



Architectural and Structural Analysis of Special Karbandis of Tabriz Historical Bazaar

Shahrzad Ainechi ^{*1}, Nima Valibeig ²

¹. Ph.D. Graduate, Faculty of Conservation & Restoration, Art University of Isfahan, Isfahan, IRAN

². Assistant Professor, Faculty of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan, Isfahan, IRAN

Received: 24/08/2021

Accepted: 21/12/2021

Abstract

Iranian architectures have always tried to hide unbeautiful structural elements behind ceiling (covering) elements. Such a complexity and ambiguity makes understanding of karbandies more difficult. The karbandies of 'Tabriz Bazaar timches' roofs are different from karbandies of other places, structurally. Hence, they are called specific. In other words, main ribs used in the timches do not follow the simple geometry of Karbandi, which can be seen under the roof. Moreover, there are various karbandies, which have the same theoretical geometry, but they find different forms in implementation. Identifying and analyzing Tabriz bazaar specific karbandies, enables us to find out their form structure and implementation manner. Considering lack of professional writings in the field of specific karbandies, contradiction of most of such writings about structural function of ribs in this structure and lack of identified definition, make it necessary to do research about them. In this research, relying on the library resources, field studies and interpretation and analysis of the findings, a study was conducted on the geometry and construction technology of specific karbandis of Tabriz Historical Bazaar covers and their latent concept were scrutinized. Hence, investigating the limited documents obtained from the conducted restorations and implementation stages of specific karbandies, the geometry of these hidden ribs at roof top were compared to its internal space. Nowadays many Tabriz bazaar vaults collapse and are in an irregular situation that has brought the marketers at serious risk. This erosion situation has been growing and the unconscious disregard for the restoration of karbandis, regardless of their initial structure. By recognizing and analyzing the special karbandis of the Tabriz bazaar, we can understand the form and geometry of the form and its implementation. In this paper, based on library resources, field studies, and the analysis and interpretation of the findings, a study on the geometry and technology of constructing special karbandis for the cover of the historical bazaar of Tabriz has been completed and the implied concepts have been refereed. For this purpose, by examining the small documentation of the repairs and the implementation steps of the special applications, the geometry of the hidden ribs of this type of karbandis was compared from the roof and its image from inside the space. Findings of the study indicated that to analyze Tabriz bazaar specific karbandies, it is necessary to consider their form and structural features, application and building role, ribs materials and their structural role.

Keywords: Structure, Special Karbandi, Tabriz Historical Bazaar, Timche

*Corresponding Author: Ainechi.shahrzad@yahoo.com

Introduction

Covering the roofs of the bazaars due to the diversity of spatial and small and large openings with simple and complex structures. These coatings are available in various bazaar spaces, each with special geometry, both in the final design and in space structures. To cover large openings such as timche, they used domes and karbandis.

Bazaars' ceiling has simple and complex structures due to spatial diversity and small and large spans. These ceilings in different spaces of the bazaars (Raste1, Chahar-su2, Timche3), which have their own specific geometrical form can be seen both in final motifs and spatial structures. Dome and karbandis were used to cover large spans such as Chahar-su and timches. Considering world registration of Tabriz traditional bazaar and also various attempts of Tabriz bazaar architects in creating the most beautiful and complex types of karbandi in its timches, it seems necessary to study Tabriz bazaar karbandis as the study case. Considering wideness of the ceilings spans in the bazaar's timches such as Amire Jonubi timche (14-15 m) it needed to use more ribs with more width and height for ceiling skeleton. Hence, in addition to base limiting ribs (side ribs) other ribs (middle ribs) are also formed, which are observed at the dome. This, consequently, results in isolation of features of such karbandis from simple karbandis.

Materials and Methods

Geometrical system and the sample structures were implemented by 3D software to achieve an appropriate concept of specific Karbandi in the Tabriz Bazaar ceiling. Master builders and those, who have worked in the field of karbandi practically, dominant to traditional planning methods were interviewed. The needed data were collected in the library method, studying written documents and deeds along with photography and more accurate observations in the site. Moreover, for analyzing sample karbandis, the authors' plans were improved by the local master builders and represented again. When selecting the samples, we were careful to use the most valid available resources. The statistical population involved timches with specific karbandis in Tabriz historic bazaar. Some of them were excluded from the statistical population because of repetition (in terms of geometry and structure), lack of sufficient documents and their unauthentic architectural structure and then the sampling continued with remaining karbandis.

Results

Bazaars' ceiling has simple and complex structures due to spatial diversity and small and large spans. These ceilings in different spaces of the bazaars (Raste1, Chahar-su2, Timche3), which have their own specific geometrical form can be seen both in final motifs and spatial structures.

Considering world registration of Tabriz traditional bazaar and various attempts of Tabriz bazaar architects in creating the most beautiful and complex types of karbandi in its timches, it seems necessary to study Tabriz bazaar karbandis as the study case. Considering wideness of the ceilings spans in the bazaar's timches such as Amire Jonubi timche (14-15 m) it needed to use more ribs with more width and height for ceiling skeleton. Hence, in addition to base limiting ribs (side ribs) other ribs (middle ribs) are also formed, which are observed at the dome. This, consequently, results in isolation of features of such karbandis from simple karbandis.

Considering the global registration of the traditional bazaar of Tabriz, as well as the great efforts of the architects of the Tabriz bazaar in creating the most beautiful, diversified and most sophisticated types of karbandis in bazaar timches, reveals the importance of studying the Tabriz bazaar karbandis as a sample of this study. Considering the wide openings of the covers in Tabriz bazaar, such as Timche Amir Jonubi (South) (14-15 m), the need to use more tiles with high width and height for roof skeletons is created. Therefore, in addition to the boundaries of the field (sideways), other tensions (middle tensions) are formed that appear on the roof. As a result, it separates the features of this karbandi from the usual karbandis.

Karbandi is implemented in the geometrical regular and irregular bases. Some of the implemented karbandies have axial symmetry in geometrical irregular bases and some others do not have such axial symmetry.

One of the most important differences between simple and specific karbandi is compliance and non-compliance of the internal visible lines with the middle masonry ribs. In the simple karbandi, internal visible lines are always representation of upper ribs, this is while in the specific karbandi, middle masonry ribs are separate from lower visible lines, being implemented as hidden masonry rib. Hidden masonry ribs are implemented when the underlying surface for cover is so wide that vault between the masonry ribs cannot stand alone. Due to the lack of specialized writing in the field of special karbandis, the contradiction of many of these writings about the performance of ribs in this structure requires research.

In the study of the karbandis that have been used, the structure of the plan shape affects the form of the design. This means that in a specific context with a certain length-to-width ratio, it is possible to apply certain implementations that affect a variety of factors. These variables are available to the host architect to make decisions about the details of these features.

The result of the study indicates that for the analysis of the special karbandis of the Tabriz bazaar, the characteristics of the structure, structural characteristics, the role of construction and use, the material of the ribs and the structural role should be considered. The geometric form of the karbandis directly affects its size, dimensions, plan, and shape.

Discussion

One of the most important differences between simple and specific karbandi is compliance and non-compliance of the internal visible lines with the middle masonry ribs. In the simple karbandi, internal visible lines are always a representation of upper ribs, this is while in the specific karbandi, middle masonry ribs are separate from lower visible lines, being implemented as hidden masonry ribs. Hidden masonry ribs are implemented when the underlying surface for cover is so wide that the vault between the masonry ribs cannot stand alone. Hence, the hidden masonry ribs as 4, 6, 8 cross masonry ribs (depending on the span area) divide the extensive area of the vault into smaller parts, transferring the load into the legs, as what happens in the chahar-su of bazaars.

Such masonry ribs are, usually, too thick. They usually are not seen from the interior view of the monument. Hidden masonry ribs are usually visible in the top roof. In some cases, the main span of the bazaar, if it is too wide, is implemented with hidden masonry ribs. If the masonry ribs and karbandi ribs have the same load bearing power and value, they have different degrees of load bearing in specific karbandi. So, in specific karbandi different ribs are used with different load bearing capabilities. The ribs are graded due to different load transferring amounts. Lower degrees are for transferring stronger and more authentic loads. Moreover, specific karbandies, like simple karbandies, might have other elements such as supporting ribs. The supporting ribs neutralize additional load of the monument structure through receiving and transferring their current load, finally providing the structure's sustainability.

Conclusion

In specific karbandi, in addition to side masonry ribs, some masonry ribs are implemented in hidden form at the back of the vault (middle masonry ribs). Specific karbandi is one type of karbandi, which is different because of the difference in the karbandi ribs dimensions in terms of thickness, height, location, symmetry and their load transfer power. Specific karbandi has higher load bearing power compared to simple karbandi and hence, they are widely used in covering wide spans. Width and thickness of the ribs are variable, longer karbandi ribs are wider and thicker. In this case, the reverse plan of karbandi in internal space is not necessarily complied with the middle masonry ribs implementation. External diagonal ribs support masonry ribs apex in the form of support ribs. Middle masonry ribs apexes are usually above the side masonry ribs apex. This is while in the simple karbandi the thickness and height of the karbandi ribs is fixed and also the line of the masonry load bearing

ribs can be seen from beneath the roof. Unlike simple karbandi, specific karbandi is implementable in specific bases. Filler and non-load bearing surfaces are made by middle hidden masonry ribs and this provides the conditions for making whole, establishing a complete relationship among the plan, body and karbandi.

