
Re-Reading the Arithmetic and Geometric Features of the Inner Courtyard Facades of Historical Houses Attributed to The Last 4 Centuries of The Introverted City of Isfahan

Faezeh Shamshiri¹, Maryam Ghasemi Sichani^{2*}

¹ PhD Researcher, Department of Architecture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University Isfahan, Iran.

^{2,3} Associate Professor, Department of Architecture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University Isfahan, Iran.

(Received 22 Nov 2020, Accepted 23 Jan 2022)

Historic houses are among the valuable architectural monuments of Iran. One of the main problems in realizing the design of the historical houses is to identify the arithmetic features of the plan and their interior court-yard façade. appearance, correctly by analyzing the geometric and arithmetic proportions, the arrangement of openings, entrances, axes, the transfer of the geometric system of the plan to the facade can reveal the characteristic features of historic houses. It is necessary to know the position of these two components, the interior plans of the historical houses of Isfahan. According to the mentioned goal, we try to address two general questions in this regard. Extensive research has been done in the field of geometry and interior design of houses, but the geometric arithmetic role of the article throughout history has been mentioned to a limited extent. This article tries to arithmetically identify the geometric components of house facades. Analysis of geometric systems in facade components is a topic for further research. The present article examined the general systems and structures in the formation of the Isfahan indexes, as well as the proportions and shapes that gave rise to these systems. The approach of the research is geometric and arithmetic analysis. The data collection is based on field studies and mainly impressions obtained by comparing the geometric features of these facades. In the study of the geometric system of the facades of houses, in the rhythm of the arrangement of the openings, there are numbers 3, 5,

7, which these repetitive arithmetic properties have affected the shape characteristics of the facade length. Mainly, the horizontal axes in these facades of various historical houses in Isfahan were four or more and the number of their vertical axes was four. The division system was mainly such that the input was on the right and left; In the middle, there was a sash frame and in houses whose vertical axis is more than four, the division system is mainly such that the sash is in the middle, the two sides of the sash are in; And next to the door; There is also a sash or several doors. In traditional houses, the greater the number of vertical axes, the number of entrance doors, several doors and the number of sash shafts. The data analysis revealed; Frames have the same number of divisions in each floor and the framing in the middle opening is larger than the other openings. The research results indicated that the facade geometric results from the proportions of the dimensions and surfaces of the openings, their locations affected by the geometric of the facade which have led to the information of meaningful repetitive ratios in the facade. Although these systems may have changed throughout the history of historical homes, they have persisted until recent decades and could be used by architects as a set of indicators to design similar items in the future.

Keywords: Isfahan historical houses, introverted houses, courtyard Facades, geometric system, geometric and arithmetic proportions.

* Corresponding author. E-mail: mghasemi@khuif.ac.ir



بازخوانی ویژگی‌های حسابی و هندسی نماهای حیاط داخلی خانه‌های تاریخی متناسب به ۴ سده اخیر درون‌گرای شهر اصفهان**

فائزه شمشیری^۱، مریم قاسمی سیچانی^۲*

۱. دانشجوی دکتری رشته معماری، گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۲. دانشیار گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۹/۰۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۰۳)

چکیده

خانه‌های تاریخی ازجمله بناهای ارزشمند معماری ایران محسوب می‌شوند. یکی از اصلی‌ترین مسائل طراحی خانه‌های تاریخی، تشخیص درست ویژگی‌های حسابی هندسی پلان و نمای آن‌هاست. با تحلیل تناسب هندسی و حسابی، چپش دهانه‌ها، ورودی‌ها، محورها، انتقال نظام هندسی پلان به نما می‌تواند ویژگی نمای خانه‌های تاریخی را آشکار ساخت. شناخت جایگاه این دو مؤلفه، برنماهای داخلی خانه‌های تاریخی شهر اصفهان ضروری است. با توجه به هدف مذکور سعی بر آن است به دو سؤال کلی در این راستا بپردازیم. تحقیقات گسترده‌ای در حیطه هندسه و نمای داخلی خانه‌ها انجام شده اما به صورت محدودی به نقش حسابی هندسی مقاله در طول تاریخ اشاره شده است. این مقاله سعی در بازشناسی حسابی هندسی اجزای نمای خانه‌ها خواهد داشت. رویکرد روش‌شناختی تحقیق، به شیوه تحلیل هندسی و حسابی است. داده‌ها بر پایه مطالعات میدانی و عمدتاً برداشت فراهم آمده‌اند که با مقایسه ویژگی‌های هندسی نمای خانه‌ها به یافته‌ها رسیده است. سپس نتایج تحقیق نشان می‌دهد که نظام‌های شکل‌دهنده نماها منتج از تناسب ابعاد و سطوح بازشوها، جانمایی آن‌ها که متأثر از حسابی هندسی نما بوده است و باعث پدید آمدن روابط تکرارشونده معنادار در نماها شده است. این نظام‌ها هرچند ممکن است در طول تاریخ خانه‌های تاریخی دچار تغییراتی شده باشد، لیکن تا چند دهه اخیر تداوم داشته است و می‌تواند به عنوان مجموعه شاخص‌هایی جهت طراحی موارد مشابه در آینده، مورد استفاده معماران قرار گیرد.

واژگان کلیدی

خانه‌های تاریخی اصفهان، خانه‌های درون‌گرا، نماهای رو به حیاط، نظام هندسی، تناسب هندسی و حسابی.

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری «فائزه شمشیری» تحت عنوان «تحلیل نظام هندسی نماهای خانه‌های تاریخی پیش از تحول مدرن شهر اصفهان» است که به راهنمایی دکتر «مریم قاسمی سیچانی» استاد راهنمای اول در حال انجام است.

** نویسنده مسئول مکاتبات: Email: mghasemi@khuisf.ac.ir

مقدمه

ایران دارای دستاوردها و تجربیات ارزشمند است که نیازمند بازشناسی و معرفی قواعد و اصول آن و خلاقیت استادکاران در نمای خانه‌ها است. عدم شناخت فرآیند هندسی خانه‌ها، باعث زوال و از بین رفتن هرچه بیشتر دانسته‌ها، آموخته‌ها و تجربیات پیشینیان و باعث نابودی بخشی از دانش گذشته معماری خواهد شد. در بداعت این پژوهش می‌توان گفت برای نخستین بار تحلیل‌هایی انجام شده است که روابط هندسی در نمای خانه‌ها را مطرح می‌کند. با توجه به هدف مذکور دو پرسش اصلی مطرح می‌شود.

۱. ریتیم چینش دهانه‌ها، ورودی‌ها و محورهای عمودی و افقی در نمای جبهه‌های گوناگون و تأثیر ویژگی‌های حسابی و هندسی آن‌ها بر نسبت سطح خالی به سطح پر چگونه به دست می‌آید؟

۲. در انتقال نظام هندسی پلان به نظام هندسی نما از کدام زوایای پر کاربرد در نمای درونی حیاط خانه‌های تاریخی استفاده شده است؟

۱. پیشینه پژوهش

پژوهشگرانی در ارتباط با خانه‌های تاریخی و نمای آن‌ها و حسابی هندسی بناها به پژوهش پرداخته‌اند: در این میان، عده‌ای خانه‌های درون‌گرا را گونه‌شناسی کرده‌اند؛ شهر اصفهان دارای چند صد خانه شاخص تاریخی است، در این مقاله به بررسی ۴ سده از خانه‌های تاریخی اصفهان پرداخته شده است. روش تحقیق مورد استفاده ترکیبی بوده. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد خانه‌های اصفهان با مشخصات معماری اقلیم نیمه گرم و خشک، عمدتاً درون‌گرا ساخته شده‌اند و آن‌ها را بر اساس ویژگی‌های فضای معماری، سازه و تزیینات می‌توان به سه گونه دوره اول، دوم و سوم تقسیم کرده‌اند (Pirniya 2014, 2009) Haeri Mazandarani 2010; Ghasemi- and Memariyan 2009; Ghasemi-2021; Memariyan 2010, (Nemati Babayloo and Alipour 2022; پژوهشگرانی به بررسی نظام تناسبات هندسی مؤثر در شکل‌گیری اجزاء و روابط حاکم بر ساختار پلان، ساختارهای شکلی و اجزای تشکیل‌دهنده در خانه‌های

