

Investigation of The Architectural System and Geometric Proportions of the Central Courtyard and Its Walls in The Historical Houses of Kashan (Case Study: Ten Historical Houses of the Qajar Period in Kashan)

Hamidreza Farshchi^{*1}, Morteza Majidi²

¹ Ph.D. Architecture, Member of Scientific board, Architecture and Art, University of Kashan.

² M.SC Architecture Student, University of Kashan.

(Received 25 Oct 2021, Accepted 1 Jan 2022)

The use of pavilions and geometric principles in the design and construction of buildings in Iran is one of its architectural principles, so that in most buildings from the past to the present it is well considered and buildings that lack it are considered worthless. The house is one of the most important man-made structures that meets various human needs. In the architecture of the center of the Iranian plateau, the house is composed of various components, the most important of which is the central courtyard as a small garden in the heart of the house. The central courtyard, while connecting all the spaces, meets a variety of needs as well. The city of Kashan is several thousand years old and has a rich historical context with valuable houses. According to research, it is likely that these houses have been formed with their beautiful and coherent architecture with special geometric thinking and systems, and geometric principles have been used to build them. Now the main issue of this research is what geometric proportions and architectural systems have been used in the design and implementation of the central courtyard and its walls. The purpose of this study is to extract the architectural systems and geometric proportions used in the design of the central courtyard of the Qajar period houses in Kashan and to investigate the frequency of each of them. This research is based on the method of analysis of architectural systems and geometric proportions of the courtyard and its walls in ten houses of the Qajar period in Kashan in order to extract the architectural systems and its geometric proportions. The statistical population has been

selected based on the index of the building and the existence of sufficient data related to the research objectives. Also, in selecting the houses, an attempt was made to consider different scales of houses, from large-scale to small-scale in different parts of the historical area of the city. In terms of time, the studied samples are limited to the Qajar period. First, by examining the architectural systems and geometric proportions, three architectural systems, four, five, six and three geometric proportions $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ and $\sqrt{4}$, were selected as the index geometric principles. Then, according to these principles, the map of the central courtyard of ten historical houses in Kashan was analyzed. The results of this study indicate that the entire yard is built with the previous design and follows the above architectural systems and geometric proportions. These systems and proportions can be seen in part and in general in the plans and wall constructions around the yard. Of course, this does not mean that all houses have all these six architectural systems and geometric proportions, but in some houses, some of these proportions and architectural systems have not been used. Architectural systems four and six with a frequency of 15 and proportion $\sqrt{3}$ with a frequency of 9 have been the most used and the courtyard of the Abbasid house with 14 architectural systems and geometric proportions is the richest house in terms of applying geometric principles.

Keywords: House, Central Courtyard, Architectural Systems, Proportions, Kashan.

^{*} Corresponding author E-mail: farshchi46@kashanu.ac.ir



بررسی نظام معماری و تناسبات هندسی حیاط مرکزی و جداره‌های آن در خانه‌های تاریخی کاشان (مورد مطالعه: ده خانه تاریخی دوره قاجار شهر کاشان)

حمیدرضا فرشچی^{۱*}، مرتضی مجیدی^۲

۱. استادیار دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، ایران.

۲. کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۰۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱)

چکیده

استفاده از پیمون و هندسه در طراحی ساختمان‌ها از گذشته در معماری ایران رواج داشته است. در معماری مرکز فلات ایران، خانه از اجزای گوناگونی تشکیل شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به حیاط مرکزی اشاره کرد. خانه‌های واقع در محدوده تاریخی شهر کاشان نیز از این امر مستثنی نیست و اکثر قریب به اتفاق آن‌ها حیاط مرکزی دارند که بر اساس مطالعات انجام شده، این حیاط‌ها بر اساس هندسه و تناسبات شکل گرفته‌اند. هدف از این پژوهش، استخراج نظام‌های معماری و تناسبات هندسی به‌کار گرفته شده در طراحی حیاط مرکزی خانه‌های تاریخی کاشان و بررسی میزان فراوانی آن‌ها است. این پژوهش بر پایه روش تحلیل نظام‌های معماری و تناسبات هندسی، حیاط مرکزی و جداره‌های مشرف به آن را در ده خانه تاریخی کاشان مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. ابتدا با بررسی نظام‌های معماری و تناسبات هندسی، سه نظام معماری چهار و پنج و شش و سه تناسب هندسی ۲۷، ۳۷ و ۴۷ به‌عنوان اصول هندسی شاخص برگزیده می‌شوند؛ سپس با توجه به این اصول، نقشه حیاط مرکزی ده خانه دوره قاجاریه کاشان، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که در طراحی و ساخت حیاط خانه‌های کاشان از نظام‌های معماری و تناسبات هندسی یادشده با فراوانی متفاوت استفاده شده است. نظام معماری چهار و شش با فراوانی ۱۵ و تناسب ۳۷ با فراوانی ۹ بیشترین کاربرد را داشته‌اند و حیاط خانه عباسیان با بهره‌گیری از ۱۴ نظام معماری و تناسب هندسی، غنی‌ترین خانه به لحاظ به‌کارگیری اصول هندسی محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی

خانه، حیاط مرکزی، نظام‌های معماری، تناسبات، کاشان.

* نویسنده مسئول مکاتبات: farshchi46@kashanu.ac.ir

مقدمه

مرکزی و جداره‌های آن است و در گام دوم بررسی میزان فراوانی هر یک از تناسب‌های هندسی و نظام‌های معماری در حیاط مرکزی و جداره‌های آن مد نظر قرار می‌گیرد.

۱. پیشینه پژوهش

مطالعه و بررسی کتاب‌ها، مقاله‌ها و اسناد مختلف پیرامون موضوعاتی چون تناسب‌های هندسی و نظام‌های معماری، حیاط مرکزی و بافت تاریخی شهر کاشان نشان می‌دهد که مطالعات گوناگونی به صورت مجزا حول محورهای فوق، صورت پذیرفته است که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد. بر اساس نظر نژاد ابراهیمی و یعقوبلو، هندسه در آرای حکما به عنوان جوهریه شکل‌گیری اشیاء، از علوم بسیار مهم است که می‌تواند انسان را به سوی حقیقت سوق دهد. ایشان، دانش هندسه را شاخه‌ای از ریاضیات دانسته‌اند و آن را به دو بخش هندسه نظری و عملی تقسیم می‌کنند (Nejad Ebrahimi & Yaghoobloo, 2019). همچنین طبق نظر سیلویایه و همکاران، بررسی هندسه در معماری ایران و تجلی آن در معماری معاصر، حاکی از آن است که استفاده از نظم هندسی در پلان، همراه با بهره‌گیری از هندسه پنهان و ایجاد درک هندسی با استفاده از احساس ایستایی، بیش از سایر مفاهیم هندسی معماری سنتی در معماری معاصر مورد توجه قرار گرفته است (Silvaieh et al. 2013). بمانیان، با بیان استفاده از پیمون به عنوان یک اصل مهم در معماری ایرانی، از آن به عنوان ضابطه‌ای در معماری یاد کرده است و بر این نکته تأکید داشته است که معمار ایرانی در طراحی بنا از پیمون بهره می‌گیرد و بناهای فاخر، همه بر اساس پیمون شکل گرفته‌اند (Bemanian 2002). در این راستا در پژوهش‌های دیگر، ساختمان‌های با عملکردهای مختلف از لحاظ هندسه و تناسب‌های مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هاشمی زرج آباد و همکاران، با بررسی اصول هندسی و تناسب‌های طلایی موجود در مدرسه شوکتیه، بر این نکته تأکید دارند که معمار بنا، دانش لازم درباره نظام‌های تناسب‌ها و ترسیمات اشکال هندسی را دارا بوده است و به خوبی از آن‌ها در طراحی

بر اساس نظر اندیشمندان، اندازه و تناسب در عناصر و ترکیب اجزاء طرح معماری نقش بسزایی دارد و بسیاری از معماران با استفاده از پیمون و ایجاد تناسب در بین ساختارها و اندام‌های مختلف آن، اثری هماهنگ و متوازن خلق می‌کنند. معماران با استفاده از تناسب‌ها می‌توانند به خلق، هماهنگی و آراستگی مجموعه‌ای از فضاهای یک بنا در هم‌جواری یکدیگر دست یابند. از زمانی که بشر ساختمان‌سازی را آغاز کرده است، حیاط، نوعی از فضاهای اصلی بنا محسوب می‌شود (Bridson and Design 2012). بر اساس نظر بریان ادواردز، خانه‌های حیاط‌دار یکی از کهن‌ترین الگوهای بومی در نقاط مختلف جهان هستند. به گفته او قدمت خانه‌های حیاط‌دار به هزاران سال قبل تا عصر نوسنگی می‌رسد (Edwards et al. 2006). در ایران نیز یکی از مهم‌ترین اجزاء در معماری بناهای مختلف، حیاط است. در خانه‌های مرکز فلات ایران، حیاط به عنوان قلب خانه در مرکز بنا قرار می‌گیرد. حیاط مرکزی به عنوان فضای باز درونی خانه‌ها در ترکیب‌بندی بنا به گونه‌ای عمل می‌کند که علاوه بر تجلی قسمتی از طبیعت (نور، آب، باد و سبزی‌نگی)، از منظر ترکیب هندسی، سازماندهی، تناسب و کیفیت فضاهای اطراف، مجموعه بنا را تحت الشعاع خود قرار می‌دهد. بافت تاریخی شهر کاشان و خانه‌های ارزشمند واقع در آن نیز از این امر مستثنی نیستند و حیاط مرکزی خانه‌ها نقش مهمی در شکل‌گیری آن‌ها دارند. همچنین مطالعات مختلف معماری، اقلیمی، عملکردی و گونه‌شناسی صورت گرفته پیرامون بافت تاریخی کاشان و خانه‌های واقع در آن نشان می‌دهد که تناسب‌های هندسی حیاط مرکزی در سازماندهی فضا و کیفیت آن، نقش بسیار مهمی دارد. از این رو استفاده از تناسب‌های هندسی در طراحی حیاط‌ها و فضاهای باز امری مهم محسوب می‌شود. حال با علم به وجود تناسب‌های هندسی در حیاط‌های مرکزی خانه‌های کاشان، شناخت این تناسب‌ها و معرفی آن‌ها جهت استفاده در معماری روز، امری ضروری محسوب می‌شود. بنابراین مسئله این پژوهش در گام اول، شناخت تناسب‌های هندسی و نظام‌های معماری به کار رفته در حیاط