For making specific karbandi, firstly the vault skeleton is established by making side masonry ribs, having a complete arc. Then two or four completed masonry ribs are implemented as the middle masonry rib with construction materials in hidden form and the remaining ribs are connected to them. These karbandi ribs have less thickness than the masonry ribs and they mostly play the role of load distributor. Since these ribs are placed among hidden masonry ribs, their weak point of collapse is decreased. The brick materials alignment in the karbandi masonry ribs are principally in filling method using gypsum mortar. Then the gaps among the ribs are filled and in some cases these gaps are divided into smaller parts with the aid of brick dividers with less thickness. Finally, the decorations are implemented with plaster cover on the lower section of the ribs. Moreover, a few auxiliary masonry ribs, which have supporting nature, are implemented at the rooftop .

Acknowledgments

Therefore, in the typical karbandis of the Tabriz bazaar, due to the factors mentioned, their structure and shape are not necessarily consistent. The restoration of some of the Tabriz bazaar karbandis has been done without considering this issue and has changed its form. Therefore, in view of the loss of traditional and empirical doctrines on these types of karbandis, disclosure of the desired relationships is necessary. In addition, it can be effective in providing their repair solutions and building new ones afterwards.



تحلیل معماری و فرایند ساخت کاربردی‌های ویژه تیمچه‌های بازار تاریخی تبریز*

شهرزاد آئینه چی^{۱*}، نیما ولی بیگ^۲

۱. فارغ‌التحصیل دکتری مرمت بنا و بافت‌های تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استادیار، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۲

چکیده

کاربندی، گونه‌ای از پوشش‌های معماری ایرانی است که ویژگی‌های عام کاربردی‌ها در کنار ویژگی‌های منحصر به فرد قرار دارند. معماران ایرانی معمولاً سعی می‌کرده‌اند که عناصر نازیبای سازه‌ای را در پشت عناصر پوششی، پنهان سازند. چنین پیچیدگی و ابهامی درک ساختار کاربردی‌ها را دشوار می‌سازد. کاربردی‌های موجود در سقف تیمچه‌های بازار تبریز نیز از نظر ساختاری با کاربردی‌های بقیه جاها متفاوت هستند. به عبارتی، هندسه و نحوه چینش آجر تویزه‌های باربر کاربردی‌های تیمچه‌های این بازار همانند نمونه‌های مشابه در سایر شهرها نیستند. همچنین کاربردی‌های گوناگونی وجود دارند که هندسه نظری یکسان دارند ولی در اجرا (هندسه عملی) شکلی متفاوت پیدا می‌کنند. عدم مطالعه بنیادین این کاربردی‌ها سبب شده است که در مرمت برخی نمونه‌ها اشتباهات ساختاری و معماری پدید آید. بررسی ویژگی‌های هندسی، معماری و ساختاری کاربردی‌ها می‌تواند چگونگی بهره‌گیری معماران گذشته را از فناوری‌های بومی آشکار سازد. با توجه به کمبود نوشتار تخصصی در زمینه کاربردی ویژه و نبود تعریف مشخص، پژوهش درباره آن‌ها لازم به نظر می‌رسد. در این پژوهش، با استناد به منابع کتابخانه‌ای، مطالعات میدانی و تحلیل و تفسیر یافته‌های پژوهشی در باب هندسه و فناوری ساخت کاربردی‌های ویژه، پوشش‌های بازار تاریخی تبریز انجام و مفاهیم نهفته در آن بازخوانی شده است. بدین منظور با بررسی اسناد اندک حاصل از مرمت‌های انجام شده و مراحل اجرایی کاربردی‌های ویژه، هندسه تویزه‌های دز این نوع کاربردی‌ها از پشت‌بام و تصویر آن از داخل فضا مقایسه شد. در فرایند مدل‌سازی نمونه‌ها از نرم‌افزارهای ترسیمی همچون اتوکد ۲۰۱۶ استفاده شده است. برای شناخت کاربردی‌های ویژه بازار تبریز باید خصوصیات شکلی و ساختاری، نقش سازه‌ای و جنس مصالح لنگه‌ها لحاظ شود. تحلیل‌ها آشکار کرد که کاربردی‌های تیمچه‌های بازار تبریز تفاوت‌های آشکاری در معماری و تکنولوژی ساخت آن‌ها نسبت به سایر شهرها وجود دارد که یکی از شاخص‌ترین این تفاوت‌ها استفاده از تویزه‌های میانی، افزون بر سایر عناصر کاربردی‌ها است.

واژگان کلیدی: تحلیل معماری، فرایند ساخت، کاربردی ویژه، بازار تاریخی تبریز، تیمچه.

* این مقاله بر گرفته از بخشی از رساله دکترای نویسنده اول با عنوان "تحلیل اثر ساختار فرمی بر فناوری ساخت و مرمت کاربردی‌های بازار تبریز" است که با راهنمایی نویسنده دوم در دانشکده مرمت بنا دانشگاه هنر اصفهان انجام یافته است.

** نویسنده مسئول مکاتبات: اصفهان، خیابان حکیم نظامی، چهارراه خاقانی، دانشگاه هنر اصفهان، دفتر روابط علمی و بین‌المللی، صندوق پستی: ۱۷۴۴

پست الکترونیکی: Ainechi.shahzad@yahoo.com

۱. مقدمه

پوشش سقف بازارها به سبب تنوع فضایی و دهانه‌های کوچک و بزرگ دارای سازه‌های ساده و پیچیده است. این پوشش‌ها در فضاهای مختلف بازارها (مانند راسته، چهارسوق، تیمچه) که هر یک هندسه‌ای خاص دارند چه در نقوش نهایی و چه در سازه‌های فضایی قابل‌رؤیت هستند. کاربردی به سبب قابلیت‌های فرمی و عملکردی بالای خود، کاربردهای گسترده‌ای در معماری ایران داشته است [1]. در طراحی کاربردی‌ها، به دلیل ساختار هندسی قانونمند آن نمی‌توان هر کاربردی را در هر زمینه‌ای طراحی و اجرا کرد. نمونه‌هایی از ساده‌ترین تا متکامل‌ترین انواع آن در نقاط مختلف ایران قابل‌رؤیت هستند [2]. برای پوشاندن دهانه‌های بزرگ مانند پوشش چهارسوق‌ها و تیمچه‌ها از گنبد و کاربردی استفاده می‌کردند [3]. توجه به ثبت جهانی بازار سنتی تبریز و همچنین کوشش فراوان معماران بازار تبریز در خلق زیباترین، متنوع‌ترین و پیچیده‌ترین انواع کاربردی در تیمچه‌های بازار، اهمیت مطالعه کاربردی‌های بازار تبریز را به‌عنوان نمونه مطالعاتی این پژوهش آشکار می‌کند. باتوجه‌به وسیع بودن دهانه‌های پوشش‌ها در تیمچه‌های بازار تبریز مانند تیمچه امیر جنوبی (۱۴-۱۵ متر)، نیاز به استفاده از تویزه‌های بیشتر با پهنا و ارتفاع زیاد جهت استخوان‌بندی سقف به وجود می‌آید؛ بنابراین علاوه بر تویزه‌های محدودکننده زمینه (کناری)، تویزه‌های دیگری (تویزه‌های میانی) شکل می‌گیرند که در پشت‌بام نمایان هستند. در این پژوهش، سعی بر آن است تا تفاوت‌های شکلی و ساختاری کاربردی‌های ساده و ویژه آشکار شود. در این راستا شکل هندسی تعدادی از کاربردی‌های ویژه موجود در سقف‌های تیمچه‌های بازار تبریز با نرم‌افزار اتوکد مدل‌سازی شد. مطالعه کاربردی نیازمند نگاهی همه‌جانبه است. نگرشی که ملاحظات ساختاری و شکلی را به طور هم‌زمان در نظر گیرد. براین‌اساس، در این پژوهش دو پرسش اصلی زیر مطرح می‌شود:

- ۱) تفاوت کاربردی ویژه با کاربردی ساده در زمینه معماری و فناوری ساخت چیست؟
- ۲) فرایند ساخت کاربردی‌های ویژه در تیمچه‌های بازار تبریز به چه صورت است؟

۲. پیشینه پژوهش

کاربردی از ابعاد مختلفی همچون هندسی، سازه‌ای و حتی اقلیمی، موردتوجه استادکاران و پژوهشگران قرار گرفته است. اما در گستره کاربردی ویژه، مطالعات بسیار محدود است. تعدادی از مقالات در زمینه گونه‌شناسی و نحوه کاربست آن‌ها در زمینه‌های مختلف نگارش یافته‌اند [4]، [5] و [6]. در برخی از منابع، شیوه‌های ترسیمی انواع کاربردی‌ها از دید استادکاران و پژوهشگران مختلف مورد مقایسه قرار گرفته‌اند [7]. برخی از پژوهشگران، برای ترسیم هندسه کاربردی انواع فرمول‌های ریاضی را ارائه داده‌اند و سپس نمونه‌هایی از ترسیم کاربردی‌ها را بر اساس این فرمول‌ها به نمایش گذاشته‌اند [8]، [9]، [10] و [11]. پژوهش‌های دیگری در زمینه بررسی عناصر کاربردی با دید محاسباتی و مقایسه آن‌ها در یک زمینه مشخص جهت ارائه تعریفی خاص به‌عمل‌آمده‌اند [12] و [13]. دسته‌ای دیگر، پژوهشگرانی هستند که تلاش کرده‌اند تا نحوه ترسیم هندسه نظری کاربردی‌ها را در زمینه‌های غیرمتداول مورد بررسی قرار دهند [14] و [15].

تهرانی، یکی از شاخص‌ترین افرادی است که به طور خاص در زمینه مرمت کاربردی‌های تیمچه‌های بازار تبریز کار کرده و اصطلاح کاربردی ویژه برای اولین بار توسط ایشان مطرح شده است. در دوران اخیر، تهرانی به همراه تعدادی از پژوهشگران در مورد کاربردی ویژه، مطالعاتی را انجام داده‌اند که این مطالعات در مقاله‌هایی ارائه شده‌اند [1]. متأسفانه مستندسازی در حین اجرای پوشش سقف این سازه‌های سنتی به‌ندرت صورت گرفته است. همچنین امروزه، استادکاران قابل رجوع و مشرف بر جنبه‌های مختلف فنون معماری سنتی تقریباً نایاب هستند. درعین‌حال، اندک منابع موجود، بسیار

گذاشته شده‌اند و نمونه‌گیری از کاربردی‌های باقی‌مانده صورت گرفته است.

