

نظام هندسی زمینه‌های رسمی‌بندی یک‌پا، برگرفته از دایره محیطی

حمیدرضا فرشچی* احمد دانایی‌نیا** احمد اشرفی***

چکیده

هنر رسمی‌بندی یکی از الگوهای شاخص و اصیل در معماری سنتی است که زمینه را برای پوشش طاق فراهم می‌کند. این هنر بومی، نمادی از تسلط معماران ایرانی به علم هندسه محسوب می‌شود. برخلاف سایر تزئینات هندسی معماری از جمله یزدی‌بندی، مقرنس و کاسه‌سازی، رسمی‌بندی به زمینه دقیق و منظمی نیاز دارد. هر چند زمینه‌های مناسب برای اجرای رسمی‌بندی به‌طور تجربی با آماده‌سازی زمینه از طریق تغییرات در پای کار مهیا می‌شده‌اند، ولی نقاط ابهامی در تناسب ابعادی زمینه کار و نوع رسمی متناسب وجود داشته و راهکارهای ارائه‌شده خالی از اشکال نیست.

در این مقاله که به‌طور خاص به زمینه رسمی‌های برگرفته از دایره محیطی پرداخته شده، ابتدا پیشینه رابطه ریاضی‌دانان با معماران و نقش هندسه در معماری مورد بررسی قرار گرفته و سپس، با ارائه تعریف و جایگاه رسمی‌بندی و آرای صاحب‌نظران، به نحوه شکل‌گیری انواع رسمی در دایره محیطی و تحلیل آن پرداخته شده است. تعیین نمودار فراوانی هر یک از رسمی‌بندی‌ها، استخراج تناسب ابعادی زمینه‌های رسمی‌بندی، تبیین نظام هندسی و روابط ریاضی بین آنها از یافته‌های این مقاله است.

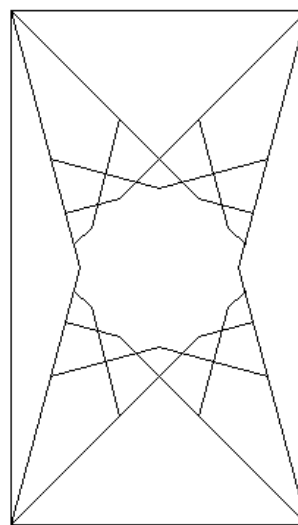
کلیدواژگان: هندسه در معماری، رسمی‌بندی، دایره محیطی، زمینه کار، نسبت هندسی.

مقدمه

معماران ایرانی با پیشینه غنی خود پس از ظهور اسلام هنرهای تزئینی خود را با آموزه‌های دینی تلفیق کردند که حاصل آن، ایجاد طرح‌های بی‌بدیل در ساختار و تزئین بود. آنان با تسلط و دانش کافی از اصول هندسی در طراحی طاق‌ها و بدنه‌ها استفاده وسیعی نموده و با تلفیق نقش‌های آمودی و نیارشی اجزاء، ایستایی و زیبایی بناها را رقم زدند. رسمی‌بندی از فنون هندسی شاخص در پوشش آسمانه است که پس از اسلام رشد و نمو کرده است. این الگوی پوشش نوعی از کاربردی است که واجد نظام هندسی مشخصی بوده و در بناهای مذهبی، تجاری و مسکونی کاربرد فراوان داشته و دارد. برای انتقال بار پوشش‌های گنبدی شکل به پایه‌ها در محیط چندضلعی‌های منتظم، معماران روش‌های متعددی را اتخاذ کرده‌اند. انتقال بار پوشش سقف در دهانه‌های وسیع با مصالح بومی، به کمک نظم هندسی دقیق، بیانگر اشراف و شناخت عمیق معماران ایرانی به دانش هندسه و کاربرد آن بوده؛ و رسمی‌بندی تجلی این تسلط است. برخلاف سایر



تصویر ۱. مسجد آق‌بزرگ کاشان (نگارندگان)



تصویر ۲. رسمی ۱۲ یک‌پا، برگرفته از دایره محیطی (نگارندگان)

شیوه‌های پوشش در سقف، رسمی‌بندی از یک نظم هندسی دقیق تبعیت می‌کند. این نظام هندسی باعث شده تا رسمی‌بندی بتواند نقش تزئینی و سازه‌ای خود را ایفا نماید (تصویر ۱). در این مقاله، ابتدا به پیشینه ارتباط معماران با ریاضی دانان و نقش هندسه در معماری پرداخته شده است. پس از بررسی جایگاه رسمی‌بندی در طاق‌پوش‌ها با ارائه روش استخراج رسمی‌بندی از دایره محیطی زمینه کار با دو متغیر، نوع رسمی و نحوه اتصال نقاط روی دایره محیطی کار، تناسب ابعادی زمینه و فراوانی انواع رسمی یک‌پا را تعیین و نتایج نظام هندسی و عددی حاصل از این روش را تبیین می‌نماید. در تصویر ۲، یک نمونه از رسمی‌بندی ۱۲ یک‌پا را نشان داده شده است.^۱

بیان مسئله

رسمی‌بندی یکی از الگوهای اصیل ایرانی در طاق‌پوش‌های سنتی است که می‌تواند نقش نیارشی و آمودی داشته باشد. برخلاف سایر کاربردی‌ها از جمله مقرنس، یردی‌بندی و کاسه‌سازی که در اکثر زمینه‌ها و ابعاد قابلیت اجرا دارند؛ رسمی‌بندی به دلیل هندسه دقیق و منظم، به زمینه معلوم و مشخص نیاز دارد. علاوه بر این، اجرای هر نوع رسمی‌بندی زمینه خاص خود را می‌طلبد. فرمول $2(a+b-2)$ را که بزرگمهری برای ابعاد زمینه رسمی‌بندی ارائه نموده (بزرگمهری، ۱۳۷۱: ۱۲)، همان‌طور که خود اذعان می‌دارد دقت کافی ندارد. ایشان زمینه مناسب را منوط به انجام تغییراتی در پا کار قوس در حین اجرا می‌دانند. فرمول مذکور برای بعضی از ابعاد تناقض در نوع رسمی نیز ایجاد می‌کند.

رسمی‌بندی بر اساس تعداد پا در زمینه‌های کثیرالاضلاع نیز قابلیت اجرا دارد، ولی بحث این مقاله به‌طور خاص تحلیل ابعاد زمینه برای رسمی‌بندی‌های یک‌پا، برگرفته از دایره محیطی آن است که اجزای کامل رسمی دارند. بدین منظور که برای هر نوع رسمی‌بندی ابعاد زمینه یا زمینه‌های متناسب به‌طور دقیق استخراج گردد؛ و بالعکس مشخص شود زمینه‌های معلوم متناسب، برای چه نوع رسمی‌بندی است. بدین ترتیب، انسجام و هماهنگی بین زمینه و نوع رسمی برای طراحی معماری معلوم می‌گردد.

متأسفانه به دلیل صنعتی‌سازی، ورود مصالح جدید و تکنولوژی‌های نوین در صنعت ساخت، خطر فراموشی و محروم شدن از الگوها و مفاهیم معماری سنتی وجود دارد. تلاش برای حفظ، بسط و توسعه مفاهیم معماری ایران اسلامی در عصر کنونی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. رسمی‌بندی که از کهن‌الگوهای معماری سنتی است، با هندسه دقیق خود نیازمند داشتن ابعاد متناسب در زمینه است که به این موضوع

و به دست آوردن نتایج، روش پژوهش ترسیمی - تحلیلی است. برای این کار از بین انواع گره‌های تشکیل شده در دایره محیطی، ۷۰ نمونه رسمی یک‌پا که واجد تمام آلات بوده گزینش و فراوانی و ابعاد زمینه آنها تحلیل شده است.

