



ژورنال علمی باستان‌شناسی ایران

PAZHOSH-HA-YE BASTANSHENASI IRAN
P. ISSN: 2345-5225 & E. ISSN: 2345-5500
Homepage: <https://nbsh.basu.ac.ir/>
Vol. 13, No. 39, Winter 2024

Analysis of the Structural Behavior of Traditional Houses with an Emphasis on the Relative Wall Element; A Case Study of Kermanshah Berenji House

Ramin Amiri¹, Saeid Piri², Amin Houshang Ahakhaveissy³

<https://dx.doi.org/10.22084/NB.2023.27016.2532>

Received: 2022/11/21; Accepted: 2023/06/11

Type of Article: **Research**

Pp: 349-378

Abstract

This research is an interdisciplinary approach to the coexistence of structure and architecture and has investigated the architectural spaces for seismic improvement of traditional buildings which were built during the first Pahlavi Period. Despite the importance of structure and its stability in traditional architecture and in houses that have cultural heritage value, due to the complex and unknown behavior of masonry buildings and the lack of sufficient information, the regulation 2800 has not provided a specific formulation for traditional buildings. But for their seismic improvement, the magazine 360 has been used. This research seeks to answer two questions: a) What are the most important factors affecting the stability of the Berenji building in Kermanshah based on the images and data analysis? b) In the field of architecture, what is the basis for the coexistence of structures and architecture during the first Pahlavi Period? To collect information, field observation and collection methods have been used. The detailed analysis and calculations of relative wall data have been carried out by quantitative method (causal-experimental research) and library technique, and the conclusion has been expressed by qualitative method. With this method, the stability of the structure of traditional buildings could be evaluated by means of relative walls that behave like windbreaks or shear walls. If the structure did not have enough resistance against lateral force or load, it was possible to increase the relative wall or provide other methods to strengthen the structure in relation to its stability; Therefore, it is necessary to research about the cohabitation between the structure and architecture due to the increase or placement of the relative walls. Thus, static principles have been complied in Iranian architecture during the first Pahlavi Period. Now, if similar buildings are evaluated in the mentioned period and this result is obtained, it could be said that the architectural principles were followed at that time with the approach of sufficient resistance of the building against earthquakes, which was obtained experimentally. In other words, the architects of that time were structural engineers by themselves.

Keywords: Architecture of the First Pahlavi Period, Coexistence of Structure and Architectural Space, Relative Wall, Berenji House.

1. PhD student in Architecture, Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

2. Professor, Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran (Corresponding Author)

Email: saeidpiri@iauh.ac.ir

3. Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

Citations: Amiri, R.; Piri, S. & Akhvaisi, A., (2024). "Analysis of the Structural Behavior of Traditional Houses with an Emphasis on the Relative Wall Element; A Case Study of Kermanshah Berenji House". *Pazhohesh-ha-ye Bastan Shenasi Iran*, 13(39): 349-378. doi: [10.22084/nb.2023.27016.2532](https://doi.org/10.22084/nb.2023.27016.2532)

Homepage of this Article: https://nbsh.basu.ac.ir/article_5153.html?lang=en

PAZHOSH-HA-YE BASTANSHENASI IRAN
Archaeological Researches of Iran
Journal of Department of Archaeology, Faculty of Art and Architecture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Publisher: Bu-Ali Sina University. All rights reserved.

© Copyright©2022, The Authors. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons.

Introduction

There are many sources about the relationship between structure engineering and architecture, written by experts and researchers from both disciplines. The importance of collaboration between structural engineers and architects has long been recognized (Charleson & Pirie, 2009: 97). They have investigated the collaboration of architects and structural engineers and the fusion of the two fields in one educational center. The awareness of the fact that to use the knowledge of structure, the necessary perception must first be created, doubles the importance of understanding the fact that the structure is directly related to the architectural spaces. Thus, on the basis of such capabilities, in-depth discussions between similar scientific fields such as structure and architecture could be created and achieved logically. Dealing with this issue in traditional buildings requires a logical and scientific focus. Any retrofitting action must first respect the inherent historical cultural characteristics and values of traditional buildings (Serghides & Katafygiotou, 2013, 728). Therefore, on the basis of such capabilities, deep discussions between different scientific fields such as structure and architecture could be created and achieved in a logical way. Dealing with this issue in traditional buildings requires a logical and scientific focus.

Research questions: a) What are the most important factors in influencing the stability of the Berenji building in Kermanshah based on the data analysis images? b) In the field of architecture, what is the basis of the coexistence of structures and architecture during the first Pahlavi Period?

Research method: the research method is descriptive-historical-analytical, and the collection of information has been done in the form of field and library method using a combined quantitative and qualitative method. The analysis and detailed calculations of the relative wall data was done using Excel and the results have been expressed qualitatively.

Case Study, Berenji House

This building is in Kermanshah city, Shariati Street. Shariati Street starts from the Ghadir Square (formerly called Shahnaz) and extends towards Se Rah Yaghma and Se Rah Shariati and ends in Lashkar Square. Shariati Street is one of the main streets in the old part of Kermanshah. The houses in this area are built outwardly. This building has a courtyard, the access to the floors is through two access stairs from the sides and is in the center of the transverse direction of the building. Its main design and spatial structure

and analysis are shown in the form of addition and deletion, symmetry and balance, communication circulation, spatial hierarchy, repeated and single elements, geometry, and part and whole. Based on the calculations of the relative wall, in each of the longitudinal and transverse sections of the building, the value of the relative wall was calculated according to Table No. 3 of Regulation 2800. As a result, on the ground floor, an acceptable percentage was obtained in both x and y axes. But this value is lower on the first floor along the y axis according to the table mentioned on the first floor. Due to the failure of the calculated percentage of the relative wall of the first floor in the y axis, the construction load calculations were done separately for each floor.

Conclusion

The results show that in the presence of a relative wall, the amount of force acting on the inside of the wall has increased by leaps and bounds, and by reducing the thickness of the roof soil of each floor and the vulnerability of the building in the surrounding and internal walls with concrete sprinkled along the length and width, the building will bear more load and will not be damaged. With this method, by specifying two axes perpendicular to each other in the limited and specific walls inside the building, its performance to improve the role of the structure as a wind barrier or shear wall in a traditional brick building with minimal structural intervention could be shown. Also, this method could be a good way to preserve the heritage value of the building, enrich the architectural effect, and improve the existing physical and spatial organization (traditional house), for the proper use of the structure in the architectural space. It could be said that the adherence to the principles of architecture at that time was based on the approach of sufficient resistance of the building against earthquakes, which was achieved experimentally. In other words, the architects of that time were, in a way, structural engineers themselves. As a model for such a spatial structure, these buildings can be modeled in terms of shape for similar contemporary buildings. In other words, due to its similarity to contemporary architecture, the goal and achievement of this research can be a model for old houses and could be extended to modern houses.

Acknowledgment

In the end, we would like to express our gratitude to the authors of the article, Ramin Amiri, Amirhosheng Akhvisi, and the anonymous reviewers of the publication.

Observation Contribution

The authors declare that according to the extraction of the article from the doctoral thesis, the writing was done by the first author with the guidance and supervision of the second author and the consultation of the third author.

Conflict of interest

While the authors comply with publication ethics, there is no conflict of interest in this research.



پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران

فصلنامه علمی پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران
P. ISSN: 2345-5225 & E. ISSN: 2345-5500
نشانی پانگام نشریه: <https://nbsh.basu.ac.ir>
شماره ۳۹، دوره سیزدهم، زمستان ۱۴۰۳

تحلیل رفتار سازه‌های سنتی با تأکید بر عنصر دیوار نسبی؛ نمونه موردی خانه برنجی شهر کرمانشاه

رامین امیری^I، سعید پیری^{II}، امیرھوشنگ اخویسی^{III}

شناسه دیجیتال (DOI): <https://dx.doi.org/10.22084/NB.2023.27016.2532>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۳۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۱

نوع مقاله: پژوهشی

صص: ۳۷۸-۳۴۹

چکیده

این پژوهش رویکردی میان‌رشته‌ای جهت هم‌نشینی سازه و معماری می‌باشد، که فضاهای معماری را به منظور بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های سنتی در (دوره پهلوی اول) مورد بررسی قرار داده است؛ بنابراین، جایگاه سازه و اهمیت پایداری آن در معماری خانه‌های سنتی، که دارای ارزش میراثی می‌باشند؛ موضوعی است که به سبب اهمیت آن، باید مورد مطالعه قرارگیرد. برای خانه‌های سنتی، دیوارها از اعضای سازه‌ای اصلی هستند که با نیروهای جانبی مقابله می‌کنند، به دلیل پیچیده و ناشناخته بودن رفتار ساختمان‌های بنایی و نیز عدم وجود اطلاعات فنی کافی، استاندارد ۲۸۰۰ فرمولاسیون مشخصی نیز برای بناهای سنتی ارائه نگردیده است؛ اما برای بهسازی لرزه‌ای آن‌ها از نشریه ۳۶ بهره گرفته شده است که نمونه موردی در این پژوهش، ساختمان برنجی می‌باشد؛ این پژوهش در پی پاسخ به دو پرسش است؛ الف) با استناد به تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در ایستایی ساختمان برنجی شهر کرمانشاه کدامند؟ ب) در عرصه معماری، اساس هم‌نشینی سازه و معماری دوره پهلوی اول برآمده از چیست؟ در پژوهش پیش‌رو که به صورت کمی و کیفی به انجام رسیده است. جهت گردآوری اطلاعات از روش مشاهده و برداشت میدانی، تجزیه تحلیل و محاسبات دقیق داده‌ها دیوار نسبی به روش کمی و کتابخانه‌ای و نتیجه‌گیری با روش کیفی بیان شده است؛ بدین سان پایداری سازه ساختمان‌های سنتی می‌تواند به واسطه دیوارهای نسبی که هم‌چون بادبند یا دیوار برشی رفتار می‌کند، مورد ارزیابی قرارگیرد؛ از این رو، وجود دیوارهای نسبی می‌تواند، هم‌نشینی در ارتقاء فضای معماری خانه سنتی را تحت تأثیر قرار دهد. شایان ذکر است در صورتی سازه مقاومت کافی در برابر نیرو یا بار جانبی را نداشته باشد، می‌توان با افزایش دیوار نسبی یا ارائه روش‌های دیگر جهت تقویت سازه‌ای نسبت به پایداری آن اقدام نمود؛ بنابراین، تحقیق درخصوص هم‌نشینی بین سازه و معماری به واسطه افزایش و یا محل قرارگیری دیوارهای نسبی ضروری می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش، نشان می‌دهد؛ ساختمان موردنظر مقاومت کافی در برابر نیروهای جانبی را دارد. با این حال، اصول ایستایی معماری ایرانی در دوره پهلوی اول رعایت گردیده است. حال اگر ساختمان‌های مشابه در دوره مزبور مورد ارزیابی قرار گیرند و این نتیجه هم به دست آید، این چنین می‌توان گفت که رعایت اصول معماری در آن زمان با رویکرد مقاومت کافی ساختمان در برابر زلزله بوده که قطعاً به صورت تجربی به دست آمده است؛ به بیان دیگر معماران آن زمان به نحوی مهندسين سازه بوده‌اند.

کلیدواژگان: معماری دوره پهلوی اول، هم‌نشینی سازه و فضای معماری، دیوار نسبی، خانه برنجی.

- I. دانشجوی دکتری گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
 - II. استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران (نویسنده مسئول). Email: saeidpiri@iauh.ac.ir
 - III. دانشیار گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی عمران، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- * این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول تحت عنوان «بررسی هم‌نشینی فضا و پایداری سازه در خانه‌های سنتی با تمرکز بر دیوار نسبی» به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان است.

ارجاع به مقاله: امیری، رامین؛ پیری، سعید؛ و اخویسی، امیرھوشنگ، (۱۴۰۲). «تحلیل رفتار سازه‌ای خانه‌های سنتی با تأکید بر عنصر دیوار نسبی؛ نمونه موردی خانه برنجی شهر کرمانشاه». پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۱۳(۳۹): ۳۷۸-۳۴۹
doi: 10.22084/nb.2023.27016.2532

صفحه اصلی مقاله در سامانه نشریه:

https://nbsh.basu.ac.ir/article_5153.htm-l?lang=fa

فصلنامه علمی گروه باستان‌شناسی دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر این‌که حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

مقدمه

منابع متعددی درخصوص رابطه سازه و معماری وجود دارد که توسط متخصصانی از هر دو رشته نوشته شده است که در حرفه یا مدارس معماری و سازه مشغول به کار هستند. اهمیت همکاری بین مهندسان سازه و معماران مدت‌هاست که به رسمیت شناخته شده است. همکاری منجر به این می‌شود که ساختمان‌هایی با پیکربندی لرزه‌ای خوب و ساختار و معماری به خوبی یکپارچه شوند؛ با این حال، گاهی اوقات روابط بین این دو گروه حرفه‌ای تیره می‌شود. حکایت‌های همکاری ضعیف زمانی که معماران و مهندسان به صورت فردی از آن‌ها خواسته می‌شوند، نمایان می‌گردد. (Charleston & Pirie, 2009: 97).

