

نسبت طول به عرض حیاط و اتاق‌ها در خانه‌های سنتی یزد: آزمونی برای نظر استاد پیرنیا درباره مستطیل طلایی ایرانی

مجتبی پوراحمدی^{۱*}، مجتبی یوسفی^۲، مهدی سهرابی^۳

^۱ عضو هیئت علمی گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودسر و املش، رودسر، ایران.

^۲ کارشناس ارشد مرمت و احیاء بناها و بافت‌های تاریخی.

^۳ عضو هیئت علمی گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودسر و املش، رودسر، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۲/۱۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۰/۶/۲)

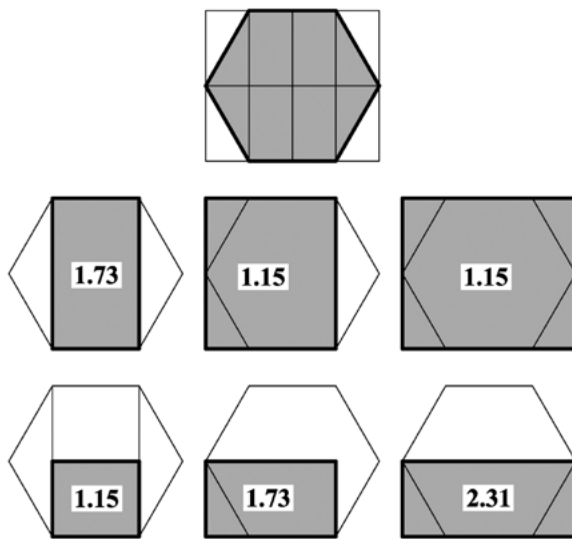
چکیده:

در میان آموزه‌های استاد پیرنیا درباره معماری سنتی ایران، آنگاه که سخن از معماری خانه به میان می‌آید، به «مستطیل طلایی ایرانی» و کاربرد گسترده آن توسط معماران سنتی اشارات صریحی می‌شود. ایشان مستطیل محاط در شش ضلعی منتظم را مستطیل طلایی ایرانی نامیده‌اند و اظهار داشته‌اند که معماران ایرانی در طرح حیاط مرکزی و اتاق‌های خانه‌ها از این مستطیل یا مستطیل نصف آن استفاده می‌نمودند. این موضوع توسط نویسندگان دیگری نیز تکرار شده است. مقاله حاضر این نظر را در مورد شهر یزد، زادگاه استاد پیرنیا، به آزمون می‌گذارد. با بررسی آماری نقشه تعدادی از خانه‌های شهر یزد که در منابع معتبری موجود بودند، همچنین عکس‌های هوایی مربوط به سال ۱۳۳۶ این شهر، فرض‌های استاد پیرنیا در مورد شهر یزد تأیید نشدند. استنباط نگارندگان این است که با نگاهی به شرایط واقعی که در آن طراحی خانه‌ها صورت می‌پذیرفت، تأکید بر کاربرد این چارچوب «هندسی» پنهان در پلان این ساختمان‌ها دور از انتظار می‌باشد، اما با بررسی نمودارهای حاصل از این پژوهش، می‌توان پذیرفت که طراحان این خانه‌ها می‌کوشیدند تا نسبت ابعاد فضاهای مهم خانه را حدوداً به نسبت‌های «حسابی» ساده‌ای نزدیک نگاه دارند. این رویکرد «حسابی» در طراحی پلان، با مراجعه به برخی شواهد تاریخی نیز تأیید می‌شود.

واژه‌های کلیدی:

معماری ایران، استاد پیرنیا، هندسه، مستطیل طلایی، خانه، یزد.

مقدمه



تصویر ۱- استاد پیرنیا به کاربرد مستطیل محاط در شش ضلعی منتظم با تناسب $1/73 (= \sqrt{3})$ و نیز مستطیل نصف آن با تناسب $1/15$ در طراحی خانه‌ها اشاره می‌نمودند. در این تصویر شش ضلعی منتظم و برخی مستطیل‌های قابل ترسیم به کمک آن مشاهده می‌شود.

الصفاء درباره حکمت هنر می‌پردازد، با بیان این که اخوان الصفا در رساله دوم خود به حکمت استفاده از شکل شش ضلعی منتظم در ساخت کندوی زنبور عسل اشاره می‌کنند، این رأی را به احتمال قریب به یقین تحت تأثیر روایاتی از معصومین (ع) معرفی می‌نماید که در آنها از شگفتی‌های طرح کندوی زنبور عسل سخن گفته می‌شود. ایشان آنگاه این سؤال را مطرح می‌نماید که «آیا صدور این روایات در قرون اول و دوم هجری نمی‌توانسته است به عنوان الگویی، توجه معماران مسلمان را به خود جلب سازد؟» (بلخاری قهی، ۱۳۸۸، ۱۲۳) و سپس در تأیید اهمیت این فرضیه، به قول استاد پیرنیا درباره کاربرد وسیع مستطیل محاط در شش ضلعی در معماری ایرانی استناد می‌نماید. بنابراین، اگر صحت این ادعا مبنی بر کاربرد این مستطیل خاص در معماری ایرانی تأیید شود، می‌توان از این منظر پلی ارتباطی میان روایات معصومین (ع) و معماری ایرانی متصور شد و در پیچه‌های جدیدی را در شناخت معماری سنتی ایرانی گشود.

علاوه بر استاد پیرنیا اشخاص دیگری نیز به این موضوع اشاره نموده‌اند؛ برای مثال، آقای ابوالقاسمی نیز به صراحت به موضوع مستطیل طلایی ایرانی اشاره نموده‌اند:

میانسرا با تناسب طلایی و ایرانی و جهت‌گیری دستوری خود، در تمام طول سال، محیط بهداشتی مطبوعی فراهم کرده، از گردش آفتاب و نور خورشید، بهترین استفاده را برای یورت^۲ های گرداگرد خود کسب و تأمین می‌کند (ابوالقاسمی، ۱۳۸۹، ۳۹۳).

به علاوه، در برخی منابع دیگر نیز از این موضوع سخن به میان آمده است؛ برای مثال، مترجم کتاب «هندسه ایرانی» - نوشته

در حین مطالعه درباره معماری ایرانی، هرازگاهی در لابه لای سخنان اهل فن، سخن از «مستطیل طلایی ایرانی» به گوش می‌رسد که در نوع خود موضوع بسیار جذابی به نظر می‌آید. استاد پیرنیا از جمله کسانی هستند که بارها در گفته‌های خود به طور صریح به این موضوع اشاره نموده‌اند^۱. ایشان در مورد طراحی خانه در معماری سنتی ایران گفته‌اند:

... در طرح نقشه اتاق‌ها، حیاط و غیره از تناسب طلایی ایرانی کمک می‌گرفتند. تناسب طلایی ایرانی از مستطیلی در داخل یک شش ضلعی بدست می‌آمد. شکل حیاط، پنج دری، سه دری و عناصر دیگر بر مبنای همین تناسب بوده است (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۵۹).

ایشان به طور دقیق‌تر در مورد نسبت طول و عرض اتاق‌ها در خانه‌های ایرانی بیان داشته‌اند:

اتاق سه دری اتاق خواب خانه بوده است. برای طراحی آن از نصف تناسب طلایی (مستطیل داخل شش ضلعی) کمک می‌گرفته‌اند (مثل $4 \times \frac{3}{4} \times 2 \times \frac{1}{7}$ متر) (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۶۲).

در پنج دری‌هایی که از طرف طول نور می‌گرفته‌اند، از تناسب کل طلایی بکار گرفته شده است (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۶۳). ایشان در مورد خانه‌های با پیمون کوچک و بزرگ اظهار داشته‌اند:

شکل حیاط در خانه با پیمون بزرگ از تناسب طلایی بدست می‌آمده است. ابعاد خانه در پیمون بزرگ، 48×48 متر بوده است (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۶۶). خانه با پیمون کوچک خانه‌ای ارزان و راحت بوده است. حیاط آن را نیز با تناسب طلایی می‌گرفتند (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۶۷).

