

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

Shahrzad Ainechi ^{1*}, Nima Valibeig ²

1. PhD, Department of Architectural and Urban Conservation, Faculty of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Architectural and Urban Conservation, Faculty of Conservation and Restoration, Isfahan University of Arts, Isfahan, Iran

Article Info

Original Article

Received: 2021/03/03;
Accepted: 2021/04/25;
Published Online: 2021/05/30

 10.30699/athar.41.4.394

Use your device to scan
and read the article online



Corresponding Author Shahrzad Ainechi

PhD, Department of Architectural and Urban Conservation, Faculty of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran

Email:

Ainechi.shahrzad@yahoo.com

ABSTRACT

Due to the geometric and structural capabilities that are evident in karbandi, this structure has been developed in different periods of Iran's history and many species have been isolated from it. The lack of common literature among the few existing resources in the field of drawing karbandies and the specific terms each impedes the understanding of these methods. In this research, first the theoretical (plan and 3D design) geometric data was collected, then, based on the teachings of the traditional master builders and using the previously scattered material a logical order and specific category was created. To do so, various samples were classified and then compared in terms of geometric shape and space usage based on the teachings of traditional master builders and researchers in this field. Therefore, the present research is causal-comparative. Data gathering was done by direct observation, taking pictures of the samples and analysis of library resources and related documents. According to research findings, each of the masters provided their own methodology for the typology of karbandies. In the traditional drawing method of karbandi, the basic step of determining the field of karbandi is based on the shape and proportions of the base. Studying covers that have karbandi shows that formal structure plan is effective on the form of karbandi. This means that on a specific base with a length to width ratio profile special karbandies can be assigned which are affected by various factors. These factors can affect the architect's style and decision making. Studying karbandi requires a comprehensive look. An attitude that takes into account both structural and form considerations. Karbandies are named and categorized based on the polygonal proportions of the base, the location of the shamsheh relative to the sides of the base, the number, the pair or the individual of the sides, the way of placement and interference of the quadrangles of the base, the way of connecting the dividing points on the peripheral circle of the polygon, the base, and etc.

Keywords: Typology, Karbandi, Geometry, Teachings of traditional master builders, Use of spaces

Copyright © 2021. This open-access journal is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

How to Cite This Article:

Ainechi, S., & Valibeig, N. (2021). 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*, 41(4), 394-414. Retrieved from <http://athar.richt.ir/article-2-758-en.html>

مقاله پژوهشی

جایگاه گونه‌شناسی کاربردی‌ها بر پایه آموزه‌های استادکاران سنتی از دیدگاه هندسه نظری و عملی

شهرزاد آئینه چی^{۱*}، نیما ولی بیگ^۲

۱. دکتری مرمت بنا و بافت‌های تاریخی، گروه حفاظت معماری و شهری، دانشکده حفات و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران
۲. استادیار، گروه معماری و حفاظت شهری، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله	خلاصه
دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵ انتشار آنلاین: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹	با توجه به قابلیت‌های هندسی و سازه‌ای که در کاربردی مشهود است، این ساختار در ادوار مختلف تاریخ ایران توسعه فراوانی نموده و گونه‌های فراوانی از آن منشعب شده است. فقدان ادبیات مشترک میان محدود منابع موجود در زمینه‌های ترسیم کاربردی و نیز اصطلاحات خاص هر کدام، مانعی در درک درست این شیوه‌ها است. در این پژوهش ابتدا داده‌های مربوط به هندسه نظری (پلان و طرح سه‌بعدی) کاربردی‌ها بر اساس آموزه‌های استادکاران سنتی، جمع‌آوری شد؛ سپس تلاش شد تا برای کسب شناخت بیشتر این عنصر معماری اسلامی، با ایجاد نظمی منطقی در مطالب پراکنده قبلی، دسته‌بندی مشخص ایجاد شود. ابتدا نمونه‌های مختلف از نظر شکل هندسی و کاربری فضایی آن‌ها بر اساس آموزه‌های استادکاران سنتی و پژوهشگران مختلف در این گستره، دسته‌بندی شده سپس به مقایسه آن‌ها پرداخته می‌شود؛ بنابراین شیوه پژوهش حاضر علی-مقایسه‌ای است. گردآوری اطلاعات به روش مشاهده مستقیم و گرفتن عکس از نمونه‌ها بوده و در تحلیل آن‌ها از منابع کتابخانه‌ای و اسناد مرتبط استفاده شده است. بنابر یافته‌های پژوهش، هریک از استادکاران شیوه خاص خود را برای گونه‌شناسی کاربردی‌ها ارائه داده‌اند. در روش‌های سنتی ترسیم کاربردی، گام ابتدایی تعیین بستر یا زمینه کاربردی بر اساس شکل و تناسبیات بستر ادامه می‌یابد. در بررسی پوشش‌هایی که دارای کاربردی هستند، ساختار شکلی پلان بر روی فرم کاربردی، تأثیرگذار است. این بدان معناست که در یک زمینه مشخص با نسبت طول به عرض مشخص می‌توان کاربردی‌های خاصی را پیاده کرد که عوامل گوناگونی روی آن‌ها تأثیرگذارند. عوامل گوناگون در اختیار معمار مجری بر تصمیم‌گیری‌های او درباره جزئیات این ویژگی‌ها تأثیر می‌گذارد. مطالعه کاربردی نیازمند نگاهی همه‌جانبه است؛ نگرشی که ملاحظات ساختاری و شکلی را به طور توأمان در نظر گیرد. کاربردی‌ها بر اساس تناسبیات چندضلعی زمینه، موقعیت قرارگیری شمس نسبت به اضلاع زمینه، تعداد، زوج یا فرد بودن اضلاعشان، نحوه قرارگیری و تداخل چهارگوش‌های زمینه، نحوه اتصال نقاط تقسیم روی دایره محیطی چندضلعی زمینه و... نام‌گذاری و دسته‌بندی می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: گونه‌شناسی، کاربردی، هندسه، آموزه‌های استادکاران سنتی، کاربری فضاها.

حق کپی‌رایت انتشار: این نشریه دارای دسترسی باز، تحت قوانین گواهی‌نامه بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 International License منتشر می‌شود که اجازه اشتراک (تکثیر و بازآرایی محتوا به هر شکل) و انطباق (باز ترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را می‌دهد.

آئینه چی شهرزاد، ولی بیگ نیما (۱۳۹۹). جایگاه گونه‌شناسی کاربردی‌ها بر پایه آموزه‌های استادکاران سنتی از دیدگاه هندسه نظری و عملی. فصلنامه علمی اثر، ۴۱(۴)، ۳۹۴-۴۱۴.

مقدمه

کاربندی‌ها از دو دید قابل بررسی هستند؛ نخست از دیدگاه هندسه نظری که به شیوه ترسیم کاربندی روی کاغذ می‌انجامد و سپس از لحاظ هندسه عملی یا ساخت مورد تحلیل قرار می‌گیرند. پیوند این دو با یکدیگر، موجب شناخت و آگاهی این فناوری در پوشش فضا شده و به احیای آن کمک می‌کند. طی چند سال اخیر برخی از پژوهشگران باتجربه در زمینه گونه‌شناسی و نام‌گذاری انواع کاربندی بر اساس شکل هندسی و نحوه ترسیمشان تحقیق کرده‌اند. ولی تاکنون دیده نشده است که مطالعات جامعی در حوزه‌های ترسیم از کلیه استادکارانی که به هندسه نظری و عملی کاربندی‌ها پرداخته باشند، انجام پذیرفته باشد. در این مقاله، برای نخستین بار نه تنها مدارک موجود بلکه مقایسه‌ای بین مدارک انتشار نیافته در کار آمده‌است. از جمله، دستنامه‌ای از استاد پیرنیا که تاکنون نشر پیدا نکرده و یکی از کامل‌ترین دسته‌بندی‌های مربوط به کاربندی است. گونه‌شناسی برگرفته از آموزه‌های استادکاران سنتی می‌تواند به دسته‌بندی جامعی از انواع کاربندی منجر شود. در این پژوهش سعی خواهد شد که بازترسیم ساختار هندسی و تناسبات به‌کاررفته در کاربندی‌ها بر پایه انواع شیوه‌های ترسیم ذکرشده در منابع ارزشمند موجود در این زمینه و شناسایی این عوامل گوناگون صورت گیرد. با تفکیک مفاهیم هندسی کاربندی است که می‌توان حد و مرز دقیق کاربندی و سایر گونه‌های مشابه (شبه‌کاربندی) را تعیین و چهره‌های گوناگون این طاق‌ها را تفسیر نمود.

