**Journal of Urban Environmental Planning and Development**
Vol 3, No 11, Autumn 2023
**p ISSN:** 2981-0647 - **e ISSN:**2981-1201
Journal Homepage:http://juep.iaushiraz.ac.ir/

**Research Paper**

# Studying the Impact of Multi-Functional Architectural Approaches on Adaptive Reuse of the Industrial Architecture Heritage of Tehran City

**Hamid Asadi*:** Ph.D. Candidate in Architecture, Faculty of Architectural and Urban Planning Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.
**Hamed Abedini:** Ph.D. Candidate in Architecture, Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Khatam University, Tehran, Iran.

**Received:** 2023/04/05 **PP** 105-124 **Accepted:** 2023/07/29

## Abstract
The physical development of Tehran's urban space has unfolded over recent centuries, transitioning industrial buildings from peripheral areas into compact urban zones. However, this transformation has led to the closure and abandonment of industrial architectural heritage, despite their structural durability and architectural significance. In response, various institutions have taken action to promote economic and social stability, opening up the possibility for new uses and revitalization of these structures. Examples of adaptable experiences have emerged in Iran, constituting the primary focus of this research. Consequently, the research aims to explore successful instances of multifunctional and adaptable global architecture and compare their strategies with similar initiatives in Tehran's industrial heritage.This study concentrates on global examples of adaptability, conducting research on multifunctional architectural strategies. These strategies encompass three physical layers: structure, profiles, and facade, and are evaluated using the Delphi method with Tehran's industrial architecture as the statistical population. Data analysis involves Cochran's and Friedman's tests, and the sampling method is based on theories for both the statistical population (Tehran Industrial Architecture Heritage) and relevant experts. The industrial architectural heritage of Tehran includes the Argo Factory (Argo Gallery Museum), Iranshahr Barracks (Artists House), Briyank Socks Factory (Haft Chenar Natural and Wildlife Museum), and Qasr Prison (Qasr Museum Garden). These buildings are ranked by calculating the examination rank score for each strategy within each layer. According to expert consensus, Argo Factory exhibits the highest level of spatial flexibility in the structure layer, while the Artists House ranks highest in facade adaptability. However, experts have not observed or confirmed conformity between service layers and structures in the examined samples. The results of this research emphasize that the structure's adaptability and the availability of ample space are two key characteristics in industrial buildings that can efficiently facilitate their adaptability and repurposing in architectural design.

**Keywords:** Multifunctional architecture, Heritage of Industrial Architecture, Adaptability, Adaptive Reuse, Delphi Method.

**Citation:** Asadi, H., Abedini, H.(2023). **Studying the Impact of Multi-Functional Architectural Approaches on Adaptive Reuse of the Industrial Architecture Heritage of Tehran City.** Journal of Urban Environmental Planning and Development, Vol 3, No 11, PP 105-124.
© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Shiraz

**DOI:** 10.30495/JUEPD.2023.1983361.1173
**DOR:** 20.1001.1.29810647.1402.3.11.7.4

*. **Corresponding author:** Hamid Asadi, **Email:** hamid24392@gmail.com, **Tel:** +989127599628

## Extended Abstract

### Introduction

The physical and spatial development of Tehran city has caused the relocation of industrial buildings from sub-urban areas to enclosed dense urban places. This issue has resulted in the closure of the industrial architectural heritage despite having useful structural cycles and architectural values. Economically, this untimely destruction of industrial buildings and closing of the plant, while they could still be in their useful life cycle by repairing at a lower cost, caused unrecoverable damages to the economy of developing countries. Under the light of new urban spaces, the process of industrialization has changed the appearance, landscape, and entity of cities, as the industrial urban spaces could historically link to the past life of cities.

The industrial architectural heritage, as an implication for the historical achievements of the territory in the modern age, is required to be recognized and preserved. Protecting the existing values of these lands, which are mainly considered as their contemporary heritage of them, requires a comprehensive assessment for finding their physical elements while finding a new application for them for revitalizing them. Therefore, the multi-functionality and adaptability of these spaces, before and after the renovation, should be considered, which is critical for verifying their application to adaptive reuse. In this regard, several measures have been taken in Iran with the cooperation of some institutions to promote economic and social stability and give new applications to these buildings for revitalizing these abundant spaces. These are examples of adaptability in Iran and the kind of experiences which form the foundation of this research. So, this study aims to investigate the successful universal experiences of multi-functional and adaptive architectures to compare their strategies with similar experiences in the industrial heritage of Tehran city.

This research was mainly focused on the following actions: 1. Reusing the buildings that are selected for this purpose and revitalizing the abundant spaces, 2. A better selection of buildings, and improving their new function, and 3. reducing the cost of renovation and revitalizing these buildings. Thereby, the relationship between multi-functional architectural features as an independent variable and adaptive reuse of industrial buildings as a dependent variable has been studied.

### Methodology

An exploratory research method has been used for this study, in which the survey passed through five phases by adapting the indicators for the target society. In this research, the previous studies and experiences on adaptability in the world were applied as examples for adopting multi-functional architectural strategies, which included three physical layers of the building 'structure', 'facilities', and 'façade'. The gathering data was evaluated by applying the Delphi method to the industrial architectural heritage of Tehran city as a statistical population. To get this, the relevant graph of each layer was sketched for each target building consequently.

In the graph of the structure, in addition to the load-bearing constructions, other parts with a high risk of destruction, due to the long life of the target structures, were presented, together with the graph of facilities including restrooms, kitchens, and spaces with access to vertical shafts. Finally, the part of facades presented in the graph, including non-opening and hard parts, such as bricks and masonry components that were either irreplaceable or their replacement brought the risk of destroying the adjacent parts.

After accomplishing the first step of Delphi, by using diagrams and analyzing the data acquired, a questionnaire was presented to the interviewee who was experts in the field of architecture, academic professors, architecture Ph.D. researchers, and skillfully experienced architects in the relevant field; following this, the gathering data were examined for next evaluation to determine the positive and negative opinions. Then, in case of disagreements on layers, the questionnaire was presented to the experts again together with the results of 'distribution frequency', based on the dichotomous variables and rank cases, according to the previous results of Friedman's test

Data analysis was performed by applying the Friedman and Cochran Q tests and a theoretical-based method was applied for the sampling of the statistical population of industrial

architectural heritage of Tehran and the relevant experts. The industrial architectural heritage of Tehran city in this study included: 1 Argo Factory (Argo Contemporary Art Museum & Cultural Centre), Iranshahr Barracks (Iranian Artists Forum), Beryank Hosiery Factory (Haftchenar's Museum of Wildlife and Natural Monuments) and Qasr Prison (Qasr Garden Museum/ Museum of the Qasr Prison) which were ranked according to the mean rank calculated for each layer.

## Results and discussion

According to the positive opinions of the experts, the introduced strategies for two layers of structure and facade of target buildings were reviewed and confirmed; Based on the data acquired for the structure layer, 'Argo Factory' showed the highest Degrees of Freedom (df) for spaces and for the facade layer, the 'House of Artists' had the highest average rank for facade-structure conformity. However, in the facilities layer, the adaptability between the building facade and the structure was not confirmed. According to the results, the concentration of the structure in the lowest points with more free spaces was confirmed together with the adaptation of the facade to the structure as two characteristics in industrial buildings that were noticeable in the process of adaptive reuse of target buildings.

## Conclusion

For industrial buildings, Degrees of Freedom (df) for spaces are highly required due to their specific function, which can provide more future functions. Specifically, regarding the two industrial plants of 'Argo Factory' and 'Beryank Hosiery Factory' more free spaces are required due to the large scale of facilities and activities, similar to 'The House of Artists' and 'Qasr Garden Museum', which are facing a larger scale of population than other their counterparts. Such indicators can be effective in architectural heritage buildings for giving new future applications to them and improving adaptive reuse.

فصلنامه برنامه ریزی و توسعه محیط شهری

دوره ۳، شماره ۱۱، پاییز ۱۴۰۲

شاپا چاپی: ۰۶۴۷-۲۹۸۱ شاپا الکترونیکی: ۱۲۰۱-۲۹۸۱

Journal Homepage: http://juep.iaushiraz.ac.ir/

مقاله پژوهشی

# بررسی تاثیراستراتژی‌های معماری چند عملکردی بر اعطای کاربری جدید در میراث معماری صنعتی شهر تهران

**حمید اسدی**[*] دانشجوی دکتری معماری، دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

**حامد عابدینی:** پژوهشگر دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه خاتم، تهران، ایران.

**دریافت:** ۱۴۰۲/۰۱/۱۶ صص ۱۲۴-۱۰۵ **پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۵/۰۷

## چکیده

توسعه کالبدی فضایی شهر تهران در سده اخیر موجب گردیده تا بناهای صنعتی از محدوده‌هایی حاشیه‌ای به عرصه‌هایی محصور در بافت‌های فشرده شهری بدل گردند. این مسئله تعطیلی و رها شدن میراث معماری صنعتی را باوجود عمر مفید سازه و ارزش‌های معماری آن‌ها در پی داشته است. با واکنش نهادهای مختلف و در راستای ارتقای پایداری اقتصادی و اجتماعی، امکان اعطای کاربری جدید و احیا این ابنیه فراهم‌شده و مصادیقی از تجربه تطبیق‌پذیری در ایران شکل می‌گیرد که زمینه اصلی مطالعه در این تحقیق هستند. ازاین‌رو هدف از این پژوهش بررسی تجارب موفق معماری چند عملکردی و تطبیق‌پذیر جهانی و قیاس میان نمونه استراتژی‌های آن‌ها با تجارب مشابه در میراث صنعتی شهر تهران است. در این پژوهش مطالعات حوزه تطبیق‌پذیری بر روی نمونه‌های جهانی، به‌عنوان مبنای استخراج استراتژی‌های معماری چند عملکردی قرارگرفته است. استراتژی‌ها شامل سه لایه کالبدی سازه، تأسیسات و نما بوده که با روش دلفی بر روی میراث معماری صنعتی شهر تهران به عنوان جامعه آماری ارزیابی شده‌اند. تحلیل داده‌ها از طریق آزمون کوکران و آزمون فریدمن صورت گرفته و روش نمونه‌گیری برای هر دو جامعه آماری (میراث معماری صنعتی تهران) و (متخصصین مربوطه) نظریه‌ای می‌باشد. میراث معماری صنعتی شهر تهران شامل: کارخانه آرگو (موزه گالری آرگو)، پادگان ایرانشهر (خانه هنرمندان)، کارخانه جوراب‌بافی بریانک (موزه آثار طبیعی و حیات‌وحش هفت چنار) و زندان قصر (باغ‌موزه قصر) می‌باشند که با محاسبه میانگین رنک آزمون برای هر استراتژی در هر لایه، ابنیه منتخب رتبه‌دهی شده‌اند. با توجه به اجماع نظر متخصصین، وجود استراتژی‌های دو لایه سازه و نما در ابنیه موردبررسی، تائید و براساس نتایج آنالیز داده‌ها در لایه سازه، کارخانه آرگو بالاترین میزان از آزادی فضا را دارا بوده و در لایه نما خانه هنرمندان با بیشترین میانگین رنک آزمون بالاترین انطباق نما و سازه را داشته‌اند. اما در لایه تاسیسات، انطباق تأسیسات و سازه در نمونه‌های موردبررسی توسط متخصصین مشاهده و تایید نشده است. مطابق با نتایج این پژوهش، تمرکز سازه در کمترین نقاط و فضای آزاد بیشتر و همچنین انطباق نما با سازه دو مشخصه در بناهای صنعتی می‌باشند که می‌توانند تأثیر کارآمدی در فرایند تطبیق‌پذیری و اعطای کاربری جدید به میراث معماری صنعتی داشته باشند.

