

گونه شناسی و تدوین ساختار هندسی کاربندی در معماری ایران

صاحب محمدیان منصور^{۱*}، سینا فرامرزی^۲

^۱ مربی دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۴/۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۰/۱۰/۳)

چکیده:

کاربندی یکی از الگوهای اصیل و کهن در معماری ایران و حاصل شناخت معماران ایرانی نسبت به علم هندسه و ریاضیات پیشرفته است. باززنده سازی این الگو مستلزم شناخت کافی نسبت به تمامی ابعاد موضوع نظیر گونه شناسی، شناخت ویژگی های هندسی، ساختاری و اجرایی آن است. در این راستا در این مقاله سعی شده است به گونه شناسی کاربردی پرداخته شود و در ضمن این گونه شناسی نیز به تدوین ساختار هندسی کاربردی رسمی در قالب جدول هندسی / حسابی پرداخته شود. از آنجا که این تحقیق به کمک سامانه های صوری-ریاضی انجام شده و به میزان زیادی به گزاره های قاعده مند وابسته می باشد، لذا روش تحقیق این پژوهش روش استدلال منطقی است. در این مقاله ابتدا به تاریخچه کاربردی سپس تعاریف اصطلاحات تخصصی و در نهایت نیز به گونه شناسی انواع کاربردی پرداخته شده است. یکی از یافته های این مقاله تدوین ساختار هندسی کاربردی رسمی است که قابلیت سامان دهی تمامی مصادیق مربوطه را دارد. از دیگر یافته های این مقاله، معرفی و نامگذاری کاربردی رسمی منفرد دو پا، کاربردی رسمی مرکب، کاربردی رسمی خاص و همچنین معرفی گونه کاربردی غیر ساده و پنج زیر شاخه آن یعنی، کاربردی پرور، سوار، دو چندی، گسترش و درون زا می باشد که تاکنون کمتر مورد بررسی قرار گرفته اند.

واژه های کلیدی:

کاربندی، رسمی بندی، هندسه، معماری ایران.

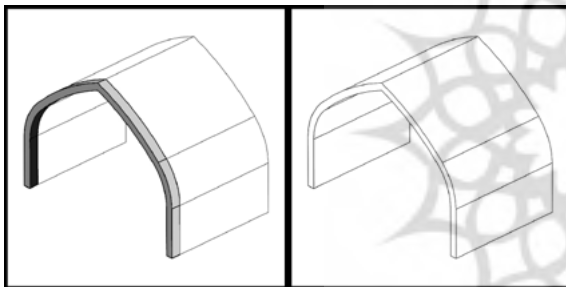
مقدمه

روش‌های متعددی در این ناحیه انتقالی ابداع شد. از جمله این شیوه‌های انتقالی می‌توان به ترمبه تخت، ترومبه، پیکانه، مقرنس، دماغه، سکنج، طاق بندی و کاربندی (پیرنیا، ۱۳۷۰-۱۵، ۵۴) اشاره کرد. در این میان کاربندی^۱ پیشرفته‌ترین شیوه انتقالی و حاصل شناخت معماران ایرانی نسبت به علم هندسه و ریاضیات پیشرفته است. مطالعاتی که سال‌های اخیر روی رابطه میان ریاضیات و هندسه و هنر ایرانی صورت گرفته است حاکی از این است که هنرمندان مسلمان ایرانی در قرون میانی پیشرفت‌های شگرفی در ریاضیات و هندسه داشته‌اند (Lu, 2007, 1106). با توجه به قابلیت‌های هندسی و سازه‌ای که در کاربندی مشهود است، این الگو در ادوار مختلف تاریخ ایران توسعه فراوانی نموده و گونه‌های فراوانی از آن منشعب شده است. در این مقاله سعی شده است تا در خصوص گونه شناسی و تدوین ساختار هندسی کاربندی مطالبی ارائه گردد.

مسئله انتقال سطح مربع شکل به دایره یکی از مسائل مهم ساختمانی در تاریخ معماری جهان است. از جمله مصادیق نمود این مسئله الگوی ساختمانی گنبدخانه است که در معماری ایران قبل از دوره اسلامی تاکنون مورد استفاده می‌باشد و از اولین نمونه‌های جسورانه و باشکوه آن می‌توان به کاخ بزرگ شاپور و تالار تشریفات آن با گنبدی شلجمی یاد کرد. چارطاقی‌ها نیز از دیگر مصادیق بارز این الگو می‌باشند. گنبدخانه در دوران اسلامی جایگاه شاخصی یافت و در روزگار سلجوقیان [به یکی از عناصر اصلی مساجد ایرانی مبدل شد]. الگوی ساختمانی گنبدخانه در معماری ایرانی به سه ناحیه متمایز از یکدیگر قابل تفکیک است (هوف، ۱۳۷۹، ۳۰۳).

۱) منطقه چهار گوش ۲) منطقه انتقالی (چپیره) ۳) گنبد این الگوی ساختمانی به دلیل کثرت استفاده توسعه فراوانی یافت و به تبع آن ناحیه انتقالی نیز تنوع بسیاری پیدا نمود و

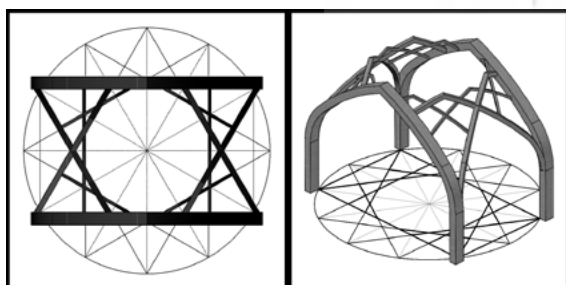
۱) تاریخچه کاربندی



تصویر ۱- طاق و تیر طاق.

۲-۲) کاربندی

کاربندی نوعی پوشش است متشکل از تیر طاق‌هایی با قوس معین که تحت قواعد هندسی ویژه‌ای همدیگر را قطع می‌کنند (تصویر ۲) (بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۱۰).



تصویر ۲- تصویر سه بعدی و پلان کاربندی.

۳-۲) اضلاع کاربندی

تعداد تیر طاق‌های تشکیل دهنده کاربندی را اضلاع کاربندی می‌گویند. در تصویر ۳ تعداد تیر طاق‌های تشکیل دهنده کاربندی ۱۲ عدد است، بنابراین به آن کاربندی ۱۲ گفته می‌شود.

تا قرن سوم هجری قمری در ایران نمونه‌ای از کاربندی باقی نمانده است (بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۵). اولین نمونه‌ی کاربندی که تا امروز شناسایی شده در مسجد جامع شیراز متعلق به دوره صفاریان (۲۶۲ ه. ق، قرن نهم میلادی) است، این نمونه، از کاربندی^۲ موجود در مسجد قرطبه (کوردوبا) اسپانیا که در قرن دهم میلادی (Grube, 1978, 125) ساخته شده نیز کهن‌تر است. از قرن چهارم نمونه‌های متکامل تری از کاربندی به جای مانده است، در مسجد جامع نایین (۳۴۹ ه. ق) چند کاربندی در بالای محراب، مقصوره و در ایوان شمالی وجود دارد. در مسجد جامع اردستان و مسجد جامع اصفهان نیز در همین دوره نمونه‌هایی وجود دارد. در قرن پنجم در شبستان شرقی گنبد خواجه نظام‌الملک مسجد جامع اصفهان کاربندی به کار رفته است. در قرن ششم در گنبد چهل دختران یزد، گنبد سلطان سنجر مرو و گنبد مقبره شیخ احمد جام کاربندی به کار رفته است. تقریباً از قرن هفتم هجری قمری، بعد از حمله مغول‌ها به ایران و نیاز شدید به ساخت و ساز، کاربندی به دلیل قابلیت‌های منحصر به فرد به صورت فراگیر در تمام نقاط ایران استفاده شده است.

تا قبل از این دوره کاربندی فقط به صورت سازه‌های مورد استفاده قرار می‌گرفت، اما بعد از این دوره هم به صورت سقف باربر اصلی و هم به صورت سقف آمودی و کاذب به کار رفته است (بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۷).

۲) تعاریف

۱-۲) تیر طاق (تویزه ۳)

باریکه‌ای از طاق را تیر طاق، لنگه طاق یا تویزه می‌گویند. (تصویر ۱)

۳) گونه شناسی کاربندی

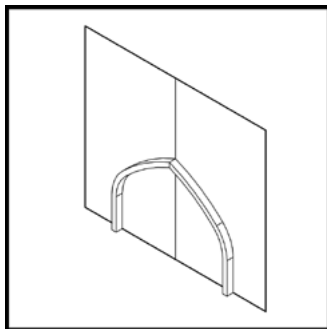
بر اساس مطالعات و بررسی های صورت گرفته در اسناد و کتب معماری و مشاهدات میدانی مصادیق واقعی، کاربندی به دو شاخه ساده و غیر ساده قابل تقسیم است.