می‌شوند، به طرز استادانه‌ای توسط معماران سنتی ایرانی به کار گرفته شده‌اند و معماری آنان حاکی از روش‌های طراحی هندسی است (Najafgholi Pourkalantari et al. 2017). بررسی پژوهش‌های صورت گرفته، نشان می‌دهد که هندسه و تناسبات در شکل‌گیری فضاهای مختلف اعم از فضاهای مذهبی، مسکونی و اجتماعی نقش بسزایی داشته‌اند. از جمله مهم‌ترین کاربری‌ها در معماری ایران که درصد قابل توجهی از آن را نیز به خود اختصاص داده‌اند، خانه‌ها هستند. در معماری خانه‌های ایران، به خصوص در قسمت‌های مرکزی فلات ایران، حیاط نقشی اساسی دارد. از این رو در ادامه، موضوع حیاط مورد بررسی قرار می‌گیرد. سفلائی و همکاران، با معرفی حیاط‌ها به‌عنوان محیطی جهت تطبیف آب‌وهوای ساختمان، آن‌ها را از جهت ابعاد، نسبت فضاهای محصور و باز، مصالح دیوارها، سطوح شفاف و عناصر طبیعی مورد بررسی قرار داده و در نهایت، مدلی جهت طراحی حیاط‌ها در این منطقه، ارائه داده‌اند (Soflaei et al. 2017). بررسی ساختار حیاط در خانه‌های قجری با تمرکز بر گونه حیاط مرکزی در دو شهر یزد و دزفول، توسط زینلیان و اخوت، حاکی از آن است که با اینکه می‌توان گونه‌ای یکسان از جانمایی حیاط در خانه برای هر دو اقلیم گرم و خشک، و گرم و مرطوب یافت، ولی تفاوت‌های ساختاری حیاط در این دو اقلیم شامل تفاوت در الگوی ارتفاعی، عمق، زاویه دید به حیاط، تناسبات و درصد فضای باز در حیاط و در نهایت، مصالح جداره حیاط، امری اجتناب‌ناپذیر و کاملاً ضروری است (Zeynalian & okhovt, 2018). شهرت خانه‌های کاشان در ایران و جهان زبانزد خاص و عام است. از این رو در ادامه، بررسی مطالعات صورت گرفته در مورد خانه‌های تاریخی کاشان با محوریت موضوع حیاط در آن‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. حسنی و همکاران، با تأکید بر فرم و روابط فضایی، فرم حیاط و فضاهای وابسته به آن را با استفاده از دستور زبان شکل در صد خانه قاجار شهر کاشان مورد بررسی قرار داده‌اند. ایشان موضوع کیفیت حضور حیاط در فضاهای سکونت را مورد بازبینی قرار داده‌اند و معتقد هستند که طراحی فضاهای جدید با استفاده از دستور زبان

اجزای بنا بهره گرفته است (Hashemi Zarrjabad et al. 2015). بختیار نصرآبادی و همکاران، با بررسی هندسه فضای شهری چهارباغ عباسی بر این نکته تأکید دارند که چهارباغ صفوی از ارتباطی همه جانبه برخوردار بوده است و به واسطه تناسبی هندسی، شکل‌های آن به تبعیت از یک بار معنایی به هم آمیخته، در ترکیب‌گری بین مؤلفه‌ها و در تناسبات کل و جزء، ساختاری هماهنگ برقرار می‌کرده‌اند که اوج کاربرد نقش هندسی را در کار زیبای معماری ایرانی نشان می‌دهد (Bakhtiar Nasrabadi et al. 2016). مطالعه مقایسه‌ای کاروانسراهای درون‌شهری و برون‌شهری اصفهان در گستره کالبد معماری (تناسبات هندسی، سازماندهی فضایی و ساختار سیرکولاسیون فضایی) توسط وحدت پور و همکاران، نشان می‌دهد که آشکار ساختن عملکرد بنا، طرح اندام‌های گوناگون بنا بر پایه نیاز کاربران و موقعیت بنا به واسطه تأثیرپذیری از همجواری‌ها، به‌طوری‌که بنایی متناسب و پایدار پدید آید، از اصول طراحی معماری کاروانسراهای برون‌شهری و درون‌شهری اصفهان بوده است (Vahdatpour et al. 2019). عطاریان و همکاران، با بررسی تناسبات حیاط مساجد دوره صفویه اصفهان دریافتند که نسبت طول و عرض حیاط مساجد این دوره به تناسب ۱/۱۱۸ نزدیکی بیشتری دارد (Attarian et al. 2015). مرادی و همکاران، با بررسی ساختار کالبدی، الگوها و گونه‌های متنوع حیاط مرکزی در مسکن سنتی تبریز بر اساس مؤلفه‌های مؤثر بر رفتار حرارتی حیاط‌ها، به گونه‌شناسی این خانه‌ها می‌پردازند. نتایج حاصل از گونه‌بندی، غالب بودن عامل قبله را نسبت به عوامل دیگر در تعیین زوایای حاکم بر جهت‌گیری خانه‌ها قوت می‌بخشد. خانه‌های حیاط‌دار یک جبهه ساخت (با توده ساختمانی در وجه شمالی حیاط) دارای بیشترین و خانه‌های چهار جبهه ساخت، دارای کمترین میزان فراوانی در میان نمونه‌های مورد مطالعه هستند (Moradi et al. 2018). نجفقلی‌پور کلانتری و همکاران، با بررسی هندسه و تناسبات طلایی در معماری ایران (خانه‌های سنتی شهر تبریز) بر این نکته تأکید دارند که هندسه و تناسبات که در بسیاری از اشکال حیات در طبیعت یافت

۳. اهداف پژوهش

اهداف عمده پژوهش را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

- استخراج تناسبات هندسی و نظام‌های معماری به‌کار رفته در معماری حیاط مرکزی و جداره‌های آن در خانه‌های تاریخی کاشان.
- شناخت و ارائه الگوی تقسیمات هندسی حیاط مرکزی و جداره‌های آن در طراحی معماری خانه‌های تاریخی کاشان.

۴. روش پژوهش

پژوهش حاضر بر پایه تحلیل تناسبات هندسی و نظام‌های معماری و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، تناسبات حاکم بر معماری حیاط مرکزی و جداره‌های آن را در خانه‌های تاریخی کاشان، مورد بررسی قرار می‌دهد. در این راستا، ابتدا مبانی نظری مرتبط با حوزه‌های حیاط، خانه‌های تاریخی، تناسبات هندسی و نظام‌های معماری استخراج، سپس ۱۰ نمونه از خانه‌های تاریخی دوره قاجاریه شهر کاشان به عنوان نمونه موردی برگزیده می‌شود. جامعه آماری براساس شاخص بودن بناها و وجود داده‌های کافی مرتبط با اهداف پژوهش انتخاب شده‌اند. همچنین در انتخاب خانه‌ها تلاش شد تا مقیاس‌های مختلفی از خانه‌ها، از بزرگ مقیاس تا کوچک مقیاس در نقاط مختلف محدوده تاریخی شهر مدنظر قرار گیرد. از نظر زمانی، نمونه‌های مورد مطالعه به دوره قاجاریه محدود می‌شوند. پس از انتخاب خانه‌ها، نقشه‌های مربوطه از کتاب گنج‌نامه خانه‌های کاشان، استخراج می‌شوند و با توجه به تناسبات هندسی و نظام‌های معماری ارائه‌شده، حیاط خانه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و نتیجه، در یک جدول جامع ارائه می‌شود. به منظور آزمون مطابقت تناسبات هندسی و نظام‌های معماری با ابعاد و اندازه پلان حیاط مرکزی و جداره‌های آن، از روش شبه تجربی استفاده می‌شود. بدین صورت که تناسبات و نظام‌های معماری متعارف و مشترک در ابعاد حیاط خانه‌ها بررسی و بر اساس آن ارزیابی یافته‌ها انجام می‌شود. در نهایت، میزان فراوانی این نظام‌ها و تناسبات نیز ارائه شود.

شکل، امکان تولید تعداد نامتناهی راه‌حل طراحی را فراهم می‌کند (Hassani et al. 2016). بیات و همکاران، در پژوهشی با عنوان "تعیین ابعاد حیاط در خانه‌های حیاط مرکزی کاشان"، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار در طراحی اقلیمی حیاط خانه‌ها را هندسه ابعاد و تناسبات آن معرفی می‌کنند و معتقد هستند که میزان جذب نور خورشید به طور قابل توجهی به عمق حیاط وابسته است و میزان کشیدگی، تأثیر کمتری در میزان دریافت انرژی دارد (Bayat et al. 2014). خامه‌چیان و همکاران، با بررسی تناسبات هندسی پنجره‌های ارسی در خانه‌های کاشان، چنین اظهار می‌دارند که ارسی به عنوان جزئی از معماری خانه، مرتبط با زمینه خود است و از نظم هندسی پیروی می‌کند و مانند سایر اجزای خانه ایرانی بر اساس پیمون ساخته شده و نسبت‌های لحاظ شده در بخش‌های مختلف آن با نسبت‌های زرین که مورد توجه معماران سنتی بوده، منطبق است (Khamechian et al. 2018). بررسی پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که مطالعات مختلفی پیرامون موضوعات هندسه و تناسبات، حیاط مرکزی و خانه‌های کاشان انجام شده‌اند. بر اساس این مطالعات، در روند شکل‌گیری حیاط مرکزی در خانه‌های کاشان، هندسه و تناسبات نقش اساسی داشته‌اند و این امر، بر موضوعات مختلف از جمله طراحی اقلیمی، کیفیت حضور، کیفیت فضایی و ... تأثیر بسزایی داشته است. اما موضوع این پژوهش، آن است که چه تناسبات هندسی و نظام‌های معماری در حیاط مرکزی خانه‌های تاریخی شهر کاشان به کار رفته است که موضوعی بدیع و نو محسوب می‌شود.

