



Analyzing the Relationship Between Architectural Forms and Structural Forms in Traditional Architecture with a Research Approach in the Religious Buildings of Mashhad¹




Majid Azizi², Mohsen Vafamehr³, Mohammad hadi Mahdi nia⁴

Received: 2023-09-26, Accepted: 2024-02-17

DOI: 10.22034/rau.2024.2012338.1063

Abstract

From a distant position concerning the building, it is the form and volume of the building that visually governs our perception of the building, not its details, and it is the external form and mass of the building that invites revelation and examination of the relationship between architectural form and structure. Before exploring the relationships between structural form and the designer's architectural choices, it's essential to clarify some key terms. Architectural form is often used by designers, but it is rarely defined. It breaks the tradition of using the word "freely." Although this concept is clearly defined, the definition remains vague and imprecise. It is suggested that architectural form should be understood as a comprehensive term referring to the external form or overall design of the building's appearance, and to a lesser degree, the internal organization and the connection of design principles and rules through architectural form. It is also notable that the word "shape" includes several visual and communication features; this means that size, color, texture, position, orientation, and visual inertia are all under the concept of building shape. The architectural form is taken from the external form and shape of the building and is limited to it. Such deliberate simplification and clarification exclude the concept of form and considerations regarding internal and external structural organization

1. This paper extracted from the Dissertation of the first author titled "An Analysis of the Interaction Between Structure behavior and Form in Traditional Iranian Architecture: A Case Study of Religious Sites in Holy Mashhad", by guidance of the second author and advice of the third author in (2024), which in progress in the Islamic Azad University of Mashhad.
2. Instructor, Faculty of Art & Architecture, Department of Architecture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran (Corresponding Author).
Email: engmazizi636@gmail.com  0009-0001-1556-4402
3. Professor, Faculty of Art & Architecture, Department of Architecture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. Email: Dr.Vafamehr@iau.ac.ir  0000-0003-2951-1763
4. Assistant Professor, Faculty of Art & Architecture, Department of Architecture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
Email: h_mahdinia@mshdiau.ac.ir  0000-0001-5584-8904



from architectural form. This idea is an acknowledgment of the fact that the three-dimensional volume of the building may not have anything to do with its structure. By separating architectural form from what is commonly used, an opportunity is provided to examine the structure with specific aspects of architecture that in the past included more general definitions of architectural form. These aspects include topics such as texture, order, and spatial organization.

Such a limited definition of architectural form, without considering structural considerations, reflects observations about both aspects of architectural design attitudes and built and executed architecture. In the design process, during the practice of architectural design, it is common to distinguish between architectural form and structure.

The structural form also needs explanation. In architecture, the traditional use of the structure means the structural essence of the building. For example, a beam-column structural form may be described as a skeleton. Beams and columns may be used as supports for the flat floor structure and stabilized by a shear wall. The viewer perceives the building's structural framework as a robust system. Perhaps this framework (beams and columns) is a more expressive element than a shear wall. Conceivably, the visibility of the structural frame elements (beams and columns) is increased due to the absence of internal separating blades. Of course, when the shear walls are also moved back so that they are in the background of the frame and not in its plane

The architecture and the structure in the traditional building are in combination with each other, and the traditional architect has created an eternal work based on the teachings of the traditional architects and using traditional and natural materials. With the change in the type of materials and based on mathematical calculations and the development of technology, architecture and structure have become separated and now they are separated as two separate disciplines, which in this research is based on the examination of religious works in the city of Mashhad as a religious metropolis. In the Islamic world, which has been stable throughout history in different styles of architecture, the factors of integration and combination in Islamic architecture were studied based on the method of applied research with library studies and face-to-face encounters with the works that include 41 religious buildings in Mashhad city. The types of materials, the nature of the work, and the arrangements used were analyzed by SP software for their impact on the structure and architecture. Data analysis was carried out. By analyzing each work from the perspective of recognizing structural and architectural form patterns, the interaction factors between structures in traditional buildings were identified. It was found that most of the buildings in the Safavid and then Timurid periods have a pattern of combining architecture and structure using the sub-pattern of the walls and arcs.

Keywords: Islamic architecture, Structure, Religious building, Mashhad city

واکاوی رابطه بین فرم معماری و فرم سازه در معماری سنتی باتکیه بر بررسی ابنیه مذهبی شهر مشهد^۱

مجید عزیزی^۲، محسن وفامهر^۳، محمدهادی مهدی نیا^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲-۰۷-۰۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲-۱۱-۲۸


DOI: 10.22034/rau.2024.2012338.1063


چکیده


معماری و سازه در ابنیه سنتی در ترکیب و تلفیق با یکدیگر بوده و توسط معمار سنتی بر مبنای آموزش‌های معماران سنتی و با استفاده از مصالح سنتی و بوم‌آورد به خلق یک اثر جاودان پرداخته می‌شده است. با تغییر نوع مصالح و بر مبنای محاسبات ریاضی و رشد تکنولوژی، معماری و سازه دچار گسست و جدائی از هم شده و اکنون به عنوان دور رشته مجزا از هم تفکیک شده‌اند که در این تحقیق بر مبنای بررسی آثار مذهبی موجود در شهر مشهد به عنوان کلان‌شهر مذهبی جهان اسلام و پایدار در طول تاریخ که دارای سبک‌های مختلف در معماری است سعی گردیده به شناخت عوامل تلفیق و ترکیب در معماری اسلامی پرداخته شود که به روش تحقیق کاربردی با مطالعات کتابخانه‌ای و مواجهه حضوری آثار که مشتمل بر ۴۱ ابنیه مذهبی در شهر مشهد می‌باشد، شناخت نوع مصالح و نیارش هر اثر و آرایه‌های به‌کاررفته در آن از منظر تأثیرگذاری بر سازه و معماری جمع‌آوری شده و توسط نرم‌افزار SPSS تحلیل اطلاعات انجام شد و با تحلیل هر اثر از منظر شناخت الگوهای فرم سازه‌ای و معماری، عوامل تعامل سازه با ساختار در ابنیه سنتی شناسایی گردید و مشخص گردید بیشترین ابنیه در دوران صفوی و سپس تیموری دارای الگوی تلفیق معماری و سازه با استفاده از زیرالگوی دیوارها و قوس‌ها می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: معماری اسلامی، سازه، ابنیه مذهبی، شهر مشهد

۱. مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول با عنوان «واکاوی تعامل رفتار سازه با ساختار در معماری سنتی ایران مطالعه موردی اماکن مذهبی مشهد مقدس» می‌باشد، که با راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در سال ۱۴۰۳ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد در حال انجام است.

۲. مربی، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران (نویسنده مسئول).
Email: engmazizi636@gmail.com  0009-0001-1556-4402

۳. استاد، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.
Email: Dr.Vafamehr@iaui.ac.ir  0000-0003-2951-1763

۴. استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.
Email: h_mahdinia@mshdiau.ac.ir  0000-0001-5584-8904



مقدمه

بیان مسئله

از موقعیتی دور نسبت به ساختمان، این فرم و حجم ساختمان است که به لحاظ بصری بر تصور ما از بنا حاکم می‌شود نه جزئیات آن، و همین شکل خارجی و توده بناست که ما را دعوت به مکاشفه و بررسی رابطه بین فرم معماری و سازه می‌کند. اما پیش از آنکه تنوع روابط بین فرم سازه و معماری را که طراح به‌منظور غنا بخشیدن به معماری از آن بهره می‌گیرد، در نظر بگیریم، لازم است معنای برخی عبارات و واژگان روشن شود.

