

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
An Investigation of the Golden Proportions and Geometric Principles
Derived from Nature in the Structural Components of the Traditional
Houses (Case Study: Qajar Houses in Ardabil)
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

مقاله پژوهشی

بررسی تناسبات طلایی و اصول هندسی برگرفته از طبیعت در اجزای
کالبدی خانه‌های تاریخی
(مطالعه موردی: خانه‌های قاجاری اردبیل)

مهسا جوادی نوده^۱، آزاده شاهچراغی^{۲*}، علیرضا عندلیب^۳

۱. دکتری معماری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳. دانشیار گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۵

چکیده

بیان مسئله: بهره‌گیری از تناسبات برگرفته از طبیعت در معماری سنتی، اصلی جاری در تعامل با طبیعت بوده است. زیرا ارتباط صوری با طبیعت می‌تواند به بهینه‌سازی ساختارهای متناسب با هر منطقه منجر شود. در واقع ساختارهای طبیعت در طی سال‌ها با آزمون‌های مختلف و ترکیبی پایدار اصول بازتولیدشدنی را در فضاها ایجاد کرده‌اند. اصولی که امروزه در تناسبات فضایی هر منطقه نادیده گرفته می‌شود. بر این اساس تعداد بیست و چهار خانه تاریخی از دوره قاجار در اردبیل که بیشترین فراوانی را دارند مورد بررسی قرار می‌گیرند.

هدف پژوهش: بررسی اجزای کالبدی خانه‌های تاریخی اردبیل با اصول هندسی برگرفته از طبیعت هدف اصلی پژوهش است. بر این مبنای شناسایی میزان سازگاری تناسبات هندسی رایج در خانه‌ها با تناسبات ایرانی، نسبت‌های طلایی و تقریبی از آنها که برگرفته از طبیعت‌اند، پرداخته می‌شود.

روش پژوهش: بعد از مطالعات میدانی و جمع‌آوری ابعاد و اندازه‌ها، با استفاده از نمودار فراوانی، مجموعه‌های حاصل از تناسبات هندسی واقع بر تالارها، اتاق‌ها و نماهای اصلی شناسایی می‌شود تا میزان سازش این تناسبات با نسبت‌های برگرفته از طبیعت مشخص شود. این پژوهش که از نوع کاربردی و ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی است و با روش استنتاجی و تحلیل داده‌های رایج‌ترین نسبت‌های فضایی و استانداردهای حاکم منطبق بر طبیعت را مشخص می‌کند.

نتیجه‌گیری: نتایج براساس رایج‌ترین نسبت‌ها نشان می‌دهد که معماری خانه‌ها از لحاظ صوری اغلب در تعامل با طبیعت‌اند. به نحوی که معماران بناها علاوه بر استفاده از سیستم‌های تناسباتی ایرانی (غالباً در تالارها) و نسبت‌های طلایی (غالباً در اتاق‌ها و مرکزیت نماهای متقارن و ارسی) در چیدمان عناصر و فضاهای معماری از پلان تا نما از نسبت‌های نزدیک به اعداد حسابی ساده نیز بهره‌جسته‌اند که نشان‌دهنده تأثیرپذیری الگوهای فضایی و ارتباط آنها با ترکیب داده‌های دریافتی از طبیعت‌اند که در تکامل بنا با یکدیگر ممزوج شده‌اند.

واژگان کلیدی: هندسه، طبیعت، تناسبات طلایی، خانه‌های تاریخی، شهر اردبیل.

مقدمه

سیروس صبری، ابراهیم دماوندی و عباس پور، (۱۳۹۱، ۶۰). داده‌های حاصل از طبیعت نیز بر مبنای الگوهای پایه، تناسبات و هندسه منظم پی‌ریزی شده‌اند. بر همین اساس این اصول هندسی وسیله‌ای برای پیوند معماری ایران با رازهای نظام طبیعت شده است و نظام آفرینش معماری ایرانی را متعالی نموده است. لذا معماری خانه‌های تاریخی ایران بهترین گواه بر تطابق با طبیعت به وسیله اصول هندسی است (دانش دوست، ۱۳۷۴). در واقع معمار با شناخت عوامل مادی از قبیل مواد

معماری سنتی در بستر طبیعت و در تعامل با آن شکل گرفته است. از این رو طبیعت شالوده و زیربنای شکل‌دهنده به آن است (نقابی، هاشم‌پور و آصفی، ۱۳۹۹، ۱۱۴). بر این اساس هر جزء معماری سنتی ریشه در تعدادی از زوایای پنهان طبیعت دارد (لفاچی و جهاندار، ۱۳۹۶، ۸۵). از آنجا که هدف اولیه در طبیعت بهینه‌سازی و نظم در ساختارهاست (مهدی‌نژاد،

***نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۲۹۰۲۴۱@shahcheraghi@srbiau.ac.ir

به عنوان جامعه آماری انتخاب می‌شوند. بر این مبنا تناسبات هندسی فضاهای اصلی نظیر: بیست و هشت نمونه از تالارها، نود و پنج نمونه از اتاق‌ها و بیست و هشت نمای اصلی با روش‌های ترسیمی و داده‌های برداشت‌شده به وسیله نمودارها تحلیل می‌شود تا نتایج بر مبنای رایج‌ترین نسبت‌ها مشخص شود.