**واژه‌های کلیدی:** معماری چندعملکردی، میراث معماری صنعتی، تطبیق‌پذیری، اعطای کاربری جدید، تکنیک دلفی.

**استناد:** اسدی، حمید؛ عابدینی، حامد. (۱۴۰۲). **بررسی تاثیراستراتژی‌های معماری چند عملکردی بر اعطای کاربری جدید در میراث معماری صنعتی شهر تهران.** فصلنامه برنامه‌ریزی و توسعه محیط شهری، سال ۳، شماره ۱۱، صص ۱۰۵-۱۲۴.

© نویسندگان

**ناشر:** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز

DOI: 10.30495/JUEPD.2023.1983361.1173

DOR: 20.1001.1.29810647.1402.3.11.7.4

* . **نویسنده مسئول:** حمید اسدی، **پست الکترونیکی:** hamid24392@gmail.com ، **تلفن:** ۰۹۱۲۷۵۹۹۶۲۸

## مقدّمه

میراث معماری صنعتی به مثابه مصداقی از دستاوردهای تاریخی یک کشور در عصر مدرن، نیازمند شناخت و نگهداری است. توجه به حفاظت از ارزش‌های موجود این پهنه‌ها که عمدتاً میراث معاصر کشور قلمداد می‌شوند (Izadi & Amini, 2016: 45). پیمایش جامعی را طلب می‌کند تا ضمن شناخت عناصر فیزیکی هریک، با ایجاد یک کاربری جدید، زمینه تجدید حیات و استفاده مجدد از آن‌ها فراهم گردد (Nili et al., 2018: 2). روند صنعتی شدن به‌واسطه ظهور فضاهای جدید، شکل، ماهیت و منظر شهرها را تحت‌الشعاع قرار داده و ازاین‌رو فضاهای صنعتی ارتباطی تاریخی با گذشته شهرها از جهت ابعاد مختلف پیدا کردند (Ghanbari, 2018: 26)، (Pourzargar & Abedini, 2020: 233) بر این مبنا ایده توجه به معماری صنعتی برای نخستین بار در اواسط قرن بیستم و در انگلستان، مهد انقلاب صنعتی (Ghahroodii & Mahdavinejad, 2019, 22) در جهت شناخت و ارزش‌گذاری این میراث مطرح می‌گردد. در ایران نیز روند صنعتی شدن از اواخر قرن نوزدهم میلادی آغاز و به دنبال آن مجموعه‌ای از پل‌ها، ساختمان‌های دولتی، کارخانه‌ها و جاده و راه‌آهن سراسری ایران احداث می‌گردد و موجب می‌شود که ایران تا حدود ۷۰ ٪ در تولیدات صنعتی به خودکفایی دست یابد. در ۱۳۳۱ شمسی نیز در پی مصوبات جدید دولت در جهت تسهیل تولید، تعداد کارخانه‌های کشور به ۳۴۷ عدد رسید (Bani Masoud, 2015: 11). این فضاهای صنعتی به‌واسطه تمرکزگرایی بیشتر در شهر تهران شکل گرفتند و به این شهر در کنار جنبه‌های سیاسی، اقتصادی و فرهنگی، وجهه صنعتی بخشیدند. با گسترش تهران در سال‌های بعد، اغلب این بناهای صنعتی وارد محدوده‌های شهری شده، لاجرم رو به تعطیلی نهاده و به حاشیه شهر انتقال یافتند. ماحصل این جریان متروک شدن ساختمان‌های صنعتی در بافت شهر تهران و تخریب یا رها شدن آن‌ها پیش از اتمام عمر مفیدشان بود (Samadzadehyazdi et al., 2018: 69) که می‌تواند زمینه‌ساز بروز اختلالات فرهنگی در شهر گردد (Nagy & Ashraf, 2021: 850). ازنظر اقتصادی، این تخریب زودهنگام ساختمان‌ها و خارج کردن آن‌ها از چرخه بهره‌برداری درحالی‌که همچنان با صرف هزینه کمتر، قابل تعمیر و بهره‌برداری بودند (Hosseini & Yolyeh San 2023: 74)، صدمات جبران‌ناپذیری به اقتصاد کشورهای درحال‌توسعه تحمیل می‌کند (Gopinath & Ramadoss, 2021: 1535). نوسازی این بناها علاوه بر جلوگیری از هدر رفت مصالح ساختمان می‌تواند موجب کاهش آسیب‌های اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و حقوقی شود (Sotodeh & Ghobadian, 2022: 77).

بهره‌برداری مجدد از میراث صنعتی، علاوه بر تثبیت ارزش‌های سرمایه فرهنگی شهر، موجب پایداری اجتماعی و مشارکت فعال شهروندان در حفاظت از این میراث، خواهد شد (Bianchini & Parkinson, 1993) که تغییر کاربری آن‌ها برای این هدف کاملاً ضروری است (Heidari et al., 2019: 46). لذا قابلیت چند عملکردی و سازگاری این فضاها قبل و پس از نوسازی مطرح می‌گردد که در فرآیند تغییر و اعطای کاربری جدید به آن‌ها کاملاً تأثیرگذار است. قابلیت چند عملکردی را می‌توان به‌عنوان اصل اساسی سازگاری یا به عبارتی تطبیق‌پذیری درک کرد، که در آن هیچ تغییری برای ایجاد سازگاری لازم نیست (Habraken, 2008)، (Tarpio, 2015). هرمان هرتزبرگر با توجه به اهمیت فضای چند عملکردی، بر این باور است که طراحی مشخصاً برای یک کاربر ممکن نیست و باید امکان استفاده‌های مختلف بنا وابسته به نیازهای متغیر کاربر ممکن باشد (Hertzberger, 2005). الکساندر نیز ایجاد فرصت استفاده‌های مختلف از محیط را از ملزومات کار یک طراح معرفی می‌کند (Alexander, 1977). همچنین ونتوری در کتاب "تضاد و پیچیدگی در معماری" به لزوم چند عملکردی بودن فضاها می‌پردازد. از دیدگاه ونتوری این چندگانگی فرم و تعدد عملکرد، موجب بالا بردن درجه ابهام فضایی و به طبع آن افزایش سرزندگی فضای معماری می‌شود (Venturi and Brownlee, 1977). فضای چند عملکردی را همچنین می‌توان از اصلی‌ترین استراتژی‌های معماری انعطاف‌پذیر دانست (De Paris & Lopes, 2018: 90).

آنچه در این پژوهش مدنظر است کاربری جدید در بناهایی است که گزینش می‌شوند برای اعطای کاربری جدید به جهت باز زنده سازی، انتخاب بهینه‌تر بناها در این فرایند و البته بهبود عملکرد جدید و کاهش هزینه احیا و باز زنده سازی این بناها مسئله اصلی این پژوهش بوده که به جهت آن رابطه میان شاخصه‌های معماری چند عملکردی به‌عنوان متغیر مستقل و اعطای کاربری جدید به بناهای صنعتی به‌عنوان متغیر وابسته مورد بررسی قرار گرفته‌است و پیرو آن این پرسش مطرح می‌گردد که: آیا شاخصه‌های معماری چند عملکردی در تغییر کارکرد و انطباق بناهای صنعتی و باز زنده سازی آن‌ها با کاربری جدید اثرگذار خواهند بود؟ کیفیت استراتژی‌های معماری چند عملکردی در تجارب تغییر عملکرد یافته در میراث معماری صنعتی تهران به چه صورت می‌باشد؟ پاسخ این سوالات در فرایند بازسازی و البته گزینش عملکرد جدید برای بنای مربوطه تاثیرگذار خواهد بود.

## پیشینه و مبانی نظری تحقیق

رویکرد نظری به مقوله تطبیق‌پذیری و استفاده مجدد از قرن نوزده میلادی آغاز شد. جایی که لودوک از آن به‌عنوان راهی برای حفاظت از مونومان‌های تاریخی یاد می‌کند (Mahdiun & Fadaei nezhad, 2019). مسئله سازگاری و تطبیق‌پذیری فضا بیش از ۵۰ سال موردمطالعه

قرارگرفته است. تحقیقات در دهه ۱۹۶۰ آغاز شد (Trapio. et al, 2021: 3) و در دهه ۱۹۷۰ در کشورهای مختلف شدت گرفت، مانند دیلمن، نیلسون، رابنک و همکارانشان (Deilmann. et al, 1970)، (Nilsson. et al, 1971)، (Rabeneck et al, 1973). از دهه ۱۹۹۰ تاکنون نیز تراکم بالایی از پژوهش‌ها در این حوزه قابل‌مشاهده و بررسی است (Habraken, 1998)، (Henz, 1995)، (Priemus, 1993)، (Till & Schneider, 2005)، (Habraken, 2003)، (Habraken, 2008)، (Tarpio, 2015)، (Trapio et al, 2021) و (Trapio & Huuhka, 2022). در ایران نیز تطبیق‌پذیری بیش از هر کاربری، در مسکن موردتوجه پژوهشگران بوده است (Ghafourian & Aghaei, 2016) ، (Aghaei et al., 2021) و (Malakouti et al., 2019). مبحث تغییر عملکرد در میراث صنعتی ایران نیز به شکل متغیر وابسته بررسی‌شده است؛ به‌عنوان نمونه مهدیون و فدائی‌نژاد بر موضوع تجهیز این بناها و تغییر عملکردشان تمرکز داشته‌اند (Mahdiun & Fadaei nezhad, 2019) و نتایج پژوهش ارباب و البرزی (Arbab & Alborzi, 2022) شناخت ویژگی‌ها و امکان‌سنجی عملکرد جدید را از مراحل کلیدی شروع فرایند بازآفرینی پایدار میراث صنعتی شهری معرفی می‌کند. همچنین به‌عنوان متغیر مستقل که بر وجوهی مانند پایداری مؤثر است، موردتوجه قرارگرفته است (Samadzadehyazdi et al., 2018)، (Heidari et al., 2019) ، (Sotodeh & Ghobadian, 2022) و (Nasr et al, 2022). در پژوهشی که اخیرا در زمینه باز زنده سازی بناها صورت گرفته مسئله بهبود عملکرد و کارایی و همچنین انتخاب روش طراحی از جدی‌ترین چالش‌های موجود در این فرایند شناخته شده‌اند(Shaohua et al., 2023).

