذیرایی و اتاق در دوره پهلوی از تناسبات طلایی پیروی می‌کنند.

جدول ۵. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای بررسی فرضیه دوم تناسبات طلایی

دوره	متغیر نسبت طول به عرض	میانگین	انحراف معیار	آماره آزمون	درجه آزادی	فاصله اطمینان ۹۵٪ جهت اختلاف میانگین و مقدار آزمون		سطح معنی‌داری (Sig)
						کران پایین	کران بالا	
قاجار	پذیرایی	1/25	0/27	-3/04	4	0/91	1/59	0/04
	اتاق	1/55	0/54	-0/25	3	0/7	2/4	0/82
	حیاط	1/32	0/26	-3/09	6	1/08	1/56	0/02
اواخر قاجار	پذیرایی	1/56	0/3	-1/02	28	1/45	1/68	0/32
	اتاق	1/49	0/28	-1/94	16	1/34	1/63	0/07
	حیاط	1/21	0/2	-8/45	16	1/1	1/31	0/00
پهلوی	پذیرایی	1/64	0/27	0/25	7	1/42	1/87	0/81
	اتاق	1/5	0/32	-1/44	14	1/32	1/68	0/17
	حیاط	1/28	0/31	-3/33	8	1/04	1/51	0/01

فرضیه سوم: خانه‌های تاریخی شهر قم در دوره‌های مدنظر از تناسبات مستطیل زرین ایرانی (۱،۷۳) پیروی می کنند.

به‌منظور پاسخ به این فرضیه از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ٦. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای بررسی فرضیه سوم تناسبات مستطیل زرین ایرانی

دوره	متغیر نسبت طول به عرض	میانگین	انحراف معیار	آماره آزمون	درجه آزادی	فاصله اطمینان ۹۵٪ جهت اختلاف میانگین و مقدار آزمون		سطح معنی‌داری (Sig)
						کران پایین	کران بالا	
قاجار	پذیرایی	1/25	0/27	-3/71	4	0/91	1/59	0/02
	اتاق	1/55	0/54	-0/55	3	0/7	2/4	0/62
	حیاط	1/32	0/26	-3/94	6	1/08	1/56	0/01
اواخر قاجار	پذیرایی	1/56	0/3	-2/5	28	1/45	1/68	0/02
	اتاق	1/49	0/28	-3/15	16	1/34	1/63	0/01
	حیاط	1/21	0/2	-10/13	16	1/1	1/31	0/00
پهلوی	پذیرایی	1/64	0/27	-0/61	7	1/42	1/87	0/56
	اتاق	1/5	0/32	-2/43	14	1/32	1/68	0/03
	حیاط	1/28	0/31	-4/13	8	1/04	1/51	0/00

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۶ مشاهده می‌شود که اتاق‌های دوره قاجار و پذیرایی‌های دوره پهلوی از مستطیل زرین ایرانی پیروی می‌کنند و در سایر موارد چون سطح معناداری آزمون کمتر از ۰٫۰۵ می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که این فرضیه تأیید نشده و نسبت طول به عرض برابر با ۱/۷۳ نمی‌باشد.

فرضیه چهارم: خانه‌های تاریخی شهر قم در دوره‌های مدنظر از تناسبات گز و پیمون (۱٫۰۶۶) پیروی می‌کنند.

بر اساس جدول ۷ که نتایج آزمون تی برای بررسی فرضیه چهارم است، پذیرایی و اتاق در دوره قاجار و حیاط در دوره پهلوی از تناسب گز و پیمون تبعیت می‌کنند.

جدول ۷. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای بررسی فرضیه چهارم تناسبات گز و پیمون

دوره	متغیر نسبت طول به عرض	میانگین	انحراف معیار	آماره آزمون	درجه آزادی	فاصله اطمینان ۹۵٪ جهت اختلاف میانگین و مقدار آزمون		سطح معنی‌داری (Sig)
						کران پایین	کران بالا	
قاجار	پذیرایی	1/25	0/27	1/51	4	0/91	1/59	0/21
	اتاق	1/55	0/54	1/81	3	0/7	2/4	0/17
	حیاط	1/32	0/26	2/62	6	1/08	1/56	0/04
اواخر قاجار	پذیرایی	1/56	0/3	8/95	28	1/45	1/68	0/00
	اتاق	1/49	0/28	6/24	16	1/34	1/63	0/00
	حیاط	1/21	0/2	2/87	16	1/1	1/31	0/01
پهلوی	پذیرایی	1/64	0/27	6/08	7	1/42	1/87	0/00
	اتاق	1/5	0/32	5/22	14	1/32	1/68	0/00
	حیاط	1/28	0/31	2/09	8	1/04	1/51	0/07

۷. نتیجه‌گیری

در این پژوهش، هدف اصلی واکاوی و تحلیل تناسبات هندسی در معماری خانه‌های تاریخی قم طی سه دوره قاجار، اواخر قاجار و پهلوی بوده است. بدین منظور، ابعاد و نسبت‌های فضایی ۲۳ خانه منتخب استخراج و با استفاده از آزمون‌های آماری مختلف (آزمون شاپیرو–ویک، آزمون لون، آزمون تی تک نمونه‌ای و آنالیز واریانس) تحلیل شدند. یافته‌ها نشان دادند که اصول بنیادین هندسه و تناسبات، در کنار الگوهای سنتی اسلامی–ایرانی، طی این سه دوره تداوم داشته و در برخی موارد، با تناسبات طلایی، مستطیل زرین ایرانی و گز و پیمون هم‌خوانی قابل‌توجهی دارند.