پیشینه تحقیق

بسیاری از پژوهش‌ها به وجود رابطه میان تناسبات طلایی با ساختار ابنیه تاریخی تأکید و نمونه‌هایی از آن را مطرح می‌کنند (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۹). اولین مورد به کارگیری نسبت‌های طلایی را می‌توان به مهندسان بدوی در ساخت اهرام مصر و معبد پارتون نسبت داد (بمانیان، ۱۳۸۱، ۷). همچنین در قرون وسطی، رنسانس و سایر ادوار این نسبت‌ها در معماری، نقاشی، مجسمه‌سازی و... برای رسیدن به تعادل و زیبایی بسیار مورد استفاده قرار گرفتند (ملازاده، محمدیان منصور، جوانمردی و خداینده، ۱۳۹۵، ۸۲). به طوری که لوکوربوزیه نیز، سیستم مدولار خود را بر مبنای تناسبات طلایی تنظیم کرد (نقره‌کار، ۱۳۷۸، ۲۲). در ایران نیز می‌توان کاربرد تناسبات ایرانی را در بنای تخت جمشید، زیگورات چغازنبیل، مسجد جامع اصفهان، مسجد شیخ لطف‌الله، چهارطاقی نیاسر و... به عنوان یک اصل مهم و منظم در اجرای صحیح مشاهده کرد (Mahdipour, 2012, 98).

تاکنون تحقیقات متعددی در بافت‌های تاریخی ایران صورت گرفته است که نشان از نقش پررنگ الگوهای هندسی و تناسبات در شکل‌گیری بسیاری از آثار هنری و معماری این سرزمین دارد. بنابراین مطابق با هدف این مطالعه به بررسی پژوهش‌های در این راستا، پرداخته می‌شود. بر این مبنا پورا احمدی، یوسفی و سهرابی (۱۳۹۰، ۶۰) در پژوهشی نسبت طول به عرض حیاط و اتاق‌ها در خانه‌های تاریخی یزد را مطابق آموزه‌های استاد پیرنیا درباره تناسبات ایرانی با روش‌های آماری بررسی کرده‌اند و مشخص شد که اگر چه این خانه‌ها از نسبت‌های ایرانی پیروی نمی‌کنند ولی به نسبت‌های حسابی ساده نزدیک‌ترند. در واقع در پژوهش مذکور علاوه بر حوزه اقلیمی گرمسیر، تنها تطابق با نسبت‌های ایرانی برای سنجش آموزه‌های استاد پیرنیا ملاک عمل قرار گرفته است. در حالی که در پژوهش حاضر علاوه بر حوزه اقلیمی و منطقه‌ای، از نسبت‌های طلایی مختلف برگرفته از طبیعت و هندسه پنهان عناصر، برای تحلیل تناسبات فضاها استفاده شده است.

بلیلان و حسن‌پور (۱۳۹۸، ۴۵) نیز با نرم‌افزارها و تحلیل‌های دستی به شناسایی الگوهای هندسی موجود در هنر و معماری منطقه تاریخی ابیانه پرداخته‌اند و تناسبات طلایی را در تمامی نمونه‌های برداشت‌شده هنری و معماری منطقه یافتند. این در حالی است که مقاله حاضر به سبب مشخص کردن حوزه پژوهش، به بررسی تناسبات به صورت صوری در اجزای کالبدی خانه‌های

و مصالح، شرایط اقلیمی، محاسبات هندسی و ریاضی، عوامل فنی و اجرایی، اندیشه‌های حاکم الگوی تناسباتی منطقی را انتخاب کرده و اعمال می‌نمود (بلیلان و حسن‌پور، ۱۳۹۸، ۴۹). بنابراین این هندسه دارای کارکردی چندجانبه در معماری سنتی بوده است. با این وجود امروزه به تناسبات و روابط اعداد در هندسه فضاها کمتر توجه می‌شود. در حالی که اصلی بازتولیدشدنی برای دستیابی به زیبایی است. تا با خلاصه کردن، دگرگون کردن و وفق دادن با نیازهای امروز به کار گرفته شوند و تداوم و پیوستگی معماری مطلوب را در پی داشته باشد. علاوه بر این بررسی هندسه پایه در بناهای تاریخی اصول به کاررفته در فضاهای اصلی، نحوه ارتباط فضاها با یکدیگر، محل قرارگیری هریک از عناصر معماری و ارتباط زیبایی و استحکام را در ساخت این بناها مشخص می‌کند تا این عملکردها در مرمت بناهای تاریخی نیز به کار رود.