۴. مبانی نظری پژوهش

۴-۱. بازار تبریز

بازار تبریز یکی از بزرگ‌ترین بازارهای سرپوشیده جهان و از شاهکارهای معماری ایرانی است. این بازار در سال ۱۱۹۳ هجری قمری بر اثر زلزله با خاک یکسان شد، اما طولی نکشید که دوباره بازسازی شد. بازار تاریخی تبریز با مساحتی بالغ بر بیست و هفت هکتار و بیش از صد و شصت عنصر معماری، بزرگ‌ترین اثر ثبت ملی‌شده کشور و وسیع‌ترین مجموعه تاریخی مسقف به‌هم‌پیوسته آجری جهان است که در سال ۲۰۱۰ میلادی و با عنوان مجموعه بازار تاریخی تبریز - Tabriz Historic Bazaar Complex در فهرست میراث جهانی یونسکو به ثبت رسیده است (۹). بافت اصلی بازار تبریز از دو راسته سرپوشیده شمالی - جنوبی و شرقی - غربی تشکیل شده است. راسته‌های اصلی، توسط راسته‌های فرعی و کوتاه‌تر به هم متصل هستند و در فضاهای بین آن‌ها سراها، کاروان‌سراها و تیمچه‌ها بنا شده است. تقاطع راسته را سهراهی‌ها و چهارراهی‌ها با طاق‌های گنبدی پوشانده است.

اسناد تاریخی نشان می‌دهند که معماری بازار کنونی تبریز مربوط به اواخر دوره زندیه و اوایل سلسله قاجار است. درواقع، به دنبال وقوع آخرین زلزله مخرب در تبریز به سال ۱۱۹۳ ه.ق. این بازار برای چندمین بار در طول تاریخ بازسازی شده و بر راسته‌ها و تیمچه‌های آن افزوده شده است [7]. لیست تعدادی از تیمچه‌های بازار تبریز (تحلیل شده در این مقاله) در جدول ۱ ارائه شده است (شکل ۱).

ارزشمند به نظر می‌رسند و تلاش‌هایی برای شروع کنکاش‌های نظری به شمار می‌روند. در مقالاتی به شیوه‌های اجرای اجزای کاربردی (لنگه‌ها و تویزه‌ها) در مناطق مختلف پرداخته شده و باهم مقایسه شده‌اند [2] و [3]. در پژوهش دیگر، سعی شده است تا به روش تجربی و با کمک روش‌های آزمایشگاهی، آرایه‌های مسجد کبودانی خواف و رنگ‌های به کار رفته در آن، مورد بررسی و شناسایی قرار گیرد [4]. تجزیه و تحلیل معمارانه بر سیستم باربری و سازه‌ای و ارتباط آن با نوع پوشش خاص آسمانه تیمچه حاج محمدقلی، توسط تعدادی پژوهشگر نیز در این گستره، مورد تدقیق قرار گرفته است [5-8].

۳. روش پژوهش

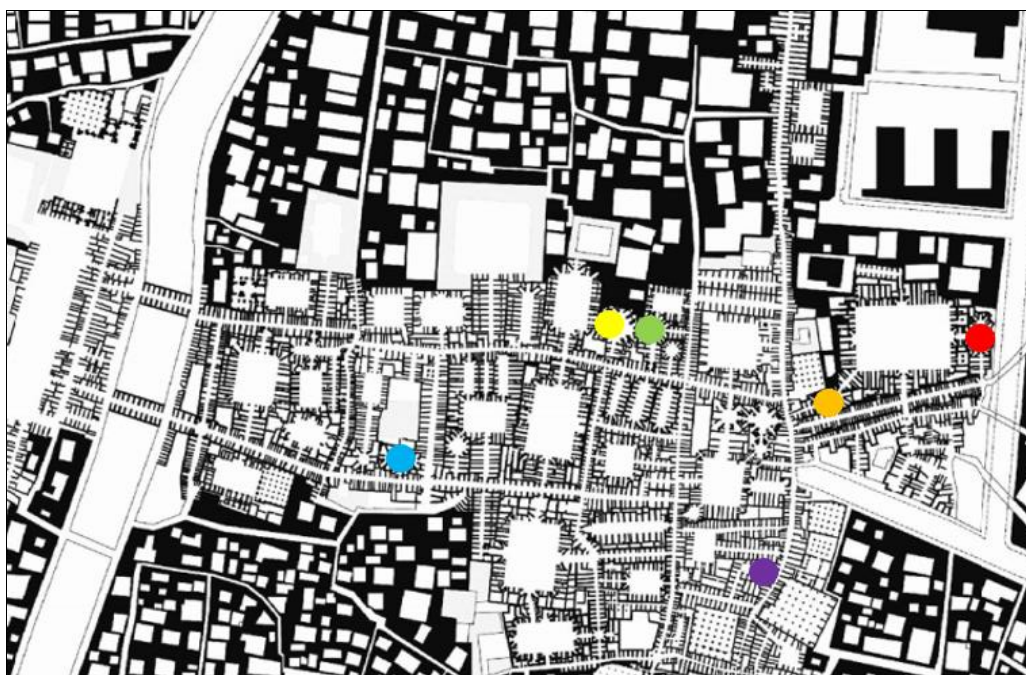
جهت دستیابی به مفهوم درستی از کاربردی ویژه، درپوشش‌های بازار تبریز نظام هندسی و ساختار نمونه‌ها از طریق نرم‌افزارهای سه‌بعدی (اتوکد ۲۰۱۶) پیاده شده‌اند. همچنین مصاحبه‌ای با استادکاران (محمد مولی زاده^۱ در تاریخ ۱۳۹۹/۱۰/۶ و محمد پاک‌نژاد^۲ در تاریخ ۱۳۹۶/۱۲/۲۶) و افرادی که به صورت عملی در زمینه کاربردی کار کرده‌اند و بر شیوه‌های ترسیمی سنتی تسلط دارند، صورت گرفته است. داده‌های موردنیاز با بررسی‌های کتابخانه‌ای، اسناد و مدارک مکتوب، به همراه عکاسی و برداشت دقیق در محل، به دست آمده‌اند. همچنین برای تحلیل کاربردی نمونه‌ها، ترسیم‌های نگارندگان از سوی استادکاران محلی اصلاح شد. جامعه آماری مورد بررسی، تیمچه‌های دارای کاربردی ویژه در بازار تاریخی تبریز^۳ است که بعضی از آن‌ها به علت تکراری بودنشان (از لحاظ هندسی و ساختاری) و نبود اسناد کافی و اصیل نبودن ساختار معماری آن‌ها از جمعیت آماری کنار

جدول ۱: لیست تعدادی از تیمچه‌های بازار تبریز (تحلیل شده در این مقاله)

Table 1: List of a number of Timchehs in Tabriz Bazaar (Analyzed in this article)

تیمچه ملک Malek Timche	در قسمت جنوبی تیمچه میرزاجلیل قرار گرفته که در این تیمچه نیز فروش فرش رایج است. It is located in the southern part of Mirzajalil Timcheh, where carpet sales are also common.
تیمچه امیر شمالی	این تیمچه به همراه سرای وابسته به آن، به دست میرزا محمدخان امیر نظام احداث شده است.

This Timcheh and its affiliated palace were built by Mirza Mohammad Khan Amir Nezam.	Amir North Timcheh
در مجاورت خیابان جمهوری واقع شده است و از سمت جنوب به خیابان راه دارد و از شمال به سرای امیر متصل است و از سمت غرب با بازار امیر در ارتباط است. It is located next to Jomhouri Street and leads to the street from the south and is connected to Sarai Amir from the north and is connected to Amir Bazaar from the west.	تیمچه امیر جنوبی Amir South Timcheh
این تیمچه به همراه سرای آن در سمت جنوب شرق بازار واقع شده است. حاج محمد قلی، معاصر با نایب‌السلطنه عباس میرزا بود. This Timcheh with its house is located in the southeast side of the bazaar. Haj Mohammad Qoli was a contemporary of Abbas Mirza, the viceroy.	تیمچه محمد قلی Mohammad Gholi Timcheh
این تیمچه در شمال تیمچه حاج محمد قلی واقع شده است. حاج صفر علی از بازرگانان بنام و معاصر نایب‌السلطنه عباس میرزا بوده است که بانی مسجد و تیمچه‌ای بانام خود است. This Timcheh is located in the north of Timcheh Haj Mohammad Gholi. Haj Safar Ali was one of the famous and contemporary merchants of the viceroy Abbas Mirza, who is the founder of the mosque and Timcheh by his name.	تیمچه حاج صفر علی Haj Safar Ali Timcheh



شکل ۱: موقعیت تیمچه‌های مدل سازی شده (دارای کاربردی ساده و ویژه) در بازار تبریز (منبع: نگارندگان)

Fig. 1: Location of modeled timches (with simple and special karbandi) in Tabriz Bazaar (Source: Authors)

۲-۴. ساختار در معماری

اسکلت برپادارنده فرم معماری را ساختار آن گویند. ساختار معماری به شکل مشخص از ویژگی‌های مرتبط با مصالح و انتقال نیرو در ساختمان تأثیر می‌پذیرد [4].