ارتباط ریاضی دانان با معماران

واژه مهندس، تعبیری عمومی است که به تمامی افراد متبحر در هندسه از جمله اصحاب معماری و ریاضی دانان اطلاق شده است. براساس روایت متون اسلامی معماران افرادی آگاه به هندسه و یا زیر نظر مهندس، وظیفه نظارت و بنا کردن طرح را برعهده داشته‌اند و برخی از معماران با مهندسان در طراحی مشارکت داشته‌اند. همچنین واژه مهندس به صناعات دقیق و مبتنی بر علوم ریاضی اطلاق شده است (طاهری، ۱۳۹۰: ۵۱).

در سده‌های نخست پس از اسلام ریاضی دانان در برخی از مسائل مشاور معماران و صنعت‌گران بوده‌اند. آثار ریاضی دانان به خصوص بخش هندسی آن به شدت بر رشد و توسعه آثار معماران تأثیر داشته است. هر چند بعضی از پژوهشگران در ارتباط بین متون ریاضی با معماری تشکیک کرده‌اند ولی پژوهشگرانی چون بولاتف^۲ (۱۹۷۸)، چراباجی^۳ (۱۹۸۹)، اوزدورال^۴ (۲۰۰۲) و نجیب‌اعلو (۱۳۸۷) بر نقش علوم، متون ریاضی و ریاضی دانان در معماری دوره اسلامی تأکید دارند. در متون تاریخی به همکاران معماران و ریاضی دانان در ساخت اهرام ثلاثه، شهر سلطانی، شهر بغداد، رصدخانه مراغه، رصدخانه سمرقند و بسیاری دیگر از آثار مهندسی اشاره شده است (نجیب‌اعلو، ۱۳۸۷؛ طاهری، ۱۳۹۰؛ نیستانی، ۱۳۸۴). پس از قرون اولیه اسلام (۴-۳ هـ ق) دانشمندان ایرانی به یک رشته تالیفات تازه در موضوعات ریاضی نظیر نجوم، اپتیک، جبر و هندسه و مثلثات دست زدند که به گفته «مینوبی» درخشانده‌ترین دوره تاریخ ملت ایران است. این تالیفات هندسه را در جهاتی سوق داد که بیشتر ناشناخته بود و باعث اعمال آن در امور جدید و در بعضی از رشته‌ها از جمله معماری و هنرهای تزئینی وابسته به آن گردید (نیستانی، ۱۳۸۴: ۴۴).

فارابی با کتاب «احصاء العلوم» نیمه اول سده چهارم هـ.ق.، رسائل اخوان الصفا سده چهارم که متأثر از افکار فارابی و ابوالحسن عامری بود، ابوالوفا بوزجانی با «اعمال‌الهندسه» سده چهارم، ابن‌هیثم (ریاضی‌دان عراقی) با «لابنیه و العقود» (کتاب بناها و عناصر)، کرجی ریاضی‌دان و مهندس ایرانی در سده پنجم با «عقود البنیه» (عناصر ابنیه) و...، از جمله ریاضی‌دانانی بودند که در قرن‌های سوم و چهارم با کتب

توجه کافی نشده است. نتایج این مقاله می‌تواند مقدمه‌ای برای ترویج رسمی‌بندی در طراحی‌های امروزی برای بناهای مذهبی، فرهنگی، تجاری و حتی مسکونی باشد. اقبال به الگوبرداری از آثار معماری سنتی به‌ویژه در بناهای مذهبی روبه افزایش است. تلاش در روشن‌نمودن زوایای پنهان الگوها گامی در احیا و ترویج معماری سنتی ایرانی خواهد بود. اجرای تویزه‌های فولادی یا بتنی و پوشش‌های پرکننده با انواع مصالح روز، با اصول هندسی رسمی‌بندی می‌تواند دهانه‌هایی وسیع فاقد ستون با جذابیت بصری به وجود آورد؛ و از آنجا که رسمی‌بندی نقش تزئینی و معنایی نیز دارد، الگویی برای اجرا در انواع سقف‌های کاذب قرار گیرد (تصویر ۳).

پرسش‌های پژوهش

۱. ابعاد زمینه‌های رسمی‌بندی برگرفته از دایره محیطی چه تناسبی است دارد؟ ۲. برای هر نوع رسمی‌بندی چه زمینه‌هایی از دایره محیطی استخراج می‌شود و تناسب ابعادی و نظام عددی آن چگونه است؟ ۳. چه آهنگی بین فراوانی زمینه‌های رسمی‌بندی و نوع زمینه آن وجود دارد؟

اهداف پژوهش

۱. به دست آوردن فراوانی زمینه‌های متعلق به هر نوع رسمی؛ ۲. استخراج زمینه‌های انواع رسمی‌بندی یک‌پا و تناسب ابعادی هریک از آنها؛ ۳. تبیین نظام عددی حاکم بر زمینه‌های رسمی‌بندی تک‌پا برگرفته از دایره محیطی. فرضیه این پژوهش این است که رابطه خاصی بین نوع رسمی و زمینه آن حاکم بوده و تناسب ابعاد زمینه با نوع رسمی بندی دارای نظام خاص ریاضی است.

روش پژوهش

مصاحبه با استادکاران سنتی و استادان دانشگاهی، جمع‌آوری کتاب‌ها و مقاله‌های موجود در ارتباط با کاربردی و رسمی‌بندی مبانی تئوری این مقاله را تشکیل داده؛ ولی برای آزمون فرضیه



تصویر ۳. اجرای رسمی در قاب اسکلت فولادی (فتحی، ۱۳۸۵)

و رسائل خود تأثیر بسزایی در پیشرفت معماری در ایران داشته‌اند (نجیب‌آغلو، ۱۳۸۷: ۲۲۴-۱۷۹).

به گفته نجیب‌آغلو، بوزجانی روش‌های عملی حاصل از نظریات پیشرفته ریاضی را به‌صورت دستورالعمل‌های ساده‌شده‌ای برای صنعتگران عرضه کرده است. این رساله تا به امروز تنها متن کاربردی شناخته‌شده‌ای است که به تعلیم نحوه ترسیم نقوش گره دویبعدی می‌پردازد. ترسیمات بوزجانی کاملاً درخور رشته‌های عملی است که بر نظام هندسی تناسب مبتنی‌اند؛ خصوصاً مساحی، مکانیک، طراحی معماری و هنرهای تزئینی (نجیب‌آغلو، ۱۳۸۷: ۱۸۱).

از حدود سده پنجم با ارتقای دانش ریاضی معماران و تقویت نقش محوری مهندسان معمار سهم ریاضی‌دانان در آثار معماری کاهش یافت. بعد از این دوره اصحاب معماری و صناعات وابسته، خود عهده‌دار مسائل هندسی در آثار خویش شدند (طاهری، ۱۳۹۰: ۳۹). هرچند در قرون بعد ریاضی‌دانانی چون خوارزمی، غیاث‌الدین جمشید کاشانی (سده نهم) و شیخ‌بهایی (سده یازدهم) با تألیفات و یا همکاری با معماران نقش بسزایی در غنای رشته معماری داشته‌اند.