۲. پرسش‌های پژوهش

- ۱- حیاط مرکزی و جداره‌های مشرف به آن در خانه‌های تاریخی کاشان از چه تناسبات هندسی و نظام‌های معماری بهره می‌برند؟
- ۲- میزان فراوانی استفاده از تناسبات هندسی و نظام‌های معماری در حیاط مرکزی و جداره‌های آن چگونه است؟

۵. حیاط

«حیاط، محوطه و هر جای دیواربست، سرای خانه و صحن خانه را گویند. فضائی وسیع و بی‌سقف که اتاق‌ها بر طرفی یا چند طرف آن بنا شده است» (Dehkhoda et al. 1985). قدمت حضور حیاط در بناهای ایرانی به حدود هشت هزار سال قبل باز می‌گردد و سیر تحول آن تا رسیدن به حیاط مرکزی، شش هزار سال به طول انجامیده است. وجود حصار در داخل دلمن‌های آذربایجان را می‌توان ابتدایی‌ترین نوع حیاط تلقی کرد (Memarian, 2008). نظر به دو گونه بودن معماری ایران (برون‌گرا، درون‌گرا) حیاط جزء منفک نشده‌ی خانه‌ها محسوب می‌شود. در خانه‌های درون‌گرا، حیاط فضای شکل‌دهنده و ارتباطی است و از طریق آن دگرگونی‌های طبیعت در طی فصول مختلف و نیروهای طبیعت در قالب باد، باران، نور، آب آسمان و خاک در آن جلوه می‌یابد (Forghani & Sheiybani, 2010, 48). بررسی هرم نیاز مازلو و معماری حیاط مرکزی در خانه‌های ایرانی حاکی از آن است که در معماری این فضا علاوه بر نیازهای سطح پایین انسانی، به نیازهای سطح بالا از جمله ایمنی، تعلق و عشق، عزت نفس، زیبایی‌شناختی و خود شکوفایی به خوبی توجه شده است. به همین دلیل می‌توان اساس شکل‌گیری این خانه‌ها را نیازهای انسانی دانست (Ahmadi, 2012, 33).

حیاط را می‌توان باغی کوچک و کامل در دل خانه دانست، به طوری که وجود باغچه‌ها موجب ارضای خواسته‌های روح زیبایی طلب انسان است. وجود حجم سبز گیاهان عاملی جهت آرامش و آسایش ساکنان و درختان، موجب جذب پرندگان، کنترل تابش‌های نامطلوب خورشید، افزایش رطوبت نسبی، کنترل جریان‌ات هوا و ایجاد یک خُرد اقلیم می‌شوند. حوض آب به عنوان یکی از ارکان این باغ کوچک در میانه حیاط و معمولاً بر محور ساختمان جای می‌گیرد و با ویژگی آینه‌گون خود، تصویر آسمان و فضاها را پیرامونی خود را متبلور می‌سازد. جداره‌ها، محدوده حیاط را تعریف می‌کنند و تناسب و اندازه، بافت و طرح، رنگ و نور، کیفیت آن را می‌سازد. حیاط، وسعت فضایی و تجربه زندگی در

فضاهای باز و بسته را فراهم می‌کند. آسمان، همیشه در خانه ایرانی حضور دارد و فرصتی را برای حضور خورشید، ماه، شب و ستارگان، باد، باران و نسیم در فضای خانه به ارمغان می‌آورد (Habib et al 2013,12).

۶. هندسه و پیمون در معماری ایران

در معماری ایران همواره به جنبه‌های مثبت معماری (منطق، ایستایی، مقیاس انسانی، مصالح بوم آورد و ...) توجه ویژه می‌شده است و در آن هندسه و محاسبات چنان پراهمیت بوده است که فقط معماران طراز اول و مقنی‌های دانشمند و نامی را مهندس می‌خواندند. به منظور ایجاد هماهنگی و ایجاد تناسبات معقول در بنا، شاخص یا مأخذی تعیین می‌کردند و تمام ابعاد را تابع آن می‌ساختند. پیمون در معماری ایرانی و مدول در معماری اروپایی چنین شاخصی بوده است. در این معماری با توجه به فضاهای مقصود، "پیمون" وسیله تنظیم ابعاد و اندازه و "هندسه" راهنمای معماری در تأمین تناسبات و هماهنگی اصولی است (Omranipour, 2005, 24-27). هندسه معرب کلمه اندازه و علمی است که در آن احوال مقدارها و اندازه‌ها بحث می‌شود (Dehkhoda et al. 1985). هندسه از دیر زمان در معماری جایگاه ویژه‌ای داشته است به طوری که ابوالوفاء بوزجانی بین سال‌های ۳۳۰ تا ۳۸۰ ه.ق. در شهر بغداد کارگاه‌های علمی با موضوع ارتباط بین هنر و ریاضی برگزار می‌کرد که نیمی از شرکت‌کنندگان معمار و نیمی دیگر ریاضی‌دان بودند (Mehdizadeh et al 2011, 17). اقلیدس، ریاضیدان یونانی، نخستین کسی است که ۳۰۰ سال قبل از میلاد تمام قوانین مربوط به هندسه را می‌نویسد. سپس حدود ۲۰ سال قبل از میلاد، معمار باستان رومی، مارکوس ویتروویوس، قوانین مربوط به معماری را در قالب یک کتاب ارائه می‌کند (Mohammadi, 2017,3). لولر در کتاب هندسه مقدس، هندسه را الگوی نظام خلقت و عامل نظم و وحدت در عناصر مختلف طبیعت و آثار هنری و معماری می‌داند (Lowler 1982). در معماری ایران، استفاده از پیمون همواره به عنوان یک اصل مهم مدنظر معماران بوده است، آنان با استفاده از پیمون به عنوان اندازه و معیار با

حیاط و فضاهای اصلی، تا تعیین تناسبات و ارتفاع فضاها و تزئینات آن‌ها به چشم می‌خورد. همین رعایت اندازه و تناسب موجب شده است که معماری ایران از استاندارد خاصی به نام پیمون پیروی کند و توازن و زیبایی آن مرهون رعایت دستگاه‌های تناسباتی موزون باشد. به این ترتیب، هر یک از فضاهای معماری ایران، ابعاد و تناسبات خاص خود را دارد و حتی بر همین اساس نام‌گذاری شده است، مثل اتاق سه‌دری، اتاق پنج‌دری، راهرو، یا انواع قوس‌ها، مثل قوس پنج و هفت و غیره. این تناسبات در نماها نیز رعایت شده و تکرار ریتم‌های خاص در نما را به ارمغان آورده است. رعایت اندازه‌ها و تناسبات، موجب شده تا معماری از کیفیتی بالا برخوردار شود و صرف‌نظر از میزان توانایی و خلاقیت طراح آن، از حد استاندارد قابل قبول پایین‌تر نیاید. به عبارتی، صرف‌نظر از اینکه به دست معماری توانمند و خلاق با امکانات فراوان در شهری بزرگ ساخته شود، یا توسط معماری روستایی با بضاعت و مهارت اندک در روستایی دورافتاده، بتواند از زیبایی و توازن مطلوبی برخوردار باشد (Tahbaz, 2004, 109).

پیمون به معنای اندازه و معیارهایی است که تناسب اندام‌های ساختمان را از نظر درستی طرح، تناسب، استواری و زیبایی تضمین می‌کند و با این مفاهیم همواره به‌عنوان ضابطه‌ای در معماری مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمار ایرانی با به‌کارگیری آن، اجزاء و اندام‌های بنا را به یکدیگر پیوند داده و بدین شکل با استفاده از تناسبات نیکو بین اجزای بنا در خلق اثری هماهنگ و متناسب موفق بوده است (Bemianian, 2002, 2). در حقیقت کاربرد پیمون در معماری بدین صورت بوده است که همان‌گونه که یک معمار بزرگ در ساخت بنایی با شکوه از پیمون استفاده می‌کرده، یک معمار گمنام نیز در یک بنای عادی از آن بهره‌مند می‌شده و این نحوه کاربرد پیمون، علاوه بر اینکه طرح را زیبا، هماهنگ و متناسب می‌کرده، از یک‌سو معمار را نسبت به طرحش مطمئن می‌ساخته و از سوی دیگر استحکام بنا را تضمین می‌کرده است (Bemianian, 2002, 8).

محاسبات دقیق و اجرای ساده طرح‌های زیبای ارائه می‌کردند (Bemianian, 2002, 3). هنده، نقشی اساسی در طراحی بناهای معماری ایرانی ایفا می‌کند. زیرا اندازه و ابعاد ساختار بنا، تناسبات و شکل معماری بنا را می‌سازد (Hejazi, 2004, 27).

هنده دو زمینه نظری و عملی دارد که منجر به پیدایش دو دانش مختلف شده است: یکی با جنبه‌های نظری و ریاضی و دیگری عملی و تجربی، «هنده عملی یا تجربی، مجموعه‌ای از قواعدی است که طراحان را در ایجاد و سازمان‌دهی طرح یاری می‌نماید». انواع هنده عملی شامل مواردی اعم از هنده ترسیمی، هنده نقوش، هنده قوس‌ها، هنده پرگار، هنده گونیا، هنده دستگاه‌های تناسب و هنده اسلامی است (Molavi & Qasemzadeh, 2002, 12-13).