در این راستا این مقاله، در پی پاسخگویی به پرسش‌های زیر است:

۱- بر پایه آموزه‌های استادکاران سنتی چگونه می‌توان بر تقسیم‌بندی کاربندی‌ها از دیدگاه هندسه نظری و عملی دست یافت؟

۲- آموزه‌های استادکاران در گونه‌شناسی کاربندی‌ها چگونه به ارائه تعاریف مشخصی از انواع کاربندی‌ها می‌انجامد؟

روش تحقیق

روش پژوهش براساس هدف، از نوع تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود. همچنین از نظر چستی شیوه تجزیه و تحلیل، کیفی است. پژوهش حاضر از نظر گردآوری اطلاعات و آزمون فرضیه از نوع شیوه غیرتجربی، از نظر عنصر زمان متوجه حال بوده و از نوع علی-مقایسه‌ای است. شیوه دیگری که در این پژوهش به‌کاررفته، روش حل مسئله است. در این روش، پژوهش‌گر با یک مسئله، برخورد کرده و درباره آن فرضیه‌هایی می‌سازد و با جمع‌آوری اطلاعات، فرضیه‌های موردنظر را بررسی کرده و به نتیجه‌گیری می‌پردازد؛ بنابراین روش دیگر پژوهش حاضر از نوع روش حل مسئله هست. به زبان دیگر می‌توان بیان داشت که روش‌های ترسیم متداول در اسناد توصیفی و ترسیمی با استفاده از نرم‌افزار ترسیم دوبعدی و سه‌بعدی اتوکد مورد ترسیم دوباره قرار می‌گیرند. مدل‌سازی سه‌بعدی آن‌ها بر اساس هندسه پلان دوبعدی و عکس‌های موجود انجام می‌شود. از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی نسبت به دسته‌بندی انواع کاربندی‌ها اقدام گردیده تا بتوان فاکتورهای مؤثر کارکردی مرتبط با انواع آن‌ها را از ادبیات موضوع استخراج کرد. در این مقاله، تلاش بر آن بوده است که جامعه آماری به‌گونه‌ای انتخاب گردد تا دربرگیرنده نمونه‌های شاخص کاربندی مطابق با هندسه نظری و مدل‌سازی ارائه‌شده باشد.

پیشینه پژوهش

گونه‌شناسی و نام‌گذاری انواع کاربندی بر اساس شکل هندسی و نحوه ترسیمشان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طی چند سال اخیر تنی چند از استادکاران باتجربه و محققان پرسابقه و علاقه‌مند، کتاب‌ها و مقاله‌هایی در این زمینه انتشار داده و بابتی بر مطالعه این هنرها گشوده‌اند. ترسیم سنتی را می‌توان در مجموعه‌ای از آثار و منابع مکتوب در گنجینه تألیفات هندسی و معماری به‌جای‌مانده از قرون گذشته و نیز در آموزه‌های معماران سنتی معاصر یافت. در بیشتر اسناد قدیم و متون جدید، ترسیم نقشه هندسی کاربندی افقی و دوبعدی بوده که مبنای اجرای کار محسوب می‌شده‌است. بررسی منابع

آن (رسمی بندی و شبه‌کاربندی) با ذکر نمونه‌های مختلف (Tehrani, 2012)، گونه‌شناسی و تدوین ساختار هندسی کاربردی و بیان روابط ریاضی بین آن‌ها (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011)، از شناخته‌شده‌ترین آثار تدوین‌شده در این فرایند هستند.

هندسه

هندسه به‌عنوان ایده شکل‌دهنده در تعیین فرم ساختمان، از اصول پلان و هندسه فضایی تبعیت می‌کند. هندسه در یک فرم وجود دارد؛ اما به‌عنوان ایده شکل‌دهنده، باید برای تصمیم‌های مربوط به فرم در برخی از سطوح طراحی مرکزی باشد. اصلی‌ترین استفاده از این ایده، امتزاج شکل‌های پایه هندسی به‌عنوان فرم یا فضا در تعیین ترکیب کلی یک ساختمان است. بنابراین یک ساختمان ممکن است به‌صورت دایره، مربع، مثلث، شش ضلعی، هشت ضلعی و یا هر شکل هندسی مشخص و قابل‌تعریف دیگری باشد. باوجود این که شکل هندسی، تمام قسمت‌های ساختمان را یک‌پارچه نمی‌کند؛ اما لازم است که شکل پایه، برجسته و محسوس باشد (Clark, 2008). بوزجانی در مقدمه کتاب "اعمال الهندسیه" سه ابزار اصلی برای ترسیمات هندسی، یعنی خط‌کش، گونیا و پرگار را تشریح کرده و در بقیه کتاب، روش ترسیم اشکال منظم هندسی (مسطح و فضایی) و تقسیم آن‌ها به قسمت‌های مساوی و محیط یا محاط کردن آن‌ها بر یکدیگر را به زبان ساده تعلیم می‌دهد؛ بی‌آنکه از هیچ حساب یا سنجش عددی استفاده کند. از آنجا که بوزجانی روش‌های عملی حاصل از نظریات پیشرفته ریاضی را به‌صورت دستورالعمل‌های ساده‌شده‌ای برای صنعتگران عرضه کرده، هیچ تلاشی برای اثبات آن‌ها با دلیل و برهان انجام نداده است (Akbar, 2016).

هندسه نظری

بخشی از دانش هندسه است که درباره خطوط و سطوح اجسام، به‌صورت مطلق و کلی بحث می‌کند و الزاماً بر روی کاغذ پیاده می‌شود.

نشان می‌دهد که جامع‌ترین مرجع برای ترسیم انواع کاربردی، روش پیرنیا (ترسیم بر پایه ابعاد مستطیل زمینه و تقسیم‌بندی دایره محیطی دربرگیرنده رئوس آن مستطیل و درنهایت به هم وصل کردن نقاط تقسیم روی دایره، برای به دست آوردن چندضلعی مورد نظر و مهم بودن ابعاد مستطیل زمینه است. (Pirnia, 1983) اندیشمندانی روش ترسیم کاربردی را بر اساس نیم‌کار بیان داشته و از زمینه‌های کاربردی و از تناسب ابعادی آن سخنی به میان نیاورده‌اند (Raeiszadeh & Mofid, 2011) و (Sharbaf, 2006). ترسیم بر پایه مستطیل زمینه و تقسیم‌بندی دایره محیطی در برگیرنده رئوس آن مستطیل (Pirnia & Bozorgmehri, 2006)، ترسیم‌های تومارهای توپقایی و میرزا اکبر (Necipoglu & al Asad, 1995)، بیان نحوه ترسیم بخشی دیگر از انواع کاربردی و یزدی بندی (Poornaderi, 2000) و (Alsayed, 1998)، بازخوانی روش‌های ترسیمی پیرنیا و شرفاف (Memarian, 2012) و (Navaie & Ghasemi, 2011)، مطالعه مقایسه‌ای انواع شیوه‌های ترسیم سنتی (Aine-chi, Vali-Beig & Tehrani, 2019) نیز مؤید این زمینه است. در دوران اخیر نیز پژوهشگران دیگری تعدادی مقاله در زمینه نحوه ترسیم و گونه‌شناسی کاربردی ارائه نموده‌اند. همچون: بیان دو وجه هندسی و اجرایی (هندسه نظری و عملی) کاربردی با تکیه بر نمونه‌های متعدد جنبه‌های هندسی پوشش کاربردی هشتی باغ دولت‌آباد یزد جهت درک درستی از قوانین سنتی اساسی طرح اصلی (Garofalo, 2016)، معرفی راه‌حل جدید برای نام‌گذاری کاربردی بر پایه روابط ریاضی، آنالیز نرم‌افزاری (Ahmadi, 2014)، ترسیم پلان و مدل‌سازی سه‌بعدی کاربردی تیمچه ملک تبریز و آنالیزسازه‌ای آن (Chenaghlo, Ebrahimi, 2017) و (Shahbazi, Kheirollahi & Mohammadi, 2017)، بررسی تکنولوژی اجرایی لنگه‌های کاربردی (Ainechi, Valibeig & Tehrani, 2019)، آنالیز قواعد هندسی کاربرد کاربردی به‌عنوان پوشش در زمینه‌های نامنظم (Mohammadi, Asefi & Ebrahimi, 2018)، معرفی گونه‌های کاربردی و انواع مشابه

هندسه عملی

بخشی از دانش هندسه است که آنچه بر کاغذ است را بر ابزار می‌نشانند و در رابطه با ابزارهای هر رشته بحث می‌کند. در واقع آنچه بر روی واقعیت به صورت کاربردی استفاده شود. علم حیل: دانش هندسه نظری را به هندسه عملی تبدیل می‌کند. مجموعه دانش (مبتنی بر ریاضیات) و روشی است که تحقق مفاهیم عقلی را در دنیای واقعی (محسوس) به مدد ابزار (صنعت) امکان پذیر می‌سازد (Farabi, 1969).