۳-۴. تعریف کاربردی ساده

کاربندی، پدیده‌ای است که ساختار آن از ضرورت‌های معماری سنتی مایه گرفته است. یکی از روش‌های تبدیل مربع به دایره در گنبد و طاق‌ها، تکنیک کاربردی است [9]. کاربردی، در پوشش اصلی به دو صورت کاربردی ساده و کاربردی ویژه قابل اجرا است. انواع

بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند زمینه‌های متداول نام دارند؛ از جمله زمینه‌های مربع، مستطیل، هشت، هشت و نیم هشت، چلیپا، کاربندی ویژه در زمینه‌های منتظم هندسی زوج (شماره چهار به بالا) و فرد (شماره سه به بالا) و در زمینه‌های غیر منتظم دارای تقارن محوری (هشت، هشت و نیم هشت، کشکولی و نگینی) قابلیت اجرا دارد. زمینه‌های با مضرب چهار برای اجرای کاربندی ساده‌تر هستند. زیرا در این زمینه‌ها فقط یک توزیع میانی از هر پایه استخراج می‌شود و توزیع‌های میانی بر هم عمود هستند. اما در زمینه‌های با مضرب دو و غیر مضرب چهار برای حذف تقارن مرکزی از هر پایه دو توزیع میانی استخراج می‌شود و این عمل سبب افزایش ضخامت جرز می‌شود [12].

کاربندی ساده را می‌توان به گونه‌های زیر دسته‌بندی کرد: ۱) کاربندی درهم ۲) کاربندی گسترش یافته ۳) کاربندی کشیده ۴) کاربندی لنگ ۵) کاربندی پرور ۶) کاربندی یزدی ۷) کاربندی سوار ۸) کاربندی لمیده ۹) کاربندی اختری ۱۰) شبه کاربندی ۱۱) کاربندی دو جفدی ۱۲) کاربندی خاص [10].

۴-۴. زمینه‌های کاربندی

کاربندی در زمینه‌های منتظم و غیرمنتظم هندسی اجرا شده است. بعضی از کاربندی‌های اجرا شده در زمینه‌های غیرمنتظم هندسی به دو دسته تقسیم می‌شوند: دارای تقارن محوری و بدون تقارن محوری (جدول ۲) [11]. زمینه‌هایی که برای اجرای کاربندی

جدول ۲: هندسه نظری برخی از انواع کاربندی‌های موجود در بازار تبریز در زمینه منتظم و غیر منتظم هندسی
Table 2: Theoretical geometry of some of karbandies in Tabriz bazaar in geometric regular and irregular base

ردیف Row	تعداد اضلاع کاربندی Number of the karbandi's angles	مکان قرارگیری Location	نوع زمینه کاربندی Karbandi base type	پلان اولیه Initial plan	پلان نهایی Final plan	عکس Photo
۱	کاربندی ۱۱ Karbandi 11	مفصل ارتباطی مسجد جامع و بازار نجاران تبریز Connection joint of the central mosque and carpenters' bazaar	دوزنقه زمینه غیر منتظم هندسی بدون تقارن محوری Trapezoids Irregular base geometrical without axial asymmetry			
۴	کاربندی ۱۶ Karbandi 16	بازار حرم‌خانه تبریز Haramkhane h Bazaar of Tabriz	هشت ضلعی زمینه منتظم هندسی Octagonal, geometrical regular base			

۵. انواع تویزه‌ها و لنگه‌های سازنده کاربردی

۵-۱. تعریف تویزه (R)

همیشه به صورت یک قوس کامل و متقارن هستند

(شکل ۲). آن‌ها به دو دسته، به صورت جدول ۳ تقسیم می‌شوند:

تیرهای خمیده که وظیفه انتقال کل بارهای پوشش را به ستون‌ها دارند، تویزه نامیده می‌شوند. تویزه‌ها

جدول ۳: تقسیم‌بندی تویزه‌ها

Table3: Classification of karbandi masonry ribs

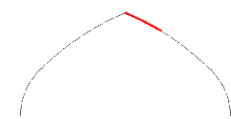
شکل ۲ Fig 2	تویزه‌های کناری (R1): تویزه‌هایی که پاهای آن‌ها در دو ستون مجاور (بین ستون‌هایشان ستون‌های دیگر قرار نمی‌گیرد) قرار می‌گیرد (۱۲). Side masonry ribs(R1): the masonry ribs, legs of which are placed on the two adjacent columns (there is no other column in between their columns)	تویزه‌های کاربردی Karbandi masonry ribs
شکل ۲ Fig 2	تویزه‌های میانی (R2): تویزه‌هایی که دو پای آن‌ها در دو ستون مجاور هم قرار نمی‌گیرد (بین ستون‌های آن‌ها ستون‌های دیگر قرار می‌گیرد) (۱۲). Middle masonry ribs (R2): the masonry ribs, legs of which are not placed on the two adjacent columns (there are other columns in between their columns)	

۵-۲. تعریف لنگه (L)

بار اصلی از تویزه‌ها به ستون‌ها و سایر عناصر هستند

[12]. لنگه‌های کاربردی به چهار دسته کلی تقسیم می‌شوند: (جدول ۴).

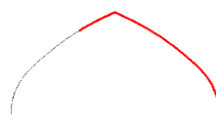
قطعاتی که یک یا دو پای آن‌ها بر روی پاکار، تویزه‌ها یا بر روی سایر لنگه‌های کاربردی قرار می‌گیرند. لنگه‌ها بیشتر دارای نقش هدایت‌کننده و پخش‌کننده



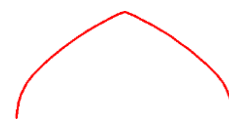
شکل ۵: برای لنگه (تکه‌ای از نیمه قوس)
Fig. 5: For karbandi rib (A piece of half an arch)



شکل ۴: برای لنگه (قوس ناقص و متقارن)
Fig. 4: For karbandi rib (Incomplete and symmetrical arc)



شکل ۳: برای لنگه (قوس ناقص و نامتقارن)
Fig. 3: for karbandi rib (Incomplete and asymmetric arc)



شکل ۲: برای تویزه و لنگه (قوس کامل و متقارن)
Fig. 2: For masonry and karbandi rib (Incomplete and symmetrical arc)

جدول ۴: تقسیم‌بندی لنگه‌های کاربردی بر اساس موقعیت آن‌ها

Table4: Classification of karbandi ribs based on their location

شکل ۳ Fig 3	یک پا روی تویزه (L1) It ends on another masonry rib(L1)	یک پا روی پاکار One leg starts from one rib skewback	لنگه‌های کاربردی (۱۲) karbandi ribs
شکل ۳ Fig 3	یک پا روی لنگه (L2) It ends on another karbandi rib(L2)		
شکل ۲ و شکل ۳ و شکل ۴ و شکل ۵ Fig 2 and Fig 3 and Fig 4 and Fig 5	یک پا روی تویزه یک پا روی لنگه (L3) one leg on the masonry rib and the other one on the karbandi rib (L3)		
شکل ۳ و شکل ۴ Fig 3 and Fig 4	دو پا روی تویزه (L4) two legs on the masonry rib (L4)	دو پا روی پاکار نباشد Two legs are not on the rib skewback	
شکل ۲، شکل ۳ و شکل ۴ Fig 2, Fig 3 and Fig 4	هر دو پا روی لنگه (L5) both legs on the the karbandi rib(L5)		

شکل ۲ Fig 2	(L ₆)	دو پا روی پا کار Two legs are on the rib skewback	لنگه‌های پشت‌بند (P) supporting ribs (P)
شکل ۳ Fig 3	وصل‌کننده پا کار به تویزه (P1) Connector of one rib skewback to another masonry rib apex (P1)		
شکل ۳ Fig 3	وصل‌کننده دو تویزه (P2) Connector of one rib apex to another masonry rib apex (P2)		


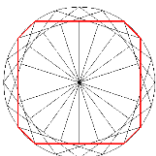
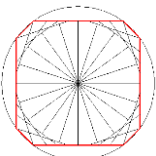


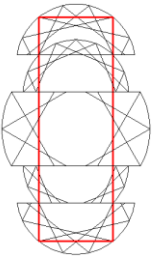
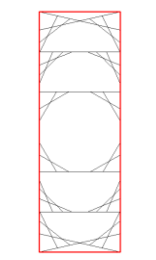


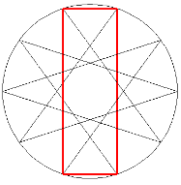
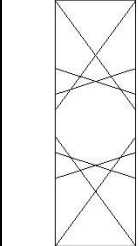
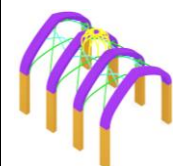

۶. تعریف کاربندی ویژه

می‌داند که در آن با استفاده از قالب واحد، لنگه‌هایی را در فواصل چهار تویزه اصلی قرار می‌دهند که در نتیجه، مربع به هشت ضلعی تبدیل می‌شود. وی بخش‌های کاربندی را شامل پرک، ترنج، پاباریک، فیل‌گوش و سوسن می‌داند (جدول ۵) [15].