هنده، به عنوان اصلی جدایی‌ناپذیر از سازه و نما همواره مورد توجه بوده است، زیرا هماهنگی لازم بین سازه و نما را به وجود می‌آورد. آثار به‌جامانده از دوران باستان تا امروز در ایران گواه حضور هنده در معماری است. زیگورات چغازنبیل، چهارطاقی نیاسر، گنبد قابوس و صدها بنای ارزشمند دیگر و معماری مردمی شامل باغچه‌بندی حیاط کوچک و تقسیم‌بندی فضاها، همه قائم به هنده هستند (Omranipour, 2005, 33). تناسبات، زیر مجموعه‌ای از هنده است. هر دستگاه ساماندهی تناسب از نسبت‌های ویژه‌ای میان اجزاء با یکدیگر و با کل مجموعه برخوردار است. تناسبات در هنر بر نظریه‌هایی تأکید دارد که هدف تمام آن‌ها، پدید آوردن احساس نظم و سامان‌دهی میان بخش‌های مختلف یک ترکیب بصری است. تناسبات در معماری، علاوه بر زیبایی‌شناسی بصری، زیبایی‌شناسی اسلامی را نیز مدنظر قرار می‌دهد که این تناسبات مبتنی بر صفات حسن الهی، بر اصل عدالت و عدل مداری تأکید می‌کند (Attarian et al 2015, 68).

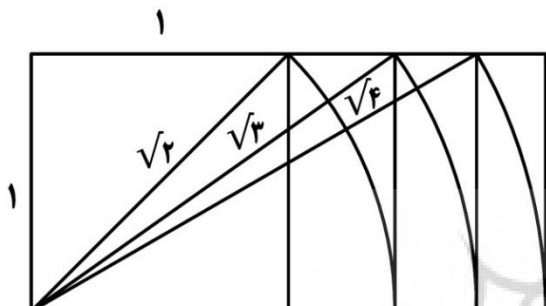
معماری ایران بر اساس دستگاه تناسبات و با در نظر گرفتن اندازه‌های مشخص و متناسب طراحی شده است. این امر در روش طراحی یک بنا از زمان آغاز طرح و انتخاب محل

۷. نظام‌های تناسباتی و اندازه‌گیری

تناسب در هندسه، معماری، موسیقی و هنر «یک رابطهٔ هماهنگ بین اجزاء و بین هر جزء و کل مجموعه» است (Hejazi, 2004, 18). ویتروویوس چنین بیان می‌کند که: «تقارن، یک مطابقت مناسب بین اجزاء خودکار و رابطهٔ بین اجزاء مختلف و تمام مجموعه کلی، در مطابقت با یک جزء معین است که به عنوان معیار انتخاب شده است. بنابراین از آنجایی که طبیعت، بدن آدمی را به گونه‌ای متناسب کرده است که اجزای آن کاملاً متناسب با بدن به عنوان یک مجموعه هستند، در ساختمان‌های کامل، اجزاء باید دارای نسبت‌های متقارن (تناسب‌های یکسان) دقیقی نسبت به کل طرح باشند» (Vitruvius, 2009, 108).

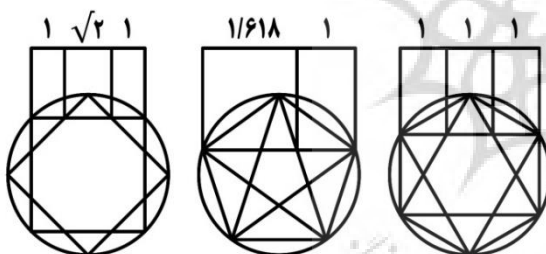
بی‌گمان یکی از مهم‌ترین نتایج حاصل از هندسه، پیدایش نظام‌های اندازه‌گیری است. از نظر تاریخی، سابقهٔ این امر به دوران مصر باستان می‌رسد. آثار نمایان معماری بین‌النهرین و مصر، ما را بر آن می‌دارد که بگوییم آنان قواعد دقیقی در اندازه‌گیری داشته‌اند. مصریان با استفاده از ریسمان و کشیدن دایره و خط، نسبت‌های معینی ایجاد و این نسبت‌ها را به‌عنوان مبنای اندازه‌گیری انتخاب می‌کردند. استفاده از طول‌های نسبی، اولین روش اندازه‌گیری بوده است. پس از مصریان، یونانی‌ها نیز با همان روش به تعیین اندازه پرداختند و آن را گسترش دادند. این امر، در طول تاریخ تا قبل از پیدایش نظام‌های اندازه‌گیری جدید (که به دلیل ایجاد روش‌های یکسان در اندازه‌گیری اوزان و مقادیر در سطح جهان فراگیر شده است)، تنها روش اندازه‌گیری و ایجاد اندازه بوده است و ملل و فرهنگ‌های مختلف هر یک به‌گونه‌ای سعی در گسترش و استفاده از این فنون جدید کردند؛ به‌ویژه مهندسان و هنرمندان دوران اسلامی که پس از ابداع دانش مثلثات که روابط بین طول‌ها را از طریق زوایا نیز تعریف می‌کرد، توانستند جهش عمده‌ای را در این امر به وجود آورند (Molavi & Qasemzadeh, 2002, 15). از جمله نظام‌های معماری می‌توان به نظام‌های ۴، ۵ و ۶ اشاره کرد که از تقسیم دایره به ۴، ۵ و ۶ قسمت شکل می‌گیرند. تناسبات ۱، ۲، ۳، ۲/۳، ۲/۳√۲ و ۲/(۵√۲+۱) همه، نسبت‌های

طلابی نامیده می‌شوند (Molavi & Qasemzadeh, 2002, 17). به منظور ترسیم مستطیل‌های پویا ابتدا مربعی به ابعاد یک واحد ترسیم می‌شود، سپس به اندازهٔ قطر مربع، یک کمان زده می‌شود. ضلع بزرگ مستطیل برابر با قطر مربع است. با قطر مستطیل به دست آمده، مستطیل ۳√ ترسیم می‌شود و به همین ترتیب می‌توان این روند را ادامه داد تا مستطیل‌های دیگر نیز به دست آیند. مستطیل ۳√ افلاطونی نامیده می‌شود و لولر معتقد است که مستطیل ۵√ راه را برای تناسبات زرین می‌گشاید (Jermuzi & Salehi, 2013, 123).



شکل ۱: تناسب هندسی مستطیل پویا،

Fig. 1: Dynamic Rectangular Geometric Proportion



شکل ۲: نظام‌های معماری به ترتیب از چپ به راست: نظام چهار، پنج و شش

Fig. 2: Architectural systems in order from left to right: systems four, five and six

۸. خانه‌های کاشان

خانه، قدمتی به اندازهٔ عمر بشر دارد که می‌توان آن را پاسخی به نیازهای انسان دانست. خانه، تداعی‌کنندهٔ سرپناه، مسکن و مکانی برای آرامش و آسایش است. دهخدا در لغت‌نامهٔ خود از خانه به عنوان جایی که آدمی در آن سکنی می‌گزیند، یاد می‌کند (Dehkhoda et al. 1985). با توجه به نظرات پژوهشگرانی همچون پیرنیا، راپاپورت، اردلان و توسلی در مورد گوناگونی فضاها از نظر انواع، درجه پوشیدگی،

جبهه‌های شمالی و جنوبی از اهمیت بیشتری نسبت به سایر جبهه‌ها برخوردار هستند. حیاط با تناسبات طلایی و جهت‌گیری دستوری خود در تمام طول سال محیط بهداشتی مطبوعی را فراهم و از گردش آفتاب و نور خورشید بهترین استفاده را برای اتاق‌های پیرامون خود کسب و تأمین می‌کند. مهم‌ترین عامل در جهت‌گیری فضای حیاط در خانه‌های کاشان، دسترسی به آب است که منجر به واقع شدن سطح حیاط در پایین‌تر از سطح کوچه شده و در راستای قنات چرخیده است (Forghani & Sheyban, 2010, 50).

کاشان دارای خانه‌های ارزشمند بسیاری است که در دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند و به مرمت آن‌ها مبادرت ورزیده شده است. زیبایی بناها، گواه استفاده از دانش هندسه و اصول مربوط به آن در طراحی و ساخت خانه‌ها است، اما میزان به‌کارگیری این اصول، تناسبات و نوع تناسبات و محل به‌کارگیری آن، امری است که نگارندگان در این پژوهش بدان پرداخته‌اند. نگارندگان، به منظور بررسی و شناخت نسبت‌های هندسی در خانه‌ها، ده مورد از خانه‌های تاریخی کاشان را که نقشه‌ها و مدارک آن برداشت شده، انتخاب کرده‌اند. این خانه‌ها عبارت هستند از: آل‌یاسین، بروجردی‌ها، بنی‌کاظمی، تهامی، سجادی، شریفیان، صالح، طباطبایی‌ها، عطارها، و عباسیان. در جدول زیر توصیف مختصری از هریک از خانه‌ها به صورت جداگانه، ارائه شده است.

شیوه‌های ترکیب و رابطه آن‌ها با شیوه زندگی و مطالعات میدانی صورت گرفته در این زمینه از جمله مراجعه به خانه‌های سنتی و مصاحبه با افرادی که روزگاری در آن می‌زیسته‌اند، نتایج زیر حاصل شده است:

- حیاط به عنوان قلب خانه در تمام خانه‌ها چه کوچک و چه بزرگ حضور دارد.
- فضاهای خانه‌ها را می‌توان به سه دسته، فضاهای بسته، سرپوشیده (نیمه بسته/نیمه‌باز) و باز تقسیم کرد که همه فضاهای بسته به واسطه فضاهای سرپوشیده و به طور غیرمستقیم به حیاط مرتبط می‌شوند.
- ورودی کاملاً مشخص و مستقل است و به وسیله یک یا دو واسطه به حیاط متصل می‌شود.
- وجود فضاهای با تنوع نور (تاریک، نیمه‌روشن و کاملاً روشن) و تنوع حرارت (کاملاً خنک، گرم و دارای کوران) (Cultural Heritage Organization, 2002).

