Cult Islam Archit Urban, 2026; 11 (1): 307-332

Tabriz Islamic Art University 1999

CULTURE OF ISLAMIC ARCHITECTURE AND URBANISM

DOI : http://dx.doi.org/10.61882/ciauj.11.1.642

The Culture of Islamic Architecture & Urbanism

Original Paper **Open Access**

Analytical Study of the Proportions of Yards in Qajar-Era Houses in Kermanshah

Nastaran Rahmati[1], Kourosh Momeni[2] *, Reza Chaharpashlou[3]

1. Master's Degree Student in Architecture, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Jundi-shapur University of Technology, Dezful, Iran
2. Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran
3. Assistant Professor, Department of Mathematics, Faculty of Architecture and Urban Planning, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran

Received: 2025/06/07 Accepted: 2026/05/30

Abstract

Proportions in architecture have always been of particular importance and are considered one of the main pillars of building design and construction. Proportion refers to the balanced and harmonious relationships among the different parts of a building. Throughout architectural history, from ancient temples to modern buildings, proportions have profoundly influenced architectural identity and, by creating a deep connection between humans and the environment, have provided lasting experiences for residents and visitors. During the Qajar period, Kermanshah was one of the most important and strategic cities in Iran, recognized as a major commercial and economic center, and it contains valuable Qajar-era houses. This research employs a quantitative approach and a descriptive-analytical method to determine the proportions used in the construction of courtyards in Qajar-period residential houses in Kermanshah. It seeks to answer the following question: Which common proportions in Iranian architecture are reflected in the façade walls and courtyard dimensions of historical Qajar-era houses in Kermanshah? The sampling method used in this study is criterion-based purposive sampling (criterion sampling), through which eight historical houses were selected. The novelty of this research lies in the lack of previous analyses of proportions in Qajar houses in Kermanshah, as well as in the use of geometric analysis alongside numerical analysis. Based on the findings, Qajar-era houses in Kermanshah show a preference for Iranian golden proportions over classical golden proportions. Architects adopted Iranian golden proportions as the primary standard for constructing traditional houses in Kermanshah. Among the Iranian golden proportions (square, √1.25, √2, √3, and √4), the √1.25 ratio appears in 87% of house plans, while the √2 ratio appears in 50% of house façades, making them the most frequently used proportional patterns in the architecture of Qajar-era houses in Kermanshah. This significant repetition may be important for architects and restorers and may indicate the compatibility and harmony of these proportions with the culture and architectural fabric of Kermanshah.

Keywords:

Golden Proportions, Golden Ratio,Ron, Courtyard, Qajar Houses of Kermanshah

* Corresponding Author: K_Momeni@jsu.ac.ir

©2026 by the Authors.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

Introduction

Proportions have always played a pivotal role in architecture, serving as one of the core principles in the design and construction of buildings. The term "proportion" refers to the balanced and harmonious relationships among different parts of a structure, ensuring that each element relates aesthetically and functionally to the whole. Throughout architectural history, from ancient temples and palaces to modern urban buildings, the application of proportions has profoundly influenced the formation of architectural identity and spatial quality. Proportions create a meaningful connection between humans and their built environment, facilitating experiences that are both memorable and functional. The study of proportions is therefore essential not only for understanding architectural heritage but also for guiding contemporary design practices. Kermanshah, during the Qajar dynasty (1789–1925), was a strategically important city in western Iran. It was recognized as a major commercial and economic hub with a rich architectural heritage that includes numerous residential buildings from the Qajar period. These houses, particularly their courtyards, reflect a unique combination of traditional Persian architectural principles and local adaptations to the climatic, cultural, and social conditions of the region. The courtyards served as private open spaces that provided natural ventilation, daylight, privacy, and opportunities for social interaction, all of which were carefully designed through the use of specific proportional systems.

Materials and Methods

The aim of this study is to investigate the proportional systems used in the courtyards of Qajar residential houses in Kermanshah. This study was conducted using a descriptive-analytical method that combined extensive library research, analysis of cultural heritage documents, and detailed field surveys. The main research question is: "What proportional systems were used in the design and construction of Qajar residential house courtyards in Kermanshah?" To answer this question, eight courtyards from different Qajar houses in Kermanshah were selected for detailed analysis. A criterion-based purposive sampling method was employed. Measurements of spatial dimensions, façade heights, and relationships among architectural components were collected through fieldwork. These data were then analyzed to identify the proportional ratios used in courtyard design. The study also examined historical architectural treatises and heritage records to understand the theoretical background and cultural significance of the proportions employed.

Historical and Cultural Context

The Qajar dynasty was a period of significant architectural development in Iran, marked by the continuation and evolution of traditional Iranian architectural forms. Kermanshah's strategic location on trade routes contributed to its architectural prosperity and richness. The residential architecture of this period reflects a combination of Iranian architectural heritage and local environmental adaptations. Courtyards have been a central element of Iranian residential architecture for centuries. They serve multiple functions, including providing privacy, facilitating natural ventilation and lighting, and serving as social spaces for family gatherings. The design of courtyards is deeply rooted in cultural practices and environmental considerations. Proportions play an important role in organizing these spaces, ensuring that they are both aesthetically pleasing and appropriate to their climatic and social context. Traditional Iranian architecture often refers to the golden ratio (approximately 1.618) as a guiding principle of proportion. However, indigenous proportional systems, known as Iranian golden proportions, have also been widely used. These systems are based on mathematical ratios derived from square roots and provide a flexible yet harmonious framework for architectural design.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

Results

The study of Qajar houses in Kermanshah revealed that Iranian golden proportions were preferred to the classical golden ratio in the design of these buildings. Architects of this period adopted Iranian golden proportions as the principal criterion for house construction. Among the Iranian golden proportions (square, √1.25, √2, and √3), the √1.25 ratio, with a frequency of 87% in plans, and the √2 ratio, with a frequency of 50% in façades, showed the highest occurrence. This finding indicates the harmony of these proportions with the culture, climate, and architectural structure of Kermanshah. Although the golden ratio was used in limited cases, such as the plan of the Samadi House and the façade of the Souri House, this suggests the architects' willingness to innovate and remain flexible in responding to the specific requirements of each property rather than adhering strictly to a single pattern. Unlike similar studies that rely solely on numerical analysis, this study also employed geometric analysis to recover proportions in plans and façades. Furthermore, the façade was analyzed as a unified whole comprising various elements, including windows, frames, and openings, while key components such as five-door and three-door elements were selected as the principal criteria for proportion in the walls. The aim of the research is to identify and analyze the architectural proportions of Qajar houses in Kermanshah and assess their adherence to Iranian principles. The findings may be useful for contemporary design aligned with the city's historical identity and for the restoration of damaged buildings. Finally, the authors emphasize that the significant recurrence of specific proportions, such as √1.25 and √2, requires further investigation.

Discussion

This study contributes to a deeper understanding of Persian architectural heritage by highlighting the use of indigenous proportional systems in a regional context. It challenges the dominance of the golden ratio in architectural discourse and emphasizes the importance of cultural specificity in design. The findings have practical implications for the conservation and restoration of Qajar-era houses in Kermanshah. Recognizing and applying traditional proportional systems can help maintain the authenticity and integrity of these historic buildings. Furthermore, contemporary architects can draw inspiration from these principles to create designs that are both respectful of heritage and responsive to local environmental conditions. By documenting and analyzing these proportional systems, this research also enriches academic discourse on vernacular architecture and sustainable design. It demonstrates how traditional knowledge can inform modern architectural practice, particularly in regions facing similar climatic and cultural challenges. The study underscores the value of integrating historical architectural wisdom with contemporary needs to foster sustainable and culturally meaningful built environments. Such integration is increasingly important in the context of rapid urbanization and environmental concerns.

Conclusion

In conclusion, the study of proportions in the courtyards of Qajar houses in Kermanshah reveals a rich architectural tradition rooted in Iranian golden proportions. In addition to the courtyards, the façades also follow this tradition. These proportional systems demonstrate a conscious and flexible approach to design that balances aesthetic harmony with environmental and cultural considerations. The courtyards examined illustrate how traditional architectural knowledge was creatively applied to produce functional, beautiful, and contextually appropriate spaces. This research not only enriches academic discourse on Iranian architecture but also provides valuable insights for the preservation and revitalization of historic urban environments in Iran. Understanding and appreciating these indigenous proportional systems can inspire architects and planners to create built environments that respect cultural heritage while meeting contemporary needs.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

Therefore, the Qajar architectural legacy of Kermanshah continues to offer lessons in harmony, sustainability, and cultural identity that remain relevant for future generations of architects and researchers.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی، ۱۴۰۵؛ ۱۱ (۱) :۳۳۲-۳۰۷

فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی

DOI : http://dx.doi.org/10.61882/ciauj.11.1.642

مقاله پژوهشی

دسترسی آزاد

مطالعه تحلیلی تناسبات حیاط خانه‌های دوره قاجار کرمانشاه

نسترن رحمتی[۱]، کورش مومنی[۲*]، رضا چهارپاشلو[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران
۲. دانشیار، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران
۳. استادیار، گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران

دریافت: ۱۴۰۴/۳/۱۷ پذیرش: ۱۴۰۵/۳/۹

چکیده

تناسبات در معماری همواره از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است و به‌عنوان یکی از ارکان اصلی طراحی و ساخت بناها محسوب می‌شود. تناسبات به معنای نسبت‌های متوازن و هماهنگ بین اجزای مختلف یک بنا است. تاریخ معماری، از معابد باستانی تا ساختمان‌های مدرن، همواره شاهد تأثیر عمیق تناسبات بوده است و همواره به شکل‌گیری هویت معماری کمک نموده و با ایجاد ارتباطی عمیق بین انسان و محیط، تجربه‌ای ماندگار را برای ساکنان و بازدیدکنندگان فراهم می‌آورد. کرمانشاه در دوره قاجار، یکی از شهرهای مهم و استراتژیک در ایران بوده و به‌عنوان یک مرکز تجاری و اقتصادی مهم شناخته می‌شد و دارای خانه‌های قاجاری ارزشمندی است. این پژوهش با رویکرد کمی و با روش توصیفی-تحلیلی باهدف تعیین تناسبات به‌کاررفته در ساخت حیاط خانه‌های مسکونی دوره قاجار شهر کرمانشاه، در پی پاسخ به این سؤال است که: "تناسبات بکار رفته در ساخت خانه‌های تاریخی دوره قاجار شهر کرمانشاه در جداره‌های نما و ابعاد حیاط‌ها، از کدام یک از تناسبات رایج در معماری ایرانی پیروی کرده‌اند؟". روش نمونه‌گیری در این پژوهش، روش نمونه‌گیری هدفمند معیارگرا (CriterionSampling) است که تعداد ۸ خانه تاریخی انتخاب شدند. نوآوری پژوهش فوق را می‌توان عدم تحلیل تناسبات در خانه‌های قاجاری شهر کرمانشاه و همچنین استفاده از تحلیل هندسی علاوه بر تحلیل عددی دانست. بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده مشخص گردیده است، در خانه‌های قاجاری کرمانشاه تمایل به استفاده از تناسبات زرین ایرانی در مقابل تناسبات طلایی ارجحیت دارد و معماران استفاده از تناسبات زرین ایرانی را معیار اصلی ساخت خانه‌های سنتی کرمانشاه قرار داده‌اند. همچنین در میان تناسبات زرین ایرانی (مربع، $\sqrt{1.25}$، $\sqrt{2}$، $\sqrt{3}$ و $\sqrt{4}$)، نسبت $\sqrt{1.25}$ با ۸۷ % تکرار در پلان خانه‌ها و نسبت $\sqrt{2}$ با ۵۰ % تکرار در نمای خانه‌ها، پرتکرارترین الگوی تناسبات در معماری خانه‌های قاجاری شهر کرمانشاه می‌باشد، این تکرار معنادار می‌تواند حائز اهمیت برای معماران و مرمت گران باشد و نشان‌دهنده نوعی از سازگاری و هماهنگی این تناسبات بافرهنگ و کالبد معماری شهر کرمانشاه از دیدگاه آنها باشد.