در واقع ساختارهای طبیعت آزمایش‌های زیادی را طی کرده‌اند و به شکل‌ها و ترکیب‌های پایدار و مستحکم‌تری در طول میلیون‌ها سال رسیده‌اند (مهدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱، ۶۵). از این رو دانشمندانی چون افلاطون، اقلیدس، کپلر، ارسطو و... نسبت‌های طلایی و تقریبی از آنها را (نسبت‌های حاصل از دنباله فیبوناچی) از مهم‌ترین قوانین و اصول هندسی و تناسباتی برگرفته از طبیعت می‌دانند. علاوه بر این نسبت‌های حاصل از تناسبات ایرانی که توسط پیرنیا، بوزجانی و... براساس قاعده‌مندی نظام گیتی و در تعادل و تناسب با طبیعت است، بارها مورد تأکید قرار گرفته‌اند (پورا احمدی، یوسفی و سهرابی، ۱۳۹۰، ۷۰). براین اساس، پژوهش‌های متنوعی به وجود تناسبات و الگوهای هندسی در ساخت بناهای تاریخی در ایران اشاره کرده است. با این وجود در مورد نظام هندسی و مشخصاً تناسبات طلایی و تقریب‌های حاصل از آنها در خانه‌های تاریخی، پژوهش‌های محدودی انجام شده است. با توجه به اینکه بافت تاریخی اردبیل دارای آثار معماری ارزشمندی نظیر خانه‌های تاریخی است که از منظر مطالعات معماری سنتی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، این مطالعه با رویکرد بازخوانی اصول هندسی برگرفته از طبیعت در عناصر فضایی-کالبدی هر یک از خانه‌های تاریخی در این منطقه انجام شده است، تا مشخص شود کدام‌یک از تناسبات ذکر شده، غالباً در اجزای کالبدی فضاها مختلف به کار گرفته شده است. براین اساس پژوهش حاضر الگوی هندسی و تناسبات مورد استفاده در تالارها، اتاق‌ها و نمای اصلی خانه‌های این منطقه را با روش‌های ترسیمی و نسبت‌های محاسباتی شناسایی می‌کند.

برای ارزیابی دقیق‌تر نتایج و مشخص کردن رایج‌ترین حالت به کارگیری مطابق با تناسبات برگرفته از طبیعت تقریباً تمامی خانه‌های تاریخی ثبت‌شده در میراث فرهنگی با تعداد بیست و چهار نمونه که غالباً متعلق به دوره قاجار و اواخر آن است،

حاضر با تمرکز بر اجزای پلان و نما، خاصه در معماری خانه‌های تاریخی اردبیل در دوره قاجار، مشخصاً به شناسایی الگوهای هندسی و تناسباتی آن در جزئیات فضاها برای نخستین بار در این منطقه می‌پردازد. در واقع غالب پژوهش‌های پیشین به بررسی معماری مسکونی بومی با جامعه آماری محدودتر و براساس تناسبات ایرانی پرداخته‌اند. و به صورت کلی اجزای پلان یا نما را مورد بررسی قرار داده‌اند. در حالی که در پژوهش حاضر تمامی تناسبات هندسی برگرفته از طبیعت و تقریب برآمده از آن را در جزئیات تالارها، اتاق‌ها، نما و حتی برخی از ارسی‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرد. به این ترتیب با توجه به موارد فوق جنبه نوآوری پژوهش حاضر قابل تأکید است. به نحوی که با تحلیل الگوهای هندسی غالب در ساختارهای مورد مطالعه می‌توان با رعایت اصول و الگوهای آن در طراحی خانه‌های این منطقه شاهد خلق معماری پایدار بود. براین اساس پژوهش حاضر مطابق با نوع هدف یک مطالعه کاربردی به صورت ترکیبی از روش‌های کیفی و کمی است که در نمودار فراوانی با طول و بازه مشخص، هندسه غالب را در فضاها نشان می‌دهد تا استنتاج و تحلیل داده‌ها بر مبنای استقرا صورت گیرد و اصول هندسی حاکم و کاربرد آن در خانه‌ها مشخص شود. براین اساس ابتدا به چارچوبی نظری از هندسه و تناسبات طلائی دست یافته و سپس با روش‌های محاسباتی، ترسیمی و تحلیلی به شناخت الگوهای هندسی رایج پرداخته می‌شود.

روش‌شناسی

در پژوهش حاضر، جمع‌آوری داده‌ها به شیوه بررسی اسناد و مدارک کتابخانه‌ای، تحلیل نقشه‌ها و داده‌های برداشت‌شده با مطالعات میدانی انجام گرفته است. بدین ترتیب که مطابق **تصویر ۱** بعد از بررسی مطالعات پیشین و مبنای نظری پژوهش با روش ترسیمی و محاسباتی به تناسبات صد و بیست و سه اتاق و بیست و هشت نمای اصلی در بیست و چهار نمونه از خانه‌های تاریخی اردبیل، پرداخته می‌شود و تناسبات در ساختارهای کلی قابل رؤیت در پلان و نماها ترسیم می‌شود. بدین ترتیب داده‌های کمی حاصل از مطالعه تجربی استخراج شده و مورد تحلیل قرار می‌گیرند تا نمودارهای فراوانی آنها با روش استرژنیر به تعدادی بازه با طول مشخص برای تالارها، اتاق‌ها و نماهای اصلی محاسبه شود و نهایتاً میزان مطابقت با الگوهای هندسی و نسبت‌های برگرفته از طبیعت در آنها مشخص شود. در این پژوهش توجه به روند نظم‌پذیری ساختار هندسی و تبیین نظام هندسی به وسیله ترسیمات و نسبت‌های محاسباتی صورت می‌گیرد.