معماری خانه ایرانی ضمن بهره‌برداری از طبیعت (فضا، هوا، خاک، باد و ...)، حفاظت از آن‌ها را نیز عهده‌دار است و پاسخگوی ایستایی، آرامش، تأمین خنکی و گرمایش فضا است (Haeri Mazandarani, 2009, 116). به لحاظ گونه شناسی، خانه‌های کاشان به سه دسته اصلی، دو جبهه، سه جبهه و چهار جبهه تقسیم می‌شوند که ساختار کالبدی آن‌ها را می‌توان بر اساس شکل‌گیری فضاهای بسته پیرامون حیاط مرکزی دانست. به‌طورمعمول بخش‌های ساخته‌شده در

جدول ۱: معرفی ده نمونه از خانه‌های تاریخی شهر کاشان (Haj Qasemi, 2015)

Table 1: Introducing ten examples of historical houses in Kashan (Haj Qasemi, 2015)

ردیف	نام بنا	تصویری از بنا	توصیف بنا
۱	عباسیان		خانه عباسیان در سال‌های ۱۲۴۵ تا ۱۲۵۰ هجری شمسی، در محله سلطان امیر احمد کاشان ساخته شده است. این خانه، حیاطی کم وسعت و مرتفع دارد و به همین دلیل است که حیاط در طبقات بالاتر بازتر و فراخ‌تر از طبقات پایین به نظر می‌رسد. باز شدن تدریجی حجم حیاط، سبب ایجاد فضای باز در جبهه‌های جنوب غربی و شمال شرقی شده است.
۲	آل یاسین		این خانه به دستور محمدعلی شاه قاجار برای یکی از مرشدهای خود ساخته شده است. فضای این خانه متشکل از یک بخش اصلی شامل حوض‌خانه، تالارها و اتاق‌های پیرامون آن در جبهه شمالی و دو بخش فریبه یکدیگر در دو جبهه شرقی و غربی است. جبهه شمالی در مرکز خود حوض‌خانه‌ای مرتفع با سقف گنبدی شکل دارد که گنبد آن، نورگیری با پنجره‌های مشبک چوبی در رأس و تزیینات زیبای کاربندی در زیر سقف دارد.

۳	بروجردی ه ۱		خانه بروجردی‌ها در محله سلطان میراحمد واقع و در نیمه دوم قرن ۱۳ هجری ساخته شده است. این بنا حیاطی کشیده دارد که در دو سر آن دو مجموعه فضائی مهم قرار گرفته‌اند و نمای این دو بخش، نسبت به دو جبهه دیگر ارتفاع بیشتری دارد. جبهه جنوبی حیاط مهم‌ترین بخش خانه و مشتمل بر یک تالار بزرگ، پر عظمت و مرتفع به شکل هشت و نیم هشت با اتاق‌ها و فضاهایی است که در دو طبقه و دورتادور تالار قرار گرفته‌اند. در جلوی تالار فضایی وجود دارد که رابطه بین تالار و ایوان بزرگ مشرف به حیاط است.
۴	بنی کازمی		این بنا شامل قسمت‌های دوگانه اندرونی و بیرونی است که بیرونی خانه در ضلع غربی حیاط قرار داشته و امروزه از آن جدا شده است. فضاهای اصلی خانه در دو جبهه رو به روی یکدیگر در دو انتهای حیاط قرار گرفته‌اند. این دو جبهه، دو طبقه هستند اما جبهه‌های دیگر بنا که تنها ترکیبی از طاق نما و ایوان‌های کم عمق به نظر می‌رسند، یک طبقه هستند. در جبهه جنوبی حیاط، تالاری بزرگ قرار دارد که در جلوی آن ایوانی مرتفع ساخته شده است و در پشت آن نیز حیاط خلوتی دیده می‌شود
۵	تهامی		این خانه، دو طبقه است که سطح طبقه اول پایین‌تر از سطح معبر عمومی مجاور خانه است و بدین ترتیب حیاط اصلی خانه به صورت گودال باغچه‌ای درآمده که در هر چهار طرف آن فضاهای گوناگونی ساخته شده‌اند. طبقه بالا نسبت به طبقه پایین، کمی عقب‌تر نشسته و به این ترتیب سطحی دور تا دور حیاط پدید آمده است که ضمن آنکه نقشی ارتباطی را در طبقه بالا ایفا می‌کند، موجب وسعت یافتن و دل‌باز شدن فضای باز خانه نیز شده است. مهم‌ترین مجموعه فضایی خانه در جبهه جنوب شرقی آن واقع است.
۶	شریفیان		تاریخ ساختمان خانه مربوط به سال ۱۲۳۰ قمری است و بانی آن حاج محمدحسن حاجی شریف بوده است. خانه شریفیان ترکیبی از سه مجموعه فضائی است که دو مجموعه مهم‌تر و اصلی آن دو طبقه بوده است و این دو طبقه در جبهه‌های شمالی و جنوبی حیاط قرار دارند. در میان مجموعه واقع در جبهه جنوبی، یک تالار با شاه‌نشینی بزرگ واقع شده که از سمت جنوب متصل و مشرف به یک حوض‌خانه با شکل هشت و نیم هشت است و از سمت شمال به وسیله ایوانی بزرگ به حیاط متصل می‌شود.
۷	طباطبائی		خانه طباطبائی‌ها، در نیمه دوم سده ۱۳ هجری به وسیله حاج سید جعفر طباطبائی در محله سلطان امیر احمد احداث شد. خانه طباطبائی‌ها، عروس خانه‌های ایران است. این خانه، دو بخش مجزا دارد و در اصل دو خانه مستقل است که به طرز ظریفی به هم مرتبط شده‌اند. بخش بزرگ‌تر، دارای حیاط مربع مستطیلی است که در چهار گوشه خود پخی‌های کوچکی دارد. مهم‌ترین مجموعه فضایی خانه در جبهه جنوبی واقع شده است. ارتفاع این جبهه از سایر قسمت‌های بنا بیشتر است و قوسی نیم دایره بر فراز ایوان میانه خود دارد که بالاترین نقطه را در خط آسمان کلی بنا تشکیل می‌دهد.
۸	سجادی		خانه سجادی، حیاط مرکزی نسبتاً وسیعی دارد که در سه جبهه آن بناهای دو طبقه‌ای دیده می‌شوند، اما در جبهه چهارم (شمالی)، طبقه دوم عقب نشسته و طبقه اول از میانه باز شده که بدین ترتیب گستردگی موزونی برای حیاط ایجاد کرده و از این جهت، این جبهه اهمیت خاصی یافته است. بنا ترکیبی از سه مجموعه فضایی مهم واقع در جبهه جنوبی شامل حوض‌خانه، شاه‌نشین آن و چهار اتاق سه‌دری است. حوض‌خانه توسط جویی به حوض اصلی حیاط اتصال می‌یابد و چهار اتاق سه‌دری در طرفین آن در دو طبقه قرار دارند که به این فضا اشراف دارند و ترکیب خوشایندی را ایجاد می‌کنند.
۹	صالح		خانه صالح توسط بزرگ این خاندان، میرزا حسن خان مبصر الممالک ساخته شده و معمار بنا احتمالاً استاد محمود حسن‌آبادی بوده است. مجموعه خانه شامل بیرونی و اندرونی بوده است که خانه فعلاً تنها اندرونی بنای اولیه است. فضای اصلی این خانه ترکیبی از دو مجموعه فضائی در دو جبهه رو به روی هم، واقع در جنوب و شمال حیاط است که ارتفاع این دو جبهه بیشتر از دو جبهه دیگر حیاط است.
۱۰	عطارها		فضاهای خانه در سه جبهه از حیاط آن واقع شده‌اند و حیاط برخلاف معمول جهت شرقی-غربی دارد. جبهه شرقی خانه، ارتفاعی معادل دو طبقه دارد، درحالی‌که فضاهای واقع در دو سوی دیگر حیاط (جبهه‌های شمالی و جنوبی) و همچنین دیوار جبهه غربی یک طبقه هستند و به این ترتیب فضای حیاط، فراخ و دل‌باز شده است. مجموعه اصلی خانه در جبهه شرقی حیاط قرار دارد. نمای این جبهه،

مهم‌ترین نمای بنا به شمار می‌آید و تأکید طراح بر این نما با شکسته شدن خط اختتام نما در میانه و ایجاد یک قوس ویژه بر فراز آن به چشم می‌آید.

۹. بررسی هندسی هر بنا، در نظام‌های چهار، پنج و شش، و تناسبات ۲۷، ۳۷ و ۴۷.

به منظور بررسی تناسبات هندسی و نظام‌های معماری به کار رفته در حیاط مرکزی و جدارهای آن در خانه‌های برگزیده، ابتدا نقشه‌های مربوط به خانه‌ها از کتاب گنج‌نامه خانه‌های کاشان استخراج شد. سپس با توجه به نظام معماری چهار،

پنج و شش و تناسبات هندسی ۲۷ (مستطیلی به طول ۲۷، عرض ۱ و قطر ۳۷)، ۳۷ (مستطیلی به طول ۳۷، عرض ۱ و قطر ۴۷) و ۴۷ (مستطیلی به طول ۴۷، عرض ۱ و قطر ۵۷) نقشه‌های خانه‌ها تجزیه و تحلیل شده‌اند که در قالب جداول ۲ و ۳ ارائه می‌شوند.