کاربندی

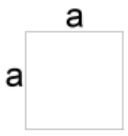
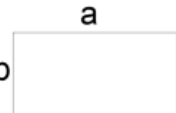
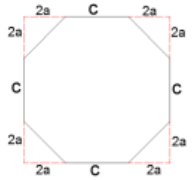
کاربندی هم‌زمان دو وجه هندسی (هندسه نظری) و اجرایی (هندسه عملی) را به عنوان یک نظام ساختمانی در پوشش‌های معماری سنتی داراست. هندسه نظری (وجه هندسی) کاربردی، از تقاطع و ترکیب وترها، شعاع‌ها و

محدوده کارشیو، طبق قوانین ریاضی و هندسی، در وسط اشکال منظم بی‌شماری به دست می‌آید. هندسه عملی (وجه اجرایی) کاربردی، از تقاطع لنگه‌های اریب و هم‌شکل در فضا به وجود می‌آید که برای پوشاندن زمینه، تمام یا برخی از آن‌ها نقش باربر دارند (Tehrani, 2012).

زمینه‌های کاربردی

در یک زمینه مشخص می‌توان چند مدل کاربردی متفاوت را اجرا نموده و راهکارهای گوناگونی جهت پوشاندن فضا ارائه داد. کاربردی در زمینه‌های منتظم و غیرمنتظم هندسی قابل اجرا است. از بین آن‌ها، زمینه‌های با تعداد اضلاع زوج معمول هستند. زمینه‌های پرکاربردتر برای استقرار کاربردی عبارت‌اند از: مربع، مستطیل، هشت، هشت و نیم هشت، چهاربাহو و... (جدول ۱).

جدول ۱. زمینه‌های کاربردی

ردیف	نام	شکل	طول چهارضلعی	عرض چهارضلعی	سایر اجزا (d و c)
۱	مربع		a	a	-
۲	مستطیل		a	b	-
۳	هشت		-	-	$C = 3a$

ردیف	نام	شکل	طول چهارضلعی	عرض چهارضلعی	سایر اجزا (d و c)
۴	هشت و نیم هشت		-	-	$C=3a$
۵	نگینی		-	-	$C=2a$ $d=1.41a$
۶	کشکولی		-	-	$C=3a$ $d=1.41a$

آموزه‌های استادکاران سنتی

از میان تمامی اسناد به‌جای‌مانده از کاربردی، آموزه‌های استادکاران سنتی، بیش از دیگر اسناد، راهگشای فهم روش‌های ترسیم سنتی است. این مجموعه‌ها معمولاً به‌صورت نقل‌قول مستقیم نوشته‌شده‌اند و استادکاران، شرح امروزی و قابل‌فهمی از روش‌های ترسیم، ارائه داده‌اند. از جمله این مجموعه آثار، می‌توان به آموزه‌های پیرنیا، لرزاده، شعرباف و تهرانی اشاره کرد. در احیای توجه به کاربردی، مرحوم پیرنیا بیش از هر کس، منشأ اثر است. یادگار جامع

او تقریر کتاب "هندسه در معماری" است. ترسیم‌های خوب بزرگمهری در این کتاب، الگویی برای رسم‌های صحیح قرار گرفت. در میان صاحب‌نظرانی که دستورالعمل‌های ویژه و شخصی را جهت گونه‌شناسی کاربردی بر اساس شکل هندسی پلان، ارائه نموده‌اند، بی‌گمان طبقه‌بندی و نام‌گذاری انواع کاربردی از دیدگاه پیرنیا و تهرانی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین می‌تواند زمینه‌ساز توانایی تحلیل و تمیز انواع نمونه‌ها گردد (جدول ۳ و ۲).

جدول ۲: دسته‌بندی کاربردی‌ها بر اساس دیدگاه پژوهشگران مختلف

ردیف	نام پژوهشگر	عامل دسته‌بندی	دسته‌بندی کاربردی‌ها بر اساس دیدگاه پژوهشگران مختلف
۱	پیرنیا	تناسبات زمینه، شکل، تعداد اضلاع کاربردی	کاربردی درهم (کاربردی جفت)، کاربردی لنگ، کاربردی پرور، کاربردی یزدی، کاربردی لمبیده، کاربردی سوار، کاربردی اختر
۲	بزرگمهری	تناسبات زمینه، شکل، تعداد اضلاع کاربردی، نحوه اتصال نقاط تقسیم روی دایره	گسترش طولی کاربردی، پرور (تکرار) کاربردی، گسترش کاربردی در زمینه (هشت و نیم هشت، چهاربাহو/چلیپا)، مربع، هشت یا گسترش درهم، کاربردی کشیده، نیمکار، کاربردی قالب سرسفت (Pirmia & Bozorgmehri, 2006)

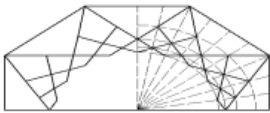
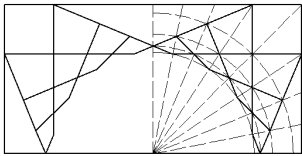
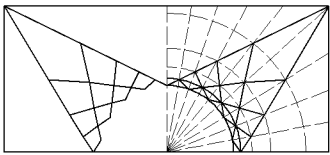
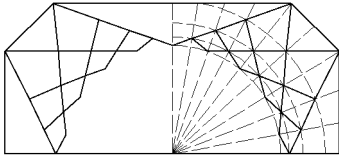
ردیف	نام پژوهشگر	عامل دسته‌بندی	دسته‌بندی کاربردی‌ها بر اساس دیدگاه پژوهشگران مختلف
۳	شعرباف	بر اساس شکل و نحوه قرارگیری قالب کاربردی نسبت به سطح افق، محل قرارگیری عناصر کاربردی، موقعیت شمس نسبت به اضلاع زمینه	کاربردی قالب سرسفت، کاربردی قالب شاغولی، کاربردی یک‌پا و دو پا، مشتک‌شکسته، کونه‌بندی (Sharbaf, 2006)
۴	لرزاده	نسبت اضلاع فضایی که پوشانده می‌شود	نیمکارها بر اساس نسبت اضلاع فضایی به سه دسته نیمکار مربع، نیمکار تنک و نیمکار نقل تقسیم می‌شوند (Raeeszadeh & Mofid, 2011)
۵	تهرانی	بر اساس مفاهیم هندسه عملی (دارا بودن لنگه‌های ۱ متقاطع) و هندسه نظری کاربردی	شبه کاربردی‌ها بر اساس نحوه برخورد لنگه‌ها به سه دسته متقاطع مرکزی، متقاطع غیرمرکزی و غیرمتقاطع تقسیم می‌شوند (Tehrani 2012).
۶	معماربان	شکل و نوع فضایی که پوشانده می‌شود، نحوه قرارگیری لنگه‌ها در فضا	<p>۱- بر اساس شکل و نوع فضایی که پوشانده می‌شود؛ فضای کامل بسته یا نیمه‌باز. بر این اساس کاربردی‌ها به دودسته کامل و نیمکار تقسیم می‌شوند. نیمکارها بر اساس نسبت اضلاع فضایی به سه دسته نیمکار مربع، نیمکار تنک و نیمکار نقل تقسیم می‌شوند.</p> <p>۲- بر اساس نحوه قرارگیری لنگه‌ها در فضا به دو گروه قالب شاقولی و قالب سرسفت تقسیم می‌شوند.</p> <p>۳- بر اساس شکل به دودسته کلی کاربردی (گسترش کاربردی و پرور کردن کاربردی) و اختری (پیوسته و گسیخته) دسته‌بندی می‌شود (Memarian, 2012)</p>
۷	رئیزی	رئیزی بر پایه مفاهیم هندسه نظری و هندسه عملی و آمود یا غیرآمود بودن کاربردی‌ها	<p>۱- کارهای غیرآمود غیروتری دارای لنگه‌های غیرمتقاطع</p> <p>۲- کارهای غیرآمود غیروتری دارای لنگه‌های متقاطع ۳- کارهای غیرآمود وتری بدون لنگه‌های متقاطع ۴- کارهای غیرآمود وتری دارای لنگه‌های متقاطع ۵- کارهای آمود سه وتری دارای لنگه‌های متقاطع ۶- کارهای آمود وتری بدون لنگه‌های متقاطع ۷- کارهای آمود غیروتری دارای لنگه‌های متقاطع ۸- کارهای آمود غیروتری بدون لنگه‌های متقاطع (Raieisi et al., 2013)</p>
۸	نوابی و حاجی قاسمی	بر اساس شکل و نحوه قرارگیری قالب کاربردی نسبت به سطح افق، بر اساس محاط یا محیط بودن چندضلعی زمینه در دایره مبنای ترسیم	کاربردی قالب شاقولی و کاربردی قالب سرسفت، کاربردی یک‌پا و کاربردی دوپا (Navaie & Ghasemi, 2011).