فرم معماری اغلب مورد استفاده طراحان قرار می‌گیرد. اما کمتر تعریفی از آن ارائه می‌شود. سنت استفاده از واژه (آزادانه) را در هم می‌شکنند. اگرچه او این مفهوم را به‌صراحت تعریف می‌کند، اما هنوز هم تعریف او مبهم و غیردقیق است. وی پیشنهاد می‌کند فرم معماری را باید عبارتی فراگیر فرض نمود که به شکل بیرونی یا طرح کلی ظاهر ساختمان بازمی‌گردد، و با درجه‌ای کمتر به سازمان‌دهی داخلی و پیوند زدن اصول و قواعد طراحی به‌واسطه فرم معماری اشاره می‌کند. او همچنین خاطرنشان می‌کند که واژه شکل، دربردارنده ویژگی‌های ارتباطی و بصری متعددی است؛ بدین معنا که اندازه، رنگ، بافت، موقعیت، جهت‌گیری و لختی و اینرسی بصری، همه در زیر چتر مفهوم شکل ساختمان قرار می‌گیرند (چینگ، ۱۹۹۶). به نظر چینگ فرم از شکل بیرونی و ظاهر ساختمان و حجم سه‌بعدی بنا درک می‌شود، اما فرم بنا تنها این نیست، بلکه جنبه‌های دیگر معماری نظیر هیات و پیکربندی سازه را نیز در برمی‌گیرد. تا آنجا که ممکن است این پیکربندی سازه‌ای باید سبب سازمان‌دهی و یکپارچگی معماری شود.

فرم معماری اساساً از فرم و شکل بیرونی بنا برداشت و به آن محدود می‌شود. چنین ساده‌سازی و شفاف‌سازی عمده مفهوم فرم و ملاحظات راجع به تشکیلات سازه داخلی و خارجی را از فرم معماری مستثنا می‌کند. به‌واقع این ایده به‌مثابه اعتراف به این حقیقت است که ممکن است حجم سه‌بعدی بنا، هیچ ارتباطی با سازه آن نداشته باشد. به‌واسطه تفکیک فرم معماری از آنچه به صورت متداول استفاده می‌شود، فرصتی فراهم می‌آید تا به آزمودن سازه با جنبه‌های خاص معماری بپردازیم که در گذشته شامل تعاریف کلی بیشتری درباره فرم معماری می‌شد. این جنبه‌ها دربرگیرنده موضوعاتی نظیر بافت، نظم و سازمان‌دهی فضایی است.

چنین تعریف محدودی از فرم معماری، بدون در نظر گرفتن ملاحظات سازه‌ای، منعکس‌کننده مشاهدات ما پیرامون هر دو جنبه نگرش‌های طراحی معماری و معماری ساخته و اجرا شده نیز هست. در فرایند طراحی، طی تمرین طراحی معماری، تفکیک بین فرم معماری و سازه، امری متداول است.

فرم سازه‌ای هم نیازمند توضیح است. در زمینه معماری نوع استفاده سنتی از سازه، جوهره سازه‌ای بنا را معنا می‌کند. برای مثال فرم سازه‌ای تیر-ستونی ممکن است به‌عنوان اسکلت توصیف شود. ممکن است تیرها و ستون‌ها در نقش تکیه‌گاه برای سازه مسطح کف به کار بسته شوند و به‌وسیله دیوار برشی، پایدار شوند. در این حالت دریافت و برداشت بیننده از چارچوب سازه‌ای، یک سیستم سازه‌ای قوی در ساختمان است. شاید این چارچوب (تیر و ستون) عنصری گویاتر از دیوار برشی باشد. شاید قابل رؤیت بودن عناصر چارچوب سازه‌ای (تیر و ستون‌ها) به‌واسطه عدم وجود تیغه‌های جداکننده داخلی افزایش پیدا کند. البته زمانی که دیوارهای برشی نیز عقب برده شوند، تا در پس‌زمینه چارچوب قرار گیرند نه در صفحه آن (گالابچی، ۱۳۹۰).

در نگاه نخست سازه تدبیری برای برپایی بنا به نظر می‌رسد. چنین نگرشی جدایی سازه و معماری را به‌عنوان دو موضوع مجزا مطرح می‌کند. از تعریف معماری ارائه شده توسط ویترویوس چنین استنباط می‌شود که سازه جزء تفکیک‌ناپذیر معماری است و در هر یک از حوزه‌ها یعنی استحکام، عملکرد و زیبایی نقش تعیین‌کننده دارد. سازمان‌دهی فضایی، تشکیل حجم، تعریف فرم و فضا، تبیین نظام ساختاری توسعه فضا در معنا بخشی به محورها و آرایش‌ها، بیان مفاهیمی چون: حصر، شروع، امتداد، ریتم، تکرار و... از نقش‌های بااهمیت سازه در معماری به حساب می‌آیند. نقش سازه در تأثیر بر ذهن، انتقال مفاهیم و پیام‌های سمبلیک، چگونگی ادراک فضا، نمایش سطح تکنولوژی و رشد فناوری و بیان احساسات هنری موجب تقویت قابلیت‌های معماری به‌عنوان نیازی مبرم و هنری والا در زندگی بشر شده است. بدین ترتیب سازه را می‌توان به‌مثابه زبانی برای بیان و یا نقد معماری دانست. از طرف دیگر معماری خود رشد و توسعه سازه را سبب شده، شکل، مقیاس و نوع آن را تعیین می‌کند. امروزه نیاز بیش‌ازپیش در توجه به معماری فضا‌های شهری و ساختمان‌های عمومی که سازه در آنها بیشتر نمایان است افق جدیدی در تعامل معماری و سازه گشوده که

آن نتیجه شود را تشخیص دهم. اگر شما سازه را عوض کنید، آنگاه من هم مجبور به تغییر فرم هستم (کالینز، ۱۹۹۸).

درحالی که سازه تدبیری برای برپایی بنا به نظر می‌رسد می‌توان گفت سازه جزء تفکیک‌ناپذیر معماری است و در هر یک از حوزه‌ها نقش تعیین‌کننده دارد. سازمان‌دهی فضایی، تشکیل حجم، تعریف فرم و فضا، در معنا بخشی به محورها و آرایش‌ها، بیان مفاهیم از نقش‌های بااهمیت سازه در معماری به حساب می‌آیند. نقش سازه در تأثیر بر ذهن، انتقال مفاهیم، ادراک فضا و رشد فناوری موجب تقویت قابلیت‌های معماری به عنوان نیازی مبرم در زندگی بشر شده است (عظیمی، ۱۴۰۱). آنگاه که تمدن بشر به وجود آمد، قبل از تولد هر حرفه دیگری معماری متولد شد و ایرانیان آن را چنان با فناوری و هنر درآمیختند که نام و یاد آنها برای همیشه زنده باقی ماند. انکا به این افتخارات کهن موجب گردیده که معمار معاصر چشم خود را به واقعیت‌های عصر خود ببندد. در وضعیت کنونی پیشرفت سریع فناوری ساخت‌وساز باعث گردیده که بدون دانش فنی و عدم اطلاع از اصول قواعد طراحی، ساخت ساز معمارانه برای افراد غیر متخصص مقدور نباشد. از طرف دیگر معمار معاصر می‌بایستی نسبت به مهندسی، زیبایی‌شناسی، جامعه‌شناسی و نهایتاً برنامه‌ریزی آگاه و بصیر باشد، اما باین وجود معماران امروز تحت تأثیر سنت‌های قدیمی همانند یک هنرمند صرف آموزش می‌بینند. در دوران معاصر همراه با روش‌های آموزشی جدید در دانشکده‌های معماری، انفصال معماری و فناوری به‌طور خاص سازه در حوزه آموزش معماری و طراحی معماری به صورت مشهود به وقوع پیوسته و در بسیاری موارد این دو به مثابه دو مقوله مجزا در نظر گرفته شده‌اند (هاشم‌نژاد، ۱۳۸۶). در معماری سنتی ایران، روند تعامل سازه و معماری به‌طور پیوسته و در کمال یکپارچگی بود. اما تغییرات حاصل از عصر صنعت و تکنولوژی، تعامل سازه و معماری را در عصر حاضر تحت تأثیر قرار داده است (اسکندری، ۱۴۰۱).

جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه

با توجه به آمار موجود از آثار ملی ثبت‌شده در استان خراسان رضوی که از نظر تعداد برابر ۱۳۷۲ اثر تا زمان تهیه این متن می‌باشد به تفکیک این آثار و مشخص نمودن آثار ملی ثبت‌شده در شهر مشهد به عنوان شهر مورد مطالعه در این تحقیق پرداخته شد و تعداد آثار ثبت‌شده برابر ۲۱۸ اثر به دست آمد که

بی‌شک معماری فردا را متحول خواهد کرد. همچنین تصور ساماندهی فضاهای داخلی بناها از دید معماری، خصوصاً ساختمان‌های عمومی بدون عناصر سازه‌ای غیر ممکن است (جوهریان، ۱۳۸۶).