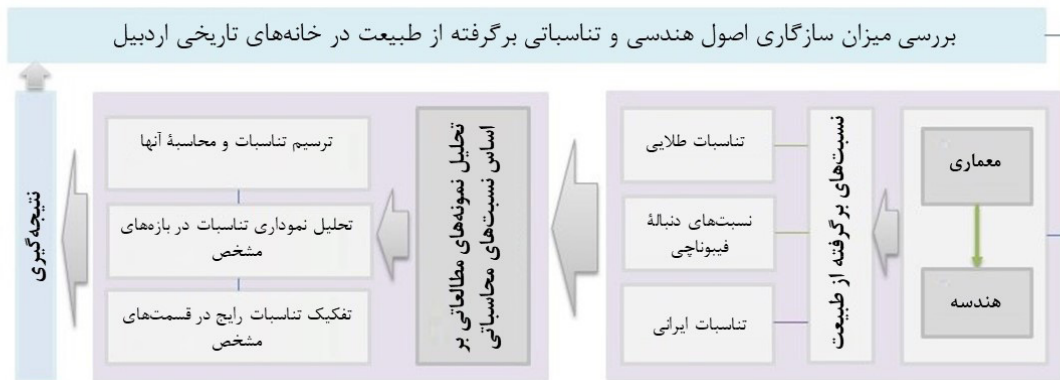
مبانی نظری تحقیق

به طور کلی براساس هدف تحقیق، در این پژوهش مفاهیم و اشتراکات هندسه، معماری و نسبت‌های برگرفته از طبیعت،

تاریخی می‌پردازد و یافته‌های آن تناسبات فضاها اصلی در طراحی پلان و نما را به تفکیک در نسبت‌های طلائی مختلف مشخص می‌کند و هندسه پنهان به کاررفته در اجزا و عناصر، تشابهات فضایی و الگوها در تناسبات را مورد بررسی قرار می‌دهد. همچنین در پژوهشی تحلیلی هاشمی زرج‌آباد، ضیایی‌نیا و قربانی (۱۳۹۴، ۲۰۷) به بازخوانی اصول هندسی و تناسبات طلائی در پلان، نما و مقطع مدرسه شوکتیه پرداختند. مشخص شد در این مدرسه از نسبت طلائی بیشتر از تناسبات ایرانی استفاده شده است. همچنین پژوهش‌های مشابهی در تناسبات حیاط و نمای سردر مساجد دوره صفویه اصفهان و تناسبات به کاررفته در تیمچه‌های بازار و نمونه‌های مشابه دیگر نیز صورت پذیرفته است. تفاوت اصلی این نوع پژوهش‌ها با مقاله حاضر علاوه بر دوره زمانی در تعداد نمونه‌ها و کاربری‌های مورد بررسی است. به این ترتیب که در دوره صفوی غالباً تک بناهای شاخص برای بررسی موجودند. در حالی که در این پژوهش با مطالعه نمونه‌های بیشتری از دوره قاجار به نتایج دقیق‌تر با جزئیات بیشتری اشاره می‌شود و در ادامه به تکمیل اطلاعات معماری تاریخی در دوره‌های زمانی مختلف و در کاربری‌های متفاوت منجر می‌شود. نجفقلی پور کلانتری، اعتصام و حبیب (۱۳۹۶، ۴۷۷) در پژوهشی توصیفی-تحلیلی به بررسی هندسه و تناسبات در خانه‌های تاریخی تبریز پرداختند و به وجود تناسبات طلائی در بناهای متقارن و نوعی از تناسبات در سایر خانه‌های این منطقه پی بردند. در این پژوهش صرفاً به بررسی تناسبات طلائی موجود در نمای تعدادی از خانه‌های تاریخی پرداخته شده است و به سایر جزئیات و اجزای کالبدی اشاره نشده است. در حالی که پژوهش حاضر تالار، اتاق‌ها، نما و سایر اجزاء را در تعداد بیشتری از خانه‌های یک دوره تاریخی و با نسبت‌های طلائی مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد.

در مطالعه‌های دیگر ذاکری، قهرمانی، شهنازی و بازیار حمزه‌خانی (۱۳۹۵، ۲۷) با استفاده از آزمون‌های آماری، توزیع نرمال، ضریب تغییرات و... میزان تبعیت فضاها پنج‌دری، سه‌دری و حیاط را از مستطیل طلائی ایرانی و گز و پیمون در ده خانه تاریخی شیراز مورد آزمون قرار دادند و مشخص شد که فضاها خانه بیش از اینکه از ابعاد مستطیل ایرانی پیروی کنند به نسبت‌های گز و پیمون نزدیک است. در پژوهش حاضر علاوه بر جامعه آماری بیشتر، با روش تحقیق متفاوت به تحلیل‌های براساس نمودار فراوانی با تعداد بازه با طول مشخص پرداخته می‌شود تا هم‌سویی معماری بومی با اصول هندسی و تناسباتی برگرفته از طبیعت و تقریب‌های حاصل از آن مورد بررسی قرار گیرد.