(Source: Authors)

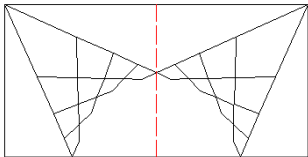
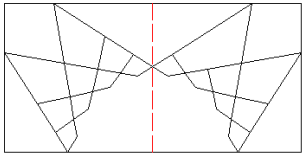
جدول ۳: تعاریف و کاربری فضایی انواع کاربردی

ردیف	نام کاربردی	تعاریف هر کدام از کاربردی‌ها	کاربری فضایی
۱	کاربردی درهم = کاربردی جفت	در برخی از کاربردی‌ها پس از نصف کردن تعداد اضلاعشان باز به عدد زوج می‌رسیم مثل کاربردی ۱۲ ضلعی. این کاربردی‌ها را می‌توان از دو جهت رسم کرد؛ یعنی اگر مستطیلی عمود بر مستطیل اول در نظر بگیریم، شکلی قرینه از چهارسو پدید می‌آید. به این سیستم «کاربردی درهم» می‌گویند. کاربردی درهم روی زمینه مربع‌هایی که مضرب ۴ (۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴) هستند، کار می‌شود و در ۱۴ ضلعی یا ۱۰ ضلعی انجام نمی‌شود. کاربردی‌ها را از لحاظ تناسب اضلاع و نصف تناسب اضلاع، اگر که عددی زوج باشد، کاربردی جفت می‌گویند (Pirmia, 1983).	در دهانه‌های وسیع، چهارسوق‌های ^۴ بازار و تیمچه‌های ^۵ متمرکز از کاربردی‌های درهم استفاده می‌شود. هندسه فضایی چهارسوق‌ها بیشتر به صورت مربع، هشت گوش یا هشت و نیم هشت است. همچنین این نوع کاربردی‌ها در هشتی‌ها و حوضخانه‌ها زیاد به کار رفته است. در اکثر نمونه‌های مورد بررسی، فرم فضاهای اصلی سربینه و گرم‌خانه بر اساس هندسه هشت ضلعی است.
۲	گسترش کاربردی در زمینه (هشت و نیم هشت، چهاربাহو (چلیبیا)، مربع (هشت) = گسترش درهم = کاربردی درهم	این گسترش تشکیل شده از دو کاربردی ساده با تعداد اضلاع زوج است که در دو جهت عمود بر هم، یکدیگر را قطع کرده‌اند. از تقاطع این دو مستطیل، یک هشت ضلعی، هشت و نیم هشت، چهاربাহو و مربع به دست می‌آید (Pirmia & Bozorgmehri, 2006)	
۳	گسترش طولی کاربردی	این نوع گسترش بیشتر در زمینه‌های کشکولی یا نگینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اجرای کار، گوشه‌های شاپرک‌ها را طوری کنار می‌آورند که زوایای داخلی، همه تقریباً به اندازه ۱۳۵ درجه شود. شاپرک‌های ^۶ نزدیک به مرکز حذف شده‌اند و به جای آن پاپاریک‌ها ^۷ ادامه یافته تشکیل پاپاریک‌های مطول جدیدی داده و خود به شاپرکی تبدیل شده‌اند (Pirmia & Bozorgmehri, 2006)	هنگامی که طول بزرگ‌ترین دهانه زمین زیاد باشد، در زمینه‌های کشکولی یا نگینی مورد استفاده قرار گرفته و به منظور جلوگیری از بالا رفتن زیادی ارتفاع از چفدکفته استفاده می‌شود (Pirmia & Bozorgmehri, 2006) بینه یا رختکن برخی حمام‌های تاریخی مانند حمام گنجعلی خان کرمان
۴	کاربردی کشیده = گسترش کشیده	در کاربردی کشیده، تناسب همان تناسب است؛ ولی می‌توان تناسب اضلاع را عددی غیر گرفت: مثلاً تناسب اضلاع ۶*۲ به جای ۵*۳. در این صورت شاپرک‌هایی با دم‌های باریک و بلند به دست می‌آید. اصولاً در این نوع کاربردی‌ها ارتفاع زیاد می‌شود به همین دلیل به آن کاربردی کشیده می‌گویند. به منظور جلوگیری از بالا رفتن زیادی ارتفاع از چفدکفته استفاده می‌کنند. به کاربردی‌هایی که طول و عرض مستطیل شان اختلاف زیادتری دارند، کاربردی کشیده می‌گویند (Pirmia, 1983).	در طاق‌های بین تویزه ^۲ ها در دهانه‌های طولانی مثل بازارها، در طاق و تویزه با طاق کژاوه، کشیدگی دهانه این طاق سه یا چهار برابر عرض آن است (Memarian, 2012).
۵	کاربردی لنگ	کاربردی‌ها را از لحاظ تناسب اضلاع و نصف تناسب اضلاع، اگر که عددی فرد بود، کاربردی لنگ می‌گویند. مانند کاربردی ۱۰ ضلعی	در اکثر فضاها مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۶	کاربردی پرور	در بعضی اوقات تناسب بیش از حد کشیده می‌شود، در این جور مواقع طول یک دهانه را به قطعات متناسب قسمت می‌کنند که به معنای کاربرد دو کاربردی در یک سطح چهارگوش است (Pirmia & Bozorgmehri, 2006)	در سطح مستطیل به خصوص مستطیل‌های کشیده و باریک، دالان‌های منازل، کاربردی مستطیل در راسته‌بازار؛ به خصوص در دهانه‌های میانی یک کاربردی کامل و در هر دو طرف آن یک نیمه کاربردی از همان نوع یا از نوعی دیگر اجرا می‌شود. در تیمچه‌ها وقتی پلان به صورت مستطیل کشیده است که لنگه یا تویزه‌های برابر به صورت طولی در کنار یکدیگر قرار دارند و طاق، مابین تویزه‌ها زده می‌شود؛ مانند تیمچه مظفریه تبریز

ردیف	نام کاربردی	تعاریف هر کدام از کاربردی‌ها	کاربری فضایی
۷	کاربردی یزدی	در کاربردی یزدی فرم کاربردی هر چه ممکن است ساده می‌شود و از تعداد شاپرک‌ها کم می‌شود؛ به حدی که گاهی به کلی شاپرک‌ها حذف شده و روی پاباریک‌ها، سنپوسه ^۸ سوار می‌شود (Pirmia, 1983)	نوع دیگر شکنج، ^۹ کاربردی‌ای است که از لحاظ اصول اجرا، شباهت تام با طاق‌بندی دارد و بدون اینکه ارتفاع گنبد زیاد شود و تبدیل به چهارگوش شوند، دایره‌های شکل می‌گیرد (پیرنیا، ۱۳۷۰). در چپیره‌سازی، کاربردی از طریق تهرنگ چهارگوش به هشت گوش و یا تعداد اضلاع بیشتر، کاربرد داشته است (Memarian, 2012).
۸	کاربردی سوار	بعضی اوقات کاربردی‌ها روی هم سوار می‌شوند. در قسمت‌های بالای این کاربردی‌ها، اندازه شاپرک‌ها، حتی به ۳-۴ سانتی‌متر می‌رسد (Pirmia, 1983)	در فضاهایی که ارتفاع زیاد است استفاده می‌شود.
۹	کاربردی لمیده	در کاشان و نواحی اطراف آن اجرای این کاربردی‌ها را به درون متمایل می‌سازند. به این نوع کاربردی‌ها، کاربردی‌های لمیده می‌گویند.	این لمیدگی ارتفاع زیاد کاربردی را کم می‌کند؛ بنابراین درجایی که ارتفاع زیاد ضرورتی نداشته و یا اگر می‌خواستند بنای دوطبقه‌ای را با ارتفاع کم بسازند، به‌طور لمیده اجرا می‌کردند. مانند هشتی‌ها. این کاربردی‌ها، دوام کمتری نسبت به بقیه دارند.
۱۰	کاربردی اختری	این نوع کاربردی بیشتر درزمینه‌های مربع و نزدیک به مربع مشاهده می‌گردد. اختری به دو شیوه پیوسته و گسیخته کار می‌شود. روش ترسیمی آن از بقیه کاربردی‌ها، ساده‌تر است. اختری گسیخته از حرکت یک مربع در داخل یک دایره به دست می‌آید. اختری‌های پیوسته از حرکت یک خط در داخل دایره شکل می‌گیرد. این خط کمان‌های دایره را مثلاً ۵ به ۵ به هم متصل می‌کند تا به نقطه اول برسد (Pirmia & Bozorgmehri, 2006)	نوعی پوشش است که برای ارتفاعات کم، مثلاً برای افزودن طبقه‌ها و... به کار می‌رود. بیشتر در زمینه‌های مربع و نزدیک به مربع مشاهده می‌گردد.
۱۱	شبه کاربردی	منظور نگارنده، طاق‌هایی است که لنگه‌هایی متقاطع دارند. این لنگه‌ها باعث ایجاد طاق ترکین و طاق صومعه‌ای شده‌اند (Raеіsі et al., 2013) و (Tehrani, 2012)	
	شبه کاربردی از نوع متقاطع مرکزی؛ ترک‌بندی و تویزه بندی متقاطع در نقطه مرکزی = سقف‌های ضربدری	منظور نگارنده، طاق‌هایی است که لنگه‌هایی متقاطع دارند. این لنگه‌ها باعث ایجاد طاق ترکین شده‌اند (Tehrani, 2012).	طاق ترکین بیشتر برای چشمه‌های شبستان‌های مساجد به کار گرفته شده است.
	شبه کاربردی از نوع غیرمرکزی؛ ترک‌بندی و تویزه بندی متقاطع در نقاطی غیر مرکز = کارهای غیرآمود غیروتری دارای لنگه‌های متقاطع	منظور نگارنده، طاق‌هایی است که لنگه‌هایی متقاطع دارند. این لنگه‌ها باعث ایجاد طاق صومعه‌ای شده‌اند (Tehrani, 2012).	در فضاهایی که دهانه، بزرگ باشد و معمار بخواهد چشمه را کوچک‌تر کند، استفاده می‌شود. تقاطع لنگه‌ها در فضا و پرهیز از تقاطع لنگه‌ها، در محل پاکار است.
	شبه کاربردی از نوع غیرمتقاطع = کارهای غیرآمود غیروتری دارای لنگه‌های غیرمتقاطع = کاربردی یزدی	در این منبع، کاربردی یزدی، شبه کاربردی نامیده شده است (Raеіsі et al., 2013)	در این نمونه‌ها، پاکار لنگه‌ها بر روی دیوارهای بشن گنبد قرار گرفته اند