این موضوع را در یکی از حوزه‌های آموزش سازه^۱ یکپارچگی سازه و معماری^۲، مشارکت معمار با مهندس سازه^۳، درک رفتار سازه^۴ و تاریخچه ساختمان^۵ بررسی کرده‌اند؛ چون برای استفاده از دانش سازه ابتدا باید ادراک لازم به وجود آمده باشد. از میان این منابع، باید ابتدا رفتار، شکل و شیوه عمل نیروها مورد بررسی قرار گرفته، سپس مهم‌ترین آن‌ها که نقش اصلی را در پایداری سازه‌ای ایفا می‌کند؛ آگاهی از این موضوع که سازه، مستقیم با فضاهای معماری ارتباط نزدیک دارد، را دو چندان می‌نمایید. در دوره معاصر و در نظام روابط علمی نوین، رویکردهای میان‌رشته‌ای یکی از لوازم ذاتی توسعه محسوب می‌شود که نتایج کاربردی را به همراه دارند؛ لذا برپایه چنین قابلیت‌هایی می‌توان مباحث ژرفی را بین حوزه‌های متجانس علمی مانند سازه و معماری به شیوه منطقی ایجاد و به ثمر رساند. پرداختن به این موضوع در ساختمان‌های سنتی مستلزم تمرکز منطقی و علمی است. هرگونه اقدام مقاوم‌سازی باید به ویژگی‌ها و ارزش‌های فرهنگی ذاتی تاریخی و تاریخی ساختمان‌های سنتی احترام بگذارد (Serghides & Katafygiotou, 2013: 728).

پرسش‌های پژوهش: الف) با استناد به تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در ایستایی ساختمان برنجی شهر کرمانشاه کدامند؟ ب) در عرصه معماری، اساس هم‌نشینی سازه و معماری دوره پهلوی اول برآمده از چیست؟
روش پژوهش: روش پژوهش توصیفی تاریخی-تحلیلی بوده و گردآوری اطلاعات این جستار، به صورت میدانی و اسنادی (کتابخانه‌ای) و محاسباتی در ساختمان برنجی واقع در استان کرمانشاه مورد بازدید و بررسی میدانی دقیق قرار گرفت؛ و روش ترکیبی (کمی - کیفی) به انجام رسیده است. اسناد مربوط به خانه برنجی به صورت دستی تهیه شده بود، مجدد رولوه و ترسیم گردید. ویژگی به دست آمده از پژوهش جهت گردآوری اطلاعات. از روش مشاهده و برداشت میدانی، تجزیه و تحلیل و محاسبات دقیق داده‌ها دیوار نسبی با نرم‌افزار اکسل به روش کمی (تحقیق علی - تجربی) و تکنیک کتابخانه‌ای و نتیجه‌گیری با روش کیفی بیان شده است.

پیشینه پژوهش

«رزکش» (۱۳۷۹) در رساله دکتری خود با عنوان «کیفیت هم‌سازی فضا در معماری

معاصر»، هدف اصلی یک سازه مشخص نمودن یک فضا در غالب محصور آن است که مفهوم فضای معماری در رابطه با سازه قرار می‌گیرد، فضای مفروز (تحدید) شده، محصور مشخص تعریف می‌شود (زرکش، ۱۳۷۹: ۱۵۷).

در سال ۲۰۰۰ م. «تسنیمی» و همکاران، ضوابط موجود در فصل سوم آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش که در دو شاخه آزمایشگاهی و تئوری صورت پذیرفت، دو ساختمان آجری دو طبقه غیرمسلح و کلافبندی شده در مقیاس ۱:۲ و بر مبنای توصیه‌های آیین‌نامه ساخته شد. این ساختمان‌ها تحت بار ثقلی ثابت و بار جانبی رفت و برگشتی آزمایش شدند. به موازات کار آزمایشگاهی صورت گرفته، مدل‌سازی کامپیوتری این ساختمان‌ها با استفاده از نرم‌افزار ANSYS انجام شد و نهایتاً تحلیل دقیقی بر روی نتایج آزمایشگاهی و آنالیز کامپیوتری صورت گرفت (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۷).

«فولر مور» در کتاب درک رفتار سازه‌ها چاپ پنجم که توسط «گلابچی» ترجمه گردیده است در قسمتی از این کتاب سازه و معماری را جدانشدنی دانسته و آن را چه در یک سرپناهی ساده و چه در یک فضای محصور برای عبادت یا تجارت... باشد. در هر صورت ساختمان از مصالح تشکیل شده است و باید در برابر نیروهای طبیعی مانند: وزن، باد، آتش و زلزله مقاوم و پایدار باشد (مور، ۱۳۸۶).

«کتایون تقی‌زاده» (۱۳۸۷) در پژوهشی تحت عنوان «طراحی عملکردی در مهندسی سازه و تأثیر آن بر طراحی» استفاده می‌کند؛ عوامل زیباشناسی و فرم معماری مؤثر در طراحی سازه‌ای و تأثیر عوامل سازه‌ای بر عملکرد معماری پرداخته است. (تقی‌زاده، ۱۳۸۷).

«بقایی» (۱۳۸۸) پژوهشی در نقش سازه در مورد ساختار زیباشناسی معماری معاصر انجام شده که پیوند بین فرم و سازه تندیس خاصی را پدید می‌آورد که حاصل خلاقیت در سازه، فرم و فناوری‌های ویژه‌ای در ساخت است (بقایی، ۱۳۸۸). «هاشمی» و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهش با انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی، علاوه بر بررسی تأثیر نحوه توزیع دیوارهای سازه‌ای بر رفتار لرزه‌ای ساختمان و کفایت ضابطه حداقل مقدار دیوار نسبی، پرداخته که اثر پیش دیافراگم سقف بر توزیع نیروی جانبی بین دیوارهای سازه‌ای در ساختمان با پلان نامتقارن مورد مطالعه قرار گرفته است (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۹).

«اسلامی» و «هدفی» (۱۳۹۰)، در پژوهشی به درآمدی بر جایگاه سازه در تبیین معماری و ضرورت آن در عینیت‌دهی به کالبد معماری انجام گرفته که نتیجه و پردازش آن به تعامل و تبیین ارتباط میان معماری و سازه را روشن ساخته و خواستار زمینه‌های مطالعاتی غنی‌تر در بستر معماری به نقش ارتباطی سازه در معماری و فضای ساختاری بنا از منظر مدل «بکس» (۱۹۷۶) قرار گرفت است (اسلامی و هدفی، ۱۳۹۰: ۴) و هم‌چنین «کبیر صابر» (۱۳۹۰) در رساله دکتری با عنوان «درآمدی بر اصول بازشناسی پایداری سازه‌ای در معماری ایران» پژوهشی انجام گرفته به پایداری سازه‌ای در معماری ایرانی و اصول ساخت در معماری ایرانی در وادی معماری ایرانی پرداخته است که نتیجه آن شناخت نحوه تکوین مؤلفه پایداری سازه در اندیشه

طراحی معماران ایران و پایداری سازی در معماری ایرانی، مرکز تلاقی دو جریان فنی و فرهنگ سنتی ایران، درواقع مجموعه تأثیرات محیط، رویدادهای تاریخی و پیشرفت‌های دانشی فنی فرهنگی در نحوه شکل‌گرفتن مقاومت فیزیکی و ایستایی آثار معماری سنتی پرداخته است (کبیر صابر، ۱۳۹۰).

هم‌چنین در پژوهشی «عالمی» و همکاران (۱۳۹۵) درخصوص سازه، فرم و معماری انجام‌گرفته که حاصل آن رسیدن به فرآیند منطقی و ایده‌آل طراحی فرم در بستر معماری با توجه به مفاهیم پیچیده سازه‌ای است (عالمی، ۱۳۹۵).

پژوهشی دیگر به‌منظور بررسی اثر ظرفیت جابه‌جایی دیوارهای برشی بنایی تاریخی ایرانی و تأثیر وجود پارامترهایی نظیر قیودات جانبی، هندسه و ابعاد، و مقدار پیش‌فشار اعمالی بر ظرفیت جابه‌جایی آن‌ها توسط «قمری» و همکاران (۱۴۰۰) انجام شده است. یکی از ابزارهای اولیه، جهت مقایسه کارآمد برای بهبود عملکرد این نوع ساختمان‌ها تحت نیروهای جانبی برشی، بررسی ظرفیت جابه‌جایی آن‌ها می‌باشد (قمری و همکاران، ۱۴۰۰).

در خارج از ایران، در قرن ۲۱ م. با طرح گفت‌وگوهایی بین دو متخصص سازه و معماری می‌پردازد، و زمینه تعامل آن‌ها را در شکل‌گیری فرم از میان راه‌حل‌های سازه‌ای مورد مطالعه قرار می‌دهد. (Wacław Zalewski & Boston Structures Group, 2010: 15). «پیریه» و «چارلسون» (۲۰۰۹) در یافته‌ها نشان می‌دهند که اگرچه تضاد و درواقع فرهنگ کلی احترام بین حرفه‌ها وجود ندارد، اما فضای زیادی برای بهبود کیفیت همکاری وجود دارد. دغدغه‌های اصلی مهندسان سازه بر موارد پیش‌رو متمرکز است؛ عدم درک سازه توسط معماران، معمارانی که برای راه‌حل‌های سازه‌ای بهینه خیلی دیر به دنبال مشاوره ساختاری هستند؛ و نیاز معماران به‌طورکلی برای بهبود تمرکز بر همکاری ازسوی دیگر، معماران از فقدان نوآوری و مشارکت مهندسان با ایده‌های طراحی معماری ناامید هستند (2009: 99 Charleson & Pirie).

«گودوین» (۲۰۱۱) درمورد پژوهشی در بررسی میزان استفاده از اصول پایداری در حفاظت، مرمت و اقتباس از بناهای تاریخی در انگلستان انجام شده است که در نتیجه نشان می‌دهد که ساختمان‌های سنتی نمونه‌هایی از پایداری هستند و چگونه می‌توان آن‌ها را بدون آسیب رساندن به شخصیت آن‌ها پایدارتر ساخت (Godwin, 2011: 12).

«لین» و «هانگ» در کتاب طراحی تطبیقی سازه‌ها که در سال ۲۰۱۶ م. به چاپ رسید، مفاهیم و روش‌ها طراحی تطبیقی را به‌عنوان رویکردی برای طراحی مفهومی سازه‌ها ارائه می‌کنند. در درجه اول با تمرکز بر عملکرد معقول سازه، توسعه پایدار و زیبایی‌شناسی معماری، مطالعات دقیق عملکرد سازه را از طریق ترکیب و تجزیه این عناصر برای انواع سازه‌ها، مانند: ساختمان‌های بلند، گذرگاه‌های بلند و سازه‌های فضایی ارائه می‌کند. بخش آخر کتاب به مبانی نظری و اجرای عملی مهندسی دانش در طراحی سازه می‌پردازد و یک روش استدلال فازی مبتنی بر مورد برای نشان دادن مفهوم و روش طراحی هوشمند معرفی شده است (Lin & Huang, 2016: 396).

معماری سنتی دوره پهلوی

منظور از «معماری سنتی» این است که هنوز تحت تأثیر نحلّه معماری غرب‌گرا قرار نگرفته است؛ با این‌که تغییر و تحولاتی را در طول زمان از سر گذرانده، تا اوایل قرن حاضر در قالب اصول کلی حاکم بر معماری گذشته ایران به حیات خود ادامه داده است. معماری دوران پهلوی در دوره اول در دوره نسبتاً کوتاه بیست‌ساله‌اش از تعدد سبکی در معماری برخوردار است. از یک طرف نگرش گذر و دوری از تفکر سنتی و یا مذهبی، از طرف دیگر بازیابی و احیای دوره اقتدار باستانی و از جانب دیگر نگرش نوآوری و طلب کردن پدیده‌های غربی و خارجی، سه دیدگاه فکری بود که متعاقب آن سه نگرش سبکی در معماری این دوره حاصل نمود (کیانی، ۱۳۹۲: ۱۹). این الگو حدوداً از اواخر دوره قاجار آغاز و تا دهه چهل به طول انجامید. الگوبرداری از معماری غرب در ساخت منازل نمایندگان خارجی، اعیان و اشراف در این دوره رایج گردید. این نوع معماری، برون‌گرا بوده؛ به‌طوری‌که بدنه خارجی بناها، جدار شهری را می‌ساختند و برخلاف معماری سنتی در بافت پنهان نمی‌ماند.