ساکل در مطالعات خود راجع به ۱۰ معمار پیشرو عنوان می‌کند که طراحان معمار، فرم ساختمان را پس از تفکر راجع به دامنه وسیعی از عوامل و متغیرها تعریف می‌کنند، که معمولاً سازه در این میان جایی ندارد (ساکل، ۱۹۸۰). معماران تمایل دارند در بدو امر به نتایج طراحی از قبیل تکمیل و یکپارچه‌سازی برنامه فیزیکی طرح، گنجاندن طرح در محدوده مجاز پوشش سایت و بودجه و نیز در دل ایده معماری (که آخری از همه عوامل برجسته‌تر و مهم‌تر است) بپردازند. او درمی‌یابد از آنجاکه شدت و اهمیت ایده اولیه طراحی، نزد طراحان مختلف دارای تفاوت فاحشی است، در مراحل اولیه طراحی، هرگز ملاحظات سازه‌ای در تعیین حجم ساختمان، تعیین‌کننده نخواهد بود. احتمالاً بسیاری از معماران با اریکسون آشنا هستند، کسی که می‌گوید:

سازه، قوی‌ترین عنصر در فرم بنا است. آن قدر که اگر به عنوان آخرین ملاحظات در طیف وسیعی از تصمیماتی که فرم را تعریف می‌کنند لحاظ نشود، تمامی عوامل دخیل در فرم معماری ساختمان را دست‌خوش تغییر می‌کند. شاید فردی دیگر چنین دریافته باشد که درحقیقت این سازه است که تمامی جنبه‌های دیگر طراحی را دیکته می‌کند. ساکنان یک بنا نباید همان طوری رفتار کنند که ستون‌ها در ساختمان دیکته می‌کنند (برخلاف وضعیتی که در واقعیت رخ می‌دهد)... آن گونه که در تمامی ساختمان‌های ما به چشم می‌خورد تا طراحی ساختمان تمام و ثابت نشود، سازه به عنوان عامل تأثیرگذار در نظر گرفته نمی‌شود - شکل فضاها و فرم ساختمان از پیش تعریف شده‌اند بنابراین سازه از روند طراحی جلوگیری نمی‌کند، بلکه از مفاد آن تبعیت می‌کند (ساکل، ۱۹۸۰).

این قبیل رویکردها نسبت به سازه که بیشتر به عنوان (دنباله‌روی فرم) روی آن حساب کنیم تا (فرم دهنده) به کلی در تضاد با رویکردهای متقابلی است که در دوره‌های متعدد تاریخ معماری شکل گرفته‌اند.

برای مثال، ویوله لو دوک نقطه نظرات منطقی‌گرای سازه‌ای سده هجدهم را شرح می‌دهد: یک سیستم سازه‌ای را بر من تحمیل می‌کنند و بدون تردید من باید برای شما فرم‌هایی که از



جدول ۱. تعداد آثار ثبت شده مورد بررسی.

آثار ملی ثبت شده در استان خراسان رضوی	آثار ملی ثبت شده در مشهد	آثار ملی ثبت شده مذهبی در شهر مشهد
۱۳۷۲	۲۱۸	۵۰

و سپس با برداشت حضوری از این آثار به تحلیل و بررسی نتایج به دست آمده با نرم افزار SPSS پرداخته شد و ماحصل نتایج درس بخش های جداگانه ارائه شده است.

نحوه ورود و پردازش داده‌ها

با شناخت انواع رابطه بین سازه و جنبه‌های فیزیکی یا عملکردی ساختمان در معماری به بررسی ساختمان‌های مذهبی در شهر مشهد در ادوار مختلف از تاریخ پرداخته می‌گردد که برای این منظور ابتدا با توجه به بررسی میدانی از آثار مورد نظر به برداشت موارد مورد نیاز پرداخته و سپس با مستند کردن اطلاعات به دست آمده به ثبت اطلاعات و ارائه گزارش‌ها و نتایج تحلیل‌ها اشاره خواهد شد.

جهت ثبت اطلاعات، اطلاعات جمع‌آوری شده برای هر

با بررسی این آثار و تفکیک نمودن آثار ملی ثبت شده مذهبی در شهر مشهد تعداد آن برابر ۵۰ اثر به دست آمد که از جهت تعداد و تنوع آثار در دوران مختلف تاریخی قرار گرفته و امکان بررسی بناها از منظر تلفیق معماری و سازه در دوره‌های مختلف تاریخی از قرن چهارم هجری تا اکنون را میسر می‌نماید.

و روش نمونه‌گیری نیز با توجه به فرم‌های گزارش‌گیری و مراجعه حضوری و برداشت آثار ذکر شده و همچنین مطالعات صورت گرفته در مورد هریک از آثار و مطابقت دادن هر یک از آثار بر مبنای شیوه ساخت، فرم، هندسه و عملکرد آن از منظر تلفیق سازه و معماری خواهد بود.

روش تحقیق

بر اساس هدف پژوهش و از آنجا که در این تحقیق به روابط بین داده‌ها به روش استدلال عقلانی و قیاسی پرداخته شده است روش تحقیق از نوع بنیادی می‌باشد و از منظر روش گردآوری داده‌ها با توجه به توصیف شرایط و ساختمان‌های مورد بررسی روش تحقیق بر مبنای روش توصیفی-تحلیلی می‌باشد.

در این تحقیق ابتدا با بررسی کتابخانه‌ای آثار تاریخی موجود در استان خراسان و سپس انتخاب آثار مذهبی موجود در شهر مشهد، به تعداد ۴۱ اثر دارای قابلیت بررسی در این شهر رسیدیم



تصویر ۱. تصویر بناهای مورد مطالعه.

ساختمان را مطابق جداول مستندسازی کرده و سپس جهت تحلیل موارد خواسته شده، اطلاعات جمع‌آوری شده را جهت به دست آوردن تحلیل‌های مورد نیاز در نرم‌افزار SPSS و یا اکسل وارد نموده و خروجی تحلیل‌ها را در جداول و نمودارهای تحلیلی ارائه شده است.

ورود داده‌های چند پاسخی به SPSS

در برخی از موارد، ممکن است هر مشاهده (آزمودنی) در یک متغیر بیش از یک پاسخ داشته باشد، به عنوان مثال یک بنای تاریخی ممکن است در ادوار تاریخی مختلفی در طول عمر خود حضور داشته باشد، بنابراین لازم است دوره‌های تاریخی به صورت چندپاسخه برای چنین بناهایی ثبت شود. در کار پیش رو نیز داده‌ها از نوع چندپاسخه بودند که در ادامه نحوه ورود آنها و خروجی گرفتن از آنها توضیح داده می‌شود، به عنوان مثال، حضور ۱۴ بنای مورد بررسی در ۹ دوره تاریخی به صورت اعداد ۰ و ۱ ثبت شده است که ۱ به مفهوم حضور بنا در آن دوره و صفر به معنای عدم حضور بنا در آن دوره است.