خانه‌ها در ایران، بنا بر ویژگی‌های اقلیمی، فرهنگی و شیوه زندگی مردم به دو صورت کلی درون‌گرا و برون‌گرا طبقه‌بندی شده‌اند. خانه‌های درون‌گرا بر اساس ویژگی‌هایی همچون محرمیت و شرایط اقلیمی دارای حیاط مرکزی بوده و نمای خارجی آن‌ها و عنصری که ارتباط این خانه‌ها را با فضاهای بیرونی برقرار می‌کند، صرفاً به سردر ورودی محدود می‌شود (memariyan 2017, 16). هر بخشی از ساختار بنا متشکل از الگویی از نسبت‌ها و روابط است (Alexander ۲۰۰۸, ۷۴). تا قبل از سده معاصر، ساختار کالبدی خانه بر مبنای حیاط مرکزی و ویژگی‌های معماری مناطق نیمه گرم و خشک ایران شکل گرفته بوده‌اند (Ghasemi et all 2016, 92-77)؛ و دارای ساختاری مرکزی بر اساس دو محور عمود بر هم بوده (Diba 2014, 111-140). با بررسی شکل‌های به کاررفته در نماها می‌توان نسبت‌های به کاررفته در معماری نما را تعیین نمود. بررسی این اصول می‌تواند ویژگی‌های حسابی هندسی و اصول به کاررفته در جداره نمای خانه‌ها را مشخص سازد. این تحقیق به استخراج روابط بین هندسه اجزای نما در خانه‌های تاریخی و تأثیر آن‌ها در ابعاد کلی نمای خانه‌های حیاط مرکزی می‌پردازد. در اهمیت این پژوهش تحلیل نظام هندسی حاکم بر اجزاء نمای خانه‌های تاریخی، می‌تواند آشکارکننده ویژگی‌های نهفته معماری ایرانی در نمونه‌های تحت سنجش باشد و راه کارهای تکرارشونده و معنادار مورد استفاده در طراحی بخش نمای خانه‌های تاریخی را معرفی نماید. تحلیل دقیق آن‌ها از یک سو می‌تواند اصول طراحی نمای خانه‌های متناسب به چهار سده اخیر در اصفهان را آشکار نماید و از سوی دیگر، ضمن مستندسازی، زمینه حفظ، نگهداری و احیای این خانه‌ها را فراهم آورد. علاوه بر آن آثار تاریخی ایران خود گواهی بر حضور هندسه در معماری است. ضرورت پژوهش درباره تحول هندسه در تاریخ معماری مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته است؛ اما درباره هندسه به کاررفته در نمای خانه‌ها اطلاعات کافی در دسترس نیست. معماری گذشته غنی

تشخیص داده نشد؛ بنابراین، می‌توان به‌عنوان نتیجه تحقیق، به پیروی ساختار کلی هر دو بنا از اصول همسان برگرفته از نظام تناسب هندسه ایرانی در عین بهره از خلاقیت معماران در طرح اندازی بخش ورودی مساجد مذکور تأکید کرد (Abbasi and Valibeyg 2022). پژوهشگران دیگری به بررسی هندسه در معماری اسلام پرداخته‌اند نتایج مطالعه هندسه را به‌صورت ریاضی و عددی بیان می‌کند. این اصول ترسیمی در ساده‌ترین حالات تناسباتی - هندسی جهت تطبیق مقیاس با موضوعات معماری است. حاصل این هندسه کاربردی نظم، یکپارچگی، خوانایی و پاسخ کامل به نیازهای فردی و اجتماعی در قالب بنای معماری است که به‌عنوان ریاضی‌دانانی اسلامی بر آن تأکید نموده‌اند (Ebrahimi et al 2022). پژوهشگران دیگری به بررسی تناسب به‌کاررفته در حیاط خانه‌های در هر دو دوره قاجار و پهلوی اول پرداخته، بیشتر آن‌ها از تناسب زین ایرانی و هندسه مربع پیروی می‌کنند و تناسب طلایی ۱,۶۱۸ کمتر موردتوجه معماران قرار گرفته است. همچنین در ابعاد حیاط و نماهای پیرامونی حیاط بعضی خانه‌ها از ترکیب دو تناسب در کنار هم استفاده شده است و یا در قسمتی از نمای حیاط‌ها که از دید معمار و شاخص‌تر بوده است، رعایت و کاربرد تناسب مدنظر بوده است و همین امر نشان‌دهنده اهمیت کاربرد تناسب در دیدگاه معماران سنتی ایران است (۲۰۲۱ Moftakher, Momeni and Didban).

برخی از پژوهشگران به بررسی تبیین مفهوم سبک‌شناسی معماری با معرفی رویکرد جدید در سبک‌شناسی معماری ایران (بانگیزه حفاظت معماری) پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد این مقاله رویکرد جدیدی جهت حفاظت و مرمت آثار تاریخی بجای مانده بیان می‌کند (۲۰۲۰ Nadimi, Abui and Moradi). پژوهشگر دیگری به بررسی تناسب موجود به‌کاررفته در حیاط خانه‌های بهبهان در هر دو دوره قاجار و پهلوی اول، پرداخته است. بیشتر آن‌ها از تناسب زین ایرانی و حسابی هندسی مربع پیروی می‌کنند و تناسب طلایی ۱,۶۱۸ کمتر موردتوجه معماران قرار گرفته است. همچنین در ابعاد حیاط و نماهای پیرامونی حیاط بعضی

ایران را معرفی کرده‌اند و به تناسب هندسی مشترکی در رابطه با پلان، حیاط و حوض‌خانه‌ها در خانه‌های تاریخی دست‌یافته‌اند (Ghezlbash and Aboziya 1986 Rahravi). تأثیر دگرگونی شیوه زندگی بر کالبد معماری و تزیینات خانه‌های مشهد در دوره انتقال پرداخته‌اند. نتایج نشان داد در این دوره باعث شکل‌گیری خانه‌هایی با مقیاس کوچک، متوسط و بزرگ پدید آمد (Mousavi Tabasi and Mehdizadeh Seraj, 2021). برخی از پژوهشگران دیگر به بررسی تناسب نمای ساختمان پرداخته‌اند و تناسب هندسی مشخصی در نماهای خانه‌های تاریخی اصفهان که از روابط ریاضی مشخصی پیروی می‌کرده است، پرداخته‌اند (Mostaghni 1996; Hoshmand 2017). تحقیقاتی در حیطه بررسی هندسه در معماری گذشته ایران انجام‌شده، نه‌تنها آثار معماری سنتی ایرانی از دوره باستان تا دوران اسلامی از هندسه بهره برده‌اند، معماری معاصر ایران نیز خود را پایبند به این اصول معرفی می‌کند. هندسه ابزاری مناسب جهت نظم بخشیدن به معماری و برقراری روابط آگاهانه میان اجزای بنا با یکدیگر است تا در عین مرکب بودن، یکپارچگی فضا را میسر سازد (Bozorgmehri 2007; Poorahmadi 2011; vali-Beg et al 2013; -Dahar and Alipour 2014; Najib Oglu 2011; -Navaei and hajighasemi 2017; Bemaniyan 2011; Taheri 2011; Najafgholipour 2017; Kalantari). معماری اسلامی سازه، معنا، شکل و زیبایی چهار عاملی هستند که در ارتباط بین عوامل تداخل کننده در روند طراحی در ساختمان‌ها نشان داده شده است. سازه عمدتاً در انتخاب نوع مصالح مصرفی و معنا، شکل و زیبایی عمدتاً در ساختار بنا و نمای حیاط داخلی خانه‌های تاریخی نشان داده شده است (Hejazi and seraj 2011). کرومول و همکاران تغییرات هندسی در بناهای اصفهان را بررسی کرده‌اند و به روابط هندسی مشخصی در بناهای تاریخی اصفهان دست‌یافته‌اند (Cromwell and Beltrami 2005). پژوهشگر دیگری به بررسی تناسب طول به عرض عناصر کالبدی فضای ورودی نمونه‌ها، نشانگر بهره‌گیری ساختار فضایی پلان از شکل پایه شش‌ضلعی منتظم بود. نسبت تکرارشونده‌ای در سازمان‌دهی بخش مذکور نمونه‌ها