مطالعات صورت گرفته، نشان می‌دهد اگرچه در رابطه با اصول هندسی و تناسباتی خانه‌های مناطق مختلف پژوهش‌هایی انجام شده، اما اجزای خانه‌های بومی اقلیم سرد ایران به صورت بسیار محدود و صرفاً در نما مورد بررسی قرار گرفته‌اند. لذا پژوهش



تصویر ۱. دیاگرام فرایند انجام پژوهش. مأخذ: نگارندگان.

• مفهوم نسبت‌های طلایی و سری فیبوناچی برگرفته از طبیعت

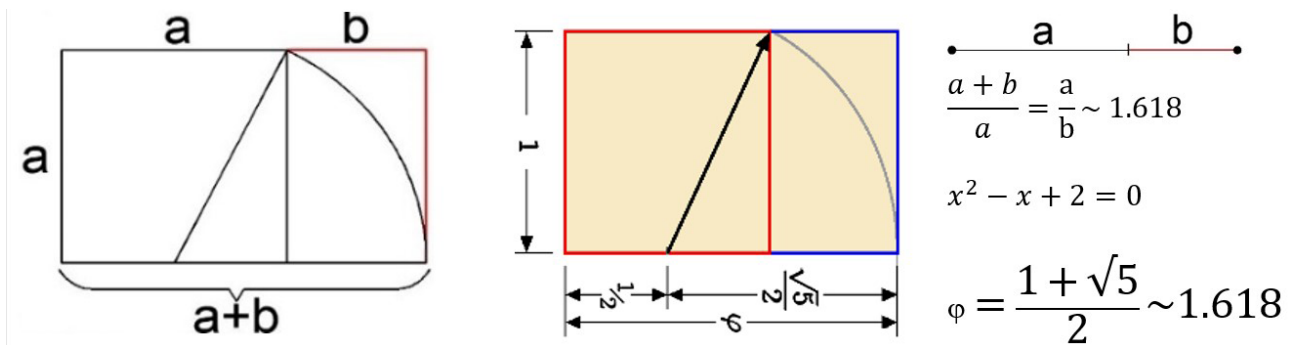
نسبت طلایی از دوران باستان به عنوان زیباترین نسبت متقارن از طبیعت مورد توجه بسیاری از دانشمندان و هنرمندان بوده است. به طوری که در ساختارهای هندسی نظیر مستطیل، مارپیچ، مثلث و پنج ضلعی منتظم جا می‌گرفته است. براین اساس مستطیلی که نسبت طول به عرض آن، برابر با عدد فی باشد، و از پنج ضلعی منتظم و تناسبات آن برآمده باشد، مستطیل طلایی نام دارد (موسوی، ۱۳۹۵، ۴۰) که در تصاویر ۲ و ۳ به تشریح آن پرداخته شده است. همچنین مطابق تصویر ۴ با تقسیم مستطیل، یک شکل مارپیچی که از نقطه اولیه با زاویه‌ای می‌چرخد، پدید می‌آید که به مارپیچ طلایی مشهور است و بر مبنای فاکتور عدد فی یا تقسیم طلایی شکل می‌گیرد (Madden, 2005, 14-16). این مارپیچ مطابق روند تشعشع انرژی در طبیعت است که در یک فرآیند طبیعی انرژی از مرکز به شکل مارپیچ پخش می‌شود. بر این اساس الگوهای رشد جانوران، الگوهای سیارات در فضا و... بر این ریتم شکل گرفته‌اند (موسوی، ۱۳۹۵، ۴۲). همچنین نسبت عدد فی برای ایجاد مستطیلی که ضلع کوچک آن یک واحد ضلع بزرگتر بود استفاده می‌شد و هر بار که مربعی از آن کسر می‌شد مستطیل باقی‌مانده همان نسبت قبلی را دارد. نسبتی که در تمام طبیعت (صدف ماهی‌ها، مارپیچ حلزون، گلبرگ‌ها و...) دیده می‌شود (گلپورفرد، ۱۳۸۷، ۳۹).

لئوناردو فیبوناچی ریاضیدان قرن ۱۲ و خالق توالی فیبوناچی^۲ است. وی به ارتباط عمیق این سری با نسبت طلایی پی می‌برد و هر دو نسبت را برگرفته از طبیعت می‌داند (Akhtaruzzaman, 2011, 15). در واقع نسبت توالی فیبوناچی که تقریبی از نسبت طلایی است را می‌توان از آرایش‌های برگی و گلبرگی در گیاهان تا ساختار فضا مشاهده کرد. به عبارت دیگر این نسبت را به دلیل خاصیت ریاضی و هندسی به صورت‌های گوناگون از عالم کهکشان‌ها گرفته تا ساختار کریستالی مولکولی، ساختار گیاهان، الگوی رشد حیوانات و ساختار و سلامتی بدن انسان

نسبت‌های طلایی و فیبوناچی و اصول هندسی به‌کاررفته در معماری مورد مطالعه قرار می‌گیرد. به این منظور به معرفی این مفاهیم و تعاریف مرتبط با آنها پرداخته می‌شود.