این پژوهش از نوع بنیادی تاییدی یک دامنه بوده که به بررسی تاثیر مشخصه‌هایی از معماری چندعملکردی بر اعطای عملکرد جدید و باززنده‌سازی میراث معماری صنعتی می‌پردازد. ساختار نظری و مفهومی پژوهش بر مبنای پژوهش‌ها و مطالعات پیشین و در راستای پاسخگویی به سؤالات مطروحه، با شناسایی لایه‌های معماری اثرگذار در فرایند تطبیق‌پذیری و استخراج استراتژی‌های معماری چندعملکردی و همچنین انتخاب نمونه‌های موردی بر اساس تجربیات اعطای کاربری جدید تبیین شده تا از خلال آن، متغیرهای پژوهش مورد انطباق و بررسی قرار گیرند. پس از بررسی‌های صورت گرفته، چارچوب نظری این پژوهش مطابق با مدل مفهومی شکل ۱، ارائه می‌گردد.

## لایه‌های معماری

تطبیق‌پذیری را می‌توان از طرق مختلف و در مقیاس‌های متنوع موردبررسی قرار داد. برخی از نظریه‌پردازان در این حوزه قابلیت چندعملکردی را در لایه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار داده‌اند (Tarpio, 2015)، (Loch, 2011)، (Priemus, 1969). در بسیاری از منابع، عوامل مختلف با عنوان «استراتژی»، «متغیر»، «رویکرد» یا «پارامتر» معرفی شده‌اند که بسته به کیفیت و کمیت آن‌ها، تطبیق‌پذیری ساختمان ارزیابی می‌شود (Asadi, et al., 2023: 48). در مطالعات بر روی شاخصه‌های مؤثر بر کیفیتی مشخص در بنا، تعریف لایه‌های کالبدی برای دسته‌بندی شاخص‌ها بسیار مهم و تأثیرگذار است. نظیر پژوهش پاریس و لوپز در سال ۲۰۱۸ که بر دسته‌بندی و معرفی چنین مدل‌هایی در مطالعاتی که مشخصاً در حوزه انعطاف‌پذیری به انجام رسیده بود، تمرکز داشته‌اند (De Paris & Lopes, 2018: 81). جهت ارائه یک ساختار سازمانی متمرکز و همچنین معرفی مضامینی که بیشترین همپیوندی را با مسئله این تحقیق دارند، قالب ساماندهی شاخص‌ها در پژوهش‌های پیشین موردمطالعه قرارگرفته است. به‌عنوان نقطه شروع نظریه اشنایدر و تیل در کتاب مسکن انعطاف‌پذیر مطرح می‌گردد (Schneider & till, 2007). در این مطالعه چهار لایه: سازه، جانمایی فضاها، تأسیسات و عناصر و تجهیزات برای یک ساختمان تبیین می‌شود؛ هر لایه از عناصری کالبدی تشکیل‌شده که عملکرد آن لایه را تعیین می‌کند. اما نظر لئوپن که مطالعاتی دانشگاهی اساس پژوهش او قرارگرفته، تشابهات و اختلافاتی با لایه‌های مطرح‌شده توسط اشنایدر و تیل دارد. او در کتاب چهارچوب و فضای عمومی، پنج لایه سازه، نما، مناظر، تأسیسات و دسترسی را مطرح کرده است (Leupen, 2006). توجه به پوسته بنا را شاید بتوان نقطه خلأ در نظریه قبل دانست اما در مدل اشنایدر و تیل خدمات و دسترسی در یک لایه بررسی می‌شوند. غفوریان و همکاران در کتاب معماری چندعملکردی(راهکارها و اصول طراحی) (Ghafourian et al, 2021) با تطبیق میان این دو مدل و به جهت پرداختن به لایه‌هایی که در مقیاس طراحی و سازمان فضایی قرار دارند (نه در مقیاسی فراتر نظیر منظر یا مقیاس طراحی وسایل، نظیر پارتیشن‌ها یا مبلمان یک ساختمان) چهار لایه عملکرد، تأسیسات، سازه و نما را در نظر گرفته‌اند. در پژوهش حاضر با عنایت به این مدل، و با توجه به این موضوع که لایه عملکرد در معماری صنعتی غیرقابل‌کنترل است و با ملاحظات بسیار تعیین و پیش روی معمار قرار می‌گیرد، قابلیت چندعملکردی در جامعه هدف در سه لایه سازه، نما و تأسیسات ارزیابی می‌شود.

## استراتژی‌های معماری چند عملکردی

در کتاب معماری چند عملکردی (Ghafourian et al., 2021) پس از شرح پژوهش دانشگاه دلف هلند بر روی بناهای تغییر عملکرد داده‌شده شهر آمستردام، به تبیین شاخص‌ها و آلترناتیوهای طراحانه در هر لایه کالبدی پرداخته‌شده است. همچنین تیل و اشنایدر در مطالعه خود پیرامون استراتژی‌های انعطاف‌پذیری، نوعی از انعطاف‌پذیری تحت عنوان رویکرد سخت را با مفهوم چند عملکردی بودن فضا یکسان شمرده

و شاخصه‌هایی برای آن معرفی کرده‌اند (Till & Schneider, 2005). چنین استراتژی‌هایی در پژوهش‌های سلوچی، دی سیوو (Cellucci & Di Sivo, 2015) و هابراکن (Habraken, 2003: 38) نیز مطرح گردیده است. در تمامی این پژوهش‌ها با ارزیابی نمونه‌های موردی منتخب از جامعه آماری اروپایی، این استراتژی‌ها در لایه‌های کالبدی نسبتاً مشابه تبیین شده که مطابق زیر تشریح می‌گردد:

**تمرکز سازه در کمترین نقاط:** آنچه لوکوربوزیه در کتاب به‌سوی معماری جدید به آن می‌پردازد، تأثیر مستقیم سیستم سازه در تأمین آزادی پلان است (Corbusier, 2013) ، موضوعی که هابراکن نیز در نظریه مشارکت فعال به آن اشاره دارد (Habraken, 2008). در نگاه اول به نظر می‌رسد که استفاده از یک شبکه تیر و ستون برای تأمین آزادی لازم جهت استفاده چند عملکردی، مفیدتر از دیوارهای باربر باشد، اما این مسئله به ابعاد و تناسبات زمین و تعداد طبقات بستگی دارد. در پژوهش اسدی و همکاران، این استراتژی در مقیاس کلان موثرترین متغیر در افزایش تطبیق‌پذیری و انعطاف‌پذیری بنا معرفی شده است (Asadi, et al., 2023: 49).در ساختمان‌هایی با عمق زیاد و دهانه کم، می‌توان با اجرای دیوارهای سازه‌ای تنها در راستای عمق به میزانی آزادی پلان را تأمین نمود (Ghafourian et al., 2021: 133). در ساختمان‌های بلندتر که ساختار حجیم‌تری لازم است می‌تواند به کمک یک هسته باربر و نیز قرار دادن ستون‌ها در پوسته خارجی آزادی فضای مابین را تأمین نموده و در اختیار طراح قرار داد. به‌طور مشخص می‌توان گفت سیستم سازه می‌بایست طوری برنامه‌ریزی شود تا بیشترین آزادی را در ابعاد مختلف برای طرح ایجاد کند. تیل و اشنایدر این رفتار سازه‌ای را ذیل استراتژی نرم در انعطاف‌پذیری (Till & Schneider, 2005) تعریف می‌کنند.

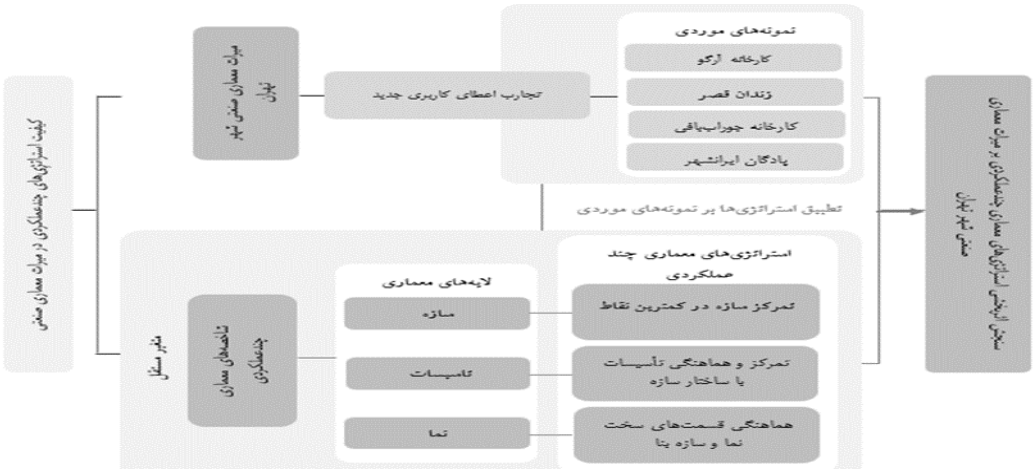
**تمرکز و هماهنگی تأسیسات و خدمات با ساختار سازه:** جانمایی فضاهای خدماتی در بنا عاملی تعیین‌کننده برای ساماندهی فضاهای اصلی آن به شمار می‌رود (Ghafourian & Aghaei, 2016: 77). واحدهای خدماتی می‌توانند به‌عنوان بخشی از یک سیستم سازه‌ای و یا به‌صورت مجزا طراحی شوند. تیل و اشنایدر به‌عنوان یک استراتژی در برخورد با فضاهای خدماتی و تأسیسات ساختمان رویکرد تجمیع این فضاها در قسمت‌های متمرکزی در طبقات را مطرح کرده‌اند (Till & Schneider, 2005: 294). کاهش تعداد نواحی خدماتی و داکت‌ها و همچنین تجمیع آن‌ها در نقاط مشخص و محدود، زمینه تحقق یک برنامه آزاد را فراهم می‌کند. همچنین انطباق میان نواحی تأسیساتی و ساختار باربر موجود در طبقات، تعداد نقاط محدودکننده در هر طبقه را کاهش داده، به آزادی بیشتر مابقی فضاها کمک کرده و درنهایت مجموع مساحتی اشغال‌کننده این فضاها را کاهش می‌دهد.(Ghafourian et al., 2021: 133)

**هماهنگی قسمت‌های سخت نما و سازه بنا:** نمای ساختمان از شاخصه‌های کلیدی سازگاری است (Corbusier, 2013)، (Femenias & Geromel, 2019). در این پژوهش تنها بخش‌های سخت نما به جهت نقش تعیین‌کننده در طراحی و لزوم کنترل آن توسط طراح مدنظر بوده و الحاقات نما شامل اتصالات خشک و سبک آن، موردتوجه نیست. مشخصه اصلی در ارتباط با نما همانند سازه، تأمین آزادی هرچه بیشتر فضاهای پیشین و سبک‌سازی آن است. سلوچی و دی سیوو نیز قسمت‌های سخت نما و الحاقات آن را از یکدیگر جدا دانسته و معتقدند این قسمت‌های الحاقی باید به صورتی که قابل‌نصب و جدا شدن باشند اجرا شوند و قسمت‌های سخت آن نیز به حداقل برسد (Cellucci & Di Sivo, 2015: 850). بخش‌های سخت یک نما در بهترین حالت می‌بایست با دیوارهای جداکننده پشتی و همچنین سازه بنا منطبق باشند (Ghafourian et al., 2021: 134). همچنین به میزانی که قسمت‌های باز در یک نما افزایش می‌یابد، می‌توان نور طبیعی بیشتری را برای اغلب عملکردها تأمین نمود و فرصت ایده پردازی بهتر جهت کنترل عواملی همچون نور، با بهره‌گیری از الحاقات در نما، افزایش خواهد یافت. در جدول ۱ استراتژی‌های تشریح شده معماری چند عملکردی بر مبنای لایه‌های کالبدی یک بنا و بر اساس تحلیل منابع آمده است:

**جدول ۱- استراتژی های معماری چند عملکردی در سه لایه سازه، تأسیسات و نما**

| لایه کالبدی | استراتژی | منابع |
|---|---|---|
| سیستم سازه | تمرکز آن در کمترین نقاط (ایجاد بیشترین فضای آزاد) | (Ghafourian et al., 2021) (De Paris & Lopes, 2018) (Ghafourian & Aghaei, 2016) (Till & Schneider, 2005) (Živković, et al, 2014) (Mahdiun & Fadaei nezhad, 2019) (Corbusier, 2013) (Habraken, 2008), (Asadi, et al, 2023) |
| تأسیسات و خدمات | تمرکز و هماهنگی با ساختار سازه | (Ghafourian et al., 2021) (Till & Schneider, 2005) (Ghafourian & Aghaei, 2016) (De Paris & Lopes, 2018) (Mahdiun & Fadaei nezhad, 2019) |
| نما | هماهنگی قسمت های سخت نما و سازه بنا (آزادی هرچه بیشتر نما) | (Ghafourian et al., 2021) (Cellucci & Di Sivo, 2015) (Asadi, et al, 2023) (Corbusier, 2013) (Habraken, 2003), (Femenias & Geromel, 2019) |

منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۴۰۱




**شکل ۱- چارچوب نظری پژوهش** منبع: نگارندگان

## مواد و روش تحقیق

این پژوهش از نوع اکتشافی است که پیمایش در آن بر اساس تطابق شاخص‌ها در جامعه تعریف‌شده، در ۵ فاز صورت می‌پذیرد. در مرحله نخست استراتژی‌های برآمده از نمونه‌های موردی جهانی از مقالات استخراج گردیده و به‌طور موازی نمونه‌های موردی داخلی نیز در سه لایه سازه تأسیسات و نما ساده‌سازی (دیاگراماتیک) شده‌اند (جداول ۲ و ۳). پس از طرح پرسش‌ها بر روی دیاگرام‌ها بر اساس سنجش استراتژی‌ها در مرحله اول دلفی، پرسشنامه برای متخصصین حوزه معماری شامل اساتید و هیئت‌علمی دانشگاهی، پژوهشگران PHD معماری و معماران فعال حرفه‌ای با سابقه کار در حوزه مربوطه ارسال گردیده و داده‌های حاصل ازآن‌جهت بررسی اجماع یا اختلاف‌نظر متخصصین به آزمون گذاشته شده است. سپس در لایه‌هایی که اجماع نظر حاصل نشده پرسشنامه با پیوست نتایج فراوانی بر اساس داده‌های دو وضعیتی و همچنین جدول رتبه دهی بناها بر اساس نتایج آزمون فریدمن مرحله قبل، مجدد به متخصصین ارجاع گردیده است. بسته به تعداد پاسخ‌ها و سطح توافق، فرآیند می‌تواند دو تا چهار مرحله به طول انجامد (Maleki, 2009). پس از مرحله دوم دلفی نیز مجدد آزمون کوکران (Q) جهت سنجش اجماع متخصصین انجام و سپس آزمون فریدمن بر روی داده‌ها صورت پذیرفته است.

روش دلفی در مورد یک نمونه قابل‌تعمیم نیست بلکه از نمونه‌گیری هدفمند از افراد با تخصص خاص در یک موضوع بهره می‌گیرد (Brady, 2015: 2). تکنیک دلفی از ۴ مرحله اساسی تشکیل‌شده است: (۱) تشکیل یک گروه از متخصصین، (۲) تهیه پرسشنامه، (۳) فرآیند مصاحبه که بر دو اصل کلیدی استوار است: ناشناس بودن گروه متخصصین برای یکدیگر و استقلال تجزیه‌وتحلیل، و (۴) دسته‌بندی و تجزیه‌وتحلیل نتایج (Pascal & Sylvie, 2014). تعداد شرکت‌کنندگان در این روش معمولاً بین ۱۵ تا ۲۰ نفر در نظر گرفته می‌شود (Ahmadi et al., 2008, 175) که در این پژوهش تعداد ۲۶ نفر از متخصصین در حوزه مربوطه متشکل از اساتید هیئت‌علمی دانشگاه‌ها (دانشیار و استاد یار) که سابقه پژوهش و تدریس در حوزه باز زنده سازی و یا معماری چندعملکردی را داشته‌اند و معماران فعال و باسابقه کار در حوزه بازسازی و طراحی فضاهای صنعتی با روش نظریه‌ای و همچنین گلوله برفی انتخاب گردیده‌اند. در کلیه مطالعات دلفی، تکنیک‌های آنالیز به‌طور خاص با روش ارتباط ندارند، بلکه باید بر اساس هدف تحقیق به‌کاررفته و نوع داده‌های جمع‌آوری‌شده، انتخاب شوند (Brady, 2015: 4). این پژوهش از آزمون فریدمن بهره برده که با محاسبه میانگین رنک آزمون برای هر متغیر درنهایت رتبه‌دهی به آن متغیر را ممکن می‌سازد.

همچنین در راستای مطالعه استراتژی‌های چند عملکردی، نمونه‌های موردی در سه لایه سازه، تأسیسات و نما ساده‌سازی(دیاگراماتیک) می‌شوند(جدول۳). آنچه در دیاگرام سازه به نمایش درآمده علاوه بر ساختار باربر، شامل بخش‌هایی از سازه نیز می‌باشد که به دلیل عمر نسبتاً زیاد پروژه‌ها به لحاظ ایستایی ریسک تخریب بالایی دارند. همچنین دیاگرام تأسیساتی شامل کلیه فضاهای تأسیساتی و خدماتی نظیر سرویس‌های بهداشتی، آشپزخانه و فضاهایی با دسترسی به شفت‌های عمودی تأسیساتی است. درنهایت نیز دیاگرام نما شامل بخش‌هایی از نما بوده که در این پژوهش حائز اهمیت است؛ شامل قسمت‌های غیر بازشو و سخت نما نظیر جرزها و بخش‌های ماسونری که غیرقابل تعویض بوده و یا تعویض آن‌ها درگرو تخریب بخش‌های مجاور است. با توجه به اینکه در روش دلفی به دلیل تعیین نتیجه توسط متخصصین روایی سوالات مطرح نمی‌باشد و اینکه موضوع مورد پژوهش کاملا معطوف به تکنیک می‌باشد بنابراین دیاگرام های نمایش داده شده در (جدول۳) به متخصصین ارائه گشته و کاملا روشن خواسته شده به میزان کاربست استراتژی مورد نظر (شامل: ۱-انطباق تاسیسات و سازه، ۲-انطباق سازه و نما، ۳-میزان تمرکز سازه در کمترین نقاط و ایجاد فضای آزاد بیشتر) در لایه مربوطه با استفاده از یک لیکرت ۱۰ گزینه‌ای رای دهند.

توسعه فزاینده شهری فرایندی است که همواره پیامدهایی را با خود به همراه دارد و یکی از مهم‌ترین آن‌ها تغییر در سازمان فضایی شهر و عرصه بندی‌هایی است که قبلاً در تناسب با ضرورت‌های موجود شکل‌گرفته است. احاطه اراضی صنعتی و نظامی که زمانی در بیرون از محدوده شهر جانمایی شدن، به‌واسطه بافت‌های متراکم شهری از نمونه‌های بارز این مسئله است. در توسعه شهر تهران در یک قرن اخیر نیز به‌مرورزمان هسته‌های صنعتی شهر به داخل بافت شهری وارد گردیده و این امر موجب شده تا این فضاها کارکرد سابق خود را ازدست‌داده و بدل به فضاهایی متروکه در میان بافت‌های فشرده شهری و نوپدید شوند.(شکل ۲)

**شکل ۲- عکس‌های هوایی از مجموعه کارخانه جوراب‌بافی بریانک به ترتیب از راست به چپ سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۴۵، ۱۳۷۴**- منبع: Hanachi et al, 2019, 50.

در تناسب با این تغییرات شهری، رویکرد استفاده مجدد از ظرفیت‌ها و فرصت‌های درون شهرها پدید می‌آید که سیاستی کارآمد در جهت دستیابی به توسعه پایدار است. اراضی متروک و رهاشده با کاربری ناهمگون از مهم‌ترین امکان‌های توسعه درون‌زا هستند (Izadi & Amiri, 2016: 45). در راستای فرضیه و هدف این پژوهش با مراجعه به منابع مطالعاتی که بر روند اعطای کاربری جدید به اراضی صنعتی متمرکز هستند (Hanachi et al., 2019)، چهار نمونه از مهم‌ترین تجارب تطبیق‌پذیری و استفاده مجدد جهت مطالعه انتخاب گردیده‌اند، که اطلاعات آن‌ها نیز در جدول ۲ ارائه‌شده است.

**موزه آثار طبیعی و حیات‌وحش هفت‌چنار(جوراب‌بافی بریانک):** این موزه در خرداد ۱۳۷۶ در زمینی به مساحت ۷۶۹۳ مترمربع و زیربنای ۲۶۸۳ مترمربع از طریق اعطای کاربری جدید به کارخانه جوراب‌بافی بریانک با ترکیبی از معماری قدیمی، فضای سبز و حیات‌وحش افتتاح گردیده است. طرح کارخانه در دوره پهلوی اول و در پی نیاز به ساخت کارخانه‌هایی برای تولید البسه بیشتر توسط یک آلمانی ارائه گردیده و در سال ۱۳۰۱ یک معمار ایرانی آن را به اجرا درمی‌آورد (Hanachi et al., 2019: 46). ساختمان و معماری فضای این کارخانه با پلانی مستطیل و ساده و پوشش شیروانی شبیه به سبک رایج در دوران قاجار به تولید پیشاصنعتی و در سیستم کارگاهی مطابقت دارد (Esmaeili Jelodar & Avvali Pooryan, 2018: 7) اعطای عملکرد جدید به کارخانه همراه با تغییراتی بوده است تا با حفظ روح معماری بنای تاریخی، فضای قبلی بتواند عملکرد فضایی جدید را بپذیرد. نظیر: ایجاد کف‌سازی‌های متنوع، ایجاد ارتباط بین ساختمان‌های مختلف با توجه به عملکرد و ارتباطات جدید، ایجاد تأسیسات مرتبط، معماری داخلی متناسب با عملکرد جدید (Hanachi et al., 2019: 53).