خانه‌ها از ترکیب دو تناسب در کنار هم استفاده شده است و یا در قسمتی از نمای حیاط‌ها که از دید معمار مهم‌تر و شاخص‌تر از سایر قسمت‌ها بوده است، رعایت و کاربرد تناسب مد نظر بوده است و همین امر نشان‌دهنده اهمیت کاربرد تناسب در دیدگاه معماران سنتی ایران است.

۲. مبانی نظری

در این بخش به بررسی دیدگاه‌های نظریه‌پردازان و پژوهشگران در حوزه هندسه و تناسب هندسی در بناهای تاریخی شده است که برای رعایت شرط اختصار در قالب جدول ارائه شده است و از مطالعاتی که در حوزه تناسب خانه‌ها بوده، به منظور دستیابی به اهداف پژوهش استفاده شده است. نظریه‌پردازان حوزه رویکرد شکلی در کالبد معماری فضاها، نگاه‌های متفاوتی را ارائه داده‌اند (جدول ۱).

جدول ۱: نظریات ارائه‌شده در گستره خانه و نما

Table 1. Theories presented in the area of the house and facade

ردیف	نظریه‌پرداز	نظریات ارائه‌شده در گستره خانه و نما
۱	دوران ^۱	معماری را به دو وجه علمی و هنری ساده می‌نماید و به وسیله دو وجه و دسته‌بندی کالبد بنا، در اختیار آیندگان قرار می‌دهد. در این راستا شکل‌های پایه و ترکیب آن‌ها را در قالب پلان و نما معرفی می‌نماید (Memariyan 20017,70).
۲	کرایر ^۲	استفاده از شکل‌های پایه برای انتخاب الگوی هندسی و اشکال هندسی، پلان، نما، رئوس فرآیند طراحی هستند (Memariyan 2017).
۳	فری ^۳	جهت نمایان شدن بیشتر عناصری که در سطح حیاط قرار گرفته‌اند همچون درختان بایستی از نماهایی با قاب‌بندی یکسان بهره گرفت (Feri 2009, 60).
۴	چینگ ^۴	ویژگی‌های دوبعدی فضاها و فرم را حاصل فنون و ویژگی‌های بصری (مانند تقارن، تعادل، تشابه، ریتم)، دانسته است سطح دیوار به عنوان یک عنصر تأثیرگذار یا به شکل مجزا و یا به وسیله فرم، رنگ، بافت و ماده سازنده در ساختار معماری، خود را به نمایش می‌گذارد و یا با سطح و کف ترکیب می‌شود (Di ki Ching 2002, 24).
۵	کلاوس هردی ^۵	نظم نهفته در هر شکل پدیدآورنده ساختاری است که بر شکل معماری تأثیر می‌گذارد (Memariyan 2017,110).

بحث سوابق و مطالعات مرتبط با موضوع این پژوهش، حاکی از آن است که مطالعات اندکی به تحلیل نظام‌های هندسی به کاررفته در اجزای نمای خانه‌های تاریخی پرداخته‌اند. پژوهش‌هایی نیز در این زمینه صورت گرفته‌اند، بیشتر بر جنبه کالبدی خانه‌ها متمرکز بوده و مورد مطالعه قرار داده‌اند. تحلیل نظام‌های هندسی در اجزای نما، موضوعی است که انجام پژوهش‌های بیشتری را طلب می‌نماید. مقاله حاضر به بررسی نظامات و ساختارهای کلی در شکل‌گیری نمای خانه‌های اصفهان و همچنین تناسب و شکل‌هایی که باعث پدید آمدن این نظام‌ها شده است می‌پردازد. در گستره خانه، نما و هندسه نظریه‌پردازان، نظریه‌های گوناگونی را مطرح کرده‌اند (جدول ۱). بر پایه اهداف این پژوهش نظریه‌پردازی

که اندیشه‌های آن‌ها چارچوب نظری این پژوهش را مشخص می‌سازد؛ انتخاب شده‌اند. در راستای پاسخ دادن به پرسش‌ها و دستیابی به اهداف، نظرات این اندیشمندان بنیان کار قرار خواهد گرفت.

۳. روش پژوهش

در این مقاله از نوع تحلیل هندسی، حسابی است ابتدا جامعه آماری در این مطالعه، شامل کلیه خانه‌های تاریخی حیاط مرکزی شهر اصفهان که تعداد آن‌ها (حدود ۳۰۰ خانه) هست. خانه‌های تاریخی انتخاب شده، چهل و شش مورد از محله‌های مختلف و تاریخی شهر اصفهان است هست. نمونه‌های مطالعاتی تعداد ۶۶ خانه؛ خانه‌های طغا،

انگورستان ملک (یک جبهه ساخت در شمال)، شیخ الاسلام، عابدیان، روغنی، استاد همایی، رنگرزه‌ها، شیروانیان، زمان وزیری، لباف، کریمی، نائل، تمیزی، صیفورقاسمی (دو جبهه ساخت)، سلطان سنجر، مارکارنادر، زولیان، داوید، شیخ بهایی، رسول حسینی، افیون، مشکلی، بدری، شهید اول، روضاتی، حقیقی، جلالی، خلیلی، مشیر، خوشنویس، داوید، (سه جبهه ساخت)، وثیق انصاری، علاف چیان، بخردی، حاج رسولی‌ها، قزوینی‌ها، درمیانی و (چرمی) مشیرالملک، مصورالملکی، دهدشتی، عکاف زاده، قدسیه، یدالهی، استپانیان (چهار جبهه ساخت) -، انتخاب شده است. جهت انتخاب نمونه در جامعه آماری به دلیل تعداد زیاد خانه‌ها، معیارهای زیر جهت دسته‌بندی و انتخاب مشخص شدند؛ این معیارها عبارت‌اند از خانه‌هایی که دارای کمترین دخل و تصرف در حیاط هستند. خانه‌هایی که از لحاظ موقعیت جغرافیایی در بافت تاریخی شهر قرار گرفته‌اند. ملاک بعدی، تعداد جبهه ساخت نمونه‌ها است. از خانه‌های یک، دو، سه و چهار جبهه ساخت استفاده شده است. همچنین خانه‌هایی دارای یک، دو، سه و پنج حیاط مرکزی انتخاب شده است. خانه‌هایی که دارای پیمون بزرگ و کوچک هستند. سپس حیاط‌ها نسبت به مساحت شماره‌گذاری شد. چون رفتار نمونه‌ها در برابر متغیر تأثیرگذار یکسان نیست از روش نمونه‌گیری هدفمند بهره گرفته شده است.