۱-۳) کاربندی ساده

کاربندی ساده از دوران تنها یک نوع تیر طاق حول محیط دایره ایجاد می شود. کاربندی ساده خود به دو شاخه کاربندی رسمی (قالب شاقولی) و کاربندی سرسفت (قالب غیر شاقولی) تقسیم می شود.

۱-۱-۳) کاربندی رسمی (قالب شاقولی)؛

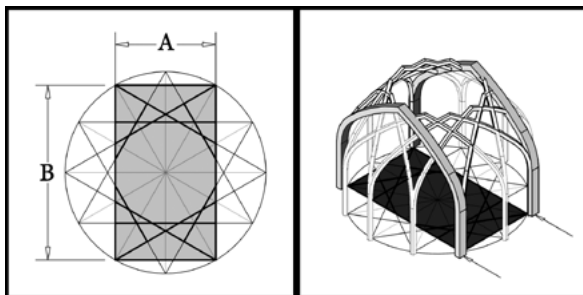
کاربندی رسمی پرکاربردترین و مرسوم ترین گونه کاربندی است و به همین دلیل به آن رسمی گفته می شود. زمانی که هر دو نیمه تیر طاق سازنده کاربندی، بر یک صفحه و در امتداد هم واقع باشند، کاربندی تشکیل شده از این تیر طاق را، رسمی (قالب شاقولی) می گویند. بدلیل در امتداد هم بودن هر دو نیمه تیر طاق بار وارده بر تیر طاق به تکیه گاه ها منتقل می شود و لذا کاربندی رسمی از قابلیت باربری بالایی برخوردار است (شعرباف، ۱۳۸۵، ۱۰) (تصویر ۶).



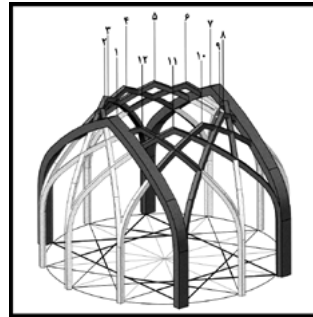
تصویر ۶- تیر طاق کاربندی رسمی (قالب شاقولی).

۱-۱-۱-۳) کاربندی رسمی منفرد یک پا

زمانی که کاربندی رسمی (قالب شاقولی) دارای حداقل دو تیر طاق دو پا بر زمین موازی با یکدیگر باشد و در زمینه مستطیل یا مربع قرار گیرد کاربندی حاصله را کاربندی رسمی منفرد یک پا نامیده ایم. در این گونه برخی از اجزای کاربندی از آنجایی که در محدوده پلان قرار نمی گیرند، حذف می شوند (تصویر ۷).



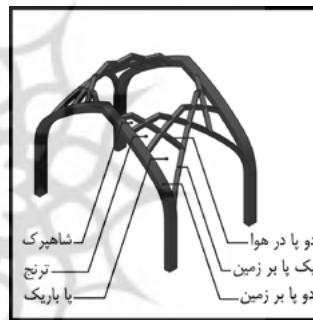
تصویر ۷- تصویر سه بعدی و پلان کاربندی رسمی منفرد یک پا ۱۲.



تصویر ۳- کاربندی ۱۲.

۲-۴) اجزای کاربندی

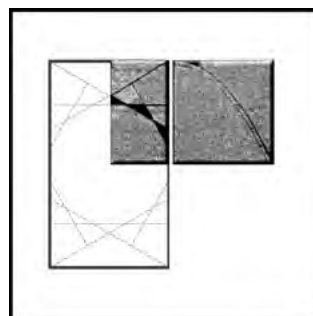
اجزای کاربندی را می توان از دو حیث بررسی نمود. اول از جهت سطوح مابین تیر طاق ها، که در اصطلاح به آنها آلت های کاربندی می گویند و دوم از جهت نوع تیر طاق های بکار رفته در کاربندی. آلت های کاربندی چنانچه در تصویر ۴ نشان داده شده عبارتند از: شاهپرک، ترنج و پا باریک (رئیس زاده، مفید، ۱۳۷۴، ۳۳) و انواع تویزه ها نیز، چنانچه در تصویر ۴ نشان داده شده است، عبارتند از: دو پا بر زمین، یک پا بر زمین و دو پا در هوا.



تصویر ۴- اجزاء کاربندی - ترسیم: نگارندگان.

۲-۵) طریقه ترسیم کاربندی

بر اساس شواهد موجود در طومارهای متعلق به میرزا اکبر، معمار دوره قاجار، که هم اکنون در موزه ویکتوریا و آلبرت لندن موجود می باشد، در گذشته برای معرفی و رسم کاربندی از تصویر پلان استفاده شده است. در بعضی از این تصاویر پلان کامل کاربندی و در بعضی نیز یک چهارم پلان کاربندی ارائه شده است. معمولاً در مجاور پلان، تصویری نیز از نمای قوس سازنده تیر طاق آورده شده است (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ۲۱). در دوره های بعد نیز روش استفاده از تصویر پلان مرسوم بوده است، در حال حاضر نیز تقریباً از همین شیوه استفاده می شود.



تصویر ۵- کاربندی رسمی منفرد یک پا (۱۲/۴)، نسخه خطی شماره ۲۳، قرن ۱۲، ۱۳، موزه ویکتوریا و آلبرت لندن. ماخذ: (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ۲۱- با اندکی تصحیح)

در این فرمول، n برابر تعداد اضلاع کاربردی و d نیز برابر چند به چند وصل شدن اضلاع کاربردی می باشد.^۷
به عنوان مثال وقتی نسبت B/A برابر $3/\sqrt{3}$ باشد؛

$$\left\{ \frac{n}{d} \right\} = \frac{\pi}{\tan^{-1}(3/\sqrt{3})} = \frac{\pi}{\pi/3} = 3$$

در این صورت نسبت $\{n/d\}$ برابر است با:

$$\left\{ \frac{n}{d} \right\} = \frac{6}{2} = \frac{9}{3} = \frac{12}{4} = \frac{15}{5} = \frac{18}{6} = \dots$$

از آنجایی که کاربردی رسمی منفرد یک پارامتری توان در زمینه فرد اجرا نمود - چون در صورت استفاده از مقادیر فرد دیگر دو تیر طاق دو پا بر زمین موازی با یکدیگر خواهیم داشت - لذا مقادیر $\frac{6}{2} = \frac{12}{4} = \frac{18}{6}$ مورد قبول است یعنی می توان به ترتیب از خانه های $\{6/2\}$ ، $\{12/4\}$ ، $\{18/6\}$ ، $\{24/8\}$ و ... جدول استفاده نمود.

به عنوان مثال برای رسم پلان کاربردی منفرد $\{12/4\}$ ، ابتدا زمینه کاربردی را ترسیم می نماییم، سپس اقطار زمینه را رسم نموده و به مرکز اقطار، دایره محیطی زمینه را ترسیم می نماییم و محیط دایره را به ۱۲ قسمت تقسیم نموده و ۴ قسمت به ۴ قسمت به هم وصل می نماییم (تصویر ۷).

از بین خانه های جدول ۱، خانه های خاکستری کاربردی رسمی منفرد یک پا می باشند. همانطور که در جدول مشاهده می شود در یک کاربردی n ضلعی فقط در تعدادی از خانه ها امکان ایجاد کاربردی رسمی منفرد یک پا وجود دارد. تعداد کاربردی های رسمی منفرد در یک کاربردی n ضلعی (تعداد خانه های خاکستری هر ستون) را می توان با استفاده از فرمول ذیل بدست آورد.

$$\left\{ \frac{n}{d} \right\} = \text{تعداد کاربردی های رسمی منفرد در یک کاربردی } n \text{ ضلعی}$$

یعنی به عنوان مثال در ستون کاربردی رسمی ۱۴ ضلعی خواهیم داشت.

$\left\{ \frac{14}{4} \right\} = 3$ تعداد کاربردی های رسمی منفرد در کاربردی ۱۴ ضلعی و چنانچه در جدول ذیل می بینیم در ستون ۱۴ ضلعی فقط ۳ خانه خاکستری وجود دارد. بسیاری از خانه های خاکستری جدول ۱ در معماری ایران به کار برده شده است، اما از آنجایی که در خصوص کاربردی رسمی منفرد یک پا نمونه های فراوانی در کتاب هندسه و معماری خانم بزرگمهری آورده شده است در این مقاله اشاره ای به نمونه های آن نشده است.