بولاتف می‌گوید: «وجود رساله‌هایی در حساب عملی از ریاضی‌دانانی چون خوارزمی، بوزجانی و کاشانی را که حاوی مطالب معماری هستند، شاهدی بر علم عمیق‌تر معماران ایران در محاسبات راقومی است.» (نجیب‌آغلو، ۱۳۸۷: ۲۱۱)

اهمیت و نقش هندسه در معماری

نقوش و اشکال هندسی به‌کاررفته در معماری سنتی از علم هندسه جدا نیست. هندسه بناهای معماری اسلامی و نقوش آن، چه در جانمایی و چه در پرداخت، تأثیر بسزایی در مخاطب دارند. هندسه به لحاظ کمی در رعایت اندازه‌های اشکال و نقوش و به لحاظ کیفی در تناسبات اجزا و حضور وحدت بین آنها از طریق ایجاد فضای کیفی جلوه‌گر می‌شود. هندسه در معماری به نقوش و اشکال و فضا سامان می‌دهد و ساختار سازه‌ای آن را نظم بخشیده و عامل هماهنگی عناصر بنا می‌گردد (فرشچی، ۱۳۹۰). تناسباتی که در بسیاری از اشکال طبیعی یافت می‌شود، به‌طرز استادانه‌ای معمار سنتی ایران آن را به‌کار گرفته است. بناهای تاریخی ایران مجموعه‌ای از اجزای نامتجانس نیست، بلکه ترکیبی هماهنگ از اجزای مرتبط و متناسب بوده و به فضا حرکت و به چشمان آرامش می‌بخشد. تحلیل هندسی بسیاری از آثار تاریخی، اثبات تسلط معمار ایرانی بر این دانش است. در معماری اسلامی، اشکال، نقوش و رنگ‌ها، نشانه یا رمزی برای القای معانی پنهان هستند (ندیمی، ۱۳۷۸: ۴۱).

هندسه دانش توانایی‌بخش در طراحی است و ابزار معمار برای چگونگی ارتباط و پیوند بین اشکال و احجام است. انضباط بین عناصر بنا، انسجام، ایجاد خلاقیت و ارتباط با مخاطب از طریق این دانش میسر می‌شود. بنابراین هندسه نزد معمار هم علم است و هم هنر. نیز دست‌مایه اصلی او برای طراحی و خلق اثر و یک عنصر کلیدی برای ایجاد ارتباط بین ذهن او و آنچه قرار است، خلق شود.

تاریخچه کاربندی و رسمی‌بندی

سند تاریخی مستقیم از کاربندی در معماری اسلامی بسیار کم است. کاربندی و رسمی‌بندی از فنون برجسته‌ای است که پس از اسلام رویش کرده است. پیرنیا، خاستگاه رسمی‌بندی را بینش ایرانی می‌داند و مقدمه ظهور آن را گوشه‌سازی گنبد‌های ساسانی که تلاش معمار برای انتقال مربع زمینه به پاکار هشت ضلعی و دایره است، می‌داند (بزرگمهری، ۱۳۷۱: ۲).

کاربندی در اواخر قرن سوم هجری به‌طور ابتدایی در مسجد جامع شیراز، در قرن چهارم در مسجد جامع نائین و در قرن پنجم نوع تکامل‌یافته آن در مسجد جامع اصفهان به‌کار رفته است. خاستگاه اولیه کاربندی و رسمی‌بندی، سازه‌ای بوده و به‌مرور علاوه بر خاصیت سازه‌ای نقش تزئینی هم به خود گرفته است (بزرگمهری، ۱۳۷۱: ۷-۵؛ معماریان، ۱۳۶۷: ۷۲ و ۷۳). پیشرفت کاربندی در محدوده زمانی شیوه رازی و منظم‌شدن آن پس از این دوره است. در رساله هندسه ابوالوفا بوزجانی (سده چهارم) و کتاب «طاق و ازج» از غیاث‌الدین جمشید کاشانی (سده نهم)، کاربندی و رسمی‌بندی در پوشش طاق‌ها بررسی نشده؛ هرچند به مسائل هندسی پایه و مرتبط به آن اشاره شده است. سند کم‌نظیر موجود، مربوط به طومار میرزا اکبر^۵ معمار دربار قاجار، است که در آن رسم هندسه و انتقال خطوط به قوس مینا آمده است.

در دوره پهلوی با ورود مصالح جدید و کاربرد فولاد در ساختمان‌ها، ارتباط بنایان با معماران سنتی اصیل کاهش یافت و این هنر بومی روبه افول و خاموشی نهاد. در دهه‌های اخیر استادانی چون پیرنیا، لرزاده، شعریاف و شیرازی با پرورش شاگردان و نوشته‌های خود تلاش برای حفظ و ثبت آن را آغاز کردند. تلاش این استادان بی‌ثمر نماند؛ در شهرهای مرکزی ایران، به‌ندرت از هنر کاربندی و رسمی‌بندی در اواخر دوره پهلوی و حتی پس از انقلاب استفاده شد.

خوشبختانه در آثار امروزی مخصوصاً بناهای مذهبی، الگوبرداری‌های متعددی از رسمی‌بندی در نقش آمودی آن شده‌است. امروزه می‌توان با استفاده از فولاد و مصالح سبک ساختمانی به ترویج و توسعه رسمی‌بندی در بناها پرداخت (تصویرهای ۴ و ۵).

رسمی‌بندی و اجزای آن

هرچند واژه رسمی‌بندی نزد استادکاران و معماران کاربرد بسیاری دارد اما این واژه در متون کهن یافت نمی‌شود (رئیزی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۹). ریشه واژه رسمی‌بندی، رسم است و در فرهنگ عمید «رسم به معنای کشیدن شکلی یا خطی بر روی کاغذ، صورت چیزی، اثری که روی زمین یا چیزی باقی بماند، قاعده و قانون» معنی شده است (فرهنگ عمید، ۵۶۳۱). از نظر استادکاران، رسم و رسمی به طرح و رسم خطاب شده است (شعرباف، ۱۳۷۲).

بزرگمهری، رسمی‌بندی را معادل با کاربردی و آن را نوعی پوشش متشکل از تیر و طاق‌هایی با قوس معین که تحت قواعد هندسی ویژه‌ای همدیگر را قطع می‌کنند،



تصویر ۴. نمایی از رسمی‌بندی در نقش تزئینی صحن جنوبی امامزاده محمد نوش‌آباد (نگارندگان)



تصویر ۵. تکمیل شده کاربردی صحن امامزاده محمد نوش‌آباد (نگارندگان)

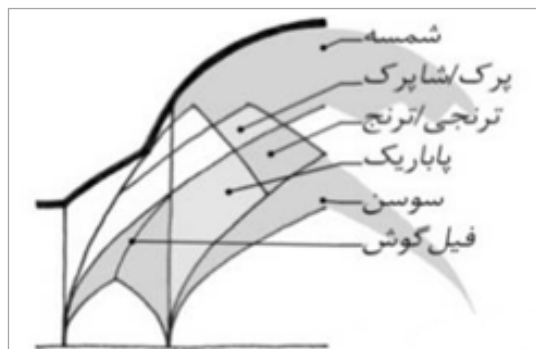
تعریف می‌نماید (بزرگمهری، ۷۳۱: ۰۱؛ ستاری ساربانقلی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۹).