جدول ۱: نظام‌های معماری شکل‌گیری حیاط و جداره‌های آن در ده خانه تاریخی کاشان

Table ۱: Architectural systems of courtyard formation and its walls in ten historical houses of Kashan

نام بنا	نظام معماری چهار	نظام معماری پنج	نظام معماری شش
خانه عباسیان			
خانه آل‌یاسین			نظام معماری شش در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.
خانه بروجرودی‌ها			

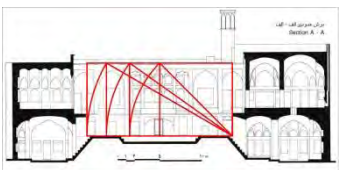

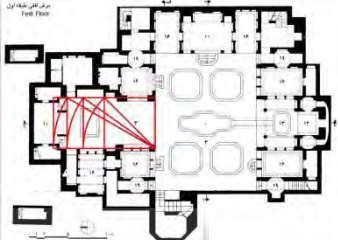
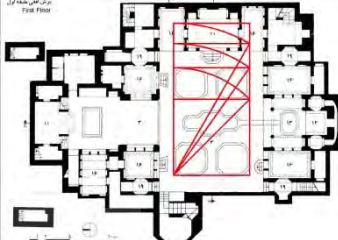
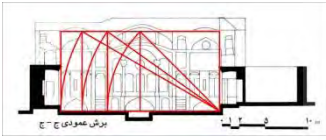
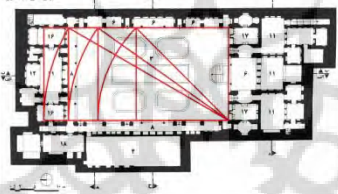
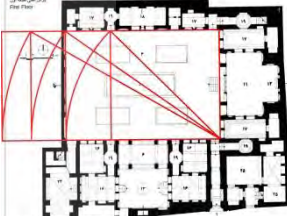
	<p>نظام معماری پنج در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>نظام معماری چهار در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>خانه بنی کاظمی</p>
			<p>خانه تهامی</p>
		<p>نظام معماری چهار، در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>خانه شریفیان</p>
		<p>نظام معماری چهار و پنج در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>خانه طباطبایی‌ها</p>
			<p>خانه سجادی</p>
			<p>خانه صالح</p>

	<p>نظام معماری چهار و پنج در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>خانه عطارها</p>
--	--	--------------------

جدول ۲: تناسب هندسی شکل‌گیری حیاط و جداره‌های آن در ده خانه تاریخی کاشان

Table ۲: Geometric proportions of the formation of the courtyard and its walls in ten historical houses of Kashan period.

	تناسب $\sqrt{4}$	تناسب $\sqrt{3}$	تناسب $\sqrt{2}$	نام بنا
<p>تناسب $\sqrt{4}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>				<p>خانه عباسیان</p>
				<p>خانه آل یاسین</p>
<p>تناسب $\sqrt{4}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>			<p>تناسب $\sqrt{2}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>خانه بروجوردی‌ها</p>
<p>تناسب $\sqrt{4}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>تناسب $\sqrt{3}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>	<p>تناسب $\sqrt{3}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.</p>		<p>خانه بنی کاطمی</p>

	تناسب $\sqrt{3}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.		خانه تهامی
تناسب $\sqrt{4}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	تناسب $\sqrt{3}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	تناسب $\sqrt{2}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	خانه شریفیان
تناسب $\sqrt{4}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	تناسب $\sqrt{3}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	تناسب $\sqrt{2}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	خانه طباطبائی‌ها
تناسب $\sqrt{4}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.			خانه سجادی
		تناسب $\sqrt{2}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	خانه صالح
تناسب $\sqrt{4}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.	تناسب $\sqrt{3}$ در حیاط و جداره‌های آن مشاهده نشد.		خانه عطارها

به کار گرفته شده است. نوع تناسب و میزان به کارگیری آن‌ها

در معماری خانه‌ها با یکدیگر متفاوت است که در قالب جدول ۴ به آن اشاره شده است.

۱۰. یافته‌ها

با توجه به تحلیل‌های هندسی صورت گرفته در جداول ۲ و ۳، می‌توان نتیجه گرفت تناسب هندسی و نظام‌های معماری به عنوان عنصری جدا ناشدنی در طراحی معماری این خانه‌ها

جدول ۳: میزان فراوانی به کارگیری نظام‌های معماری و تناسب هندسی در ده خانه تاریخی کاشان

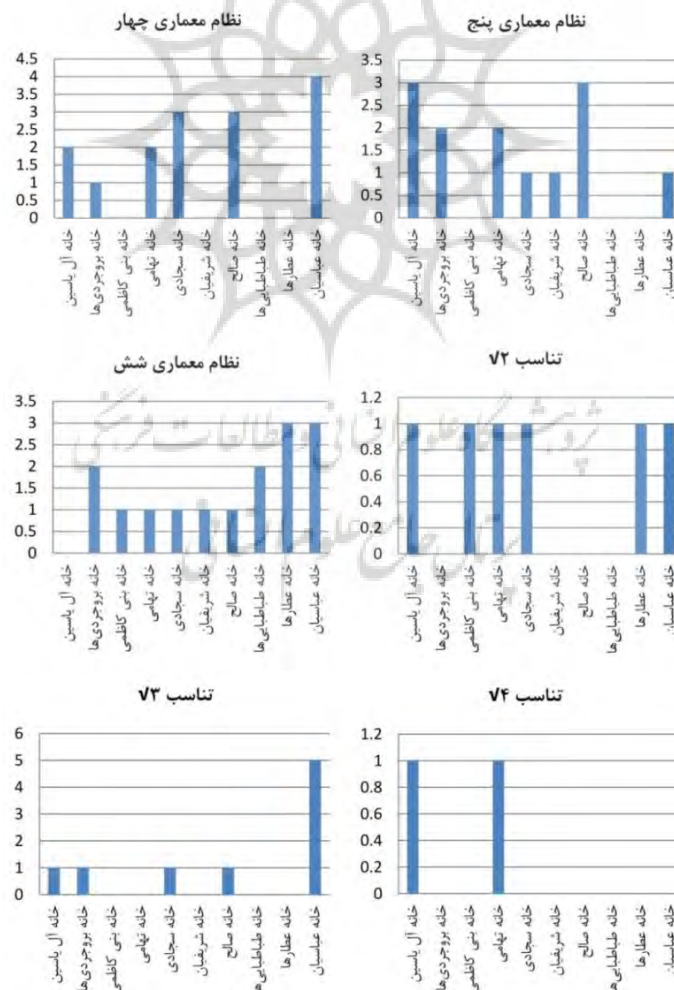
Table ۳: Frequency of using architectural systems and geometric proportions in ten historical houses of Kashan

ردیف	نام بنا	نظام معماری چهار	نظام معماری پنج	نظام معماری شش	تناسب $\sqrt{2}$	تناسب $\sqrt{3}$	تناسب $\sqrt{4}$
۱	خانه عباسیان	۴	۱	۳	۱	۵	-
۲	خانه آل یاسین	۱	۳	-	۱	۱	۱
۳	خانه پروجردی‌ها	۱	۲	۲	-	۱	-
۴	خانه بنی کاظمی	-	-	۱	۱	-	-
۵	خانه تهامی	۲	۲	۱	۱	-	۱
۶	خانه شریفیان	-	۱	۱	-	-	-

۷	خانه طباطبایی‌ها	-	-	۲	-	-
۸	خانه سجادی	۳	۱	۱	۱	-
۹	خانه صالح	۳	۳	۱	۱	-
۱۰	خانه عطارها	-	-	۳	-	-

بررسی‌ها نشان می‌دهد که نظام معماری چهار در خانه عباسیان با فراوانی ۴ بیشترین و در خانه‌های بنی‌کازمی، طباطبایی‌ها و عطارها با فراوانی صفر، کمترین کاربرد را دارد. نظام معماری پنج با فراوانی ۳ در دو خانه آل یاسین و صالح، بیشترین و با فراوانی صفر در خانه‌های بنی‌کازمی، طباطبایی‌ها و عطارها، کمترین کاربرد را دارد. در نهایت، شش بیشترین فراوانی را با ۳ بار تکرار در خانه‌های عطارها و عباسیان و کمترین فراوانی را با صفر بار تکرار در خانه آل یاسین دارد. تناسب هندسی ۲۷ در خانه‌های آل-یاسین، بنی

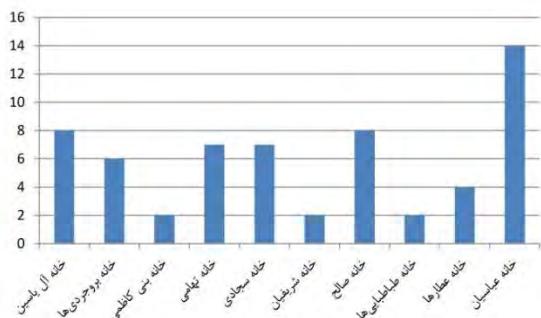
کازمی، تهامی، سجادی، عطارها و عباسیان با فراوانی ۱، بیشترین و در خانه‌های بروجردی‌ها، شریفیان، صالح و طباطبایی‌ها با فراوانی صفر کمترین کاربرد را دارد. تناسب هندسی ۳۷ با فراوانی ۵ در خانه عباسیان، بیشترین و با فراوانی صفر در خانه‌های بنی‌کازمی، تهامی، شریفیان، طباطبایی‌ها و عطارها، کمترین کاربرد را دارد. در نهایت، تناسب هندسی ۴۷ که کمترین کاربرد را در ده خانه برگزیده داشت، تنها در دو خانه آل‌یاسین و تهامی به‌کار رفته است (شکل ۳).



شکل ۳: فراوانی نظام‌های معماری و تناسب‌های هندسی در ده خانه تاریخی کاشان

Fig. 3: Frequency of architectural systems and geometric proportions in ten historical houses of Kashan

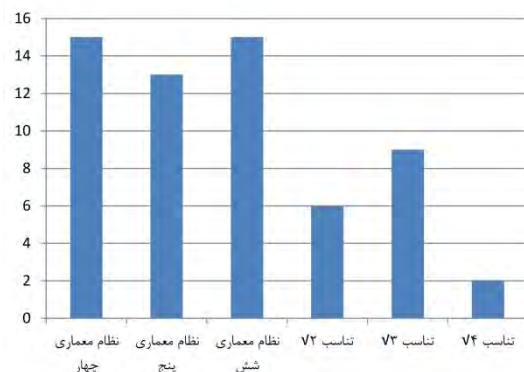
همچنین خانه عباسیان با فراوانی ۱۴ تناسب هندسی و نظام معماری، بیشترین و خانه‌های بنی کاظمی، شریفیان و طباطبایی‌ها با فراوانی ۲ تناسب هندسی و نظام معماری، کمترین بهره را از اصول هندسی برده‌اند (شکل ۴).