حتی در مورد طرح حوض در خانه هم به این مستطیل خاص اشاره نموده‌اند:

حوض‌های داخل حیاط نیز متنوع هستند. این حوض‌ها در شکل‌های شش ضلعی ایرانی، دوازده ضلعی، مستطیل با تناسب طلایی بوده‌اند و در بعضی شهرها مثل شیراز حوض‌ها را گرد می‌ساختند (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۶۲).

ایشان در جایی دیگر دلیلی را برای انتخاب شش ضلعی برای دستیابی به این نسبت خاص ذکر می‌کنند:

یکی از مسائلی مهم مربوط به شهرسازی بوده و آن جهت قرارگیری خانه یا راون است... معماران ایرانی برای این کار از شکل شش ضلعی استفاده می‌کرده‌اند. همانطوری که می‌دانیم شش ضلعی شکلی است که نمی‌توان آن را غلط کشید زیرا در ساخت آن از مثلث متساوی الاضلاع استفاده شده است و این شکل را نمی‌توان اشتباه کشید. اگر شش عدد از این مثلث‌ها را در کنار هم قرار دهیم شکل شش ضلعی بدست می‌آید. خانه زنبور عسل نیز به همین شکل است^۲ (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۵۴-۱۵۵).

مؤلف کتاب «هندسه خیال و زیبایی» که به بررسی آرای اخوان

منابع فعلی درباره معماری ایران^۴ با این صراحت از کاربرد گسترده مستطیلی خاص در جای جای معماری ایرانی سخن گفته می‌شود و در عین حال نمونه‌های روشنی برای تأیید این امر ارائه نمی‌گردد، بعید نیست که در مخاطب علاقه مند این انگیزه به وجود آید که برای یافتن این مستطیل‌ها در این آثار دست به کار شود تا عملاً مصادیقی را دال بر این موضوع بیابد و صحت این مدعا را بررسی نماید. آنگونه که از نحوه بیان موضوع در این منابع فهمیده می‌شود، به نظر می‌رسد که باید مستقیماً در طرح پلان حیاط‌ها و اتاق‌های خانه‌های سنتی ایران بدون هیچ گونه پیچیدگی بیشتر، مستطیل محاط در شش ضلعی یا مستطیل نصف آن را مشاهده نمود، به نحوی که ابعاد داخلی این فضاها برگرفته از این مستطیل باشد. پژوهش حاضر کوششی در راستای بررسی این موضوع می‌باشد.

ابوالوفای بوزجانی - در ضمیمه‌ای که برای این کتاب نگاشته‌اند، اظهار می‌دارند:

علاوه بر نسبت‌های ذکر شده در اصل رساله از طرف ابوالوفای بوزجانی و یا ابواسحاق کوبنانی نظیر نسبت سهل و غیره و همچنین نسبت طلایی، نسبت دیگری نیز مورد توجه هنرمندان و معماران ایرانی بوده و از طرف آنها در کارهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گرفته است و آن عبارت است از مستطیل محاط در شش ضلعی منتظم... و به خوبی دیده می‌شود که در شش ضلعی سه مستطیل محاط می‌گردد که جهت هرکدام در هر منطقه به نام آن منطقه معروف و در ساختمان‌ها تناسب اصلی حیاط مرکزی بوده است که قسمت‌های مختلف بنا در اطراف آن قرار می‌گرفته است (جذبی، ۱۳۷۶، ۱۲۵).

بدین ترتیب، آن گاه که در برخی از شناخته شده ترین

روش تحقیق

مورد لازم به ذکر است تنها اتاق‌هایی که گرد حیاط‌های اصلی خانه‌ها چیده شده بودند و شائبه دخل و تصرفات بعدی در مورد آنها نمی‌رفت، مورد بررسی قرار داده شدند.

در ادامه جهت افزایش ضریب اطمینان تحلیل آماری انجام شده در مرحله پیش، قدیمی‌ترین عکس‌های هوایی شهر یزد نیز مورد تحلیل آماری دقیق قرار گرفت. بدین ترتیب، نظر استاد پیرنیا در مورد حیاط‌ها، علاوه بر نقشه‌ها، در عکس‌های هوایی نیز مورد آزمون مجدد قرار گرفت.

در پایان، اعداد و ارقام به دست آمده از این بررسی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج حاصل از آن بیان گردید و نگارندگان تفسیر خود را درباره نتایج این بررسی ارائه نمودند.

نمونه‌گیری و جمع‌آوری داده‌های آماری با مراجعه به نقشه‌های معماری

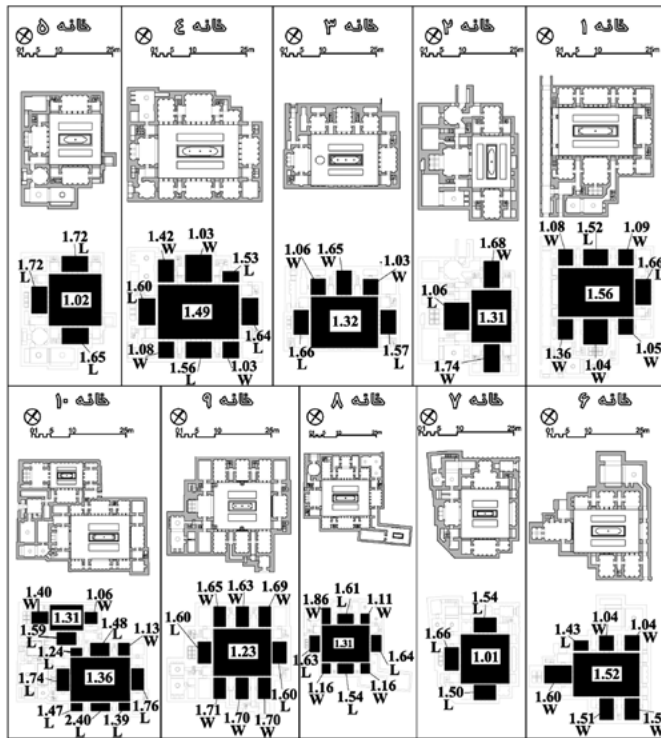
نمونه مورد بررسی در این تحقیق شامل خانه‌های زیر می‌باشد (نمودار ۱):

در این پژوهش وجود تناسب موسوم به تناسب طلایی ایرانی به طور موردی در طرح خانه‌های تاریخی یکی از شهرهای مهم ایران بررسی می‌شود. از آنجا که استاد پیرنیا در اظهارات خود به شهر خاصی اشاره نکرده‌اند، می‌بایست شهری برای این بررسی انتخاب می‌شد. در این تحقیق شهر یزد برای انجام این بررسی برگزیده شده است. یکی از دلایل محکم برای انتخاب شهر یزد به منظور انجام این بررسی این بود که شهر یزد زادگاه استاد پیرنیا بوده است و ایشان سال‌ها در این شهر زندگی می‌کردند (پیرنیا، ۱۳۸۷، ۱) و به طور کلی می‌توان این احتمال را در نظر داشت که مطالبی که ایشان به طور عام در مورد معماری ایرانی گفته‌اند، تا حدود زیادی تحت تأثیر شناخت ایشان از معماری یزد بوده باشد. بنابراین، اگر بخواهیم بر اساس گفته‌های استاد پیرنیا، معماری یکی از شهرهای ایران را برای یافتن مستطیل محاط در شش ضلعی منتظم بررسی نماییم، شاید بهترین شهر بدین منظور شهر یزد باشد.