رابطه بین فرم‌های معماری و فرم‌های سازه

انسان از زمانی که به معماری مبادرت ورزیده، به نیازهای روحی، باطنی و حس زیبایی‌شناسی نیز توجه داشته است. امروزه در معماری، زیبایی‌شناسی به دلیل عدم تبیین قاعده‌مند و کاربردی صرفاً، به عوامل جزئی‌صوری محدود شده است. درحالی‌که این مفهوم دارای تعریفی فراتر بوده و با ساختار، جزئیات بنا، مخاطب و محیط ارتباط تنگاتنگ دارد. فرم اسکلت سازه، بدون تردید با فرم ساختمان حامل آن ارتباطی تنگاتنگ دارد. با وجود این، رابطه میان طراحی سازه و طراحی معماری می‌تواند فرم‌های گوناگونی به خود بگیرد. سازه به عنوان زیربنای ساختمان در تمامی کشورها، بستری مناسب برای طراحی معماری به وجود می‌آورد. پیوند فرم معماری و سازه بر اساس شواهد بسیار در معماری گذشته ایران به‌خصوص سلجوقی و تیموری و در اروپا (به‌ویژه گوتیک) و همچنین معماری بومی اکثر کشورهای جهان وجود داشته است. به تدریج این پیوند در پی تحولات معاصر می‌تواند دستمایه‌ای باشد تا این دو خوبشاوند (معماری و سازه) زیبایی و استواری جدیدی را شکوفا کنند. بی‌تردید فضای معماری در تاروپود سیمای شهری، فضایی کیفی و مبین خصوصیات بصری است. بر اساس این روش:

۱- شکل‌گیری فضای معماری و سازه به‌طور هم‌زمان همراه با بیانی بصری است، ۲- معنی‌شناسی و نمادپردازی به گونه ایست که فرم سازه اساس زیبایی فضای معماری است پس این روش می‌تواند ساختار زیباشناسی جدیدی را ایجاد کند. پیوند بین فرم و سازه تندیس خاصی را پدید می‌آورد که حاصل خلاقیت در سازه، فرم و فناوری‌های ویژه‌ای در ساخت است (شاکیان، ۱۴۰۱). فرم معماری و تأثیر سازه در ساختار معماری در دوره‌های مختلف، در اکثر کشورها وجود داشته است. دانش درک سازه به عنوان جزئی از معماری و زیباشناسی تلفیقی دارای اهمیت است. سازه و اهمیت آن در طراحی و شکل‌گیری فرم جایگاه خاصی دارد. فرم به معنای تجلی معماری در نظر گرفته می‌شود. شکل‌گیری فرم به سازه پیوسته است. در پی تحولات معاصر پیوند این دو (معماری و سازه) زیبایی و استواری جدیدی را می‌توانند شکوفا کنند (هاشمی، ۱۴۰۱). در تقسیم‌بندی نوع ارتباط فرم معماری با فرم سازه در ساختمان‌های مختلف، می‌توان این نوع ارتباط را به سه دسته تقسیم نمود:

۱. تلفیق فرم معماری و فرم سازه‌ای

این بخش هفت نوع از انواع ساختمان‌هایی را که می‌توان از آنها به عنوان الگوهایی برای ترکیب و تلفیق فرم سازه‌ای و فرم معماری یاد کرد، به تصویر می‌کشد. در این ساختمان‌ها، سازه در نقش بدنه ساختمان، فرم معماری و در بسیاری مواقع (یا حداقل تا اندازه‌ای) عملکرد معماری را تعریف می‌کند. نظم پیش‌بینی‌شده در بحث پیرامون سیستم‌های سازه‌ای که با سازه پیوسته‌ای آغاز می‌شود، به این سبب است که همه سیستم‌های سازه‌ای بیشترین دقت را برای پیوستن به دو فرم یادشده (سازه یا معماری) دارند. سیستم‌های باقی‌مانده به‌طورکلی یک روند تسلسلی از سطوح منحنی به سطوح خطی یا فرم‌های مسطح را دنبال می‌کنند.

۱.۱ سازه‌های پیوسته‌ای

سازه‌های پیوسته‌ای به خالص‌ترین ترکیب بین سازه و معماری دست یافته‌اند. سیستم ساختمانی پیوسته‌ای که با نام (سازه‌های صفحه‌ای) نیز شناخته می‌شوند، بارها را درون ضخامت حداقل خود تحمل کرده و انتقال می‌دهند. پیوسته‌ها، به واسطه دارا بودن عملکرد سازه‌ای مناسب، بر هندسه منحنی سه‌بعدی خود، همچنین جهت‌گیری و مکان‌یابی صحیح تکیه‌گاه‌هایشان



و کابل متداول‌تر از قوس است، که البته عدم تطابق هندسی و مصالح را به نمایش می‌گذارد. فرم خطی، سنگینی و صلب بودن میله‌ها با فرم انحناى دوگانه، سبکی و نیمه شفاف بودن مصالح غشا در تضاد است، و حتی در پاره‌ای موارد می‌تواند به لحاظ بصری نرمی فرم سازه‌ای غشا را مغشوش کند.

۳.۱. زنجیرواره‌ها

در سازه‌های زنجیرواره، نظیر سازه‌های غشایی نیروها به صورت کششی به تکیه‌گاه‌ها منتقل می‌شوند. ساده‌ترین مثال برای زنجیرواره، کابلی است که بین دو نقطه مرتفع آویخته شده باشد. زنجیرواره‌هایی که سقف را نگه می‌دارند، باید چنان طراحی شوند که نیروی وزن سقف بیش از نیروی رو به بالای باد باشد، نیرویی رو به بالایی که می‌تواند سبب ایجاد حرکت‌های عمودی بزرگی شود. برای همین منظور می‌توان در پاره‌ای موارد از بتن مسلح برای ساخت زنجیرواره‌ها استفاده کرد.

بتن قطعات فولادی کششی را احاطه کرده و از آن‌ها حفاظت می‌کند و به این وسیله فضای داخلی و خارجی ایجاد می‌کند. ساخت سیستم‌های زنجیرواره سبک‌تر نیز ممکن است، اما در چنین سیستمی برای غلبه بر نیروی رو به بالای باد و بالا رانده شدن سقف به وسیله باد، باید از کابل‌های مهاری بسته شده به زمین استفاده شود. اعضای کششی زنجیرواره معمولاً از پوشش‌ها متمایز است و در درون یا برون بنا به صورت نمایان قرار می‌گیرند.

۴.۱. سازه‌های دندانه‌دار

سازه‌های دندانه‌دار را (هنگامی که فرم سازه‌ای را تعریف و تولید می‌کنند) می‌توان تقریباً به معنای محصور ساز ساختمان نیز فرض کرد، هرچند شخصیت سازه‌ای و کیفیت اسکلتی آن‌ها غالباً نیازمند سیستم پوشش مجزایی است. دندانه‌ها، معمولاً از شالوده طره شده یا در محل پایه‌ها تقویت می‌شوند. ممکن است نیازمند دندانه‌های دیگری باشند تا تعادل آن‌ها حفظ شود، مانند آنچه در گنبد‌های دندانه‌دار دیده می‌شود. سازه‌های دندانه‌دار را عمدتاً برای پوشش دادن بناهای تک حجمی به کار می‌برند، تا ابنیه چندطبقه. با محدود کردن مؤثر ارتفاع چنین سازه‌هایی در حد یک طبقه، ولو اینکه این یک طبقه بسیار مرتفع باشد، طراحان به صورت بالقوه از سرایت دادن بیان خالص معماری دندانه‌ها به سازه‌های باربر داخل بنا، اجتناب می‌کنند.

استوارند. زمانی که پوسته‌ها از بتن مسلح ساخته می‌شوند، شبیه به پوسته‌های طراحی شده توسط آیسلر (طراح پیشروی اروپایی در زمینه پوسته‌های بتنی)، سطوح منحنی نرم در درون و برون ساختمان نمود پیدا می‌کند، که بسیار شبیه به پوست تخم‌مرغ است (چیلتون، ۲۰۰۰). پوسته‌های آیسلر فرم معماری را یکپارچه کرده، انگار که پوسته از شالوده برخاسته و به شکل منحنی پیوسته‌ای ادامه می‌یابد تا فضای داخلی بنا را پوشش دهد.

همچنین پوسته، به‌طور هم‌زمان هم فرم سقف را تعریف می‌کند و هم به عنوان سازه و پوشش ساختمان کار می‌کند. سطح داخلی پوسته، دندانه‌دار است. دندانه‌های متقاطع که نشان‌دهنده قطاع‌های قالب‌بندی بتن پیش‌ساخته این سیستم است، هم سبب افزایش پایداری و استقامت سقف شده و هم سبب می‌شود تا بتوان به بافت سازه‌ای قابل تحسینی دست یافت. پوسته‌ها را می‌توان از اعضای خطی فولادی یا چوبی نیز ساخت، مانند آنچه در گنبد‌های ژودزیک یا گنبد‌های مهار شده دیده می‌شود. اگرچه در چنین مواردی، بسیاری اعضای سازه‌ای کوتاه، سطح سازه‌ای پخ‌دار و تیز را شکل می‌دهد، که باید به وسیله مصالحی دیگر پوشانیده شود. با این وجود، باز هم سازه است که فرم ساختمان را تعریف می‌کند.