ردیف	نام کاربردی	تعاریف هر کدام از کاربردی‌ها	کاربری فضایی
۱۳	رسمی = کاربردی کشیده	به کاربردی‌هایی می‌گویند که در سطح مستطیل به‌خصوص مستطیل‌های کشیده اجرا می‌شوند. در این حالت برای رساندن کارها به خورشیدی ^۱ میانی، سوسنی ^{۱۱} یا سینه‌باز در دو ضلع کوچک مستطیل شکل می‌گیرد (Memarian, 2012)	
۱۴	نیمکار	در جاهایی که به‌صورت نصف گنبد هستند، مثل سردرهای مساجد، مدارس و کاروان‌سراها اجرا می‌شود که اصطلاحاً به آن «کنه» یا «کانه» می‌گویند، به معنای فرورفتگی. معرب این کلمه کنه هست (Pimia, 1983). برای اجرای این کنه‌پوش‌ها نصف کاربردی را اجرا می‌کردند. برای همین کنه‌پوش‌ها را به تناسب نصف مربع می‌گرفتند تا کاربردی‌های درهم را بتوانند در این نصف کارها اجرا کنند.	فضاهای از یک‌سو باز که در ایوان و یا ایوانچه وجود دارد. نیمکار یعنی؛ نصف چشمه، که عملکردهایی نظیر پیشخوان سردر ورودی، محراب و دارد (Raieszadeh & Mofid, 2011).
۱۵	نیمکار نقل	هنگامی که عمق $< \frac{1}{2}$ دهانه باشد، نیمکار "نقل" خواهد شد (Raieszadeh & Mofid, 2011).	
۱۶	نیمکار مربع رسم عمود	هنگامی که عمق $= \frac{1}{2}$ دهانه باشد، نیمکار مربع خواهد شد.	
۱۷	نیمکار دوپا	هنگامی که عمق $> \frac{1}{2}$ دهانه باشد، نیمکار "تنک" و یا نیمکار "دوپا" خواهد شد.	 
۱۸	کاربردی دوچفدی	چنانچه در ساخت یک کاربردی از دو گونه لنگه با دو چفد متفاوت استفاده شود، کاربردی حاصله کاربردی دوچفدی نامیده می‌شود.	لنگه‌های هر دو نوع کاربردی، باهم تلافی دارند و این موجب تنوع و زیبایی بیشتر در فضا می‌شود.
۱۹	کاربردی خاص	چنانچه کاربردی درزمینه‌ای غیر از مربع یا مستطیل قرار گیرد، کاربردی حاصله را کاربردی خاص می‌نامیم.	شکل راسته اصلی بازار، مربع و مستطیل و در بعضی از مواردی که انحرافی در امتداد راسته اصلی بازار به وجود می‌آید، مثلثی است. در زمینه‌های غیر از مربع و مستطیل و در دهانه‌های کوچک به کار می‌رود.

ردیف	نام کاربردی	تعاریف هر کدام از کاربردی‌ها	کاربری فضایی
۲۰	کاربردی قالب سرسفت	<p>آن‌هایی هستند که قالب‌های اصلی به وجود آورنده آن‌ها در امتداد یکدیگر و در یک صفحه نیستند؛ بنابراین نمی‌توانند به صورت یک قوس (دور) کامل بار را به دو طرف تکیه‌گاه‌ها منتقل کنند، به‌ناچار برای برپایی آن‌ها به بدنه پس طاق، یعنی به چشمه یا گنبدی که کاربردی در زیر آن اجرا می‌شود، متصل می‌گردند. پس طاق است که کاربردی را نگه می‌دارد (Pimia, 1983).</p> <p>در تصویر افقی نیز، تصویر قوس‌ها از یک خط مستقیم (حالت قالب شاغولی) خارج گشته به یک خط شکسته مبدل می‌شود؛ خط شکسته‌ای که دو پا را به یک نقطه از شمشه وصل می‌کند. این‌گونه کاربردی‌ها به "کاربردی‌های قالب سرسفت" معروف‌اند (Navaie & Ghasemi, 2011).</p>	<p>بیشتر در جاهایی که لازم می‌دانند کاربردی ارتفاع کوتاه‌تری پیدا کند، از این نوع کاربردی استفاده می‌کنند. زیاد معمول و مورد قبول در معماری ایرانی نیست. (Pimia & Bozorgmehr, 2006)</p> <p>دایره وسط کاربردی (شمسه یا خورشیدی) از حد معمول کوچک‌تر است. این دایره با اینکه به‌اندازه دلخواه توسط معمار تعیین می‌شود؛ ولی ترجیحاً باید طوری باشد که خیز لنگه‌ها برای این‌که به آن متصل شود خیلی پایین نیابند (زیاد کوچک نیستند) (Zamarshidi, 2010).</p> <p>گاهی اوقات استادان اندازه شمشه^{۱۳} به‌دست‌آمده را برای بعضی فضاها مناسب نمی‌دانند و شمشه‌ای کوچک‌تر و بالطبع سقفی پرکارتر را می‌پسندند. در این صورت، شمشه را به‌اندازه دلخواه رسم می‌کنند و بدون آنکه جای پاهای کاربردی را روی زمینه، تغییر دهند رئیس قوس‌ها را بر روی دایره شمشه جدید قرار می‌دهند؛ به‌این ترتیب قوس‌ها می‌شکنند و به دو نیم‌قوس که روی شمشه، سر به هم می‌آورند، تبدیل می‌شوند.</p>
۲۱	کاربردی قالب شاغولی	<p>کاربردی قالب شاغولی عبارت است از کاربردی‌هایی که قالب‌های (تویزه) تشکیل‌دهنده آن‌ها، در امتداد یکدیگر و در یک صفحه قرار دارند، به همین خاطر می‌توانند به صورت یک دور (قوس) کامل، بار را به تکیه‌گاه‌ها منتقل کنند و برابر باشند. در کاربردی‌های قالب شاغولی شمشه وسط خود به خود بر اساس ترسیم وترهای بین نقاط تقسیم دایره به دست می‌آید و استاد کاربرد در تعیین اندازه آن نقشی ندارد (Sharbat, 2006). تصویر قوس‌ها در امتداد خط مستقیم قرار دارد. دو نیم‌قوس با هم زاویه ۱۸۰ درجه تشکیل می‌دهند.</p>	<p>دارای باربری فراوان است و بیش‌تر پوشش اصلی را نیز تشکیل می‌دهد.</p>
۲۲	مشتك شکسته	<p>کاربردی ده و چهارده صورتی دیگر هم دارند که به نام مشتك شکسته است. در یک نیم‌کار دو ترنجی^{۱۴} که در دورترین فاصله از اضلاع کاربردی قرار گرفته‌اند، دو موقعیت نسبت به لبه ایوان دارند؛ اگر ترنج‌ها در لبه ایوان قرار گیرند شریف برای آن‌ها اسم خاصی نمی‌گذارد؛ ولی اگر ترنج‌ها بر لبه ایوان قرار نگرفته و فاصله از آن داشته باشند و زیر آن‌ها خالی باشد؛ یعنی سنوسه‌ای نباشد، مشتك شکسته توسط استاد شریف خوانده می‌شوند.</p>	<p>در دهانه‌های کوچک همچون نیم‌کارها استفاده می‌شود. معمولاً طرافت بیشتر دارد و به پس طاق وابسته است؛ همچون ایوان‌ها و سردر ورودی</p>

ردیف	نام کاربردی	تعاریف هر کدام از کاربردی‌ها	کاربری فضایی
۲۳	کونه‌بندی = شکنج کاربندی در چشمه طاق	اگر در یک زمینه مستطیل، شمسه بر دو ضلع بزرگ‌تر مستطیل مماس باشد، کونه‌بندی در زمینه مستطیل یا طولانی گویند (Sharbaf, 2006).	به‌طور کلی شکنج کاربردی، در گنبد و طاق قابل‌اجرا است. خفته است و برای کوتاه کردن ارتفاع به کار می‌رود. نوعی گوشه سازی به‌عنوان مقدمه عرقچین در طاق‌زنی ایرانی.
۲۴	کونه‌بندی زمینه مربع	اگر در یک زمینه مربع، شمسه بر تمامی اضلاع مربع مماس باشد کونه‌بندی در زمینه مربع گویند (Sharbaf, 2006)	استاد شعریاف به‌وضوح کونه‌بندی را تعریف نکرده است؛ اما به نظر می‌رسد که اگر شمسه در یک کاربردی، بزرگ‌ترین اندازه ممکنه خودش را داشته باشد، کونه‌بندی نامیده می‌شود. در دهانه‌های مربع مانند پوشش‌های طاق و چشمه شبستان‌های اکثر مساجد، گنبد خانه‌ها
۲۵	کاربندی یک پا	کاربندی یک‌پا در ربع پلان خود، دارای یک عضو برابر است.	
۲۶	کاربندی دوپا	کاربندی دوپا در ربع پلان خود، دارای دو عضو برابر است.	