کاربندی نوعی پوشش است متشکل از لنگه طاق‌هایی که با قواعد هندسی مشخصی همدیگر را قطع می‌کنند [13]. کاربندی از تقاطع چند لنگه حاصل می‌شود [14]. استادکاری دیگر، کاربندی را تکامل یافته گوشه‌سازی

جدول ۵: معرفی تیمچه‌های دارای کاربندی ساده در بازار تاریخی تبریز

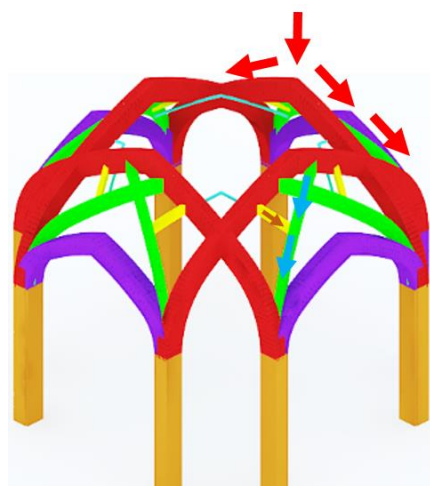
Table 5: Introducing timches with simple karbandi in Tabriz historic bazaar

نام Name	نوع و زمینه کاربندی Karbandi base and type	عکس Photo	پلان اولیه Initial plan	پلان نهایی Final plan	پرسپکتیو Perspective
تیمچه ملک Malek Timche	کاربندی اختری گسیخته ۲۰ ضلعی با فاصله ۴ به ۴ در زمینه هشت و نیم هشت 20-side Discrete stellar8 (Akhtari- ye gosasteh) karbandi With a distance of 4 to 4 in semi-octagonal base				
تیمچه شهربان بزرگ Sheerban e Bozorg Timche	کاربندی از نوع پرور، ترکیب یک کاربندی ۱۲ ضلعی با دو نیم کار ۱۶ ضلعی و دو نیم کار ۱۴ ضلعی Karbandi of duplication type9, combination of 12- side karbandi and two 16- side semi-work and two 14-side semi-work				
دهانه میانی تیمچه امیر شمالی Middle span of Amir e Shomali Timche	گسترش کشیده کاربندی ۱۰ ضلعی در زمینه مستطیل Stretch extension10 (gostareh)of 10 side karbandi in rectangular base				
					

دارای تنوع شکلی گوناگونی هستند که مؤثر از تکنیک ساخت برگرفته از هندسهٔ فرم و توانمندی معمار است. در ترسیم کاربردی و روش ساخت بین کاربردی‌های بازار تبریز و دیگر جاها نقاط مشترک و تفاوت‌های آشکاری وجود دارد. این کاربردی‌ها از نظر ساختار شکلی و تکنولوژی ساخت بسیار متنوع هستند. لنگه‌ها و تویزه‌های کاربردی‌های بعضی از تیمچه‌های بازار تبریز، ارزش و درجهٔ سازه‌ای مختلفی از لحاظ انتقال بار دارند و از کاربردی‌های دیگر قابل تفکیک هستند. به همین جهت کاربردی ویژه نامیده می‌شوند.

لنگه‌ها و تویزه‌ها از منظر تقدّم زمانی در اجرا و نیز تحمل نیروهای جانبی درجه‌بندی می‌شوند. تویزهٔ میانی که در دهانهٔ بزرگتری اجرا شده است، بیشترین بار را تحمل می‌کند (درجه ۱). لنگه‌های سبز رنگ که بار را از تویزه‌های میانی به سمت پایه‌ها هدایت می‌کنند، به مراتب دارای ارزش سازه‌ای کمتری هستند (درجه ۲). لنگه‌های زرد رنگ که تویزه‌های میانی را به لنگه‌های زرد رنگ متصل می‌کنند، بیشتر نقش توزیع کنندهٔ بار را دارند (درجه ۳) (شکل ۶).

کاربردی ویژه نوعی کاربردی است که در آن علاوه بر تویزه‌های کناری، تویزه‌هایی به صورت دژ^۴ در پشت طاق اجرا می‌شوند (تویزه‌های میانی). دژ به معنای پوشیده است، یعنی تویزه‌های میانی از زیر سقف دیده نمی‌شوند و فقط در پشت بام قابل مشاهده هستند. پایهٔ سایر عناصر کاربردی (لنگه‌ها) بر روی آن‌ها یا بر روی تویزه‌های کناری و پاکار قرار می‌گیرند. تویزه‌های دژ، اسکلت‌بندی یا بخش باربر طاق بنا می‌شود (جدول ۷و۶). این تویزه‌ها به تناسب بار وارده، ضخامت و ابعاد و نحوهٔ قرارگیری متفاوتی دارند. در یک کاربردی درجهٔ ارزش سازه‌ای ۱ و ۲ و ۳ و... به ترتیب به تویزه‌هایی داده می‌شود که بیشترین طول غیر منقطع را دارند. به عبارت دیگر تویزه‌هایی که طول تصویر افقی آن‌ها بیشتر است، از درجهٔ سازه‌ای بیشتر برخوردار هستند. درجهٔ ارزش سازه‌ای یک تویزه با ارتفاع و ضخامت آن نیز نسبت مستقیم دارد. تویزه‌هایی که بر روی دهانه‌های بزرگ‌تر قرار گرفته‌اند، عناصر باربر درجهٔ ۱ و تویزه‌های واقع بر روی دهانه‌های کوچک‌تر عناصر باربر درجهٔ ۲ به حساب می‌آیند (جدول ۸). کاربردی‌ها



● بیشترین درجه ارزش سازه‌ای (درجه ۱) ● درجه ارزش سازه‌ای ۲ ● کمترین درجه ارزش سازه‌ای (درجه ۳)

شکل ۶: درجات ارزش سازه‌ای لنگه‌ها و تویزه‌ها

Fig. 6: Degrees of structural value of masonry and karbandi ribs

تویزه‌های میانی است. در کاربردی ساده، خطوط نمایان داخلی همواره نمایی از لنگه‌های باربر فوقانی است ولی در حالت کاربردی ویژه، تویزه‌های میانی، مجزا از

۷. تفاوت کاربردی ساده با کاربردی ویژه

از تفاوت‌های بنیادین اجرای کاربردی ساده با کاربردی ویژه، در انطباق یا عدم انطباق خطوط نمایان داخلی با

۸. مراحل اجرای کاربردی ویژه در چهارسوق کلاه‌دوزان

سقف چهارسوق کلاه‌دوزان فروریخته بود و تهرانی در سال ۱۳۶۰ توسط رضا معماران تبریزی به ساخت دوباره آن پرداخت. کاربردی چهارسوق کلاه‌دوزان، گسترش دوازده ضلعی در زمینه هشت و نیم هشت است (جدول ۱۱) [16]. طراحی و ساخت آن را رضا معماران تبریزی انجام داده است. مراحل اجرای آن موارد زیر را شامل می‌شود:

۷-۱- ابتدا تصویر کاربردی را بر روی زمین با مقیاس یک‌به‌یک ترسیم و محل‌های تقاطع و نقاط هم‌ارتفاع را با شاغول به بالا منتقل می‌کنند (شکل ۷، ۸ و ۹).

۷-۲- سپس تویزه‌های کناری که عمده‌تاً به روش رومی چیده می‌شوند، بر روی جرزهای بنا قرار می‌گیرند.

۷-۳- در ادامه، با ایجاد تویزه‌های میانی (تویزه‌های دز درجه ۱) اسکلت‌بندی یا بخش باربر گنبد، بنا می‌شود. تویزه‌هایی که از دو سو بر روی جرزهای اصلی بنا قرار می‌گیرند، به وسیله قالب چوبی برپا می‌شوند (شکل ۱۰). در واقع، ساخت سازه با چهار تویزه بزرگ به عنوان شاه تویزه دز (درجه ۱) با دهانه ۱۰ متر آغاز می‌شود. در میانه سازه به جای دایره شمس، یک مربع باقی می‌ماند. تویزه‌ها به صورت چندلایه به هم چسبیده از آجر اجرا می‌شوند. تعداد لایه‌ها بستگی به دهانه قالب دارد. ۷-۴- در مرحله بعد با استفاده از بخشی از قالب چوبی اولیه لنگه‌هایی که از یک طرف بر روی جرزهای بنا و از طرف دیگر روی تویزه‌های میانی جای گرفته‌اند، احداث می‌شوند (شکل ۱۱).

۷-۵- در مرحله پنجم، بخشی از لنگه‌ای که هیچ‌گونه باربری ندارد و به تناسب، دارای ضخامتی کمتر از دودسته قبلی است، ساخته می‌شود. یک سر قالب این لنگه بر روی تویزه میانی و سر دیگر آن بر روی لنگه دیگر قرار می‌گیرد. با طی این مراحل عملاً استخوان‌بندی حجم کل گنبد ایجاد می‌شود.

۷-۶- سپس فواصل بین تویزه‌ها و لنگه‌های کاربردی را با آجر پر و در بعضی مواقع این فواصل را به

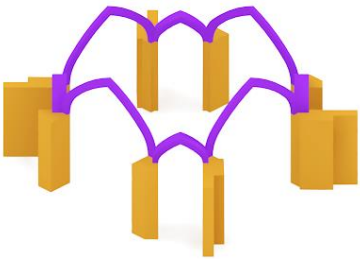
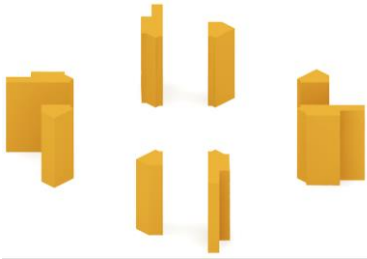
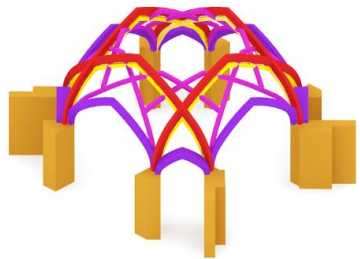
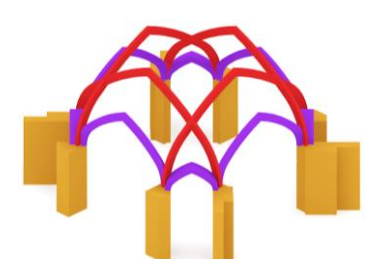