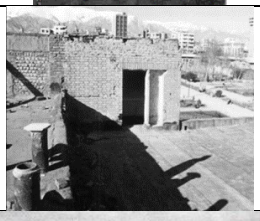
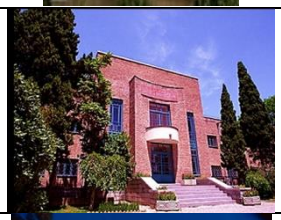
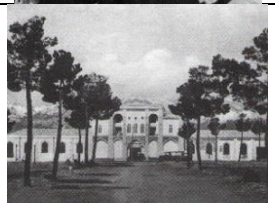
**موزه کارخانه آرگو:** کارخانه آرگو از اولین کارخانه‌های صنعتی در ایران دوره قاجار (Samadzadehyazdi et al., 2020: 10)در دهه‌های ۴۰ و ۵۰ بسیار فعال بوده است. پیش از انقلاب اسلامی به دلیل آلودگی‌های ایجادشده، فعالیت این کارخانه متوقف گردیده و ساختمان آن با معماری ویژه، دودکش بلند و موقعیت جغرافیایی خاص خود در مرکز شهر، سال‌ها به شکل مخروبه و متروکه رها می‌گردد. در نیمه دهه ۱۳۹۰ شمسی بنیاد پژمان این فضا را بدل به گالری فرهنگی و هنری کرده که در آن آثار هنری با رویکردی خاص را به نمایش می‌گذارد. در فرایند مرمت و اعطای کاربری جدید به این بنا، با اولویت حفظ، نگهداری و نمایش تمام قصه‌های آرگو در طول زمان، تخریب‌ها و ریختگی‌های ساختمان به‌عنوان بخشی از این قصه‌ها موردنظر طراحان بوده است (Hanachi et al., 2019: 69-73).

**باغ‌موزه قصر(زندان قصر):** محل مجموعه زندان قصر در ابتدا به شکل بستان خرم‌اباد، سپس در دوره فتحعلی‌شاه در سال ۱۱۷۷ ه.ش به شکل قصر و پس از افول دوره قاجار، توسط رضاشاه در ۱۳۰۸ ه.ش تبدیل به اولین زندان نوین ایران (Hanachi et al., 2019: 25). معمار زندان، نیکولای مارکوف نقشه آن را از روی نقشه‌ای که در کنگره بین‌المللی اصلاح مجرمین و محبس‌ها سال ۱۹۲۵ در لندن در اختیارش قرار داده‌شده بود و با تغییراتی که وضعیت آب‌وهوا و کیفیات دیگر ایجاب می‌نمود، به شکل ۱۹۲ اتاق با گنجایش ۸۰۰ زندانی تهیه نمود (Masoud et al., 2019: 105). عناصر تشکیل‌دهنده زندان قصر را می‌توان سلول‌ها، کریدور (بند)، اتاق ملاقات، بیمارستان، کارگاه و حمام دانست (Khazaei, 2018: 20-26). در سال ۱۳۸۳ به دلیل حضور در میانه شهر، بافت فرسوده آن و با توجه به مشکلات متعدد ایجادشده برای ساکنان،

تصمیم به تعطیلی این زندان تاریخی گرفته شد؛ سپس با ثبت در آثار ملی، به‌وسیله شهرداری به باغ‌موزه قصر تبدیل و در تاریخ ۱۴ آبان ماه ۱۳۹۱ افتتاح گردید (Masoud et al., 2019: 102). مرمت بنا با در نظر گرفتن اصالت آن در عین پاسخگویی به نیازهای کاربری جدید بر اساس تصاویر و اسناد زندان، مشابه الگوی اصلی آن با مداخلاتی به شکل سازه‌های شفاف و سبک صورت گرفت (Hanachi et al., 2019: 30-35). چهار راهروی اصلی موزه به چهار دوره تاریخ معاصر ایران شامل قاجار، پهلوی اول، پهلوی دوم و رخدادهای منجر به انقلاب اسلامی، اختصاص داده‌شده است (Masoud et al., 2019: 102).

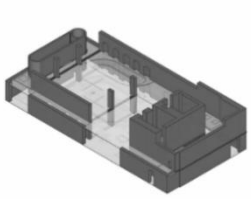
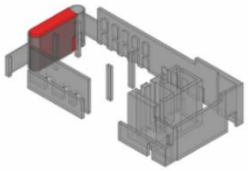
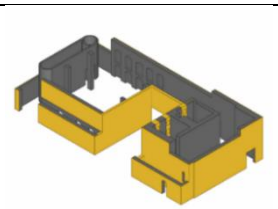
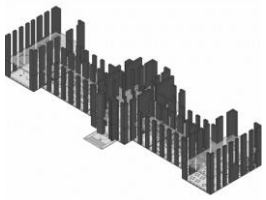
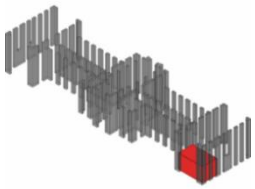
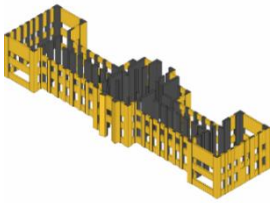
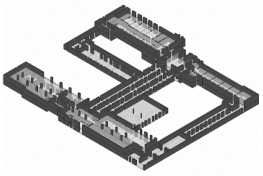
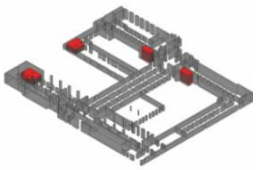
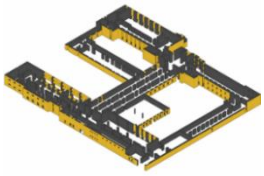
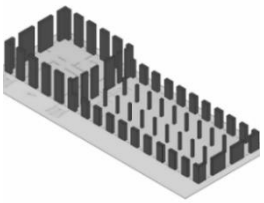
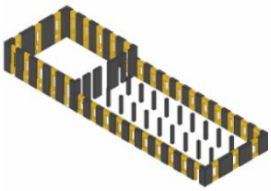
**خانه هنرمندان ایران(پادگان ایرانشهر):** مزاحمت کاربری نظامی پادگان قدیمی برای بافت مسکونی و کمبود فضای باز شهری در منطقه ایرانشهر از مهم‌ترین دلایلی بود که احیا و ساماندهی این فضای شهری را اولویت بخشید (Izadi & Amiri, 2016: 40). درنهایت شهرداری تهران با همکاری وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی اقدام به بازسازی بنا و تبدیل آن به یک مرکز فرهنگی هنری به نام خانه هنرمندان ایران کرد که در بهمن‌ماه ۱۳۷۹ افتتاح گردید. بنا، معماری نئوکلاسیک قرن نوزدهمی داشت که علاوه بر ورودی، سرسرا و پله‌ها نیز در وسط ساختمان قرار دارند و سالن‌های میانی در دو بال آن قرارگرفته است (Hanachi et al., 2019: 40). طراحی و اجرای مجموعه هنرمندان از دو بخش تشکیل‌شده است: طراحی بنای پادگان نظامی به‌عنوان خانه هنرمندان و طراحی فضای سبز ضمیمه به‌عنوان پارک هنرمندان که با اهدافی نظیر: بازیابی اعتبار بافت شهری پیرامونی پادگان ایرانشهر، احیا فضاها و ساختمان‌های فرسوده و اعمال کاربری و عملکردهای جدید فراغتی–تفریحی، زنده کردن حیات منطقه و تأمین بخشی از نیاز کمبود فضاهای سبز آن (Izadi & Amiri, 2016: 41) تحقق یافت.

**جدول۲- مشخصات نمونه‌های مطالعاتی تجارب اعطای کاربری جدید به میراث معماری صنعتی شهر تهران**

| کارخانه | کاربری جدید | تصویر قبل | وضع موجود |
|---|---|---|---|
| جوراب‌بافی بریانک | موزه آثار طبیعی و حیات‌وحش هفت‌چنار | | |
| کارخانه آرگو | موزه گالری آرگو | | |
| پادگان ایرانشهر | خانه هنرمندان ایران |  |  |
| زندان قصر | باغ‌موزه قصر |  | |

منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۴۰۱

**جدول۳- دیاگرام‌های سازه، تأسیسات و نما نمونه‌های مطالعاتی میراث صنعتی شهر تهران،**

| نام بنا | دیاگرام سازه | دیاگرام انطباق تأسیسات و سازه | دیاگرام انطباق سازه و نما |
|---|---|---|---|
| کارخانه آرگو (موزه و گالری بنیاد پژمان) |  |  |  |
| خانه هنرمندان ایران (پادگان ایرانشهر) |  |  |  |
| باغ‌موزه قصر (زندان قصر) |  |  |  |
| موزه حیات‌وحش (کارخانه جوراب‌بافی) |  | به دلیل عدم وجود فضای تأسیساتی قابل‌ملاحظه در این بنا دیاگرام تأسیساتی به نمایش درنیامده است. |  |

منبع: ترسیم نگارندگان، ۱۴۰۱

## بحث و ارائه یافته‌ها

در تکنیک دلفی تعداد مراحل تا رسیدن به اجماع نظر میان متخصصین می‌بایست ادامه پیدا کند و سپس نتیجه برآمده از مرحله پایانی ملاک تائید و یا رد فرضیه خواهد بود. بنابراین ابزار سنجش تفاوت و یا اجماع نظر متخصصین نقش کلیدی در تعداد مراحل دلفی خواهد داشت. با توجه به این‌که تعداد تیمارها در این پژوهش، بیش از ۲ تیمار می‌باشد، از آزمون کوکران Q جهت تشخیص نقطه اجماع متخصصین استفاده‌شده است. ابتدا به‌منظور انجام آزمون مقادیر به‌صورت باینری درآمده و با کدهای ۰ و ۱ مرتب‌شده‌اند و سپس در هر مرحله بر روی داده‌های هر متغیر به‌طور مجزا محاسبات صورت پذیرفته است.

نتایج آزمون کوکران در مرحله اول برای لایه‌های سازه (جدول ۴) و تأسیسات (جدول۵) سطح معناداری کوچک‌تر از سطح آلفا (۰/۰۵) به ترتیب معادل ۰/۰۰۹ و ۰/۰۰۸ را نشان می‌دهد و این بدان معناست که نظر متخصصین تفاوت معناداری در تشخیص استراتژی‌ها در دو لایه سازه و تأسیسات حداقل در دو نمونه موردی داشته است. بنابراین پرسشنامه با ضمیمه نتایج آزمون و جدول فراوانی مجدد برای متخصصین ارسال‌شده است.