در «فرهنگ واژه‌های معماری» بیان شده است: «کاربندی به مجموعه‌ای باریکه طاق‌های موربی که با همدیگر طاقی می‌کنند و همچنین به مجموعه سقف‌سازی اعم از رسمی‌بندی، یزدی‌بندی و مقرنس اطلاق شده است.» (فلاح‌فر، ۱۳۸۷: ۲۰۳). از نظر شعرباف، رسمی از تقاطع چند قوس (دور) که قالب نامیده می‌شود به وجود می‌آید. لرزاده، رسمی را تکامل‌یافته گوشه‌سازی می‌داند؛ در آن با استفاده از قالب واحد طاق‌هایی در فواصل چهار طاق اصلی قرار می‌دهند که در نتیجه مربع به ۸، ۱۲، ۱۶، ۱۸ و ... تبدیل می‌شود (رئیس‌زاده و مفید، ۱۳۷۴: ۴۳-۳۲). از نظر بمانیان، کاربردی نظام ساختمانی دارای تویزه‌های متقاطع با اشکال هندسی است که الگویی شاخص در سقف‌های معماری سنتی به شمار می‌رود.

با نگاهی به تعاریف یادشده و نیز آثار موجود، رسمی‌بندی را می‌توان تقاطع منظم دورها و قوس‌ها دانست که در زیر سقف اشکال هندسی خاصی مانند شمشه، شاپرک، ترنج، پاباریک، سوسنی و فیل‌گوش^۶ ایجاد می‌نماید (تصویر ۶). تعریف اخیر به لحاظ مشخص نمودن آلات حاصل از تقاطع دورها، کامل‌تر به نظر می‌رسد. سایر کاربردی‌ها نظیر یزدی‌بندی نوعی تکامل همراه با ظرافت بیشتر رسمی‌بندی محسوب می‌شود، برای مثال در یزدی‌بندی علاوه بر اشکال ذکرشده مانند شمشه، ترنج، سوسنی و پاباریک، شکل ستاره‌گونه‌ای با نام تخت چندلنگه در محل تقاطع بعضی از دورها اضافه می‌شود. این نوع رسمی‌بندی با عنوان یزدی‌بندی قابل تعریف و شناخته‌شدن است.

بررسی جایگاه رسمی‌بندی و نقش نیارشی و آمودی آن

تنوع مکانی کاربرد رسمی‌بندی در مناطق مختلف ایران و تنوع هندسه به کار گرفته‌شده در انواع طاق‌پوش‌ها و همچنین



تصویر ۶. آلت‌های کاربردی - رسمی‌بندی (پیرنیا، ۱۳۷۰؛ رئیزی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۸)

ایفای نقش سازه‌های یا تزئینی رسمی بندی، باعث ابهام در تعاریف آن شده است. از آنجا که رسمی بندی هنری برخواسته از ذهن و فکر معمار ایرانی است، نظرات خاورشناسان درباره تعریف و یا دسته بندی رسمی بندی چندان متقن نیست. لذا به بررسی نظرات استادان و معماران داخلی در این باره پرداخته شده است. بزرگمهری که نظرات خود را از پیرنیا گرفته است، کاربندی را معادل رسمی بندی دانسته و آن را به دو دسته: قالب شاغولی



تصویر ۷. مازندران، هشتی مسجد جامع فرخ آباد (رئیس و همکاران، ۱۳۹۲)

و قالب سرسفت تقسیم می نماید. همچنین نوع قالب شاغولی را به دو دسته: کاربندی رسمی و اختری، دسته بندی می کند. نوع قالب شاغولی را نیارشی دانسته و نوع سرسفت آن را آمودی و با اعمال شرایطی، نیارشی نیز می داند (بزرگمهری، ۱۳۷۱: ۱۵-۱). شعرباف، رسمی بندی را زیرمجموعه کاربندی دانسته و از نظر وی رسمی بندی، مقرنس و یزدی بندی زیرمجموعه کاربندی محسوب می شوند. وی رسمی بندی را به دو نوع: رسمی قالب شاغولی و رسمی قالب سرسفت تقسیم می نماید. شعرباف برای رسمی قالب شاغولی نقش نیارشی و برای نوع سرسفت نقش آمودی قائل است (شعرباف، ۱۳۷۲: ۹ و ۱۰). لرزاده، رسمی بندی را رسمی سازی خوانده و از کاربندی نام نبرده است. علاوه بر رسمی بندی کامل، نیم کارهای آن را در زمینه های مربع، تنک و نقل بیان نموده و برای رسمی بندی نقش نیارشی قائل است (رئیس زاده و مفید، ۱۳۷۴: ۴۳-۳۲). اولیاء، بر این باور است که کاربندی اهمیتی بالاتر از رسمی بندی دارد. با این حال، می گوید رسمی بندی در جای خود از نظر مدیریت نظام ساخت و ساز، کارآمد است (اولیاء به نقل از رئیسی و همکاران، ۱۳۹۲).

بمانیان در نظر خواهی از استادکاران چنین بیان می کند، استادکاران یزد سقف اصلی را کاربندی و سقف زیرین را رسمی بندی می خوانند، استادکاران اصفهان نیز سقف اصلی را کاربندی و سقف زیرین را یزدی بندی خوانده اند (همان، ۱۳۹۲). با جمع بندی نظرات مذکور می توان گفت، رسمی بندی زیرمجموعه کاربندی بوده و می تواند نقش نیارشی و آمودی داشته باشد. همان طور که رسمی در پوشش زیر که متصل به پس طاق است، نقش آمودی دارد؛ در گنبد های دوپوسته در پوشش زیرین نقش نیارشی دارد. در آثار شمال ایران چون مسجد جامع ساری و مسجد فرخ آباد (تصویر ۷)، پوشش زیرین، رسمی بندی و باربر و پوشش بالایی به صورت شیروانی برای محافظت سقف زیرین در برابر نزولات جوی اجرا شده است. در تصویر ۸، ایوان صحن جنوبی مسجد جامع کاشان در نقش آمودی نشان داده شده که آلات اصلی آن به بخش های کوچکتر خرد شده است. بنابراین، رسمی بندی با توجه به عملکرد ساختمانی و موقعیت قرارگیری می تواند در چهار حالت ایفای نقش نماید:

۱. پوشش اصلی سقف با نقش نیارشی؛
 ۲. پوشش زیرین سقف با نقش آمودی؛
 ۳. پوشش اصلی و نیارشی در زیر سقف شیروانی محافظ
 ۴. پوشش اصلی زیرین و نیارشی در زیر گنبد اصلی.
- پاپادوپولو^۷ می گوید: «تبدیل عناصر ساختی به زینت، یک قاعده کلی معماری اسلامی است که در همه جا تحقق یافته است.» (پاپادوپولو، ۱۳۶۸: ۸۷)



تصویر ۸. صحن جنوبی مسجد جامع کاشان (نگارندگان)^۸

شیوه‌های ترسیم و زمینه‌های رسمی‌بندی

در بیشتر اسناد قدیم و متون جدید، ترسیم نقشه هندسی رسمی‌بندی افقی و دوبعدی بوده که مبنای اجرای کار محسوب می‌شده است (صاحب‌محمدیان و فرامرزی، ۱۳۹۰) در اسناد توپقاپی، نقشه نمای ساختمان کمتر مشاهده شده است و این حاکی از آن است که سنت معماری در سده نهم بیشتر متکی بر طراحی پلان ساختمان بوده است. معماران از همان نقشه‌ها می‌توانستند نماها را حین عملیات احداث بنا به دست آورند. برای نماها به احتمال بسیار به روش‌های هندسی الگوهایی به مقیاس واقعی روی زمینه تهیه می‌کرده‌اند (نجیب‌آغلو، ۱۳۸۷). هر چند برای بعد ارتفاع رسمی‌بندی و کاربندی، قوس‌های پنج و هفت تند و کند و بعضی دیگر از قوس‌ها ذکر شده، ولی در عمل انتخاب نوع و خیز قوس براساس دهانه کار و کاربری فضا، در اختیار استاد معمار در اجرا بوده است. علت تنوع ظاهری و حجمی کارها در نقاط مختلف کشور نیز همین علت است، چراکه اجرای فضائی هندسه افقی را در عمل، استادکاران ماهر برعهده داشته‌اند.