۲.۱. سازه‌های چادری

سازه‌های چادری یا غشایی نوعی دیگر از سازه‌های صفحه‌ای هستند. در این سازه‌ها، غشاهای کششی در درجه اول، وزن خود و سپس دیگر بارهای وارد را تحمل می‌کنند و به منظور برخورداری از کفایت و قابلیت سازه‌ای بر هندسه منحنی سه‌بعدی خود، متکی هستند. فرم غشا، ضخامت و مقاومت آن باید منطبق بر بارهایی باشد که انتظار داریم بر آن وارد شود. تمامی سطوح غشایی باید خوب کشیده شوند تا از لرزش بادبان مانند آن‌ها به هنگام وزش باد‌های شدید جلوگیری شود. مانند سازه‌های پوسته‌ای، در این مورد نیز نمی‌توان هیچ تمایزی بین فرم معماری و فرم سازه‌ای قائل شد. سازه‌های غشایی نیازمند وجود عناصر فشاری الحاقی هستند، که بتوانند نقاط مرتفعی را پدید آورد که غشا بر فراز آن کشیده شود. قوس‌ها به واسطه دارا بودن فرم منحنی، به لحاظ زیبایی‌شناختی مناسب‌ترین تکیه‌گاه برای سازه‌های غشایی هستند که منطبق‌ترین فرم بر هندسه منحنی غشا را پدید می‌آورند اما استفاده از دکل تکیه‌های معلق

۱.۵. قوس‌ها

قوس‌ها نیز امکان بالقوه‌ای در تلفیق فرم سازه و فرم معماری دارند. سازه قوسی تکرارشونده، تداعی‌کننده فرم طاقی برای ساختمان است. دهانه‌های متفاوت قوس‌ها برای پاسخگویی به فرم نامنظم سایت، در نظر گرفته شده‌اند. طبقات معلق یا به واسطه آویزهای کششی از قوس‌ها آویزان‌اند، یا عناصر سازه‌ای موجود آنها را تحمل می‌کند.

وجود دو شعاع انحنای ثابت عمود بر هم در گنبد ایجاب می‌کند که قوس‌های دور از مرکز ساختمان، به منظور پاسخگویی به سطح منحنی سه‌بعدی بنا به یکدیگر تکیه کنند. به واسطه لوله‌های کم قطری که قوس‌ها را به شکل طولی به یکدیگر متصل می‌کنند، از وضوح فرم قوسی بنا کاسته می‌شود. نقش این لوله‌ها، این است که قوس‌ها را در فواصل منظم به تیر حلقه‌ای پیرامونی متصل کنند. صرف‌نظر از تأمین تکیه‌گاه برای پوشش شیشه‌ای سقف، این لوله‌ها از کمانش جانبی قوس‌ها و تغییر شکلی که سبب شود قوس‌ها از صفحه خود خارج شوند، نیز پیشگیری می‌کنند.

۱.۶. سازه‌های قابی

ترکیب و تلفیق فرم‌های سازه‌ای و معماری ورای فرم‌های منحنی نیز اتفاق می‌افتد. کاندیت اظهار می‌کند: برای اولین بار اسکلت‌های از جنس فولاد و آهن کار شده، به عنوان ابزاری کامل و قطعی برای بیان فن معماری تلقی شدند... نمای طولانی غربی، به‌طور مستقیم و فارغ از سازه ورای آن توسعه داده شد، به همان میزان که پشت بندهای مجزای کلیساهای «گوتیک» به عنوان عناصر اصلی بصری برای خدمت به همبستگی ماندگار بین سازه و فرم به کار می‌آمدند. اغلب چارچوب‌های تیر - ستونی متعامد، به خوبی در قالب فرم‌های معماری منشوری ترکیب می‌شوند. ساختمان‌های اداری میان مرتبه تا بلند مرتبه که همه جا به چشم می‌خورد، مثالی از این سیستم است. اما حتی داشتن مثال‌هایی پیرامون فرم‌های یکپارچه سازه‌ای و معماری، الزاما منجر به داشتن معماری مناسب و شایسته نیست.

۱.۷. دیوارها

دیوار، سیستم ساختمانی دیگری است که می‌تواند در همسان کردن فرم سازه‌ای و فرم معماری شرکت کند. دیوار نه تنها

نماهای خود را بر فضا تحمیل می‌کند، بلکه فضای داخلی را نیز شکل می‌دهد. در برخی بخش‌های ساختمان، شکاف‌های افقی، دیوارها را مجبور می‌کند که رفتار سازه‌ای شبیه یک تیر داشته و به شکل افقی دهانه را بپوشانند، حتی شاید نرده‌ها را نیز بتوان به مثابه دیوارهای کوتاه برشمرد. در درون و بیرون ساختمان، این دیوارها هستند که چگونگی تجربه فرد از فضاهای معماری را تعیین می‌کنند. خوشبختانه، لطافت و احساس ملایمت برخاسته از معماری این دیوارها، به وسیله گوناگونی نماهای بیرونی و تنوع فضایی فضاهای داخلی، توجه دقیق به بافت سطوح و نور پردازی بتن رنگی، پرنرنگ می‌شود. فرم خطی دیوارها، سبب تقویت اثری معماری با حال و هوای «کوبیک» می‌شود، که این دیوارها آن را ساخته، محصور و تقسیم کرده‌اند.

۲. فرم‌های هم‌ساز

بیشتر ساختمان‌ها در دسته‌بندی این بخش قرار می‌گیرند، جایی که نه فرم معماری و سازه ترکیب می‌شوند و نه در تضاد با یکدیگرند. یک رابطه نسبتاً معمولی و راحت که خیلی قابل توجه نیست، بین آنها وجود دارد. اغلب، سیستم‌های سازه‌ای متعددی در فرم معماری یکسانی به هم‌زیستی با هم می‌پردازند. برای مثال، ممکن است قاب‌ها و مهاربندی ضربدری به ترتیب، بارهای تقلی و بارهای جانبی را تحمل کنند. گرچه نمی‌توان فرم آنها را ترکیبی در نظر گرفت، اما با این وجود به نسبت زیادی به هم پیوسته‌اند.

۳. فرم‌های متضاد

عنصر غافلگیرکننده دیگر، سیمای دارای فرم‌های متضاد است، که برای ساختمان‌ها مرسوم است. هنگامی که فرد به ساختمان نزدیک شده و از فرم معماری آن آگاه می‌شود، انتظار دارد با فرم سازه‌ای خاصی روبه‌رو شود، که بر پایه تجربیات پیشین معماری وی شکل گرفته باشد. چنانچه فرم سازه‌ای با آنچه وی پیش‌بینی کرده متفاوت باشد، احتمالاً فرم سازه‌ای با فرم معماری در تضاد و تناقض است. فرم‌های متضادی که خوب طراحی شده باشند، فرصت‌های بسیاری برای معماری جالب و نوآورانه پدید می‌آورند. بیشتر مثال‌های مربوط به فرم‌های متضاد، را می‌توان به تلاش طراحان در راستای زنده‌تر کردن آثارشان نسبت داد، اما گاه‌گذاری، دلایلی دیگر هم از



جدول ۲. بررسی بناها از نظر الگوهای فرم ترکیب.