در دوره پهلوی، اگرچه الگوی غالب پر و خالی مسکن ایرانی از درون‌گرا به برون‌گرا تبدیل شده است و ارزش معنوی حیاط، امنیت، حریمیت، تقدس و بارمعنایی و کارکرد اقلیمی آن کاملاً از دست رفت، اما هنوز کارکرد فیزیکی حیاط کمابیش به‌صورت تضعیف شده وجود داشت. اکثر ساختمان‌های محله، یک یا دو طبقه بودند؛ بنابراین می‌توان گفت که تقریباً اشرافی به داخل حیاط‌های برون‌گرا از سمت همسایگان وجود نداشت (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۲). در معماری معاصر، به‌عنوان منبعی برای ارجاع معماران، البته در بررسی آثار به تقلید مستقیم گذشته این معماران باید در نظر داشت که آن‌ها صرفاً توجه نداشته‌اند، بلکه کار آن‌ها بیشتر جنبه خودشناسی و استقبال از (مدرن) و آینده داشت؛ نوعی تظاهر به احیای گذشته در قالبی کاملاً گروهی. این معماران از اشکال و عناصر معماری دوران اسلامی ایران به‌صورت مستقیم در کالبد بناهایشان استفاده می‌کردند. در زمینه معماری معاصر ایران، تلاش‌های ارزنده‌ای انجام گرفته، که در قالب برخی کتب و مقالات منتشر شده و همگی دارای اهمیت علمی می‌باشند. قابل ذکر است برخی از نشریات معماری نیز در چندین شماره خود به‌صورت ویژه به معماری معاصر ایران پرداخته‌اند. در ساختار فضایی الگوی درون‌گرا-برون‌گرا ارتباط «درون» و «بیرون» چگونگی ارتباط فضاهای خارجی مثل «کوچه و گذر» و فضای داخلی مانند: حیاط‌های بیرونی و درونی، هم‌چنین سیرکلاسیون داخلی بنا به‌صورت افقی و عمودی در معماری کهن کرمانشاه بسیار سنجیده و فکر شده می‌باشد. «سلسله‌مراتب» و «توالی» در این‌گونه معماری کاملاً رعایت شده است (برومند سرخابی، ۱۳۸۸: ۲۴۹). در دوره پهلوی اول، حضور آجرکاری نسبت به مصالح دیگر بیشتر نمایان است و در نمونه‌های مختلف، ترکیبات آشنا و بعضاً منحصربه‌فرد در تزئینات آجری دیده می‌شود؛ هم‌چنین در بسیاری از طرح‌ها، ترکیبات مختلف با مصالح دیگر (حتی سیمانی) و نیز هم‌نشینی در کنار هم قرار گرفته‌اند (کیانی، ۱۳۹۲: ۲۲). مصالح به‌کار رفته در بناهای کهن کرمانشاه متناسب با روند تحولات معماری شهر کرمانشاه، تغییرات و دگرگونی‌هایی

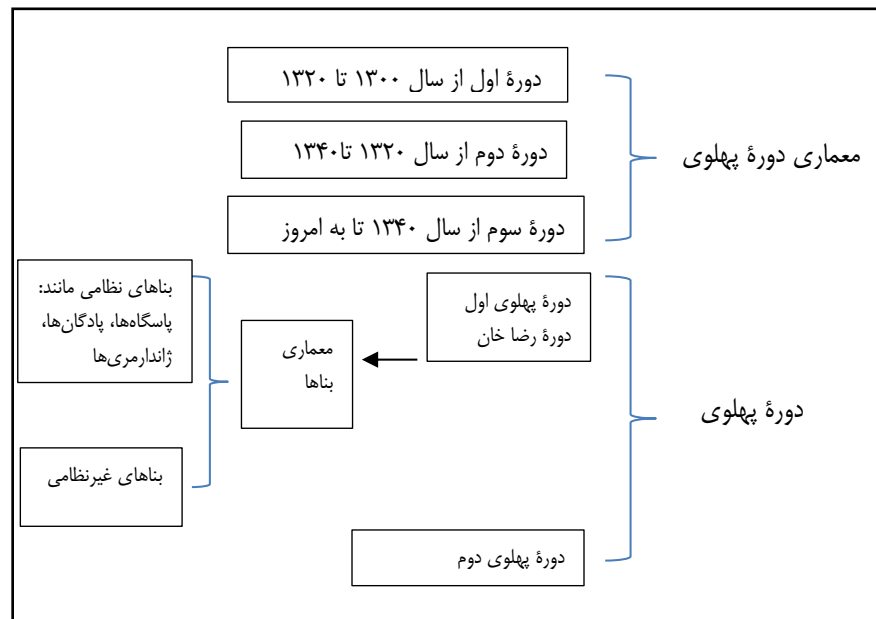
جدول ۱: پیشینه پژوهش (نگارندگان، ۱۳۹۹). ▼

Tab. 1: Maximum research (Authors, 2020).

ردیف	عنوان:	پدیدآورندگان	حوزه: نکات مهم در نتیجه‌گیری
۱	رابطه معنا، زیبایی، شکل و سازه در معماری دوران اسلامی	مقاله: مهدی حجاری و فاطمه مهدی‌زادسراج	معماری هندسه سازه نتیجه: ۱- شکل‌گیری کیفیات نهفته در معماری اسلامی ۲- الگوریتمی جهت طی فرآیند طراحی معماری برای دنیای معاصر پیشنهاد گردیده
۲	انشاء معیارهای نوسازی ویژه در بافت تاریخی از خلال تجارت مرمت شهری بر مبنای اصول مرمت نمونه موردی شهر اصفهان	رساله دکتری: نسیم جعفری	تحلیل نوسازی‌های برتر از منظر مرمت و فضای عمومی وقواعد نوسازی در بافت دست‌یافته با مدیریت فرآیند نوسازی با احتیاط معاصر سازی نائل گردیده است.
۳	امکان‌سنجی کاربرست هندسه به کار رفته در تجارب معماری اسلامی در معماری امروز ایران در جهت تعامل فرم و سازه	رساله دکتری: مریم زند وکیلی	چگونگی به‌کارگیری هندسه در جهت تعامل میان فرم و سازه نتیجه: ۱- میان امکان‌پذیری ویژگی‌های هندسی شامل فرم‌ها، مفاهیم، راهکارها و اشکال هندسی متفاوت. ۲- بررسی نقاط قوت و ضعف در به‌کارگیری ویژگی‌های هندسی معماری گذشته در تجرب معماری امروز ایران با ارائه راهکارهای حاصل کشف بخشی از دانش هندسه در معماری گذشته است که می‌تواند در معماری امروز ایران به کار برده شود.
۴	نقش هم‌سازی سازه و معماری در ارتقاء کیفیت فضایی محیط شهری	پایان‌نامه ارشد: سمیرا نوحی	دیدگاه ادراکی-ذهنی، ایجاد فضایی با خصوصیت حس مکان است که بستری مناسب برای ایجاد تداعیات ذهنی و خاطرات‌گزینی برای شهروندان است. نتیجه: تأثیرات کالبدی و معنایی به‌کارگیری سازه در طراحی فضای شهری در قالب طراحی نشانه شهری با خصوصیات کالبدی-فعالیتی
۵	سازه در معماری	کتاب: ماریو سالوادوری ترجمه محمود گلابچی	ارتباط معمار و مهندس سازه و لزوم کسب دانش مهندسی برای معمار
۶	تبیین هم‌سازی سازه و فضا در بناهای شاخص معماری با رویکرد عملکردگرایی	پایان‌نامه عبدالله محمدی	هم‌سازی سازه و فضا چه‌طور می‌تواند در تأمین بهینه عملکردهایی که در بناهای شاخص معماری معاصر نتیجه: هم‌سازی سازه و فضا و عملکرد با یک‌دیگر ارتباط و عملکردگرایی در معماری رابطه مستقیم داشته. ۲- تأمین بهینه عملکردهای معماری در طراحی به بهبود کیفیت هم‌سازی سازه و فضای معماری
۷	بررسی عملکرد برش تیرهای آجری غیر مسلح تحت بارهای یکنواخت	پایان‌نامه کارشناسی ارشد: حسان الیاسی	رفتار برشی تیرهای آجری را تحت بارهای یکنواخت مورد بررسی قرار گرفته نتیجه: استفاده از مدل ساده نرم‌افزار آباکوس موارد به‌دست آمده از تست‌های فشاری برای تعیین مقاومت فشاری و مقایسه تحلیلی و آزمایشگاهی
۸	بررسی تأثیر هماهنگی شکلی سازه و معماری خانه امامزاده ابراهیم بر مقاومت لرزه‌ای آن	مقاله شاهین چرخ‌تاب‌مقدم و سید باقر حسینی	بررسی معماری خانه از انواع کاربری‌ها، نحوه تفکیک فضاها، شفافیت و نظم و در ادامه سازه (ستون) به کار رفته در خانه‌ها پرداخته است.
۹	آنالیز سازه‌ای مناره‌های تاریخی آجری ایرانی	مقاله مهرداد حجاری، سید محمد مویدیان و مریم داعی	آنالیز دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی براساس ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ استفاده شده است. نتیجه: آنالیز حرارتی نشان‌داد که مناره‌ها در شرایطی که در اختلاف دمای داخل و خارج آن‌ها از مقدار مشخص بیشتر شود، شکست می‌شوند.
۱۰	آنالیز لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی-آجری با در نظر گرفتن اندرکش دینامیکی خاک و سازه	پایان‌نامه مهرداد حجاری	چگونگی و نتایج حاصل از تحلیل روند المان‌بندی و مدل‌سازه‌های بنایی-آجری در هنگام وقوع زلزله

► نمودار ۱: دوره‌بندی معماری دوره پهلوی
نمودار ۳ فعالیت معماری دوره پهلوی از سال
۱۳۰۰ تا ۱۳۴۰ (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Graph. 1: The architecture of the Pahlavi period (1920-1941), (Author's, 2020).



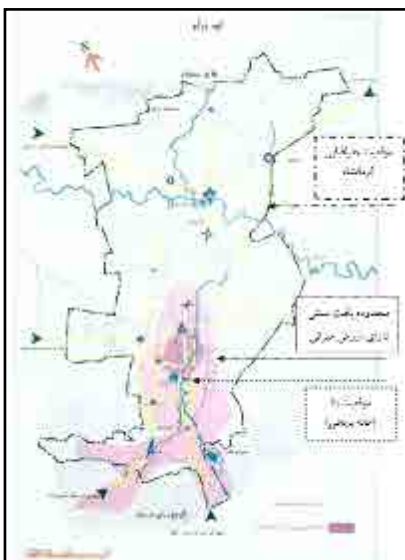
را پشت سر گذرانده است. در ابتدای این دوره مصالح سازه ساختمان‌ها آجر و چوب بوده. دیوار باربر و الوار چوبی در ستون و سقف به کار می‌رفته است. هم‌زمان با ورود الگوی‌های فرهنگی به‌کارگیری سنگ و ورق فلزی در پوشش سقف رواج پیدا می‌کند. در سقف‌های متأخرتر تکنیک ساخت به صورت دو پوسته بود. پوسته داخلی، مسطح از تیر چوبی و پوسته بیرونی آن به صورت فلزی اجرا می‌شد. در نمونه‌ای بررسی شده تیر چوبی به کار رفته در سقف طبقات اول از سطح دیوار نما، بیرون زده که به صورت بالکن از آن استفاده شده است. مصالح به کار رفته در نمای بناهای قدیمی شهر کرمانشاه، اکثراً از نوع آجرهای «تراش دار» و «مهری» می‌باشد (برومندسرخابی، ۱۳۸۸: ۲۶۱).

معماری مورد مطالعه

- خانه برنجی

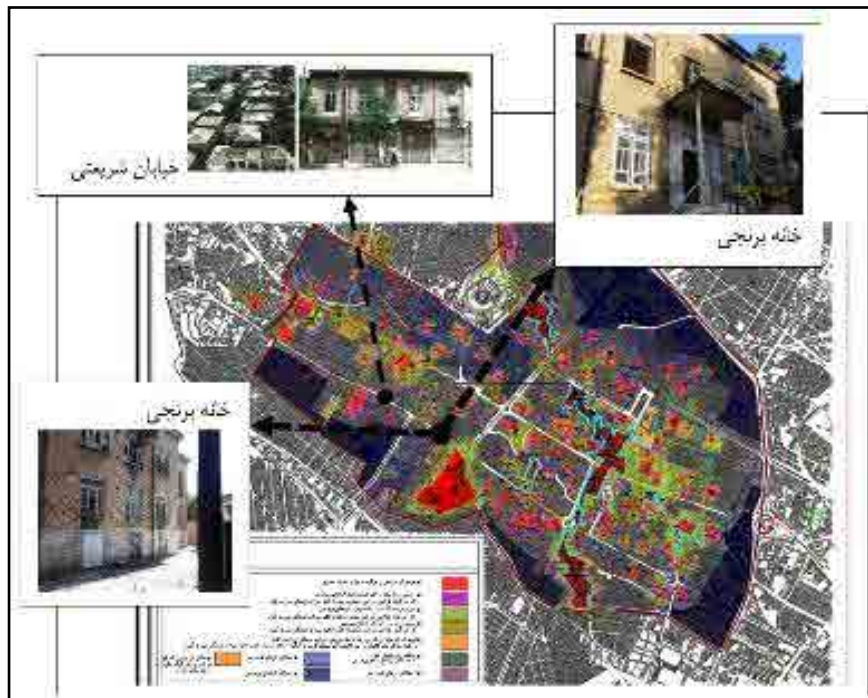
موقعیت مکانی این بنا واقع در شهر کرمانشاه، خیابان شریعتی است. خیابان شریعتی از میدان غدیر (شهناز سابق) آغاز شده و به سمت سه راه یغما و سه راه شریعتی تا میدان لشکر امتداد می‌یابد. خیابان شریعتی از خیابان‌های اصلی در بافت قدیم کرمانشاه است. که به طول ۱۷۵۰ متر در جهت شمالی شرقی- جنوب غربی منطقه چهار شهرداری کرمانشاه کشیده شده است. ساختمان مذکور در ضلع جنوب غربی و در نزدیکی کنسول‌گری سابق سفارت انگلستان (شهرداری مرکزی کرمانشاه) در ابتدای خیابان شریعتی که نبش کوچه‌ای به همین نام (کوچه برنجی) بنا شده است. این بنا در محدوده بافت سنتی دارای ارزش میراثی است.

این ساختمان با استناد به مدارک کتابخانه‌ای و بررسی‌های به عمل آمده و مصاحبه انجام گرفته با مالک آن در بنای ساخته شده دوره پهلوی اول بوده و نقشه



▲ تصویر ۱: موقعیت جغرافیایی و محدوده بافت تاریخی استان کرمانشاه (آرشیو میراث فرهنگی و گردشگری).