۳-۱-۲) کاربردی رسمی منفرد دو پا^۸

در کاربردی رسمی (قالب شاقولی) زمانی که کاربردی دارای حداقل چهار تیر طاق دو پا بر زمین (دو به دو موازی) در زمینه مربع و ندرتاً هشت ضلعی^{۱۰} قرار گیرد و همچنین دایره پاتاق مرکزی در بزرگترین حالت خود باشد یعنی مماس با اضلاع زمینه باشد، کاربردی حاصله را کاربردی رسمی منفرد دو پا می نامیم. واژه دو پا که در عنوان این کاربردی به کار رفته بدین معناست که در ربع پلان کاربردی دو عضو برابر وجود دارد و این مسئله اصلی ترین تمایز این گونه با کاربردی

در کتاب هندسه در معماری فرمولی به قرار ذیل ارائه شده که با داشتن اندازه ابعاد زمینه می توانیم نوع کاربردی رسمی (کاربندی رسمی منفرد یک پا) را از نظر تعداد اضلاع مشخص نماییم

$$n = 2(A+B-2) \quad (\text{بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۱۲})$$

در این فرمول n تعداد اضلاع کاربردی، A عرض زمینه و B طول زمینه می باشد. این فرمول از چند جهت دارای مشکلاتی است.

اول اینکه چنانچه مقدار A و B غیر صحیح باشد، این فرمول غیرکارا خواهد بود.

دوم اینکه دقت آن کم است. به عنوان مثال چنانچه مقدار A و B به ترتیب ۳ و ۴ باشد، مقدار n برابر ۱۰ خواهد شد. در صورتی که در کاربردی رسمی منفرد یک پا، $\{10/3\}$ ، چنانچه مقدار عرض زمینه ۳ باشد مقدار طول آن برابر $4/129$ خواهد بود.

سوم اینکه این فرمول اطلاعاتی در خصوص چند به چند وصل نمودن اضلاع به ما نمی دهد.

چهارم اینکه در زمینه هایی با نسبت های متشابه، جواب های متفاوت به ما می دهد. به عنوان مثال

$$A=3 \quad B=4 \quad \rightarrow \quad n=2(3+4-2)=10$$

$$A=6 \quad B=8 \quad \rightarrow \quad n=2(6+8-2)=24$$

در صورتی که این دو زمینه متشابهند و می بایست در هر دو مورد جواب های یکسانی بدست می آوریم. با توجه به اشکالات فوق الذکر در خصوص فرمول ارائه شده در کتاب هندسه در معماری و عدم وجود سامانه ای منطقی در این خصوص، به بررسی مصادیق و نمونه های به جای مانده از معماری سنتی ایران پرداختیم و به کمک استدلال منطقی و گزاره های قاعده مند و مدل سازی رایانه ای (گروت و وانگ، ۱۳۸۴، ۳۰۲) هر مصداق را به صورت الگویی هندسی / حسابی صورت بندی نمودیم. با ساماندهی این الگوها به جدول هندسی / حسابی کاربردی رسمی ۴ الی ۲۰ (جدول ۱) دست یافتیم که قابلیت ساماندهی تمامی نمونه های کاربردی رسمی را داراست. در گام بعدی با ساماندهی عبارت های ریاضی نوشته شده در زیر هر خانه جدول، فرمولی جدید را استخراج نمودیم، این فرمول می تواند نواقص و کاستی های فرمول ارائه شده در کتاب هندسه در معماری را مرتفع نماید.

بر اساس مطالعات صورت گرفته باید گفت، در هر زمینه ای با هر ابعادی نمی توان کاربردی رسمی منفرد یک پا ایجاد نمود، اگر عرض زمینه ای A و طول آن B باشد، در صورتی می توان در این زمینه کاربردی رسمی منفرد یک پا ایجاد نمود که با قرار دادن مقادیر A و B در فرمول ذیل مقدار $\{n/d\}$ قابل تبدیل به کسری با صورت زوج باشد. تعداد اضلاع کاربردی نیز تنها بر سلیقه و دلخواه معمار نیست بلکه ابعاد زمینه مشخص کننده اضلاع کاربردی رسمی منفرد یک پا است. به کمک فرمول ذیل همچنین می توان تعداد اضلاع کاربردی و چند به چند وصل شدن اضلاع کاربردی را نیز مشخص نمود.

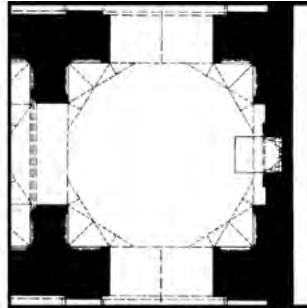
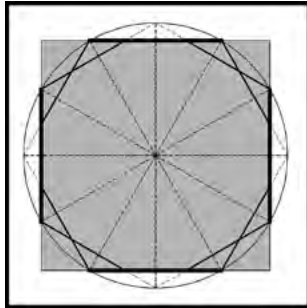
$$\left\{ \frac{n}{d} \right\} = \frac{\pi}{\tan^{-1}(B/A)} \quad \text{و} \quad n \geq 4 \quad \text{و} \quad 1 \leq d < \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$$

جدول ۱- جدول هندسی/حسابی کاربردی رسمی ۴الی ۲۰- ترسیم: نگارندگان

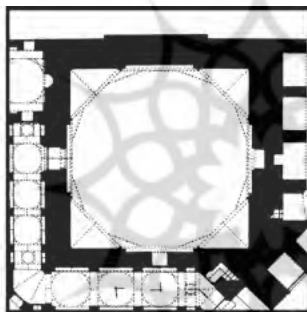
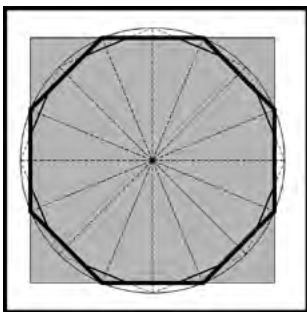
۹	۹ به ۹									
										$A/B = \tan \pi/20$
۸	۸ به ۸									
										$A/B = \tan \pi/18$ $A/B = \tan 2\pi/20$
۷	۷ به ۷									
										$A/B = \tan \pi/16$ $A/B = \tan 2\pi/18$ $A/B = \tan 3\pi/20$
۶	۶ به ۶									
										$A/B = \tan \pi/14$ $A/B = \tan 2\pi/16$ $A/B = \tan 3\pi/18$ $A/B = \tan 4\pi/20$
۵	۵ به ۵									
										$A/B = \tan \pi/12$ $A/B = \tan 2\pi/14$ $A/B = \tan 3\pi/16$ $A/B = \tan 4\pi/18$ $A/B = \tan 5\pi/20$
۴	۴ به ۴									
										$A/B = \tan \pi/10$ $A/B = \tan 2\pi/12$ $A/B = \tan 3\pi/14$ $A/B = \tan 4\pi/16$
۳	۳ به ۳									
										$A/B = \tan \pi/8$ $A/B = \tan 2\pi/10$ $A/B = \tan 3\pi/12$
۲	۲ به ۲									
										$A/B = \tan \pi/6$ $A/B = \tan 2\pi/8$
۱	۱ به ۱									
\hat{d}		$A/B = \tan \pi/4$								
\hat{n}	۴ ضلعی	۶ ضلعی	۸ ضلعی	۱۰ ضلعی	۱۲ ضلعی	۱۴ ضلعی	۱۶ ضلعی	۱۸ ضلعی	۲۰ ضلعی	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	

جدید شکل می‌گیرد که در کتاب احیا هنرهای از یاد رفته تحت عنوان، فیل گوش و در کتاب گره و کاربندی، هفتی و در مقاله گنبد در معماری ایران، پاباریک سوسنی نامگذاری شده است. لازم به ذکر است این نوع کاربندی در تعدادی از خانه های غیر خاکستری جدول ۱ شکل می‌گیرد. در ادامه نمونه هایی^{۱۱} از این گونه به اختصار ارائه می‌گردد.