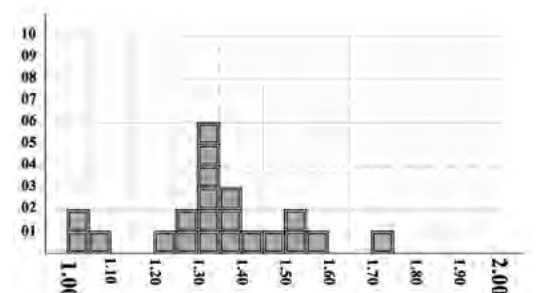
در مرحله بعد، تلاش گردید تا نقشه‌های تعدادی از خانه‌های سنتی شهر یزد گردآوری گردد. در انتخاب نمونه‌ها دقت گردید تا از معتبرترین منابع در دسترس استفاده شود. بدین منظور دو منبع انتخاب گردید: اول، لوح فشرده «نقش عجب» که توسط سازمان میراث فرهنگی کشور تهیه گردیده است و دوم، کتاب «الفبای کالبد خانه سنتی یزد» که توسط وزارت برنامه و بودجه سابق تهیه گردیده است. از این منابع نقشه هفده نمونه از خانه‌های تاریخی موجود در شهر یزد به دست آمد.

سپس نسبت طول به عرض به کار رفته در طرح پلان حیاط و اتاق‌های پیرامونی آن در این خانه‌ها مورد پیمایش قرار گرفت و نتایج حاصل از این پیمایش در نمودارهایی ارائه گردید. در این

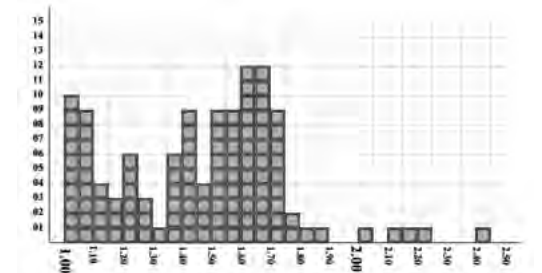
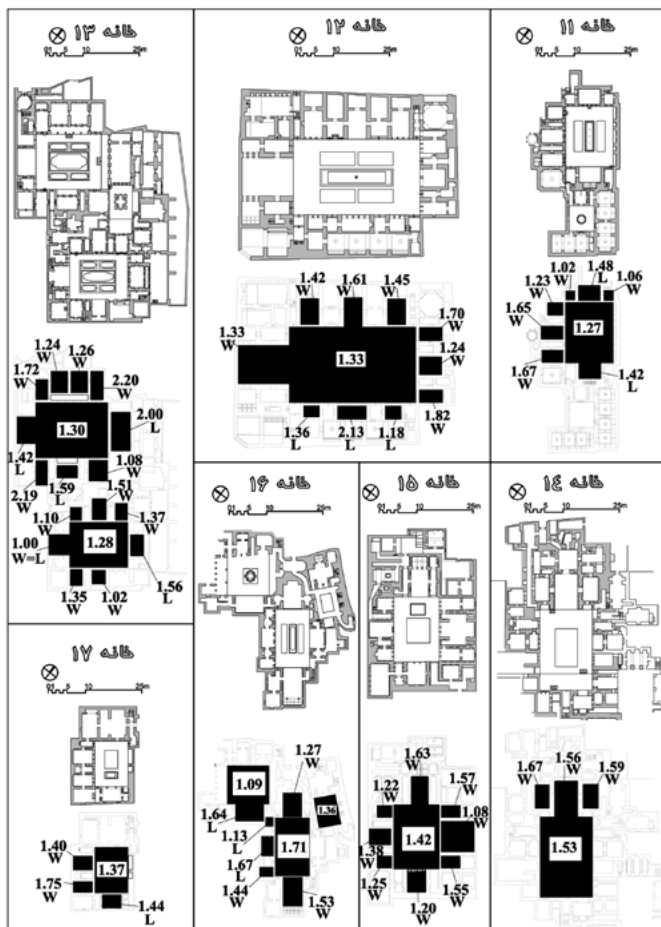
نمودار ۱ - حیاط های اصلی و اتاقهای پیرامون آنها در هفده نمونه از خانه های سنتی یزد از لحاظ نسبت طول به عرض مورد بررسی قرار گرفته اند و عدد این نسبت برای هر فضا در کنار آن نوشته شده است. قرار داشتن حرف W در کنار هر عدد نشان دهنده آن است که آن فضا از عرض خود نور می گیرد و L به معنای آن است که فضای مورد نظر از طول خود نور می گیرد. دنباله نمودار در صفحه بعد آمده است.



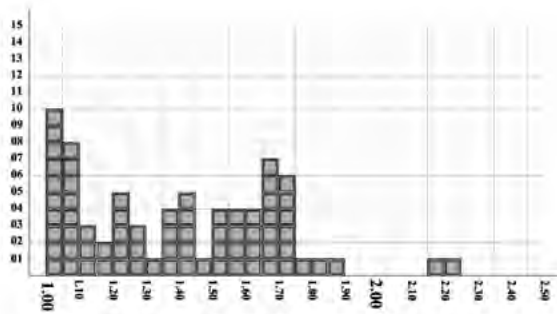
- خانۀ ۱: خانۀ «الف» در محله مصلی یزد. منبع نقشه: قزلباش و ابوالضیاء، ۱۳۶۴، ص ۸۸.
- خانۀ ۲: خانۀ «ب» در محله مصلی یزد. منبع نقشه: همان، ص ۹۰.
- خانۀ ۳: خانۀ «ج» در محله مصلی یزد. منبع نقشه: همان، ص ۹۳.
- خانۀ ۴: خانۀ «د» در محله مصلی یزد. منبع نقشه: همان، ص ۹۶.
- خانۀ ۵: خانۀ «ه» در محله مصلی یزد. منبع نقشه: همان، ص ۹۸.
- خانۀ ۶: خانۀ «و» در محله مصلی یزد. منبع نقشه: همان، ص ۱۰۰.
- خانۀ ۷: خانۀ در محله گازرگاه یزد. منبع نقشه: همان، ص ۲۳.
- خانۀ ۸: خانۀ در محله گازرگاه یزد. منبع نقشه: همان، ص ۲۳.
- خانۀ ۹: خانۀ در محله دارالشفای یزد. منبع نقشه: همان، ص ۲۶.
- خانۀ ۱۰: خانۀ در محله گازرگاه یزد. منبع نقشه: همان، ص ۳۸.
- خانۀ ۱۱: خانۀ ملک زاده در یزد. منبع نقشه: لوح فشرده نقش عجب خانۀ شماره ۱۲: خانۀ لاری ها در یزد. منبع نقشه: همان.
- خانۀ شماره ۱۳: خانۀ گلشن در یزد. منبع نقشه: همان.
- خانۀ شماره ۱۴: خانۀ حسینیان در یزد. منبع نقشه: همان.
- خانۀ شماره ۱۵: خانۀ تهرانی در یزد. منبع نقشه: همان.
- خانۀ شماره ۱۶: خانۀ احرامیان پور در یزد. منبع نقشه: همان.
- خانۀ شماره ۱۷: خانۀ آقایی ها در یزد. منبع نقشه: همان.



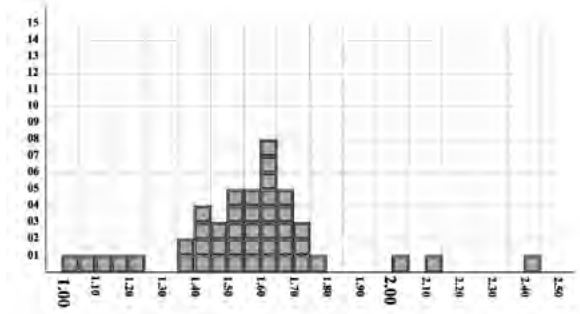
نمودار ۲ - نمودار فراوانی اعداد نسبت طول به عرض حیاط ها در خانه های مورد مطالعه. محور افقی عدد نسبت طول به عرض حیاط و محور عمودی فراوانی هر نسبت را نمایش می دهد.