Fig. 1: The location of the building in the context Kermanshah city (Archives of cultural heritage)

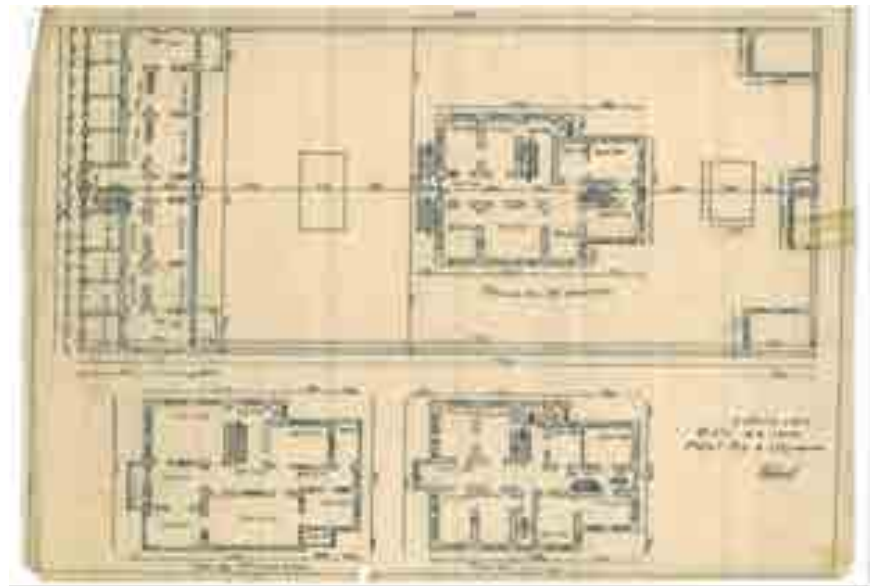


تصویر ۲: موقعیت بنا در بافت (آرشیو میراث فرهنگی و گردشگری؛ نگارندگان، ۱۳۹۹).
Fig. 2: The location of the building in the context (Archives of cultural heritage; Authors, 2020).

آن به صورت تجربی در سه طبقه آجری طراحی و اجرا گردیده است. دارای سه طبقه که طبقه هم‌کف آن در کد ارتفاعی ۴۶- سانتی‌متر نسبت به کف حیاط و ارتفاع مفید تا زیر سقف ۲٫۶۰+ سانتی‌متر برای کاربری اقامت خدمه و آشپزخانه بوده و طبقه اول در ارتفاع ۲ متری از کف حیاط و دارای ارتفاع مفید ۳٫۷۰ سانتی‌متر جهت استفاد صاحبخانه و دارای کاربری مسکونی بوده و طبقه دوم دارای ارتفاع مفید ۳٫۷۰ سانتی‌متر تا زیر سقف می‌باشد که به عنوان شاه‌نشین جهت ارائه خدمات به میهمانان بوده است. بعد از ساخت آن و نقشه باز ترسیم شده در سال ۱۹۳۷ م. که از آرشیو میراث فرهنگی به دست آمده (تصویر ۱) شکل ساختمان به صورت برون‌گرا است. تغییرات این بنا بعد از تطابق آن با نقشه مرقوم‌الذکر دچار تغییر کاربری‌های متفاوت از قبیل: پاسگاه نظامی (کلانتری ژاندارمری) و در زمان جنگ تحمیلی به صورت اجاره‌ای در تملک آموزش و پرورش قرار گرفته که به صوت مدرسه ابتدای مورد استفاده و به‌بررداری قرار گرفته و بعد از اتمام اجاره آن بنای مذکور بلا استفاده مانده است که در این مدت حذفیات و الحاقیاتی نسبت به نقشه اولیه به بنا اعمال گردیده است (تصویر ۶).

- بررسی و تجزیه تحلیل ساختمان برنجی

خانه‌های این منطقه به صورت برون‌گرا ساخته می‌شود. این بنا دارای یک حیاط بوده که دسترسی به طبقات از طریق دو بازوی پله دسترسی از طرفین و در مرکز راستای عرضی ساختمان قرار گرفته است که طرح اصلی آن، ساختار و تحلیل فضایی آن به صورت الحاق و حذف، تقارن و تعادل، سیرکلاسیون ارتباطی، سلسله‌مراتب فضایی، عناصر تکرار و مجرد، هندسه، جزء و کل، نشان داده شده است (تصویر ۵).



► تصویر ۳: باز ترسیم‌شده خانهٔ برنجی در سال ۱۹۳۷ (آرشیو میراث فرهنگی).

Fig. 3: Redrawing the plan of the berenji house (Archives of cultural heritage).

► تصویر ۴: فضای بیرونی از داخل حیاط بنا برنجی که بصورت برون‌گرا (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 4: The exterior space from inside the courtyard of the bernji building, which is extroverted (Authors, 2020).



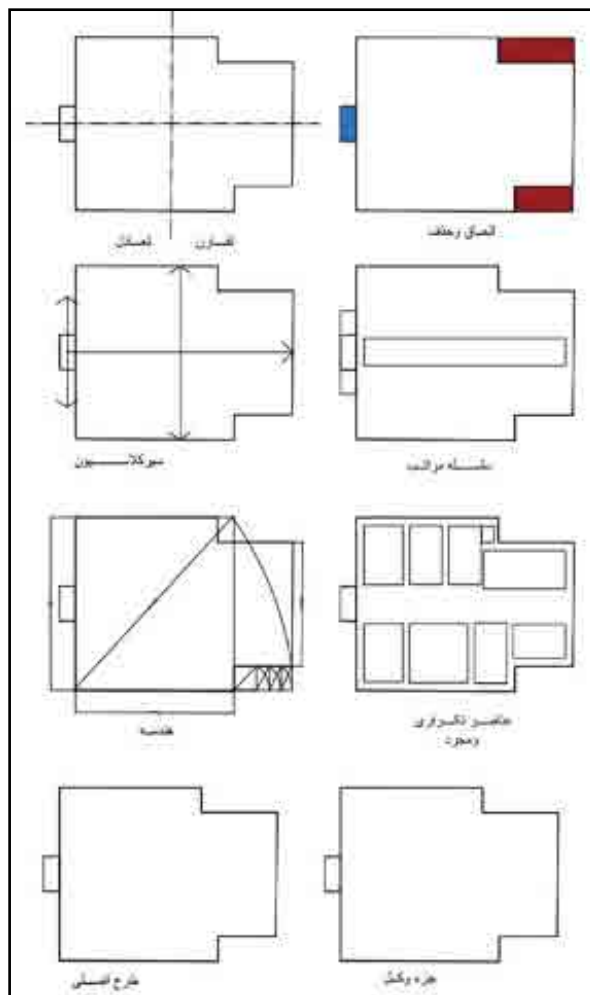
«فضاهای برون‌گرای یک سویه؛ نوعی از ساختمان‌ها هستند که نورگیری، تهویه و دسترسی به فضاهای داخلی‌شان از طریق فضای باز پیرامونی واقع در بیرون آن‌ها صورت می‌گیرد. پنجره‌ها، درها و روزنه‌های‌شان به سمت بیرون سازمان‌یافته‌اند. این‌گونه از ساختمان‌ها به شکل‌های متنوعی طراحی و ساخته می‌شده‌اند (سلطان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰: ۸)، (تصویر ۴).

تحلیل یافته‌ها

- نشریهٔ ۳۶۰

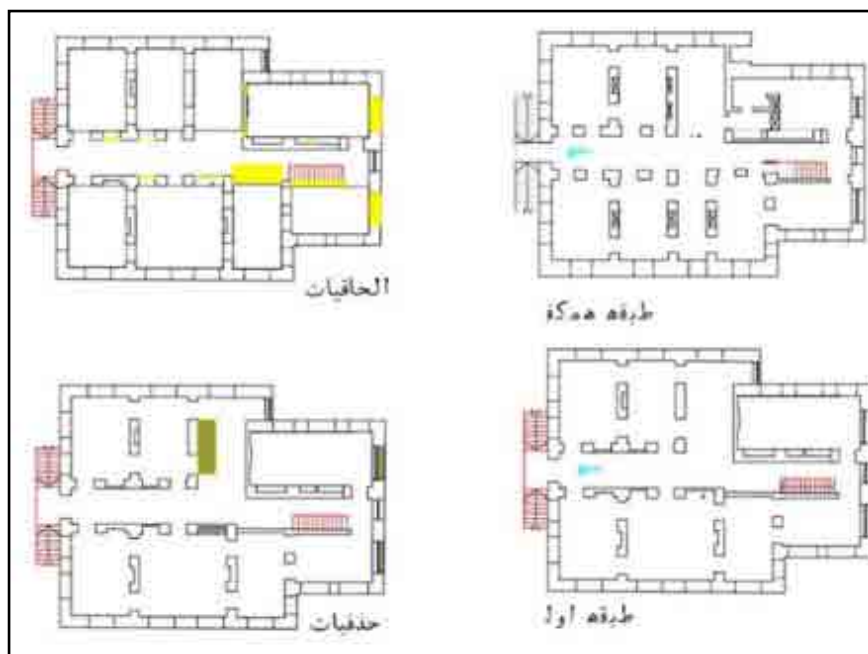
آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر زلزله در سراسر جهان تأیید شده است با نمونه‌های زیادی از آسیب‌های لرزه‌ای در چین، هند، آمریکای لاتین و اروپا و هم‌چنین ایالات متحده توجه زیادی به این امر معطوف شده است. موضوع در سراسر جهان از دیدگاه اجتماعی و مهندسی در نتیجه، مقدار قابل توجهی از کار توسعه برای ارزیابی مختلف انجام شده است. روش‌های ارزیابی و روش‌های احتمالی مقاوم‌سازی را چالش‌های اصلی در مقاوم‌سازی لرزه‌ای معمولاً به درک این موضوع نسبت داده می‌شود (Mardani et al., 2019).

دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود معاونت نظارت راهبردی امور نظام فنی که نشریهٔ شمارهٔ ۳۶۰ نامیده می‌شود؛ به استناد مادهٔ ۲۳ قانون



تصویر ۵: تجزیه و تحلیل بنای برنجی
(نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 5: Analysis of berenji construction
(Authors, 2020).



تصویر ۶: تغییرات فضایی ساختمان برنجی
(نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 6: Spatial changes of brass building
(Authors, 2020).

جدول ۲: مقادیر مشخصه آجر و ملات (نشریه ۳۶۰۰).
Tab. 2: Characteristic values of bricks and mortar (3600 edition).

تخمین مقادیر کرانه پایین مشخصات آجر (MPa)			
Fub مقاومت کششی آجر	Ftb مقاومت کششی آجر	Eb مدول ارتجاعی آجر در فشار	Fb مقاومت فشاری آجر
۲/۵ تا ۶/۵	۰/۲۳ تا ۰/۵۰	۸۸۰۰ تا ۲۴۰۰	۱۳ تا ۶
حدود مقاومت مشخصه ملات ۲۸ روزه (MPa)			
ضعیف	متوسط	خوب	نوع ملات
۱	۱	۱	نسبت حجمی سیمان پر تلند یا سرباره
بیشتر از ۱/۲۵ تا ۲/۵	بیشتر از ۰/۵ تا ۱/۲۵	بیشتر از ۰/۲۵ تا ۰/۵۰	نسبت حجمی آهک آبدیده، یا شکفته
۲/۵	12<	۱۷/۰	مقاومت فشاری متوسط ۲۸ روزه (MPa)

برنامه و بودجه و مواد ۶ و ۷ آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور - استاندارد فنی شماره ۳۶۰ امور نظام فنی - با عنوان «دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود تجدید نظر اول» از نوع گروه اول ابلاغ شد. بر این اساس و با توجه به اهمیت موضوع، معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور بر آن شد که زمینه تدوین دستورالعمل ملی جهت بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود را فراهم نماید. پس از بررسی‌های اولیه این مهم در سال ۱۳۷۹ به پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله واگذار شد. در خرداد سال ۱۳۸۱ این دستورالعمل آماده و منتشر شد و در طرح‌های مقاوم‌سازی توسط مهندسان مشاور به کار گرفته شد. در سال‌های ۸۴ و ۸۵ دستورالعمل در قالب گروه‌های کاری و کمیته عالی متشکل از گروه تهیه‌کننده دستورالعمل، مهندسان مشاور مسئول در طرح‌های مقاوم‌سازی، گروه هدایت فنی مدیر طرح‌های مقاوم‌سازی و متخصصان صاحب‌نام زلزله کشور، مورد بازنگری قرار گرفت و در مجموعه حاضر نقطه‌نظرات تمامی متخصصان و مهندسان مشاور اعمال شده است. چارچوب پیش‌نویس اولیه دستورالعمل، براساس گزارش‌های FEMA به خصوص FEMA 274, FEMA 356, 273 و FEMA 357 قرار داشت. گروه‌های تخصصی، از منابع دیگر به‌ویژه آیین‌نامه‌های ۲۸۰۰، آیین‌نامه بتن ایران (آبا)، مقررات ملی ساختمانی ایران، گزارش‌های ATC، گزارش‌های NEHRP، گزارش‌های SAC و گزارش‌های Services Tri نیز استفاده نمودند.