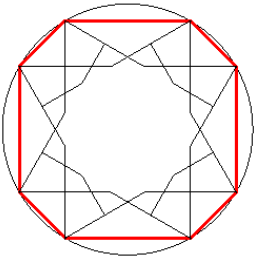
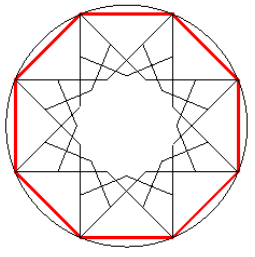
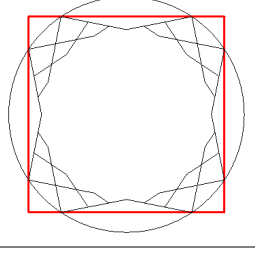

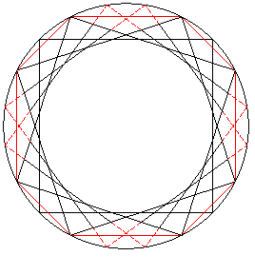
(Source: Authors)

یافته‌ها

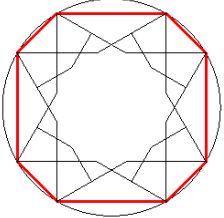


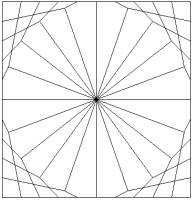
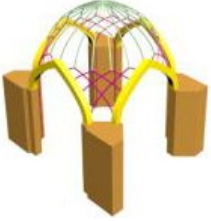

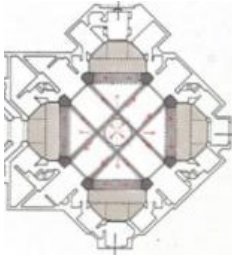


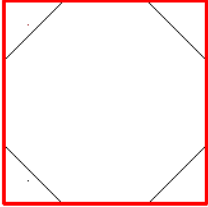


در جدول زیر (جدول ۴)، شکل هندسی پلان و فرم کاربردی نمونه‌های واقعی بر اساس تعاریف و گونه‌شناسی ذکر شده در جدول ۳، تجزیه و تحلیل، نام گذاری، ترسیم و مدل‌سازی شدند.

در جدول زیر (جدول ۴)، شکل هندسی پلان و فرم کاربردی نمونه‌های واقعی بر اساس تعاریف و گونه‌شناسی ذکر شده در جدول ۳، تجزیه و تحلیل، نام گذاری، ترسیم و مدل‌سازی شدند.

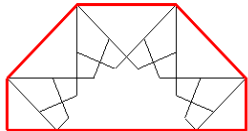


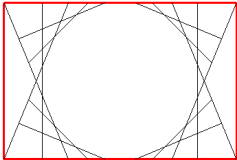


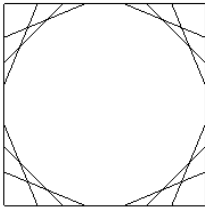


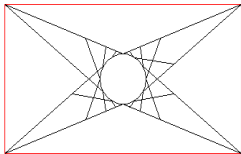


جدول ۴: شکل هندسی هرکدام از کاربردی‌ها بر اساس تعریف

ردیف	نام کاربردی	شکل هندسی هرکدام از کاربردی‌ها بر اساس تعریف	نمونه مطالعاتی
۱	کاربندی درهم (Pimia, 1983) کاربندی رسمی، کاربندی مرکب (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011) گسترش کاربندی ۱۲ در زمینه هشت و نیم هشت (Pimia & Bozorgmehri, 2006)		بازار حرمخانه تبریز
۲	گسترش درهم ۱۶ ضلعی رسمی در زمینه هشت (Pimia & Bozorgmehri, 2006) = (Memarian, 2012)		کاخ خورشید مشهد
۳	گسترش کاربندی ۱۶ ضلعی اختری ۴ به ۴ در زمینه مربع (Pimia & Bozorgmehri, 2006)		حمام شاهزاده اصفهان
۴	مشکک شکسته (Sharbaf, 2006)		دهانه‌های کوچک راهروی اطراف سکو در حمام رهنان اصفهان
۵	گسترش کاربندی بیست ضلعی در زمینه هشتی (حوضخانه) اختری گسیخته ۵ به ۵ (Pimia & Bozorgmehri, 2006)		گرمخانه حمام گنجلی خان کرمان

ردیف	نام کاربردی	شکل هندسی هر کدام از کاربردی‌ها بر اساس تعریف	نمونه مطالعاتی
۶	کاربردی اختری پیوسته چهارده ضلعی (۵ به ۵) (Pirnia & Bozorgmehri, 2006)		قسمت مرکزی باغ شاه فین کاشان (شترگل وی شاه‌عباسی)
۷	کاربردی درون‌زا (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011)		تیمچه محمدقلی بازار تبریز
۸	کاربردی لنگ (Pirnia, 1983)		قیصریه ابراهیم‌خان کرمان
۹	گسترش طولی کاربردی (Pirnia & Bozorgmehri, 2006) کاربردی گسترش (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011)		بازار حمام (چایخانه سنّتی) وکیل کرمان
۱۰	کاربردی کشیده (Pirnia & Bozorgmehri, 2006) رسمی (Memarian Mansoor, 2012)		حمام ابراهیم‌خان کرمان
۱۱	کاربردی پرور (Pirnia & Bozorgmehri, 2006) (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011) (Memarian, 2012)		دهانه میانی a تیمچه شعرباقان بزرگ تبریز

نمونه مطالعاتی	شکل هندسی هر کدام از کاربردی‌ها بر اساس تعریف			نام کاربردی	ردی ف
خانه مسوفی شوشتر				کاربندی لمبده (Pirnia, 1983)	۱۲
عرقچین تیمچه ملک تبریز				کاربندی شبه از نوع متقاطع مرکزی (Raеisi et al., 2013)	۱۳
تیمچه شیخ کاظم تبریز				کاربندی شبه از نوع متقاطع غیر مرکزی (Raеisi et al., 2013)	۱۴
مسجد جامع شیراز				کاربندی شبه از نوع غیر متقاطع (Raеisi et al., 2013)	۱۵

نمونه مطالعاتی	شکل هندسی هر کدام از کاربردی‌ها بر اساس تعریف			نام کاربردی	ردی ف
حوض خانه امامزاده شاهزاده فاضل یزد				کاربندی سوار (پیرنیا، ۱۳۶۲) (Mohamadia n Mansoor & Faramarzi, 2011)	۱۶
سریننه حمام نوبر تبریز سال ۱۳۷۶				کاربندی دوجفدی (Mohamadia n Mansoor & Faramarzi, 2011) =غیر کاربردی	۱۷
بازار اصفهان				کاربندی خاص (Mohamadia n Mansoor & Faramarzi, 2011)	۱۸
سردر ورودی تیمچه مظفریه تبریز				نیمکار دویا (Raieszadeh & Mofid, 2011)	۱۹
نیمکار آجری چهارده ایوان مسجد و مدرسه آقابزرگ کاشان نیمکار) کاربندی ۲۸ قالب سرسفت)				نیمکار نقل (Raieszadeh & Mofid, 2011)	۲۰