نمودار ۳ - نمودار فراوانی اعداد نسبت طول به عرض اتاقهای پیرامون حیاطها در خانه های مورد مطالعه بدون تفکیک اتاق هایی که از طول یا عرض خود نور می گیرند. محور افقی عدد نسبت طول به عرض اتاق و محور عمودی فراوانی هر نسبت را نمایش می دهد.



نمودار ۵- فراوانی نسبت ابعاد اتاق‌هایی که از ضلع کوچکتر خود نور می‌گیرند. در نمودار ۱ در کنار اعداد مربوط به این اتاق‌ها حرف W نوشته شده است.



نمودار ۴- فراوانی نسبت ابعاد اتاق‌هایی که از ضلع بزرگتر خود نور می‌گیرند. در نمودار ۱ در کنار اعداد مربوط به این اتاق‌ها حرف L نوشته شده است.

بررسی آماری داده‌ها (۱)

به کمک یک بررسی آماری ساده می‌توان مشخص نمود که آیا نظر ابراز شده توسط استاد پیرنیا درباره وجود نسبت‌های خاص در ابعاد حیاط‌ها و اتاق‌های خانه‌های یزد به عنوان یک فرض آماری تأیید می‌شود یا خیر. فرض‌های مطرح شده توسط استاد پیرنیا به طور دقیق به قرار زیر می‌باشند:

فرض ۱- نسبت طول به عرض حیاط‌های مرکزی ۱,۷۳۲ می‌باشد.

فرض ۲- نسبت طول به عرض اتاق‌های سه دری نصف تناسب طلایی ایرانی یعنی ۱,۱۵۴ می‌باشد.

فرض ۳- نسبت طول به عرض اتاق‌های پنج دری که از جانب طول نور می‌گیرند برابر با ۱,۷۳۲ می‌باشد.

با فرض این که نسبت طول‌ها به عرض‌ها به طور متقارنی حول یک عدد ثابتی قرار دارند و از توزیع نرمال پیروی می‌کنند یک آزمون آماری به صورت زیر انجام می‌شود:

۱- یافتن فواصل اطمینان ۹۵ درصدی

مفهوم فاصله اطمینان ۹۵ درصدی این است که ۹۵ درصد احتمال دارد که میانگین واقعی (یعنی برای کل شهر یزد) درون چنین بازه‌ای باشد. با استفاده از رابطه زیر فواصل اطمینان را می‌یابیم:

$$\mu \in \left(\bar{x} - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{x} + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

از روی نمونه‌های به دست آمده می‌توان گفت یک فاصله اطمینان ۹۵ درصدی برای میانگین واقعی جامعه مورد نظر بدین گونه خواهد بود:

$$\mu \in (1.26, 1.41) \quad (1-1)$$

تعداد نمونه ۲۱ عدد با میانگین ۱,۳۴ و انحراف معیار ۰,۱۷.

(۱-۲) برای اتاق‌ها بدون تفکیک اتاق‌هایی که از طول نور می‌گیرند و آنهایی که از عرض نور می‌گیرند

$$\mu \in (1.4, 1.51)$$

تعداد نمونه ۱۱۵ عدد با میانگین ۱,۴۶ و انحراف معیار ۰,۲۹.

(۱-۳) برای L (اتاق‌هایی که از طول خود نور می‌گیرند) با مشخصات زیر برابر است با

$$\mu \in (1.488, 1.636)$$

تعداد نمونه ۴۴ عدد با میانگین ۱,۵۶۲ و انحراف معیار ۰,۲۴۴. (۱-۴) فاصله اطمینان برای W (اتاق‌هایی که از عرض خود نور می‌گیرند) با مشخصات زیر برابر است با $\mu \in (1.113, 1.34)$

تعداد نمونه ۷۲ عدد با میانگین ۱,۴۰۶ و انحراف معیار ۰,۲۸۴.

۲- آزمون فرض میانگین

(۲-۱) برای آزمودن میانگین برابر ۱,۷۳ ابتدا یک نمونه ۲۱ تایی از حیاط‌ها فراهم گردید که دارای میانگین ۱,۳۴ و انحراف معیار ۰,۱۷ بودند. با این داده‌ها

$$t_{0.975}(20) = 2.09 \quad \text{و} \quad T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} = -10.5678$$

به دست می‌آیند. از آنجا که $|-10.5678| > 2.09$ ، پس در سطح معنی دار ۰/۰۵ فرض میانگین برابر ۱,۷۳ رد می‌شود.

(۲-۲) یک نمونه ۱۱۵ تایی از اتاق‌ها میانگینی برابر ۱,۴۶ و انحراف معیاری برابر ۰,۲۹ داشتند که با این داده‌ها مقادیر

$$t_{0.995}(114) = 2.58 \quad \text{و} \quad T = -9.994957$$

به دست می‌آیند. از آنجا که $|-9.994957| > 2.58$ ، پس در اینجا فرض میانگین برابر ۱,۷۳ در سطح معنی دار ۰/۰۱ رد می‌شود.

(۲-۳) فرض میانگین برابر ۱,۷۳۲ را در سطح معنی دار ۰,۰۵ برای L (اتاق‌هایی که از طول خود نور می‌گیرند) می‌آزمائیم:

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) = t_{0.975}(43) = 2.02$$

$$T = -4.619$$

و از آنجا که $|-4.619| > 2.02$ ، پس فرض میانگین برابر ۱,۷۳۲ رد می‌شود.

(۲-۴) اکنون فرض میانگین برابر ۱,۱۵۴ را در سطح معنی دار ۰,۰۵ برای W (اتاق‌هایی که از عرض خود نور می‌گیرند) می‌آزمائیم:

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) = t_{0.975}(71) = 1.99$$

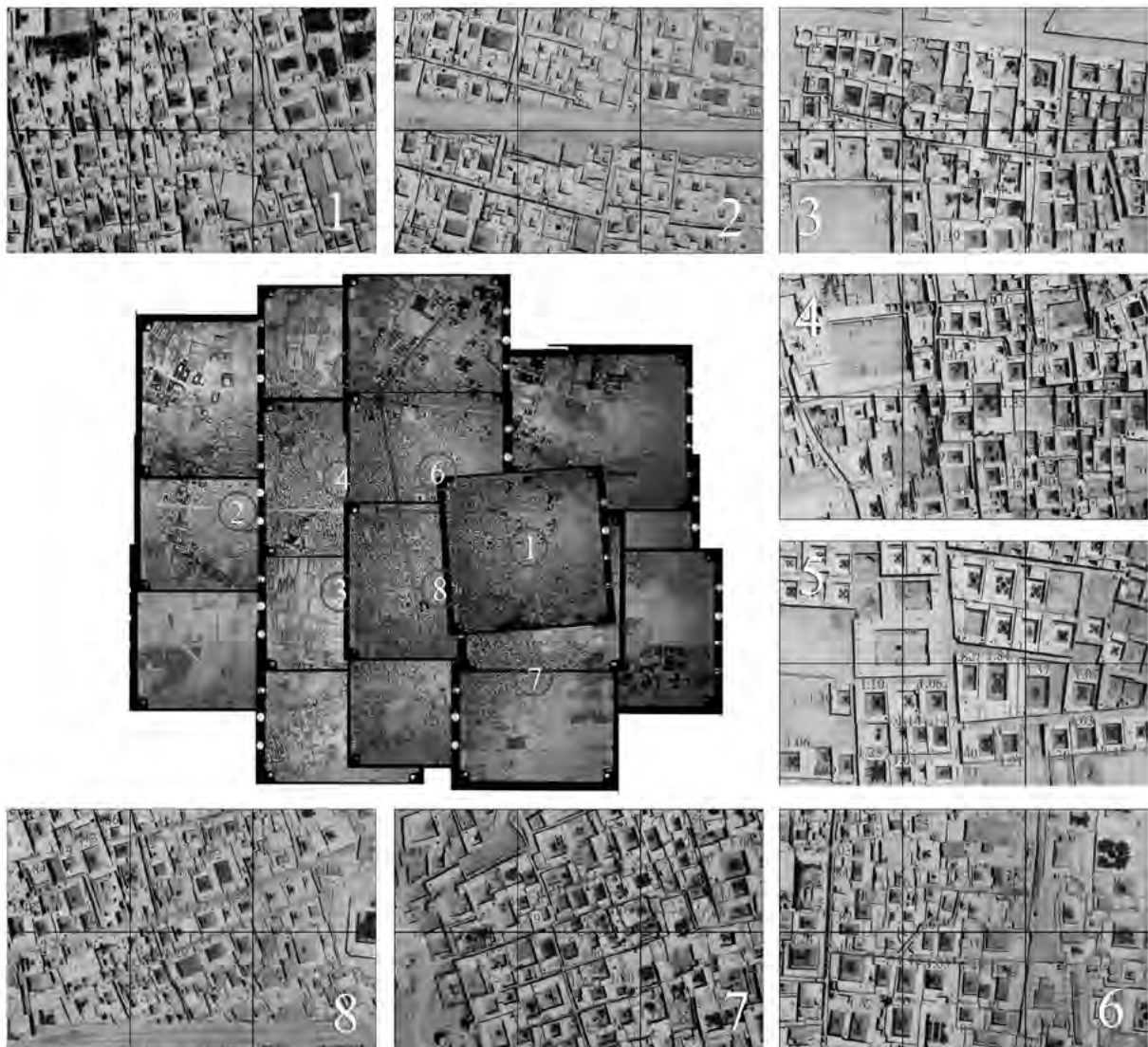
$$T = -7.63$$

از آنجا که $|-7.63| > 1.99$ ، پس فرض میانگین ۱,۱۵۴ رد می‌شود.

نمونه گیری و جمع آوری داده های آماری با مراجعه به عکس هوایی یزد

عکس های مورد استفاده در این بخش مربوط به سال ۱۳۳۶ ه ش می باشند که از سازمان نقشه برداری کشور دریافت شدند. در هر عکس قطعه ای به شکل مستطیلی با نسبت دو به سه انتخاب شد. این مستطیل به شش مربع تقسیم بندی شد و سه مربع از این شش مربع برای نمونه برداری مورد استفاده قرار گرفت. مساحت این مستطیل در همه عکس ها برابر در نظر گرفته شد و از هر مستطیل به طور متوسط حدود بیست نمونه حیاط مرکزی به دست آمد. بدین ترتیب، در نهایت هشت قطعه از نقاط مختلف شهر برای نمونه برداری مورد استفاده قرار گرفتند که در آنها مجموعاً ۱۶۶ حیاط مرکزی متعلق به خانه ها برداشت شدند تا مورد بررسی آماری قرار گیرند (تصویر ۲). بدین ترتیب می توان گفت که نمونه آماری فوق تصویری از کلیت بافت مسکونی شهر را در خود دارد.

بنابراین، این فرض که نسبت ابعاد اتاق ها و حیاط ها در خانه های یزد عدد ۱,۷۳ باشد، رد می شود. این فرض که نسبت ابعاد اتاق هایی که از عرض خود نور می گیرند، عدد ۱,۱۵ باشد نیز رد می شود. همچنین باید به بررسی این موضوع پردازیم که آیا اساساً نسبت ابعاد اتاق هایی که از طول خود نور می گیرند و حیاط ها طبق اظهارات استاد پیرنیا عدد یکسانی است یا این که این نسبت ها برای اتاق ها و حیاط ها اعداد متفاوتی هستند. با مقایسه نمودارهای ۲ و ۴ می توان استنباط نمود که برخلاف نظر استاد پیرنیا، منحنی توزیع در این نمودارها یک منحنی یکسان نیست و میانگین هر نمودار با نمودار دیگر تفاوت دارد. برای بیان دقیق تر این موضوع می توان به فاصله اطمینان های به دست آمده برای حیاط ها (فاصله ۱,۲۶ تا ۱,۴۱) و اتاق هایی که از طول خود نور می گیرند (فاصله ۱,۴۸ تا ۱,۶۳) توجه نمود که این دو فاصله با هم همپوشانی ندارند. به این ترتیب، فرض مطرح شده توسط استاد پیرنیا مبنی بر وجود نسبتی برابر برای حیاط ها و اتاق هایی که از طول خود نور می گیرند نیز رد می شود.



تصویر ۲- نمونه برداری از حیاط های مرکزی خانه های یزد به کمک عکس های هوایی سال ۱۳۳۶.

می‌آوریم. با داشتن:

$$t_{0.975}(165) = 1.96, 1 - \alpha = 0.95, n = 166, s = 0.2408, \bar{x} = 1.31$$

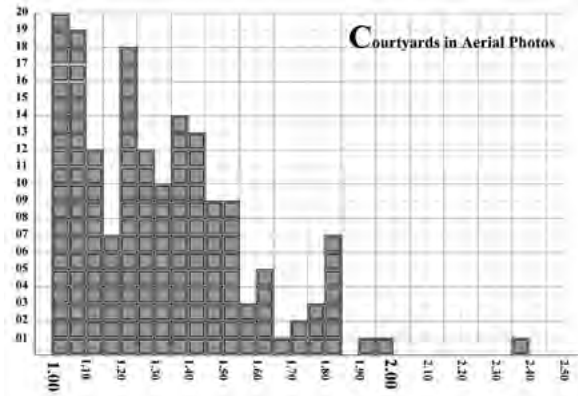
و جاگذاری این مقادیر در فرمول فاصله اطمینان خواهیم داشت:

$$\mu \in (1.27, 1.34)$$

که عدد ۱,۷۳ درون این فاصله قرار ندارد. حال اگر آزمون فرض در سطح معنی دار ۰,۰۵ را برای فرض میانگین برابر با ۱,۷۳ انجام دهیم، طبیعتاً رد خواهد شد. این کار بدین صورت انجام می‌شود: با این داده‌ها

$$t_{0.975}(165) = 1.96 \text{ و } T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S / \sqrt{n}} = -22.58$$

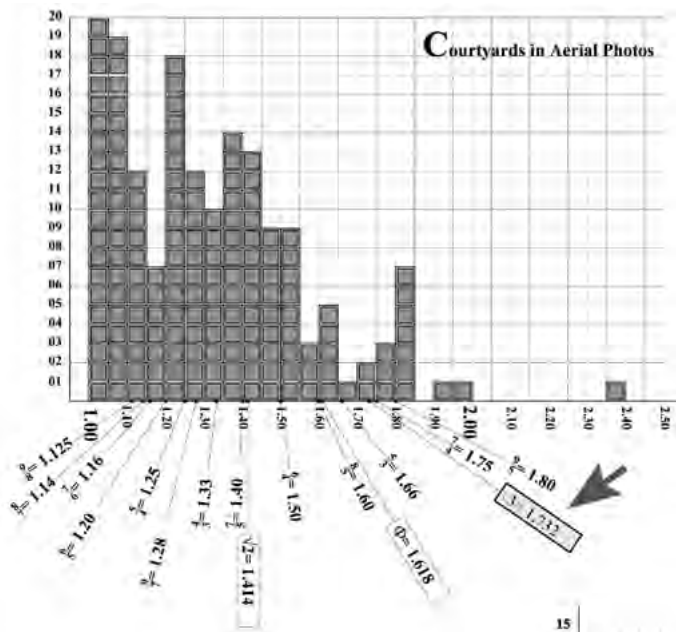
به دست می‌آیند. از آنجا که قدر مطلق T از عدد ۱,۹۶ بیشتر است، پس فرض $\mu = 1.73$ رد می‌شود که البته با توجه به فاصله اطمینان چندان هم دور از انتظار نیست.