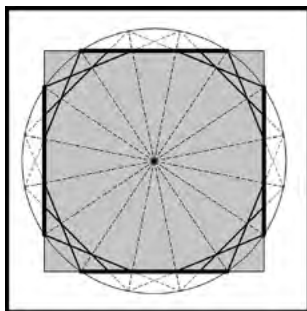
رسمی منفرد یک پاست. یکی از ویژگی های این کاربندی که به دلیل وجود هشت پای نگهدارنده آن می باشد قابلیت باربری بسیار زیاد آن است و ویژگی مهم دیگر این کاربندی قابلیت احداث گنبد در بزرگترین حالت ممکن خود، یعنی مماس به اضلاع زمینه می‌باشد. این دو ویژگی موجب گشته است تا بسیاری از بزرگترین گنبد های معماری ایران روی این نوع از کاربندی استوار گردند. در این نوع از کاربندی نوعی آلت



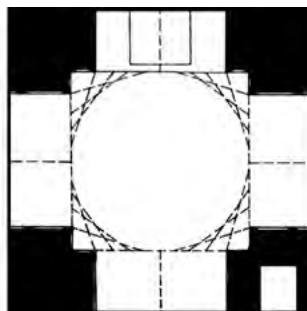
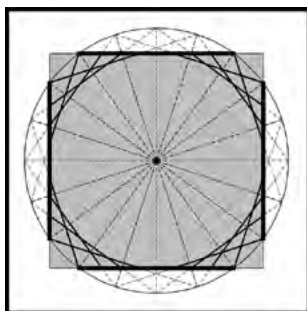
تصویر ۸- کاربندی رسمی منفرد
 نو پا.
 $\{n/d\} = \{12/2\}$ خانه شماره E۲^{۱۲}
 نوع زمینه: مربع
 مسجد جامع شهرکرد
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۸
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۸
 ••• ترسیم: نگارندگان



تصویر ۹- کاربندی رسمی منفرد
 نو پا.
 $\{n/d\} = \{16/2\}$ خانه شماره G۲^{۱۳}
 نوع زمینه: مربع
 مسجد شیخ لطف الله اصفهان
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۲
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۲
 ••• ترسیم: نگارندگان



تصویر ۱۰- کاربندی رسمی منفرد
 نو پا.
 $\{n/d\} = \{16/3\}$ خانه شماره G۳^{۱۴}
 نوع زمینه: مربع
 خواجیه بیست و سه شهید
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۱۳
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۳
 ••• ترسیم: نگارندگان

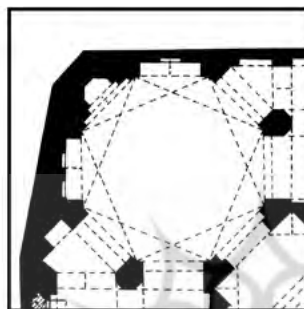
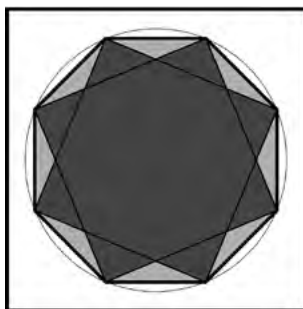


تصویر ۱۱- کاربندی رسمی منفرد
 نو پا.
 $\{n/d\} = \{20/4\}$ خانه شماره I۴^{۱۵}
 نوع زمینه: مربع
 شامچ رانج، شیراز
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۱۲
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۲
 ••• ترسیم: نگارندگان

کشورهای فرانسه و ایتالیا $\{۸/۳\}$ ، اسپانیا $\{۸/۲\}$ و الجزیره و مراکش $\{۱۲/۵\}$ نیز موجود می باشد. تفاوت این کاربردی ها با کاربردی های معماری ایران در اینست که اکثر^{۱۷} کاربردی های معماری ایران در ناحیه انتقالی بین گنبد و فضای گوشه دار زیرین قرار می گیرند، اما در نمونه های خارجی مذکور، تیرطاق ها (تویزه ها) جزئی از سازه تشکیل دهنده گنبد هستند و به همین جهت است که این نمونه ها را گنبد تویزه ای^{۱۸} نامیده اند. از آنجا که مصادیق کاربردی رسمی مرکب تاکنون مورد بررسی دقیق قرار نگرفته اند در ادامه نمونه هایی به اختصار ذکر می گردد. قابل ذکر است که جدول ۱ قابلیت ساماندهی این گونه را نیز دارا می باشد.

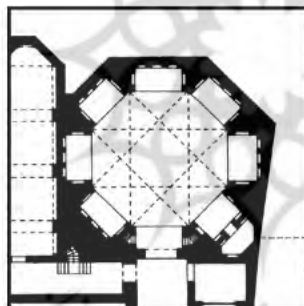
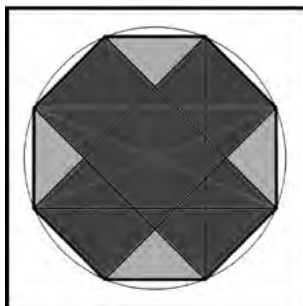
۳-۱-۱-۳) کاربردی رسمی مرکب^{۱۶}

از ترکیب دو یا چند کاربردی رسمی منفرد یک پا، کاربردی رسمی مرکب ایجاد می شود. می توان گفت کاربردی رسمی مرکب بعد از کاربردی رسمی منفرد یک پا بیشترین فراوانی را در بین انواع گونه های کاربردی داراست. کاربردی های رسمی مرکب در بیشتر اقسامشان مانند کاربردی رسمی منفرد دو پا در ربع پلان خود دارای دو پا می باشند اما تمایز اصلی این گونه با کاربردی رسمی منفرد دو پا، اینست که، در کاربردی رسمی مرکب دایره پاتاق مرکزی بر اضلاع زمینه مماس نیست اما در کاربردی رسمی منفرد دو پا دایره پاتاق مرکزی بر اضلاع زمینه مماس می باشد. قابل ذکر است نمونه هایی از کاربردی مرکب در



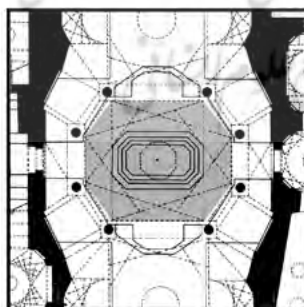
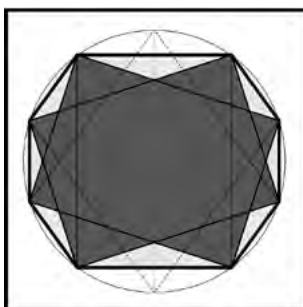
تصویر ۱۲- ترکیب دو کاربردی رسمی.

$\{n/d\} = \{۸/۲\}$ خانه شماره C۲^{۱۹}
 نوع زمینه: هشت ضلعی
 مسجشش، ناوتفرش
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۶
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۶
 ••• ترسیم: نگارندگان



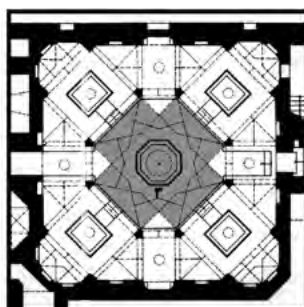
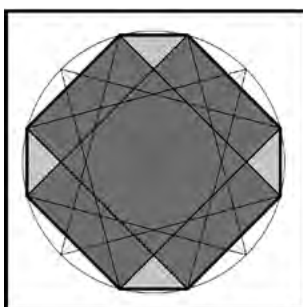
تصویر ۱۳- ترکیب دو کاربردی رسمی.

$\{n/d\} = \{۸/۳\}$ خانه شماره C۳^{۲۰}
 نوع زمینه: هشت ضلعی
 حسینیه بالاحله محمدیه نایین
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۶
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۶
 ••• ترسیم: نگارندگان



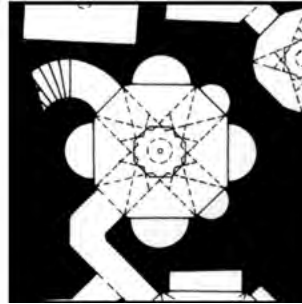
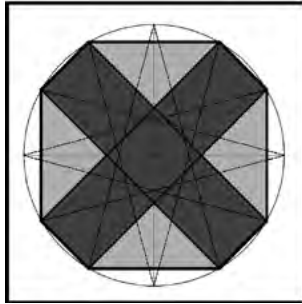
تصویر ۱۴- ترکیب دو کاربردی رسمی.

$\{n/d\} = \{۱۰/۳\}$ خانه شماره D۳
 نوع زمینه: هشت ضلعی خاص
 سرینه حمام وکیل کرمان
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 ••• ترسیم: نگارندگان

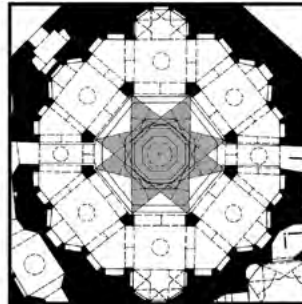
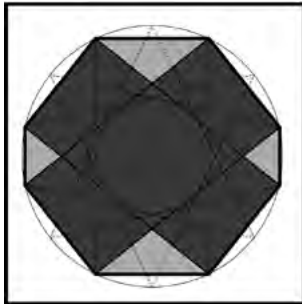


تصویر ۱۵- ترکیب دو کاربردی رسمی.