در نوشته‌های معاصر استادانی چون پیرنیا، لرزاده، شعرباف و بزرگمهری هر کدام به‌نوعی به شیوه ترسیم دوبعدی رسمی‌بندی و گاهی با اشاره به بعد ارتفاع پرداخته‌اند. تلاش‌های

متعددی نیز خاورشناسانی چون ویلبر^۹ و پاپادوپولو برای بیان هندسی رسمی‌بندی ایرانی به انجام رساندند؛ اما این روش‌ها محدودیت‌های زیادی برای ترسیم سایر رسمی‌ها ایجاد می‌کند. چونکه خاستگاه رسمی‌بندی ایران است، به روش‌های تحلیلی مستشرقین پرداخته نمی‌شود.

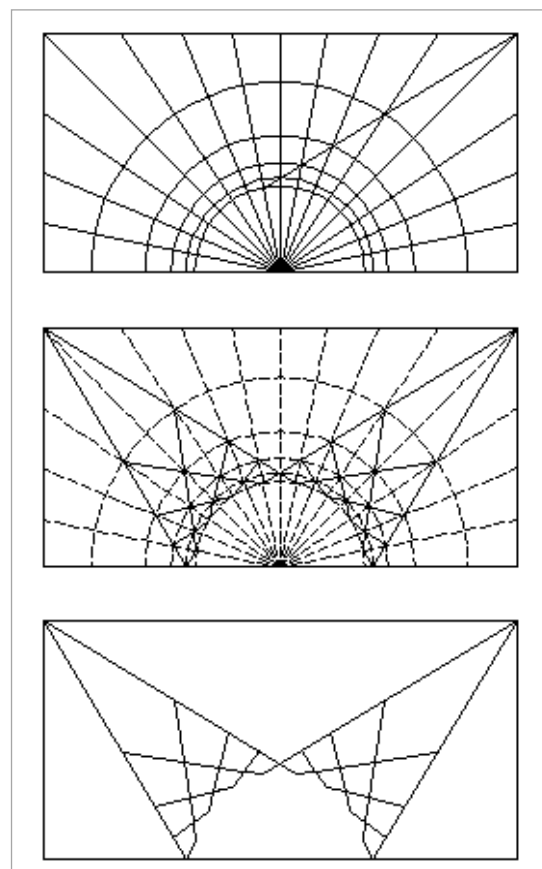
شعرباف (۱۳۷۲)، ترسیم رسمی‌بندی را براساس نیم‌کار سالم بیان نموده است؛ شیوه ایشان براساس تقسیم فلکه از مرکز دهانه و امتداد آن تا روی نیم‌کار است. شیوه ارائه‌شده وی، در دو دسته: شاغولی و سرسفت برای رسمی‌های یک‌پا و دوپاست. شعرباف از زمینه‌های رسمی‌بندی و تناسب ابعادی آن سخنی به میان نیاورده است (تصویر ۹).

بزرگمهری (۱۳۷۱)، روش ترسیم رسمی‌بندی را براساس زمینه موجود بیان می‌دارد. زمینه‌ها را در کل مستطیل و بنا بر ابعاد مستطیل، نوع رسمی را از فرمول $2(a + b - 2)$ تعیین می‌نماید. وی ابعاد مشخصی را نیز برای نوع کاربندی ارائه داده و بیان می‌دارد، ابعادی که تطابق نداشته باشد با تغییر و نزدیک کردن به نسبت‌های مبنا می‌توان زمینه آن را مناسب نمود. همچنین تغییرات زمینه در پای کار هنگام اجرا از سوی معمار را راهی برای اجرای دقیق می‌داند. فرمول بزرگمهری، تقریبی و نسبت‌های ارائه‌شده نیز کلی و دقیق نیست. مثلاً وی برای زمینه و ابعاد 3×4 کاربندی ۱۰ و برای ابعاد 6×8 کاربندی ۲۴ را پیشنهاد می‌کند. در صورتی که هر دو یک نسبت دارند. در روش ترسیم بزرگمهری بعضاً اضلاع زمینه، شمشه را قطع و در پلان شمشه کامل نمی‌شود، ولی در عمل با تیزه قوس اضلاع زمینه شمشه کامل نمایان می‌شود (تصویر ۱۰).

لرزاده نیز روش ترسیم رسمی‌بندی را براساس نیم‌کار بیان داشته و زمینه‌های آن را بنا بر نیم‌کار سالم، تنک و نقل تبیین می‌کند و شکل‌گیری شمشه و سایر آلات رسمی را براساس تقسیم‌بندی روی فلکه دلخواه از وسط نیم‌کار بیان می‌دارد (رئیس‌زاده و مفید، ۱۳۷۴).

روش مطرح‌شده در این مقاله براساس دایره محیطی است. رسمی‌های تحلیل‌شده از نوع یک‌پا مستخرج از دایره محیطی است که شمشه آنها در پلان کامل و خطوط زمینه، اضلاع شمشه را قطع نمی‌کند. همچنین رسمی‌های تحلیل‌شده همگی واجد تمامی آلات نظیر شمشه، شاپرک، ترنج، پاباریک و سوسن هستند. تناسب ابعادی تمام رسمی‌بندی‌ها از ۸ بیشتر را می‌توان به این شیوه استخراج نمود.

شیوه کار براساس تقسیمات روی دایره محیطی است که به کمک نحوه اتصال تقسیمات انواع زمینه برای رسمی قابل استخراج است. برای نمونه، مراحل شکل‌گیری رسمی



تصویر ۹. روش ترسیم نیم‌کار ۱۶ یک‌پا سرسفت (شعرباف، ۱۳۷۲: ۱۰۷)

۱۰ با توجه به تصویر ۱۱ بدین شرح است:

الف. محیط دایره به ۱۰ قسمت (عدد شمسه) تقسیم می‌شود؛

ب. نقاط تقسیم از روی محیط دایره چهار به چهار (سه در میان) به هم وصل می‌شوند؛

ج. خطوط تقسیم اولیه و سمبوسه‌ها^{۱۱} حذف می‌شوند؛

د. چهار نقطه^{۱۲} از نقاط تقسیم به نحوی انتخاب شده که تشکیل مستطیل یا مربع داده و اضلاع آن شمسه را قطع نکند.

ه. کلیه خطوط بیرونی پاباریک‌ها و خارج از چهار ضلعی انتخابی حذف می‌شود تا سوسن‌ها معین گردند؛

و. مربع و دایره محیطی را حذف و رسمی ۱۰ با اتصال ۴ به ۴ شکل می‌گیرد.