نمودار ۶- جدول فراوانی نسبت طول به عرض حیاط‌های مرکزی خانه‌ها بر اساس عکس‌های هوایی.

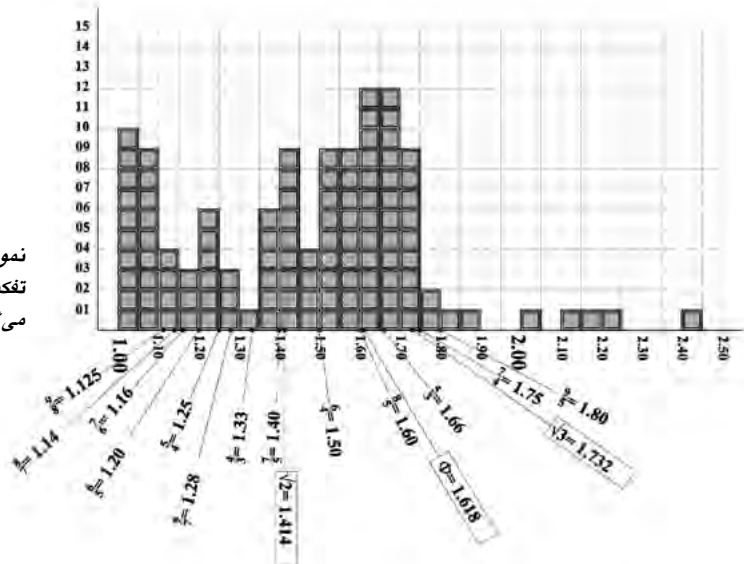
بررسی آماری داده‌ها (۲)

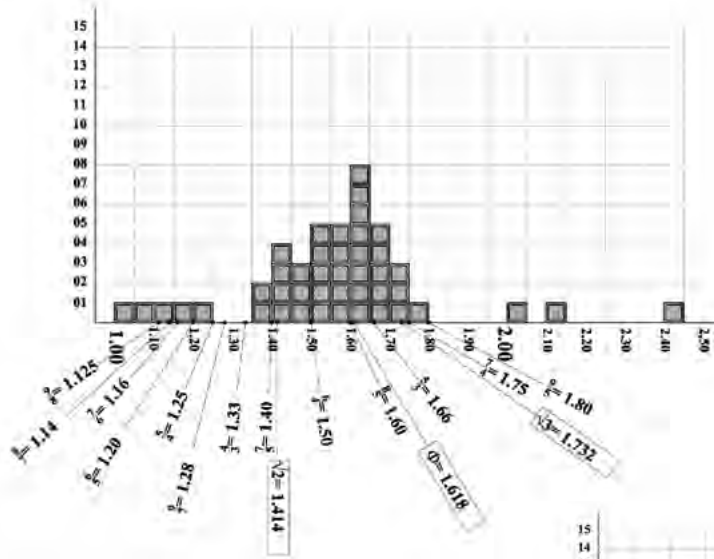
بر اساس داده‌های آماری به دست آمده، یک فاصله اطمینان ۹۵ درصدی برای میانگین نسبت طول به عرض حیاط‌ها به دست



نمودار ۷- مستطیلی با کشیدگی ۱,۷۳۲ برای طراحی حیاط‌ها بسیار کم‌کاربرد بوده است. در عوض تلاش می‌شد نسبت‌های حسابی ساده و مستطیل‌های گشاده‌تری به کار رود.

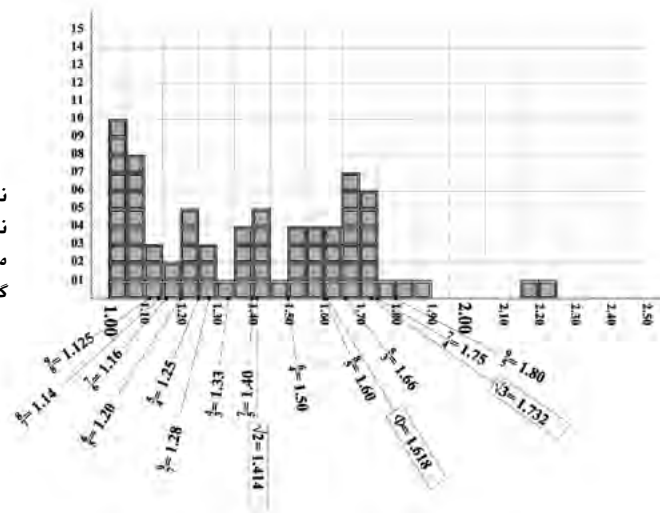
نمودار ۸- نمودار مربوط به اتاق‌ها بدون تفکیک اتاق‌هایی که از طول یا عرض خود نور می‌گیرند.





نمودار ۹- در طراحی اتاق هایی که از طول خود نور می گیرند نسبت هشت به پنج متداول ترین نسبت است.

نمودار ۱۰- در طراحی اتاق هایی که از عرض خود نور می گیرند پراکنگی زیادی در نسبت ابعاد ملاحظه می شود و نسبت های متعددی به کار گرفته شده اند.



با بررسی نمودارهای فراوانی به دست آمده، استنباط نگارندگان این است که طراحان این خانه ها در تعیین نسبت طول به عرض اتاق ها و حیاط ها بیشتر از آن که خود را به «هندسه» مقید نمایند، در پی آن بودند که حدوداً نسبت های «حسابی» خاصی را در کار حفظ نمایند. ملاحظه می شود که احتمالاً نسبت های شش به پنج، هفت به پنج، هشت به پنج دارای اهمیت بیشتری نسبت به سایر نسبت ها بوده اند (نمودارهای ۷ تا ۱۰).

جالب این است که در نمودار فراوانی مربوط به اتاق هایی که از طول خود نور می گیرند (نمودار ۹)، ملاحظه می شود که برخلاف گفته استاد پیرنیا بیشترین فراوانی در اطراف همان نسبت طلایی مشهور جمع آمده است ($\Phi = 1/618$) و نه در اطراف نسبتی که ایشان «نسبت طلایی ایرانی» می نامیدند ($\sqrt{3} = 1,732$). فاصله اطمینان برای اتاق هایی که از طول خود نور می گیرند (فاصله ۱,۴۸ تا ۱,۶۳)، همچنین آزمون فرض برای میانگین برابر با ۱,۶۱۸، مطلب بالا را رد نمی کند:

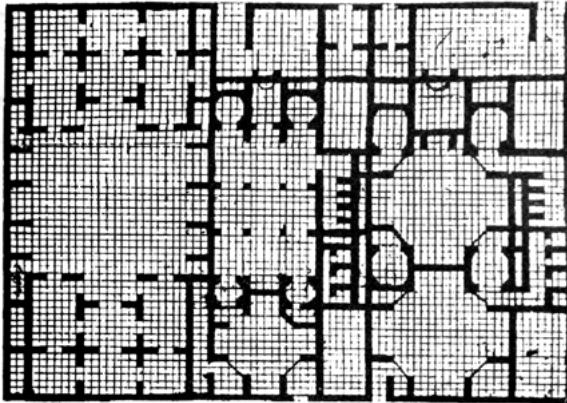
$$t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) = t_{0,975}(43) = 2.02 \quad T = -1.52 \quad |-1.52| \leq 2.02$$

البته تحلیل نگارندگان در این مورد نیز این است که کاربرد تقریبی نسبت پنج به سه یا هشت به پنج که از اعداد سری فیبوناچی محسوب می شوند، تقریبی از نسبت طلایی را در طرح