• نسبت‌های برگرفته از طبیعت در هندسه و معماری

نسبت‌های معین موجود در اشکال مختلف طبیعت تابع اول انتزاعی هندسه هستند. در این میان، معماری و هندسه که پیوند نزدیکی با هم دارند به نحوی می‌توانند بازتاب نسبت‌ها و پدیده‌های طبیعی باشند (حجازی، ۱۳۸۷، ۱۷). خصوصاً در معماری سنتی، تمام اندازه‌ها و الگوهای طراحی شده وابسته به هندسه بوده است و هیچ چیز از این معماری زاده هوس و اتفاق نبوده است (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۵۹). در واقع نظم هندسی لازمه هر مجموعه پویا و سامان‌مندی است. به طوری که در یک بنای معماری، همه ابعاد، هم در تمامیت آن (ارتفاع، طول و عرض) و هم در اجزاء آن (شامل الگوهای سطحی) به هم پیوسته و جدای از هندسه نیستند (نصر، ۱۳۷۹، ۱۱۴-۱۱۸). به این ترتیب هندسه نیز با الگوبرداری از اشکال طبیعی که در ذات خود مقدس بودند، توسعه یافتند (نجفقلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶، ۴۸۲) تا برای خلق تعادل، هماهنگی، توازن، نظم، زیبایی، بداعت و خلاقیت، فرم ساختاری، کارکردهای اقلیمی و... در معماری به کار روند (Ozkan & Dogan, 2013, 170). در واقع معماری سنتی با استعانت از علم هندسه در طبیعت و الگو قراردادن آن به خلق اثر و ایجاد فضاهای پر و خالی پرداخته است (احمدی و حبیب، ۱۳۹۸، ۱۳۷). بر این مبنای معماری سنتی براساس همین فرهنگ محیط‌های مطلوبی را با هویتی ثابت پدید آورده است (حیدری و قاسمیان، ۱۳۹۸، ۸۸). از اولین نمونه‌های استفاده از طبیعت در معماری به‌کارگیری هندسه برگرفته از نسبت‌های طلایی در پلان‌ها و نماها است (Ghyka, 1977, 88-91). این تناسب مطابق با هندسه اقلیدسی برگرفته از ریاضیات نقطه و خط است (روستایی، ۱۳۹۵، ۴۳). بنابراین نظم هندسی می‌تواند از طبیعت برخاسته و بر معماری منطبق شود و بر مبنای قوانین طبیعت هماهنگی چندجانبه‌ای را با معماری برقرار کند.



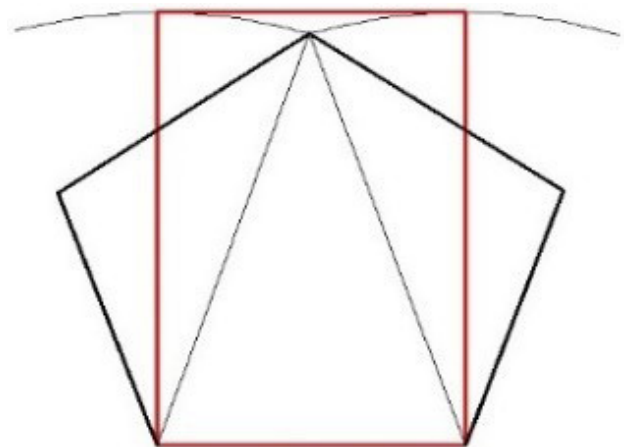
تصویر ۲. نحوه ترسیم مستطیل با نسبت طلایی و معادلات ریاضی آن. مأخذ: Posamentier & Lehmann, 2012, 8.

در معماری سنتی ایران نیز نسبت‌هایی، متناسب با طبیعت تجسم شده است. نسبت‌های طلایی ایرانی علاوه بر استاد پیرنیا توسط ابوالوفای بوزجانی، ابواسحاق کوبنایی و... بارها مورد تأکید قرار گرفته‌اند (پوراحمدی و همکاران، ۱۳۹۰، ۷۱). در واقع مستطیلی که نسبت طول به عرض آن برابر با $1/73$ باشد مستطیل طلایی ایرانی است. بر این اساس مطابق تصویر ۶ عدد $1/41$ نیز جزئی از تناسبات به کاررفته در ترسیم این مستطیل است (عطاریان، مؤمنی و مسعودی، ۱۳۹۴، ۷۱). همچنین نسبت‌های مستطیل طلایی می‌توانند در شش ضلعی منتظم محاط شوند، زیرا مستطیل‌های محاط در شش ضلعی مطابق تصویر ۶ به سبب طریقه رسم و تعیین رون همواره مورد توجه معماران ایرانی بوده‌اند (پیرنیا، ۱۳۷۸، ۱۵۵-۱۵۹). از این رو علاوه بر $1/41$ و $1/73$ اعداد $1/15$ و $2/31$ از نسبت‌های به دست آمده، مستطیل محاط در شش ضلعی هستند.