واژگان کلیدی

تناسبات زرین، تناسبات طلایی، حیاط، خانه‌های قاجاری کرمانشاه

* مسئول مکاتبات: K_Momeni@jsu.ac.ir

©2026 by the Authors.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

۱. مقدمه

از زمانی که انسان به تفکر درباره اشکال هندسی و دنیای تناسبات پرداخت، ملاحظات فلسفی، طبیعی و زیبایی‌شناختی زیادی که آن را احاطه کرده بود، نمایان شد. اگرچه تناسب جنبه‌های مختلف طبیعت را که الهام‌بخش هنرمندان است شامل می‌شود، نمی‌توان ادعا کرد که کل طبیعت می‌تواند از طریق تناسب طلایی متجلی گردد. در واقع، هر جا که کمال مطلوب یا زیبایی خاصی با هماهنگی شکل وجود داشته باشد، تأثیر تناسب طلایی به‌وضوح قابل‌مشاهده است و این موضوع یادآور وابستگی جهان مخلوق به مبدأ کمال و همچنین پتانسیل تکامل آن است (راب کریر ۱،۱۳۸۰)، اهمیت تناسب به دلیل تأثیر قابل‌توجه آن بر زیبایی بصری در معماری و هنرهای تجسمی بسیار بالاست. تحقیقات و تجربیات نشان می‌دهند که استفاده از اصول طراحی هندسی که با شرایط و امکانات معاصر سازگار باشد، نه‌تنها سرعت و دقت در فرایند ساخت‌وساز را از طریق طراحی و اجرای صحیح افزایش می‌دهد، بلکه به ایجاد هویت منطقی در انتخاب و ترکیب اشکال و حجم‌ها در طرح‌های معماری نیز یاری می‌رساند. علاوه بر این، علم هندسه و تناسب به ما در حل چالش‌های ذاتی مرتبط با اشکال کمک می‌کند و مجموعه‌ای از اشکال آماده را ارائه می‌دهد که قابلیت استفاده در شیوه‌های مختلف را دارند. (محمدزاده، ۱۳۶۲). «تئوری مربوط به تناسبات در مقیاس جهانی شامل: تناسبات طلایی، شیوه‌های ستون‌سازی، تئوری‌های رنسانس، مدولار لکوربوزیه، تناسبات انسانی، کن و شاکو ۳ و پیمون ایرانی است». (انصاری و همکاران، ۱۳۹۰). آنچه از تناسبات مدنظر این پژوهش است سیستم‌های تنظیم تناسبات در معماری ایرانی است که شامل تناسبات زرین ایرانی و تناسبات طلایی (مفهومی جهانی) می‌باشد و نقش مهمی در طراحی بناهای سنتی ایران ایفا می‌کند. این تناسبات نه‌تنها در طراحی داخلی و خارجی بناها بلکه در ساختار فضایی آنها نیز نمود پیدا می‌کند. در معماری خانه‌های سنتی کرمانشاه، این ساختار فضایی شامل سه نوع فضای باز، پوشیده و بسته است که با شرایط محیطی و اقلیمی منطقه مطابقت دارد و از نظر کالبدی و پایداری، زمینه ارزشمندی برای استفاده به‌عنوان الگوی طراحی پایدار و انسان‌محور فراهم می‌کند. دوران قاجار که شاهد تحولات عمده‌ای در معماری و فضاهای شهری کرمانشاه بود، زمینه را برای شکل‌گیری و گسترش فضاهای شهری جدید و تغییر در روابط اجتماعی، تفکیک طبقات اجتماعی و پیدایش نیازهای نوین فراهم کرد. این تحولات، نیاز به استفاده از سیستم‌های تنظیم تناسبات در طراحی بناهای جدید را افزایش داد تا هماهنگی و تعادل بصری در فضاهای شهری حفظ شود و درعین‌حال، پاسخگوی نیازهای نوین اجتماعی و کالبدی باشد. این رویکرد نه‌تنها به حفظ هویت فرهنگی و معماری منطقه کمک می‌کند، بلکه به توسعه پایدار و کارآمدتر فضاهای شهری نیز منجر می‌شود. این دوره، با ورود شاهزادگان قاجار و اهمیت ارتباطی این شهر، هم‌زمان با توسعه کالبدی شهرهای ایران، رخ داد. این شرایط زمینه را برای شکل‌گیری و گسترش فضاهای شهری جدید و تغییر در روابط اجتماعی، تفکیک طبقات اجتماعی و پیدایش نیازهای نوین فراهم کرد. (صارمی، ۱۳۸۹). با بررسی تناسبات خانه‌های کرمانشاه می‌توان با نقاط ضعف و قوت تناسبات معماری ایران آشنا شد و اگر نقطه‌ی قوتی دارد، درس بگیریم و بیاموزیم چگونه تناسبات فراموش شده را به معماری عصر خویش بازگردانیم و اگر نقطه‌ی ضعفی بود، در یابیم که این ابعاد و تناسبات نامناسب است و از استفاده از آن خودداری شود و به علت فراموش‌شدن و عدم به‌کارگیری این تناسبات در عصر حاضر پی خواهیم برد و نسبت بهتری را جایگزین خواهیم کرد. برای دستیابی به این هدف، ۸ خانه از میان خانه‌های ارزشمند قاجاری شهر کرمانشاه که مستندات معماری و نقشه‌های قابل‌ارزیابی آن‌ها در دسترس نگارندگان قرار داشت، به‌عنوان نمونه‌های موردی انتخاب شده‌اند. پرسش

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

اصلی پژوهش عبارت است از: "تناسبات به‌کاررفته در ساخت خانه‌های مسکونی دوره قاجار شهر کرمانشاه کدام‌اند و چه قرابتی با نظام تناسبات طلایی و همچنین تناسبات زرین معماری سنتی ایران دارند؟". جهت پاسخ به این سؤال لازم است در ابتدا با تعیین نسبت‌های استفاده شده در حیاط خانه‌های کرمانشاه در دوره‌ی قاجار شامل: نسبت طول به عرض حیاط، نسبت ارتفاع به طول حیاط، نسبت حاصله در وضع موجود بنا تدوین خواهد شد و در ادامه این نسبت‌های به‌دست‌آمده با استفاده از تحلیل‌های عددی و هندسی در پلان و نما با سیستم‌های رایج تنظیم تناسبات در معماری ایرانی مورد مقایسه قرار می‌گیرند و میزان تطبیق و پیروی آنها از این تناسبات: شامل تناسبات طلایی و زرین ایرانی تعیین می‌گردد.

۲. پیشینه پژوهش

بررسی تناسبات به‌کاررفته در معماری، همواره از مباحث بنیادی در حوزه مطالعات معماری و شهرسازی بوده است. این پژوهش‌ها از یک سو به شناخت مبانی نظری و ازسوی‌دیگر به تحلیل نمونه‌های عملی در ادوار تاریخی مختلف می‌پردازند. در این بخش، ضمن معرفی برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های مرتبط با موضوع تناسبات و معماری خانه‌های تاریخی، به تبیین خلاءهای موجود و جایگاه پژوهش حاضر در میان آن‌ها خواهیم پرداخت.

در منابع لاتین کتاب «تناسبات در معماری» نوشته (راب کریر،۱۳۸۰)، با رویکردی تحلیلی به بررسی اصول و مبانی تناسبات در طراحی و ساخت بناها می‌پردازد و نمونه‌های جهانی را برای توضیح نظریات خود مطرح می‌کند، همچنین در پژوهش‌های انجام شده در شوروی سابق در زمینه هندسه و تناسبات، می‌توان به تحلیل‌های هندسی بولانف در آرامگاه قتلغ آقا در سمرقند و تحقیق دونالد ویلبر در مورد مدرسه گوهرشاد هرات اشاره کرد (کلمبک و ویلبر، ۱۳۷۴).

در منابع داخلی کتاب «کاربرد هندسه و تناسبات در معماری» تألیف (محمدرضا بمانیان و همکاران،۱۳۸۹)، یکی از منابع بنیادین در شناخت دانش هندسه و نقش آن در معماری به شمار می‌رود. این کتاب به‌صورت نظری و کاربردی، مفاهیم اولیه هندسه و چگونگی به‌کارگیری آن در طراحی و ساخت بناها را تشریح می‌کند. در زمینه مطالعات موردی تناسبات در معماری اسلامی-ایرانی، در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل هندسی تناسبات در پلان خانه‌های سنتی تبریز با رویکرد هندسه بومی» به تألیف (نجفقلی‌پور، کلانتری و همکاران،۱۳۹۶) به بررسی هندسه و تناسبات در پلان خانه‌های تاریخی تبریز پرداخته‌اند، این پژوهش از منظر منطقه‌ای و بومی قابل‌توجه است، اما ازآنجایی‌که تکیه این پژوهش بررسی هندسه و تناسبات در پلان هست با پژوهش حاضر که به بررسی تناسبات هم در پلان و هم در نما می‌پردازد دارای تفاوت می‌باشد. همچنین پژوهش دیگری در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی نظریه‌های سیستم تنظیم تناسبات در خانه‌های دورهٔ قاجار خرم‌آباد» تألیف (حسین ناصری و همکاران ۱۴۰۰) نشان می‌دهد که در خانه‌های تاریخی دوره قاجار شهرخرم آباد ۱.۷۳=√۳ به‌عنوان الگوی اصلی تناسبات زرین ایرانی برای بهینه‌سازی عمق و نوردهی فضاها و تأمین آسایش ساکنان در فصول مختلف به‌کاررفته است. در این پژوهش صرفاً به تحلیل عددی و آزمون مقایسه‌ای ابعاد حیاط‌ها و اتاق‌ها برای استخراج تناسبات پرداخته شده است که از نظر کاربرد هم‌زمان روش تحلیل هندسی علاوه بر تحلیل عددی با پژوهش حاضر دارای تفاوت می‌باشد.

در یک مطالعه دیگر، در مقاله‌ای با عنوان «بررسی تناسبات طلایی و زرین ایرانی در قلعه میرغلام هاشمی ایلام» به تألیف (شیخی و همکاران،۱۴۰۱). به تحلیل کاربرد این دو تناسب در یک بنای تاریخی در منطقه غرب کشور پرداخته‌اند. این پژوهش نمونه‌ای خوب از بررسی هر دو نوع تناسب طلایی و زرین در یک بنا است، اما موضوع آن یک قلعه تاریخی است و نه

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

خانه‌های مسکونی که از نظر کاربری و الگوهای طراحی ممکن است تفاوت‌هایی با بناهای مسکونی داشته باشد. همچنین در این پژوهش صرفاً از روش تحلیل هندسی استفاده شده است و از تحلیل عددی درآن استفاده نشده است.