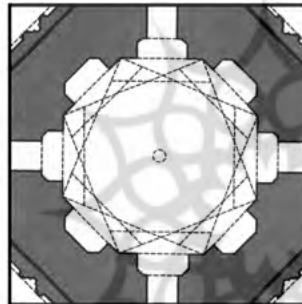
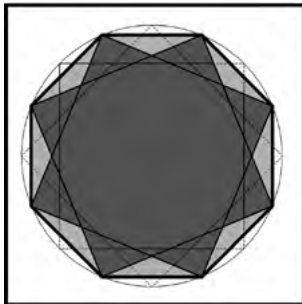
$\{n/d\} = \{۱۲/۴\}$ خانه شماره E۴^{۲۱}
 نوع زمینه: هشت و نیم هشت
 سرینه حمام خان کاشان
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 ••• ترسیم: نگارندگان



تصویر ۱۶- ترکیب دو کاربندی رسمی.
 $\{n/d\} = \{12/5\}$ خانه شماره E5
 نوع زمینه: هشت و نیم هشت
 سرپینه اقلیتها حمام چهار فصل اراک
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 ••• ترسیم: نگارندگان



تصویر ۱۷- ترکیب دو کاربندی رسمی.
 $\{n/d\} = \{14/5\}$ خانه شماره F5
 نوع زمینه: هشت ضلعی خاص
 سرپینه حمام سلطان میر احمد کاشان
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 ••• ترسیم: نگارندگان

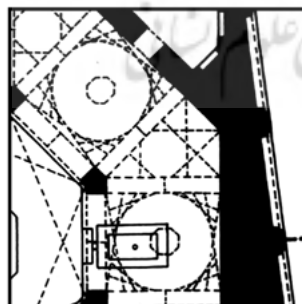
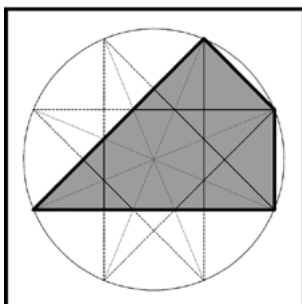


تصویر ۱۸- ترکیب دو کاربندی رسمی.
 $\{n/d\} = \{16/4\}$ خانه شماره G4
 نوع زمینه: هشت ضلعی
 کلات نادری، قصر خورشید
 • ماخذ: نگارندگان
 •• ماخذ: نقش عجب
 ••• ترسیم: نگارندگان

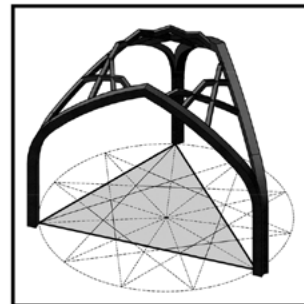
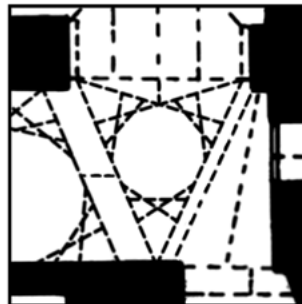
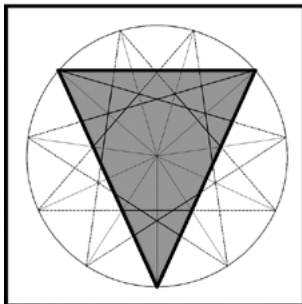
۱ به شرط اضافه نمودن اعداد فرد به مقادیر n قابلیت ساماندهی این گونه را نیز دارا می باشد. با استفاده از کاربندی رسمی خاص زمینه های بسیار متنوعی شکل می گیرد که در ادامه نمونه هایی به اختصار ذکر می گردد.

۳-۱-۱-۴) کاربندی رسمی خاص

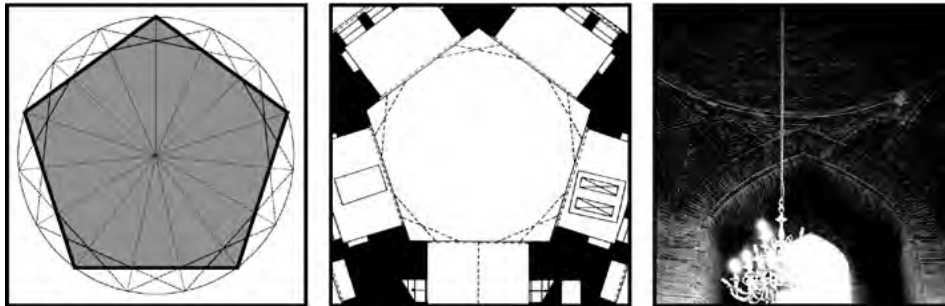
چنانچه کاربندی دارای حداقل دو تیرطاق دو پا بر زمین باشد و در زمینه ای غیر از مربع یا مستطیل قرار گیرد، کاربندی حاصله را کاربندی رسمی خاص نامیده ایم. لازم به ذکر است که جدول



تصویر ۱۹- کاربندی رسمی خاص.
 $\{n/d\} = \{18/3\}$ خانه شماره C3
 نوع زمینه: خاص
 فضای سرپینه در حمام وکیل شیراز
 • ترسیم: نگارندگان
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۸
 ••• ترسیم: نگارندگان



تصویر ۲۰- کاربندی رسمی خاص.
 $\{n/d\} = \{11/4\}$
 نوع زمینه: مثلث
 تالان ورودی مسجد جامع اردستان
 • ترسیم: نگارندگان
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۷
 ••• ترسیم: نگارندگان

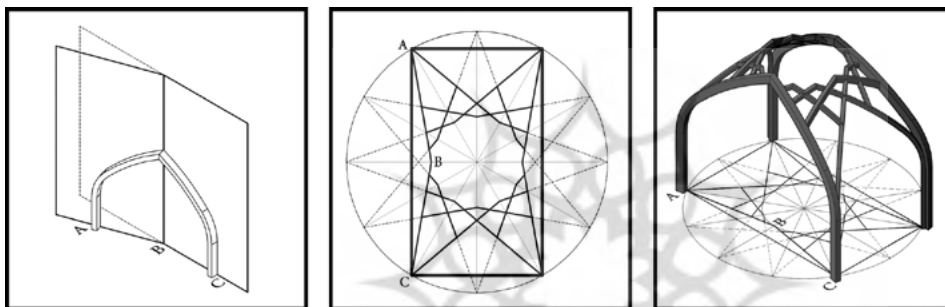


تصویر ۲۱- کاربردی رسمی خاص.
 $\{n/d\} = \{15/3\}$
 نوع زمینه: پنج ضلعی
 گنبد خانه بقعه بابا رکن الدین
 اصفهان
 • ترسیم: نگارندگان
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۱۱
 ••• ترسیم: نگارندگان

صورت یک قوس کامل بار را به دو طرف تکیه گاه ها منتقل کنند و می بایست به شمسه مرکزی (نهنبن) یا گنبدی که روی کاربردی قرار می گیرد، تکیه کنند و لذا کاربردی سرسفت در مقایسه با کاربردی رسمی از مقاومت ایستایی و باربری کمتری برخوردار است (شعرباف، ۱۳۸۵، ۹).

۳-۱-۲) کاربردی سرسفت (قالب غیر شاقولی)

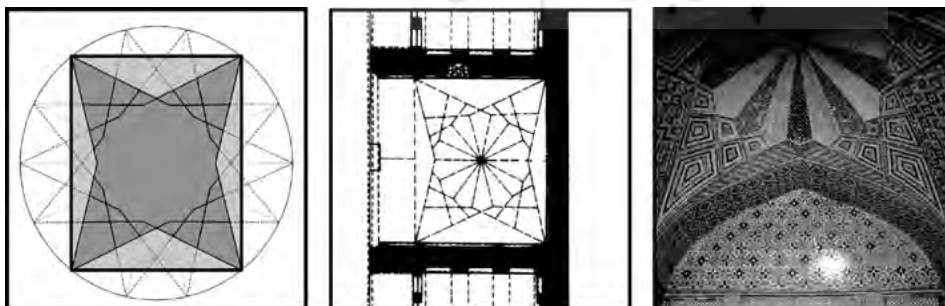
چنانچه دو نیمه تیر طاق بر یک صفحه واقع نباشند^{۲۴} کاربردی تشکیل شده از این تیر طاق را سرسفت (قالب غیر شاقولی) می گویند (تصویر ۲۲). عدم قرارگیری این دو نیمه تیر طاق در امتداد یکدیگر سبب خواهد شد که این دو نیمه تیر طاق نتوانند به



تصویر ۲۲- کاربردی سرسفت.
 $\{n/d\} = \{12/4\}$
 نوع زمینه: مستطیل
 • ترسیم: نگارندگان
 •• ترسیم: نگارندگان
 ••• ترسیم: نگارندگان

تمام انواع و گونه های منفرد، ترکیبی و خاص را که در مورد کاربردی رسمی عنوان شد با کاربردی سرسفت نیز می توان به وجود آورد با این تفاوت که شمسه مرکزی را در کاربردی سرسفت هر اندازه که بخواهیم می توانیم کوچک نماییم. اما کاربردی سرسفت همانطور که ذکر شد قابلیت باربری کاربردی رسمی را ندارد و لذا در معماری ایران کم کاربردتر از کاربردی رسمی می باشد.