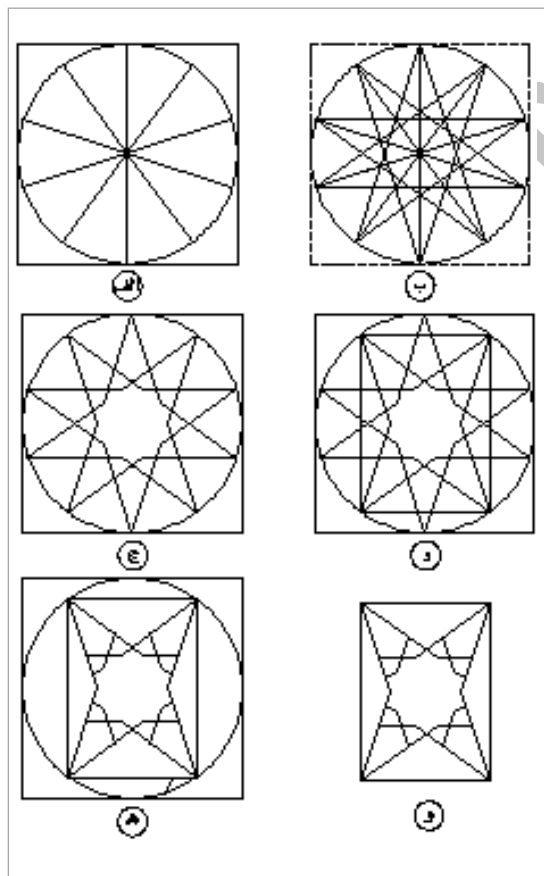
برای روشن شدن مطلب رسمی‌های ۱۲، ۱۴ و ۱۶ به این شیوه، در تصویرهای ۱۲، ۱۴ و ۱۵ نشان داده شده‌اند. نحوه

اتصال روی تقسیمات محیط دایره برای رسمی‌های ۱۲ و ۱۴، ۵ به ۵، و برای رسمی ۱۶، ۶ به ۶ است.

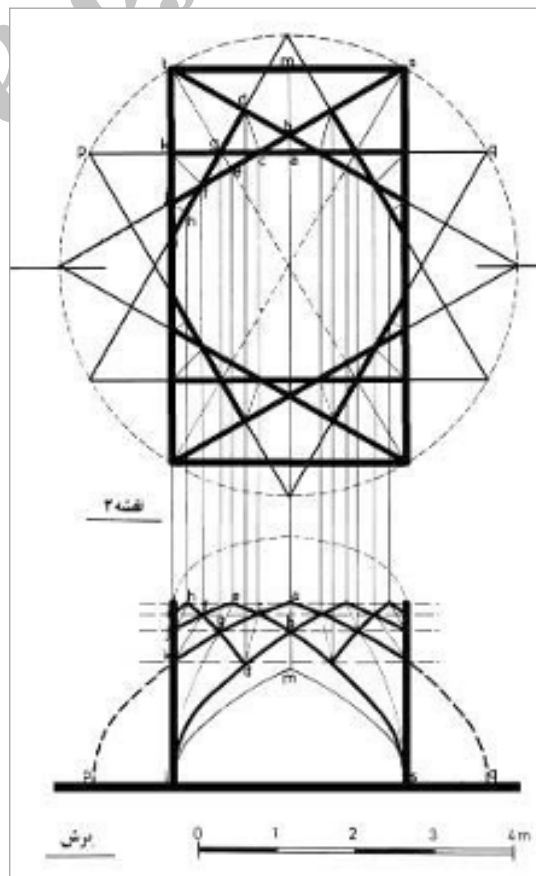
به طریق مشابه با ترسیم انواع گره در دایره محیطی تعداد ۷۰ نمونه رسمی یک‌پا از ۸ تا ۲۶ که واحد تمام آلات بودند

ترسیم و نمودار فراوانی آن مطابق تصویر ۱۶ استخراج شده و به قاعده کلی رسید. در محور افقی این نمودار نوع رسمی، و روی محور عمودی آن تعداد زمینه به دست آمده از رسمی یک‌پا مشخص شده است. برای مثال، از رسمی‌های ۸ و ۱۰ تنها یک رسمی کامل یک‌پا به دست می‌آید و برای رسمی‌های ۱۲ و ۱۴ سه نمونه حاصل می‌شود و به همین ترتیب فراوانی سایر رسمی‌ها تا رسمی ۲۶ مشخص شد؛ این روند را می‌توان به رسمی‌های بعدی تعمیم داد.

در ادامه این پژوهش، ابعاد زمینه برای انواع رسمی‌های کامل شکل گرفته در دایره محیطی اندازه‌گیری شد. در نهایت، جدول‌های تصویرهای ۱۷، ۱۸ و ۱۹ براساس دو متغیر نوع رسمی و نحوه اتصال نقاط روی دایره محیطی و همچنین نسبت طول به عرض زمینه با دقت یک‌صدم به دست آمد. برای مثال در تصویر ۱۷، رسمی ۱۴ واجد سه زمینه است که یکی از آنها از اتصال ۵ به ۵ حاصل شده و نسبت طول به عرض آن ۱/۲۵ است و دو زمینه از اتصال ۶ به ۶ به دست آمده که نسبت ابعادی آن ۱/۲۵ و ۲/۰۸ است.



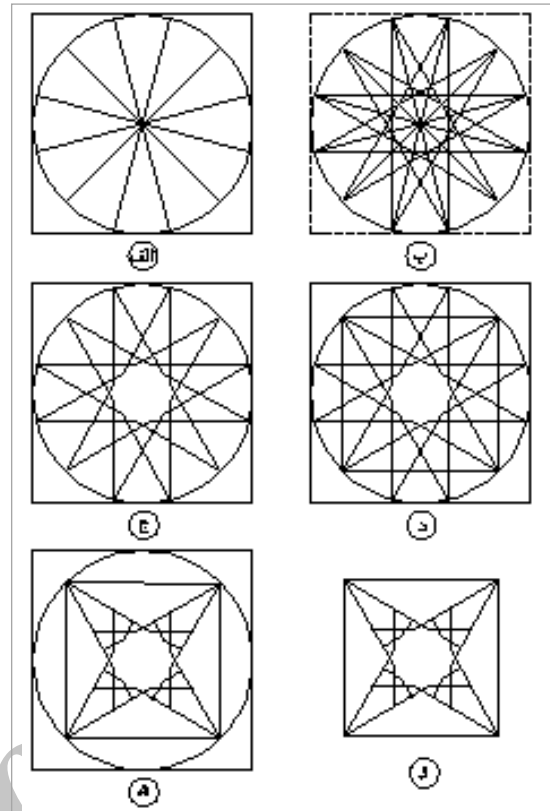
تصویر ۱۱. مراحل شکل‌گیری گره و رسمی ۱۰ با شمسه کامل در پلان (نگارندگان)



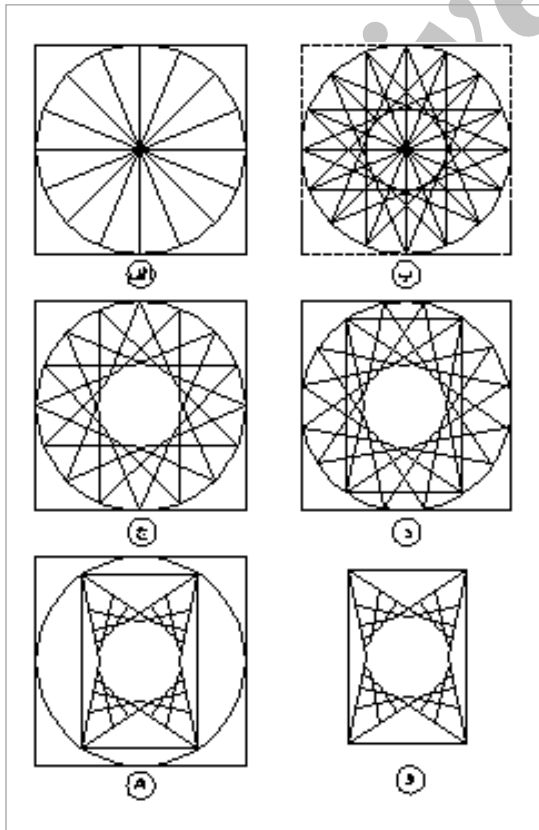
تصویر ۱۰. روش ترسیم براساس زمینه و دایره محیطی (بزرگمهری، ۱۳۷۱: ۲۳)