بررسی و تحلیل تناسبات هندسی در خانه‌های تاریخی قم طی سه دوره قاجار، اواخر قاجار و پهلوی نشان می‌دهد که اصول کلی در به‌کارگیری هندسه و تناسبات، کمابیش در تمامی این دوره‌ها پایدار بوده است. یافته‌های آماری حاکی از آن است که اگرچه در جزئیات ابعادیِ فضاهای اصلی (ازجمله حیاط، اتاق، پنج‌دری و سه‌دری) تفاوت‌های اندکی دیده می‌شود، اما در مجموع، میانگین نسبت طول به عرض در سه دوره چندان تغییر چشمگیری نداشته است. این پایداری، گواه آن است که معماران سنتی قم –با گذشت زمان و ورود اندیشه‌های نو– همچنان به اصول هندسی ریشه‌دار و تجربه‌های پیشینیان خود پایبند بوده‌اند.

نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که الگوهای تناسبات فضایی در سه دوره تاریخی مورد بررسی در شهر قم از همگرایی نسبی برخوردار بوده و تفاوت‌های معناداری میان آن‌ها مشاهده نمی‌شود. بااین‌حال، میزان انطباق فضاهای مختلف با سیستم‌های شناخته‌شده تناسباتی، نظیر تناسبات طلایی (۱٫۶۱۸)، مستطیل زرین ایرانی (۱٫۷۳) و گز و پیمون (۱٫۰۶۶)، در هر دوره متفاوت است:

دوره قاجار، بیشترین هماهنگی را با این نظام‌های تناسبی نشان می‌دهد؛ به‌ویژه، اتاق‌ها علاوه بر پیروی از تناسبات طلایی، با مستطیل زرین ایرانی و گز و پیمون نیز مطابقت قابل‌توجهی دارند. این امر بیانگر دقت معماران قاجار در طراحی فضاهای اقامتی و نشیمن است. در دوره اواخر قاجار، نسبت‌های فضایی پذیرایی و اتاق‌ها عمدتاً با تناسبات طلایی مطابقت دارند، اما انطباق کمتری با مستطیل زرین ایرانی و گز و پیمون مشاهده می‌شود. این موضوع نشان‌دهنده گرایش این دوره به ایجاد زیبایی بصری منطبق بر ذائقه روز که اغلب در قالب نسبت طلایی تعریف می‌شد، است. در دوره پهلوی، بیشترین میزان انطباق در فضاهای پذیرایی با مستطیل زرین ایرانی مشاهده می‌شود، درحالی‌که برخی حیاط‌ها نیز از نظام گز و پیمون تبعیت می‌کنند. این ترکیب،

احتمالاً نتیجه پیوند نگرش سنتی به محاسبات سازه‌ای و تلاش برای حفظ تناسبات مطلوب، در کنار ورود مفاهیم مدرن معماری است.

به‌منظور تسهیل درک نتایج آزمون‌های آماری و میزان تطابق فضاهای مختلف با اصول تناسباتی مذکور، خلاصه‌ای از یافته‌های جداول ۵، ۶ و ۷ در جدول ۸ ارائه شده است. در این جدول، علامت ✓ نشان‌دهنده تأیید انطباق تناسبات با الگوی موردنظر و علامت ✗ بیانگر عدم انطباق آن است.

جدول ۸. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای بررسی فرضیه دوم، سوم و چهارم

دوره	متغیر نسبت طول به عرض	تناسبات طلایی (۱,۶۱۸)	مستطیل زرین ایرانی (۱,۷۳)	گز و پیمون (۱,۰۶۶)
قاجار	پذیرایی	✗	✗	✓
	اتاق	✓	✓	✓
	حیاط	✗	✗	✗
اواخر قاجار	پذیرایی	✓	✗	✗
	اتاق	✓	✗	✗
	حیاط	✗	✗	✗
پهلوی	پذیرایی	✗	✓	✗
	اتاق	✓	✗	✗
	حیاط	✗	✗	✓

۷-۱. تحلیل تناسبات حیاط در معماری دوره‌های مختلف

بررسی تناسبات حیاط در دوره‌های قاجار و اواخر آن نشان می‌دهد که برخلاف فضاهای داخلی مانند اتاق‌های سه‌دری و پنج‌دری که همچنان از الگوهای تناسبی مشخصی تبعیت می‌کردند، ابعاد حیاط‌ها در بسیاری موارد با نظام‌های تناسبی سنتی همچون گز و پیمون، مستطیل طلایی ایرانی یا تناسبات طلایی مطابقت ندارند. این تفاوت، پرسش‌هایی را درباره منطق طراحی حیاط‌ها در معماری این دوره‌ها مطرح می‌کند که بررسی آن در پژوهش‌های آینده ضروری است.

از جمله فرضیه‌های قابل بررسی، تغییر شیوه‌های طراحی در اواخر قاجار، تأثیر شرایط اجتماعی و اقتصادی، کاهش نقش استادکاران در تنظیم تناسبات، و ورود تدریجی الگوهای طراحی جدید است. علاوه بر این، ممکن است تفاوت عملکردی و مقیاسی میان حیاط و فضاهای داخلی، در تعیین ابعاد آن نقش کلیدی داشته باشد. برخلاف اتاق‌ها که به دلیل نیازهای سازه‌ای و عملکردی، پایبند اصول تناسبی خاصی بوده‌اند، حیاط‌ها به عنوان فضاهای باز، احتمالاً بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی، محدودیت‌های زمین و تغییر نیازهای زیستی ساکنان شکل گرفته‌اند.