نتیجه کار، دستورالعملی است که روال ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌ها را برای سطوح مختلف عملکرد ارائه نموده است. درمورد بسیاری از اجزای سازه‌ای و

غیرسازه‌ای خاص ایران معیارهای پذیرش و بهسازی مناسب عرضه شده و روش‌های جمع‌آوری اطلاعات، سازگاری‌های لازم را با شرایط کشور یافته است (امین‌فر، ۱۳۸۵). در نتیجه یافته‌ها با تمرکز بر اتصالات و جزئیات در پی، هر طبقه و سقف به عنوان مهم‌ترین اجزای سازه در دیوار خارجی از طریق کتاب فنی معماری مربوط به سازه آجری که در اوایل قرن ۲۰ م. منتشر شده بود و با بررسی میدانی موجود جزئیات زیر پیش‌رو شناسایی می‌توان کرد؛ از مهم‌ترین دغدغه‌های دیوار خارجی در سطح زمین می‌توان به تشکیل شالوده و دیوار باربر برای مقاومت در برابر فشار جانبی زمین در زیرزمین‌ها و نصب کورس‌های ضد رطوبت برای جلوگیری از نم از سطح زمین اشاره کرد (Park et al., 2011: 44).

- دیوار نسبی

در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان مقدار دیوار نسبی موردنیاز باید براساس محاسبات پایداری تعیین گردد، ولی این مقدار نباید در هر طبقه از مقادیر مندرج در جدول ۳ کمتر باشد (وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۹۲: ۵۰).

نحوه محوربندی دیوارها در راستای محور x و محور y برای مشخص کردن دیوارهای نسبی با توجه به ضخامت دیوارها طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ و نشریه ۳۶۰ که ملاک محاسبات دیوار نسبی در هر طبقه در ساختمان برنجی می‌باشد.

براساس محاسبات دیوار نسبی در این بنا در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان مقدار دیوار نسبی طبق (جدول ۳) آیین‌نامه ۲۸۰۰ محاسبات پایداری انجام گردید که نتیجه آن در طبقه هم‌کف در هر دو راستای محور x و محور y درصد قابل قبولی به دست آمد است؛ ولی این مقدار در طبقه اول در راستای محور y با توجه به جدول ذکر شده در طبقه اول کمتر می‌باشد.

به لحاظ انجام محاسبات دیوارنسبی در این بنا به دلیل جواب‌ندادن درصد دیوار نسبی طبقه اول در راستای محور y محاسبات بارهای ساختمانی در هر طبقه به صورت مجزا انجام گردید؛ بدین صورت که در دیوارهای که عرض آن بیشتر از بیست سانتی‌متر و ارتفاع موجود هر طبقه بنای برنجی، طبق آیین‌نامه ملاک محاسبات بوده است.

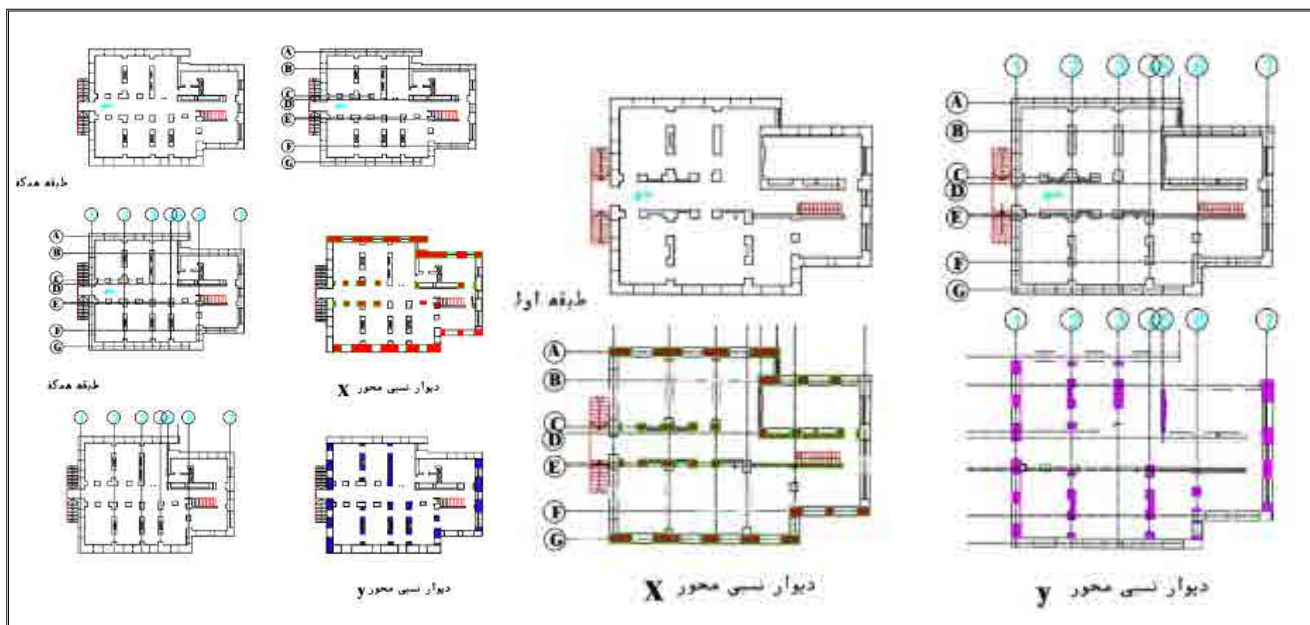
جدول فوق جهت ارائه نمونه مقاومت فشاری آجر و مقاومت مشخصه ملات مورد استفاده در ساختمان برنجی است که برای نشان دادن نقطه مماس بر تسلیم نمودار منحنی انجام گردیده است و مقادیر ذکر شده فوق طبق جدول ارائه شده در نشریه ۳۶۰ (جدول ۲) ملاک این پژوهش جهت استفاده در فرمولی که در (جدول ۶) ارائه شده و نتیجه محاسبات داده‌های دقیق دیوار باربر و درصد دیوار نسبی است.

بعد از محاسبات دیوار نسبی و انجام بار وزنی دیوار باربر طبق جدول محاسباتی، برابر آیین‌نامه ارجاعی (Akhavessy, 2013) نتایج مستخرج از فرمول فوق (جدول ۶) به صورت دقیق و کامل در محاسبات ساختمان برنجی استفاده گردیده است.

جدول ۳: حداقل مقدار دیوار سازه‌ای در هر امتداد ساختمان برای مناطق مختلف خطر نسبی (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Tab. 3: Minimum amount of structural wall in each building extension for various relative risk areas (Authors, 2020).

خطر نسبی مناطق						تعداد نوع طبقات	
خطر نسبی کم و متوسط			خطر نسبی زیاد و بسیار زیاد				
طبقه دوم	طبقه اول	زیر زمین	طبقه دوم	طبقه اول	زیر زمین		
—	۳٪	۵٪	—	۴٪	۶٪	یک طبقه	ساختمان آجری
۳٪	۵٪	۶٪	۴٪	۶٪	۸٪	دو طبقه	
—	۵٪	۸٪	—	۶٪	۱٪	یک طبقه	ساختمان با بلوک سیمانی
۵٪	۸٪	۹٪	۶٪	۱٪	۲۱٪	دو طبقه	
—	۴٪	۵٪	—	۵٪	۶٪	یک طبقه	ساختمان سنگی
۴٪	۴٪	۴٪	۴٪	۴٪	۴٪	دی طبقه	



▲ تصویر ۷: محاسبات دیوار نسبی ساختمان برنجی (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 7: Calculations of the relative wall of the berenji building (Authors, 2020).

نتیجه محاسبات

باتوجه به محاسبات بالا برحسب فرمول ارائه شده نتیجه به دخالت حداقلی در ساختار فضای ساختمان مذکور که دارای ارزش میراثی می‌باشد که با کم کردن ضخامت و سبک کردن سقف و مقاوم کردن چند دیوار در راستاهای عمودبرهم به‌وسیله بتن پاشیده دیوارها می‌شود، مقاوم‌سازی به‌سازی ساختمان را در مقابل نیروها زلزله را انجام داده است.

جدول ۴: مقادیر محاسبات دیوارنسیبی طبقات
(نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 4: Calculation values of the relative walls of the floors (Authors, 2020).

طبقه سقف	مساحت دیوار	توضیحات
محور Y	0.7695	
	1.0530	
	1.1988	
	1.1664	
	1.0692	
	1.6440	
	0.2076	
	0.9647	
	0.2682	
	0.2436	
	0.9172	
	0.2320	
	0.2196	
	2.1470	
	0.5525	
	0.9704	
	0.2580	
	0.6426	
	0.9524	
	0.2677	
	0.3965	
	0.9120	
	0.1817	
	0.9963	
	1.4823	
	1.2555	
	0.3483	
جمع ردیف	21.3170	
	0.0000	L
D= $\sum W/L \cdot B$		B
	7.7%	

طبقه اول	مساحت دیوار	توضیحات
	0.6650	
	0.6860	
	0.8960	
	0.7910	
	0.6550	
	0.7420	
	0.1800	
	1.0200	
	0.2520	
	0.1856	
	1.0746	
	0.1972	
	0.1695	
	1.3200	
	0.1740	
	0.6000	
	1.1294	
	0.1500	
	0.9185	
	0.3780	
	0.1200	
	0.1050	
	0.1500	
	1.3056	
	0.9187	
	0.9990	
	0.3956	
جمع ردیف	16.1777	
D= $\sum W/L \cdot B$		L
	5.9%	B

طبقه سقف	مساحت دیوار	توضیحات
محور X	1.6200	
	2.2194	
	1.9440	
	1.9764	
	3.6360	
	1.032	
	0.8332	
	0.1860	
	0.4200	
	0.7680	
	0.4140	
	0.4050	
	0.6700	
	0.2336	
	0.2301	
	0.4248	
	0.6548	
	0.5046	
	0.3202	
	0.0989	
	0.3150	
	0.4480	
	0.7210	
	1.1636	
	2.7364	
	2.2743	
	1.7041	
	1.7845	
جمع ردیف	1+88.831.0437	
D= $\sum W/L \cdot B$	20.9461	L
	7.6%	B

طبقه اول	مساحت دیوار	توضیحات
	1.2110	
	1.5932	
	1.4638	
	1.7090	
	0.0000	
	1.2024	
	0.6480	
	0.6264	
	0.1440	
	0.1620	
	0.3942	
	0.6048	
	0.4176	
	0.3990	
	3.1236	
	0.2336	
	0.2214	
	1.2802	
	0.4320	
	0.4140	
	2.0399	
	0.6790	
	0.4200	
	0.6860	
	1.2906	
	1.5688	
	1.0270	
	1.0807	
	1.0437	
جمع ردیف	20.1389	
D= $\sum W/L \cdot B$		L
	7.3%	B

جدول ۵: محاسبات مجموعه بارهای طبقات ساختمان برنجی (نگارندگان، ۱۳۹۹).
Tab. 5: Calculations of the set of loads of berenji building floors (Authors, 2020).

قبول	UBGS	رديف	طول	عرض	ارتفاع
	2.4605	1	0.95	0.7	3.7
	2.5382		0.98	0.7	
	3.3152		1.28	0.7	
	2.9267		1.13	0.7	
	2.4087	2	0.93	0.7	
	2.7454		1.06	0.7	
	0		0	0	
	0.666		0.3	0.6	
	1.332	3	0.6	0.6	
	1.11		1	0.3	
	1.332		0.6	0.6	
	0.94794		0.42	0.61	
	0.72224	4	0.32	0.58	
	1.60247		0.71	0.58	
	2.16672		0.96	0.34	
	1.30906		0.58	0.58	
	0.9028	5	0.4	0.58	
	0.6216		0.28	0.6	
	4.884		2.2	0.6	
	0.666		0.3	0.6	
	2.22	6	1	0.6	
	1.4208		0.64	0.6	
	1.998		0.9	0.35	
	1.3986		0.63	0.6	
	1.1322	7	0.51	0.6	
	1.8204		0.82	0.24	
	4.329		1.96	0.34	
	1.1544		1.3	0.24	
	0.56944	8	0.63	0.6	
	0.9435		0.34	0.75	
	0.565		0.2	0.75	
	4.64387		1.63	0.77	
	3.3744	9	1.2	0.76	
	3.661335		1.35	0.733	
	1.477336		0.56	0.713	
	65.346	مجموع بار در راستای محور Y			
	طبقه اول				

قبول	UBGS	رديف	طول	عرض	ارتفاع
	4.4807	A	1.73	0.7	3.7
	5.9311		2.29	0.7	
	5.3354		2.06	0.7	
	6.0088		2.32	0.7	
	4.44888	B	1.67	0.72	
	2.3976		0.9	0.72	
	2.31768		0.87	0.72	
	0.5328		0.2	0.72	
	3.53535	C	0.3	0.57	
	1.443		0.73	0.57	
	0.8658		1.12	0.57	
	0.81918		0.72	0.57	
	1.43856	D	0.7	0.57	
	2.23776		0.65	0.78	
	2.13786		1.87	0.35	
	1.43856		0.8	0.78	
	1.37862	E	2.73	0.35	
	7.60757		0.5	0.78	
	1.04081		0.3	0.78	
	0.6438		0.41	0.54	
	1.05154	F	0.72	0.54	
	1.90994		1.12	0.27	
	1.65242		1.07	0.54	
	1.5762		0.72	0.54	
	3.83616	G	0.69	0.54	
	3.996		7.09	0.29	
	2.5123		0.97	0.7	
	1.554		0.6	0.7	
	2.5382	H	0.98	0.7	
	4.9395		1.78	0.75	
	4.2735		1.54	0.75	
	1.5762		0.6	0.71	
	3.83616	I	1.44	0.72	
	3.996		1.5	0.72	
	3.91608		1.47	0.72	
	99.2	مجموع بار محور X در طبقه اول			