در این پژوهش به روش میدانی خانه‌های موردبررسی توسط نگارندگان بازبرداشت و تدقیق شده است. ترسیم نماها به وسیله نرم‌افزار ترسیمی ۷ انجام شد. سپس نماها به اجزاء کوچک‌تر تقطیع شد. در این بررسی چیش دهانه‌ها، تقابل بین دو نما، نظام پر و خالی سطح نما، ورودی‌ها، چگونگی انتقال نظام هندسی پلان به نما در آن‌ها مورد تحلیل قرار گرفت. پس‌از آن بر روی اجزای نمای درونی خانه‌ها محاسبات حسابی از جمله، نسبت سطح بازشو به سطح جداره نما، تعداد محورها عمودی و افقی، نسبت سطح فضای قاب‌بندی شده به سطح جداره نما، درصد فضای پر انجام شد. همچنین، در بیان تحلیل یافته‌ها، از روش تحلیل

هندسی، حسابی برای دست‌یابی به معناداری یافته‌ها مورد استفاده قرار گرفت. محدودیت‌های مورد مطالعه در این پژوهش گستردگی جامعه آماری و مشکلات ورود به خانه‌های تاریخی بود، چراکه اغلب خانه‌ها مالک شخصی داشته و عده‌ای در آن‌ها سکونت داشتند که با کسب مجوز از سازمان‌های مربوطه و اجازه ساکنان امکان برداشت از این بناها فراهم شده است. کاربردهای روش تحقیق بخشی از معماری گذشته ایران را که فراموش شده است آشکار می‌کند، به‌ویژه کاربرد دانش هندسه را در سنجش‌های گوناگون خانه مشخص می‌کند.

۴. یافته‌های پژوهش چینش دهانه‌ها:

در تحلیل‌های انجام‌شده بر روی بدنه نما در گام اول هر جبهه به شکل مجزا مورد تحلیل قرار گرفت، در نماهای خانه‌ها، یافته‌های زیر آشکار شد:

در بررسی فرآیند تناسبات هندسی نما، تعداد دهانه‌های^۱ چهار نمای رو به حیاط مرکزی مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). بر طبق نظریه پیرنیا تعداد دهانه‌های هر بدنه را عمده‌تأ فرد می‌گرفتند، به این دلیل که امکان ایجاد محور میانی^۲ در دهانه میانی بوده است. لذا تأکید بر دهانه میانی به عنوان عنصر تقارن بیشتر می‌شده است. در بررسی نماهای شمالی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱: آن‌هایی که در نمای شمالی چینش دهانه‌ها به صورت ارسی هفت لنگه در بخش میانی قرار گرفته و در دو سوی آن یک‌دری قرار گرفته است و در نمای شرقی و غربی آن‌ها ارسی پنج لنگه و نمای جنوبی آن‌ها ارسی سه لنگه هست.

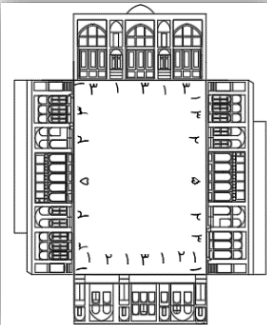
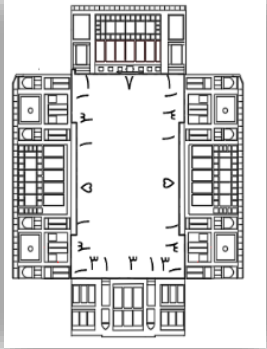
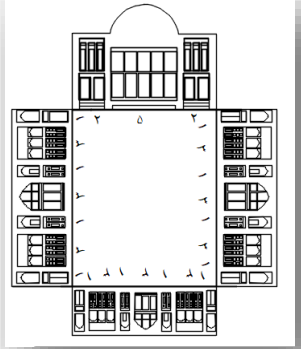
۲: چینش دهانه‌ها در نمای شمالی خانه‌هایی که ارسی سه لنگه در میان آن‌ها و دو طرف ارسی، یک‌دری قرار گرفته و نمای شرقی و غربی آن‌ها ارسی پنج لنگه و نمای جنوبی آن‌ها چینش دهانه وسط سه‌تایی هست.

۳: آن‌هایی که چینش دهانه در نمای شمالی به صورت ارسی پنج لنگه در وسط و دو سوی آن یک‌دری قرار گرفته نمای شرقی و غربی ارسی سه لنگه و در جنوب هم معمولاً از

ارسی سه لنگه استفاده شده است. اعداد پرتکرار در محور میانی (۷، ۵، ۳) قرار گرفته است (جدول ۲).

جدول ۲: ویژگی‌های به کاررفته در چینش حیاط داخلی خانه‌های تاریخی اصفهان

Table 2: Features used in the arrangement of the inner courtyard of Isfahan's historic houses

اسم خانه	خانه قزوینی‌ها	خانه بخردی	حاج مصورالملکی
چینش خانه‌ها			
	خانه سه حیاط	خانه تک حیاط	خانه تک حیاط

های خانه‌های موردنظر تحلیل‌ها آشکار ساخت؛ تعداد ورودی در محور فرعی بیشتر از تعداد ورودی در محور اصلی است. اگر تعداد ورودی در دو نمای شمال و جنوب، شرق و غرب یکسان بوده، نسبت سطح ورودی به کل سطح آن نما حدود یک‌چهارم سطح است (شکل ۱).

در گام بعدی تعداد ورودی در نماهای مقابل هم با یکدیگر مورد تحلیل قرار گرفته شده است. بازشوهایی که در بیرونی ترین سطح نماهای درونی ساختمان قرار گرفته‌اند و امکان تردد افراد از حیاط یا میان سرا به فضاهای سرپوشیده را فراهم می‌کند را ورودی می‌گویند. در بررسی تعداد ورودی

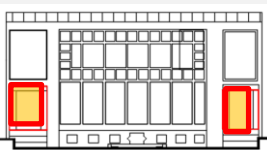


شکل ۱: تعداد ورودی در نما

Fig. 1: Number of entries in the Facade

جدول ۳: ویژگی‌های به کاررفته در ورودی‌های حیاط داخلی خانه‌های تاریخی اصفهان

Table 3: Features used in the courtyard entrances of Isfahan historic houses

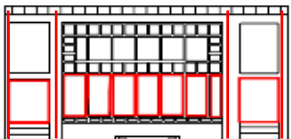
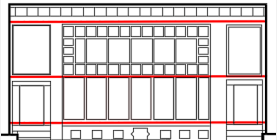
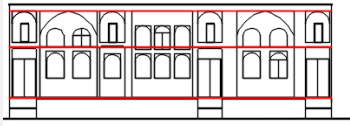
اسم خانه	خانه قزوینی‌ها	خانه بخردی	حاج مصورالملکی
ورودی‌ها	 نمای شمال	 نمای شمال	 نمای شمال
	 نمای جنوب	 نمای جنوب	 نمای جنوب
	تعداد ورودی در محور فرعی بیشتر از تعداد ورودی در محور اصلی.	دارای دو ورودی در شمال و دو ورودی در جنوب است.	دارای چهار ورودی در شمال است؛ و چهار ورودی در غرب است.

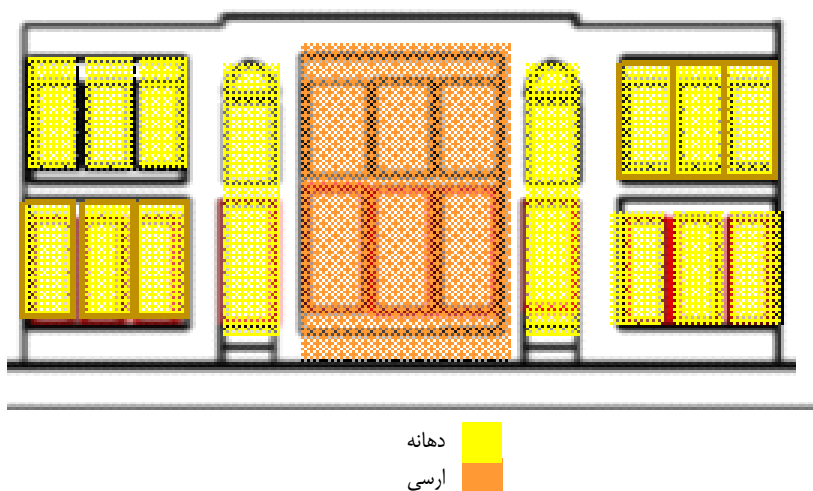
در بررسی ساختار شکل نما، مراحل روند شکل‌گیری حسابی هندسی نمای درونی خانه‌های تاریخی از نظر ویژگی‌های شکلی و محورهای شکل‌دهنده (عمودی^۳ و افقی^۴) مورد بحث و تحلیل قرار گرفت (جدول ۴). تعداد محورهای عمودی مشخص جدا شونده در هر فاصله بین دو توده پر بررسی شد. عمدتاً در نمای شمالی، جنوبی، شرقی و غربی خانه‌هایی که تعداد محور عمودی مشترک آن‌ها چهار عدد بوده نظام تقسیم‌بندی به گونه‌ای است که ارسی در وسط و دری و یک در، در انتها قرار گرفته است.