درصد از کل بناها	پاسخها		الگوهای فرم ترکیب
	درصد	تعداد پاسخها	
۶۳/۴٪	۲۶/۳٪	۲۶	پوسته‌ای
۸۲/۹٪	۳۴/۳٪	۳۴	قوس‌ها
۸۵/۴٪	۳۵/۴٪	۳۵	دیوارها
۹/۸٪	۴/۰٪	۴	هم سازه
۲۴۱/۵٪	۱۰۰/۰٪	۹۹	جمع

چنانکه ملاحظه می‌شود تعداد ۴ بنا الگوهای ترکیبی هم‌ساز را در کارنامه خود دارند، به‌بیان‌دیگر ۹/۸ درصد بناهای مورد مطالعه در این الگوهای ترکیبی ثبت شده‌اند. الگوهای ترکیبی با توجه به ستون آخر «جدول ۲»، در «نمودار ۲» نیز به تصویر کشیده شده است:

بررسی هم‌زمان دوره تاریخی و سایر متغیرها در بناهای مورد مطالعه

بررسی دوره تاریخی و الگوی ترکیبی بناها

به منظور بررسی هم‌زمان دوره تاریخی و الگوی ترکیبی بناهای مورد مطالعه، «جدول ۳» تهیه شده است.

ملاحظات واقع‌گرایانه برمی‌آید.

فرم‌های متضاد، سبب پررتر شدن معماری بنا شده و بینندگان را از دو طریق غافلگیر می‌کند. نخست اینکه فرم و هندسه سازه داخلی به‌طور کلی با کالبد و پوسته ساختمان ارتباطی ندارد. دوم اینکه، معنای باطنی هر فرم نسبت به دیگری واگرا و مخالف است. یک سازه داخلی به‌یمن ماهیت تجسمی‌اش (که در تضاد با فرم معماری پلان‌ش است)، معانی را به ذهن متبادر می‌کند (گلابچی، ۱۳۹۰).

بررسی الگوهای فرم ترکیب

در «جدول ۲» و «نمودار ۲» وضعیت بناهای مورد مطالعه، از لحاظ الگوهای فرم ترکیب بررسی شده است.

مطابق مطالعات ملاحظه می‌شود که تعداد ۲۶ بنا الگوهای ترکیبی پوسته‌ای را در کارنامه خود دارند، به‌بیان‌دیگر ۶۳/۴ درصد بناهای مورد مطالعه در این الگوهای ترکیبی ثبت شده‌اند. مطابق مطالعات مشاهده می‌شود که تعداد ۳۴ بنا الگوهای ترکیبی قوس‌ها را در کارنامه خود دارند، به‌بیان‌دیگر ۸۲/۹ درصد بناهای مورد مطالعه در این الگوهای ترکیبی شناسایی شده‌اند.

چنانکه مشاهده می‌شود، تعداد ۳۵ بنا الگوهای ترکیبی دیوارها را در کارنامه خود دارند، به‌بیان‌دیگر ۸۵/۴ درصد بناهای مورد مطالعه در این الگوهای ترکیبی تعیین شده‌اند.

پیش‌دفاع رساله دکتری و اکاوی تعامل رفتار سازه با ساختار در معماری سنتی ایران
مطالعه موردی اماکن مذهبی مشهد مقدس

الگوهای فرم سازه ای و معماری

ترکیب و تلفیق فرم سازه ای و معماری

فرم‌های متضاد

فرم‌های هم‌ساز

دیوارها (Walls)

سازه‌های ورق‌شده (Folded plates)

سازه‌های قابی (Framed structures)

قوس‌ها (Arches)

سازه‌های تکیه‌دار (Ribbed structures)

تجهیزات سازه‌ای (Catenaries)

سازه‌های چادری (Fabric structures)

سازه‌های پوسته‌ای (Shell structures)

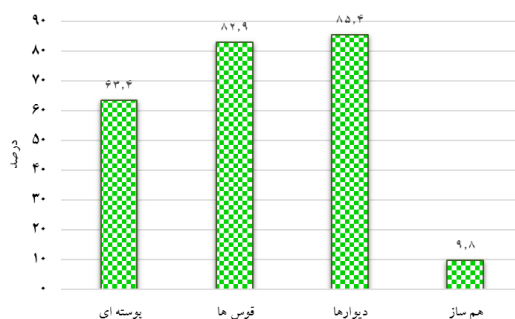
بیان رساله
ضرورت رساله
ادبیات موضوع
روش تحقیق
جامعه آماری
تحلیل داده‌ها
جمع‌بندی
مقالات
منابع

۳۱

نمودار ۱. الگوهای فرم سازه‌ای و معماری.

جدول ۳. بررسی بناها از نظر دوره تاریخی و الگوی ترکیبی.

کل	الگوی ترکیبی				شاخص	دوره تاریخی
	همساز	دیوارها	قوسها	پوسته‌ای		
۱	۰	۱	۱	۱	فراوانی	سامانیان
	٪۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۱۰۰/۰	درصد	
۱	۰	۱	۱	۱	فراوانی	غزنویان
	٪۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۱۰۰/۰	درصد	
۶	۰	۵	۶	۵	فراوانی	سلجوقیان
	٪۰/۰	٪۸۳/۳	٪۱۰۰/۰	٪۸۳/۳	درصد	
۱۲	۰	۱۱	۱۲	۱۰	فراوانی	تیموریان
	٪۰/۰	٪۹۱/۷	٪۱۰۰/۰	٪۸۳/۳	درصد	
۱۵	۰	۱۵	۱۵	۱۰	فراوانی	صفویان
	٪۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۶۶/۷	درصد	
۲	۰	۲	۲	۱	فراوانی	افشاریان
	٪۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۱۰۰/۰	٪۵۰/۰	درصد	
۱۰	۳	۷	۵	۵	فراوانی	قاجاریه
	٪۳۰/۰	٪۷۰/۰	٪۵۰/۰	٪۵۰/۰	درصد	
۴	۲	۲	۱	۲	فراوانی	پهلوی
	٪۵۰/۰	٪۵۰/۰	٪۲۵/۰	٪۵۰/۰	درصد	
۴۱	۴	۳۵	۳۴	۲۶	فراوانی	کل



نمودار ۲. درصد الگوهای فرم ترکیب در بناهای مورد مطالعه.

در ۴۱ بنای مورد مطالعه، در تمام بناها الگوی ترکیبی به کار رفته است و نتایج زیر به دست آمد:

– در دوره تاریخی سامانیان از یک بنای دارای الگوهای ترکیبی، در تمام بناها، الگوی ترکیبی پوسته‌ای، قوسها و دیوارها دیده می‌شود.

– در دوره تاریخی غزنویان از یک بنای دارای الگوهای ترکیبی، در تمام بناها، الگوی ترکیبی پوسته‌ای، قوسها و دیوارها دیده می‌شود.

– در دوره تاریخی سلجوقیان از شش بنای دارای الگوهای ترکیبی، در ۸۳/۳ درصد بناها، الگوی پوسته‌ای می‌باشد، در ۱۰۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی قوسها به کار رفته است، در ۸۳/۳ درصد بناها، الگوی ترکیبی دیوارها استفاده شده است، در ۸۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی همساز دیده می‌شود.

– در دوره تاریخی تیموریان از ۱۲ بنای دارای الگوهای ترکیبی، در ۸۳/۳ درصد بناها، الگوی ترکیبی پوسته‌ای می‌باشد، در ۱۰۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی قوسها به کار رفته است، در ۹۱/۷ درصد بناها، الگوی ترکیبی دیوارها استفاده شده است، در ۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی همساز دیده می‌شود.

– در دوره تاریخی صفویان از ۱۵ بنای دارای الگوهای ترکیبی، در ۶۶/۷ درصد بناها، الگوی ترکیبی پوسته‌ای می‌باشد، در ۱۰۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی قوسها به کار رفته است، در ۱۰۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی دیوارها استفاده شده است.