خطوط نمایان زیرین و به صورت تویزه دز (پنهان) اجرا می‌شوند [13] (جدول ۹) (شکل ۶). تویزه‌های دز، زمانی اجرا می‌شوند که سطح مورد نظر برای پوشش به اندازه‌ای وسیع باشد که طاق بین تویزه‌ها به تنهایی قادر به ایستایی نباشد. بنابراین، تویزه‌های دز به صورت چهار یا شش یا هشت، تویزه‌های متقاطع (بستگی به وسعت دهانه) سطح وسیع طاق را به بخش‌های کوچکتر تقسیم می‌کنند و عمل انتقال بار را به پایه‌ها انجام می‌دهند، مثل چهار سوق بازارها. این تویزه‌ها معمولاً بسیار قطور هستند ولی چون در بخش غیر نمایان طاق بنا قرار می‌گیرند، معمولاً از نمای داخل بنا دیده نمی‌شوند [14]. تویزه‌های دز معمولاً در پشت‌بام مشخص می‌شوند. گاهی دهانه اصلی بازار را هم در صورتی که وسعت زیاد داشته باشد با تویزه‌های دز اجرا می‌کنند. منتهی برای رد کردن آب باران، از فناوری خاصی بهره می‌گیرند که در آن پوسته بیرونی از پوسته درونی فاصله می‌گیرد و فضای مجوفی بین دو پوسته، پدید می‌آید. به این فناوری معماران، کنو شکستن می‌گویند. در این صورت، تویزه‌های دز از پشت‌بام هم دیده نمی‌شوند. تویزه‌ها و لنگه‌ها در کاربردی ساده دارای ارزش و قدرت باربری یکسان هستند ولی در کاربردی ویژه از لحاظ باربری درجات مختلفی دارند. بنابراین، در کاربردی‌های ویژه، لنگه‌های گوناگونی با توانمندی‌های بارپذیری متفاوتی به کاررفته‌اند. به دلیل میزان انتقال بار متفاوت، لنگه‌ها درجه‌گذاری شده‌اند. درجه کوچکتر برای انتقال بارهای اصلی است. افزون بر این، ممکن است کاربردی‌های ویژه مانند کاربردی‌های معمولی اجزای دیگری نیز داشته باشند؛ مانند لنگه‌های پشت‌بند. پشت‌بندها با دریافت و انتقال بار موجود در سازه بناهای ساخته شده، موجب خنثی شدن بارهای اضافی آن‌ها می‌شوند و در نهایت موجبات پایداری سازه را فراهم می‌کنند [15] (جدول ۱۰).

۹. تحلیل یافته‌ها

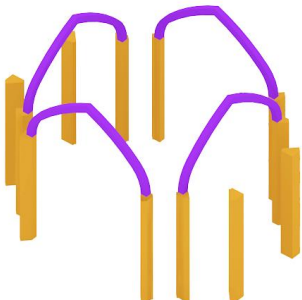
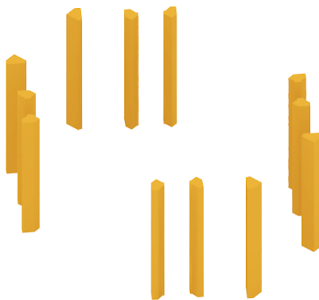

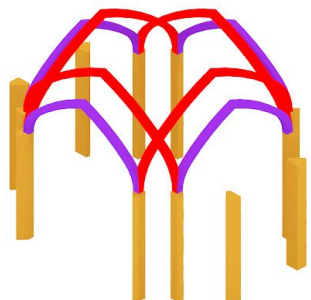







در این بخش یافته‌های پژوهش، به تفصیل مورد تحلیل قرار می‌گیرند. نمونه‌های مطالعاتی و مصادیق مرتبط با موضوع پژوهش تشریح می‌شوند.

بخش‌های ریزتری تقسیم می‌کنند. در نهایت، پوسته شمسه از روی خود توپزه‌ها به سوی بالا اجرا می‌شود. در کاربردی ویژه به دلیل تفکیک بار توسط توپزه‌های میانی، جرزهای زیرین، قابلیت پر و خالی شدن را بر مبنای نحوه وارد شدن بار دارند، به همین دلیل فضاهای معماری و به‌ویژه، کاربری‌های متنوعی ایجاد می‌شود (جدول ۱۲).

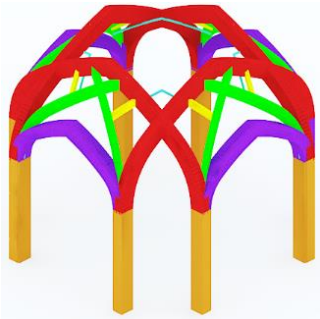

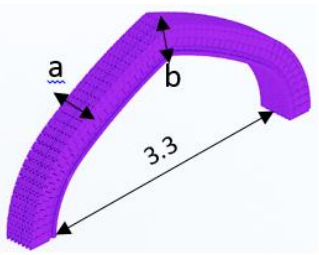
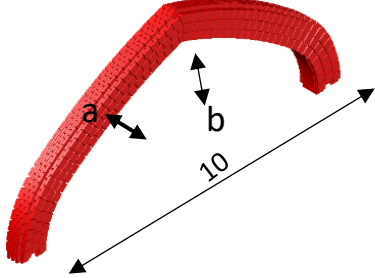
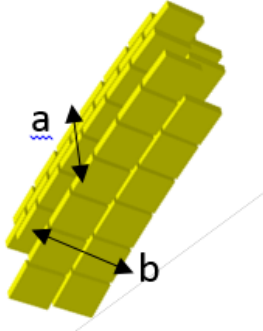
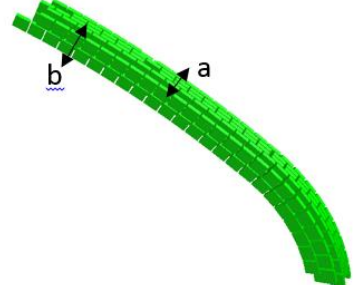




جدول ۶: ترکیب توپزه‌های دز (توپزه‌های میانی) با لنگه‌های کاربردی و تشکیل کاربردی ویژه در تیمچه امیر جنوبی
Table 6: Combining hidden masonry ribs (middle masonry ribs) with karbandi ribs and forming specific karbandi in southern Amir Timche

 <p>مرحله ۲: ساخت توپزه‌های کناری step 2: making side masonry ribs</p>	 <p>مرحله ۱: ساخت جرزهای اصلی Step 1: making the load bearer pillars.</p>
 <p>مرحله ۴: ساخت لنگه‌های دو پا روی پاکار و یک پا روی پاکار و یک پا روی لنگه Step 4: making two-leg karbandi ribs, one leg on the rib skewback and one leg on the karbandi ribs</p>	 <p>مرحله ۳: ساخت توپزه‌های میانی و نمایان بودن آنها در پشت‌بام Step 3: making middle masonry ribs and their appearance on the top roof</p>
 <p>مرحله ۶: ساخت لنگه‌های پشتیبند Step 6: Making Supporting ribs</p>	 <p>مرحله ۵: ساخت لنگه‌های دو پا روی لنگه step 5: making two-leg karbandi ribs on the other karbandi ribs</p>
<p>(P₂)  (P₁)  (L₅)  (L₂)  (L₆)  (R₂)  (R₁) </p>	




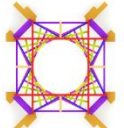



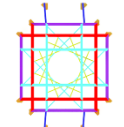

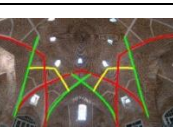

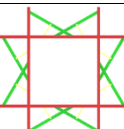








جدول ۷: ترکیب تویزه‌های دز با لنگه‌های کاربندی و تشکیل کاربندی ویژه در تیمچه محمدقلی بازار تبریز
Table 7: Combining hidden masonry ribs with karbandi ribs and making specific karbandi in Mohammad Gholi Timche of Tabriz bazaar

 <p>مرحله ۲: ساخت تویزه‌های کناری Step 2: making the side masonry ribs</p>	 <p>مرحله ۱: ساخت جرزهای اصلی Step 1: making the load bearer pillars.</p>
 <p>مرحله ۴: ساخت لنگه‌های دو پا روی تویزه (درجه ۱) Step 4: making two-leg karbandi rib on the masonry rib (first grade)</p>	 <p>مرحله ۳: ساخت تویزه‌های میانی و نمایان بودن آنها در پشت‌بام Step 3: making the middle masonry ribs and their appearance on the top roof</p>
 <p>مرحله ۶: ساخت لنگه‌های پشت‌بند Step 6: making supporting ribs</p>	 <p>مرحله ۵: ساخت لنگه‌های یک پا روی تویزه و یک پا روی لنگه، دو پا روی تویزه (درجه ۲)، دو پا روی لنگه Step 5: making one leg karbandi rib on the masonry rib and one leg on the masonry rib, two leg on the masonry rib (second grade), two-leg on the masonry rib</p>
<p>(P₁)  (L₅)  (L₄)  (R₂)  (R₁) </p>	

جدول ۸: پهنا و ارتفاع تویزه‌های سازنده کاربردی ویژه در چهارسوق کلاه‌دوزان بازار تبریز
Table 8: Width and height of ribs making specific karbandi in Kolahdoozan intersection of Tabriz bazaar

تیمچه حاج صفرعلی Haj Safar Ali Timche	نوع تویزه‌های سازنده کاربردی Type of the karbandi making masonry ribs	
 		
	a= 70 cm b= 60 cm	a= 60 cm b= 70 cm
		
	a= 33 cm b= 42 cm	a= 40 cm b= 52 cm
<div> (L₃)  (L₁)  (R₂)  (R₁)  </div>		

جدول ۹: تشکیل کاربردی ویژه (عدم انطباق هندسه کارهای نمایان داخلی با تویزه‌های دز)
Table 9: formation of specific Karbandi (non-compliance of geometry of internal visible works with hidden masonr ribs)