در کاربردی سرسفت نیز اساس هندسه و ترسیم مانند کاربردی رسمی است. به عنوان مثال در کاربردی سرسفت ۱۲ ضلعی ۴ به ۴ دایره محیطی را به ۱۲ قسمت تقسیم نموده و محیط دایره را ۴ به ۴ توسط تیر طاق زاویه دار ABC به یکدیگر متصل می نماییم. زاویه تیر طاق ABC در اختیار طراح است و تابع قاعده خاصی نیست. در کاربردی سرسفت شمسه مرکزی کوچکتر از کاربردی رسمی است و بسته به زاویه تیر طاق ABC می تواند کوچک یا بزرگ شود.



تصویر ۲۳- کاربردی سرسفت.
 $\{n/d\} = \{14/4\}$
 نوع زمینه: مستطیل
 ایوان غربی و شرقی مسجد
 جامع زنجان
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۷
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۷
 ••• ترسیم: نگارندگان

۳-۲) کاربردی غیر ساده

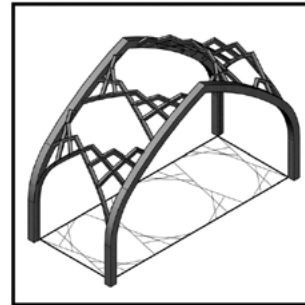
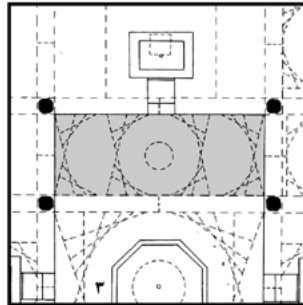
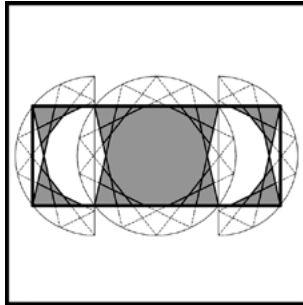
گونه های دیگری از کاربردی غیر ساده مورد شناسایی قرار گرفته که در پژوهش های آتی بدان ها پرداخته خواهد شد. در ادامه به توضیح هریک از پنج گونه مذکور می پردازیم.

کار بندی غیر ساده را در این نوشتار به پنج دسته، کاربردی پرور، کاربردی سوار، کاربردی دو چفدی، کاربردی گسترش و کاربردی درونزا تقسیم نموده ایم، باید خاطر نشان کرد که

نماییم و در هر طرف آن یک نیمه کاربندی از همان نوع یا از نوعی دیگر^{۲۰} اجرا نماییم، کاربندی حاصل از این روش را کاربندی پرور می نامند (بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۵۰) (تصویر ۲۴).

۳-۲-۱) کاربندی پرور

هرگاه نسبت طول به عرض زمینه کاربندی نسبتاً زیاد باشد می توانیم در میانه دهانه یک کاربندی رسمی منفرد یک پا اجرا



تصویر ۲۴- کاربندی پرور

$$\{n/d\} = \{14/4\}$$

نوع زمینه: مستطیل

سربینه حمام خسرو آقا

اصفهان

ترسیم: نگارندگان

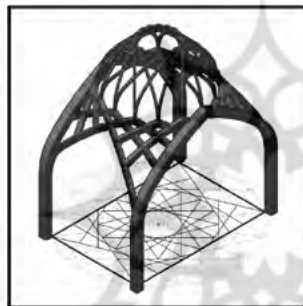
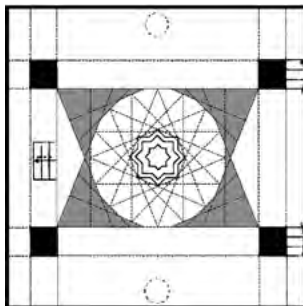
•• مآخذ: گنج نامه جلد ۱۸

••• ترسیم: نگارندگان

۳-۲-۲) کاربندی سوار

هر نوعی باشد و کاربندی سوار بر آن نیز می تواند قالب شاقولی یا قالب غیر شاقولی باشد (تصویر ۲۵).

هرگاه یک کاربندی روی کاربندی دیگری سوار شود کاربندی حاصله را کاربندی سوار نامیده ایم. کاربندی زیرین می تواند از



تصویر ۲۵- کاربندی سوار

$$\{n/d\} = \{16/6\} \text{ روی } \{16/5\}$$

نوع زمینه: مستطیل

سربینه حمام خان یزد

• مآخذ: گنج نامه جلد ۱۸

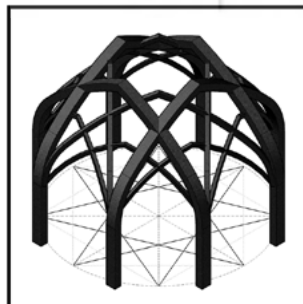
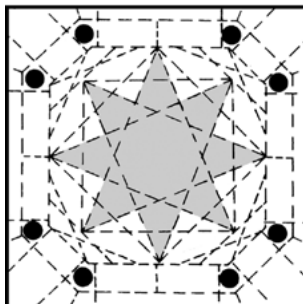
•• ترسیم: نگارندگان

••• مآخذ: گنج نامه جلد ۱۸

۳-۲-۳) کاربندی دو چفدی

کاربندی از دو گونه تیر طاق با دو چفد متفاوت استفاده شود کاربندی حاصله را کاربندی دو چفدی نامیده ایم. چفد دوم می بایست طوری انتخاب گردد که در فضا با تیر طاق های چفد اول تلاقی داشته باشد. در کاربندی دو چفدی علاوه بر آلت هایی که در بخش ۲-۴ گفتیم آلت های دیگری نیز شکل می گیرد که موجب تنوع و زیبایی بیشتر می گردد (تصویر ۲۶).

همانطور که قبلاً گفته شد، کاربندی از دوران تعداد مشخصی تیر طاق با چفد یکسان حول محیط یک دایره بوجود می آید. علت اینکه چفد تیر طاق ها می بایست یکسان باشد اینست که این چفدها در هر نقطه از پلان که یکدیگر را قطع می کنند باید در فضای سه بعدی نیز با یکدیگر تلاقی کنند. حال چنانچه در ساخت یک



تصویر ۲۶- کاربندی دو چفدی.

$$\text{چفد اول: } \{n/d\} = \{8/3\}$$

$$\text{چفد دوم: } \{n/d\} = \{8/2\}$$

نوع زمینه: هشت ضلعی^{۲۱}

سربینه حمام نویر تبریز

• مآخذ: گنج نامه جلد ۱۸

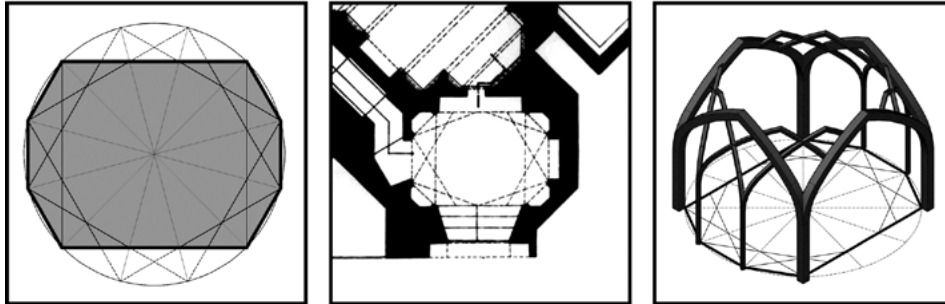
•• ترسیم: نگارندگان

••• مآخذ: گنج نامه جلد ۱۸

۳-۲-۴) کاربندی گسترش

این تعریف طیف وسیعی از انواع کاربندی ها را می توان در گونه کاربندی گسترش طبقه بندی کرد اما به جهت رعایت اختصار از ذکر این نمونه ها خودداری می کنیم تا در مجالی دیگر به طور مفصل بدان بپردازیم (تصویر ۲۷).