در خصوص خانه‌های سنتی کرمانشاه، دو مقاله مهم به جنبه‌های دیگر این خانه‌ها پرداخته‌اند: در مقاله با عنوان: «مطالعه تطبیقی خانه‌های سنتی کرمانشاه و سنندج در دوره قاجار و پهلوی»، به نگارش (ملکی‌زاده و همکاران،۱۳۹۷) بر عناصر تشکیل‌دهنده و انعطاف‌پذیری خانه‌های سنتی برای پاسخگویی به نیازهای امروزی تمرکز کرده‌اند و الگویی برای طراحی نوین ارائه داده‌اند. (طاهری‌سرمد و همکاران،۱۳۹۸) نیز در مقاله «مقایسه تطبیقی گونه‌شناسی سازمان فضایی و عناصر کالبدی دوره‌های قاجار و پهلوی خانه‌های سنتی شهر کرمانشاه»، تغییر الگوی درون‌گرایی به برون‌گرایی و افزایش فضاهای باز در این خانه‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. این دو پژوهش اخیر، اگرچه به خانه‌های کرمانشاه در دوره‌های قاجار و پهلوی می‌پردازند، اما تمرکز اصلی آن‌ها بر گونه‌شناسی سازمان فضایی و عناصر کالبدی است و به‌صورت خاص به تحلیل و مقایسه کمی تناسبات به‌کاررفته در فضاهای این خانه‌ها، به‌ویژه حیاط‌ها، با سیستم‌های شناخته‌شده تناسبات ایرانی نمی‌پردازند، نزدیک‌ترین پژوهش به موضوع حاضر، با عنوان «تناسبات حیاط خانه‌های سنتی شهر بهبهان (دوره قاجار و پهلوی)» به نگارش (مفتخر و همکاران،۱۳۹۹) است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تناسبات موجود در حیاط خانه‌های قاجار و پهلوی بهبهان، بیشتر از تناسبات زرین ایرانی و هندسه مربع الهام گرفته‌اند و در برخی موارد، از ترکیب دو تناسب استفاده شده است. این مقاله از منظر روش‌شناسی و هدف (بررسی تناسبات حیاط در خانه‌های قاجار و پهلوی یک شهر خاص) به پژوهش حاضر شباهت دارد. اما تمرکز آن بر شهر بهبهان است و نه کرمانشاه که تفاوت‌های اقلیمی، فرهنگی، و معماری منطقه را باید در نظر گرفت. علاوه بر این پژوهش حاضر به دنبال بررسی تناسبات در جدارهای نما می‌باشد و در بررسی نما صرفاً نمی‌توان تناسبات را با برداشت ابعاد کلی طول و عرض یک نما سنجید و کل جداره یک نما را به‌عنوان تنها یک کلیت واحد و یکپارچه مانند (حیاط) در نظر گرفت. برای بررسی تناسبات در نما به دلیل تنوع جدارهای نما و همچنین عقب‌رفتگی و پیش‌آمدگی‌ها باید تناسبات شاخص و مستتر آن جداره را کشف و با تحلیل هندسی به نوع تناسبات آن پی برد؛ بنابراین نوآوری پژوهش فوق را می‌توان هم انتخاب خانه‌های قاجاری شهر کرمانشاه برای اولین‌بار و هم بررسی تناسبات حیاط خانه‌ها هم در پلان و هم در نما با استفاده از روش ترکیبی تحلیل عددی و هندسی و هم تفکیک جداره‌های مهم نماهای حیاط برای پی‌بردن به تناسبات مهم آن نما دانست که با پژوهش‌های پیشین متفاوت می‌باشد. در جدول ۱ به بررسی منابعی دیگر که پیشینه‌ی تحقیق خواهیم پرداخت. به دلیل تنوع جدارهای نما و همچنین عقب‌رفتگی و پیش‌آمدگی‌ها باید تناسبات شاخص و مستتر آن جداره را کشف و با تحلیل هندسی به نوع تناسبات آن پی برد؛ بنابراین نوآوری پژوهش فوق را می‌توان هم انتخاب خانه‌های قاجاری شهر کرمانشاه برای اولین‌بار و هم بررسی تناسبات حیاط خانه‌ها هم در پلان و هم در نما با استفاده از روش ترکیبی تحلیل عددی و هندسی و هم تفکیک جداره‌های مهم نماهای حیاط برای پی‌بردن به تناسبات مهم آن نما دانست که با پژوهش‌های پیشین متفاوت می‌باشد. در جدول ۱ به بررسی منابعی دیگر که پیشینه‌ی تحقیق خواهیم پرداخت.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

جدول ۱. جدول پیشینه تحقیق

Table 1. Research background table

ردیف	عنوان مقاله	نام نویسندگان و سال انتشار	روش تحقیق	یافته‌ها
۱	بررسی نظریه‌های سیستم تنظیم تناسبات در خانه‌های دورهٔ قاجار خرم‌آباد	حسین ناصری کورش عطاریان زهرا امینی فارسانی (1400)	روش تطبیقی و مطالعه‌ی کتابخانه‌ایی	در خانه‌های تاریخی دوره قاجار خرم‌آباد $\sqrt{3}=1.73$ به‌عنوان الگوی اصلی تناسبات برای بهینه‌سازی عمق و نوردهی فضاها و تأمین آسایش ساکنان در فصول مختلف به‌کاررفته است.
2	تناسب طلایی و تقسیم تناسبات ایرانی-اسلامی در مسجد جامع قائن	محمد حسن ضیایی‌نیا حسن هاشمی زرج‌آباد (1395)	توصیفی-تحلیلی	یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که استفاده از تناسبات طلایی به تعادل بصری عناصر مهمی چون ایوان و ورودی اصلی کمک کرده است.
3	نگرش تحلیلی بر آرایه‌های معماری خانه‌های قاجار (موردشناسی خانه فیض مهدوی کرمانشاه)	پگاه چالشگر مژگان خاکپور علی اصغر زاده (1402)	تاریخی، تفسیری و بررسی تطبیقی	معماری خانه قاجاری فیض مهدوی با تزئینات ساده و سنتی ایرانی آغاز شده و سپس با تلفیق هنرهای ایرانی و غربی، فضاهای داخلی و بیرونی آن را باشکوه و زیبا کرده است.
4	بررسی هندسه و تناسبات طلائی در معماری ایران (نمونه مطالعاتی: خانه‌های سنتی شهر تبریز)	نسیم نجفقلی پورکلانتری ایرج اعتصام فرح حبیب (1396)	تحلیلی-توصیفی	بررسی 20 بنای منتخب از دوره‌های قاجار و پهلوی نشان می‌دهد 17 بنا نسبت‌های طلایی فیبوناتچی را به‌صورت آگاه یا ناآگاه به کار برده‌اند که اغلب با تقارن همراه است.
5	تحلیل هندسی و تناسبات طلایی و زرین ایرانی در قلعهٔ میرغلام هاشمی ایلام	مریم شیخی کورش مومنی بهزاد وثیق (1401)	توصیفی-تحلیلی کتابخانه ایی	یافته‌های پژوهش در خصوص قلعه میرغلام هاشمی، نشان می‌دهد که تناسبات زرین ایرانی بیشتر در سازماندهی کلی بنا و تناسبات طلایی در جزئیات و ابعاد فضایی کاربرد داشته‌اند، که این خود نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری در به‌کارگیری این اصول است

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

۳. چارچوب نظری

۳-۱. مفهوم تناسبات در معماری

تناسب، به‌عنوان یکی از اصول بنیادین شکل‌دهی به آثار هنری، نقشی حیاتی در ایجاد هماهنگی و ارتباط منطقی میان اجزاء مختلف و کل اثر ایفا می‌کند. این هماهنگی که اغلب بر پایه تجربه، مهارت و ذوق زیبایی‌شناسی شکل می‌گیرد، به خلق آثاری دلنشین و متعادل کمک می‌کند (حیاتی، ۱۴۰۲).

از دیرباز نسبت‌ها و تناسبات در معماری، چه در ایران و چه در دیگر نقاط جهان، نقشی بی‌نظیر و اساسی را ایفا کرده‌اند، به‌گونه‌ای که می‌توان آنها را به‌عنوان ستون‌های حیاتی و پایه‌های بنیادین برخی از آثار معماری در نظر گرفت. «سیستم تناسبات، الگوهای ثابتی از نسبت‌های بصری را بین اجزاء یک ساختمان و همچنین بین اجزاء و کل آن، به وجود می‌آورد. این نسبت‌ها در ابتدا ممکن است برای چشم بیننده آشکار نباشند، اما از طریق تجربه و تکرار، الگوها و نظم‌های بصری که ایجاد می‌کنند، قابل احساس، درک و حتی شناختن هستند.» (انصاری، ۱۳۹۰) «معماران ایرانی همواره به زیبایی و انسجام معماری با محیط اطراف توجه فراوانی داشته‌اند. آن‌ها از هماهنگی بین ابعاد هنری و عملکردی معماری آگاهی داشته و این امر به‌عنوان یکی از اصول اساسی طراحی در معماری ایرانی محسوب می‌شود.» (معماریان، ۱۳۹۴).

۳-۲. تناسب طلایی و تناسبات زرین در معماری

تناسب طلایی (Golden Ratio)، با عدد تقریبی ۱.۶۱۸، از دیرباز موردتوجه ریاضی‌دانان، هنرمندان و معماران سراسر جهان بوده است. این نسبت که در طبیعت نیز به‌وفور یافت می‌شود، به دلیل ایجاد تعادل و هماهنگی بصری، به‌عنوان معیاری برای ارزیابی زیبایی‌شناختی طرح‌ها به‌کاررفته است. مستطیل طلایی که نسبت طول به عرض آن ۱.۶۱۸ است، نمونه‌ای بارز از این تناسب است که در آن با حذف یک مربع، مستطیلی با همان نسبت طلایی حاصل می‌شود (صدر عاملی ۱۳۹۶). «از دوره‌های گذشته، هنرمندان و معماران از نسبت‌های طلایی در آثار خود بهره می‌بردند. این نسبت طلایی که به‌عنوان نسبت آسمانی نیز شناخته می‌شد، در ساختمان‌های معروفی مانند پارتنون به کار رفت. از قرن نوزدهم به بعد، استفاده از نسبت‌های طلایی توسط هنرمندان معروف رواج یافت و در قرن بیستم، معمار مشهور لوکوربوزیه ۲، از این نسبت برای طرح‌های خود استفاده کردند.» (ضیایی نیا، ۱۳۹۵). این نسبت در ساختارهای هندسی مختلف مانند مارپیچ، مثلث و پنج‌ضلعی منتظم نیز حضور دارد (جوادی نوده،۱۴۰۱).