**جدول۴- سطح معناداری آزمون کوکران برای مرحله اول سازه.**

| | |
|---|---|
| تعداد نمونه | ۴ |
| ضریب کوکران | ۴۴٫۶۲۱ |
| درجه آزادی | ۲۵ |
| سطح معناداری | ۰٫۰۰۹ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

**جدول۵- سطح معناداری آزمون کوکران برای مرحله اول فضای تأسیسات.**

| | |
|---|---|
| تعداد نمونه | ۳ |
| ضریب کوکران | ۴۵,۱۰۱ |
| درجه آزادی | ۲۵ |
| سطح معناداری | ۰,۰۰۸ |

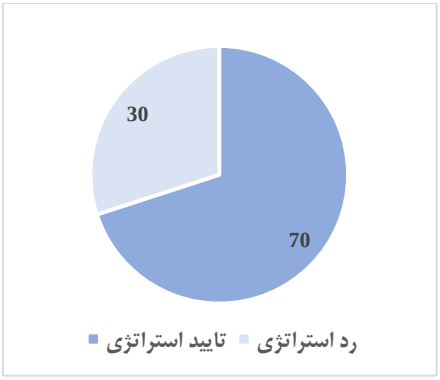
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

اما نتایج آزمون کوکران در مرحله اول برای لایه نما(جدول ۶) سطح معناداری بالاتر از سطح آلفا (۰/۰۵) معادل ۰/۱۱۸ را نشان داده و این بدان معناست که نظر متخصصین تفاوت معناداری با یکدیگر در تشخیص تطابق نما و سازه در نمونه‌های موردبررسی نداشته است. لذا می‌توان نتیجه گرفت در این لایه اجماع میان متخصصین صورت گرفته که نتیجه آن به‌صورت نمودار فراوانی از داده‌های دو وضعیتی حاصل از پرسشنامه در نمودار ۱ نشان داده‌شده است. با توجه به نمودار ۱، مجموع ۷۰درصد از گزاره‌های اخذشده از متخصصین تطابق نما و ساختار باربر مجاور آن را تائید کرده است.

**جدول۶- سطح معناداری آزمون کوکران برای مرحله اول نما**

| | |
|---|---|
| تعداد نمونه | ۴ |
| ضریب کوکران | ۳۳/۵۶۴ |
| درجه آزادی | ۲۵ |
| سطح معناداری | ۰/۱۱۸ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱




**نمودار۱- نمودار فراوانی نما در مرحله اول**-منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

پس از انجام مرحله دوم دلفی برای دو لایه سازه(جدول ۷) و تأسیسات(جدول ۸)، نتایج آزمون کوکران در مرحله دوم برای لایه‌های سازه و تأسیسات سطح معناداری بالاتر از سطح آلفا (۰/۰۵) معادل ۰/۱۵۹ و ۰/۰۷۸را نشان داده است. بدین ترتیب در این مرحله نظر متخصصین تفاوت معناداری در تشخیص استراتژی‌های تعریف‌شده در دو لایه سازه و تأسیسات در نمونه‌های موردبررسی نداشته است. لذا می‌توان استنباط نمود در این مرحله اجماع میان متخصصین صورت گرفته که نتیجه آن به‌صورت نمودار فراوانی از داده‌های دو وضعیتی حاصل از پرسشنامه در نمودارهای ۲ و ۳ نشان داده‌شده است. با توجه به نمودار ۲، مجموع ۶۳ درصد از گزاره‌های اخذشده از متخصصین، تمرکز سازه در کمترین نقاط و به طبع آن ایجاد فضای آزاد بیشتر در پلان را در نمونه‌های موردی تائید کرده است. همچنین ۵۴ درصد (نمودار۳) از آراء متخصصین در لایه تأسیسات همخوانی و یکپارچگی فضاهای تأسیساتی و ساختار سازه را در نمونه‌های موردی را رد کرده و نمی‌پذیرند.

**جدول۷- سطح معناداری آزمون کوکران برای مرحله دوم سازه**

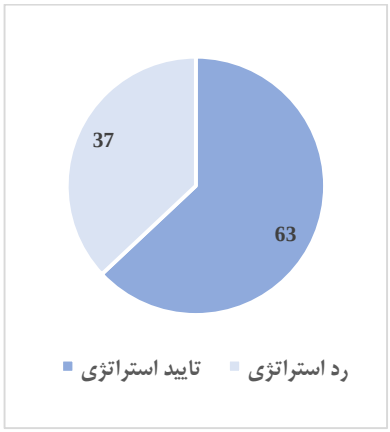
| | |
|---|---|
| تعداد نمونه | ۴ |
| ضریب کوکران | ۳۱/۹۷۰ |
| درجه آزادی | ۲۵ |
| سطح معناداری | ۰/۱۵۹ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

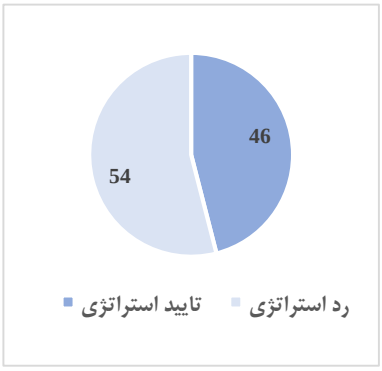
**جدول۸- سطح معناداری آزمون کوکران برای مرحله دوم تأسیسات**

| | |
|---|---|
| تعداد نمونه | ۳ |
| ضریب کوکران | ۳۵/۵۶۵ |
| درجه آزادی | ۲۵ |
| سطح معناداری | ۰/۰۷۸ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱




**نمودار۲- نمودار فراوانی سازه مرحله دوم** منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱




**نمودار۳- نمودار فراوانی تأسیسات مرحله دوم**- منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

برای تجزیه‌وتحلیل واریانس دوطرفه فریدمن بر اساس رتبه‌ها ، فرضیه صفر بیان می‌کند که اندازه‌گیری‌های مکرر K از گروه‌های همسان از یک جمعیت یا از جمعیت با میانگین یکسان می‌آیند. تحت فرضیه صفر، آزمون حداقل به اندازه‌گیری ترتیبی متغیر نیاز دارد. آزمون فریدمن تعیین می‌کند که آیا مجموع رتبه‌ها برای هر شرایط، تفاوت معناداری با مقادیری دارد که تصادفاً انتظار می‌رود یا خیر (Pereira et al., 2015) در پایان با انجام آزمون فریدمن بر روی داده‌ها و با توجه به سطح معناداری ۰/۰۰ ، ۰/۰۲۲ و ۰/۰۲۲ به ترتیب برای مراحل دوم سازه و تأسیسات و مرحله اول نما در هر لایه رتبه دهی میان نمونه‌های موردی بر اساس میزان دخالت استراتژی‌های بررسی‌شده در جداول ۹، ۱۱ و ۱۳ نمایش داده‌شده است. همچنین در جداول ۱۰، ۱۲ و ۱۴ میزان آماره مربعی، درجه آزادی و سطح معناداری به ترتیب برای آزمون‌های سازه، تأسیسات و نما ارائه گردیده است.

**جدول۹- آزمون فریدمن مرحله دوم سازه**

| نمونه موردی | میانگین رنک آزمون |
|---|---|
| کارخانه آرگو | ۳/۴۴ |
| کارخانه جوراب‌بافی | ۲/۳۵ |
| خانه هنرمندان | ۲/۳۳ |
| باغ‌موزه قصر | ۱/۸۸ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

**جدول۱۰- آماره مربعی، درجه آزادی، و سطح معناداری در آزمون فریدمن مرحله دوم سازه**

| | |
|---|---|
| N | ۲۶ |
| Chi_square | ۲۲/۱۲۸ |
| df | ۳ |
| Asymp.sig. | ۰/۰۰ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

**جدول۱۱- آزمون فریدمن مرحله دوم تأسیسات**

| نمونه موردی | میانگین رنک آزمون |
|---|---|
| کارخانه آرگو | ۲/۳۳ |
| خانه هنرمندان | ۲/۰۶ |
| باغموزه قصر | ۱/۶۲ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

**جدول ۱۲- آماره مربعی، درجه آزادی، و سطح معناداری در آزمون فریدمن مرحله دوم تأسیسات**

| | |
|---|---|
| N | ۲۶ |
| Chi_square | ۷/۶۷۰ |
| df | ۲ |
| Asymp.sig. | ۰/۰۰ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

**جدول۱۳- آزمون فریدمن مرحله اول نما**

| نمونه موردی | میانگین رنک آزمون |
|---|---|
| خانه هنرمندان | ۳/۱۳ |
| کارخانه جوراب‌بافی | ۲/۳۷ |
| باغموزه قصر | ۲/۲۷ |
| کارخانه آرگو | ۲/۲۳ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

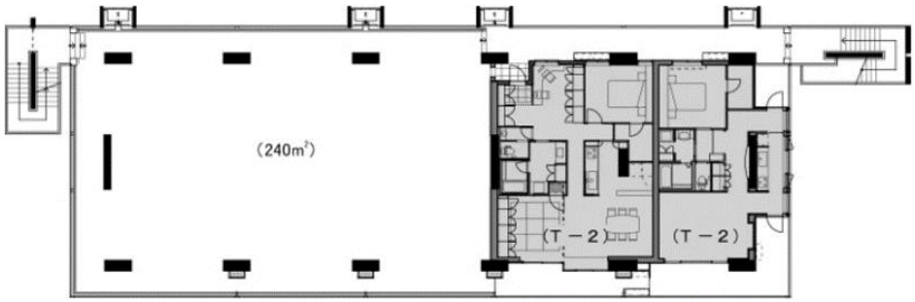
**جدول۱۴- آماره مربعی، درجه آزادی، و سطح معناداری در آزمون فریدمن مرحله اول نما**

| | |
|---|---|
| N | ۲۶ |
| Chi_square | ۹/۵۹۷ |
| df | ۳ |
| Asymp.sig. | ۰/۰۲۲ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱.