شکل ۴: نمودار فراوانی نظام‌های معماری و تناسبات هندسی در ده خانه تاریخی کاشان

Fig. 4: Frequency diagram of architectural systems and geometric proportions in ten houses of Kashan Qajar period.

پس از استخراج تعداد و نوع تناسبات هندسی و نظام‌های معماری و تجزیه و تحلیل آن، نظام‌های معماری چهار و شش با ۱۵ بار تکرار بیشترین و تناسب هندسی ۴/۷ با ۲ بار تکرار، کمترین کاربرد را در طراحی خانه‌ها دارند (شکل ۵).



شکل ۵: نمودار فراوانی نظام‌های معماری و تناسبات هندسی در ده خانه تاریخی کاشان

Fig. 5: Frequency diagram of architectural systems and geometric proportions in ten historical houses of Kashan

نتیجه‌گیری

تلاش شد با تجزیه و تحلیل حیاط مرکزی و جداره‌های آن در ده خانه دوره قاجاری این شهر، انواع نظام‌های معماری و تناسبات هندسی به کار رفته در آن‌ها مشخص شود. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در طراحی معماری حیاط مرکزی و جداره‌های آن از نظام‌های معماری چهار، پنج و شش و تناسبات هندسی ۲/۷، ۳/۷ و ۴/۷ استفاده شده است. این نظام‌ها و تناسبات در پلان و جداره‌سازی‌های اطراف حیاط به صورت جزئی و کلی قابل مشاهده است. البته این بدان معنا نیست که همه خانه‌ها تمام این شش نظام معماری و تناسب هندسی را دارند بلکه در برخی از خانه‌ها، بعضی از این تناسبات و نظام‌های معماری به کار نرفته است. به طوری که میزان فراوانی نظام‌های معماری و تناسبات هندسی در حیاط و جداره‌های آن در خانه آل یاسین، ۸؛ خانه بروجردی‌ها، ۶؛ خانه بنی کاظمی، ۲؛ خانه تهامی، ۷؛ خانه سجادی، ۷؛ خانه شریفیان، ۲؛ خانه صالح، ۸؛ خانه طباطبائی، ۲؛ خانه عطاری‌ها، ۴؛ و خانه عباسیان، ۱۴ است که

استفاده از هندسه و تناسبات در معماری ایران از گذشته تاکنون رواج داشته است. به طوری که در بسیاری از آثار برجسته معماری معاصر ایران نیز این مهم قابل مشاهده است. تناسبات و نظام‌های هندسی معماری در اندام‌ها و اجزای مختلف ساختمان‌ها قابل بهره‌گیری است. از جمله مهم‌ترین اندام‌های ساختمان که در طول تاریخ در سراسر دنیا به آن توجه ویژه شده است، می‌توان به حیاط اشاره کرد. در معماری تاریخی ایران از جمله خانه‌های ایشان نیز حیاط از اهمیت ویژه برخوردار است. در مناطق مرکزی ایران، حیاط‌ها عمدتاً به صورت حیاط مرکزی ظهور یافته‌اند و در محدوده بافت تاریخی شهر کاشان نیز این موضوع به وضوح قابل مشاهده است. بررسی حیاط خانه‌های کاشان در مطالعات گذشته نشان می‌دهد که معمار در طراحی آن‌ها از هندسه و تناسبات بهره برده است. هدف از این پژوهش، بررسی نوع و میزان این تناسبات و نظام‌های معماری به کار رفته در حیاط‌های مرکزی خانه‌های تاریخی کاشان بود و

است و علاوه بر عملکرد اقلیمی، پیامدهای مختلفی از جمله خطوط اصلی سازماندهی فضاها، کیفیت فضایی، شکل گیری اندامها اطراف خود را تحت تأثیر قرار داده‌اند.

آینده پژوهی

آنچه در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته، تنها یک وجه از بررسی نظام‌های معماری و تناسبات هندسی را در معماری نشان می‌دهد. بررسی نظام‌های معماری و تناسبات هندسی در سایر اجزای خانه‌های سنتی شهر کاشان و خانه‌های دیگر شهرهای ایران و همچنین بررسی این اصول هندسی در سایر بناهای معماری از مقوله‌هایی هستند که نگارندگان این پژوهش و یا سایر پژوهشگران در آینده می‌توانند به آن بپردازند.

در نتیجه، خانه عباسیان، غنی‌ترین خانه به لحاظ به‌کارگیری نظام‌های معماری و تناسبات هندسی در حیاط و جداره‌های آن است. بر اساس یافته‌های پژوهش، میزان فراوانی نظام‌های معماری و تناسبات هندسی نیز یکسان نبوده است به طوری که میزان فراوانی نظام معماری چهار، ۱۵؛ نظام معماری پنج، ۱۳؛ نظام معماری شش، ۱۵؛ تناسب هندسی ۲/۲۷، تناسب هندسی ۳/۹، و تناسب هندسی ۶/۲ است. بدین ترتیب نظام‌های معماری چهار و شش با فراوانی ۱۵، بیشترین کاربرد را در معماری حیاط و جداره‌های آن دارند. بنابراین در جمع‌بندی موارد فوق می‌توان چنین اظهار کرد که در طراحی و ساخت حیاط مرکزی و جداره‌های آن در خانه‌های تاریخی شهر کاشان از تناسبات هندسی و نظام‌های گوناگونی استفاده شده

فهرست منابع

- احمدی، زهرا. ۱۳۹۱. بازخوانی نقش گمشده حیاط مرکزی در دستیابی به معماری پایدار. شهر و معماری بومی سال دوم (۲): ۲۵-۴۰.
- بختیار نصرآبادی، آمنه، محمدرضا پورجعفر و علی اکبر تقوایی. ۱۳۹۴. تحلیلی بر نقش زیبا شناسانه هندسه در شکل‌گیری فضای شهری چهارباغ عباسی. مطالعات شهری ۴ (۱۷).
- بمانیان، محمدرضا. ۱۳۸۱. مقدمه‌ای بر نقش و کاربرد پیمون در معماری ایرانی. مدرس هنر، سال اول (۱): ۱-۱۰.
- بیات زبیده، ماریا کرد جمشیدی، ندا حاج آقابابائی. ۱۳۹۲. تعیین ابعاد بهینه حیاط در خانه‌های حیاط مرکزی کاشان. دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی.
- 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 سال بیست و سوم (۹۰): ۱۲۰-۱۳۷.
- حاج‌قاسمی، کامبیز. ۱۳۹۴. گنج‌نامه (فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران)، دفتر اول، خانه‌های کاشان. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- حائری‌مازندرانی، محمدرضا. ۱۳۸۸. خانه، فرهنگ، طبیعت: بررسی معماری خانه‌های تاریخی و معاصر. تهران: مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- حجازی، مهرداد. ۱۳۸۷. هندسه مقدس در طبیعت و معماری ایرانی. تاریخ علم (۷): ۱۵-۳۶.
- حسینی، کیانوش، ویدا نوروز برازجانی، و محمدرضا نصیرسلامی. ۱۳۹۵. بازخوانی فرم حیاط و فضاهای وابسته آن با استفاده از دستور زبان شکل در معماری در یک‌صد خانه دوره قاجار شهر کاشان. باغ نظر سال سیزدهم: ۶۵-۷۶.
- خامه‌چیان، اسما، مصطفی آزاد و منصوره طاهباز. ۱۳۹۷. تحلیل هندسه و تناسبات پنجره‌های ارسی‌ها؛ نمونه موردی: ۷ ارسی خانه‌های کاشان. هنرهای صناعی ایران سال یکم: ۵-۲۳.
- دهخدا، علی‌اکبر، سید جعفر شهیدی، و محمد معین. ۱۳۶۴. لغت‌نامه دهخدا: (شماره مسلسل: ۴۰): مقدمه. تهران: دانشگاه تهران، سازمان لغت‌نامه دهخدا.
- زینلیان، نفیسه و هانیه اخوت. ۱۳۹۶. ساختارشناسی حیاط در خانه‌های قجری اقلیم گرم و خشک و گرم و مرطوب با تمرکز بر گونه «حیاط مرکزی» (مطالعه موردی: خانه‌های یزد و دزفول). مطالعات شهر ایرانی اسلامی ۸ (۳۰).
- سازمان میراث فرهنگی. ۱۳۸۱. معماری خانه خیال، خانه‌های ایرانی کاشان. طرح پردیسان، سازمان میراث فرهنگی ایران. معمار (۱۸): ۸۸-

سیلویه، سونیا، خسرو دانشجو و سعید فرمهین فراهانی. ۱۳۹۲. هندسه در معماری ایرانی پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر ایران. "نقش جهان ۳ (۱)".

طاهباز، منصوره. ۱۳۸۳. رد پای قداست در معماری اسلامی ایران. صفت سال چهاردهم (۳۹): ۱۰۳-۱۲۳.

عطاریان، کورش، کورش مؤمنی و زهره مسعودی. ۱۳۹۴. بررسی تناسب‌های حیاط مساجد دوره صفویه اصفهان. مطالعات تطبیقی هنر سال پنجم (۱۰): ۶۷-۸۱.

عمرانی‌پور، علی. ۱۳۸۴. هنر و معماری اسلامی ایران، یادنامه استاد دکتر لطیف ابوالقاسمی. تهران: وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت شهرسازی و معماری، سازمان عمران و بهسازی شهری.