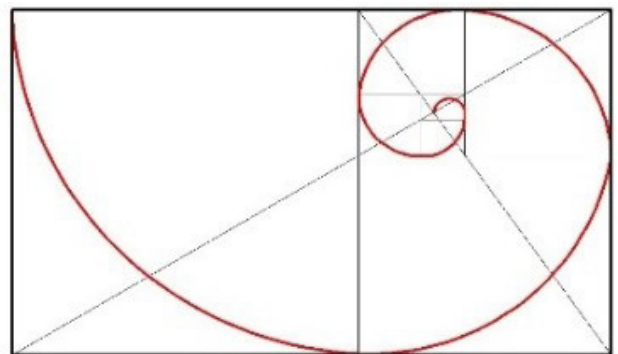
محدود بودن این هندسه تنها به نسبت‌های مستطیلی، نه تنها دلیلی بر کمال آن نیست. بلکه برعکس بر جمود و عدم پویایی این نوع معماری است. بنابراین ارتباط معماری با هندسه امری تصادفی نیست و در جزء و کل آن تدبیری بیش از اشکال صوری وجود دارد. در واقع هندسه زبان ریاضی معماری است که ظاهری ساده اما باطنی پیچیده و چند عملکردی دارد (پورعبدالله، ۱۳۸۹، ۹-۱۱).

- اصول به کارگیری تناسبات هندسی در معماری

هندسه در رده علم ریاضی و شناخت تناسبات با ابعاد کمی و کیفی خود اساس و مبنای معماری است. از این رو معمار برای خلق معماری مطلوب ملزم به پیروی از اصول این دانش است (Rosental, 1970, 7-188). رابطه معماری و هندسه را می‌توان هم در ترکیب دیداری بنا و هم در روابط عملی آن مشاهده کرد (طاهری و ندیمی، ۱۳۹۳، ۵). زیرا الگوبرداری از اصول هندسی طبیعت همواره از زوایا، روش‌ها و سطوح مختلف انجام می‌گیرد (فلاح، ۱۳۹۶، ۱۶۷). بنابراین بهره‌گیری از این الگوها منجر به دستاوردهای پایدارتر می‌شود (لفافچی و جهاندار، ۱۳۹۶، ۱۰۲). در واقع کاربرد دانش هندسه در معماری بیش از عالم محسوس، عالم معقول را دربرمی‌گیرد و مهارتی مشترک

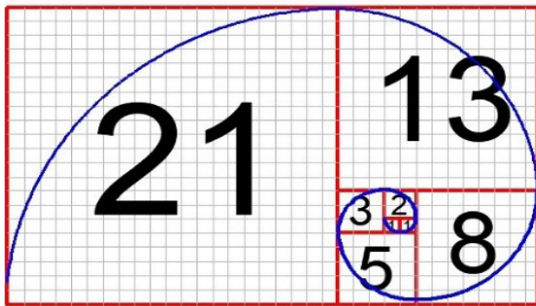


تصویر ۳. مستطیل طلایی حاصل از نسبت قطر پنج ضلعی به ضلع آن با نسبت $1/61$. مأخذ: نوایی و حاجی قاسمی، ۱۳۹۰، ۱۱۷.



تصویر ۴. مارپیچ حاصل از تقسیم مستطیل طلایی. مأخذ: Posamentier & Lehmann, 2012, 8.

می‌توان مشاهده کرد. به نحوی که بر این اساس از اتم تا کیهان نسبت توالی فیبوناچی و نسبت طلایی نقش معماگونه‌ای در طبیعت حاکم بر آنها داشته است. در واقع این تناسبات در هر جزء راهگشایی به سوی سلامت و کاهش معضلات بوده است (موسوی، ۱۳۹۵، ۳۹-۵۱). با آن که ریاضی و هندسه کاملاً از هم جدا بوده‌اند اما شیوه‌های قابل تبدیل به هم برای بیان مفاهیم ریاضی واحد را داشته‌اند که یکی به زبان اعداد و دیگری بر اشکال هندسی اتکا داشته است (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۹، ۱۸۸). بر همین مبنا تصویر ۵ روابط موجود بین نسبت‌های دنباله فیبوناچی و مستطیل طلایی را نشان می‌دهد.



$$f(n) = \frac{\varphi^n - (1 - \varphi)^n}{\sqrt{5}} = \frac{\varphi^n - (-\varphi)^{-n}}{\sqrt{5}}$$

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \sim 1.618$$

$$n=k \rightarrow f(n) = \frac{(\frac{1+\sqrt{5}}{2})^n - (\frac{1-\sqrt{5}}{2})^n}{\sqrt{5}}$$

$$f(1) = 1, f(2) = 2, f(3) = 3, f(4) = 5, f(5) = 8$$

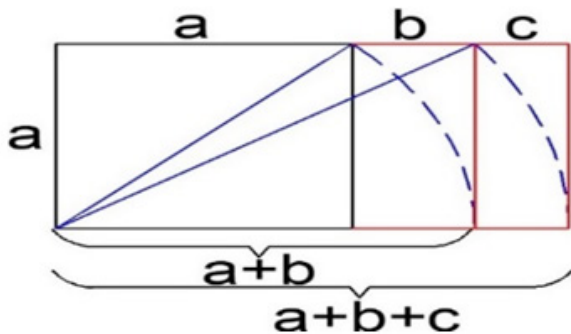
$$f(6) = 13, f(7) = 21, f(8) = 34, \dots$$

$$\frac{f(7)}{f(6)} = 1.61$$

$$\frac{f(7)}{f(6)} = 2.62$$

$$\frac{f(7)}{f(4)} = 4.20$$

تصویر ۵. مستطیل طلائی و ارتباط آن با اعداد فیبوناچی و نسبت‌های حاصل از آن. مأخذ: Posamentier & Lehmann, 2012, 8



$$\frac{a+b}{a} = 1.41$$

$$\frac{a+b+c}{a} = 1.73$$

تصویر ۶. گام‌های ترسیم مستطیل ایرانی و نسبت‌های برآمده از آن. مأخذ: نگارندگان با استفاده از Posamentier & Lehmann, 2012, 8