مطابق آنچه در یافته‌ها موردبررسی قرار گرفت، فرضیه پژوهش یعنی تأثیر استراتژی‌های معماری چند عملکردی بر اعطای کاربری جدید به میراث معماری صنعتی، در دو لایه سازه و نما تائید و در لایه تأسیسات رد شده است. سیستم سازه، قسمت‌های باربر ثانوی و همچنین بخش‌های سخت نما از اجزا اصلی و بااهمیت ابنیه ارزشمند به‌ویژه معماری صنعتی محسوب می‌شود که حفظ آن‌ها در فرایند تطبیق و تغییر عملکرد این آثار از چالش‌های اصلی به شمار می‌آید. لذا این دو شاخصه نقش بسزایی در فرایند اعطای کاربری جدید و ادامه حیات بنا و همچنین امکان آزادی بیشتر فضاها داشته که در جامعه هدف این پژوهش نیز قابل روئیت است. اما در لایه تأسیسات با توجه به نمودار تصویر ۵ می‌توان نتیجه گرفت فرضیه پژوهش در مورد تطبیق و همپوشانی میان تأسیسات و سازه رد شده و چنین استراتژی در نمونه‌های موردبررسی به تائید متخصصین نرسیده است. بر این اساس می‌توان گفت باوجود ارزش نسبی معماری در تأسیسات برخی بناهای صنعتی (نظیر دودکش‌ها و برخی شفت‌های عمودی تأسیساتی)، عمدتاً تأسیسات به‌عنوان یک ویژگی قابل دخل و تصرف در بناها تلقی شده (Mahdiun & Fadaei nezhad, 2019: 28) و به دلیل عدم همخوانی با سیستم‌های به‌روز مکانیکی و الکتریکی حتی در صورت صحت کارکرد سیستم نیز، بر لزوم تعویض و تغییر آن‌ها تأکید می‌شود. بنابراین محدودیت‌های احتمالی ایجادشده توسط سیستم‌های تأسیسات برای فضا نیز قابل‌کنترل است. این در حالی است که غفوریان و همکاران با بررسی نمونه‌های صنعتی در آمستردام تجمیع فضاهای تأسیسات و ایجاد دسترسی‌های متعدد به این داکت‌های به وجود آمده را هم‌زمان مطرح کرده و پراکندگی تأسیسات در پروژه جهت دسترسی حداکثری را نپذیرفته‌اند (Ghafourian et al., 2021). در ارتباط با لایه تأسیسات، موضوع به‌روز بودن آن در جهت فراهم شدن امکان دسترسی‌های متعدد برای انواع کاربری‌ها، نیز مطرح است. در این رویکرد می‌توان به پروژه Flexsus House (تصویر ۶) اشاره نمود که اشنایدر و تیل با معرفی این پروژه، چنین

مشخصه‌ای را در راستای افزایش سازگاری بنا معرفی کرده‌اند (Schneider & Till, 2005: 162) . در این پروژه با استفاده از قابلیت توسعه در سیستم سازه و سیستم تأسیسات و همچنین وجود فضاهای بالقوه در راستای توسعه واحد در دو جهت، انعطاف‌پذیری در حد مطلوب تأمین‌شده است(Higuchi & Gotou, 2005: 2837). مطابق بحث صورت گرفته همچنان این مسئله مهم مطرح است که میان تطابق تأسیسات و سازه و دسترسی‌های متعدد تأسیساتی در فضاهای مختلف جهت حمایت از انواع عملکرد، تضاد و تناقضی وجود دارد یا خیر.




**شکل ۳. Takenaka Corporation .Flexsus House** منبع: Higuchi and Gotou, 2005: 2835

آنچه این پژوهش را نسبت به پژوهش‌های دیگر در این حوزه متمایز می‌سازد، توجه به تغییر عملکرد و تاثیر کالبد معماری موجود بر آن می‌باشد که این مسئله از کلیدی‌ترین اهداف معماری چندعملکردی هست. پرداختن به شاخصه‌های کالبدی بناهایی که جهت اعمال عملکرد جدید، گزینش می‌شوند، در مرحله گزینش و انتخاب روش طراحیتاثیرگذار خواهد بود؛ این زمینه تاثیرگذاری، برای مثال در پژوهش مهدوین و فدایی (۱۳۹۸) مرحله تجهیز و تکنیک ساخت می‌باشد.

## نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

با توجه به نمودارهای ۱ و۲ استراتژی‌های مطرح‌شده در دو لایه سازه و نما در جامعه هدف این پژوهش مورد تائید قرارگرفته است و می‌توان با رجوع به جداول ۹ و ۱۳ نتیجه گرفت که ایجاد حداکثر فضای آزاد در پلان از طریق تمرکز حجم سازه در کمترین نقاط در کارخانه آرگو با میانگین رنک آزمون ۳/۴۴ در این پژوهش به تائید رسیده است و بنای موزه قصر با میانگین رنک آزمون ۱/۸۸ در رتبه آخر این لایه قرار دارد. اما در لایه نما بنای خانه هنرمندان با میانگین رنک آزمون ۳/۱۳ بالاترین رتبه را در تطابق نما و سازه داشته و کارخانه آرگو با میانگین رنک آزمون ۲/۲۳ رتبه آخر را در این لایه دارد.

بر اساس یافته‌های پژوهش می‌توان چنین بیان نمود که تجمیع و انطباق سازه و نما که در جهت آزادسازی فضا در نمونه‌های موردی این پژوهش به تائید متخصصین رسیده است، تأثیری مستقیم بر تغییر کاربری بناهای صنعتی داشته است. در بناهای صنعتی به دلیل نوع خاصی از عملکرد در یک بنای معماری نیاز به آزادی فضا به‌طورجدی مطرح است و این موضوع، وضعیت را برای عملکردهای احتمالی آتی در همان بنا میسر می‌سازد. به‌ویژه در واحدهای تولیدی صنعتی مانند کارخانه آرگو و کارخانه جوراب‌بافی، این بناها به دلیل رویارویی با مقیاس بزرگی از تأسیسات و فعالیت، فراخی بیشتری را نیز طلب می‌کنند، همانند خانه هنرمندان و باغ‌موزه قصر که با مقیاس بزرگ‌تری از جمعیت نسبت به کاربری‌های دیگر روبرو هستند.

چنین شاخصه‌هایی می‌توانند در بررسی بناهای میراث معماری صنعتی و اعطای کاربری جدید به آن‌ها و همچنین برگزیدن بنایی صنعتی برای نوع مشخصی از کاربری کارآمد باشند. کما اینکه ابنیه‌ای که طبق جدول۹ پلان آزادتری به سبب رفتار و جانمایی سازه خود دارند، در حیات مجددشان کاربری‌هایی به لحاظ عملکرد، فعال‌تر و به لحاظ حجم کاربر، وسیع‌تر را پذیرفته‌اند. بررسی رابطه و همبستگی و تحلیل نوع آن میان این سه لایه در میراث معماری صنعتی نیز امکان دست‌یابی به نتایجی کارآمد در فرایند باززنده‌سازی و احیا این بناها را فراهم می‌کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از لایه تأسیسات، مسئله گسترش این سیستم و افزایش دسترسی به آن و یا محدود و کنترل نمودن آن جهت کاهش اشغال فضا می‌تواند به‌عنوان یک مسئله کاربردی در پژوهش‌های آتی موردبررسی قرار گیرد.

توجه به میراث معماری صنعتی و احیا مجدد آن‌ها یکی از جنبه‌های مهم توسعه پایدار در شهرها به شمار می‌رود. بر اساس یافته‌های پژوهش می‌توان چنین بیان نمود که تجمیع و انطباق سازه و نما که در جهت آزادسازی فضا در نمونه‌های موردی این پژوهش به تائید متخصصین رسیده است، تأثیری مستقیم بر تغییر کاربری این نوع از بنا داشته است. در بناهای صنعتی به دلیل نوع خاصی از عملکرد در یک بنای معماری نیاز به آزادی فضا به‌طورجدی مطرح است و این موضوع، وضعیت را برای عملکردهای احتمالی آتی در همان بنا میسر می‌سازد. به‌ویژه در

واحدهای تولیدی صنعتی مانند کارخانه آرگو و کارخانه جوراب‌بافی، این بناها به دلیل رویارویی با مقیاس بزرگی از تأسیسات و فعالیت، فراخی بیشتری را نیز طلب می‌کنند، همانند خانه هنرمندان و باغ‌موزه قصر که با مقیاس بزرگ‌تری از جمعیت نسبت به کاربری‌های دیگر روبرو هستند.

چنین شاخصه‌هایی می‌توانند در بررسی بناهای میراث معماری صنعتی و اعطای کاربری جدید به آن‌ها و همچنین برگزیدن بنایی صنعتی برای نوع مشخصی از کاربری کارآمد باشند. کما اینکه ابنیه‌ای که طبق جدول۹ پلان آزادتری به سبب رفتار و جانمایی سازه خود دارند، در حیات مجددشان کاربری‌هایی به لحاظ عملکرد، فعال‌تر و به لحاظ حجم کاربر، وسیع‌تر را پذیرفته‌اند. بررسی رابطه و همبستگی و تحلیل نوع آن میان این سه لایه در میراث معماری صنعتی نیز امکان دست‌یابی به نتایجی کارآمد در فرایند باززنده‌سازی و احیا این بناها را فراهم می‌کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از لایه تأسیسات، مسئله گسترش این سیستم و افزایش دسترسی به آن و یا محدود و کنترل نمودن آن جهت کاهش اشغال فضا می‌تواند به‌عنوان یک مسئله کاربردی در پژوهش‌های آتی موردبررسی قرار گیرد.

## References


1. Aghaei, S., Ghafourian, M., & Akhound, N. (2021). An Assessment of Extensibility and Divisibility in the Flexibility of Apartments' Interiors and Adjoining Units (the Case of Tehran District 2). Soffeh, 31(1), 33-51. doi: 10.29252/soffeh.31.1.33
2. Ahmadi, F., Nasiriani, KH., & Abazari, P. (2008). Delphi Method: a Tool in Research. Iranian Journal of Medical Education, 8(1), 175-185. http://ijme.mui.ac.ir/article-1-790-fa.html
3. Alexander, C. (1977). A pattern language: towns, buildings, construction. Oxford: Oxford university press. https://www.amazon.com/Pattern-Language-Buildings-Construction-Environmental/dp/0195019199
4. Arbab, P., & Alborzi, G. (2022). Toward developing a sustainable regeneration framework for urban industrial heritage. Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development, 12(3), 263-274. https://doi.org/10.1108/JCHMSD-04-2020-0059
5. Asadi, H., Hashemi Toghroljerdi, S. M., Ghafourian, M., & Abedini, H. (2023). Evaluation of the Flexible Elements Components in Housing Design to Determine their Priority according to Delphi Design Method. International Journal of Architecture and Urban Development, 13(1), 37-50. doi: 10.30495/ijaud.2022.63471.1564
6. Bani Masoud, A. (2015). Contemporary architecture of Iran, Honar-e Memari, Tehran. https://opac.nlai.ir/opac-prod/search/briefListSearch.do?command=FULL_VIEW&id=2425009&pageStatus
7. Brady, SR. (2015). Utilizing and adapting the Delphi method for use in qualitative research, International Journal of Qualitative Methods, 14(5), 1-6. https://doi.org/10.1177%2F1609406915621381
8. Cellucci, C., & M. Di Sivo. (2015). The Flexible Housing: Criteria and Strategies for Implementation of the Flexibility. Journal of Civil Engineering and Architecture, 9, 845-852. http://dx.doi.org/10.17265/1934-7359/2015.07.011
9. Corbusier, L. (2013). Towards a new architecture, Courier Corporation, Massachusetts. https://www.amazon.com/Towards-New-Architecture-Corbusier/dp/1614276056
10. De Paris, S., & Lopes, C.N.L. (2018). Housing flexibility problem: review of recent limitations and solutions. Frontiers of Architectural Research, 7(1), 80-91. https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.11.004
11. Deilmann, H., Pfeifer, H., & Krause, K. J. (1970). Die anpassungsfähige wohnung. Bauen Und Wohnen, 1970(3), 77–85.
12. Esmaeili Jelodar, ME., & Avvali Pooryan, A. (2018). An Archaeological View on the Industrialization of Tehran and Transformation of its Manufacturing Structures in the Late Qajar and Early Pahlavi Periods. Journal of Archaeological Studies, 10(1), 1-20. doi: 10.22059/jarcs.2018.214183.142323
13. Femenias, P. & Geromel, F. (2019). Adaptable housing? A quantitative study of contemporary apartment layouts that have been rearranged by end-users. Journal of Housing and the Built Environment, 35(2), 481-505. https://doi.org/10.1007/s10901-019-09693-9