عکس از پشت بام Picture from roof	تجسم نمای کاربردی زیر گنبد Interior view of vault	پرسپکتیو Perspective	پلان سازه‌ای Structural plan	نام
				تیمچه امیر جنوبی Amir e Jonubi Timche
				تیمچه محمدعلی Mohammad Gholi Timche
				تیمچه حاج صفرعلی Haj Safar Ali Timche
<div> (L₆)  (L₁)  (L₃)  (P₁)  (L₅)  (L₄)  (R₂)  (R₁)  </div>				

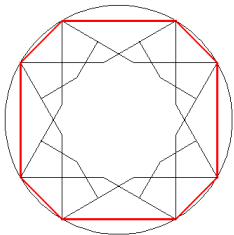
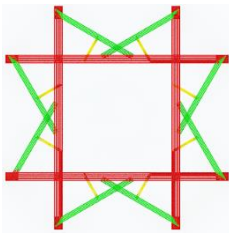
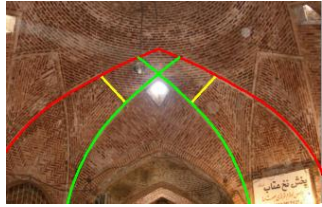
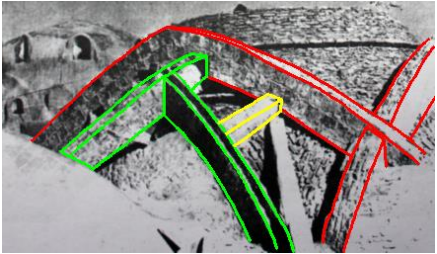

جدول ۱۰: تفاوت کاربردی ساده با کاربردی ویژه

Table 10: differences between simple and specific karbandi


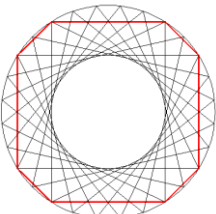
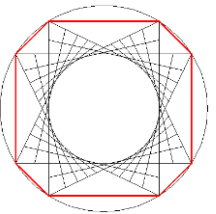

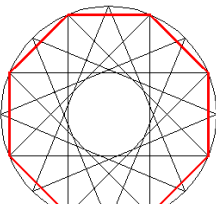
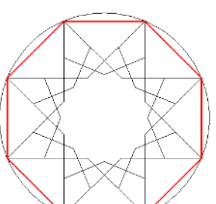

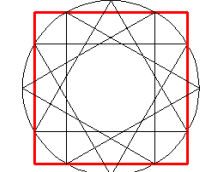
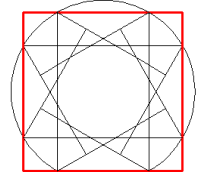
کاربندی ویژه Specific Karbandies	کاربندی ساده Simple Karbandies
<p>(۱) در کاربردی ویژه علاوه بر تویزه‌های کناری، تویزه‌هایی به صورت دز در پشت طاق اجرا می‌شوند (تویزه‌های میانی).</p> <p>(۲) در کاربردی ویژه سر تیزه تویزه‌های دز (میانی) از سر تیزه تویزه‌های کناری بالاتر است و در بیشتر موارد از زیر سقف دیده نمی‌شوند. به شکل دز در پشت طاق اجرا می‌شوند.</p> <p>(۳) پایه لنگه‌ها بر روی تویزه‌های میانی، پاکار، تویزه‌های کناری یا بر روی لنگه‌های دیگر قرار می‌گیرند.</p> <p>(۴) ارتفاع، پهنا و طول تویزه‌ها و لنگه‌های کاربردی متفاوت است.</p> <p>(۵) در زمینه‌های خاصی قابل اجرا است.</p> <p>1-In specific karbandi, in addition to side masonry ribs some other masonry ribs are implemented in hidden form behind vault (i.e. middle masonry ribs). 2-in the specific karbandi rib apex of the hidden masonry rib (middle ribs) is above the rib apex of side masonry ribs and they are not seen, in the most cases, from indoor view of the roof. They are implemented in hidden manner behind the vault. 3-The karbandi ribs' legs are placed on the middle masonry ribs, rib skewback, side masonry ribs or on the other karbandi ribs. 4-Height, width and length of the masonry ribs and karbandi ribs are different 5-they are implemented at specific bases</p>	<p>(۱) کاربردی ساده نوعی سیستم پوشاننده فضا است که دارای ۴ بخش اصلی از جمله تویزه، لنگه‌های متقاطع، پرکننده‌ها و عرقچین است. الزاماً تعدادی از لنگه‌ها بر هم عمود نیستند.</p> <p>(۲) ثابت بودن تیره (ضخامت)، بلند، مکان قرارگیری و توانایی انتقال بار (درجه ارزش سازه‌ای) لنگه‌ها</p> <p>(۳) در زمینه‌های مختلف، با اضلاع مختلف قابل اجرا است.</p> <p>1-simple karbandi is one type of space filler system, which involves four main parts including masonry rib, intersecting karbandi ribs, fillers and araghchin7. A number of ribs are not necessarily vertical to each other 2-thickness, height, location and load transferring capability of karbandi ribs (structural value degree of ribs) are fixed. 3-it can be implemented at different bases with different sides.</p>

جدول ۱۱: هندسه نظری (هندسه پلان و نما) و هندسه عملی (طرز اجرا) کاربردی چهارسوق کلاه‌دوزان بازار تاریخی تبریز

Table 11: Theoretical geometry (plan and facade geometry) and practical geometry (implementation method) of Kolahdoozan Chahar-su karbandi of bazaar

		
<p>شکل ۹: هندسه نظری (گسترش کاربردی ۱۲ ضلعی در زمینه هشت و نیم هشت)</p> <p>Fig. 9: theoretical geometry (12 side karbandi extension in semi-octagon base)</p>	<p>شکل ۸: سازه اجرا شده</p> <p>Fig. 8: the implemented structure</p>	<p>شکل ۷: نمای زیر سقف چهارسوق، آنچه از زیر دیده می‌شود تنها چهار پاباریک است.</p> <p>Fig. 7: indoor view of chahar-su, what can be seen is only four Kite shapes (pabariks).</p>
		
<p>شکل ۱۱: ساخت تویزه میانی و لنگه‌ها (مأخذ: نگارنده)</p> <p>Fig. 11: making middle masonry rib and karbandi ribs (Ref. the authors)</p>	<p>شکل ۱۰: چهارسوق کلاه‌دوزان در حال بازسازی در سال ۱۳۶۰ (مأخذ: نگارنده)</p> <p>Fig. 10: Kolahdoozan Chahar-su while being restored in 1971 (Ref. the authors)</p>	

جدول ۱۲: معرفی تیمچه‌های دارای کاربردی ویژه در بازار تاریخی تبریز
Table 12: Introducing Timches with specific karbandi in Tabriz historic bazaar

نام	نوع و زمینه کاربردی Karbandi type and base	عکس Photo	پلان اولیه Initial plan	پلان نهایی Final plan
تیمچه امیر جنوبی Amir Jonubi Timche	گسترش کاربردی ۲۸ ضلعی در زمینه هشت و نیم هشت Extension(gostaresh) of 28 side karbandi in the semi- octagonal base			
تیمچه محمدقلی Mohammad Ghioli	گسترش درهم کاربردی ۱۶ ضلعی در زمینه هشت Interlaced extension 11(gostaresh-e darham) of 16-side karbandi in octagonal base			
تیمچه حاج صفراعی Haji Safarai Timche	گسترش کاربردی ۱۲ ضلعی در زمینه مربع Extension(gostaresh) of 12 side karbandi in square base			

۱۰. نتیجه‌گیری

در تحلیل گونه‌های متفاوت کاربردی‌ها به دسته‌ای از کاربردی‌ها می‌توان اشاره کرد که آن‌ها را کاربردی ویژه می‌نامند. تفاوت کاربردی‌های ویژه را با سایر کاربردی‌ها (کاربردی ساده) می‌توان در وجود تویزه‌های میانی، ابعاد و ضخامت لنگه‌ها و تویزه‌ها، بلندا و مکان قرارگیری آن‌ها، زمینه‌های قابل اجرا و توان باربری دانست. جهت تفهیم بیشتر تفاوت‌های این دو نوع کاربردی (ساده و ویژه) نمونه تیمچه‌های بازار تبریز مدل سازی شدند (تیمچه ملک، تیمچه شهرباقان بزرگ، تیمچه امیر شمالی، تیمچه امیر جنوبی، تیمچه حاج صفر علی، تیمچه محمدقلی). در کاربردی ویژه، علاوه بر تویزه‌های کناری، تویزه‌هایی به صورت دز در پشت طاق اجرا می‌شوند (تویزه‌های میانی). عرض و ضخامت لنگه‌ها متغیر هستند، لنگه‌ها طولانی‌تر، عریض‌تر و ضخیم‌تر به نظر

می‌رسند. در این حالت پلان معکوس کاربردی در فضای داخلی، لزوماً منطبق بر فرایند اجرای تویزه‌های میانی نیستند. لنگه‌های مورب، خارجی به صورت پشت‌بند جانبی تیزه تویزه‌های اصلی را حمایت کرده‌اند. سر تیزه تویزه‌های میانی اغلب از سر تیزه تویزه‌های کناری بالاتر است. درحالی‌که در کاربردی ساده ضخامت و بلندای لنگه‌ها ثابت به نظر می‌رسند و همچنین خطوط لنگه‌های باربر اصلی از زیر سقف نمایان هستند. کاربردی ویژه برخلاف کاربردی‌های ساده، در زمینه‌های منتظم هندسی زوج (شماره چهار به بالا) و فرد (شماره سه به بالا) و زمینه‌های غیر منتظم دارای تقارن محوری (هشت، هشت و نیم هشت، کَشکولی و نگینی) قابلیت اجرا دارد. کاربردی ویژه دارای توان باربری بالاتری نسبت به کاربردی ساده

حمام‌خان، بقعه سید حمزه تبریز، کاروان‌سرای مرند، مسجد نبی سهند، از مهم‌ترین پروژه‌هایی است که با نقش مستقیم این هنرمند به سامان رسیده است.