قبول	UBGS	رديف	طول	عرض	ارتفاع
	2.0007	1	0.95	0.81	2.6
	2.7378		1.3	0.81	
	3.11688		1.48	0.81	
	3.03264		1.44	0.81	
	3.46632	2	1.32	1.01	
	5.265		2.5	0.81	
	4.27518		2.03	0.81	
	0.53924		0.34	0.61	
	0.39468	3	0.66	0.23	
	0.494		0.95	0.2	
	0.96332		0.62	0.81	
	0.69784		0.44	0.61	
	1.5067	4	0.95	0.58	
	0.96746		0.61	0.58	
	1.57014		0.99	0.2	
	0.99918		0.63	0.58	
	0.6344	5	0.4	0.58	
	0.5642		0.35	0.62	
	0.99944		0.62	0.62	
	1.48304		0.92	0.35	
	1.01556	6	0.63	0.62	
	1.64424		1.02	0.35	
	0.7254		0.45	0.62	
	1.0764		0.6	0.69	
	1.44326	7	0.91	0.61	
	0.96746		0.61	0.61	
	1.60186		1.01	0.23	
	0.9516		0.6	0.61	
	0.68198	8	0.43	0.61	
	1.56364		0.97	0.62	
	0.3224		0.62	0.2	
	0.96332		0.62	0.61	
	0.68198	9	0.43	0.61	
	3.525808		3.082	0.44	
	0.1612		0.31	0.2	
	1.001		0.77	0.5	
	1.35876	10	0.67	0.78	
	1.0309		0.65	0.61	
	1.79218		1.13	0.61	
	0.36478		0.23	0.61	
	1.014	11	0.78	0.5	
	2.59038		1.23	0.81	
	3.85398		1.83	0.81	
	3.2643		1.55	0.81	
	0.90558	12	0.43	0.81	
	70.2501	مجموع بار در راستای محور Y			
	طبقه سقف				

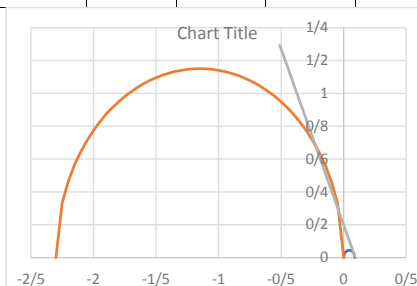
قبول	UBGS	رديف	طول	عرض	ارتفاع
	4.4807	A	1.73	0.7	3.7
	5.9311		2.29	0.7	
	5.3354		2.06	0.7	
	6.0088		2.32	0.7	
	4.44888	B	1.67	0.72	
	2.3976		0.9	0.72	
	2.31768		0.87	0.72	
	0.5328		0.2	0.72	
	0.6327	C	0.3	0.57	
	1.53957		0.73	0.57	
	2.36208		1.12	0.57	
	1.51848		0.72	0.57	
	1.4763	D	0.7	0.57	
	1.8759		0.65	0.78	
	2.42165		1.87	0.35	
	2.3088		0.8	0.78	
	3.53535	E	2.73	0.35	
	1.443		0.5	0.78	
	0.8658		0.3	0.78	
	0.81918		0.41	0.54	
	1.43856	F	0.72	0.54	
	1.11888		1.12	0.27	
	2.13786		1.07	0.54	
	1.43856		0.72	0.54	
	1.37862	G	0.69	0.54	
	2.5123		0.97	0.7	
	1.554		0.6	0.7	
	2.5382		0.98	0.7	
	4.9395	H	1.78	0.75	
	4.2735		1.54	0.75	
	1.5762		0.6	0.71	
	3.83616		1.44	0.72	
	3.996	I	1.5	0.72	
	3.91608		1.47	0.72	
	99.204	مجموع بار محور X در طبقه دود			
	طبقه دود				

قبول	UBGS	رديف	طول	عرض	ارتفاع
	4.212	A	2	0.81	2.6
	5.77044		2.74	0.81	
	5.0544		2.4	0.81	
	5.13864		2.44	0.81	
	4.30664	B	1.64	1.01	
	5.265		2.5	0.81	
	2.71674		1.29	0.81	
	2.9484		1.4	0.81	
	0.45448	B+1	0.76	0.23	
	0.3289		0.55	0.23	
	0.64584		1.08	0.23	
	0.4836	C	0.31	0.6	
	1.092		0.7	0.6	
	1.9968		1.28	0.6	
	1.0764		0.69	0.6	
	7.8312	D	5.02	0.6	
	0.468		0.3	0.6	
	0.6084		0.39	0.6	
	1.1232		0.72	0.6	
	1.7316	E	1.11	0.6	
	1.3572		0.87	0.6	
	1.1544		0.74	0.6	
	0.3588		0.23	0.6	
	1.6848	F	3.24	0.2	
	0.819		0.45	0.2	
	1.1648		0.64	0.7	
	1.8746		1.03	0.7	
	3.022656	G	1.12	1.038	
	7.124832		2.64	1.038	
	5.93736		2.2	1.038	
	4.480008		1.66	1.038	
	4.776876	H	1.77	1.038	
	87.01	مجموع بار محور X در طبقه سقف			

جدول ۶: مقامت نقطه تسلیم حداقل و حداکثر مقاومت فشار بار آجر (نگارندگان، ۱۳۹۹). ▼

Tab. 6: The authority of the yield point of the minimum and maximum pressure resistance of the brick load (Authors, 2020).

0	0	0	0	0.09	0.007284	0.2				
0.005	0.020616	-0.05	0.33541	0.08	0.028697	65				
0.01	0.028284	-0.1	0.469042	0.07	0.05011					
0.015	0.033541	-0.15	0.567891	0.06	0.071523					
0.02	0.037417	-0.2	0.648074	0.05	0.092935					
0.025	0.040311	-0.25	0.715891	0.04	0.114348					
0.03	0.042426	-0.3	0.774597	0.03	0.135761					
0.035	0.043875	-0.35	0.826136	0.02	0.157174					
0.04	0.044721	-0.4	0.87178	0.01	0.178587					
0.045	0.045	-0.45	0.912414	0	0.2					
0.05	0.044721	-0.5	0.948683	-0.01	0.221413					
0.055	0.043875	-0.55	0.981071	-0.02	0.242826					
0.06	0.042426	-0.6	1.00995	-0.03	0.264239					
0.065	0.040311	-0.65	1.035616	-0.04	0.285652					
0.07	0.037417	-0.7	1.058301	-0.05	0.307065					
0.075	0.033541	-0.75	1.078193	-0.06	0.328477					
0.08	0.028284	-0.8	1.095445	-0.07	0.34989					
0.085	0.020616	-0.85	1.11018	-0.08	0.371303					
0.09	0	-0.9	1.122497	-0.09	0.392716					
		-0.95	1.132475	-0.1	0.414129					
		-1	1.140175	-0.11	0.435542					
		-1.05	1.145644	-0.12	0.456955					
		-1.1	1.148913	-0.13	0.478368					
		-1.15	1.15	-0.14	0.499781					
		-1.2	1.148913	-0.15	0.521194					
		-1.25	1.145644	-0.16	0.542607					
		-1.3	1.140175	-0.17	0.564019					
		-1.35	1.132475	-0.18	0.585432					
		-1.4	1.122497	-0.19	0.606845					
		-1.45	1.11018	-0.2	0.628258					
		-1.5	1.095445	-0.21	0.649671					
		-1.55	1.078193	-0.22	0.671084					
		-1.6	1.058301	-0.23	0.692497					
		-1.65	1.035616	-0.24	0.71391					
		-1.7	1.00995	-0.25	0.735323					
		-1.75	0.981071	-0.26	0.756736					
		-1.8	0.948683	-0.27	0.778149					
		-1.85	0.912414	-0.28	0.799561					
		-1.9	0.87178	-0.29	0.820974					
		-1.95	0.826136	-0.3	0.842387					
		-2	0.774597	-0.31	0.8638					
		-2.05	0.715891	-0.32	0.885213					
		-2.1	0.648074	-0.33	0.906626					
		-2.15	0.567891	-0.34	0.928039					
		-2.2	0.469042	-0.35	0.949452					
		-2.25	0.33541	-0.36	0.970865					
		-2.3	0	-0.37	0.992278					
				-0.38	1.013691					
				-0.39	1.035103					
				-0.4	1.056516					
				-0.41	1.077929					
				-0.42	1.099342					
				-0.43	1.120755					
				-0.44	1.142168					
				-0.45	1.163581					
				-0.46	1.184994					
				-0.47	1.206407					
				-0.48	1.22782					
				-0.49	1.249232					
				-0.5	1.270645					
				-0.51	1.292058					



جدول ۷: منبع فرمول محاسبات دیوارهای باربر (Akhavessy, 2013).
Tab. 7: The source of the calculation formula for load-bearing walls (Akhavessy, 2013).

فرمول	مقادیر	واحد				
مقاومت چسبندگی	$c =$	-۰.۱۴	Mpa			
تنش سر بار روی دیوار	$f_a =$	-۰.۱۷-۵	Mpa	$f'_{ma} =$	۲.۳	Mpa
زویه اصطحاک	$\varphi =$	۲۸.۸	deg			
	$\tan \varphi =$	-۰.۵۴۹۸				
تنش برشی مقاومت مورد استفاده	$v_{ma} = \frac{0.75}{1.5} (c + f_a \tan \varphi)$	-۰.۱۲	Mpa			
طول دیوار	$a =$	۴۴۰۰	mm			
ضخامت دیوار	$b =$	۷۰۰	mm			
سطح مقطع دیوار	$A_n = a \times b$	۳۰۸۰۰۰۰	mm ²			
نیروی کل دیوار	$p_{ck} = f_a A_n$	۵۲۵۱۴۰	N			
طول دیوار به متر	$L =$	۴.۴	m			
ارتفاع دیوار به متر	$h_{eff} =$	۲.۸	m			
	$\frac{L}{h_{eff}} =$	۱.۵۷		$\beta =$	۱	
	$v_{bjs} = A_n v_{ma}$	۲۵۹۹۴۹	N		kN kN	
	$\alpha =$	-۰.۵				
	$v_r = 0.9 \alpha p_{ck} \left(\frac{L}{h_{eff}} \right)$	۳۷۱۳۴۹	N	۳۷۱.۳	kN	
	$v_{dt} = v_{ma} A_n \beta \sqrt{1 + \frac{f_a}{v_{ma}}}$	۵۶۴۴۳۵	N	۵۶۴.۴	kN	
	$v_{tc} = \alpha p_{ck} \left(\frac{L}{h_{eff}} \right) \left(1 - \frac{f_a}{0.7 f'_{me}} \right)$	۳۶۸۹۱۴	N	۳۶۸.۹	kN	

هم‌نشینی سازه و فضای معماری

عده‌ای از محققین تاریخ معماری هم‌چنین بعضی از مهندسين سازه چنين استدلال کرده‌اند؛ که توجه عمیق به سازه‌ای ساختمان به صورت غیرقابل اجتنابی منجر به زیبایی خواهد شد. بی‌شک یک سازه صحیح حتی عامی‌ترین افراد ناآشنا به معلومات معماری را متقاعد خواهد ساخت، ولی یک سازه نادرست غالباً به طور ناراحت‌کننده‌ای زشت و ناموزون جلوه می‌نماید؛ البته اثبات این‌که زیبایی ضرورتاً به سازه ساختمان بستگی دارد، مشکل خواهد بود. به آسانی می‌توان نشان داد که بعضی ساختمان‌ها با سازه نادرست، دوست‌داشتنی به نظر می‌رسند. حال آن‌که بعضی سازه‌های کاملاً صحیح از نقطه نظر زیبایی راضی‌کننده نیستند. شاید این

تصویر ۸: نقش ارتباطی سازه و معماری از دیدگاه معماران (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 8: The relational role of structure and architecture from the point of view of architects (Authors, 2020).

سازه	کارکرد	رشد فکری
استحکام	سودمندی	زیبایی
وایترویوس (۲۰۰۱: ۵۰)		
سازه	اجتماع	دانشگاه
فنی	کارکردی	زیباشناختی
زایر برنهم (۱۹۶۰)		
سازه	طرح	سیک
برنامه	بیان	
نورمن فاستر (۱۹۸۳)		
سازه	برنامه	بیان
رابرت ونتوری (۱۹۶۶)		

ساختار کاپون، ۱۳۸۸

ادعا معقول‌تر باشد که بگوییم درستی سازه بیشتر اوقات جزء لازمی از زیبایی ساختمان می‌باشد؛ اما به تنهایی برای تضمین زیبایی کافی نیست. بعضی معماران و مهندسين معاصر مانند: «فلیکس کاندلا» و «پیرلوتچی نیروی» چنان ملهم از احساس هنرمندانه می‌باشند، که تمامی ساختمان‌هایشان زیباست. بسیاری از معماران مدرن، زیبایی بنا را در ساختار آن می‌دیده‌اند؛ چنان‌که «میس وندرووه» (۱۹۰۰) اعتقاد داشت. شاهکار خلق معماری هنگام برپا ساختن اسکلت و ساختار بنا صورت می‌پذیرد که بعداً توسط اجزاء دیگر مخفی می‌گردد. برخی دیگر از اصول نظریه‌ای معماران که در آن به نقش ارتباطی معماری و سازه پرداخته‌اند را می‌توان (جدول ۸) ملاحظه نمود. در جدول ارائه شده، خانهٔ برنجی با ایدهٔ «وایترویوس» (۲۰۰ پ.م.) همسویی دارد (کاپون، ۱۳۸۸: ۲۵۷-۲۶۴).