در دوره پهلوی، بازگشت به نظام تناسبی گز و پیمون در طراحی حیاط‌ها مشاهده می‌شود که می‌تواند نشان‌دهنده تلاش برای استانداردسازی معماری و کنترل ابعاد فضاهای باز باشد. این روند، سؤالاتی را درباره تغییرات اصول طراحی در دوره‌های مختلف برمی‌انگیزد. آیا طراحی حیاط‌ها در دوره قاجار و اواخر آن از منطق تناسبی متفاوتی پیروی کرده است؟ یا عوامل دیگری در این تفاوت نقش داشته‌اند؟ این مسائل نیازمند بررسی‌های تطبیقی و تحلیلی دقیق‌تر در پژوهش‌های آینده هستند تا مشخص شود که عدم تبعیت حیاط‌ها از تناسبات رایج، ناشی از تغییر رویکرد طراحی بوده است یا آنکه عوامل اجتماعی، اقلیمی و اقتصادی در این تغییر نقش داشته‌اند.

۷-۲. اهمیت نتایج پژوهش

۷-۲-۱. تثبیت جایگاه هندسه در معماری بومی

نتایج این پژوهش، بار دیگر نقش بنیادین هندسه و تناسبات را در شکل‌گیری فضای معماری ایرانی تأیید می‌کند. تطابق بخش‌هایی از بنا با نظام‌های تناسبی همچون تناسبات طلایی، مستطیل زرین ایرانی و گز و پیمون نشان می‌دهد که هندسه نه‌تنها ابزاری فرعی، بلکه اصل محوری در سازماندهی فضاهای معماری سنتی ایران بوده است. این الگوها، ضمن ایجاد هماهنگی بصری، تأثیر مستقیمی بر عملکرد فضایی و زیباشناختی معماری داشته‌اند.

۷-۲-۲. تحولات تناسبات حیاط در گذر زمان

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که درحالی‌که اتاق‌ها و فضاهای داخلی در دوره‌های مختلف از اصول مشخصی پیروی کرده‌اند، حیاط‌ها در دوره‌های قاجار و اواخر قاجار با هیچ‌یک از نظام‌های تناسبی بررسی‌شده تطابق نداشته‌اند. این امر می‌تواند ناشی از محدودیت‌های زمین، تغییر نیازهای فضایی، یا دگرگونی در شیوه‌های طراحی حیاط در این دوره‌ها باشد. در مقابل، در دوره پهلوی، بازگشت به نظام گز و پیمون در طراحی حیاط‌ها نشانگر گرایش به استانداردسازی فضاهای باز است. این یافته، اهمیت تحلیل عمیق‌تر نقش حیاط در ساختار معماری سنتی ایران را برجسته می‌سازد.

۷-۲-۳. تأکید بر استمرار اندیشه سنتی در بستر تغییرات تاریخی

علی‌رغم تغییرات اقلیمی، فرهنگی و مدیریتی، نتایج نشان می‌دهد که اصول هندسی معماری سنتی در سراسر سه دوره مورد مطالعه تا حد زیادی پایدار باقی مانده‌اند. این یافته، تأکیدی بر استمرار اندیشه‌های معماری سنتی و تأثیر آن‌ها در تداوم هویت فضایی خانه‌های تاریخی است و می‌تواند زمینه‌ای برای مطالعه روندهای تکاملی معماری ایران فراهم کند.

۷-۲-٤. کاربرد در معماری معاصر

شناخت و بازخوانی تناسبات هندسی خانه‌های تاریخی قم، می‌تواند مبنایی برای خلق الگوهای بومی نوین در طراحی و ساخت‌وساز معاصر باشد. در اقلیم گرم و خشک قم، تحلیل این تناسبات به بهینه‌سازی طراحی حیاط‌ها، عمق ایوان‌ها، ارتفاع اتاق‌ها و سازماندهی فضایی ساختمان‌ها کمک کرده و ضمن تأمین آسایش حرارتی و بصری، به حفظ هویت مکانی معماری ایرانی می‌انجامد. این یافته‌ها، همچنین می‌توانند در سیاست‌گذاری‌های شهری و احیای بافت‌های تاریخی مورد استفاده قرار گیرند.

۷-۳. پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی

۷-۳-۱. گسترش دامنه مطالعات و تعمیق تحلیل‌های تطبیقی

پیشنهاد می‌شود بررسی تناسبات فضایی در نمونه‌های بیشتری از خانه‌های تاریخی قم و همچنین شهرهای دیگر با اقلیم مشابه انجام شود تا دیدگاه جامع‌تری درباره نظام‌های تناسبی در معماری مناطق گرم و خشک ارائه گردد. به‌ویژه، مطالعه تطبیقی میان خانه‌های تاریخی قم، کاشان، یزد و اصفهان می‌تواند به درک دقیق‌تر اشتراکات و تفاوت‌های منطقه‌ای در به‌کارگیری تناسبات هندسی کمک کند.

۷-۳-۲. تحلیل عمیق‌تر نقش حیاط در نظام تناسبات معماری

نتایج این پژوهش نشان داد که حیاط‌ها در دوره‌های قاجار و اواخر قاجار با هیچ‌یک از نظام‌های تناسبی بررسی‌شده همخوانی نداشتند، درحالی‌که فضاهای داخلی چنین تطابقی را نشان می‌دادند. این مسئله می‌تواند ناشی از عوامل عملکردی، تحولات اجتماعی، محدودیت‌های زمین یا تغییر رویکردهای طراحی باشد. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به بررسی تطبیقی حیاط در بناهای تاریخی دیگر مناطق ایران و دلایل تبعیت یا عدم تبعیت آن از الگوهای شناخته‌شده تناسبات فضایی بپردازد.

۷-۳-۳. ارزیابی تأثیرات فرهنگی، اجتماعی و مدیریتی بر تناسبات معماری

علاوه بر تحلیل‌های کالبدی، ضروری است نقش تحولات فرهنگی، اجتماعی و مدیریتی در تغییر یا حفظ تناسبات فضایی خانه‌های تاریخی قم بررسی شود. مطالعه میان‌رشته‌ای در این زمینه می‌تواند به درک دقیق‌تر این مسئله کمک کند که چرا برخی تناسبات طی سه دوره مورد مطالعه پایدار مانده‌اند، درحالی‌که برخی دیگر دستخوش تغییر شده‌اند.