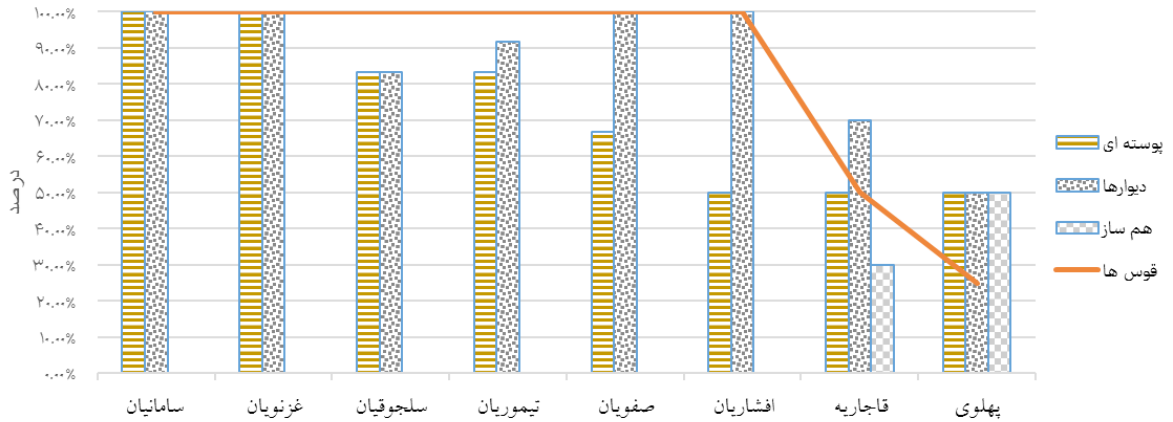
– در دوره تاریخی افشاریان از ۲ بنای دارای الگوهای ترکیبی، در ۵۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی، از نوع پوسته‌ای می‌باشد، در ۱۰۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی قوسها و همچنین الگوی ترکیبی دیوارها استفاده شده است.

– در دوره تاریخی قاجاریه از ۱۰ بنای دارای الگوهای ترکیبی، در ۵۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی، از نوع پوسته‌ای می‌باشد، در ۵۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی قوسها به کار رفته است، در ۷۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی دیوارها استفاده شده است، در ۳۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی همساز دیده می‌شود.

– در دوره تاریخی پهلوی از ۴ بنای دارای الگوهای ترکیبی، در ۵۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی، از نوع پوسته‌ای می‌باشد، در ۲۵ درصد بناها، الگوی ترکیبی قوسها به کار رفته است، در ۵۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی دیوارها استفاده شده است، در ۵۰ درصد بناها، الگوی ترکیبی همساز دیده می‌شود.



بررسی الگوهای ترکیبی به تفکیک دوره تاریخی بنا



نمودار ۳. بررسی الگوی ترکیبی به تفکیک دوره‌های تاریخی.

جدول ۵. بررسی بناها از نظر نوع الگوی ترکیبی بنا در دوره‌های مختلف.

دوره تاریخی	شاخص	الگوی ترکیبی			
		پوسته‌ای	قوس‌ها	دیوارها	هم‌ساز
سامانیان	فراوانی	۱	۱	۱	۰
	درصد	۲۴/۴	۲۴/۴	۲۴/۴	۰/۱۰
غزنویان	فراوانی	۱	۱	۱	۰
	درصد	۲۴/۴	۲۴/۴	۲۴/۴	۰/۱۰
سلجوقیان	فراوانی	۵	۶	۵	۰
	درصد	۱۲/۲	۱۴/۶	۱۲/۲	۰/۱۰
تیموریان	فراوانی	۱۰	۱۲	۱۱	۰
	درصد	۲۴/۴	۲۹/۳	۲۶/۸	۰/۱۰
صفویان	فراوانی	۱۰	۱۵	۱۵	۰
	درصد	۲۴/۴	۳۶/۶	۳۶/۶	۰/۱۰
افشاریان	فراوانی	۱	۲	۲	۰
	درصد	۲/۴	۴/۹	۴/۹	۰/۱۰
قاجاریه	فراوانی	۵	۵	۷	۳
	درصد	۱۲/۲	۱۲/۲	۱۷/۱	۷/۳
پهلوی	فراوانی	۲	۱	۲	۲
	درصد	۴/۹	۲/۴	۴/۹	۴/۹
کل	فراوانی	۲۶	۳۴	۳۵	۴

جدول ۴. بررسی بناها از نظر نوع الگوی ترکیبی بنا در دوره‌های مختلف.

دوره تاریخی	شاخص	الگوی ترکیبی			
		پوسته‌ای	قوس‌ها	دیوارها	هم‌ساز
سامانیان	فراوانی	۱	۱	۱	۰
	درصد	۳۸/۳	۲۹/۲	۲۹/۲	۰/۱۰
غزنویان	فراوانی	۱	۱	۱	۰
	درصد	۳۸/۳	۲۹/۲	۲۹/۲	۰/۱۰
سلجوقیان	فراوانی	۵	۶	۵	۰
	درصد	۱۹/۲	۱۷/۶	۱۴/۳	۰/۱۰
تیموریان	فراوانی	۱۰	۱۲	۱۱	۰
	درصد	۳۸/۵	۳۵/۳	۳۱/۴	۰/۱۰
صفویان	فراوانی	۱۰	۱۵	۱۵	۰
	درصد	۳۸/۵	۴۴/۱	۴۲/۹	۰/۱۰
افشاریان	فراوانی	۱	۲	۲	۰
	درصد	۳/۸	۵/۹	۵/۷	۰/۱۰
قاجاریه	فراوانی	۵	۵	۷	۳
	درصد	۱۹/۲	۱۴/۷	۲۰/۰	۷۵/۰
پهلوی	فراوانی	۲	۱	۲	۲
	درصد	۷/۷	۲/۹	۵/۷	۵۰/۰
کل	فراوانی	۲۶	۳۴	۳۵	۴



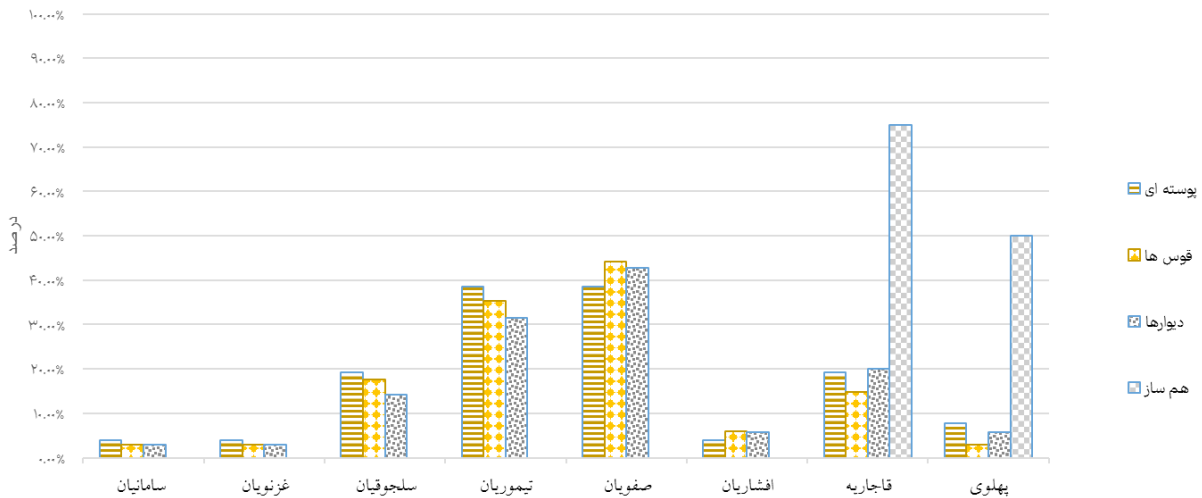
بررسی نوع الگوی ترکیبی بنا در دوره‌های تاریخی مختلف

به منظور بررسی هم‌زمان دوره تاریخی و الگوی ترکیبی بناهای مورد مطالعه، جدول زیر تهیه گردید.