- گونه‌شناسی

از نظر «جان لنگ»: «گونه‌شناسی، دسته‌بندی نمونه‌ها بر طبق عملکردی است که در خود جای می‌دهند. طرح‌های محیط و منظر، ساختمان‌ها و طرح‌های شهری می‌توانند بر طبق مقاصد مشترک یا ساختار و فرم دسته‌بندی شوند» (لنگ، ۱۳۸۱: ۶۹-۷۰)؛ هم‌چنین «سلطانی» در مقاله‌ای با عنوان «تطبیق نقش الگو و مفاهیم مبتنی بر تجربه در فضای معماری» گونه‌شناسی را این‌طور تعریف کرده است: «گونه‌ها و گونه‌شناسی تنها راهی برای طبقه‌بندی و شناخت بهتر واقعیات محیط هستند و تنها می‌توانند در تفسیر و شناخت الگو ایفای نقش کنند؛ لذا گونه‌شناسی این قابلیت را ندارد که هم‌چون الگو در فرآیند تبدیل مفاهیم به عینیات و مصادیق به‌کار گرفته شود» (سلطانی، ۱۳۹۱: ۱۰).

- تحلیل یافته‌های پژوهش معیارهای مؤثر؛ نتیجهٔ مطالعات انجام‌گرفته نشان

می‌دهد:

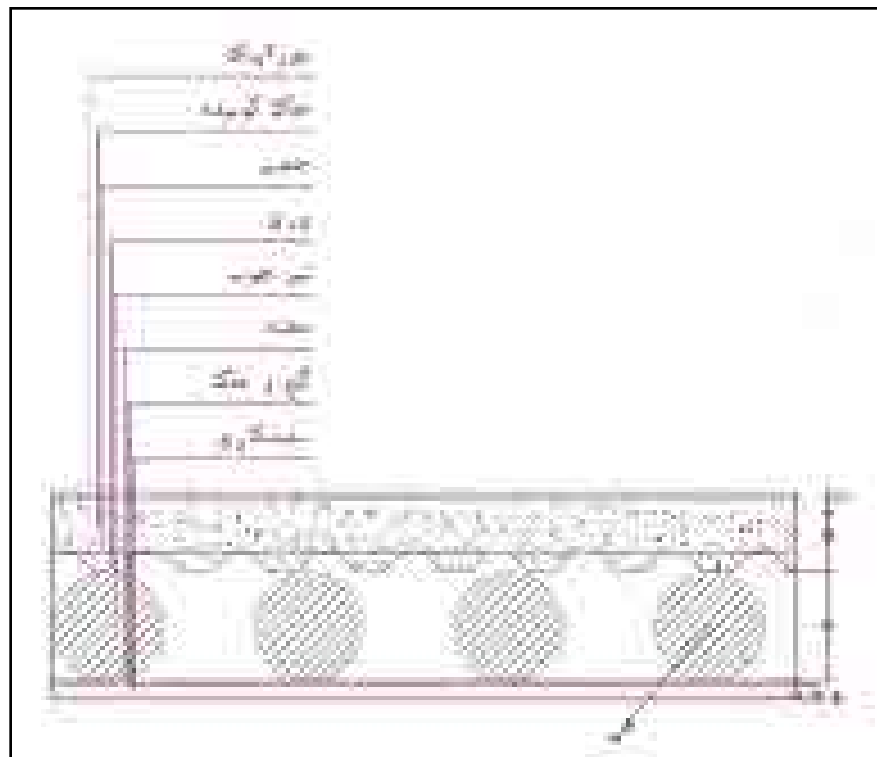
الف) با اعمال دیوار نسبی و طبق آیین‌نامهٔ ۲۸۰۰ ساختمان مذکور خارج از بحث بوده است که اعمال دیوار نسبی با توجه به محدودیت ارتفاع ۸ متر و نیز بدون

زیرزمین می‌باشد؛ پس لذا با انجام محاسبات انجام شده، و میزان و مقدار وزن مخصوص مصالح به‌کار رفته طبق مبحث ششم مقررات ملی (تصویر ۹) با تقلیل خاک روی هرسقف در هر طبقه مقداری وزن سقف را کم نموده، جهت بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های (سنتی) کمترین دخالت و بیشترین پایداری را اعمال کرد (تصویر ۱۰).

مصالح	جرم مخصوص kg/m^3	ضخامت (m)	جرم واحد سطح	مساحت m^2
پوزلیست سیمانی	۲۲۵۰	۰.۰۳	۶۸	
خاک کوبیده شده	۱۶۰۰	۰.۲۵	۴۰۰	
چوب	۸۵۰	۰.۱۰	۲	
لبه چوبی به قطر ۱۵ سانتی متر	۵۰۰	۰.۵۲۹۸۷۵	۲۷	
تخته چوب	۵۰۰	۰.۰۱	۵	
مقوات کف و خاک	۱۵۰۰	۰.۰۳	۲۸	
مقوات کف	۱۳۰۰	۰.۰۱	۲	
جرم واحد متر مربع				۵۵۹
فشاره کف چوب ۱۵ سانتی متر				۱/۶۸

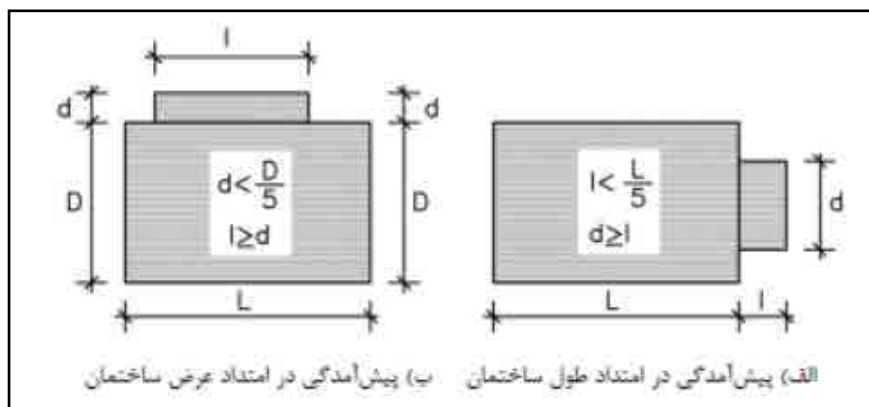
▲ تصویر ۹: میزان و مقدار وزن مخصوص مصالح به‌کار رفته طبق مباحث مقررات ملی جهت انجام محاسبات بارهای وارده (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 9: The amount and amount of special weight of the materials used according to the topics of the national regulations for carrying out calculations are included (Authors, 2020).



► تصویر ۱۰: جزئیات سقف خانه سنتی ساختمان برنجی (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 10: Details of the roof of the traditional berenji building house (Authors, 2020).

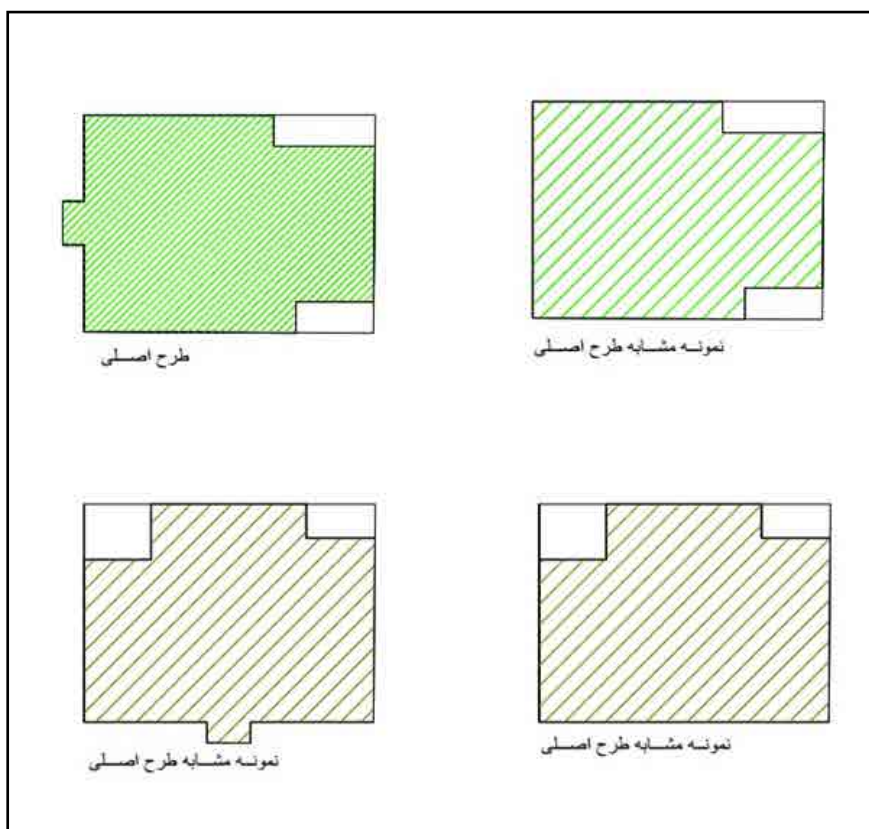


تصویر ۱۱: پیش‌آمدگی در پلان ساختمان نمونه ارائه شده در آیین‌نامه ۲۸۰۰ (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 11: Compliance with the sample building plan provided in the 2800 regulations (Authors, 2020).

ب) با بررسی و تجزیه و تحلیل ساختمان برنجی که یک ساختمان برون‌گراست و از لحاظ قدمت دارای ارزش فرهنگی می‌باشد (تصویر ۵). برای ارتقا فضایی باید سازماندهی فضایی آن حفظ گردد.

- باتوجه به این‌که در آیین‌نامه ۲۸۰۰ در دو امتداد طولی و عرضی پلان ساختمان بنایی، نسبت به پیش‌آمدگی در پلان ساختمان به صورت شکل پیشنهادی ارائه شده است (تصویر ۱۱)، در همین راستا یک الگوی پیشنهادی برای موارد مشابه که دارای چنین فرم (شکلی) و عملکرد (تصویر ۱۲) می‌باشد، می‌توان پیشنهاد چنین موارد مشابه از لحاظ فرم و عملکرد به عنوان یک الگو (نمادین) هم‌نشین کرد.



تصویر ۱۲: ارائه مدل پیشنهادی (نگارندگان، ۱۳۹۹).

Fig. 12: Presentation of the proposed model (Authors, 2020).

نتیجه‌گیری

با وجود ارزش تاریخی و میراثی ساختمان‌های سنتی در شهر کرمانشاه، ساختمان برنجی به عنوان نمونه موردی مورد بررسی و تحلیل رفتار سازه‌ای قرار گرفت. برای این پژوهش، ابتدا مباحث مقررات ملی ساختمان مورد بررسی قرار داده شد که بخش سازه‌ای یک خلع در مقررات ملی ساختمانی ایران (مبحث هشتم) و آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ که مختص ساختمان‌های جدیدالاحداث است، وجود دارد؛ چون در فضاهای معماری به منظور بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های سنتی در (دوره معاصر) برای این موضوع تنها از نشریه ۴۶۰ دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ایران) و یا FEMA273 استفاده می‌شود. از این رو، جهت بهسازی لرزه‌ای، از دیوار نسبی می‌توان بهره گرفت؛ لذا در داخل ساختمان‌های سنتی، مقدار نیروهای داخلی در محدوده دیوارهای نسبی طولی و عرضی جهت بهسازی لرزه‌ای نسبت به حالت بدون دیوار نسبی افزایش یافته و توزیع نیروهای داخلی را پیچیده می‌نماید. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که، در حالت وجود دیوار نسبی، و محاسبات مقدار نیروی وارده داخلی، در دیوار به صورت جهشی افزایش یافته و با تقلیل ضخامت خاک سقف هر طبقه و آسیب‌پذیری ساختمان در دیوارهای پیرامونی و داخلی با بتن پاشیده در راسته طول و عرض ساختمان بیشتر تحمل بار نموده و محتمل خرابی نمی‌نماید. با چنین روشی می‌شود دو محور عمودبرهم در دیوارهای محدود و مشخص در داخل ساختمان، عملکرد آن برای ارتقاء نقش سازه به عنوان بادبند یا دیوار برشی در ساختمان آجری سنتی با حداقل دخالت سازه‌ای برای پاسداشت ارزش و قدمت میراثی ساختمان جهت غنا بخشیدن به اثر معماری و ارتقاء سازماندهی فضایی و کالبدی موجود (خانه سنتی)، برای به‌کارگیری مناسب سازه در فضایی معماری باشد. شاید بتوان گفت که رعایت اصول معماری در آن زمان با رویکرد مقاومت کافی ساختمان در برابر زلزله بوده که قطعاً به صورت تجربی به دست آمده است؛ به بیان دیگر، معماران آن زمان به نحوی مهندسین سازه بوده‌اند. با این روش می‌شود از لحاظ ارتقاء سازماندهی فضایی و ارزش میراثی ساختمان مورد مطالعه (ساختمان برنجی) را با توجه به گونه‌شناسی، به عنوان یک مدل برای چنین ساختار فضایی چه از لحاظ شکلی و فرمی برای ساختمان‌های مشابه هم‌دوره خود الگو قرار داد؛ به بیان دیگر، به دلیل نزدیکی به معماری معاصر هدف و دستاورد این پژوهش به عنوان الگوی خانه‌های قدیمی و تعمیرپذیری با الگوی جدید به خانه‌های مدرن است.

سپاسگزاری

در پایان بر خود لازم می‌دانیم از همکاران مقاله: رامین امیری و امیر هوشنگ اخویسی و نیز از داوران ناشناس نشریه قدردانی و تشکر نماییم.

درصد مشارکت نویسندگان

نویسندگان اعلام می‌دارند که با توجه به استخراج مقاله از رساله دکتری، نگارش

برعهده نویسنده اول با راهنمایی و نظارت نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم صورت گرفته است.