فرقانی، دنیا، و مهدی شیبانی. ۱۳۸۹. نقش حیاط مرکزی در شکل‌گیری خانه‌های سنتی کاشان. تفکر معماری سال ششم (۲۳): ۴۶-۵۱.

مرادی، ساسان، مهرداد متین‌راد، ریما فیاض و مزین دهباشی شریف. ۱۳۹۷. گونه‌شناسی خانه‌های سنتی حیاطدار تبریز بر اساس معیارهای کالبدی مؤثر بر عملکرد اقلیمی حیاط مرکزی. مدیریت شهری ۱۷ (۵۱).

معماریان، غلامحسین. ۱۳۷۸. آشنایی با معماری مسکونی ایرانی: گونه‌شناسی درون‌گرا. تهران: سروش دانش.

مهدی‌زاده، فاطمه، فرهاد تهرانی، و نیما ولی‌بیگ. ۱۳۹۰. به‌کارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده‌سازی هندسه در ساخت و اجرای معماری سنتی ایران. مرمت و معماری ایران سال اول (۱): ۱۵-۲۶.

مولوی، بهزاد، و مسعود قاسم‌زاده. ۱۳۸۱. بررسی کاربرد هندسه در معماری گذشته ایران (دوره اسلامی). تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

نجفقلی پورکلانتری، نسیم، ایرج اعتصام و فرح حبیب. ۱۳۹۶. بررسی هندسه و تناسب‌های طلائع در معماری ایران (نمونه مطالعاتی: خانه‌های سنتی شهر تبریز). "مدیریت شهری ۱۶ (۴۶)".

نژادابراهیمی، احد و محمد یعقوبلو. ۱۳۹۸. درآمدی بر هندسه نظری در معماری. پژوهش در هنر و علوم انسانی سال ۱۹: ۴-۳۳.

وحدت پور، شعله، نیما ولی‌بیگ و افروز رحیمی آریایی. ۱۳۹۸. مطالعه مقایسه‌ای کاروانسراهای درون شهری و برون شهری اصفهان در گستره کالبد معماری. هویت شهر ۱۳ (۳۹).

ویترویوس، پولیو. ۱۳۸۸. ده کتاب معماری. تهران: دانشگاه هنر.

هاشمی‌زرج‌آباد، حسن، محمدحسن ضیایی‌نیا، و حمیدرضا قربانی. ۱۳۹۴. بازخوانی تحلیل اصول هندسی و تناسب‌های طلایی در مدرسه شوکتیه. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران سال پنجم (۹): ۲۰۷-۲۲۲.

منابع انگلیسی

- Ahmadi, Zahra. 2012. Reflecting on the Lost Role of Central Yard in Achieving Sustainable Architecture. *City & Native Architecture*. Second Year (2): 25-40. [in Persian]
- Attarian, Kourosh, Kourosh Momeni & Zohreh Massoudi. 2015. Investigation of Yard Properties of Isfahan Safavid Mosques. *Comparative Studies of Art Fifth Year* (10): 67-81. [in Persian]
- Bakhtiar Nasrabadi, Ameneh, Mohammad Reza Pourjafar & Ali Akbar Taghvaei. 2016. An analysis of the aesthetic role of geometry in the formation of the urban space of Chaharbagh Abbasi. *Urban Studies* 4 (17). [in Persian]
- Bayat Zubeideh, Maria Kurd Jamshidi, & Neda Haj Aghababaei. 2014. Determining the optimal dimensions of the yard in the central yard houses of Kashan. *Second National Conference on Climate, Building and Energy Consumption*. [in Persian]
- Bemania, Mohammad Reza. 2002. Introduction to the Role and Application of Pimon in Iranian Architecture. *Art lecturer*, 1st year (1): 1- 10. [in Persian]
- Bridson, Danny, and Sustainable Urban Design. 2012. Courtyard Housing Study. *Djingis Khan and The Kingo Houses*. Cultural Heritage Organization. 2002. *Architecture of Imaginary House, Iranian Houses of Kashan*. Pardisan Design, Iranian Cultural Heritage Organization. *Architect* (18): 88-97. [in Persian]
- Dekhoda, Ali Akbar, Seyyed Jafar Shahidi, & Mohammad Moein. 1985. *Dekhoda Dictionary: (Machine Gun Number: 40): Introduction*. Tehran: University of Tehran, Dekhoda Dictionary. [in Persian]
- Edwards, Brian, Magda Sibley, Peter Land, and Mohammad Hakmi. 2006. *Courtyard housing: past, present and future: Taylor & Francis*.
- Forghani, Donya, & Mehdi Sheiybani. 2010. The Role of the Central Yard in the Formation of Traditional Kashan Houses. *Sixth Year Architectural Thinking* (23): 51-46. [in Persian]
- Habib, Farah, Fariba Alborzi, & Iraj Etessam. 2013. *Light Processing in Iranian Houses; Manifestation of Meanings and*

- Concepts. *International Journal of Architecture and Urban Development* 3 (3):11-20.
- Haeri Mazandarani, Mohammad Reza. 2009. Home, Culture, Nature: A Study of the Architecture of Historical and Contemporary Homes. Publications: Urban and Architectural Research and Research Center. [in Persian]
- Haj Qasemi, Kambiz. 2015. Ganjnameh (Islamic Architecture of Iran), First Office, Kashan Houses Tehran: Shahid Beheshti University. [in Persian]
- Hashemi Zarrjabad, Hassan, Mohammad Hassan Ziaeinia, & Hamid Reza Ghorbani. 2015. Re-analyzing Geometric Principles and Golden Fit in Shokhtail School. *Iranian Archaeological Research Fifth Year* (9): 207-222. [in Persian]
- Hassani, Kianoush, Vida Norouz Borazjani, & Mohammad Reza Nasir Salami. 2016. Refreshing the Form of the Yard and its Related Spaces Using Shape Grammar in Architecture in One Hundred Houses of Qajar City of Kashan. *Garden of Thirteenth Year*: 65-76. [in Persian]
- Hejazi, Mehrdad. 2004. Sacred geometry in nature and Persian architecture. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*:25-34
- Hejazi, Mehrdad. 2008. Sacred Geometry in Iranian Nature and Architecture. *History of Science* (7): 15-36. [in Persian]
- Jermuzi, Shima, & Sudabeh Salehi. 2013. Fine Fit: A Comparative Comparison of Structural Fit One of the Marriage Deals in the Astan Quds Razavi Treasury with the Western Fit System. *Twenty-third Document Treasury* (90): 120-137. [in Persian]
- Khamechian, Asma, Mostafa Azad & Mansoureh Tahabaz. 2018. Analysis of geometry and proportions of sash windows; Case study: 7 sash houses in Kashan. *Iranian Industrial Arts First Year*: 5-23. [in Persian]
- Lowlor, Robert. 1982. Sacred geometry: Philosophy and practice New York, crossroad.
- Mehdizadeh, Fatemeh, Farhad Tehrani, & Nima Valibbeig. 2011. Applying Normal Triangles in Mathematical Computing and Implementing Geometry in the Construction and Implementation of Traditional Iranian Architecture. *Restoration and Architecture of Iran First Year* (1): 26-26. [in Persian]
- Memarian, Gholamhossein. 2008. Introduction to Iranian Residential Architecture: An Introverted Typology. Publications: Soroush Danesh. [in Persian]
- Mohammadi, Hanieh. (2017). Conservation and Geometry, Very Old Marriage for Iranian Historical Building. *Arch & Anthropol Open Acc*:1-7.
- Molavi, Behzad, & Masoud Qasemzadeh. 2002. Exploring the Use of Geometry in Iranian Past Architecture (Islamic Period). Tehran: Building and Housing Research Center. [in Persian]
- Moradi, Sasan, Mehrdad Matin Rad, Rima Fayyaz & Mazin Dehbashi Sharif. 2018. Typology of traditional courtyard houses in Tabriz based on physical criteria affecting the climatic performance of the central courtyard. *Urban Management* 17 (51). [in Persian]
- Najafgholi Pourkalantari, Nasim, Iraj Etesam & Farah Habib. 2017. A Study of Golden Geometry and Proportions in Iranian Architecture (Study Sample: Traditional Houses of Tabriz). *Urban Management* 16 (46) [in Persian].
- Nejad Ebrahimi, Ahad & Mohammad Yaghoubloo. 2019. An Introduction to Theoretical Geometry in Architecture. *Research in Arts and Humanities Year* 4: 19-33. [in Persian]
- Omranipour, Ali. 2005. Islamic Art and Architecture of Iran, Memoirs of Professor Dr. Latif Abolghasemi. Tehran: Ministry of Housing and Urban Planning, Deputy of Urban Planning and Architecture, Urban Development and Urban Development Organization. [in Persian]
- Silvaieh, Sonia, Khosrow Daneshjoo & Saeed Farmahin Farahani. 2013. Geometry in pre-Islamic Iranian architecture and its manifestation in contemporary Iranian architecture. *Naqshe- Jahan* 3 (1). [in Persian]
- Soflaei, Farzaneh, Mehdi Shokouhian, & Amir Soflaei. 2017. Traditional courtyard houses as a model for sustainable design: A case study on BWs mesoclimate of Iran. *Frontiers of Architectural Research* 6 (3):329-345.
- Tahbaz, Mansoura. 2004. Holiness in Islamic Architecture of Iran. *The Fourteenth Year* (39): 103-123. [in Persian]
- Vitrovius, Polio. (2009). Ten Architectural Books. Tehran: Art University. [in Persian]
- Vahdatpour, Sholeh, Nima Vali Beygh & Afrooz Rahimi Ariaei. 2019. A comparative study of Isfahan inner-city and suburban caravanserais in the field of architecture. *City Identity* 13 (39). [in Persian]
- Zeynalian, Nafiseh & Hanieh okhovt. 2018. Structure of the yard in Ghajari houses: hot, dry, hot and humid climate with a focus on the "central courtyard" species (Case study: Yazd and Dezful houses). *Studies of the Islamic Iranian city* 8 (30). [in Persian]