بحث و بررسی

با توجه به این که با استناد به نمودارهای به دست آمده و تحلیل آماری انجام شده بر روی آنها نظر استاد پیرنیا به عنوان یک فرض آماری رد شد، در دنباله نگارندگان تحلیل خود را درباره مسأله مطرح شده توسط ایشان ارائه می نمایند. نگارندگان بر این باورند که اگر اصول کلی حاکم بر طرح و چینش فضاها در یک خانه سنتی یزدی^۹ و ملاحظات کلی فرهنگی، اقلیمی و فن آوران را به علاوه ویژگی های خاص هر پروژه مانند ابعاد و شکل سایت و محدودیت ها و خواسته های کارفرمای مورد نظر را در نظر بگیریم، روشن می شود که طراحان ناگزیر بوده اند از حیاط ها و اتاق هایی با نسبت طول به عرض متنوعی استفاده کنند تا قادر به پاسخگویی به این مسأله طراحی پیچیده باشند^{۱۰}. با نگاه دقیق تری به نمونه های مورد مطالعه می توان مشاهده نمود که، رابطه پویایی بین نسبت طول به عرض اتاق ها و نسبت طول به عرض حیاط و شکل و ابعاد قطعه زمین مورد استفاده برای احداث خانه موجود بوده است. در چارچوب روابط پیچیده فوق بود که طراح در روندی مصالحه ای نسبت طول به عرض اتاق ها و حیاط را تعیین می نمود نه با کنار هم چین خشک و مکانیکی تعدادی مستطیل از پیش تعیین شده^{۱۱}.

برخی پلان‌های معماری به جا مانده از دوران قاجار و پیش از آن نیز این مطلب را تأیید می‌کنند (تصویر ۳). همچنین از اظهارات شاردن درباره صنعت ساختمان در ایران عهد صفوی معلوم می‌شود که معماران حق الزحمه خود را بر اساس درصدی از اندازه ارتفاع و ضخامت دیوارها بر حسب ذراع دریافت می‌کرده‌اند (نجیب اوغلو، ۱۳۸۹، ۶۱) که این روش نیز با نظام ترسیمی فوق‌الذکر هماهنگی دارد.



تصویر ۳- پلان بنایی نامعلوم، از مجموعه نقشه‌هایی که زمانی به میرزا اکبر، معمار دربار قاجار، تعلق داشته است. اواخر قرن دوازدهم یا اوایل قرن سیزدهم هجری. ماخذ: (نجیب اوغلو، ۱۳۸۹، ۱۰)

اتاق‌ها به وجود می‌آورده است. به عبارت دیگر، در این مورد نیز رویکردی حسابی دنبال می‌شده است و نه هندسی. تقسیم بندی دیوارهای داخلی اتاق‌ها عموماً با سه یا پنج تاچه واقعی است که می‌تواند ذهنیت طراحان فضا را درباره نسبت‌های متعارف ابعاد اتاق‌ها بیان نماید.

این استنباط با گزارش‌های «کسپر پاردن کلارک»، معمار مقیم سفارت بریتانیا در ایران دوره قاجار، که توانست به اسرار صنف بنایان تهران دست یابد، نیز هم‌خوانی دارد. وی می‌نویسد (منقول در: نجیب اوغلو، ۱۳۸۹، ۳۰):

ظاهر امر چنین است که معمار ایرانی از پلان مستغنی است... در حالی که حقیقت امر این است که پیش از هر کار نقشه کلی بنا را از کار در می‌آورند، نه چون معماران امروز بر کاغذ ساده، بلکه بر تخته ای شطرنجی که هر خانه اش نمودار یک یا چهار آجر است. این تخته رسم کلید سرّ حرفه ایشان است؛ و بنایان که نقشه کارگاه استاد را به مقیاس خرد کشند، قدر این کشف را بدانند... نظام طراحی ساده است زیرا شکل آجر در ایران مربع است... خطا ممکن نیست، زیرا خانه‌های شطرنج درست بر قدر آجر است؛ و چون تنها یک شیوه رگچین به کار می‌برند، عدد آجرهای لازم برای بنا را می‌توان با شمردن خانه‌ها و ضرب آن در بلندی دیوارها و کسر جای روزنها از آن، به آسانی به دست آورد.

نتیجه

از آنجا که در پژوهش حاضر فرضیه استاد پیرنیا تنها در مورد شهر یزد مورد آزمون قرار گرفت، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مشابهی در مورد شهرهای دیگر ایران نیز صورت گیرد تا میزان اعتبار این فرضیه به طور دقیق‌تری روشن گردد. همچنین، جدول‌های تهیه شده در این تحقیق نیز خود می‌توانند سؤالاتی را برای انجام پژوهش‌های بعدی درباره خانه‌های یزد برانگیزند؛ برای مثال، این که چرا نسبت حدوداً هشت به پنج در مورد اتاق‌هایی که از طول خود نور می‌گرفتند متداول‌ترین نسبت بوده یا چرا شکل مربع برای حیاط‌ها شکل ارجح بوده است. این انتخاب‌ها چه دلایل و مزایایی می‌توانست داشته باشد؟ می‌توان به بررسی این موضوع پرداخت که آیا این دلایل به اندازه‌ای قوی هستند که استفاده از این نسبت‌ها را در معماری امروز یزد نیز توجیه کنند یا آن که زمینه انتخاب این نسبت‌ها دیگر وجود خارجی ندارد و باید آنها را به تاریخ سپرد.

در این پژوهش نظر مطرح شده توسط استاد پیرنیا درباره کاربرد گسترده مستطیلی که ایشان آن را «مستطیل طلایی ایرانی» می‌نامیدند در خانه‌های شهر یزد مورد آزمون قرار گرفت و با بررسی آماری نسبت‌های ابعاد اتاق‌ها و حیاط‌ها روشن شد که فرض مطرح شده توسط ایشان رد می‌شود. از آنجا که مستطیل مورد اشاره استاد پیرنیا مستطیلی نسبتاً باریک و کشیده محسوب می‌شود، در نمودارهای فراوانی نسبت‌ها، به طور کلی مشاهده شد که مستطیل‌هایی با گشادگی بیشتر مرجح بوده‌اند. نگارندگان با نگاهی به بستر واقعی طراحی این ابنیه، بر این باورند که طراحان در هنگام تعیین ابعاد اتاق‌ها و حیاط‌ها بیشتر از آن که دغدغه ایجاد فضاهایی با ابعاد دقیق برآمده از این ترسیم هندسی را داشته باشند، در پی آن بودند که حتی المقدور ابعاد فضاها را به برخی نسبت‌های حسابی ساده نزدیک سازند. این موضوع را برخی شواهد تاریخی نیز تأیید می‌نمایند.

پی‌نوشت‌ها:

۱ البته این نظریه را که ما در این مقاله به استاد پیرنیا منتسب نموده‌ایم در حقیقت مطلبی است که توسط شاگرد ایشان، آقای دکتر غلامحسین معماریان، از روی دروس، دست‌نوشته‌ها یا نوارهای صوتی استاد تدوین شده است ولی به هر حال سال‌هاست که در جامعه معماری ایران به طور متعارف به نام خود استاد پیرنیا شناخته می‌شود. با این اعتبار است که نظریه مذکور را به عنوان نظریه استاد پیرنیا در این مقاله مورد بررسی قرار داده‌ایم.

۲ جالب است بدانیم در حالی که پنج ضلعی منتظم و تناسبات برآمده از آن (مانند نسبت طلایی $\Phi = 1,618$)، بیشتر در عالم موجودات زنده خودنمایی می‌کند؛ در طبیعت بیجان، شش ضلعی منتظم و تناسبات برآمده از آن (مانند $\sqrt{3} = 1,732$) است که خود را بیشتر جلوه می‌دهد. نک: (Ghyka, 1977, 88-91).