تعارض و منافع

نویسندگان ضمن رعایت اخلاق نشر، در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافع وجود ندارد.

پی‌نوشت

۱. آموزش سازه در معماری (ندیمی، ۱۳۹۱)؛ وزیری، ۱۳۷۰.
۲. مطالب مربوط به یکپارچگی سازه و معماری (سالوادوری، ۱۹۸۶؛ نقی‌زاده آذری، ۱۳۸۵).
۳. مطالب مربوط به مشارکت مهندس معمار و مهندس سازه را می‌توان در این منابع جست‌وجو کرد.
۴. درک رفتار سازه (فرشادی، ۱۳۵۳؛ سالوادوری، ۱۳۶۲).
۵. مطالب مربوط به تاریخچه ساختمان (فرشاد، ۲۵۳۶؛ معاریان، ۱۳۶۷).

کتابنامه

- اسلامی، سید غلامرضا؛ و هدفی، فرزانه، (۱۳۹۰). «درآمدی بر جایگاه سازه در تبیین معماری و ضرورت آن در عینیت‌دهی به کالبد معماری». معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۴(۶): ۱-۱۲. https://www.armanshahjournal.com/article_32666.html
- امین‌فر، حبیب، (۱۳۸۵). «دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان‌های موجود». نشریه ۳۶۰، در: معاونت راهبردی امور نظام فنی. تهران. <https://sama.mporg.ir/sites/Publish/%D8%B5%D9%81%D8%AD%D8%A7%D8%AA/EducationView.aspx?mdid=26>
- برومندسرخابی، هدایت‌الله، (۱۳۸۸). در جستجوی هویت شهری کرمانشاه. تهران: دفتر معماری و شهرسازی انتشارات مرکزی مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- بقایی، آژند، (۱۳۸۸). «نقش سازه در ساختار زیباشناسی معماری معاصر». هویت شهر، ۳ (۴): ۲۷-۳۹. https://journals.srbiau.ac.ir/article_1099.html
- تقی‌زاده، کتایون، (۱۳۸۷). «طراحی عملکردی در مهندسی سازه و تأثیر آن بر طراحی معماری». هنرهای زیبا، ۳۴: ۵۹-۶۹. https://jhzt.ut.ac.ir/article_19410.html
- حجاری، مهرداد؛ مودیان، سید محمد؛ و داعی، مریم، (۱۳۹۴). «آنالیز سازه‌ای منارهای تاریخی آجری ایرانی». مهندسی عمران شریف، ۳۱، ۲(۳): ۴۹-۵۸. https://sjce.journals.sharif.edu/article_910.html
- رحمانی، الهه؛ نورایی، سمیه؛ و شکر فروش، زهراسادات، (۱۳۹۰). «بررسی سیر تحول الگوی پر و خالی در مسکن معاصر ایرانی». آبادی، ۷۰: ۰-۵۰.
- زرکش، افسانه، (۱۳۷۹). «کیفیت همسازی فضا در معماری معاصر». رساله دکتری، تهران: دانشگاه تهران.

- سالوادر، ماریو، (۱۳۹۳). سازه در معماری. ترجمه محمود گلابچی، مؤسسه دانشگاه تهران.
- سلطان‌زاده، حسین؛ و قاسمی‌نیا، مازیار، (۱۳۹۰). «گونه‌شناسی ساختار کالبدی-کارکردی معماری مسکونی استان گلستان». معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۴(۷): ۱-۱۵. https://www.armanshahrjournal.com/article_32678.html
- سلطانی، مهرداد؛ منصوری، سیدامیر؛ و فرزین، احمدعلی، (۱۳۹۱). «تطبیق نقش الگو و مفاهیم مبتنی بر تجربه در فضای معماری». باغ نظر، ۹(۲۱): ۳-۱۲. https://www.bagh-sj.com/article_1698.html
- عالمی، بابک؛ پوردیهیمی، شهرام؛ و مشایخ‌فریدنی، سعید، (۱۳۹۵). «سازه، فرم و معماری». مطالعات معماری ایران، ۵(۹): ۱۲۳-۱۴۰. https://jias.kashanu.ac.ir/article_111762.html
- فولر، مور، (۱۳۸۶). درک رفتارهای سازه‌ای. ترجمه محمود گلابچی. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.
- کاپون، دیوید اسمیت، (۱۳۸۷). مبانی نظری معماری غرب. علی یاران، جلد سوم، تهران: انتشارات شهیدی.
- کبیر صابر، محمدباقر، (۱۳۹۰). درآمدی بر اصول بازشناسی پایداری سازه. تهران: دانشگاه تهران.
- کریمی، محمدسعید؛ قمری، مهرداد؛ و امیرشاه‌کرمی، عبدالعظیم، (۱۴۰۰). «بررسی اثر تغییرات مشخصات هندسی، قیودات جانبی و پیش‌فشار بر روی ظرفیت جابه‌جایی دیوارهای برشی بنایی تاریخی ایرانی». مهندسی سازه و ساخت، ۱۸(۱): ۱۱۱-۱۳۱. doi: 10.22065/jsce.2020.209984.2007 https://www.jsce.ir/article_104348.html
- کیانی، مصطفی، (۱۳۹۲). «بررسی و جایگاه هنر آجرکاری تزئینی در معماری دوره پهلوی اول». هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۱۸(۱): ۱۵-۲۸. doi: 10.22059/ https://jsce.ir/article_104348.html ;jfaup.2013.36354
- لنگ، جان، (۱۳۸۱). آفرینش نظریه‌های معماری. تهران: دانشگاه تهران.
- مزینی، منوچهر، (۱۳۷۹). «ساخت معماری و سازه». معمار، ۸، ۰-۰. SID. <https://sid.ir/paper/448844/fa>
- مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۳). آئین‌نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰. تهران: مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی
- هاشمی، سید جعفر؛ رزاقی‌لنگرودی، جواد؛ رنجبر، ملک محمد؛ و سروقدمقدم، عبدالرضا، (۱۳۸۹). «بررسی تأثیر نحوه ی توزیع دیوارهای سازه‌ای بر ضوابط لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی». پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران: ۱-۸. <https://civilica.com/doc/80525>

- Akhaveissy, A. H. & Milani, G., (2013). *Pushover Analysis of Large Scale Unreinforced Masonry Structures by Means of a Fully 2D Non-Linear Model*: 276-295

- Akhaveissy, A. H., (2013). "Limit state strength of unreinforced masonry structures". *Earthquake Spectra*, 29(1): 1–31. <https://doi.org/10.1193/1.4000097>
- Alami, B.; Pourdihimi, S. & Mashaikh Faridni, S., (2015). "Structure, form and architecture. Iranian Architectural Studies". 5(9): 123-140. (In Persian). https://jias.kashanu.ac.ir/article_111762.html
- Amin Far, H., (2007). "Guidelines for Seismic Improvement of Existing Buildings, Publication No. 360". In: *Strategic Deputy for Technical System Affairs*. Tehran. (In Persian). <https://sama.mporg.ir/sites/Publish/%D8%B5%D9%81%D8%AD%D8%A7%D8%AA/EducationView.aspx?mdid=26>
- Bagai, A., (2010). "The role of the structure in the aesthetic structure of contemporary architecture". *Journal of City Identity*, 3 (4): 27-39. https://journals.srbiau.ac.ir/article_1099.html
- Bromand, S., (2009). *In search of urban identity of Kermanshah*. Tehran: Office of Architecture and Urban Planning Central Studies and Research Publications of Urban Planning and Architecture. (In Persian).
- Capone, D. S., (2008). "Theoretical foundations of western architecture". Ali. Yaran (Ed.), Third volume (Pp: 257-264). Tehran: Shahidi Publications. (In Persian).
- Charleson, A. W. & Pirie, S., (2009). "An investigation of structural engineer-architect collaboration". *SESOC Journal*, 22(1): 97–104. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.953777290334543>
- Dursun, P., (2009). "Architects are Talking about Space Ref 028". *JOURNAL ARTICLE*: 1-8.
- Eslami, S. G. & Hadafi, F., (2011). "Introduction to Structure Position in Architectural Expression and its Necessity on Giving Objectiveness to Body of Space". *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 4(6): 1-12. (In Persian). https://www.armanshahrjournal.com/article_32666.html?lang=en
- Fuller, M., (2007). *Understanding Structural Behaviors*. Translated by: Mahmoud Gulabchi. (In Persian)
- Godwin, P. J., (2011). "Building conservation and sustainability in the United Kingdom". *Procedia Engineering*, 20: 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.135>
- Hajari, M. & Mahmoudian, S., (2015). "Structural analysis of historical Iranian brick minarets". *Sharif civil engineering*, 31.2 (3.2: 3): 49-58. (In Persian). https://sjce.journals.sharif.edu/article_910.html

- Hashemi, S.; Razzaghi, L. J.; Ranjbar, M. & Saro Qad Moghadam, A., (2010). "Investigating the effect of the distribution of the walls of structures on the seismic relations of masonry buildings". *The 5th National Congress of Civil Engineering*: 1-8. (In Persian). <https://civilica.com/doc/80525>
- Housing and Urban Development, (2013). *Building Design Code against Earthquake Standard 2800*. Tehran: Housing and Urban Development Research Center
- Kabir Saber, M., (2010). "An introduction to the principles of structure stability recognition". Tehran: University of Tehran. (In Persian).
- Kareeva, D. & Glazkova, V., (2017). "Reconstruction and restoration of historical buildings of transport infrastructure". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 90(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/90/1/012224>
- Karimi, M. S.; Ghamari, M. & Amirshahkarami, A., (2021). "Effects of lateral constraints, geometrical characteristics and pre-compression level on the Drift capacity of Persian historical masonry walls". *Journal of Structural and Construction Engineering*, 8(1): 111-131. doi: 10.22065/jsce.2020.209984.2007 (In Persian). https://www.jsce.ir/article_104348.html?lang=en
- Kayani, M., (2012). "Review and position of decorative brickwork art in the architecture of the first Pahlavi period. Fine Arts Journal". *Architecture and Urbanism*, 18(1): 15-28. doi: 10.22059/jfaup.2013.36354. (In Persian).
- Lang, J., (2002). *Creation of architectural theories*. Tehran: University of Tehran. (In Persian).
- Lin, S. & Huang, Z., (2016). "Comparative Design of Structures". In: *Comparative Design of Structures: Concepts and Methodologies*, Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48044-1>
- Magenta, B., (2008). *In search of the urban identity of Kermanshah*. Tehran: Office of Architecture and Urban Planning Central Studies and Research Publications of Urban Planning and Architecture.
- Mardani, A.; Dehkordi, M.; Moghadam, A. & Yekrangnia, M., (2019). "Example of a Two-Story Unreinforced Masonry Building Retrofitted by Shotcrete". *Advanced Design Examples of Seismic Retrofit of Structures*: 13-118. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102534-5.00002-7>
- Mazini, M., (1379). "Construction of architecture and structures". *Architect*, (8): 0-0. (In Persian). SID: <https://sid.ir/paper/448844/fa>
- Park, S.; Kim, T.-Y. & Roh, S. H., (2011), "Treatment of Brick Wall Systems in Early 20th Century Korea". *Journal of Asian Architecture and*

Building Engineering, 10(1), 37–44. <https://doi.org/10.3130/jaabe.10.37>

- Karimi, M.; Qamari, M. & Shah Karmi, A., (1400). “Investigating the effect of changes in geometrical characteristics, lateral restraints and prestressing on the displacement capacity of shear walls of Iranian historical buildings”. *Journal of Structural and Construction Engineering*, 8(1): 111-131. doi: [10.22065/jsce.2020.209984.2007](https://doi.org/10.22065/jsce.2020.209984.2007) (In Persian). https://www.jsce.ir/article_104348.html

- Rahmani, E.; Nourai, S. & Shekarforosh, Z., (2011). “Investigating the evolution of full and empty patterns in contemporary Iranian housing”. *Abadi*, (70), 0-0. (In Persian). SID: <https://sid.ir/paper/489989/fa>

- Salvador, M., (2013). *Structure in architecture*. Translated by: Gulabchi. M., Tehran University Institute (p. 157) . (In Persian) .

- Serghides, D. & Katafygiotou, M., (2013). “The role of materials in the energy efficient retrofitting of traditional buildings, Materials and processes for energy”. *Communicating current research and technological developments* (A. Méndez-Vilas, Ed.): 728-735.

- Settlement and urbanization, (2013). *Building Design Code against Earthquake Standard 2800*. Tehran: Housing and Urban Development Research Center. (In Persian).

- Soltani, M.; Mansouri, S. & Farzin, A. A., (2012). “A comparative study on the role of pattern and experience-based concepts in architectural space”. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, 9(21): 3-12. https://www.bagh-sj.com/article_1698.html?lang=en

- Sultanzadeh, H. & Ghaseminia, M., (2010). “Typology of physical-functional structure of residential architecture of Golestan province”. *Utopia Architecture and Urbanism*, 4(7): 1-15. (In Persian) SID: <https://sid.ir/paper/202426/fa>

- Taghizadeh, K., (1387). “Functional design in structural engineering and its impact on architectural design”. *Fine arts magazine*. (In Persian). <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage>

- Wacław Zalewski, Z., & Boston Structures Group. (2010). *Form and Forces: “Designing Efficient”*. Expressive Structures, Wiley Inc.

- Zarkash, A., (2000). “The quality of space integration in contemporary architecture”. Ph.D. thesis, Tehran: University of Tehran. (In Persian).