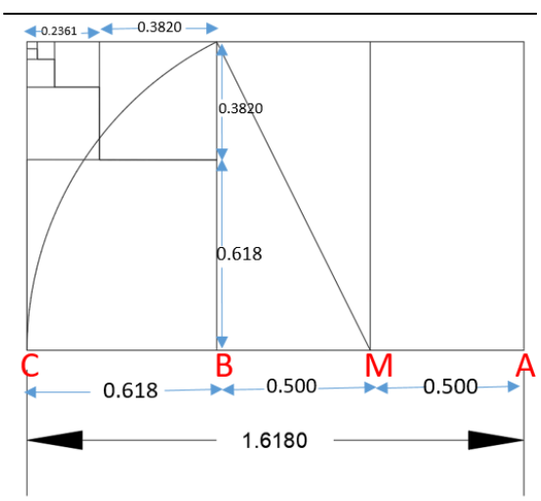
در کنار تناسب طلایی که یک مفهوم جهانی می‌باشد، در معماری ایرانی تناسبات زرین ایرانی نیز جایگاه ویژه‌ای در معماری سنتی ایران دارند. این تناسبات که بر پایه نسبت‌های هندسی و هنری مشخصی شکل‌گرفته‌اند، به ایجاد تعادل و زیبایی در طراحی کمک می‌کنند. از جمله این تناسبات می‌توان به نسبت‌های رادیکالی مانند $\sqrt{2}$ (تقریباً ۱.۴۱۴) و $\sqrt{3}$ (تقریباً ۱.۷۳۲) اشاره کرد که در بسیاری از آثار معماری ایرانی به کار رفته‌اند (نقره‌کار، ۱۳۸۷). معماران ایرانی، با پرهیز از اندازه‌گیری‌های صرف و تمرکز بر نسبت‌ها و هارمونی طبیعی، توانسته‌اند آثاری خلق کنند که هم از نظر بصری دلنشین و هم از نظر ساختاری پایدار باشند (معماریان، ۱۳۹۴). . «از زمان‌های دیرینه تا به امروز، نسبت‌های زرین ایرانی به‌عنوان یک عنصر اساسی در معماری ایران مورد تحقیق و مطالعه قرار گرفته و تأثیر بسزایی در طراحی و ساخت بناهای تاریخی داشته‌اند. این نسبت‌ها به‌عنوان نمادی از هنر و زیبایی در معماری ایران شناخته شده‌اند به همین دلیل به تناسبات اسلامی–ایرانی نیز مشهور هستند و هنوز هم در تحقیقات معماری موردمطالعه و پژوهش قرار می‌گیرد.» (ضیایی نیا،۱۳۹۵).

روش و تکنیک (تناسبات مورداستفاده و نحوه‌ی ترسیم)

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

• ترسیم تناسب طلایی (رسم مستطیل طلایی)

جهت رسم یک مستطیل طلایی به نسبت عدد طلایی ابتدا یک مربع به ضلع یک واحد کشیده سپس وسط ضلع پایینی این مربع را پیدا می‌کنیم. سپس یک قوس با شعاعی به‌اندازه وسط ضلع پایینی مربع تا گوشه سمت راست‌بالا می‌کشیم تا طول مستطیل معلوم شود (حجازی، ۱۳۸۷).



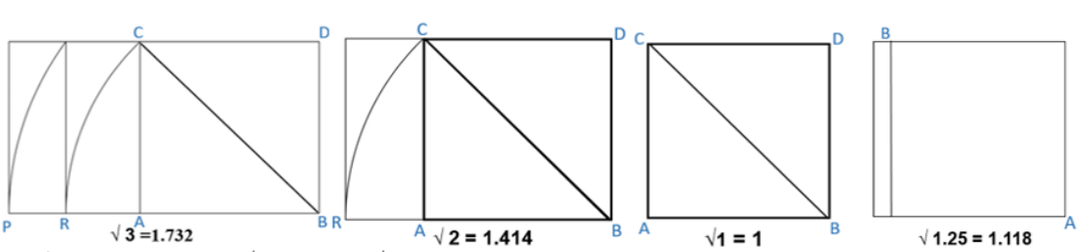
شکل ۱. روش ترسیم تناسب طلایی (بوزجانی، ۱۳۶۹)

Figure 1. Method of drawing the golden ratio (Buzjani, 1369)

• ترسیم تناسبات زرین ایرانی

برخلاف تناسب طلایی که یک مفهوم جهانی در تناسبات می‌باشد تناسبات زرین ریشه در معماری ایرانی دارد، در این تناسبات، برای ترسیم طولی معادل با √۱ ابتدا مربعی با اضلاع کاملاً مساوی رسم می‌کنیم؛ به‌عنوان‌مثال، اگر یک واحد را معادل ۱ سانتی‌متر در نظر بگیریم، مربعی به اضلاع ۱ سانتی‌متر خواهیم داشت.

برای به‌دست‌آوردن √۲ ابتدا همان مربع اولیه را رسم کرده و سپس از یکی از رئوس مربع برای نمونه نقطه‌ی B__ مطابق شکل ۲ __ قطری از مربع را با استفاده از پرگار مشخص می‌کنیم. با قراردادن نوک پرگار روی نقطه‌ی B و باز کردن آن تا نقطه‌ی مقابل روی قطر مربع (که همان طول √۲ است)، کمانی رسم می‌کنیم که این کمان با امتدادیافتن در راستای محور افقی، نقطه‌ای مانند R را قطع می‌کند. فاصله‌ی بین نقطه‌ی ابتدایی و نقطه‌ی R معادل با √۲ خواهد بود. به طور مشابه، برای ترسیم طول √۳ همین روند را ادامه می‌دهیم؛ یعنی با استفاده از طول √۲ به‌عنوان ضلع جدید، مربعی دیگر رسم کرده و از روی قطر آن، کمان دیگری رسم می‌کنیم تا به نقطه‌ای برسیم که فاصله‌ی آن از مبدأ برابر با √۳ باشد. این روش به‌صورت تدریجی و هندسی، امکان ساخت طول‌های رادیکالی مانند √۲،√۳، √۴ و همچنین √۱.۲۵ که برگرفته از آنهاست. را تنها با ابزارهای ابتدایی ترسیم (نظیر خط کش و پرگار) فراهم می‌کند.



شکل ۲. روش ترسیم تناسبات √۱،√۲، √۳ (عطاریان، مومنی و مسعودی، ۱۳۹۴)

Figure2. Method of drawing the proportions√1،√2،√3

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

٤. روش پژوهش/ مواد و روش‌ها

این پژوهش باهدف ارزیابی انطباق تناسبات طلایی و زرین با ابعاد حیاط خانه‌های سنتی، از رویکرد کمی بهره می‌برد. تحقیق از نظر هدف، بنیادی-کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی با رویکرد مطالعه موردی است. در روند پژوهش حاضر جهت مطابقت تناسبات طلایی و زرین معماری ایرانی در خانه‌های قاجاری کرمانشاه. از رویکرد کمی استفاده شده است. بدین صورت که اطلاعات کمی از نمونه‌های تحقیق استخراج شده‌اند و سپس مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته‌اند. برای دستیابی به این هدف، باتوجه‌به جامعه آماری خانه‌های تاریخی کرمانشاه که حدود ۴۰ خانه تاریخی در بافت تاریخی شهر با بازدید و مصاحبه با کارشناسان اداره میراث‌فرهنگی شهر کرمانشاه شناسایی شد و در ادامه از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند معیارگرا (CriterionSampling) استفاده می‌شود و باتوجه‌به ماهیت این پژوهش بر اساس سه معیار (۱.اصالت و حفظ وضع موجود ۲. دردسترس‌بودن اسناد و مدارک فنی معتبر ۳.قابلیت دسترسی برای مطالعه میدانی) ۸ خانه به‌عنوان نمونه‌های موردی انتخاب شده است. در ادامه به‌منظور پاسخ به پرسش پژوهش روش توصیفی تحلیلی انتخاب شده است، برای دستیابی به مبانی نظری پژوهش که شامل اطلاعات مربوطه به هندسه و تناسبات است، از روش کتابخانه‌ای و توصیفی استفاده شده است، سپس با گردآوری اسناد، نقشه‌ها و گزارشات مربوط به خانه‌های تاریخی دوره قاجار در کرمانشاه از طریق اسناد میراث‌فرهنگی و همچنین بامطالعه و بررسی میدانی به‌منظور بررسی دقیق‌تر توسط نگارندگان، این اطلاعات کامل شده است. درنهایت ابعاد موردنیاز شامل طول و عرض و ارتفاع حیاط و جداره‌های بنا از طریقه نقشه‌ها با نرم‌افزار اتوکد اندازه‌گیری و استخراج شده است.

برای تحلیل داده‌ها و پی‌بردن به تناسبات به‌کاررفته در آنها از روش تحلیل تطبیقی (Comparative analysis) استفاده شده است، و میزان انحراف اعداد به‌دست‌آمده را با تناسبات طلایی و زرین ایرانی می‌سنجیم، برای سنجش معیار انحراف از روش قدرمطلق تفاوت (Absolute value of the difference) استفاده شده است. برای حد خطای پذیرفته شده در بسیاری از پژوهش‌های تطبیقی تناسبات (به‌خصوص مرتبط با بناهای تاریخی با قدمت)، میزان انحراف (≥۲% تا ≥۷%) در نظر گرفته می‌شود. این محدوده خطاها شامل (±۲٪) ناشی از خطای اندازه‌گیری اولیه (به‌ویژه در ابعاد بزرگ) است. همچنین خطای اجرایی بنا شامل: استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری غیردقیق، تغییر شکل بنا در طول زمان (نشست، رطوبت، فرسایش و..) حداکثر ۵٪ را در بر می‌گیرد. بعلاوه در پاره‌ای از موارد از روش تحلیل هندسی (انطباق یک مدل هندسی از تناسبات طلایی و تناسبات رزین بر پلان و نمای خانه‌های موردنظر) استفاده شده است.

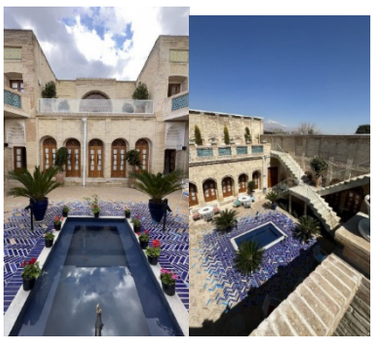
۵. معرفی نمونه‌های موردمطالعه

از دوره قاجار، بناهای زیادی در کشور باقی‌مانده که عمدتاً شامل خانه‌های اشرافی این دوره می‌باشد. بررسی معماری خانه‌های قاجار اطلاعات بسیاری درباره معماری این زمان و به دنبال آن، خانه‌های سنتی را فراهم می‌کند. (ملکی زاده، ۱۳۹۹). در این بخش ویژگی‌های معماری ۸ خانه تاریخی و ارزشمند شهر کرمانشاه که در این پژوهش انتخاب شده‌اند در جدول‌های ۲ و ۳ به‌صورت اختصار ارائه شده ست.