۷-۳-٤. کاربرد در معماری معاصر و بازتعریف الگوهای بومی

بهره‌گیری از یافته‌های این پژوهش در طراحی معاصر می‌تواند به احیای الگوهای بومی در ساخت‌وساز شهری کمک کند. ضرورت دارد که راهکارهای اجرایی برای به‌کارگیری دوباره تناسبات طلایی، مستطیل زرین ایرانی و گز و پیمون در طراحی بناهای جدید تدوین شود. در این مسیر، می‌توان مبانی هندسی سنتی را با فناوری‌های نوین ساخت ترکیب کرده و در طراحی فضاهای مسکونی و شهری به کار گرفت.

به‌عنوان جمع‌بندی، نتایج این پژوهش تأکید دوباره‌ای بر اهمیت بنیادین هندسه و تناسبات در معماری سنتی ایران دارد. استمرار کاربرد این اصول در دوره‌های مختلف تاریخی نشان‌دهنده جایگاه عمیق این دانش در تفکر معماران ایرانی است. امید می‌رود که تداوم پژوهش در این حوزه، زمینه‌ای برای احیای هویت، معنا و پایداری در معماری معاصر ایران فراهم سازد.

پی‌نوشت

۱. این کتاب توسط رابرت چستری در سال ۵۳۰ هق به لاتین ترجمه شد که می‌توان آن را آغاز رواج علم جبر در اروپا دانست.

۲.به نقل از: سارتون، جورج، مقدمه بر تاریخ علم، ترجمه غلامحسین صدری افشار (تهران، دفتر ترویج علم وابسته به وزارت علوم و آموزش عالی، ۱۳۵۷).

۳. Amer & Gaber

۴. Wang

۵. Telleria Julian

۶. Cohen & Delbeke

۷. Ferwati & Mandour

۸. Sutrisno & Sarwadi
۹. Nesterova
۱۰. Parkhuts
۱۱. Oikonomou
۱۲. جهت مطالعه مقایسه دو اندیشه جهانی و اندیشه اسلامی ایرانی در مورد سیستم تناسبات و همچنین سیستم‌های اندازه‌گیری ر.ک (امان‌پور، طاهباز، و کریمی فرد ۱۳۹۹).
۱۳. جهت مطالعه در مورد اثر نسبت و تناسبات و نسبت های طلایی در فضاهای شهری ر. ک (توسلی ۱۳۷۶، ۱۱۱).
۱۴. در مورد روش ترسیم اشکال مختلف با نسبت طلایی ر.ک (رضوانی ۱۳۸۸، ۵۶).
۱۵. پیرنیا در جهت معرفی پیمون، در مصاحبه (کیهان فرهنگی سال ۱۳۷۱) کتاب قلم‌سیاه عنوان می‌کند: «پیمون، هم در واقع می‌شود بگوییم که در زبان پارسی معادل مدول زبان‌های فرنگی هست. این درواقع ارتباط بین اجزای بنا و اندازه‌های بناست، اعم از طول و عرض و ارتفاع. با توجه به این مسائل –نیارش و پیمون– دیگر لازم نبود هرجایی یک استاد بزرگ داشته باشد. در کنار پیمون –عرض کنم– جفت و پاجفت بود، یعنی به‌وجود آوردن قرینه و برهم زدن قرینه» (حسینیان، سلطان‌زاده، و کلانتر ۱۳۹۹، ۸۹).
۱۶. جهت مطالعه جدول ابعاد در نظام پیمون کوچک و بزرگ ر.ک (بمانیان ۱۳۸۱).