در سمت راست و چپ قرار گرفته است. عمدتاً در نمای جنوبی خانه‌هایی که محور عمودی آن‌ها بیش از چهار عدد بوده نظام تقسیم‌بندی به گونه‌ای است که ارسی در وسط، دو طرف ارسی در و در کنار در همچنین دومرتبه ارسی یا چند دری قرار گرفته است. عمدتاً در نمای شرقی و غربی، محور عمودی آن‌ها بیش از چهار عدد بوده، نظام تقسیم‌بندی به گونه‌ای است که ارسی در وسط، دو طرف ارسی چند دری و یک در، در انتها قرار گرفته است.

جدول ۴: ویژگی‌های به کاررفته در محورهای عمودی و افقی حیاط داخلی خانه‌های تاریخی اصفهان

Table 4: Features used in the vertical and horizontal axes of the inner courtyard of Isfahan historic houses

تعداد محور عمودی و افقی	 محور عمودی ۸	 محور عمودی ۴	 محور عمودی ۸
	 محور افقی ۳	 محور افقی ۳	 محور افقی ۳



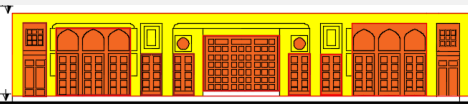
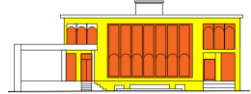
شکل ۲: مشخص کردن ارسی و دهانه در نمای جنوبی
Fig. 2: Specify sash and opening in the southern Facade

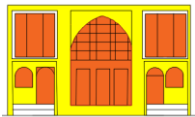
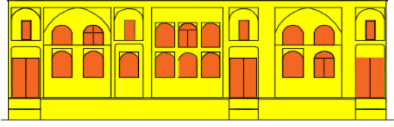
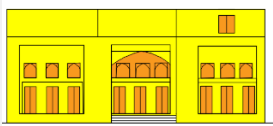
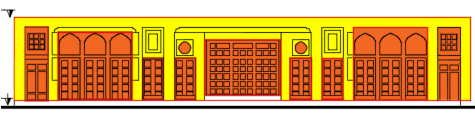
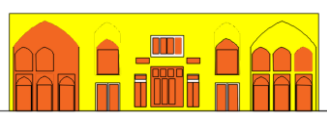
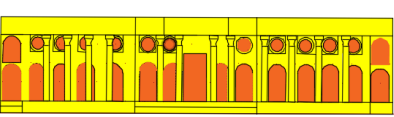
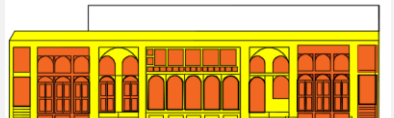
است (جدول ۵). در سطوح نمای خانه‌ها سطوح پر (سطوح پر: سطحی از نما که به وسیله مصالح بنایی در بیرونی‌ترین سطح نما پر شده است و سطوح خالی: سطحی از نما در بیرونی‌ترین سطح نما که به وسیله در و پنجره پوشانده شده و عبور و هوا انجام می‌شود و با مصالح بنایی پر نشده است) در جداره، مورد بررسی قرار گرفته است هرچه تعداد دهانه بیشتر نسبت سطح خالی به سطح پر بیشتر است (جدول ۵).

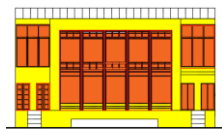
تحلیل‌ها نشان داده است؛ اکثراً در محور اصلی، قاب‌ها به شکل ارسی وجود دارد. قاب‌ها^۵ در هر اشکوب^۶ با تعداد یکسان تقسیم‌بندی مواجه هستند و قاب‌بندی در دهانه میانی نسبت به دهانه‌های دیگر بزرگ‌تر است. نسبت سطح فضای قاب‌بندی شده^۷ به سطح جداره^۸ در نمای شمالی خانه‌ها بیش از نیمی از سطح جداره، در نمای جنوبی سطح فضای قاب‌بندی شده به سطح کل جداره حدود نیمی از سطح جداره، نمای شرقی و غربی بیش از نیمی از سطح جداره

جدول ۵: مقایسه تعداد دهانه با نسبت سطح خالی به پر (فضای قاب‌بندی شده به سطح جداره)

Table 5: Comparison of the number of openings with the ratio of empty to full surface (framed space to wall surface)

تصویر	نسبت سطح خالی به سطح پر	تعداد دهانه در نما	نما
 خانه وثیق	بیش از نیمی از سطح جداره	۱۴	شمالی
 انگورستان ملک	نیمی از سطح	۱۳	
	کمتر از نیمی از سطح	10	

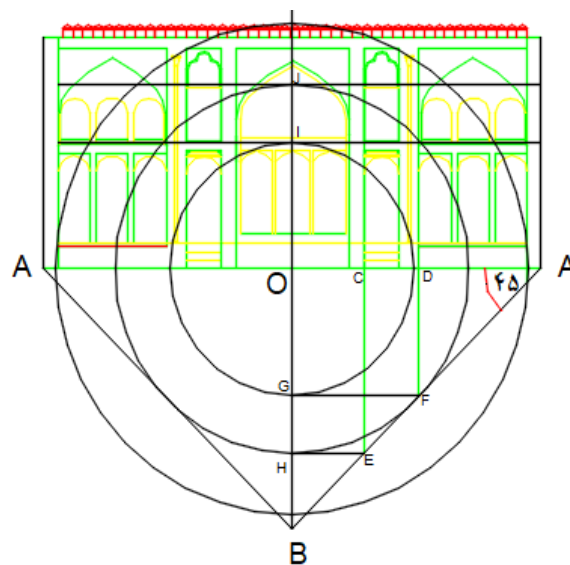
	یک‌پنجم سطح	7	
زاولیان			
	دو پنجم سطح	۱۳	جنوبی
سوکیاس			
	کمتر از نیمی از سطح	۱۱	
قزوینی‌ها			
	کمتر از نیمی سطح	۹	
استاد همایی			
	بیش از یک‌پنجم سطح	7	شرقی
حاج مصورالملکی			
	چهارپنجم سطح	۱۵	
خانه مشیر			
	سه‌پنجم سطح	۱۳	
خانه وثیق			
	دو پنجم سطح	۱۱	غربی
نائل			
	چهارپنجم سطح	۱۵	
مشیر			
	سه‌پنجم سطح	۱۳	
خانه قزوینی‌ها			

	نیمی از سطح	۹	
	نیمی از سطح	۷	

سطح پر 
سطح خالی 

جرزهای نما خط عمود ادامه می‌دهیم تا خط مایل را قطع کند. نقطه E, F به دست می‌آید از این دو نقطه عمود کرده تا محور نما را قطع کند، نقطه G, H به دست می‌آید، از مرکز O دایره‌ای به شعاع OG, OH رسم کرده دایره در نقاطی از نما (I, J) برخورد کرده که این نقاط نشان‌دهنده خط تراز فضاها هستند (شکل ۳).