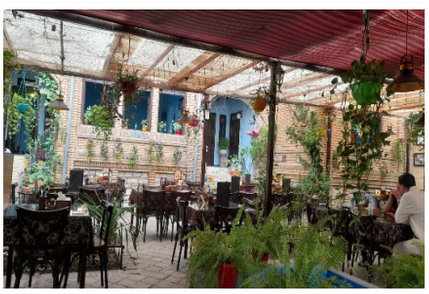
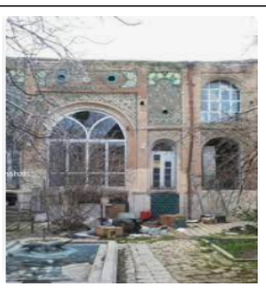
[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

جدول ۲. معرفی خانه‌های قاجار در کرمانشاه، (اداره میراث‌فرهنگی)

Table 2. Characteristics of Qajar houses in Kermanshah, (Heritage Office)

نام بنا	تصاویر	توضیحات
خانه‌ی صارم الدوله (زرشکیان)		خانه تاریخی صارم‌الدوله در فیض‌آباد کرمانشاه، به دستور پسر بزرگ حاکم مقتدر کرمانشاه و در اوایل دوران ناصرالدین‌شاه قاجار ساخته شده است. این خانه به‌خاطر نقاشی‌های دیواری بی‌نظیر، به‌ویژه پرتره ناصرالدین‌شاه در اتاق پنج‌دری، یکی از کمیاب‌ترین نمونه‌های هنر نقاشی دیواری دوره قاجار به شمار می‌آید و اهمیت تاریخی و هنری بالایی دارد.
خانه سعدوندی		خانه‌ی سعدوندی عمارت بزرگ‌تری بوده که بخش‌هایی از آن جدا شده است و قسمت باقیمانده حیاط مرکزی و بسیار زیبا و باارزش است. ورودی با زاویه‌ای محدود وبا چرخش به حیاط ارتباط پیدا می‌کند و بدین ترتیب باز شدن درب موجب دیدن کامل ساختمان و حیاط نمی‌شود؛ بلکه پس از طی دو پله و چرخش ۹۰ درجه حیاط و ساختمان اصلی که در ضلع غربی است و دارای پنجره ارسی بسیار زیبا است منظره آن قابل رویت می‌شود.
خانه صمدی		خانه صمدی کرمانشاه، مربوط به دوره قاجار و ثبت‌شده در آثار ملی ایران، نمونه برجسته‌ای از ترکیب معماری سنتی ایرانی با تأثیرات هنر غربی است. این خانه دو واحد مستقل با ورودی‌های مجزا و حیاط مشترک دارد و تزئینات دقیق آن شامل نقاشی‌های دیواری، گچ‌بری‌های ظریف، کاشی‌کاری و تزیینات چوبی است که زیبایی و تلفیق فرهنگی آن را نمایان می‌کند. طبقه اول به فضاهای روزمره و طبقه دوم به پذیرایی مهمان اختصاص‌یافته است.
خانه خواجه باروخ (رنده کش)		خانه صمدی نمونه‌ای از معماری درون‌گرا قاجاری است که از سردر کوچه زار وارد فضای هشتی می‌شویم و سپس به حیاط بیرونی متصل می‌شود. حوض‌خانه در ضلع شمالی حیاط واسط بین حیاط اندرونی و بیرونی است که فقط از حیاط اندرونی قابل‌دسترسی است. تالار اصلی در ضلع غربی با ارسی به ایوان باز می‌شود. بنا دوطبقه دارد؛ طبقه همکف شامل اتاق‌ها و حمام است و طبقه اول با ایوان‌هایی دارای ستون‌های آجری و تزئینات آجرکاری زیبا طراحی شده است.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

نام بنا	تصاویر	توضیحات
خانه سوری		خانه تاریخی حاج جعفر سوری در کرمانشاه، متعلق به دوره قاجار، دوطبقه و ساخته شده از آجر و خشت با سقف چوبی و برخی بخش‌های آهنی است. این بنا با معماری ترکیبی از سنت ایرانی و تأثیرات غربی، تزئینات آجرکاری زیبا دارد و با مدول ایرانی ۴ طراحی شده است؛ هرچند به دلیل تغییرات ساختاری، نوع دقیق معماری درون‌گرا یا برون‌گرا مشخص نیست. این اثر در فهرست آثار ملی ایران ثبت شده و اکنون به‌عنوان رستوران سنتی بهره‌برداری می‌شود.
خانه حکیم نصیر		خانه حکیم نصیر دارای دو حیاط است؛ حیاط بیرونی کوچک‌تر به‌عنوان ورودی و حیاط اندرونی بزرگ‌تر و مرکزی که حریم خصوصی را حفظ می‌کند. اطراف حیاط اندرونی اتاق‌ها و فضاهای زندگی به‌صورت متصل طراحی شده‌اند تا دسترسی آسان فراهم شود.
خانه فیض مهدوی		خانه تاریخی فیض مهدوی در محله علاف خانه کرمانشاه، بنایی درون‌گرا با مساحت بیش از ۹۰۰ مترمربع و شامل سه‌طبقه زیرزمین، همکف و اول است. این خانه دوطبقه با اتاق‌ها و ارسی‌های فراوان، بام شیروانی و ساباط در ضلع غربی است که فضای بالای کوچه را به بنا اضافه کرده است. مصالح اصلی آن آجر، چوب، خشت، گل و آهک است. تزئینات آن تلفیقی از هنر ایرانی و تأثیر معماری غربی است. این بنا که در سال ۱۳۸۴ مرمت شده، اکنون به‌عنوان اقامتگاه بوم‌گردی و رستوران فعالیت می‌کند و پیشنهاد شده به موزه تاریخ مشروطه تبدیل شود.
خانه معتضدواله وزیری		پلان خانه معتضدواله وزیری بر پایه معماری درون‌گرا و محوریت حیاط مرکزی طراحی شده است. پس از ورودی و فضای هشتی، حیاط وسیعی قرار دارد که در ضلع‌های شمالی و غربی آن اتاق‌های بزرگ با ارسی‌های زیبا جای گرفته‌اند. ضلع جنوبی شامل انباری‌ها با طاق‌نماهای آجری و ضلع شرقی محل ورودی هشتی و حمام است. همچنین در شمال زمین حیاطی دیگر با ارسی زیبا وجود دارد. این ساماندهی فضایی، حفظ حریم خصوصی و ایجاد فضایی آرام را تضمین می‌کند و طراحی قرینه‌وار آن نشان‌دهنده تداوم سنت‌های معماری ایرانی است.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

جدول ۳. دسته‌بندی عناصر معماری و فضایی خانه‌های قاجار در کرمانشاه
Table 3. Classification of Qajar houses in Kermanshah

ردیف	نام بنا	دوره‌ی تاریخی	تعداد طبقات	تعداد حیاط	تزئینات	برون‌گرا	درون‌گرا	سه‌دری	پنج‌دری	ارسی
1	**خانه حکیم نصیر**	قاجار	زیر زمین و دوطبقه	3 حیاط	کاربندی آجرکاری کاشکاری	–	✓	–	–	✓
2	**خانه صمدی**	قاجار	زیرزمین و دوطبقه	4 حیاط	گچبری آجرکاری نقاشی	–	✓	–	–	✓
3	**خانه سعدوندی**	قاجار	زیرزمین و دوطبقه	1 حیاط	آجرکاری اورسی گچبری	–	✓	–	–	✓
4	**خانه معتضددوله وزیری**	قاجار	زیر زمین و دوطبقه	2 حیاط	گچبری آجرکاری	–	✓	–	–	✓
5	**خانه خواجه باروخ (رنده کش)**	قاجار	دوطبقه	2 حیاطه	آجرکاری	–	✓	–	–	✓
6	**خانه فیض مهدوی**	قاجار	دوطبقه	2 حیاطه	آجرکاری	–	✓	–	–	✓
7	**خانه صارم الدوله**	قاجار	دوطبقه	1 حیاط	آجرکاری–مقرنس نقاشی دیواری آجرتراش	–	✓	–	✓	–
8	**خانه‌ی سوری**	قاجار	دوطبقه	1 حیاط	آجرکاری	✓	–	–	–	✓

٦. یافته‌ها و بحث‌ها

در مرحله اول تناسبات در حیاط‌های خانه‌های قاجاری شهر کرمانشاه مورد بررسی قرار می‌گیرد (جدول ۴). ابتدا با استفاده از اطلاعات موجود، شامل اندازهای طول و عرض حیاط‌ها؛ نسبت موجود در حیاط‌های خانه‌ها کشف می‌شود. سپس نسبت به‌دست‌آمده با نسبت‌های ثابت تناسب طلایی و تناسبات زرین ایرانی مقایسه می‌شود و میزان انحراف اعداد به‌دست‌آمده را با تناسب طلایی جهانی و تناسبات زرین ایرانی محاسبه می‌شود. برای سنجش معیار انحراف از روش قدرمطلق تفاوت (Absolute value of the difference) استفاده شده است. حد خطای پذیرفته شده در بسیاری از پژوهش‌های تطبیقی تناسبات میزان انحراف (≥۲% تا ≥۷%) می‌باشد و اگر عدد به‌دست‌آمده کمتر از این مقدار خطا باشد می‌توان با اطمینان بالا تناسبات خانه‌های موردنظر را تأیید نمود. سپس برای روشن‌تر شدن موضوع در جدول ۵ از روش هندسی داده‌های جدول ۴ را سنجش می‌شود و تناسبات تأیید شده برای هر حیاط را با روش هندسی بر روی پلان خانه‌ها تطبیق می‌شود.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

جدول ٤. ابعاد و تناسبات خانه‌های قاجار در کرمانشاه

Table 4. Proportions of Qajar houses in Kermanshah

ردیف	نام بنا	طول حیاط (مطابق نقشه‌های میراث فرهنگی)	عرض حیاط (مطابق نقشه‌های میراث فرهنگی)	نسبت اندازه گیری شده حیاط	میزان انحراف نسبت به تناسبات طلایی (1.618)	میزان انحراف نسبت به تناسبات √3 (1.73)	میزان انحراف نسبت به تناسبات √2 (1.41)	میزان انحراف نسبت به تناسبات √1.25 (1.118)	وضعیت تطابق
1	خانه صارم الدوله	11.35	10.28	1.10	0.51	0.63	0.31	0.018	√1.25
2	خانه سعدوندی	11.32	10.50	1.07	0.54	0.66	0.34	0.048	√1.25
3	خانه صمدی	18.21	17.59	1.03	0.58	0.70	0.38	0.088	√1.25
4	خواجه باروخ	15.68	14.1	1.11	0.50	0.62	0.30	0.008	√1.25
5	سوری	10.13	3.60	2.81	-1.192	-1.08	-1.40	-1.692	انحراف شدید
6	حکیم نصیر	16.54	13.57	1.21	0.40	0.52	0.20	0.092	√1.25
7	فیض مهدوی	9.70	9.49	1.02	0.59	0.71	0.39	0.098	√1.25
		11.37	8.50	1.33	0.28	0.40	0.08	-0.21	√2
8	معتضدالدوله وزیری	58.09	37.74	1.53	0.08	0.20	-0.12	-0.412	نسبت طلایی
		45.67	40.02	1.14	0.47	0.59	0.27	-0.02	√1.25

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

٦-١. عدم پیروی از تناسب طلایی جهانی و پیروی از تناسبات زرین ایرانی در تحلیل عددی و هندسی پلان حیاط‌ها

ابتدا در جدول ۴ اطلاعات شامل اندازه‌گیری طول، عرض و نسبت طول به عرض حیاط خانه‌ها ارائه شده است و همچنین انحراف این نسبت‌ها نسبت به تناسبات استاندارد معماری (تناسب طلایی ۱.۶۱۸، تناسبات زرین ۱.۴۱۴= √۲ ، ۱.۷۳۳= √۳ ، و √۱.۲۵) نشان‌داده‌شده است. جدول ۴ نشان می‌دهد حیاط‌ها در خانه‌های دوره قاجار کرمانشاه از نسبت طلایی پیروی نمی‌کنند و فقط خانه معتضدالدوله وزیری از این نسبت پیروی کرده است.