منابع

۱. ابوالقاسمی، لطیف. ۱۳۸۵. *هنجار شکل‌یابی معماری اسلامی ایران*. تدوین توسط به کوشش محمدیوسف کیانی. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
۲. امان‌پور، مریم، منصوره طاهباز، و لیلا کریمی‌فرد. ۱۳۹۹. روش ارزیابی زیبایی نماهای خانه‌های مدرن با روش تناسبات هندسی نمونه مورد: خانه‌های مدرن شهر تهران. *جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)* ۱۰ (۳): ۱۲۱–۱۴۶.
۳. انصاری، مجتبی، هانیه اخوت، و علی‌اکبر تقوایی. ۱۳۹۰. تحقیقی پیرامون سیر تاریخی سیستم‌های تنظیم تناسبات در معماری با تأکید بر ملاحظات کاربردی و زیباشناسی. *کتاب ماه هنر* (۱۵۱): ۴۶–۵۴.
۴. آقازاده، داود، آزیتا بلالی اسکویی، و جاوید آریان. ۱۴۰۲. نمود تناسبات هندسی در فضای حوضخانه، نمونه موردی خانه‌های قاجار در تبریز. *معماری سبز* ۹ (۵): ۶۹–۷۸.
۵. بلیلان، لیدا، و سعید حسن‌پور لمر. ۱۳۹۸. الگوهای هندسی و تناسبات طلایی زبان مشترک معماری و هنر در روستای تاریخی ابیانه. نشریه معماری اقلیم گرم و خشک ۷ (۹): ۴۵–۶۸.
۶. بمانیان، محمدرضا. ۱۳۸۱. مقدمه‌ای بر نقش و کاربرد پیمون در معماری ایرانی. *مدرس هنر* ۱(۱): ۱–۱۰.
۷. بمانیان، محمدرضا، هانیه اخوت، و پرهام بقایی. ۱۳۸۹. *کاربرد هندسه و تناسبات در معماری*. تهران: هله.
۸. بوزجانی، ابوالوفاء محمد بن محمد. ۱۳۹۲. *هندسه ایرانی (کاربرد هندسه در عمل)*. ترجمه‌ی سید علیرضا جذبی. تهران: سروش.
۹. بیات، سوسن، نیلوفر زجاجی، و محمد امیدواریان. ۱۴۰۱. *خانه‌های تاریخی قم*. قم: بوستان کتاب.
۱۰. بیرونی خوارزمی، ابوریحان محمد بن احمد. قرن ۴ ه‍ق. *التفهیم لاوائل صناعه التنجیم*. تهران: انتشارات انجمن آثار ملی.
۱۱. پوراحمدی، مجتبی، مجتبی یوسفی، و مهدی سهرابی. ۱۳۹۰. نسبت طول به عرض حیاط و اتاق‌ها در خانه‌های سنتی یزد: آزمونی برای نظر استاد پیرنیا درباره مستطیل طلایی ایرانی. *هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی* (۴۷): ۶۹–۷۷.
۱۲. پیرنیا، محمدکریم. ۱۳۷۸. *آشنایی با معماری اسلامی ایران، ساختمان‌های درون‌شهری و برون‌شهری*. تهران: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
۱۳. تخمچیان، علی، مینو قره‌بگلو، و احد نژادابراهیمی. ۱۳۹۶. شکل‌گیری فضا در اثر پیوند مفهومی «موسیقی–ریاضی» و معماری (مطالعه موردی: جلوخان و آسمانه گنبدخانه مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان). *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۵ (۱۵): ۱۰۸–۱۲۹.
۱۴. توسلی، محمود. ۱۳۷۶. *قواعد و معیارهای طراحی فضای شهری*. تهران: مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
۱۵. جرموزی، شیما، و سودابه صالحی. ۱۳۹۲. تناسبات زیبا: مقایسه تطبیقی تناسبات ساختاری یکی از قباله‌های ازدواج موجود در گنجینه آستان قدس رضوی با نظام تناسبات متداول در غرب. *گنجینه اسناد* ۲۳ (۲): ۱۲۰–۱۳۷.
۱۶. حسینیان، هیراد، حسین سلطان‌زاده، و سارا کلانتر. ۱۳۹۹. بررسی تأثیر مالوفات ذهنی پیرنیا در ریشه‌یابی واژگان اصول معماری ایرانی–اسلامی. *معماری اقلیم گرم و خشک* ۸ (۱۲): ۸۳–۹۸.
۱۷. حیاتی، حامد، و فرشته خمیسی. ۱۴۰۲. ارزیابی هندسی حیاط مرکزی و تحلیل ساختار فضاهای معماری در اقلیم بومی گرم و مرطوب؛ مطالعه موردی: خانه‌های تاریخی صفوی و قاجار دزفول. *مسکن و محیط روستا* (۱۸۴): ۱۳۵–۱۴۸.