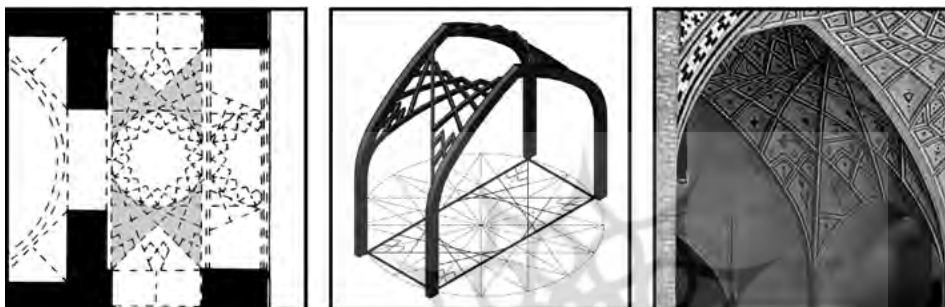
چنانچه در یک کاربندی رسمی منفرد یک پا بعضی از تیر طاق ها از جهت عرض و یا طول زمینه تا دایره محیطی کاربندی گسترش یابند، کاربندی حاصله را کاربندی گسترش نامیده ایم. با



تصویر ۲۷- کاربرندی گسترش.
 $\{n/d\} = \{12/3\}$ خانه شماره ۳^{۱۸} E۳
 نوع زمینه: هشت ضلعی خاص
 هشتی ورودی مسجد بابا ولی کاشان
 • ماخذ: نگارندگان
 •• ماخذ: گنج نامه جلد ۶
 ••• ترسیم: نگارندگان

۳-۲-۵) کاربرندی درون زا

چنانچه روی آلت های یک کاربرندی، کاربرندی دیگری اجرا شود، این نوع کاربرندی را درون زا نامیده ایم (تصویر ۲۸).



تصویر ۲۸- کاربرندی درون زا.
 $\{n/d\} = \{16/6\}$
 نوع زمینه: مستطیل
 مسجد جامع کاشان^{۲۹}
 • ماخذ: گنج نامه جلد ۸
 •• ترسیم: نگارندگان
 ••• ماخذ: گنج نامه جلد ۸

نتیجه

هندسی/حسابی پرداخته ایم که قابلیت ایجاد نظمی سامان یافته در تمام زیر شاخه های کاربرندی رسمی را داراست (جدول ۱). اما تفاوت دیگر این گونه شناسی جدید با نمونه های قبل اضافه نمودن یک زیر شاخه اصلی به نام کاربرندی غیر ساده است. این زیر شاخه اصلی خود به پنج^{۳۰} زیر شاخه فرعی تقسیم شده است که عبارتند از: کاربرندی پرور، کاربرندی سوار، کاربرندی دو چفدی، کاربرندی گسترش و کاربرندی درون زا، که در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۲ - جدول گونه شناسی کاربرندی در معماری ایران.

منفرد یک پا	رسمی (قالب شاقولی)	ساده	کاربرندی
منفرد دو پا			
مرکب خاص			
سر سفت (قالب غیر شاقولی)			
کاربرندی پرور	غیر ساده		
کاربرندی سوار			
کاربرندی دو چفدی			
کاربرندی گسترش			
کاربرندی درون زا			

در خصوص کاربرندی غیر ساده باید یاد آور شد که این شاخه بسیار ناشناخته است و هنوز گونه های مغفول فراوانی وجود دارد که نیازمند بررسی و پژوهش می باشد.

در طول تاریخ، هر جامعه ای که زنده مانده است دارای الگوهای فرهنگی غنی و کارآمد بوده است. به اعتقاد نگارندگان این نوشتار کاربرندی یکی از الگوهای اصیل، کهن و کارآمد در معماری ایرانی-اسلامی است.

باززنده سازی این الگوی اصیل در دوره معاصر مستلزم شناخت کافی نسبت به تمامی ابعاد و ویژگی های هندسی، ساختاری و اجرایی آن است. در این مقاله سعی شده تا با ایجاد نظمی منطقی در مطالب پراکنده قبلی به گونه شناسی کاربرندی بپردازیم تا شناختی اولیه نسبت به آن ایجاد نماییم. البته می بایست خاطر نشان نمود که کاربرندی آنقدر در ایران ریشه دوانیده و توسعه یافته که قطعاً گونه هایی که در این مقاله معرفی شده، تمام انواع آن نیست و قطعاً گونه های ناشناخته دیگری هنوز قابل بررسی است.

یکی از تفاوت های گونه شناسی مطرح شده در این مقاله با گونه شناسی های پیشین، اضافه نمودن سه زیر شاخه ای کاربرندی رسمی منفرد دوپا، کاربرندی رسمی مرکب و کاربرندی رسمی خاص می باشد. کاربرندی رسمی مرکب جزء پرکاربردترین نمونه های کاربرندی در معماری ایرانی است و تاکنون کمتر مورد ارزیابی قرار گرفته است و در خصوص کاربرندی رسمی خاص باید یاد آور شد که این گونه تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است.

همچنین در این مقاله در ضمن گونه شناسی کاربرندی به تدوین ساختار هندسی کاربرندی رسمی در قالب جدول

پی نوشت ها:

می توان به حمام شاهزاده اصفهان، حمام شاه اصفهان، حمام گله داری بندرعباس، که همگی از نوع ۱۶، ۳ به ۳ می باشند، اشاره کرد.

۱۱ یکی از مهم ترین نمونه های این گونه کاربردی بکار رفته در گنبد خانه مسجد امام اصفهان است. اما از آنجا که این کاربردی بیست و چهار ضلعی (۲۴، ۴ به ۴) است و در جدول ۱ فقط تا گونه بیست ضلعی آورده شده است لذا از ارائه آن در قسمت نمونه ها صرف نظر نمودیم.

۱۲ مشابه این نوع کاربردی رسمی منفرد دو پا در مسجد حکیم اصفهان نیز موجود است.

۱۳ مشابه این نوع کاربردی رسمی منفرد دو پا در مسجد جامع همدان نیز موجود است.

۱۴ مشابه این نوع کاربردی رسمی منفرد دو پا در مسجد آقا نور اصفهان نیز موجود است.

۱۵ مشابه این نوع کاربردی رسمی منفرد دو پا در مقبره پیر پالان دوز مشهد نیز موجود است.

۱۶ در کتاب هندسه در معماری تحت عنوان «در هم» اشاره ای به این گونه شده است (بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۷۳-۷۰) ولی به جهت درک بهتر کارکرد این گونه، در این مقاله واژه مرکب را به جای درهم پیشنهاد نموده ایم.

۱۷ بعضی از گونه های کاربردی به عنوان ناحیه انتقالی محسوب نمی شوند، به عنوان مثال در بعضی از انواع کاربردی های مرکب و کاربردی سوار، کاربردی خود به عنوان گنبد هم ایفای نقش می نماید.

۱۸ رجوع کنید به سایت www.qantara-med.org.

۱۹ مشابه این نوع کاربردی رسمی مرکب در فضای سربینه حمام وکیل شیراز، خانه حاج حسن غفوری در اصفهان و هشتی ورودی حمام رنار اصفهان نیز موجود است.

۲۰ مشابه این نوع کاربردی رسمی مرکب در فضای چال حوض و فضای خلوت حمام گنجعلیخان کرمان، هشتی کاروانسرای گلشن همدان و تیمچه سرای حاج کریم اصفهان نیز موجود است.

۲۱ مشابه این نوع کاربردی رسمی مرکب در هشتی مدرسه صدر خواجه اصفهان، هشتی و سربینه حمام سلطان میر احمد کاشان، گرمخانه حمام وکیل کرمان، مجموعه بازار ساروتقی اصفهان، سرداب مدرسه امام خمینی یزد، حوضخانه خانه انگورستان ملک اصفهان و هشتی خانه زوولیان اصفهان نیز موجود است.

۲۲ مشابه این نوع کاربردی رسمی مرکب در هشتی ورودی مسجد جامع سنندج نیز موجود است.

۲۳ مشابه این نوع کاربردی رسمی مرکب در مجموعه مشیر شیراز (گلشن) نیز موجود است.

۲۴ در کتاب هندسه در معماری، تعریف کاربردی سرسفت بدین گونه عنوان شده، «کاربردی هایی که قالبشان در فضا نسبت به صفحه زمین به طور مایل است» (بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۱۱). این تعریف با توجه به ترسیم نقشه کاربردی سرسفت در همین منبع دارای اشکال است و جالب توجه است که در کتاب گره و کاربردی آقای شعرباغ عنوان شده که صفحات قالب ها در هر دو گونه قالب شاقولی و قالب غیر شاقولی (سرسفت) صفحاتی هستند عمود بر زمین یعنی با سطح تراز زاویه ۹۰ درجه می سازند (شعرباغ، ۱۳۸۵، ۱۰).