۲. محمد پاک‌نژاد: یکی از استادکاران و معماران سنتی شهر اصفهان است. اولین کار استاد، تعمیر بازارچه حاج محمدجعفر آباده‌ای بود. از دیگر کارهای استاد محمد در اصفهان می‌توان طاق زنی در بازارچه نو و بازارچه رنگرزها، عمارت توحید خانه، خانه سوکیاس، میدان نقش جهان، مسجد جامع عباسی، کاخ عالی‌قاپو، مسجد جیلان آباد و... نام برد [2].

۳. زمینه منتظم هندسی: بنا به هندسه اقلیدسی چندضلعی منتظم به چندضلعی گفته می‌شود که دارای اضلاع و زوایای برابر باشد.

۴. تویزه دز: منظور از تویزه‌های دز، لنگه‌های پنهانی هستند که ممکن است در پس یک کاربردی وجود داشته باشند. در این مواقع، لنگه‌ها نقش تحمل بار اصلی را به خود می‌گیرند [18].

۵. به‌طور کلی تاکنون دو روش عمده برای ترسیم کاربردی ذکر شده است که عبارت هستند از: روش استاد پیرنیا و روش استاد شعراف در کتاب گره و کاربردی. شیوه ترسیمی نقل شده از پیرنیا متکامل‌تر و گویاتر است. روش پیشنهادی پیرنیا تنها برای کاربردی‌های در زمینه‌های مربع، مستطیل شکل و گسترش این زمینه‌ها قابل استفاده است [16]. شعراف، کاربردی‌ها را به دودسته قالب شاغولی و سر سفت تقسیم کرده و نحوه ترسیم آن‌ها را در نیم کار و برای ایوان شرح داده است. همچنین در جلو دوم کتاب شعراف نحوه ترسیم کاربردی در زمینه‌های غیرمعمول بیان شده است [19].

است و بدین سبب اغلب درپوشش دهنه‌های وسیع کاربرد دارد.

برای ساخت کاربردی ویژه، در ابتدا با ایجاد تویزه‌های کناری اسکلت‌بندی طاق، بنا می‌شود. سپس دو یا چهار تویزه کامل به‌عنوان تویزه میانی با مصالح بنایی به شکل دز اجرا و بقیه لنگه‌ها را به آن متصل می‌کنند. این لنگه‌ها دارای ضخامت کمتر از تویزه‌ها هستند و بیشتر نقش توزیع‌کننده بار را دارند. چون این لنگه‌ها در میان تویزه‌های دز مستقر می‌شوند، از ضعف پرپر شدن آن‌ها می‌کاهند. چیدمان مصالح آجری در تویزه‌های کاربردی، اصولاً به روش پر و با استفاده از ملات گچ است. سپس فواصل بین لنگه‌ها را پر و در بعضی مواقع این فواصل را با تیغه‌های آجری با ضخامت کم به بخش‌های ریزتری تقسیم می‌کنند. در نهایت، تزئینات با اندود گچی بر روی بخش زیرین لنگه‌ها اجرا می‌شوند. همچنین تعدادی تویزه کمکی که جنبه تقویتی دارند در پشت‌بام اجرا می‌شوند.

در پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود گونه‌شناسی کاربردی‌ها در استان‌های گوناگون انجام شود. ویژگی‌های اجرایی و ساختاری کاربردی‌ها در شهرهای دیگر مورد بررسی قرار گیرد. شباهت‌ها و تفاوت‌های ساخت آن‌ها آشکار شود.

پی‌نوشت

۱. محمد مولی زاده: از معدود معماران سنتی کار تبریز است. ایشان ۲۴ سال از عمر خود را به مرمت ابنیه تاریخی پرداخته است. ارگ تبریز، مسجد کبود تبریز، فازهای مختلف بازار تاریخی تبریز، حمام نوبر تبریز،

References

- [1] Raeisi M, Bemanian M, Tehrani F. Rethinking the Concept of Karbandi Based on theoretical geometry, practical geometry and building function. Maremat & Me'mari-e Iran. 2013;3(5):33-54. [in Persian]
- [2] Ainechi S, Valibeig N, Tehrani F. Karbandies' Traditional Construction Technique in Tabriz and Isfahan. International Journal of Architectural Heritage. 2019.

- [3] Ainechi S, Valibeig N. Comparative and contrast study of Karbandie's Masonry ribs brick arrangements. Curved and Layered Structures. 2020;7(1):166-77.
- [4] Bater M, Boron AN. Structural study and laboratory Survey of the decoration of Kaboudani Mosque in Khaf. Journal of Research on Archaeometry. 2-0. [in Persian]
- [مسعود باتر، افسر نظری. مطالعه ساختاری و بررسی آزمایشگاهی آرایه‌های مسجد کبودانی خواف. پژوه باستان سنگی، ۷(۱)، ۱۴۰۰، ص: ۱۶۷-۱۸۶.]
- [5] Chenaghlou MR, Ebrahimi AN, Shahbazi Y, Kheirollahi M, Mohammadi AA, editors. Structural morphology of a masonry space dome in historical Tabriz bazaar complex. Proceedings of IASS Annual Symposia; 2017: International Association for Shell and Spatial Structures (IASS).
- [6] Ahani E, Ahani A. Evaluating the Damage Content of Karbandi Using Frequency Domain Analysis (Case Study: Timche Haj-Mohammad-Qoli of Tabriz Historic Bazaar). 2021.
- [7] Petralla S. Historical vaulted constructions of the Iranian heritage. 2013.
- [8] Amjad Mohammadi A, Nejad Ebrahimi A, Shahbazi Y. Geometric design of a masonry lattice space dome titled KARBANDI in Persian architecture. International Journal of Space Structures. 2019;34(1-2):22-39.
- [9] Memarian G. Persian Architecture: Niaresh. Naghme-ye Noandish Press, Tehran, Iran. 2012. [in Persian]
- [معماریان غلامحسین. معماری ایران نیارش. تدوین: هادی صفایی‌پور. انتشارات مؤسسه انتشارات و مؤسسه فرهنگی هنری نغمه نواندیش، تهران، ۱۳۹۴.]
- [10] Ainechi S, Valibeig N. The Typology of Karbandis Based on the Geometry of the Teachings of Traditional Master Builders from the Point of View of Theoretical and Practical Geometry. Athar. 2020;41(4):394-414. [in Persian]
- [آئینه‌چی شهرزاد، ولی بیگ نیما. جایگاه گونه‌شناسی کاربردی‌ها بر پایه آموزه‌های استادکاران سنتی از دیدگاه هندسه نظری و عملی. فصلنامه علمی اثر، دوره ۴۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹.]
- [11] Broug E. Islamic geometric design: Thames & Hudson London; 2013.
- [12] Ainechi S. The Impact of Formal Structure on the Technology of Construction and Restoration of Karbandi in the Tabriz Bazaar. Faculty of of Conservation and Restoration Art University of Isfahan; 2019. [in Persian]
- [آئینه‌چی، شهرزاد. "تحلیل اثر ساختار شکلی بر فناوری ساخت و مرمت کاربردی‌های بازار تبریز". پایان نامه تخصصی، دانشکده مرمت بنا، دانشگاه هنر اصفهان، ۱۳۹۹.]
- [13] Nejad Ebrahimi A, Shahbazi Y, Amjad Mohammadi A. Structural Typology of Karbandi and Rasmibandi in Persian Architecture based on the Place and Method of Usage. Culture of Islamic Architecture and Urbanism Journal. 2017;3(1):25-41.[in Persian]
- [نژاد ابراهیمی احد، شهبازی یاسر، امجد محمدی امیر. گونه‌شناسی ساختاری کاربردی و رسمی‌بندی در معماری ایران بر مبنای ساختگاه و کاربری. دو فصلنامه علمی تخصصی فیروزه اسلام، سال ۳، شماره ۴، ۱۳۹۶، ص: ۲۵-۴۱.]
- [14] Pirnia M. Dome in Iranian architecture. Asar. 1991;8:54-121.[in Persian]
- [پیرنیا محمد کریم. گنبد. مجله اثر، شماره ۲۰، ۱۳۷۰، ص: ۱۵۶-۱۴۰.]
- [15] Golabchi M, Javani Dizaji A. Iranian Architecture Technology. University of Tehran Press, Tehran, Iran; 2018. [in Persian]
- [گلابچی محمود، جوانی دیزجی آیدین. فن‌شناسی معماری ایران. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۹۲.]
- [16] Pirnia M, Bozorgmehri Z. Geometry in architecture. Tehran, Iran: Sazman-e Miras-e Farhangi-ye Keshvar [Iranian Cultural Heritage Organization]. 2006. [in Persian]

- [بزرگمهری زهره. هندسه در معماری. نشر میراث فرهنگی کشور و سبحان نور، تهران، ۱۳۸۵، چ ۳.]
- [17] Pourjafar M, Nazhad Ebrahimi A, Ansari M. Effective factors in structural development of Iranian historical bazaars case study: Tabriz Bazaar. Journal of Basic and Applied Scientific Research. 2013;3(2):272-82.
- [18] Smith MB. The Vault in Persian Architecture: A Provisional Classification, with Notes on Construction: Johns Hopkins University; 1947.
- [19] Sharbaf A. Gereh va Karbandi (Gereh and Karbandi). Tehran: Sazman-e Miras-e Farhangi-ye Keshvar (Iranian Cultural Heritage Organization). 2006. [in Persian]
- [شعرباف اصغر. گره و کاربندی. انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، سبحان نور، تهران، ۱۳۸۵.]