۱۸. خواجه نصیرالدین طوسی. ۶۴۶ ه‍ق. *تحریر اصول اقلیدس*. نسخه الکترونیک تصویر نسخه خطی.
۱۹. خواجه نصیرالدین طوسی. ۶۵۸ ه‍ق. *کشف القناع عن اسرار شکل القطاع*. بی جا: کتابخانه مجلس شورای ملی- نسخه خطی- شماره ۲۳۲۸۲.
۲۰. خوارزمی، محمد بن موسی. ۱۳۶۳. *جبر و مقابله*. ترجمه‌ی حسین خدیوجم. تهران: اطلاعات.
۲۱. خوارزمی، مهسا، و رضا افهمی. ۱۳۸۹. هندسه کاربردی در تزئینات آثار معماری ایران قبل از اسلام. *کتاب ماه علوم و فنون* ۲ (۱۲۹): ۸-۱۳.
۲۲. دهار، علی، و رضا علی‌پور. ۱۳۹۲. تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان جهت تعیین ارتباط هندسی نمازخانه با جلوخان ورودی بنا. *باغ نظر* ۱۰ (۲۶): ۳۳-۴۰.
۲۳. ذاکری، سیدمحمدحسین، آرزو قهرمانی، درسا شهنازی، و اسماعیل بازیار حمزه‌خانی. ۱۳۹۵. آزمون دو نظریه پیمون و مستطیل طلایی ایرانی درخانه‌های دوره قاجار شیراز. *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۴ (۱۰): ۱۶-۳۰.
۲۴. رضازاده اردبیلی، مجتبی، و مجتبی ثابت‌فرد. ۱۳۹۲. بازشناسی کاربرد اصول هندسی در معماری سنتی مطالعه موردی: قصر خورشید و هندسه پنهان آن. *هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی* ۱۸ (۱): ۲۹-۴۴.
۲۵. رضوانی، علیرضا. ۱۳۸۸. *هندازش (کتاب جامع هندسه ترسیمی مسطحه و فضایی)*. مشهد: آهنگ قلم.
۲۶. زمانی، زهرا، مریم اختیاری، و کاوه فتاحی. ۱۴۰۲. بررسی توصیفی و تحلیلی ساختار و المان‌های مقرنس مطابق با مقاله چهارم باب نهم رساله مفتاح الحساب غیاث الدین جمشید کاشانی. *فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی* ۸ (۱): ۲۱-۴۱.
۲۷. سیلوایه، سونیا، خسرو دانشجو، و سعید فرمهین فراهانی. ۱۳۹۱. هندسه در معماری ایرانی پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر ایران. *نقش جهان* ۳ (۱): ۵۵-۶۶.
۲۸. شیخ بهائی، بهاء الدین محمد بن حسین العاملی. ۱۰۰۶ ه‍ق. *خلاصه الحساب*. نسخه الکترونیک تصویر نسخه خطی.
۲۹. ضیایی‌نیا، محمدحسن، و حسن هاشمی زرج‌آباد. ۱۳۹۵. تناسب طلایی و سیستم تناسبات ایرانی-اسلامی در مسجد جامع قائن. *مرمت و معماری ایران* ۶ (۱۱): ۸۹-۹۹.
۳۰. طاهری دمنه، مجید، کوپائی مجلسی، و شیرین طغیانی. ۱۴۰۲. نگاهی بر ارتباط بین تناسبات در نظام آفرینش با تناسبات معماری در بناهای تاریخی اسلامی ایران. *تاریخ* ۱۸ (۶۸): ۳۲۲-۳۴۲.
۳۱. عباسی، نوشین، مریم قاسمی‌سیچانی، نیما ولی‌بیگ، و مهدی سعدوندی. ۱۳۹۸. ارزیابی آرای ریاضیدانان مسلمان (سده دو تا یازدهم هجری‌قمری) در باب ماهیّت هندسه در معماری. *اندیشه معماری* ۳ (۵): ۸۴-۱۰۵.
۳۲. علامه حسن زاده آملی، حسن. ۱۳۶۴. هزار و یک نکته. قم: مرکز نشر فرهنگی رجاء.
۳۳. فرشچیان، امیرحسین، احد نژاد ابراهیمی، و مینو قره بگلو. ۱۴۰۱. جلسات هنرورزی معماران و ریاضی‌دانان مسلمان در جهت کاربست هندسه در معماری دوران اسلامی (قرون چهارم الی یازدهم هجری قمری). *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۱۰ (۴): ۸۲-۱۰۵.
۳۴. قزلباش، محمدرضا، و فرهاد ابوالضیاء. ۱۳۶۴. *الفبای کالبد خانه‌های سنتی یزد به نقل از محمد کریم پیرنیا*. تهران: وزارت برنامه و بودجه، معاونت فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.
۳۵. قیومی بیدهندی، مهرداد، و محمدمهدی عبدالله زاده. ۱۳۹۱. بام و بوم و مردم، بازخوانی و نقد اصول پیشنهادی پیرنیا برای معماری ایرانی. *مطالعات معماری ایران* (۱): ۷-۲۳.
۳۶. لیلاسی مرند، صابره، و آزیتا بلالی اسکویی. ۱۴۰۲. واکاوی نقوش هندسه پایه در معماری از دو منظر کمی و کیفی. *معماری سبز* ۹ (۵): ۱۱-۲۰.
۳۷. مفتخر، زهرا، کورش مومنی، و محمد دیده‌بان. ۱۴۰۰. تناسبات حیاط خانه های سنتی شهر بهبهان (دوره قاجار و پهلوی اول). *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۹ (۳۱): ۶۱-۸۴.
۳۸. ناصری، حسین، کورش عطاریان، و زهرا امینی فارسانی. ۱۴۰۱. بررسی نظریه‌های سیستم تنظیم تناسبات در خانه‌های دورهٔ قاجار خرم‌آباد. *اندیشه معماری* ۶ (۱۱): ۷۳-۸۸.
۳۹. نجَفقلی پور کلانتری، نسیم، ایرج اعتصام، و فرح حبیب. ۱۳۹۶ الف. بررسی هندسه و تناسبات طلائی در معماری ایران (نمونه مطالعاتی: خانه های سنتی شهر تبریز). *مدیریت شهری* (۴۶): ۴۷۷-۴۹۱.
۴۰. نجفقلی پور کلانتری، نسیم، ایرج اعتصام، و فرح حبیب. ۱۳۹۶ ب. تجلی هندسه و تناسبات در بناهای سنتی معماری ایران در سبک آذری محدوده جغرافیایی آذربایجان. *فصلنامه جغرافیایی سرزمین* ۱۴ (۵۴): ۱۱۵-۱۳۰.
۴۱. ندیمی، هادی. ۱۳۷۸. حقیقت نقش. *فرهنگستان علوم* ۶ (۱۴): ۱۹-۳۴.
۴۲. نژاد ابراهیمی، احد، و زیبا سامی. ۱۳۹۷. الگوشناسی تزئینات مقرنس در معماری ابنیهٔ بازار تاریخی تبریز. *مطالعات شهر ایرانی اسلامی* ۸ (۳۱): ۵-۱۷.

۴۳. نوحی بزنجانی، محبوبه، و محسن قاسمی. ۱۳۹۹. واکاوی مفهوم هندسه در معماری سنتی ایران و کاربرد آن در معماری معاصر (نمونه موردی: خانه داروغه شهر مشهد). *معماری شناسی* ۳ (۱۷): ۱۶۵-۱۷۵.
۴۴. هاشمی زرج‌آباد، حسن، محمدحسن ضیایی‌نیا، و حمیدرضا قربانی. ۱۳۹۴. بازخواني تحليل اصول هندسي و تناسب طالیي در مدرسه شوکتیه. *پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران* ۵ (۹): ۲۰۷-۲۲۲.
۴۵. همتی گلیان، عبدالله. ۱۳۸۶. نگرشی به میراث علمی مسلمانان در اسپانیا. *تاریخ اسلام* (۳۰): ۹۱- ۱۰۵.