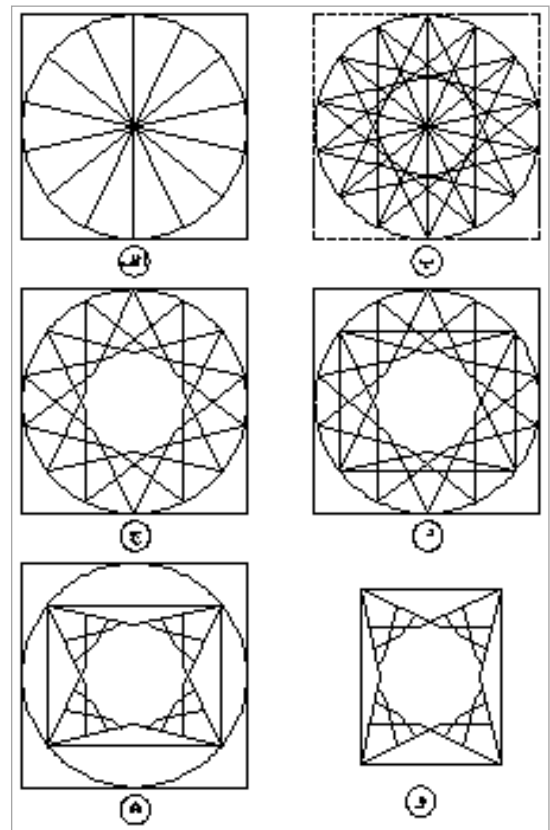
تصویر ۱۳. رسمی ۱۲ یک پا با شمسه کامل در پلان معکوس سقف، صحن جدید مسجد جمکران (نگارندگان)



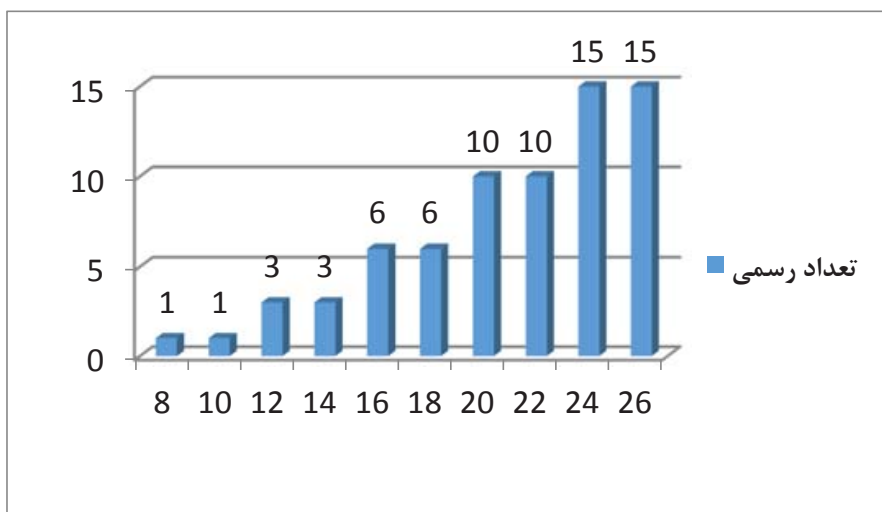
تصویر ۱۲. مراحل شکل گیری گره و رسمی ۱۲ در زمینه مربع با شمسه کامل در پلان (نگارندگان)



تصویر ۱۵. مراحل شکل گیری گره و رسمی ۱۶ (نگارندگان)



تصویر ۱۴. مراحل شکل گیری گره و رسمی ۱۴ (نگارندگان)



تصویر ۱۶. نمودار فراوانی رسمی بندی‌های یک‌پای شکل گرفته در دایره محیطی (نگارندگان)

نوع رسمی	نحوه اتصال									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
3 به 3	1									
4 به 4		1.37	1							
5 به 5			1.73	1.25	1					
6 به 6				2.08	1.5	1.19	1			
7 به 7				2.42	1.73	1	1.15	1		
8 به 8				1.5	1.19	1.37	1.55	1.30	1.12	
9 به 9						3.07	2.19	1.73	1.45	
10 به 10						1.96	1.55	1.3	1.12	
11 به 11						1.73	1.37	1.15	1	
12 به 12						1.19	1	3.4	2.41	1.9
13 به 13								2.19	1.73	1.45
14 به 14								1.55	1.3	1.12
15 به 15								1.15	1	3.73
16 به 16										2.6
17 به 17										2.41
18 به 18										1.9
19 به 19										1.73
20 به 20										1.3
21 به 21										1
22 به 22										1.12
23 به 23										4.06
24 به 24										2.6
25 به 25										1.9
26 به 26										1.45
نسبت ابعاد										1.12

تصویر ۱۸. جدول تناسبیات ابعادی رسمی‌های یک‌پا (نسبت طول به عرض)، رسمی‌های ۸ تا ۲۶ (نگارندگان)

تصویر ۱۷. جدول تناسبیات ابعادی رسمی‌های یک‌پا (نسبت طول به عرض)، رسمی‌های ۸ تا ۱۶ (نگارندگان)

نوع رسمی	6 به 6	7 به 7	8 به 8	9 به 9	10 به 10	10 به 10	11 به 11	11 به 11	12 به 12	12 به 12
18										
نسبت ابعاد	1.19	1.73	1.19	2.75	1.73	1.19				
نوع رسمی										
نسبت ابعاد	1	1	1.37	1.96	1.37	1	3.07	1.96	1.37	1
نوع رسمی										
نسبت ابعاد		1.15	1.55	1.15	2.19	1.55	1.15	3.4	2.19	1.55
نوع رسمی										
نسبت ابعاد		1	1.30	1	1.73	1.3	1	2.41	1.73	1.3
نوع رسمی										
نسبت ابعاد			1.12	1.45	1.12	1.9	1.45	1.12	2.6	1.9
									3.73	2.41
									1.73	1.3
									1	1
									4.06	2.6
									1.9	1.45
									1.12	1.12

تصویر ۱۹. ادامه جدول تناسب ابعادی رسمی‌های یک پا (نسبت طول به عرض)، رسمی‌های ۱۸ تا ۲۶ (نگارندگان)

نتیجه‌گیری

با دقت در نمودار به‌دست‌آمده در تصویر ۱۶، مشخص می‌شود که فراوانی رسمی‌بندی‌ها نظام مشخصی دارد و نتایج آن بدین قرار است:

- نمودار نشان می‌دهد که رسمی‌های مجاور دو به دو از فراوانی یکسانی برخوردارند.
- بین فراوانی رسمی‌ها یک تضاد عددی وجود دارد. با جمع کردن اعداد به ترتیب ۲، ۳، ۴، ۵ و ... به فراوانی رسمی‌های زوج، فراوانی رسمی‌های فردی حاصل می‌شود. به این ترتیب می‌توان فراوانی سایر رسمی‌ها را پیش‌بینی نمود. برای مثال، فراوانی رسمی‌های ۱۲ و ۱۴، $1+2=3$ و فراوانی رسمی‌های ۱۶ و ۱۸، $3+3=6$ می‌شود.
- همچنین با تأمل در جدول تناسب ابعادی (تصویر ۱۸) زمینه‌های رسمی‌بندی این نتایج را می‌توان استخراج نمود: رسمی ۸ فقط در زمینه مربع، رسمی‌های ۱۰، ۱۴، ۱۸، ۲۲ و ۲۶ در زمینه مستطیل و رسمی‌های ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ در زمینه‌های مستطیل و مربع قابلیت اجرا دارند؛ و برای رسمی‌های ۱۰ و ۱۴ و ۱۸ و ۲۲ قابل اجرا در زمینه مربع نیستند.