نمونه مطالعاتی	شکل هندسی هرکدام از کاربردی‌ها بر اساس تعریف			نام کاربردی	ردیف
سردر ورودی کاروان‌سرای سعدالسلطنه قزوین				نیمکار مربع رسم عمود (Raeiszadeh & Mofid, 2011)	۲۱
خانه میرزا احمدخان نائین				کونه‌بندی زمینه طولانی کاربندی رسمی منفرد یک‌پا (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011)	
هتل باغ مشیرالممالک یزد				کونه‌بندی زمینه مربع (Sharbaf, 2006) (Poornaderi, 2000) کاربندی رسمی منفرد یک‌پا (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011) کاربندی رسمی (Pirnia & Bozorgmehri, 2006)	۲۲
کاربندی ساده ۱۲ ضلعی قالب سرسفت (سردر ورودی مدرسه راهنمایی فرزانهگان یویا تهران)				کاربندی ساده ۱۲ ضلعی قالب سرسفت Pirnia & Bozorgmehri, 2006)	۲۳

بحث

(چلیپا)، مربع، هشت) قابل اجرا هستند. در صورتی که مربع باشد نحوه کار مثل زمینۀ هشت و نیم هشت است با این تفاوت که گوشه‌ها از حالت مثلثی تبدیل به مربع می‌شوند. حذف شاپرکی‌های نزدیک به مرکز بستگی به سلیقه معمار دارد که با توجه به بالا و پایین رفتن ارتفاع، نگاه داشته و یا حذف می‌شوند (جدول ۳ ردیف ۱ و ۲). در مقایسه کاربردی **گسترش طولی** با کاربردی ساده، در این نوع کاربردی‌ها شاپرک‌های نزدیک به مرکز حذف شده و به جای آن پاباریک‌ها طویل‌تر می‌شوند. همچنین طول بزرگ‌ترین دهانه در آن‌ها زیادتر از حد معمول است. درزمینه‌های کشکولی یا نگینی مورد استفاده قرار می‌گیرند (جدول ۳ ردیف ۳). در زمینه‌هایی که نسبت طول مستطیل به عرض آن خیلی زیاد است از **کاربندی کشیده** استفاده می‌شود (جدول ۳ ردیف ۴). در **کاربندی پرور** طول زمینۀ مستطیل نسبت به کاربردی ساده زیادتر است. زیاد بودن طول زمینۀ، اجازه اجرا شدن یک کار تمام در وسط و بالای طاق و دو نیمکار در دو طرف و پایین طاق را می‌دهد. شمشه‌های دو نیمکار طرفین طوری زده می‌شود که به انتهای شمشه بالایی منتهی گردد (جدول ۳ ردیف ۶). **کاربندی یزدی** تفاوت عمده‌اش با کاربردی معمول در سایر نقاط، ساده‌تر شدن اجزای کاربردی، به دلخواه معمار است. برای گوشه‌سازی و تبدیل زمینۀ مربع به هشت و سپس دایره، بدون کاستن از دهانه گنبد استفاده می‌شود. همچنین برای کوتاه کردن ارتفاع به کارمی رود (جدول ۳ ردیف ۷). **کاربندی سوار** از سوارشدن لنگه‌ها بر هم (عدم تقاطع آن‌ها) روی تویزه اصلی به دست می‌آید و بیشتر در فضاهایی با ارتفاع زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ۳ ردیف ۸). برخلاف کاربردی‌های سوار از کاربردی‌های لمیده در فضاهایی با ارتفاع کم استفاده می‌شود (جدول ۳ ردیف ۹). در **کاربندی اختری** معمار نقاط دایره را به طور دلخواه به هم متصل می‌کند و نیازی نیست که بزرگ‌ترین طول زمینۀ، مبنای تعیین کار باشد. معمولاً تعداد

با تحلیل آموزه‌های استادکاران، که بخشی از آنها به صورت ساختار نوشتاری پیاده‌سازی شده است، می‌توان عوامل چندگانه‌ای را در نظام دسته‌بندی استادکاران، در تقسیم بندی کاربردی‌ها تشخیص داد.

الف) عوامل از دیدگاه هندسه نظری عبارتند از:

الف-۱. شکل، تناسب زمینۀ (نسبت اضلاع زمینۀ) (Pirnia, 1983)، (Pirnia & Bozorgmehri, 2006)، (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011)، (Memarian, 2012)، (Pirnia & Bozorgmehri, 2006)، (Raeiszadeh & Mofid, 2011) و (Poornaderi, 2000).

الف-۲. تعداد اضلاع کاربردی (Pirnia, 1983).

الف-۳. نحوه اتصال نقاط زمینۀ کاربردی (Pirnia & Bozorgmehri, 2006)

الف-۴. نحوه قرارگیری عناصر تشکیل دهنده کاربردی (ترنج‌ها) (Sharbaf, 2006)، الف-۵. انواع شکل قوس لنگه‌ها (Mohamadian Mansoor & Faramarzi, 2011)

ب) عوامل از دیدگاه هندسه عملی عبارتند از:

ب-۱. تفکیک بر اساس مفاهیم هندسه عملی (دارا بودن لنگه‌های متقاطع) (Raeisi et al., 2013)، (Tehrani 2012) و (Raeisi et al., 2013)

ب-۲. پذیرش یا عدم پذیرش بارهای اصلی پوشش (آمود یا غیرآمود بودن کار) (Raeisi et al., 2013)

ب-۳. نحوه قرارگیری لنگه‌ها و زاویه آنها نسبت به سطح افق (Pirnia, 1983)، (Sharbaf, 2006)، (Sharbaf, 2006) (Pirnia & Bozorgmehri, 2006)

بر اساس آموزه‌های این استادکاران، کاربردی‌های درهم از تقاطع دو کاربردی ساده با تعداد ضلع زوج برخلاف **کاربندی لنگ** (جدول ۳ ردیف ۵) به صورت عمود بر هم به دست می‌آید (به استثنا کاربردی ۱۰ و ۱۴). این نوع کاربردی‌ها تنها درزمینه‌های (هشت و نیم هشت، چهاربাহو

لنگه‌ها، فواصل اتصال، تناسبات، شکل زمینه و... در نام‌گذاری و کاربری فضایی انواع کاربردی‌ها مؤثر هستند.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از بخشی از رساله دکترا 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 بنای دانشگاه هنر اصفهان انجام شده است.

منابع مالی

منابع مالی این مقاله، توسط نویسندگان تامین شده است.

تعارض منافع

تعارضی در منافع انتشار این مقاله، بین نویسندگان وجود ندارد.

پی‌نوشت

۱. لنگه: قطعاتی که یک یا دو پای آن‌ها بر روی پاکار، توپزه‌ها یا سایر لنگه‌های کاربردی قرار می‌گیرند. لنگه‌ها بیشتر، نقش هدایت‌کننده و پخش‌کننده بار اصلی از توپزه‌ها به ستون‌ها و سایر عناصر را دارند.
۲. توپزه: توپزه در معماری سنتی عنصری است که می‌تواند دو کاربرد راهنمای اجرا یا باربری داشته باشد. در کاشان و خراسان به این توپزه‌ها، لنگه و در خوزستان نیز باریکه گفته می‌شود. قاب اجرای طاق‌ها از جنس نی و گچ است. بدیهی است که لنگه‌های گچی مقاومتی در برابر بار ندارند. بعد از آن که لنگه‌ها آماده شد، برای راهنمایی در اجرا در محلی که باید توپزه‌های برابر قرار گیرد، آن‌ها را در فضا وامی‌دارند (Pimia, 1991)

قسمت‌های دایره مقابل مربع محاط در دایره، مأخذ کار است (جدول ۳ ردیف ۱۰). در هر سه نوع شبه کاربردی عناصر کاربردی شکل نمی‌گیرند؛ یعنی ترنج، پاباریک و غیره پدید نمی‌آیند. نگارنده، نام کاربردی بر آن‌ها نهاده است؛ اما بهتر است در دسته‌بندی کاربردی قرار نگیرند (جدول ۳ ردیف ۱۲). استفاده از کاربردی‌های دوچفدی در فضا، باعث تنوع و زیبایی بیشتر می‌شود. دو نوع کاربردی با دو نوع چفد مختلف باهم تداخل دارند (جدول ۳ ردیف ۱۸). کاربردی‌های خاص در زمینه‌هایی غیر از مربع و مستطیل، در مفاصل ارتباطی فضاها و در دهانه‌های کوچک بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند (جدول ۳ ردیف ۱۹). در تصویر افقی کاربردی‌های قالب سرسفت تصویر قوس‌ها از یک خط مستقیم (حالت قالب شاغولی) خارج گشته و به یک خط شکسته مبدل می‌شود. مساحت شمس در کاربردی‌های قالب سرسفت نسبت به شاغولی کوچک‌تر است؛ و همچنین در دهانه‌های کوچک قابل اجرا است (جدول ۳ ردیف ۲۰). کاربردی مشتک‌شکسته، حالت خاصی است که در کاربردی‌هایی با تعداد اضلاع ۱۰ و ۱۴ اجرا شده است. در دهانه‌های کوچک در یک نیمکار، دو ترنجی که در دورترین فاصله از اضلاع کاربردی قرار گرفته‌اند، اگر بر لبه ایوان قرار نگرفته و فاصله از آن داشته باشند و زیر آن‌ها خالی باشد؛ یعنی سنبوسه‌ای نباشد، مشتک‌شکسته نامیده می‌شوند (جدول ۳ ردیف ۲۲). در گونه‌بندی، شمس بزرگ‌ترین اندازه ممکن خود را دارد و در زمینه مستطیل بر طول‌ها و در زمینه مربع بر تمام اضلاع زمینه، مماس است. همچنین در زمینه مستطیل دوسوسنی و در زمینه مربع سوسنی ندارد (جدول ۳ ردیف ۲۳ و ۲۴).