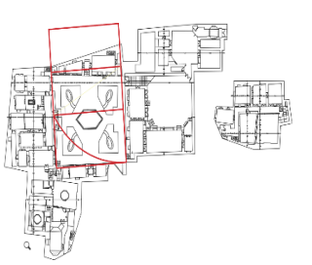
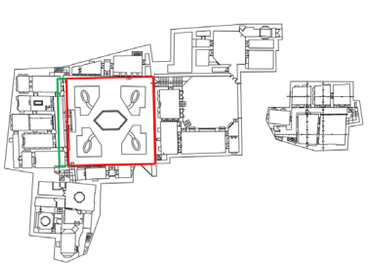
از طرفی دیگر تناسب √۱.۲۵ به‌عنوان یکی از تناسبات زرین ایرانی به‌عنوان یک الگوی قوی از ۸ خانه (۱۰ حیاط، بعضی از خانه‌ها ۲ حیاط دارند)، با کمترین میزان انحراف (۰.۰۱۸، ۰.۰۴۸، ۰.۰۸۸، ۰.۰۰۸، ۰.۰۹۲، ۰.۰۹۸، و ۰.۰۰۲) الگوی غالب تناسبات در حیاط‌های خانه‌های مورد تحلیل می‌باشد. یافته فوق حائز اهمیت است و نشان می‌دهد که تناسب فوق، الگوی غالب در طراحی حیاط این خانه‌های قاجار در کرمانشاه بوده است.

همچنین خانه سوری با نسبت طول به عرض ۲.۸۱ و انحرافات بسیار بالا از تمامی تناسبات، یک مورد استثنائی است و با مطالعات صورت‌گرفته مشخص شد این حیاط در دوره پهلوی دست خوش تغییراتی بوده است. خانه صوری با ضریب خطای بالاتر از حد مجاز با هیچ‌کدام از تناسبات مطرح در این پژوهش همخوانی ندارد که می‌تواند ناشی از ملاحظات خاص طراحی این بنا که به‌صورت برون‌گرا طراحی شده است.

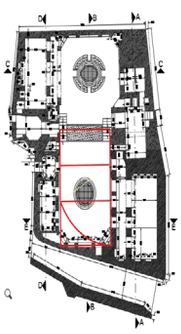
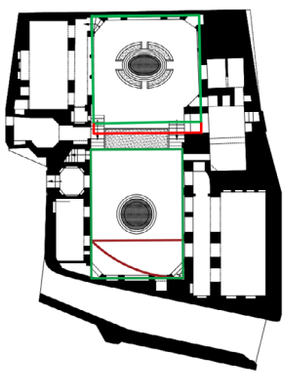
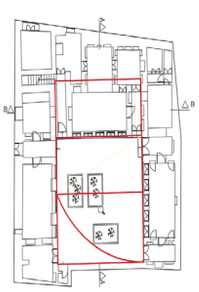
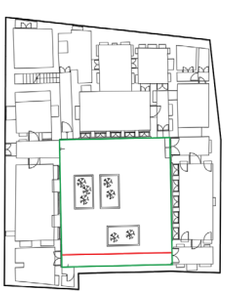
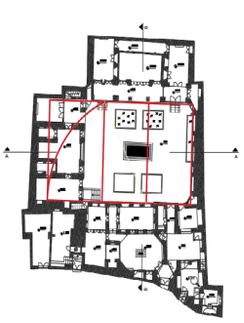
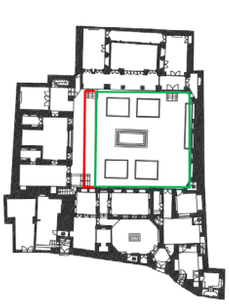
تحلیل هندسی حیاط‌های خانه‌های موردمطالعه در جدول ۵ نتایج تحلیل عددی به‌دست‌آمده از جدول ۴ را تأیید می‌نماید. انطباق تناسبات حیاط‌های این خانه‌ها با تناسب طلایی (دو نمونه حیاط) و تناسبات زرین ایرانی نظیر ۱.۱۱۸ =√۱.۲۵ و ۴۱۴= √۲ نشان‌دهنده تسلط معماران و انطباق خانه‌های تاریخی دوره قاجار شهر کرمانشاه بر نظام تناسباتی همچون تناسب طلایی و تناسبات زرین ایرانی و نظام‌های پیمون ایرانی می‌باشد. این انتخاب، در نهایت، معماری‌ای را شکل داده که در عین زیبایی، ریشه در فرهنگ و اقلیم منطقه دارد. این الگوها را می‌توان در چارچوب جدول ۵ مشاهده نمود.

جدول ۵. تحلیل هندسی تناسبات مستطیل طلایی و زرین ایرانی خانه‌های قاجار در کرمانشاه

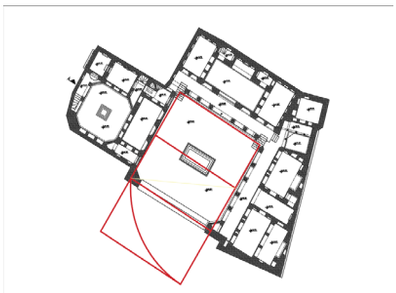
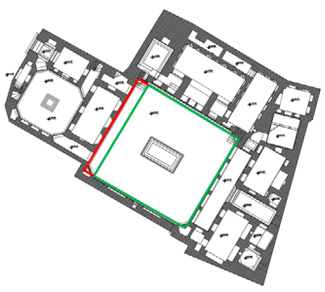
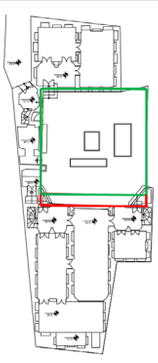
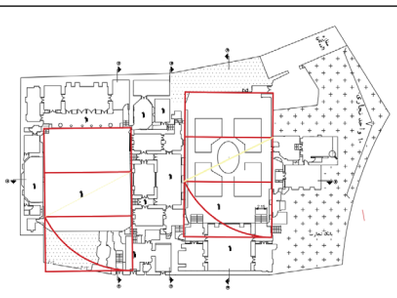
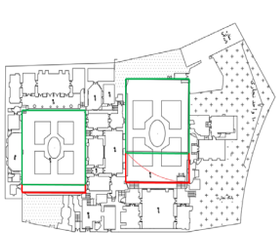
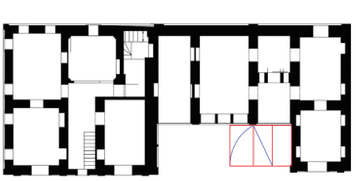
Table 5. Proportions of the Iranian Golden Rectangle and Golden Qajar Houses in Kermanshah

ردیف	نام بنا	تطبیق با مستطیل طلایی	تناسبات زرین
1	صمدی		
		عدم تطبیق	√1.25= 1.118

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

ردیف	نام بنا	تطبیق با مستطیل طلایی	تناسبات زرین
2	فیض مهدوی		
			1 حیاط√2=1.414
		عدم تطبیق	2 حیاط√1.25= 1.118
3	صارم الدوله		
		عدم تطبیق	√1.25= 1.118
4	حکیم نصیر		
		عدم تطبیق	√1.25=1.118

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

ردیف	نام بنا	تطبیق با مستطیل طلایی	تناسبات زرین
5	خواجه باروخ		
		عدم تطبیق	√1.25= 1.118
6	سعدوندی		
		عدم تطبیق	√1.25= 1.118
7	معتضددوله وزیری		
		√1.25=1.118حیاط 2 نسبت طلایی	√2=1.41حیاط 1
		عدم تطبیق	
8	سوری		
		عدم تطبیق	√8=2.828

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

٦-٢. تحلیل هندسی وجه نماهای اصلی خانه‌های موردمطالعه

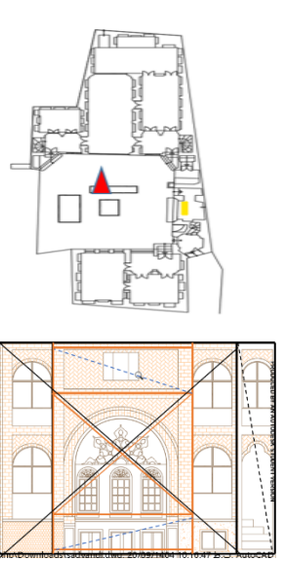
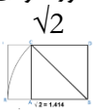
برای به‌دست‌آوردن تناسبات نما به دلیل پیچیدگی‌های هر نما که شامل قاب‌بندی‌ها، بازشوها، نخیر و نهازها و ایوان‌ها می‌باشند، نمی‌توان از روش تحلیل عددی مشابه کاری که در جدول ۴ برای به‌دست‌آوردن تناسبات پلان حیاط‌ها استفاده نمود و می‌توان با تحلیل هندسی و کشف خطوط اصلی هر جداره نما به تناسبات غالب آن نما پی برد. همچنین بعضی از نماها به‌صورت ترکیبی و یا تکرار یک تناسب خاص ساخته و درک می‌شوند.

بر اساس یافته‌های جدول ۶، تناسبات بکار رفته در نماهای خانه‌های موردمطالعه شهر کرمانشاه دارای تنوع بیشتری در مقایسه با تناسبات بکار رفته در حیاط‌ها می‌باشند. تناسبات نماهای اصلی که اصولاً شامل ۵ دری‌ها و ۳ دری‌ها می‌باشند تمایل به پیروی از نسبت‌های زرین ایرانی شامل √۱.۲۵، √۱، √۲، √۳، √۴ دارند و به‌جز خانه سوری که در ساخت آن از تناسب طلایی استفاده شده است بقیه خانه‌ها از تناسبات زرین در معماری ایرانی پیروی می‌کنند که نشان دهند تسلط معماران این خطه بر نظام‌های تناسباتی می‌باشد.

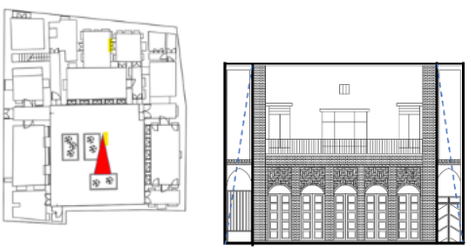
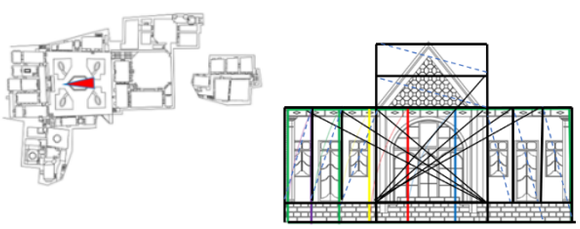
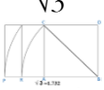
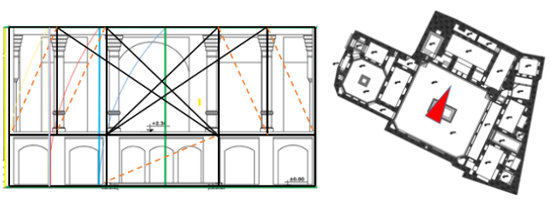
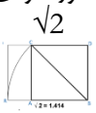
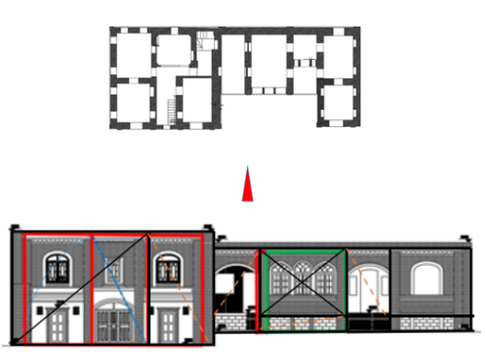
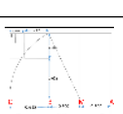
درصد فراوانی تناسبات مختلف در پلان حیاط خانه‌های قاجاری کرمانشاه در نمودار ۱ نشان‌دهنده کاربرد بیشتر تناسب √۱.۲۵ با درصد فراوانی ۷۸% می‌باشد. همچنین درصد فراوانی تناسبات مختلف در نمای اصلی نمودار ۲ خانه‌های قاجاری کرمانشاه نشان‌دهنده کاربرد بیشتر تناسبات √۲ با درصد فراوانی ۵۰% می‌باشد.