در بررسی انتقال نظام هندسی پلان به نظام هندسی نما با استفاده از زاویه ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه ابتدا روش کار و سپس نتایج به اختصار توضیح داده شده است. روش کار: ابتدا از نقطه A روی نمای خانه‌ها زاویه ۳۰، ۴۵ و ۶۰ را ترسیم کرده، در نقطه B به هم برخورد کرده، از نقطه B خط عمودی رسم کرده تا مرکز نما مشخص شود. از نقطه c, d



شکل ۳: روش به دست آوردن اندازه‌ها

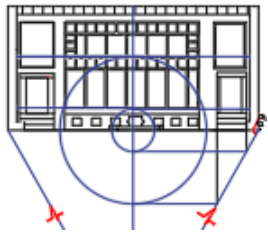
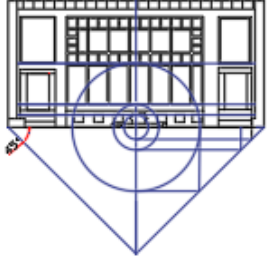
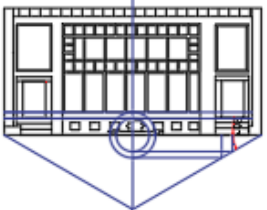
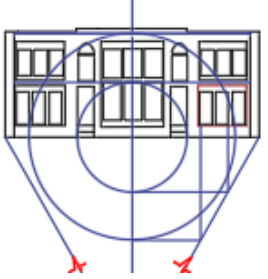
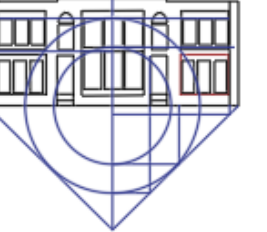
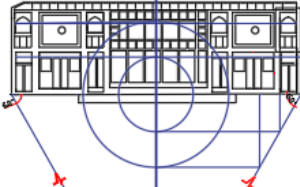
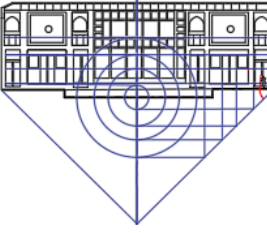
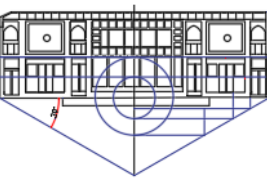
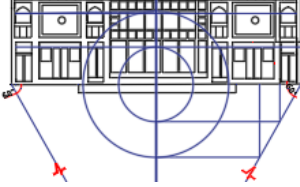
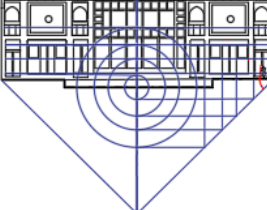
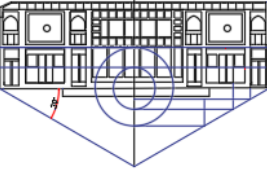
Fig 3. How to get the dimensions

است. در زاویه ۶۰ درجه، جبهه‌های گوناگون نمای خانه‌ها، خط تراز ارسی، خط تراز در و خط تراز بالای سقف و خط تراز بالا و خط تراز پایین پنجره به شکل مشخص از ویژگی‌های پلان به دست آمده است. یافته‌های تحقیق بر پایه آیت‌هایی که از تحلیل نمونه‌های مطالعاتی به دست آورده‌ایم استوار است.

در انتقال هندسی پلان به نظام هندسی نما در جبهه‌های گوناگون نمای خانه‌ها زاویه ۳۰ درجه، خط تراز در و پنجره، خط تراز نما، خط تراز ارسی و پایین در و پنجره به شکل مشخص، از ویژگی‌های پلان به دست آمده است. در زاویه ۴۵ درجه، جبهه‌های گوناگون نمای خانه‌ها، خط تراز ارسی، خط تراز در و خط تراز پایین پنجره به دست آمده

جدول ۶: انتقال نظام هندسی پلان به نظام هندسی نما با استفاده از زاویه ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه

Table 6: Transfer of the geometric system of the plan to the geometric system of the facade using 30, 45 and 60 degree angles

۶۰	۴۵	۳۰	جهت	اسم خانه
			شمال	پژوهش
			جنوب	
			شرق	
			غرب	

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات مقایسه‌ای از سوی دیگر به همراه بهره‌گیری از نرم‌افزارهای ترسیمی ۷ مدل‌ساز برای دستیابی به اهداف این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. در بررسی نظام هندسی نمای خانه‌ها، در ریتم چینش دهانه‌ها، اعداد ۳، ۵، ۷ وجود دارد که این ویژگی‌های حسابی

پژوهشگران زیادی در حوزه نماها به جنبه‌های کارکرد، شکل‌گیری و کاربری نما پرداخته‌اند، در این پژوهش به استخراج تناسبات حسابی و هندسی نمای داخلی خانه‌های حیاط مرکزی شهر اصفهان پرداخته شده است. در این پژوهش داده‌های میدانی از یک سو و تحلیل اشکال بر پایه

تکرار شونده بر روی ویژگی‌های شکلی طول نما تأثیرگذار بوده است.

بررسی‌ها نشان داد تعداد ورودی در محور فرعی بیشتر از تعداد ورودی در محور اصلی است اگر تعداد ورودی در دو نمای شمال و جنوب، شرق و غرب یکسان بوده، نسبت سطح بازشو ورودی به کل سطح کل نما در بازه حدودی یک‌چهارم سطح بوده است (جدول ۵).

عمدتاً محورهای افقی در نمای جبهه‌های گوناگون خانه‌های تاریخی شهر اصفهان به تعداد چهار عدد و یا بیش از چهار بوده و تعداد محور عمودی آن‌ها چهار بوده. عمده‌تأ نظام تقسیم‌بندی به‌گونه‌ای است که در سمت راست و چپ‌نما، ورودی؛ در وسط، ارسی قرار گرفته و در خانه‌هایی که محور عمودی آن‌ها بیش از چهار بوده عمده‌تأ نظام تقسیم‌بندی به‌گونه‌ای بوده که ارسی در وسط، دو طرف ارسی در؛ و در کنار در؛ همچنین ارسی و یا چند دری قرار گرفته است. در خانه‌های سنتی هرچه تعداد محورهای عمودی بیشتر بر روی تعداد درهای ورودی، چند دری‌ها و تعداد لنگه‌های ارسی تأثیر داشته است (جدول ۴).

در صورتی که تعداد دهانه‌ها در نمای جبهه‌های گوناگون خانه‌های تاریخی از هفت عدد الی چهارده بوده، نسبت سطح خالی به کل سطح جداره در نمای جبهه‌های گوناگون

از یک‌پنجم تا چهارپنجم سطح جداره بوده است. در بررسی قاب‌بندی‌ها در نما نسبت سطح فضای قاب‌بندی شده به سطح جداره در نمای شمالی و شرقی و غربی خانه‌ها بیش از نیمی از سطح جداره و در نمای جنوبی سطح فضای قاب‌بندی شده به سطح کل جداره حدود نیمی از سطح جداره است (جدول ۵).

در انتقال نظام هندسی پلان به نظام هندسی نما در جبهه‌های گوناگون نمای خانه‌ها در زاویه ۴۵،۳۰ و ۶۰ درجه خط تراز در و پنجره، خط تراز نما، خط تراز ارسی و پایین در و پنجره به شکل مشترک از ویژگی‌های پلان به دست آمد در صورتی که در زاویه ۶۰ درجه جبهه‌های گوناگون نمای خانه‌ها خط تراز بالای سقف و خط تراز بالا و پایین پنجره به شکل مشخص از ویژگی‌های پلان به دست آمده است (جدول ۶).