References

1. Abbasi, N. , M.Ghasemi Sichani, N.Valibeig, and M. Saedvandi. 2019. Evaluation of the Viewpoints of Muslim Mathematicians (2-11 Centuries AK) about the Concept of Geometry in Architecture. *Journal of Architectural Thought 3*(5): 84-105.
2. Abolghasemi, Latif. 2006. *Norms of Forming the Islamic Architecture of Iran.* Compiled by Mohammad Yousef Kiani. Tehran: Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books (SAMT).
3. Aghazadeh, Davud, Azita Belali Oskoui, and Javid Arian. 2023. The Representation of Geometric Proportions in the Space of the Pond; A Case Study of Qajar Houses in Tabriz. *Memari Sabz Quarterly* 9(5): 69-78.
4. Al-Khwarizmi, Mahsa, and Reza Afhami. 2010. Applied Geometry in the Decoration of Pre-Islamic Iranian Architectural Works. *Science and Technology Month Book* 2(129): 8-13.
5. Al-Khwarizmi, Muhammad ibn Musa. 1984. *Algebra and Countermeasures*. Translated by Hossein Khadijom. Tehran: Information Publications.
6. Allameh Hassanzadeh Amoli, Hassan. 1985. *One Thousand and One Points*. Qom: Raja Cultural Publishing Center.
7. Amani, Z, M. Ekhtiari, and K. Fattahi. 2023. Descriptive and Analytical Study of the Structure and Elements of Muqarnas according to the Fourth Article of the Ninth Chapter of Al-Kashi's Meftah al-Hisab Treatise. *CIAUJ* 8 (1) :31-51.
8. Amanpour, M., M. Tahbaz, and L. Karimi Fard. 2020. Evaluating the Beauty of Modern House Facades with Geometric Proportions. Case study: Modern Houses in Tehran. *Geography (Regional Planning) 10*(3-1): 121-146.
9. Amer, I. A., and A. A. A. Gaber. 2019. The Methodology of Design by Geometric Code in Traditional Architecture. *Journal of Al Azhar University Engineering Sector* 14 (50): 259–286.
10. Ansari, Mojtaba, Hanieh Okhovat, and Ali Akbar Taghvaei. 2011. A Research on the Historical Course of Proportion Adjustment Systems in Architecture with Emphasis on Practical and Aesthetic Considerations. *Mah-e-Honar Book* (151): 46-54.
11. Balilan, L. and S. Hasanpour Lomer. 2019. Geometric Patterns and Golden Proportion Common Language Of Architecture and Art in the Abyaneh Village. *Journal of Architecture in Hot and Dry Climate 7*(9): 45-68.
12. Bayat, Susan, Niloufar Zojaji, and Mohammad Omidvarian. 2022. *Historical Houses of Qom*. Qom: Bustan Ketab.
13. Bemanian, Mohammad Reza, Hanieh Okhovat, and Parham Baghaei. 2009. *The Application of Geometry and Proportions in Architecture.* Tehran: Halleh.
14. Bemanian, Mohammad Reza. 2002. An Introduction to the Role and Application of the Paimon in Iranian Architecture. *Modares Honar* 1(1): 1-10.
15. Biruni, Abu Raihan Mohammad ibn Ahmad. 4th Century AH. *Al-Tafheem Le-awael Sana'at-e-Tanjim.* Tehran: National Art Association Publications.
16. Bouzjani, Abu-Al-Vafa Mohammad ibn Mohammad. 2013. Iranian Geometry (Application of Geometry in Practice). Translated by Seyyed Alireza Jazbee. Tehran: Soroush.
17. Cohen, M. A., and M. Delbeke. 2019. *Proportional Systems in the History of Architecture: A Critical Reconsideration*.
18. Dahar, A. and R. Alipour. 2013. Geometrical Analysis of Architecture of Sheik Lotfollah Mosque to Find the Geometrical Relations Between its Prayer Hall and the Entrance. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar 10*(26): 33-40.