جدول ٦. تحلیل هندسی تناسبات نمای اصلی خانه‌های قاجار در کرمانشاه

Table 6. Proportions of the main facade of Qajar houses in Kermanshah

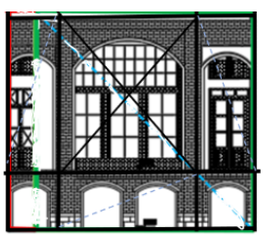
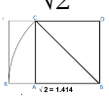
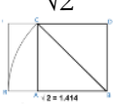
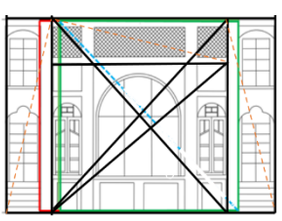
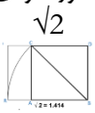
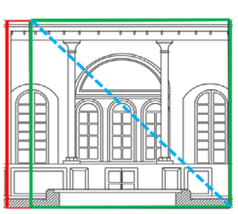
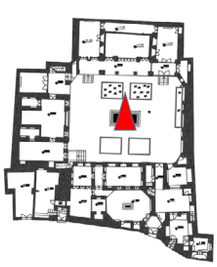
ردیف	نام بنا	تحلیل هندسی نمای اصلی با (تناسبات طلایی و زرین ایرانی)	تطبیق
1	خانه سعدوندی		محورعمودی √2  محور افقی √1.25

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

ردیف	نام بنا	تحلیل هندسی نمای اصلی با (تناسبات طلایی و زرین ایرانی)	تطبیق
2	صارم الدوله		محورافقی √251.
3	خانه صمدی		محورعمودی √3  محورافقی √4
4	خانه خواجه باروخ		محورعمودی √2  محور افقی √3
5	خانه سوری		محورعمودی  محورافقی تناسبات طلایی

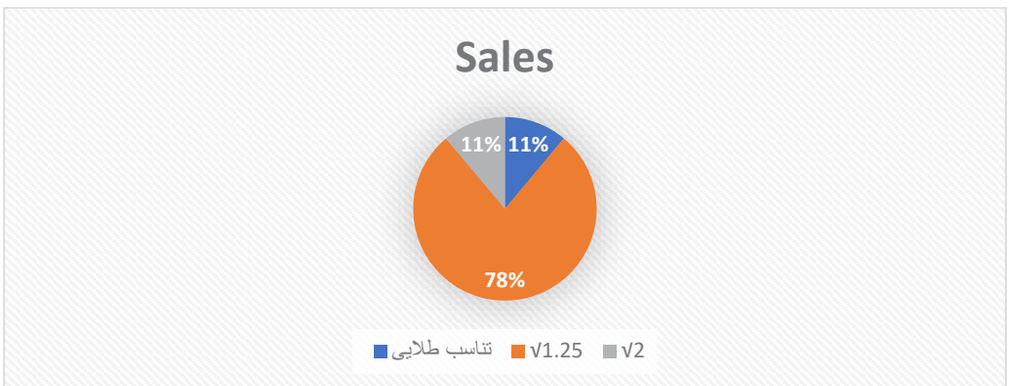
[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

تحلیل هندسی نمای اصلی با (تناسبات طلایی و زرین ایرانی)

ردیف	نام بنا			تطبیق
6	خانه فیض مهدوی			محورعمودی √2  محورافقی √2 
7	معتضدواله وزیری			محورعمودی √2  محورافقی √2
8	حکیم نصیر			محورافقی √1.25

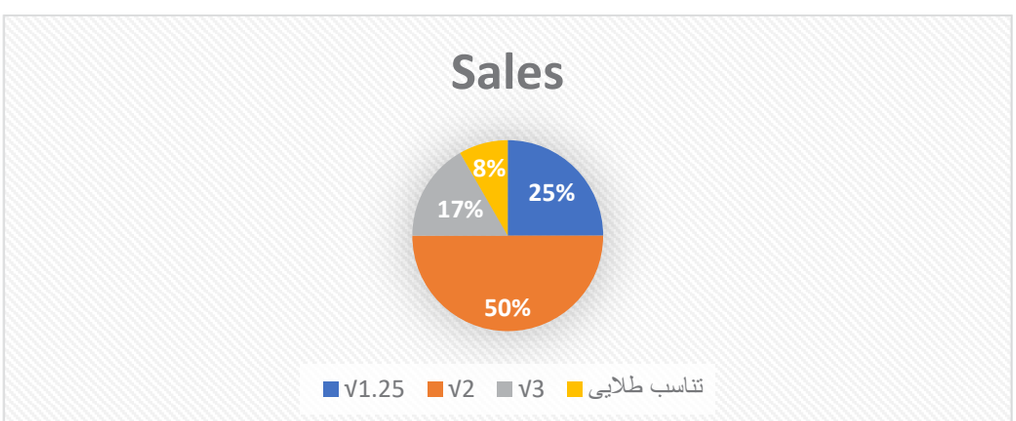
A

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]



شکل ۳. درصد فراوانی تناسبات در حیاط خانه‌های قاجاری کرمانشاه

Figure 3. Percentage of proportions in the courtyards of Qajar houses in Kermanshah



شکل ٤. درصد تناسبات در نمای اصلی خانه‌های قاجاری کرمانشاه

Figure 4. Percentage of proportions in the main facade of Qajar houses in Kermanshah

۷. نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی تناسبات در حیاط‌ها و نماهای خانه‌های قاجاری شهر کرمانشاه و بررسی میزان پیروی آنها از تناسبات مطرح در معماری ایرانی می‌باشد. بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده مشخص گردیده است که در حیاط خانه‌های قاجاری کرمانشاه تمایل به استفاده از تناسبات زرین ایرانی در مقابل تناسب طلایی ارجحیت بیشتری دارد و معماران استفاده از تناسبات زرین ایرانی را معیار اصلی ساخت خانه‌های سنتی کرمانشاه قرار داده‌اند. همچنین از میان تناسبات زرین ایرانی (مربع، ۱.۲۵ √، ۲√، ۳√) نسبت ۱.۲۵√ با درصد فراوانی ۷۸% در پلان‌های خانه‌ها و نسبت ۲√ با درصد فراوانی ۵۰% در نماهای خانه‌های مورد بررسی پرتکرارترین الگوی تناسبات در معماری خانه‌های قاجاری کرمانشاه می‌باشند. این تکرار نشان‌دهنده نوعی از سازگاری و هماهنگی این تناسب بافرهنگ و کالبد معماری این شهر از دیدگاه معماران می‌باشد.

در این میان استفاده محدود از تناسب طلایی در پلان خانه صمدی و نمای خانه سوری نشان‌دهنده توجه معماران این خطه به تفاوت و نوآوری در پاسخگویی به

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

نیازهـــای خـــاص هر ملـــک و محدودنشـــدن در یک غالب خاص تناســـباتی می‌باشـــد. در این پژوهـــش برخلاف روش مرســـوم در پژوهش‌های مشـــابه کـــه برای دســـترسی به تناســـبات صرفاً از تحلیل عـــددی اســـتفاده کرده‌اند. علاوه بـــر تحلیـــل عـــددی از تحلیل هنـــدسی به‌منظـــور بازیابی تناســـبات در پلان‌ها و نماها اســـتفاده شـــده اســـت. نکته قابل‌ذکـــر در ایـــن پژوهـــش این می‌باشـــد کـــه برخلاف بـــرخی از پژوهش‌های پیشیـــن، بررسی تناســـبات در نما را نمی‌تـــوان صرفاً با ابعـــاد طول و عرض یک نما ســـنجید و کل جـــداره یک نمـــا را به‌عنوان یک کلیـــت یکپارچه مانند (حیـــاط) در نظر گرفت.

برای بررسی تناســـب در نما به دلیل تنوع در جدارهای نما و تداخل آنها شـــامل (نخیرونهـــاز، قاب‌بندی‌های‌متنوع، بازشـــوهای‌مختلف) باید تناســـبات شـــاخص و مســـتتر در آن نماهـــا را فهمیـــد و بـــا تحلیل هندسی به نوع تناســـبات آن نمـــا پی‌بـــرد. در پژوهش حاضـــر جداره‌هـــای از نما که دارای تمایز و تناســـبات واقـــعی بوده‌اند؛ ماننـــد پنج‌دری‌ها و ســـه‌دری به‌عنوان ملاک بررسی تناســـبات شـــاخص آن جداره هســـتند. همچنین کشـــف و اثبات این‌گونه تناســـبات و چـــرایی تکـــرار معنادار بـــرخی از آنها می‌تواند راه‌گشـــای معمـــاران معاصر در طـــراحی بناهای نوین منطبق بر بســـتر تاریـــخی و راهنمـــای مرمتگـــران در بازســـازی خانه‌های تاریخی کـــه به دلایل مختلـــف بخش‌های زیـــادی از آنها تخریب شـــده، باشد.

سپاســـگزاری: این پژوهش با حمایـــت و همکاری ســـازمان میراث‌فرهنگی کرمانشـــاه به انجام رسیده اســـت؛ بدین‌وسیله از تمامی دســـت‌اندرکاران این ســـازمان تشـــکر و قدردانی می‌گردد.

مشـــارکت نویســـندگان: ایده‌پـــردازی: N.R.و K.M.؛ روش‌شـــناسی: N.R.؛ نرم‌افزار: N.R.؛ اعتبارسنجی: K.M ،N.R. و R.Ch.؛ تحلیـــل رســـمی: N.R.؛ تحقیق و بـــررسی: N.R.؛ منابـــع: N.R.؛ مدیریت و تنظیـــم داده‌ها: N.R.؛ نگارش پیش‌نویس اولیـــه: N.R.؛ بازبینی و ویرایش متن: K.M ،N.R. و R.Ch.؛ تصویرســـازی داده‌ها: N.R.؛ نظارت: K.M.؛ مدیریـــت پروژه: K.M.؛

تمام نویســـندگان نسخه منتشر شـــده مقاله را مطالعه کـــرده و با آن موافقـــت نموده‌اند.

تأمیـــن مالی: «ایـــن پژوهش هیچ بودجـــه خارجی دریافت نکرده اســـت»

تضـــاد منافع: نویســـندگان هیچ‌گونه تضـــاد منافع را اعلام نمی‌کننـــد.