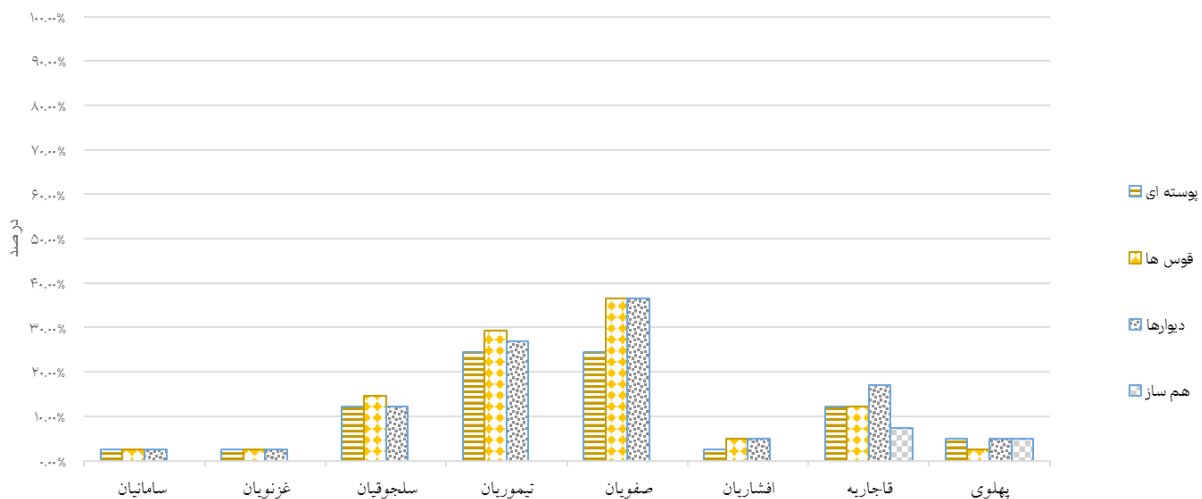
از کل بناهای پوسته‌ای مورد مطالعه، بیشتر بناها (معادل ۳۸/۵ درصد) در دوره تیموریان قرار دارد. از کل بناهای قوس‌ها مورد مطالعه، بیشتر بناها (معادل ۴۴/۱ درصد) در دوره صفویان قرار دارد. از کل بناهای دیوارها مورد مطالعه، بیشتر بناها (معادل ۴۲/۹ درصد) در دوره صفویان قرار دارد. از کل

بناهای هم‌ساز مورد مطالعه، بیشتر بناها (معادل ۷۵ درصد) در دوره قاجاریه قرار دارد.

در ادامه، درصدگیری از کل مورد توجه بوده است، به نحوی که ۴۱ بنایی که الگوی ترکیبی بنا داشته و نوع دوره تاریخی آنها مشخص بود، ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شده و درصدها این چنین محاسبه شده است. (جدول ۵ و نمودار ۵) از کل بناهای مورد مطالعه بیشتر بناها دارای الگوی ترکیبی بنا از نوع قوس‌ها و دیوارها و در دوره صفویان قرار داشتند.



نمودار ۴. بررسی درصد حضور الگوی ترکیبی بناهای مختلف در دوره‌های تاریخی مختلف.



نمودار ۵. بررسی بناها از نظر الگوی ترکیبی بناهای مختلف در دوره‌های تاریخی (درصد از کل)



نتیجه‌گیری

تیموریان به ۹۱ درصد و در دوره قاجاریه و پهلوی به ترتیب برابر ۷۰ و ۵۰ درصد است.

در زمینه بررسی نوع الگوی ترکیبی فرم‌های معماری و فرم‌های سازه در دوره‌های تاریخی مختلف، الگوی قوس‌ها، دیوارها و سپس پوسته‌ای دارای بیشترین فراوانی هستند که الگوی قوس‌ها با ۳۷ درصد در دوره صفویان و ۳۰ درصد در دوره تیموریان و الگوی دیوارها با ۳۷ درصد در دوره صفویان و ۲۷ درصد در دوره تیموریان و الگوی پوسته‌ای با ۲۴ درصد در دوره صفویان دارای بیشترین فراوانی در بین الگوهای ترکیبی بنا در دوره‌های مختلف تاریخی در ابنیه مذهبی شهر مشهد می‌باشند. با بررسی‌های صورت‌گرفته و نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌توان اشاره کرد که معمار سنتی با چیره‌دستی و مهارت خود از نقش و تعامل سازه و معماری در خلق یک فضا با استفاده از قوس‌ها و دیوارها بر مبنای تکنولوژی روز خود در زمینه الگوهای فرم سازه و معماری در زمینه ترکیب و تلفیق معماری و سازه بهره می‌برده و توانسته به خلق یک اثر جاودانه در ابنیه مذهبی شهر مشهد پرداخته و بدین‌وسیله چراغ راه معماران آینده خود در زمینه خلق یک اثر ماندگار در ابنیه مذهبی باشد.

با توجه به بررسی ۴۱ بنای تاریخی نتایج زیر به دست آمد، نتایجی که عمدتاً ذکر می‌شود، مربوط به ویژگی‌هایی است که حداقل ۵۰ درصد بناها، دارای آن ویژگی بوده‌اند و ممکن است نوع آن متفاوت باشد

– با بررسی دوره‌های تاریخی بناها مشخص گردید که ۱۵ بنا دورهٔ تاریخی صفویان را در کارنامه خود دارند. به‌بیان‌دیگر ۳۶/۶ درصد بناهای مورد مطالعه در این دورهٔ تاریخی تعیین شده‌اند. همچنین ۲۹/۳ درصد بناها در دوره تیموریان و ۲۴/۴ درصد بناهای مورد مطالعه در دوره قاجاریه بوده‌اند.

– بررسی الگوهای فرم ترکیب نشان‌دهنده وجود ترکیب دیوارها در ۸۵/۴ و قوس‌ها در ۸۲/۹ درصد بناهای دارای این ویژگی است.

نتایج بررسی هم‌زمان دورهٔ تاریخی و متغیرها نشان‌دهنده موارد زیر است:

– الگوی ترکیبی که بیشتر بناها داشتند الگوی دیوارها است که این الگو در دوره‌های سامانیان، غزنویان، صفویان، افشاریان، در تمام بناها به کار می‌رفته است و در دوره سلجوقیان در حدود ۸۳ درصد بناها این الگو را داشته‌اند که این مقدار در دوره

فهرست منابع

شهری، تهران.
گلابچی، محمود (۱۳۹۰). *سازه به مثابه معماری*. چاپ دوم، تهران: دانشگاه تهران.
هاشم‌نژاد، هاشم؛ سلیمانی، سارا (۱۳۸۶). *ضرورت همسازی سازه و معماری در معماری معاصر، هنرهای زیبا، شماره ؟؟؟، سال ؟؟؟، صفحه ؟؟؟*.
هاشمی، الهه السادات؛ طرلان، فاطمه (۱۴۰۱). *نقش سازه و فرم معماری در ساختار زیبا شناسی، نهمین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزه علوم جغرافیا، معماری و شهرسازی ایران، تهران.*

اسکندری، اسماعیل؛ وفامهر، محسن؛ خاکی، علی (۱۴۰۱). *بازشناسی تعامل سازه و معماری با الهام از معماری دوره سلجوقی*.
جواهریان، مهرداد (۱۳۸۶). *اولین کنفرانس سازه و معماری، تهران*.
شاکریان، علیرضا (۱۴۰۱). *بازشناسی معیارهای زیبایی‌شناسی در معماری خانه‌های سنتی ایران و نقش ساختار آن در سازه، دومین کنفرانس بین‌المللی معماری، عمران، شهرسازی، محیط زیست و افق‌های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب، تبریز*.
عظیمی، سارا (۱۴۰۱). *بررسی مؤلفه‌های معماری محیطی و تعامل آن با سازه، هشتمین کنگره سالانه بین‌المللی عمران، معماری و توسعه*

Ching F. D. (1996). *Architecture: Form-Space and Order*, 2nd edn. Van Nostrand Reinhold.

Collins, P. (1998). *Changing Ideals in Modern Architecture 1750-1950*, 2nd edn. McGill-Queen's University Press, p. 214.

Glasser, D. E. (1979). *Structural considerations*. In J. Synder and A. Catanse (eds), *Introduction to Architecture*. McGraw-Hill, pp. 268-71.

J. Chilton (2000). *The Engineer's Contribution to Contemporary Architecture*: Heinz Isler. RIBA Telford.

Nervi, P. L. (1955). *Concrete and structural form*. *The Architect and Building News*, 208 (27), pp. 523-9.

Suckle, A. (1980). *By Their Own Design*. Whitney Library of Design.