نتیجه‌گیری

تعریف کلی از انواع گونه‌ها و کاربری آن‌ها در فضاهای گوناگون در قالب جداولی ارائه شد. بررسی‌ها آشکار کرد که عواملی همچون تعداد اضلاع کاربردی، ارتفاع، نحوه تقاطع و زاویه قرارگیری لنگه‌های کاربردی، نوع قوس و ضخامت

۳. واداشتن: نصب کردن، قرار دادن (Fallahfar, 1999).
۴. آمود: طرح، تزئینات الحاقی ساختمان، آنچه در خارج از محل اجرا آن را می‌سازند و بعد به بنا وصل می‌کنند و تزئینات و آرایشی که پس از پایان کار ساختمان بر روی آن و جدا از اسکلت اجرا شود. مانند کاشی‌کاری، گچ‌بری و بعضی انواع آجرکاری (Fallahfar, 1999).
۵. چهارسو: چهارسوق، چهارراه، محل تقاطع دو راسته اصلی بازار که معمولاً بر فراز آن گنبدی قرار می‌گیرد؛ بادگیر یزدی (Fallahfar, 1999)
۶. تیمچه: واژه «تیم» به معنای کاروان‌سرای بزرگ و تیمچه، به معنای تیم کوچک بازار و کاروان‌سرای کوچک (به نقل از دهخدا)، جوبه و پاساژ (فرانسوی) هست. تیم، سراهای کوچک سرپوشیده در بازار، بنای بازرگانی و تجاری، سرای تجاری، سرای سرپوشیده مرکزی که حجرات، پیرامون آن واقع شده‌اند؛ کاروان‌سرای کوچک/ تیمچه امین‌الدوله در شهر کاشان (Rafiei Sarehki, Rafizadeh & Ranjbar Kermani, 2003)
۷. شاپرک: سرمه‌دان، از انواع نقش‌مایه‌های گره‌چینی، از اجزای مقرنس و کاربردی، عنصری که دو ضلع پایین آن بلندتر و دو ضلع بالا کوتاه‌تر است، شکلی از لوزی که معمولاً در بالای پاباریک و سوسنی قرارداد (Fallahfar, 1999).
۸. پاباریک: ریخت لوزی با دو پای کشیده که میان تویزه‌های کاربردی، در هر گوشه از زمینه، پدید می‌آید (Rafiei Sarehki et al., 2003)
۹. سنبوسه: در فاصله بین دو ضلع شاپرک و قاعده عرقچین یک مثلث ساخته می‌شود که به آن سنبوسه می‌گویند (Memarian, 2012).
۱۰. شکنج: چین و چروک‌هایی که در گوشه‌سازی، جهت تبدیل زمینه مربع به دایره ایجاد می‌کنند، چین و شکن طاق‌بند زیر گنبد، نوعی چفد (Fallahfar, 1999).
۱۱. خورشیدی: هلالی بالای در، پنجره و دریچه شیروانی (Fallahfar, 1999).
۱۲. سوسنی: سطحی منحنی که پلان آن به‌صورت مثلث متساوی‌الساقین بوده و اجراشده آن (سه‌بعدی) به‌صورت بال پرندۀ بوده و در طول‌ها یا عرض‌های رسمی ایجاد می‌گردد. این آلت رسمی بین دهانه دور و عرقچین شمسۀ وسط، به‌طور مستقیم یا با واسطه یک آلت پرک یا ترنجی قرار می‌گیرد.
۱۳. شمسه: حجم فضای مرکزی کاربردی رسمی و مقرنس را که اجزا طرح در دور آن به‌صورت متقارن قرار گرفته باشد و آن سطح، نمودی از خورشید و شعاع‌های اطرافش باشد را شمسه گویند.
۱۴. ترنج: (۱) از اجزای اصلی نقش گیاهی، شبیه به لوزی، با اضلاع منحنی و پیچ و خم دار و با تقارن دوماحوری (۲) از آلت‌های نقش هندسی یا رسمی بندی، شبیه به لوزی کشیده و با تقارن تک‌محوری.
۱۵. طاق صومعه‌ای: بر مبنای تعریف گذار در کتاب "آثار ایران"

References

- Ahmadi, M. P. (2014). A basic method for naming Persian Karbandis using a set of numbers. *Nexus Network Journal*, 16(2), 313-343.
- Aine-chi, S., Vali-Beig, N., & Tehrani, F. (2019). Comparison of Geometry and Drawing Method of Karbandi Vault Samples 10, 12, 14, 16-sided Karbandis. *Soffeh*, 29(1), 73-91.
- Ainechi, S, Valibeig, N & Tehrani, F. (2019). Karbandies' Traditional Construction Technique in Tabriz and Isfahan. *International Journal of Architectural Heritage*.
- Akbar, Z. I., A. (2016). *Geometry in the art of architecture and its application in mathematical education*. Isfahan: Cultural and Recreational Organization of the City of Isfahan.
- Alsayed, E & Parman A. (1998). *Geometric roles in Islamic art* (M. Rajabnia, Trans.). Tehran: soroush.
- Chenaghrou, M. R., Ebrahimi, A. N., Shahbazi, Y., Kheirollahi, M., & Mohammadi, A. A. (2017). *Structural morphology of a masonry space dome in historical Tabriz bazaar complex*. Paper presented at the Proceedings of IASS Annual Symposia.
- Clark, R. (2008). *Analysis and critique of architectural masterpieces* (s. aghaii, Trans.). Tehran: malayek.
- Fallahfar, S. (1999). Dictionary of Iranian traditional architecture. *Tehran, Iran*.
- Farabi, A. N. (1969). *Ahsaol Olom* (H. Khadioum, Trans.): Iranian Culture Foundation.
- Garofalo, V. (2016). The Geometry of a Domed Architecture: A Stately Example of Kārbandi at Bagh-e Dolat Abad in Yazd. *Nexus Network Journal*, 18(1), 169-195.
- Memarian, G. (2012). *Persian Architecture: Niaresh*. *Naghme-ye Noandish Press, Tehran, Iran*.
- Mohamadian Mansoor, S., & Faramarzi, S. (2011). Typology and Compilation of the Geometric Structure of Karbandi in Iranian Architecture. *Journal of Fine Arts*, 48, 97-109.
- Mohammadi, A. A., Asefi, M., & Ebrahimi, A. N. (2018). The geometrical regularization for covering irregular bases with Karbandi. *Nexus Network Journal*, 20(2), 331-352.
- Navaie, K & Ghasemi, K. H. (2011). *Khesht-o Khial; an Interpretation of Iranian Islamic Architecture*. *Tehran-Iran: soroush*.
- Necipoglu, G & al Asad, M. (1995). *The Topkapi scroll-geometry and ornament in Islamic architecture*, with an essay on the geometry of the Muqarnas. *by Mohammad al-Asad, the Getty center for the history of art and the humanities*.
- Pirnia, M.-K., & Bozorgmehri, Z. (2006). *Hendese Dar Memari (Geometry in Architecture)*. *Tehran: Sazman-e Miras-e Farhangi-ye Keshvar (Iranian Cultural Heritage Organization)(in Farsi)*.
- Pirnia, M. (1991). *Dome in Iranian architecture*. *Asar*, 8, 54-121.
- Pirnia, M. K. (1983). *Islamic Architecture*. *In. Tehran: Tehran university*.
- Pirnia, M. K. (1983). *Islamic Architecture In. Tehran: Tehran university*.
- Poornaderi, H. (2000). *She'rbaf and his works. Second volum: Girih & implementation*. *Tehran: Cultural Heritage Organization*.
- Raeiszadeh, M & Mofid, H. (2011). *Ehyā-ye Honar Hā-ye Az Yād Rafteh: Mabāni-ye Me'māri-ye Sonati Dar Iran Be Revāyat-e Ostād Hossein-e Lorzādeh (Revival Of Forgotten Arts: Basics Of Traditional Architecture In Iran As Narrated By Master Hossein-E Lorzadeh)*. *Tehran: Entesharate Moula. In: Moula Publications*.
- Raeisi, M, Bemanian, M & Tehrani, F. (2013). *Rethinking the Concept of Karbandi Based on theoretical geometry, practical geometry and building function*. *Maremat & Me'mari-e Iran*, 3(5), 33-54.
- Rafiei Sareshki, B, Rafizadeh, N & Ranjbar Kermani, A. (2003). *Mehrazi Culture (Architecture) of Iran*. *In: Tehran: Building and Housing Research Center Publication*.