رسمی یک پا در زمینه مربع به صورت یک در میان شکل می‌گیرد؛ به عبارت دیگر، رسمی‌های ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ قابلیت اجرا در زمینه مربع را دارند.

- بین تعداد رسمی‌ها در زمینه مربع یک تضاد عددی وجود داشته که همان اعداد طبیعی است.
- تناسب ابعادی رسمی‌ها با عدد اتصال کمتر، زیرمجموعه تناسب زمینه رسمی با عدد اتصال بیشتر خود است. برای نمونه، تناسب عددی رسمی ۲۲ به‌دست‌آمده از اتصال ۱۰ به ۱۰، نسبت‌های به‌دست‌آمده از اتصال ۹ به ۹، ۸ به ۸ و ۷ به ۷ در خود دارد.

نتایج این پژوهش می‌تواند راهنمای مناسبی برای اجرای متناسب نوع رسمی و زمینه بوده و در مرمت آثار نیز مفید واقع شود.

سپاس‌گزاری

در اینجا لازم است، از آقای مهندس محمد قنابویی که در ترسیم نمونه‌ها و همچنین مراحل آماده‌سازی مقاله زحمات بسیاری را متقبل شده‌اند، تشکر و قدردانی شود.

پی‌نوشت

۱. منظور از اصطلاح یک‌پا این است که در ربع پلان کاربردی رسمی فقط یک عنصر برابر وجود دارد. واژه یک‌پا و دوپا اصطلاح معماران سنتی است که در کتاب «گره و کاربردی» از آقای شعرباف نیز آورده شده است (شعرباف، ۱۳۸۵: ۷۶).
2. Balatov
3. Chorbachi
4. Ozdura
۵. میرزااکبر منسوب به مهندس‌الدوله، معمار حکومت قاجار است که طومارهای نقوش هندسی وی در حال حاضر در موزه‌های ویکتوریا و آلبرت نگهداری می‌شوند.
۶. جزءآلات رسمی‌بندی یک‌پا نیست ولی در رسمی‌بندی دوپا فیل‌گوش در کنج کار به‌وجود می‌آید.
7. Papadopoulo
۸. در این رسمی‌بندی یک‌پا شمسه، سوسنی و پاباریک به اجزای ریزتر خرد شده‌اند.
9. Wilber
۱۰. گره رسمی ۱۲ با شمسه بریده‌شده در پلان.
۱۱. اضلاع داخلی شمسه است که در مجموع کثیرالضلاع منتظم را تشکیل می‌دهد.
۱۲. از آنجا که رسمی یک‌پا، تنها یک پا باریک در ربع خود دارد بنابراین چهار نقطه از نقاط تقسیم انتخاب شده‌اند.

منابع و مآخذ

- البوزجانی، محمد بن محمد ابوالوفا (۱۳۸۹). **هندسه ایرانی**. ترجمه سیدرضا جذبی، تهران: سروش.
- بزرگمهری، زهره (۱۳۷۱). **هندسه در معماری**. تهران: علمی و فرهنگی، سازمان میراث فرهنگی کشور.
- پاپادوپولو، آکساندر (۱۳۶۸). **معماری اسلامی**. ترجمه حشمت جزنی، تهران: رجا.
- پیرنیا، محمدکریم (۱۳۷۰). **گنبد در معماری ایران**، به کوشش زهره بزرگمهری، اثر. (۲۰)، ۱۵-۵.
- رئیس‌زاده، مهناز و مفید، حسین (۱۳۷۴). **احیای هنرهای یادرفته**. تهران: مولی.
- رئیس‌ی، مهدی؛ بمانیان، محمدرضا و تهرانی، فرهاد (۱۳۹۲). **بازنگری در مفهوم کاربردی بر مبنای هندسه نظری، عملی و نقش ساختمانی، دوفصلنامه علمی - پژوهشی مرمت و معماری ایران**. سال سوم، (۵)، ۵۴-۳۳.
- ستاری ساربانقلی، حسن و جدایی، امیر (۱۳۹۰). **بررسی و تحلیل طرح‌های کاربردی به‌کاررفته در تیمچه‌های بازار تبریز، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات شهر ایران اسلامی**. (۵)، ۴۶-۲۹.
- شعرباف، اصغر (۱۳۷۲). **گره و کاربردی**. تهران: علمی و فرهنگی، سازمان میراث فرهنگی کشور.
- صاحب‌محمدیان، منصور و فرامرزی، سینا (۱۳۹۰). **گونه‌شناسی و تدوین ساختار هندسی کاربردی در معماری ایران، هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی**. (۴۸)، ۱۰۹-۹۷.
- طاهری، جعفر (۱۳۹۰). **نقش ریاضی‌دانان در معماری به روایت متون دوره اسلامی، تاریخ علم**. (۱۰)، ۶۵-۳۹.
- فارابی، ابونصر (۱۳۶۴). **احصاءالعلوم**. ترجمه حسین خدیوچم، تهران: علمی و فرهنگی.
- فتحی، جمال (۱۳۸۵). **نقش رسمی‌بندی در سازه‌های کویری، همایش علمی - منطقه‌ای کویر**. دانشگاه آزاد اردستان.
- _____ (۱۳۸۷). **جایگاه رسمی‌بندی در معماری مدارس علمیه استان فارس، همایش ملی معماری و شهرسازی معاصر ایران**. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیضا.
- فرشچی، حمیدرضا (۱۳۹۰). **استفاده از دانش هندسه در هنر مهندسی معماری و سازه، کنفرانس بین‌المللی سازه و معماری**.
- فلاح‌فر، سعید (۱۳۸۷). **فرهنگ واژه‌های معماری سنتی ایران**. تهران: کاوش پرداز.
- محمدی، بیوک (۱۳۹۰). **درآمدی بر روش تحقیق کیفی**. تهران: پژوهشگاه علوم‌انسانی و مطالعات فرهنگی.
- معاریان، غلامحسین (۱۳۶۷). **نیارش سازه‌های طاقی در معماری اسلامی ایران**. ج ۱، تهران: جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت ایران.
- نجیب‌اغلو، گلرو (۱۳۸۷). **هندسه و تزئین در معماری اسلامی**. ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، تهران: روزنه.
- ندیمی، هادی (۱۳۷۸). **حقیقت نقش، مجموعه مقالات دومین کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران**. ج ۲، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- نیستانی، جواد (۱۳۸۴). **سابقه ترسیم نقشه و کاربرد هندسه و حساب در معماری اسلامی**. محل نشر: پیک نور.