راهکارهای ارائه‌شده در این مقاله می‌تواند معیار مناسبی برای انتخاب عناصر، تناسبات و نظام ساختاری در طراحی خانه‌های باشد. این نظامات می‌تواند در طراحی خانه‌های تاریخی، مدارس و مساجد شهرهای دیگر مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر بررسی نظام‌های مشخص ساخت، نشان می‌دهد برخی از نظامات و تناسبات در ساختار طراحی این خانه‌ها بیشتر به کار رفته است.

پی‌نوشت‌ها

بر پایه مطالعات انجام‌شده توسط نگارندگان تعاریف زیر ارائه می‌گردد.

- دهانه: فاصله بین دو جرز یا دو جداکننده عمودی که با مصالح بنایی از پایین تا بالا ساخته شده‌اند و در بیرونی‌ترین سطح بدنه نما در تراز پایین قاب ارسی‌ها یا چند دری‌ها قرار گرفته‌اند.
- تعریف محور میانی: خط عمودی گذرنده از بالا تا پایین مرکز نما را محور می‌گوییم.
- تعریف محور عمودی: پیوستگی توده مصالح از بالا به پایین، محور عمودی نامیده می‌شود.
- محور افقی: پیوستگی توده مصالح از راست به چپ، محور افقی نامیده می‌شود.
- قاب: عناصر پیرامونی که نور یا هوا از آن‌ها عبور می‌کند، قاب نامیده می‌شود.
- اشکوب: تعداد ترازهای ایجاد شونده با مصالح بنایی که امکان حرکت انسان از روی آن وجود داشته باشد.
- سطح فضای قاب‌بندی شده: سطحی که به وسیله قاب (عناصر پیرامونی نور یا هوا) پوشانده شده است.
- جداره: متشکل از دیوار یک جبهه و ملحقاتی بوده که به شکل پیوسته و بلافصل است.

فهرست منابع

- بزرگمهری، زهره. ۱۳۸۵. هندسه در معماری. تدوین جمشید مهر پویا. تهران: سبhan نور: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- بمانیان محمدرضا، مهرداد شهبازی و رضا عریانی نژاد. ۱۳۹۵. بررسی تطبیقی میزان ادراک پیچیدگی از نمای ساختمان‌های رایج امروزی و سنتی شهر اردکان. هنر و معماری-مطالعات محیطی هفت حصار. جلد شماره ۱۸. ص ۱۱۷-۱۲۶.
- پور احمدی، مجتبی. ۱۳۸۹. هندسه در گنبد آرامگاه شیخ زاهد گیلانی، نشریه هنرهای زیبا، پاییز ۸۹، شماره ۴۳.
- پیرنیا، محمد کریم. ۱۳۸۷. آشنایی با معماری اسلامی ایران. تألیف و تدوین: غلامحسین معماریان. تهران: نشر سروش دانش.
- پیرنیا، محمد کریم. ۱۳۹۲. معماری ایرانی. تألیف و تدوین: غلامحسین معماریان. چاپ پنجم. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- چینگ، فرانسیس دی کی. ۱۳۸۵. معماری: فرم، فضا و نظم. ت: زهره قراگزلو. تهران: دانشگاه تهران.
- حائری مازندرانی، محمدرضا. ۱۳۸۸. خانه، فرهنگ، طبیعت. تهران: مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- دهار، علی و رضا علی پور. ۱۳۹۲. تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان جهت تعیین ارتباط هندسی نمازخانه با جلوخان ورودی بنا، باغ نظر، شماره ۴۰: ۲۶-۳۳.
- دیبا، داراب، ریوالت فیلیپ و سانتلی سرژ. ۱۳۹۲. خانه‌های اصفهان. ترجمه مریم قاسمی سیچانی. اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
- رهروی پوده، ساناز، نیما ولی بیگ، نرگس دهقان و محمد مسعود. ۱۳۹۸. تحلیل ویژگی‌های شکلی خانه‌های چهارصفه و نفوذ آن در کالبد شکلی خانه‌های درون‌گرای شهر اصفهان. نشریه علمی باغ نظر. شماره ۱۶(۷۲): ۲.
- سرتیپی پور، مسعود. ۱۳۹۲. پذیرش معماری مسکن بومی در روستاهای استان مرکزی. برنامه‌ریزی فضایی فیزیکی، ۱(۳)، ۲۵-۳۶.
- طاهری، جعفر. ۱۳۸۹. دانش ریاضیات معماری در دوره اسلامی جستاری در بنیان‌های نظری و عملی پیوند ریاضیات با صناعات معماری اسلامی (سده‌های دوم تا یازدهم هجری)، پایان‌نامه دکتری دانشگاه شهید بهشتی.
- فری، آ. ۱۳۸۷. در جستجوی معماری پویا، تهران: نشر پشتون.
- قاسمی سیچانی، مریم و آزاده حریری. ۱۳۹۹. خانه‌های قاجاری اصفهان، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان.
- قاسمی سیچانی مریم و غلامحسین معماریان. ۱۳۸۸. گونه شناسی خانه دوره قاجار در اصفهان، نشریه هویت شهر، شماره ۷(۵): ۹۴-۸۷.
- قرلباش، محمدرضا و فرهاد ابوضیاء. ۱۳۶۴. الفبای کالبدی خانه‌های سنتی یزد. تهران: وزارت برنامه‌وبودجه، معاونت فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.
- الکساندر، کریستوفر. ۱۳۸۹. معماری و راز جاودانگی. تهران: روزنه.
- مستغنی، علیرضا. ۱۳۷۴. کنکاشی بر نحوه شکل‌گیری تناسبات در خانه‌های ایرانی. جلد چهارم، در مجموعه مقالات تاریخ ایرانی: ۵۵۷-۵۴۱. ارگ بم-کرمان.
- معماریان، غلامحسین. ۱۳۸۷. آشنایی با معماری مسکونی ایرانی، انتشارات سروش دانش، چاپ پنجم.
- مفتخر، زهرا، کوروش مؤمنی و محمد دیده بان. ۲۰۲۱. تناسبات حیاط خانه‌های سنتی شهر بهبهان (دوره قاجار و پهلوی اول). مجله پژوهش‌های معماری اسلامی، ۹(۲): ۶۱-۸۴.
- موسوی، سپیده، محسن طبسی و فاطمه مهدیزاده سراج. ۱۳۹۹. تأثیر دگرگونی شیوه زندگی بر کالبد معماری و تزیینات خانه‌های مشهد در دوره انتقال. مجله مدیریت شهری، شماره ۵۸، بهار ۹۹.
- نجفقلی پور کلانتری، نسیم، ایرج اعتصام و فرح حبیب. ۲۰۱۷. تجلی هندسه و تناسبات در بناهای سنتی معماری ایران در محدوده جغرافیایی آذربایجان. جغرافیایی سرزمین، ۱۴(۵۴): ۱۱۵-۱۳۰.
- نجیب اوغلو، گل رو. ۱۳۸۹. هندسه و تزیین در معماری اسلامی: طومار توقایی. با ترجمه مهرداد قیومی بید هندی. تهران: روزنه.
- ندیمی، هادی، رضا ابویی و زینب مرادی. ۲۰۲۰. تبیین مفهوم سبک‌شناسی معماری با معرفی رویکرد جدید در سبک‌شناسی معماری ایران (با انگیزه حفاظت معماری). معماری اقلیم گرم و خشک، ۷(۱۰): ۱-۲۹.
- نژاد ابراهیمی، احد، مینو قره بگلو و امیرحسین فرشیچیان. ۱۴۰۰. دیدگاه اخوان‌الصفا به هندسه و کاربرد آن در معماری اسلامی ایران. نشریه

فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی، ۶ (۱).

نعمتی بابایلو، علی، نیلوفر علیپور. ۲۰۲۱. مطالعه طرح و نقوش ارسی‌های خانه‌های قاجاری تبریز در بستر تحولات معماری (نمونه موردی خانه‌های سلماسی، قدکی، مشروطه، حیدرزاده و امیرنظام). پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران.