۲۵ در تیمچه مظفریه تبریز نیز کاربردی پرور خاصی وجود دارد که

۱ در کتاب فرهنگ واژه های معماری برای کاربردی دو معنی آورده شده است. ۱- مجموعه باریکه تاق های موربی که با همدیگر تلاقی دارند. ۲- به مجموعه سقف سازی ها (اعم از رسمی بندی، یزدی بندی، کاسه سازی و مقرنس) گفته می شود (فلاح فر، ۱۳۸۷، ۲۰۳). در این مقاله بر مبنای تعریف اول فرهنگ واژه های معماری و کتاب هندسه در معماری، کاربردی را اسم عام همه گونه پوشش هایی که از تقاطع لنگه طاق ها بوجود می آیند در نظر گرفته ایم لازم به ذکر است که در کتاب گره و کاربردی و احیای هنرهای از یاد رفته از واژه رسمی بندی برای این مقصود استفاده شده است.

۲ در زبان انگلیسی معادل دقیقی برای این واژه وجود ندارد اما در مورد پوشش های گنبدی مسجد قرطبه (کوردوبا) از واژه Ribbed dome استفاده شده است. عبارات (Necipoğlu, 1992, 57) Stellar vault و (چینگ، ۱۳۸۲، ۱۰۰) Ribbed vault نیز با کاربردی رسمی بندی دارای قرابت معنایی هستند.

۳ واژه تویزه علاوه بر تیرهای برابر آجری به قالب های ظریف و غیر برابر گچی نیز گفته می شود و همچنین قابل ذکر است که نوعی از تویزه های مسلح خشتی نیز وجود دارد که قدمت آن به دوره ماد می رسد و در نوشیجان تپه و همچنین در دوره اشکانی در شهر قوس به عنوان سازه برابر مورد استفاده قرار گرفته است (Stronach and Roaf, 2007, 78).

۴ در کتاب هندسه در معماری، خانم بزرگمهری، کاربردی شاقولی را به دو گونه رسمی و اختری طبقه بندی نموده اند (بزرگمهری، ۱۳۷۱، ۱۲). اما از آنجا که تمامی کاربردی هایی که خانم بزرگمهری تحت عنوان اختری نامگذاری نموده اند، در جدول کاربردی رسمی (جدول ۱) قرار دارند، لذا در گونه شناسی انجام شده در این مقاله، کاربردی اختری، به عنوان یک گونه مستقل عنوان نشده است، پس می توانیم کاربردی رسمی را معادل کاربردی شاقولی در نظر بگیریم.

۵ آنچه که در این مقاله تحت عنوان کاربردی رسمی منفرد یک پا نامگذاری شده، در کتاب هندسه در معماری، کاربردی رسمی (بزرگمهری، ۱۳۷۱، ۱۲) و در کتاب گره و کاربردی آقای شعر باغ تحت عنوان کونه بندی نامگذاری شده است (شعر باغ، ۱۳۸۵، ۱۲۰).

۶ واژه یک پا بدین معناست که در ربع پلان کاربردی فقط یک عضو برابر وجود دارد. واژه یک پا و دو پا ماخوذ از نامگذاری کتاب گره و کاربردی آقای شعر باغ است (شعر باغ، ۱۳۸۵، ۷۶).

۷ علامت اختصاری n و d از گرونیام و شپرد، که روی فرموله کردن گره چینی مطالعاتی انجام داده اند، اخذ شده است (Kaplan, 2002, 62).

۸ چنانچه نسبت B/A طوری انتخاب شود که حاصل n/d عددی غیر صحیح شود، در این صورت مثلاً چنانچه $n/d = 3/2$ باشد، می توانیم آن را در $5/5$ ضرب نماییم تا تبدیل به $16/5$ شود در این صورت از کاربردی ۱۶، ۵ به ۵ استفاده نماییم. اما اگر مقدار n/d طوری باشد که به هیچ عدد کسری با صورت و مخرج صحیح قابل تبدیل نباشد، در این صورت در آن زمینه نمی توان کاربردی رسمی اجرا نمود (البته با مقادیر اندکی کم و زیاد نمودن اندازه ها می توان به کاربردی دلخواه رسید) و می بایست از کاربردی سرسفت استفاده نماییم.

۹ مشابه این گونه از کاربردی تحت عنوان «کاربردی یزدی» نیز نامگذاری شده است (پیرنیا، ۱۳۷۰، ۲۰). اما با توجه به گویایی بیشتر عنوان دوپا که در کتاب گره و کاربردی به کار رفته است، در این مقاله این واژه را برای این گونه پیشنهاد می نماییم.

۱۰ از جمله نمونه هایی در زمینه هشت ضلعی به کار رفته است

Its History and Social Meaning, Thames and Hudson LTD, London.

Kaplan, Craig (2002), *a dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements*, for the degree of Doctor of Philosophy, University of Washington.

Necipoğlu, Gülru (1992) *Geometric Design in Timurid/Turkmen Architectural Practice: Thoughts on a Recently Discovered Scroll and Its Late Gothic Parallels*, in *Timurid Art and Culture: Iran and Central Asia in the Fifteenth Century*. Lisa Golombek and Maria Subtelny (ed.s). Leiden: E.J. Brill.

Peter J. Lu and Paul J. Steinhardt (2007), *Decagonal and Quasi-crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture*, Science, Vol. 315, pp. 1106-1110.

Stronach. D, and M.D. Roaf (2007), *Nush-i Jan I: the major buildings of the Median settlement*, Volume 1, The British Institute of Persian Studies, London.

چشمه مرکزی آن ۱۶، ۴ به ۴ است و نیمه کاربردی های مجاور آن ۱۲، ۴ به ۴ است.

۲۶ مشابه این نوع کاربردی دو چفدی در مقبره شیخ احمد جام و مقبره سلطان سنجر مرو نیز موجود است.

۲۷ البته لازم به ذکر است که این کاربردی دو چفدی روی کاربردی دیگری سوار است.

۲۸ کاربردی گسترش در هشتی ورودی مسجد جامع قم و در هشتی غربی مسجد امام سمنان نیز موجود است.

۲۹ البته لازم به ذکر است که این کاربردی هم گسترش یافته و هم سوار و هم درون زامی باشد.

۳۰ از این پنج گونه فقط به کاربردی پرور در کتاب هندسه در معماری اشاره‌ای شده (بزرگمهری، ۱۳۸۵، ۴۲) و تاکنون نامی برای سایر گونه‌های غیر ساده پیشنهاد نشده است و لذا نامگذاری های انجام شده پیشنهاد نگارندگان می باشد.

فهرست منابع:

الکساندر، کریستوفر (۱۳۸۸)، *الگوهای استاندارد در معماری*، ترجمه فرشید حسینی، نشر مهران، تهران.

بزرگمهری، زهره (۱۳۸۵)، *هندسه در معماری*، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، سبحان نور، تهران.

پیر نیا، محمد کریم (۱۳۷۳)، *چفدها و طاقها*، اثر، شماره ۲۴، ۲۰-۲۲.

پیر نیا، محمد کریم (۱۳۷۰)، *گنبد در معماری ایران*، اثر، شماره ۲۰، ۱۰۳-۵.

چینگ، د.ک.، فرانسیس (۱۳۸۲)، *فرهنگ تصویری معماری*، ترجمه محمد احمدی نژاد، نشر خاک، اصفهان.

حاجی قاسمی، کامییز (۱۳۷۵)، *گنجانامه*، دفتر دوم، سوم، پنجم، ششم، هفتم، هشتم، نهم، دهم، دوازدهم، سیزدهم، هفدهم، هجدهم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، سازمان میراث فرهنگی کشور، تهران.

رئیس زاده، مهناز و مفید، حسین (۱۳۷۴)، *احیای هنرهای از یاد رفته*، انتشارات مولی، تهران.

شعرباف، اصغر (۱۳۸۵)، *گره و کاربردی*، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، سبحان نور، تهران.

شعرباف، اصغر (۱۳۸۵)، *گزیده آثار استاد اصغر شعر باف گره و کاربردی*، به اهتمام مهدی مکی نژاد، فرهنگستان هنر، تهران.

فلاح فر، سعید (۱۳۸۷)، *فرهنگ واژه های معماری سنتی ایران*، انتشارات کاوش پرداز، تهران.

گروت، لیندا و وانگ، دیوید (۱۳۸۴)، *روش های تحقیق در معماری*، ترجمه علیرضا عینی فر، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

مرکز اسناد و مدارک میراث فرهنگی (۱۳۸۲)، *نقش عجب*، مجموعه نقشه های بناهای تاریخی تهران، جلد نخست، انتشارات مرکز اسناد و مدارک میراث فرهنگی، تهران.

نجیب اوغلو، گلرو (۱۳۸۷)، *هندسه و تزیین در معماری اسلامی*، ترجمه مهرداد قیومی بید هندی، انتشارات روزنه، تهران.

هوف، دیتریش (۱۳۷۹)، *گنبد هادر معماری اسلامی*، در معماری ایران دوره اسلامی، محمد یوسف کیانی، انتشارات سمت، تهران.

Grube, Ernest (1978), *Architecture of the Islamic World*