دســـترسی به داده‌ها و مواد: مجموعه‌داده‌های تولید شـــده و یـــا تحلیل شـــده در طول پژوهـــش حاضر از طریق درخواســـت منطقی از نویســـنده مسئول قابل‌دسترسی هستند .

پی نوشت‌ها

1.Rob Krier) June 10, 1938(.

2. Charles-Édouard Jeanneret, known as Le Corbusier (October 6, 1887).

۳. کـــن (مـــدولار فضای ژاپـــنی):در معمـــاری ژاپنی مقیاس یـــا پیمونی وجود دارد که بر اســـاس آن ســـاختمان را بنیـــاد می‌گذارد. شـــاکو واحد اندازه‌گیری ســـنتی ژاپن در اصـــل از چیـــن آمده اســـت. این واحـــد تقریباً معـــادل پای (فوت) انگلیسی بـــوده و قابل‌تقسیم به واحدهای اعشـــاری است .

منابع

References

Ansari, Mojtaba; Akhavat, Haniyeh; Taghvai, Ali Akbar. (2011). "A Research on the Historical Evolution of Proportion Systems in Architecture with an Emphasis on Practical and Aesthetic Considerations," Ketab-e Mah Honar Quarterly, (151): 46–57. [In Persian]

Attarian, Kouroush; Momeni, Kourosh; Masoudi, Zohreh. (2015). "Investigation of Courtyard Proportions in Safavid Mosques of Isfahan," Comparative Studies in Art, 5(10). [In Persian]

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

Najafgholipourkalantari, Nasim; Etesam, Iraj; Habib, Farah. (2017). "Investigation of Geometry and Golden Ratios in Iranian Architecture (Case Study: Traditional Houses of Tabriz City) ," Urban Management, 16(46), 477–491. [In Persian]

Naseri, Hossein; Attarian, Kouroush; Amini Farsani, Zahra. (2022). "Investigation of Proportion System Theories in Qajar Period Houses of Khorramabad," Architectural Thought Journal, pp. 73–88. [In Persian]

Pirnia, Mohammad Karim. (1999). Research on the Past of Iranian Architecture. Tehran: Soroush Danesh Publications. [In Persian]

Sadrameli, Ali; Emamianfar, Ali; Sohrabi, Sepideh Al-Sadat. (2017). "Investigation of Isfahan Churches and the Role of Golden Ratios in Them (Case Study: Mary and Hagop Church)," Annual Conference on Architecture, Urban Planning, Geography and Civil Engineering. [In Persian]

Saremi, Hooshang. (2010). Investigation of the Historical Spatial Structure of Kermanshah City. Tehran: University of Tehran Press. [In Persian]

Sheikhi, Maryam; Momeni, Kourosh; Vasiq, Behzad. (2022). "Geometric Analysis and Golden Proportions in Mirgholam Hashemi Castle, Ilam," Scientific Quarterly of Ilam Culture, (24), 76–77. [In Persian]

Taheri Sarmad, Faezeh; Einifar, Alireza; Shahcheraghi, Azadeh. (2019). "Comparative Study of Spatial Organization Typology and Physical Elements of Qajar and Pahlavi Periods in Traditional Houses of Kermanshah City," Iranian Archaeological Researches (Nameh Bastanshenasi), 9(23): 149–168. [In Persian]

Ziaei Nia, Mohammad Hassan; Hashemi Zarjabad, Hassan. (2016). "Golden Ratio and Iranian-Islamic Proportion System in Jameh Mosque of Qaen," Journal of Restoration and Iranian Architecture, 6(11): 89–100. [In Persian]

Bamanian, Mohammadreza; Baghaei, Parham; Akhavat, Haniyeh. (2010). Application of Geometry and Proportions in Architecture. Tehran: Tahhan Publications. [In Persian]

Buzjani, Abolvafa Mohammad. (1990). Iranian Geometry. Translated and edited by Seyed Alireza Jazbi. Tehran: Helleh. [In Persian]

Colmbeck, Lisa; Wilber, Donald. (1995). Timurid Architecture in Iran and Laurentia. Translated by Mohammad Yousef Kiani and Keramatollah Afsar. Tehran: Cultural Heritage Organization. [In Persian]

Hayati, Hamed; Nouri, Amir Masoud. (2023). "A Comparative Study of Iwan Proportions in Safavid Mosques of Isfahan," Bagh-e Nazar, 20(128), 13–26. [In Persian]

Hejazi, Mehrdad. (2008). "Sacred Geometry in Nature and Iranian Architecture," History of Science Journal, No. 7, pp. 17–44. [In Persian]

Javadi Nodeh, Mahsa; Shahcheraghi, Azadeh; Andalib, Alireza. (2022). "Investigation of Golden Ratios and Geometric Principles Derived from Nature in the Physical Components of Historical Houses (Case Study: Qajar Houses of Ardabil)," Bagh-e Nazar, 19(110), 35–48. [In Persian]

Krier, Rob. (2001). Architectural Compositions. Translated by Mohammad Ahmadi Nejad, First Edition. Tehran: Nashr-e Khak Publications. [In Persian]

Malekizadeh, Behnoosh; Soroush, Mohammad Mehdi; Molanayi, Salahuddin; Forootan, Manouchehr. (2021). "A Comparative Study of Traditional Houses in Kermanshah and Sanandaj During the Qajar and Pahlavi Periods," New Perspectives in Human Geography (Human Geography) , 13(3): 945–966. [In Persian]

Memarian, Gholamhossein; Safaeipour, Hadi. (2015). Iranian Architecture: Niarash. Tehran: Goljam Publications. [In Persian]

Moftakhar, Zahra; Momeni, Kourosh; Didarban, Mohammad. (2021). "Proportions of Courtyards in Traditional Houses of Behbahan (Qajar and Early Pahlavi Periods)," Iranian Islamic Architecture Research Quarterly, 31(9): 61–84. [In Persian]

Mohammadzadeh, Niloofar. (1983). Geometry and Proportions in Architecture. Mashhad: Arastoo Publications. [In Persian]

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]

انصاری، مجتبی؛ اخوت، هانیه؛ تقوایی، علی اکبر. (۱۳۹۰). تحقیقی پیرامون سیر تاریخی سیستم‌های تنظیم تناسبات در معماری با تأکید بر ملاحظات کاربردی و زیباشناسی، فصلنامه کتاب ماه هنر. (۱۵۱): ۵۷-۴۶.

بمانیان، محمدرضا؛ بقائی، پرهام؛ اخوت، هانیه. (۱۳۸۹). کاربرد هندسه و تناسبات در معماری، تهران: انتشارات طحان.

بوزجانی، ابوالوفا محمد، (۱۳۶۹). هندسه ایرانی. ترجمه و تصحیح سید علیرضا جذبی. تهران: هله

پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۷۸). تحقیق درگذشته‌ی معماری ایران، تهران: انتشارات سروش دانش.

جوادی نوده، و همکاران (۱۴۰۱). بررسی تناسبات طلایی و اصول هندسی برگرفته از طبیعت در اجزای کالبدی خانه‌های تاریخی (مطالعه‌ی موردی: خانه‌های قاجاری اردبیل). باغ نظر، ۱۹(۱۱۰)، ۳۵-۴۸.تهران: انتشارات دانشگاه تهران

حجازی، مهرداد (۱۳۹۹). هندسه مقدس در طبیعت و معماری ایرانی، مجله تاریخ علم، شماره ۷، صفحه ۴۴-۱۷، ۱۳۸۷.

حیاتی، حامد، نوری، امیرمسعود . (۱۴۰۲). مقایسه‌ی تطبیقی تناسبات ایوان در مساجد دوره‌ی صفویه‌ی اصفهان. باغ نظر، (۲۰)۱۲۸ ۱۳-۲۶

شیخی، مریم، مومنی، کورش، و وثیق، بهزاد . (۱۴۰۱). تحلیل هندسی و تناسبات طلایی و زرین ایرانی در قلعه میرغلام هاشمی ایلام. فصلنامه علمی فرهنگ ایلام (۲۴) ۷۶-۷۷

صارمی، هوشنگ. (۱۳۸۹). بررسی ساختار تاریخی فضایی شهر کرمانشاه، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

صدرعاملی، و همکاران. (۱۳۹۶). بررسی کلیساهای اصفهان و نقش تناسبات طلایی در آنها (نمونه موردی کلیسای مریم و هاکوپ). کنفرانس سالانه معماری، شهرسازی، جغرافیا و عمران. ۳(۱۴). ۲۳-۳۵

ضیایی نیا، محمد حسن؛ هاشمی زرج آباد، حسن. (۱۳۹۵). تناسب طلائی و سیستم تناسبات ایرانی - اسلامی در مسجد جامع قائن. فصلنامه مرمت و معماری ایران. ۶(۱۱): ۱۰۰-۸۹.

طاهری سرمد، فائزه؛ عینی فر، علیرضا؛ شاهچراغی، آزاده. (۱۳۹۸). مقایسه‌ی تطبیقی گونه‌شناسی سازمان فضایی و عناصر کالبدی دوره‌های قاجار و پهلوی خانه‌های سنتی شهر کرمانشاه. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران (نامه باستان‌شناسی). ۹(۲۳): ۱۶۸-۱۴۹.

عطاریان، کورش، مومنی، کوروش، و مسعودی، زهره. (۱۳۹۴). بررسی تناسبات حیاط مساجد دوره صفویه اصفهان. مطالعات تطبیقی هنر، ۵(۱۰)۴۵-۵۷

کریر، راب. (۱۳۸۰). تناسبات در معماری. ترجمه محمد احمدی نژاد، چاپ اول. تهران: انتشارات نشر خاک.

کلمبک، لیزا و دونالد ویلبر. (۱۳۷۴). معماری تیموری در ایران و لوران، ترجمه محمد یوسف کیانی و کرامت الله افسر، تهران: انتشارات سازمان میراث‌فرهنگی

محمدزاده، نیلوفر. (۱۳۶۲). هندسه و تناسبات در معماری، مشهد: انتشارات ارسطو.

معماریان، غلامحسین؛ صفایی پور، هادی. (۱۳۹۴). معماری ایرانی نیارش. تهران: انتشارات گلجام.

مفتخر، زهرا؛ مومنی، کورش؛ دیده بان، محمد. (۱۴۰۰). تناسبات حیاط خانه‌های سنتی شهر بهبهان (دوره‌ی قاجار و پهلوی اول)، فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی. ۳۱(۹): ۸۴-۶۱.

ملکی زاده، بهنوش؛ سروش، محمدمهدی؛ مولانایی، صلاح الدین؛ فروتن، منوچهر. (۱۴۰۰). مطالعه تطبیقی خانه‌های سنتی کرمانشاه و سنندج در دوره قاجار و پهلوی. نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی (جغرافیای انسانی). ۱۳(۳): ۹۶۶-۹۴۵.

ناصری، همکاران (۱۴۰۰). بررسی نظریه‌های سیستم تنظیم تناسبات در خانه‌های دوره قاجارِ خرم‌آباد. نشریه اندیشه معماری ۱۴۰۱،ص۷۳- ۸۸

نجفقلی پورکلانتری، و همکاران (۱۳۹۶). بررسی هندسه و تناسبات طلائی در معماری ایران (نمونه مطالعاتی: خانه‌های سنتی شهر تبریز). مدیریت شهری، ۱۶(۴۶)، ۴۹۱-۴۷۷.

[DOI: 10.61882/ciauj.11.1.642]