14. Ghafourian, M., & Aghaei, S. (2016). Flexibility Criteria for Design of Apartment Housing in Iran. Soffeh, 26(3), 41-64. https://dorl.net/dor/20.1001.1.1683870.1395.26.3.3.0
15. Ghafourian, M., Asadi, H., & Sharifi M. (2021). Multi-functional Architecture: Design Strategies and Principles, Jahad_e Daneshgahi, Qazvin. https://opac.nlai.ir/opac-prod/search/briefListSearch.do?command=FULL_VIEW&id=8434438&pageStatus
16. Ghanbari, AA. (2018). Industrial Heritage in Historical Urban Landscapes; the Role of Sugar Factory in Urban Landscape of Varamin. MANZAR, the Scientific Journal of landscape, 10(43), 2826-33. doi:10.22034/manzar.2018.68623
17. Gopinath, V., & Ramadoss, R. (2021). Review on structural health monitoring for restoration of heritage buildings. Materials Today: Proceedings, 43, 1534-1538. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.318
18. Habraken, JN. (2003). Open Building as a condition for industrial construction. 20th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, sep 21-24, Eindhoven, Netherlands. 37-42. https://doi.org/10.22260/ISARC2003%2F0004
19. Habraken, J.N. (1998). The structure of the Ordinary: Form and Control in the Built Environment. Massachuset: The MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/structure-ordinary
20. Habraken, J.N. (2008). Design for flexibility. Building Research & Information, 36(3), 290-296. https://doi.org/10.1080/09613210801995882
21. Hanachi, P., Fadaei Nezhad Bahramjerdi , S., & Taymourtash ,S. (2019). Reviewing the implementation experiences of adaptability and reuse of industrial heritage in Iran, Tehran University Press, Tehran. https://opac.nlai.ir/opac-prod/search/briefListSearch.do?command=FULL_VIEW&id=5822764&pageStatus
22. Heidari, S., Hanachi, P., Teymoortash, S. (2019). The Adaptive Reuse of Industrial Heritage, an Approach Based on Energy Recycle. Naqshejahan, 9 (1), 45-53. http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-27539-fa.html
23. Henz, A., & Henz, H. (1995). Anpassbare wohnungen (Hefte zum wohnen Nr. 3). ETH Wohnforum.
24. Hertzberger H. (2005). Lessons for students in architecture. Rotterdam: NAi010 Publishers. https://www.amazon.com/Lessons-Students-Architecture-Herman-Hertzberger/dp/9462083193
25. Higuchi, Y., Gotou, T., Konishi, H, Katsuragawa, Y., & Suzuki, K. (2005). Development of Element Technolofies Supporting Skeleton/Support INFILL House(Demonstrateive Experiment for Next Generation Structural Housing). The 2005 World Sustainable Building Conference, Sep 27-29, Tokyo, Japan, 2833-2840. https://www.semanticscholar.org/paper/c6c74d1cc81cdcd1571bed2dedb75574efb64cc3
26. Hosseini, A., & Yolyeh San Vansan, N. (2023). Measuring of residents' satisfaction with the quality of housing in urban neighborhoods with the approach of spatial justice: The case study on District 2 of Tehran. Urban Environmental Planning and Development, 3(10), 69-86. doi: 10.30495/juepd.2023.1982743.1167
27. Izadi, MS., & Amiri, N. (2016). Internal development, concordant, balanced and stable pattern to develop and promote the urban quality, planning for redevelopment of urban military land. Bagh-e Nazar, 13(41), 35-46. http://www.bagh-sj.com/article_32947.html?lang=fa
28. Khazaei, Y. (2018). An Analysis of the Pre-modern and Modern Prison Structure Case Study: Tehran's Anbar and Qasr Prisons. Historical Researches, 10(2), 13-30. doi:10.22108/jhr.2018.76386.0
29. Leupen, B.(2006). The polyvalent dwelling. International Conference On Adaptable Building Structures, July 03-05, Eindhoven, Netherland. http://arkitekturforskning.net/na/article/view/156
30. Loch, S. (2011). Das adaptive habitat. Typologie und bedeutungswandel fexibler wohnmodelle. Stuttgart :Institut Wohnen und Entwerfen der Universität Stuttgart. https://books.google.com/books/about/Das_adaptive_Habitat.html?id=lxEyswEACAAJ
31. Mahdiun, S., & Fadaei nezhad, S. (2019). Principles of Retooling for the Adaptive Reuse of the Industrial Architectural Heritage. Naqshejahan, 9 (1), 23-31 http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-31858-fa.html

32. Malakouti, M., Faizi, M., Hosseini, SB., & Norouzian-Maleki, S. (2019). Evaluation of flexibility components for improving housing quality using fuzzy TOPSIS method. Journal of Building Engineering. 22, 154-160 https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.11.019
33. Maleki K. (2009). Méthodes quantitatives de consultation d'experts: Delphi, Delphi public, Abaque de Régnier et impacts croisés, Editions Publibook, Paris. https://www.amazon.de/-/en/Khosro-Maleki/dp/2748346653
34. Masoud, S., Eshrati, P., Faizi, M., & Einifar, A. (2019). Developing Theoretical Framework of Value in Interior Architecture Design of Heritage Buildings Case Study: Garden Museum of the Qasr Prison. Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va Shahrsazi, 24(3), 97-110. doi: 10.22059/jfaup.2019.272539.672192
35. Nagy, G., & Ashraf, F. (2021). HBIM platform & smart sensing as a tool for monitoring and visualizing energy performance of heritage buildings. Developments in the Built Environment, 8, 100056. https://doi.org/10.1016/j.dibe.2021.100056
36. Nasr, T., Salahi, S., & Piran, N. (2022). Explaining the Semantic Components of the Islamic City in Line with Urban Sustainable Development. Urban Environmental Planning and Development, 2(6), 95-112. doi:10.30495/juepd.2022.690748
37. Nili R, Diba D, Mahdavinejad M, Shahcherghi A. (2018). An Evaluation of Quality Revitalization of Contemporary Iranian Industrial Heritage Using Analytical Hierarchy Process (AHP) (CASE STUDY: LINEN WAREHOUSE OF TEHRAN), 4, 41-12 https://jest.srbiau.ac.ir/article_11680.html
38. Nilsson, R., Thorén, E., & Åhlund, O. (1971). Anpassbara bostäder. Etapp 1. Institutionen för byggnadsfunktionslära, Tekniska högskolan i Lund, Lund. http://hdl.handle.net/2077/46256
39. Parkinson, M., & Bianchini, F. (1993). Cultural policy and urban regeneration: the West European experience, Manchester University Press, Manchester. https://books.google.com/books/about/Cultural_Policy_and_Urban_Regeneration.html?id=N327AAAAIAAJ
40. Pascal, G., & Sylvie T. (2014). Guide Pratique de Recherche en Réadaptation, De Boeck Superieur, Ottignies-Louvain-la-Neuve. https://www.amazon.fr/Guide-pratique-recherche-en-r%C3%A9adaptation/dp/2353272673
41. Pereira, D. Afonso, A. (2015). Overview of Friedman's test and post-hoc analysis. Communications in Statistics-Simulation and Computation, 44(10), 2636-2653. https://doi.org/10.1080/03610918.2014.931971
42. pourzargar, M., & Abedini, H. (2020). Reading the Hidden Geometry in the Historic City and the Impact of Modern Evolution on It; Case Study: Sabzeh-Meydan, Tehran. Naqshejahan, 10 (3), 231-238. http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-43327-fa.html
43. Priemus, H. (1969). Wonen, kreativiteit en aanpassing. Onderzoek naar voorwaarden voor optimale aanpassingsmogelijkheden in de woningbouw, Mouton, . Den Haag. https://lib.ugent.be/nl/catalog/rug01:000747768
44. Priemus, H. (1993). Flexible Housing Fundamentals and Background. Open House International. 18(4), 19–26.
45. Rabeneck, A., Sheppard, D., & Town, P. (1973). Housing fexibility?. Architectural Design, 11, 698–727. https://www.academia.edu/48065549/Housing_Flexibility
46. Rezaei Ghahroodii, S., & Mahdavinejad, M. Reviewing and Implementing International Valuation Criteria for Industrial Architectural Heritage. Mmi, 9 (17), 21-38. http://mmi.aui.ac.ir/article-1-526-fa.html
47. Samadzadehyazdi, S., Ansari, M., & Bemanian, M. (2019). Environment Sustainability through Adaptive Reuse (Case Study: Industrial Heritage of Iran). Naqshejahan, 9 (1), 67-77. http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-26403-en.html
48. Samadzadehyazdi, S., Ansari, M., Mahdavinejad, M. & Bemanian, M. (2020). Significance of authenticity: learning from best practice of adaptive reuse in the industrial heritage of Iran. International Journal of Architectural Heritage, 14(3), 1-13. https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1542466
49. Schneider, T. & Till, T. (2005). Flexible housing: opportunities and limits. ARQ: Architectural Research Quarterly, 9(2), 156-166. https://doi.org/10.1017/S1359135505000199

50. Schneider, T. and Till, J. (2007). Flexible housing. New York: Architectural Press. https://www.amazon.com/Flexible-Housing-Jeremy-Till/dp/0750682027
51. Shaohua, J. Meng, W. Ling, M. (2023). Gaps and requirements for applying automatic architectural design to building renovation. Automation in Construction. 147. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104742 .
52. Sotodeh, SH., & Ghobadian, V. (2022). Explaining Contemporization and Systematic Adaptation of Alborz Industrial Heritage based on Sustainable Architecture, Naqshejahan, 26, 12(1): 59-83. http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-58419-en.html
53. Tarpio, J. (2015). patial Logics of a Flexible Apartment: On the Spatial Starting Points and Design Principles of an Apartment that Can Adapt to Different Uses. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3510-9
54. Tarpio, J., & Huuhka, S. (2022). Residents' views on adaptable housing: a virtual reality-based study. Buildings and Cities, 3(1), 93–110. https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202203182601
55. Tarpio, J., Huuhka, S., & Vestergaard, I. (2021). Barriers to implementing adaptable housing: architects' perceptions in Finland and Denmark. Journal of Housing and the Built Environment, 36(3), 1-23 https://doi.org/10.1007/s10901-021-09913-1
56. Till, J. & Schneider, T. (2005). Flexible housing: the means to the end. ARQ: architectural research quarterly, 9(4), 287-296. https://doi.org/10.1017/S1359135505000345
57. Venturi, R., & Brownlee, DB. (1977). Complexity and Contradiction in Architecture. New York: The Museum of Modern Art. https://www.amazon.com/Complexity-Contradiction-Architecture-Robert-Venturi/dp/0870702823
58. Živković, M., Keković, A., & Slavisa, K. (2014). The Motives for Application of the Flexible Elements in the Housing Interior. Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, 12(1), 41-51. https://doi.org/10.2298/FUACE1401041Z