۳ منظور از یورت، واحدهای فضایی تشکیل دهنده خانه شامل سه دری، پنج دری و ... می‌باشد.

۴ برای نمونه، شایان ذکر است که کتاب‌های تدوین شده بر اساس آموزه‌های مرحوم پیرنیا سال‌هاست که در اکثر قریب به اتفاق

سخن گفته می شود- مد نظر معماران طراح اینیه بوده باشد.

۱۱ نباید این نکته را فراموش نمود که محدود کردن نسبت هندسی حیاط ها و اتاقهای پنج دری و سه دری تمام خانه های ایرانی به مستطیل محاط در شش ضلعی منتظم، بر خلاف تصور احتمالی اولیه، نه تنها نمی تواند دلیلی بر کمال و ارزشمندی معماری ایرانی دانسته شود، بلکه برعکس باید دلیلی بر جمود، کمی ظرافت و عدم پویایی این نوع معماری محسوب گردد.

۱۲ البته نباید این تصور ایجاد شود که نگارندگان قصد دارند به طور کلی کاربرد الگوهای هندسی پنهان در طرح پلان یا نماهای آثار معماری سنتی ایران را زیر سؤال ببرند، بلکه هدف این است که در خصوص طراحی خانه های مسکونی معمولی، تصویری مبتنی بر واقعیت به دست آید و الا شواهد قابل تامل درباره کاربرد هندسه پنهان در آثار معماری یادمانی کم نیستند. برای نمونه نگاه کنید به: (Ghyka, 1977)

13 Caspar Purdon Clarke.

دانشگاه های کشور یکی از اصلی ترین منابع درسی برای در $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ با شناخت معماری سنتی ایران می باشد و می توان تصور نمود که چه حجم عظیمی از مخاطبان را داشته است و خواهد داشت.

۵ علت انتخاب فرض نرمال به دو دلیل است:

الف - در داده های آماری با تعداد زیاد (به طور معمول بیش از ۳۰) فرض نرمال از لحاظ ریاضی معقول است چنین چیزی - متناسب - قوی به حد مرکزی می باشد که یک قضیه مهم و معروف در نظریه $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$ است.

ب- در داده های با تعداد کم که با آن مواجه بودیم نمودار فراوانی داده ها شکل نرمال آن را پیشنهاد می کرد.

۶ در این رابطه X میانگین نمونه، S انحراف معیار نمونه و

از توزیع T -student با $n-1$ درجه آزادی به دست می آید که در آن n حجم نمونه است.

۷ سطح معنی دار پنج صدم یعنی این که پنج درصد ممکن است که این فرض به اشتباه رد شده باشد.

۸ فرض میانگین رد می شود، هر گاه قدرمطلق T از

بزرگتر باشد.

۹ در مورد این اصول نگاه شود به: (قرلباش و ابوالضیاء، ۱۳۶۴)

۱۰ در آموزه های استاد پیرنیا درباره نحوه طراحی کاربردی ها توسط معماران سنتی ایران بروشنی بیان می شود که در معماری ایرانی برای اجرای کاربردی بر روی مستطیل هایی با ابعاد متنوع راه حل های شناخته شده ای وجود داشته که معماران سنتی در موقعیت های گوناگون بسادگی از آنها استفاده می کرده اند. از ایشان در کتاب هندسه در معماری ایرانی می خوانیم:

«... هرگاه مستطیلی داشته باشیم بطول a و عرض b با تقریبی نزدیک واقعیت فرمول زیر میدا کار خواهد بود. تعداد اضلاع کاربردی $(a+b-2) \times 2$. با توجه به فرمول فوق مستطیلهایی با ابعاد:

3×3 کاربردی ۶ ضلعی می دهد

4×2 کاربردی ۸ ضلعی می دهد

4×3 کاربردی ۱۰ ضلعی می دهد

5×3 کاربردی ۱۰ ضلعی می دهد ...

ذکر این نکته اساسی لازمست که این تناسبات فوق العاده دقیق نیست و نسبت های 3×2 و 4×2 و ... حدودی کلی هستند در اجرا خود معماران با کمی پس و پیش کردن دهانه این تقسیم بندی را انجام می دهند که در اصطلاح بآن زد و خورد یا کست افزود گویند» (بزرگمهری، ۱۳۶۰، ۱۲).

اهمیت این مطلب در زمینه فهم هندسه شکل دهنده به پلان ساختمان های سنتی ایران زمانی روشن تر می شود که می بینیم دکتر ابوالقاسمی نحوه پوشش سقف را اصلی ترین عامل شکل دهی به بناهای ایرانی معرفی می نماید: «مطالب یاد شده و موارد عدیده دیگر، بخوبی نشان می دهند که از روزگاران کهن، پوشش و ساخت و سازه آن اصلی ترین عامل شکل دهی بنا بوده...» (ابوالقاسمی، ۱۳۸۶، ۳۸۵). ایشان با این استدلال، معماری ایرانی را از این لحاظ در نقطه مقابل معماری ژاپنی قرار می دهند که به زعم ایشان، در آن معماری، مسأله طراحی کف فضاها بر اساس ابعاد تاتامی، دغدغه اولیه معماران بوده است (ابوالقاسمی، ۱۳۸۶، ۳۸۵).

بنابراین با توجه به این اظهارات، می توان دریافت که کاربرد مستطیل های متنوع در پلان اتاق ها در خانه های ایرانی امری نامعمول و غیر متعارف نبوده است. دست کم می توان استنباط نمود که این گونه نبوده است که تنها مستطیل محاط در شش ضلعی - بشدتی که از آن

فهرست منابع:

ابوالقاسمی، لطیف (۱۳۸۹)، هنجار شکل یابی معماری اسلامی ایران، در «معماری ایران (دوره اسلامی)»، گردآورنده محمد یوسف کیانی، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، چاپ هشتم.

ابوالوفاء محمد بن محمد البوزجانی (۱۳۷۶)، هندسه ایرانی (کاربرد هندسه در عمل)، ترجمه و گردآوری ضمیمه: علیرضا جذبی، تهران: سروش، انتشارات صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران، چاپ دوم.

بزرگمهری، زهره (۱۳۶۰)، هندسه در معماری ایران، مجله اثر، بجای شماره ششم، تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران.

بلخاری قهی، حسن (۱۳۸۸)، هندسه خیال و زیبایی (پژوهشی در آرای اخوان الصفا درباره حکمت هنر و زیبایی)، مؤسسه تألیف، ترجمه و نشر آثار هنری متن، چاپ اول، تهران

پیرنیا، محمد کریم (۱۳۷۸)، آشنایی با معماری اسلامی ایران " ساختمانهای درون شهری و برون شهری"، تدوین غلامحسین معماریان، تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، مرکز انتشارات. چاپ چهارم.

پیرنیا، محمدکریم (۱۳۸۷)، تحقیق در گذشته معماری ایران، تدوین غلامحسین معماریان، تهران: سروش دانش، چاپ دوم.

عکس های هوایی شهر یزد مربوط به سال (۱۳۳۶)، تهران، سازمان نقشه برداری کشور.

قرلباش، محمدرضا و فرهاد ابوالضیاء (۱۳۶۴)، الفبای کالبد خانه سنتی یزد، وزارت برنامه و بودجه، معاونت فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، چاپ اول، تهران

لوح فشرده نقش عجب (بی تا)، سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری کشور.

نجیب اوغلو، گل رو (۱۳۸۹)، هندسه و تزیین در معماری اسلامی: (طومار توپقاپی)، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، تهران: روزنه.

Ghyka, Matila (1977), *The Geometry of Art and Life*, New York: Dover Publications, Inc.