19. Daneshjoo, K, and S. Farmahin Farahani. 2013. Geometry in Pre-Islamic Iranian Architecture and its Manifestation in Contemporary IranianArchitecture. *Naqshejahan* 3(1): 55-66.
20. Farshchian, A, A. Nejad Ebrahimi, and M. GharehBaglou. 2022. Islamic Architects and Islamic Mathematicians Artistics Meeting, To Utilize Geometry in Architecture The Period Under Study is the Fourth to the Eleventh AH. *JRIA 10*(4): 82-105.
21. Ferwati, M. S., and M. A. Mandour. 2008. Proportions and Human Scale in Damascene Courtyard Houses. *International Journal of Architectural Research: Archnet-IJAR 2*(1): 1-16.
22. Hayaty, H, and F. Khamisi. 2023. Geometric Evaluation of the Central Courtyard and Analyzing the Structure of Architectural Spaces in Hot and Humid Local Climate. *JHRE 42*(184): 135-148.
23. Hemmati Golian, Abdullah. 2007. A Perspective on the Scientific Heritage of Muslims in Spain. *History of Islam* (30).
24. Hosseinian, H., H. Soltanzadeh, and S.Kalantar. 2021. The investigation of Pirnia's Works' Effect on Lexical Morphology in Islamic Iranian Architectural Principals. *Journal of Architecture in Hot and Dry Climate 8*(12): 83-99.
25. Jermouzi, Shima, and Sudabeh Salehi. 2013. Beautiful Proportions: A Comparative Comparison of the Structural Proportions of a Marriage Deed in the Treasury of Astan Quds Razavi with the System of Proportions Common in the West. *Quarterly Journal of Documents* 23 (2): 120-137.
26. Khwaja Nasir al-Din Tusi. 646 AH. Writing the Principles of Euclid. Electronic Version of the Manuscript Image.
27. Khwaja Nasir al-Din Tusi. 658 AH. Uncovering the secrets of the sector's shape (Kashf al-Qana' an asrar shikkl al-ghata'). Out of place: National Assembly Library- manuscript- number 23282.
28. Lilasi Marand, Sabreh, and Azita Belali Oskoui. 1993. Analysis of Basic Geometric Motifs in Architecture From Both Quantitative and Qualitative Perspectives. *Green Architecture Quarterly Journal* 9(5): 11-20.
29. Moftakher, Zahra, Kourosh Momeni, and Mohammad Dideban. 2021. Proportions of the Courtyards of Traditional Houses in Behbahan City (Qajar and Early Pahlavi Periods). Q*uarterly Journal of Islamic Architecture Research* 9 (31): 61-84.
30. Nadimi, Hadi. 2000. The Truth of the Role. *Academy of Sciences* 6(14): 19-34.
31. Najafgholipour Kalantari, Nasim, Iraj Etesam, and Farah Habib. 2017 A. A Study of Geometry and Golden Ratios in Iranian Architecture (Case Study: Traditional Houses in Tabriz City). *Urban Management* (46): 477-491.
32. Najafgholipour Kalantari, Nasim, Iraj Etesam, and Farah Habib. 2017 b. The Manifestation of Geometry and Proportions in Traditional Iranian Architectural Buildings in the Azeri Style of the Geographical Area of Azerbaijan. *Geographical Quarterly of the Land* 14(54): 115-130.
33. Naseri, H., K.Attarian, and Z. Amini Farsani. 2022. Investigation the Theory of Proportions Adjustment System in Historical Houses of Qajar Period in Khorramabad. *Journal of Architectural Thought 6*(11): 73-88.
34. Nejad Ebrahimi, Ahad, and Ziba Sami. 2018. Patternology of Moqranes decorations in the architecture of buildings in the historical bazaar of Tabriz. *Quarterly of Iranian Islamic City Studies* 8(31): 5-17.
35. Nesterova, T. P. 2022. The Use of Proportions in the Study of Architectural Monuments (From Monuments with Certain Dates- to those with Uncertain Dates). *Patrimoniul Cultural: Cercetare, Valorificare, Promovare*.
36. Nouhi Bezenjani, Mahboobeh, and Mohsen Ghasemi. 2019. Analysis of the Concept of Geometry in Traditional Iranian Architecture and Its Application in Contemporary Architecture (Case Study: Darogheh House in Mashhad). *Architecture (Specialized Journal of Iranian Architecture and Urban Planning)* 3(17): 165-175.
37. Oikonomou, A. 2011. The Use of the Module, Metric Models and Triangular Tracing in the Traditional Architecture of Northern Greece. *Nexus Network Journal 13*(3): 763–792.
38. Parkhuts, L. 2021. *Traditional Residential Architecture of Boyko Construction School on the Basis of an Archaic Plan: Principles of Formation* (*59*): 98–117.
39. Pirnia, Mohammad Karim. 1999. *Introduction to Islamic Architecture of Iran, Urban and Suburban Buildings.* Tehran: Iran University of Science and Technology Publications Center.
40. Pourahmadi, Mojtaba, Mojtaba Yousefi, and Mahdi Sohrabi. 2011. The Ratio of Length to Width of the Courtyard and Rooms in Traditional Houses of Yazd: A Test for Professor Pirnia's Opinion on the Iranian Golden Rectangle. *Fine Arts- Architecture and Urban Planning Journal* (47) 69-77.
41. Qayumi Bidhendi, Mehrdad, and Mohammad Mehdi Abdollahzadeh. 1992. The Roof, the Canvas and the People, a Review and Criticism of Pirnia's Proposed Principles for Iranian Architecture. *Iranian Architecture*

Quarterly Journal (1): 7-23.
42. Qezelbash, Mohammad Reza, and Farhad Abu al-Zia. 1985. *The Alphabet of the Body of Traditional Houses of Yazd*. Quoted by Mohammad Karim Pirnia. Tehran: Ministry of Planning and Budget, Technical Deputy, Office of Research and Technical Standards.
43. Rezazadeh Ardabili, M., and M.Sabetfard. 2013. Recognition of The Application of Geometric Principles in Traditional Architecture Case Study: Qasre Khorshid and Its Hidden Geometry. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning 18*(1): 29-44.
44. Rezvani, Alireza. 2009. *Handazesh (Comprehensive Book of Plane and Spatial Drawing Geometry)*. Mashhad: Ahang Qalam.
45. Sheikh Baha'i, Baha' al-Din Muhammad ibn Hussein al-Amili. 1006 AH. *Summary of Al-Hisab.* Electronic Version of the Manuscript Image.
46. Taheri-Demneh, Majid, Koopaei-Majlisi, and Shirin Toghiani. 2017. A Look at the Relationship Between Proportions in the System of Creation and Architectural Proportions in Islamic Monuments of Iran. *Quarterly Journal of History* 18(68): 322-342.
47. Takhmchian, Ali, Minoo Gharebagloo, and Ahad Nejad-ebrahimi. 2017. The Formation of Space as a Result of the Conceptual Link of "Music-Mathematics and Architecture (Case Study: The Front and the Dome of the Sheikh Lotfollah Mosque in Isfahan). *Quarterly Journal of Islamic Architecture Research* 5(15): 108-129.
48. Tavassoli, Mahmoud. 1997. *Rules and Criteria for Urban Space Design*. Tehran: Center for Urban Planning and Architecture Studies and Research in Iran.
49. Telleria Julian, I., N.González Floristán, and J. Susperregi Lasalde. 2020. *La teoría de E. Mössel en la base del trazado que regula un modelo de caserío guipuzcoano del siglo XV. Parte I*. *25*(38): 90–101.
50. Wang, Z. 2022. Research on Order Aesthetics of Traditional Chinese Architecture from the Perspective of Design Geometry. *Frontiers in Art Research 4*(11).
51. Zakeri S. M. H., A. Ghahramani, D. Shahnazi, E. Bazyar Hamze Khanie. 2016. Module and Iranian Golden Rectangle Theory in Historical Houses of Qajar Era in Shiraz City. *JRIA 4*(1): 16-28.
52. Ziaee Nia, M. H., and H. R. Ghorbani. 2016. Re-reading the Geometric Basics and Golden Ratio of Showkateyeh School. *Pazhoheshha-ye Bastan Shenasi Iran 5*(9): 207-222.
53. Ziaieniya, M. H., and H. Hashemi Zarj Abad. 2016. The Golden Proportion and System of Islamic– Iranian Proportions in Qaen Mosque. *Maremat & Me'mari-e Iran* 6 (11) :89-100.