نوایی، کامبیز و کامبیز حاجی قاسمی. ۱۳۹۵، هندسه پنهان در نمای مسجد شیخ لطف‌الله. صفه، شماره ۲۱-۲۲: ۲۸-۳۳.

هوشمند شعبان آبادی، فرانک، نیما ولی بیگ، مصطفی بهزاد فر و محسن فیضی. ۲۰۲۰. مطالعه مقایسه‌ای میدان‌های حکومتی و غیر حکومتی تهران در گستره نمای شهری. باغ نظر، ۱۷ (۸۲): ۴۳-۵۴.

ولی‌بیگ، نیما، فاطمه مهدی زاده و فاطمه تهرانی. ۱۳۹۱. ویژگی‌های هندسی و ریاضی در ساختار چفد پنج اوهفت تند در پوشش تاق آهنگ ایرانی، مرمت، آثار و بافت‌های تاریخی و فرهنگی، شماره ۳: ۳۹.

منابع انگلیسی

- Alexander, Christopher. ۲۰۱۱. "Architecture and the mystery of immortality." Tehran: Rozaneh, [In Persian].
- Bemanian, Mohammad Reza, Mehrdad Shahbazi and Reza Erianinejad. 2015. "A comparative study of the perception of complexity from the facades of modern and traditional buildings in Ardakan." Art and Architecture-Environmental Studies Seven Fences. Volume No. 18. Pp. 117-126, [In Persian].
- Bozorgmehri, Zohreh. 2007. "Geometric in architecture" Edited by Jamshid Mehr Pouya. Tehran: Sobhan Noor: Cultural Heritage Organization of the country, [In Persian].
- Ching, Francis DK. 2007. "Architecture: form, space and arrangement." T: Zohra Qaragazlu. Tehran: University of Tehran, [In Persian].
- Cromwell P, Beltrami E. 2011. "The whirling kites of Esfahan: Geometric variation on theme ". Vol. 33, pp. 84-93.
- Dehar, Ali and Reza Alipour. 2014. "Geometric analysis of the architecture of Sheikh Lotfollah Mosque in Isfahan to determine the geometric relationship between the prayer hall and the entrance of the building". Bagh-e Nazar, No. 26: 40-33, [In Persian].
- Diba, Darab, Rivalt Philip and Santley Serge. 2013. "Houses of Isfahan." Translated by Maryam Ghasemi. Isfahan: Khorasgan Islamic Azad University, [In Persian].
- Eskandari P. 2011. "Analysis of Traditional Iranian House of Kashan, Iran in terms of space Organization and access Design. O. Dincyurek(ed)." Gazimagusa, North Cyprus: Eastern Mediterranean University.
- Feri, A. 2009. "In Search of Dynamic Architecture". Tehran: Pushotan Publishing, [In Persian].
- Ghasemi Maryam, Gholam Hossein Memarian. 2009. "Typology of Qajar House in Isfahan". Journal of City Identity, No. 7 (5): 87-94, [In Persian].
- Ghasemi, Maryam, Azadeh Hariri. 2021. "Qajar Houses of Isfahan". Islamic Azad University, Isfahan Branch Publications, [In Persian].
- Ghezelbash, Mohammad Reza and Farhad Abu Zia. 1986. "The physical alphabet of the traditional houses of Yazd." Tehran: Ministry of Planning and Budget, Technical Deputy, Research Office and Technical Standards, [In Persian].
- Haeri Mazandarani, Mohammad Reza. 2010. "Home, culture, nature." Tehran: Urban Planning and Architecture Research Center, [In Persian].
- Hejazi M, Mehdizadeh saradj F. 2014. "Relation Among Meaning, Aesthetics, Shape and Structure in Islamic Architecture of Iran". Vol. 2, pp. 7-22.
- Hejazi, M., & MEHDIZADEH, S. F. 2014. "Relation among meaning, aesthetics, shape and structure in Islamic architecture of Iran". Vol. 1, Number 2; 7 – 22.
- Hooshmand Shabanabadi, Frank, Nima Vali Beyg, Mostafa Behzad Far and Mohsen Feizi. 2020. A comparative study of governmental and non-governmental squares in Tehran. Garden of Nazar, 17 (82), 43-54.
- Memarian, Gholam Hossein. 2010. "Introduction to Iranian residential architecture" Soroush Danesh Publications, fifth edition, [In Persian].
- Moftakhar, Zahra, Kourosh Momeni and Mohammad Dideban. 2021. "Proportions of traditional courtyards of Behbahan (Qajar and Pahlavi periods)." Journal of Islamic Architecture Research, 9 (2): 61-84, [In Persian].
- Mousavi, Sepideh, Mohsen, Tabasi and Fatemeh Mehdizadeh Siraj. 2021. "The effect of lifestyle changes on the architecture and decoration of Mashhad houses during the transition period." Journal of Urban Management, No. 58, Spring 99, [In Persian].
- Mustaghani, Alireza. 1996. "Research on how proportions are formed in Iranian homes." Volume 4, in the collection of articles on Iranian history: 541-557. Bam Citadel-Kerman, [In Persian].
- Nadimi, Hadi, Reza Abui and Zeinab Moradi. 2020. "Explaining the concept of architectural stylistics by introducing a new approach in Iranian architectural stylistics (motivated by architectural protection)." Hot and Dry Climate Architecture, 7 (10): 1-29, [In Persian].
- Najafgholipour Kalantari, Nasim, Iraj Etesam and Habib Farah. 2017. "Manifestation of geometry and proportions in traditional Iranian architectural buildings in the geographical area of Azerbaijan." Geographical Land, 14 (54): 115-130, [In Persian].
- Najib oglu, GolRo. 2011. "Geometric and decoration in Islamic architecture: Topqapi scroll." Translated by Mehrdad Qayyumi

- Hindi. Tehran: Rozaneh, [In Persian].
- Nejad Ebrahimi, Ahad, Minoo Qara Begloo and Amir Hosein Farshchian. 2022. "Brotherhood's view of geometry and its application in Iranian Islamic architecture." *Journal of Islamic Architecture and Urban Planning Culture*, 0-1, [In Persian].
- Nemati Babayloo, Ali and Niloufar Alipour. 2021. "Study of designs and patterns of house sash.", [In Persian].
- Pirnia, Mohammad Karim 2009. "Introduction to Iranian Islamic architecture." Compiled and edited by: Gholam Hossein Memarian. Tehran: Soroush Danesh Publishing, [In Persian].
- Pirnia, Mohammad Karim 2014. "Persian architecture." Compiled and edited by: Gholam Hossein Memarian. Fifth Edition. Tehran: University of Science and Technology Publications, [In Persian].
- Poor Ahmadi, Mojtaba 2011. "Geometric in the dome of the tomb of Sheikh Zahed Gilani". *Journal of Fine Arts*, Fall 89, No. 43, [In Persian].
- Rahvari Podesh Sanaz, Nima Vali Beg, Narges Dehghan and Mohammad Masoud. 2020. "Analysis of the morphological features of four-story houses and its influence on the morphology of introverted houses in Isfahan." *Scientific Journal of Baghe Nazar*. No. 16:72, [In Persian].
- Sartipipur, Massoud. 2013. "Acceptance of indigenous housing architecture in the villages of Markazi province." *Physical Spatial Planning*, 1 (3: (25-36, [In Persian].
- Taheri, Jafar. 2020. "Knowledge of architectural mathematics in the Islamic period A search in the theoretical and practical foundations of the connection between mathematics and Islamic architecture (second to eleventh centuries AH) ". PhD thesis Shahid Beheshti University, [In Persian].
- Valibeyg, Nima, Fatemeh Mehdizadeh and Fatemeh Tehrani. 2013. "Geometric and Mathematical Properties in the Structure of Seventy-Five Seven Sharps in the Cover of Iranian Arches". *Restoration, Historical and Cultural Works and Textures*, No. 3: 39.