است. برای این اساس در گام اول، پس از بررسی شهر و محدوده تاریخی مورد مطالعه، نمونه‌های موردی انتخاب و تناسبات حاصل از فضاها مورد بررسی قرار می‌گیرد. در گام دوم با استفاده از نمودارهای ترسیمی به تحلیل هر یک از نمونه‌ها پرداخته می‌شود. از آنجا که خانه‌های تاریخی از فضاهای متعددی نظیر اتاق‌های سهدری، پنج‌دري، تالار، مهمان‌خانه، هشتی، دهلیز، مطبخ، اصطبل، انبار و... تشکیل شده‌اند که این فضاها بر مبنای سه دسته اصلی، خدماتی و ارتباطی تفکیک می‌شوند (موسوی، طیبسی و مهدی‌زاده سراج، ۱۳۹۹، ۳۲) در این پژوهش، هندسه فضاهای اصلی شامل اتاق‌ها و تالارها مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین در ادامه علاوه بر پلان، نماهای اصلی نیز به تفکیک مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

محل انجام پژوهش و معرفی نمونه‌های موردی

اردبیل از جمله شهرهای کهن ایران و واجد بافت تاریخی با الگوی شهرهای ایرانی است که در بردارنده عناصر معماری ارزشمندی نظیر خانه‌های تاریخی است. این منطقه با دارا بودن آب‌وهوای بسیار سرد زمستان مناسب تابستان در ارتفاع ۱۳۵۰ تا ۱۵۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد (ظهوری، ۱۳۹۴، ۲۱۵). بافت قدیمی شهر به شکل

از ترکیب ساختاری و ادراکی است (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۹، ۱۸۱) که بیش از ماهیتی نمادین به عنوان عنصری سازمانده در ساختمان محسوب می‌شود (عباسی، قاسمی، ولی‌بیگ و سعدوندی، ۱۳۹۸، ۹۶) و در پی پاسخگویی به نیازهای عملکردی، سازهای و زیبایی در معماری است. زیرا هندسه هر منطقه با زوایای مختلف از الگوی تناسباتی پیروی می‌کند (بمانیان، اخوت و بقایی، ۱۳۸۹، ۱۵-۱۶). بنابراین گونه‌ای از این هندسه آشکار در ساختار کلی و گونه‌ای غیرآشکار در ساختار پنهان و تأثیرگذار بر سایر فرم‌هاست (طباطبایی زواره، ولی بیگ، عظیمی و شهبازی چگنی، ۱۳۹۷، ۱۰۵). در معماری سنتی علاوه بر هندسه طلائی، پیمون نیز ابزاری برای خلق اندازه‌های منظم در ساختمان بوده است تا به کارگیری آن سبب کاهش گوناگونی در اندازه‌ها، سهولت چیدمان و خلق فضاهای جدید بدون نیاز به تغییرات عمده در سایر فضاها شود (ذاکری و همکاران، ۱۳۹۵، ۱۶).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

همانگونه که پیش از این نیز عنوان شد، پی‌بردن به تناسبات هندسی موجود در خانه‌های تاریخی منوط به روش‌های ترسیمی و تحلیل داده‌های عددی حاصل از نسبت‌های محاسباتی

صورت معنی دار قابل تفسیر شوند. بنابراین طبقه بندی این داده‌ها مستلزم محاسبه مرحله به مرحله تعداد و طول دسته‌های هر واحد با استفاده از فرمول‌های مشخص است. از این رو برای به دست آوردن تعداد و طول دسته‌ها از فرمول زیر که به قانون استرژنیر معروف است، استفاده می‌شود (نصیری، ۱۳۸۴).

$$K = (\log n \frac{3}{2}) + 1$$

تعداد طبقات = K

تعداد اعداد = N

$$\text{Log} = 10 \text{ لگاریتم بر مبنای } 10$$

به این ترتیب، ابتدا برای دستیابی به تناسب هندسی به کار گرفته در ۲۸ نمونه از تالارهای واقع در ۲۴ خانه تاریخی اردبیل براساس کدبندی مشخص شده در جدول ۱ و تصویر ۸ پلان تالارها (براساس سه‌دری، چهاردری، پنج‌دری، هفت‌دری، نه‌دری و دوازده‌دری) تفکیک شده و داده‌ها مطابق تصویر ۸ با تعداد ۶ دسته با طول ۰/۲۵ مشخص می‌شوند. در ادامه تصویر ۹ نیز درصد فراوانی هر دسته را معین می‌کند.

در تصویر ۸ مشخص می‌شود که داده‌ها غالباً در نزدیکی تناسب ایرانی و تقریبی از نسبت‌های طلایی تجمع بیشتری دارند. همچنین به صورت دقیق‌تر تصویر ۹ نشان می‌دهد که بازه (۱/۶۷ تا ۱/۹۱) خصوصاً ۱/۷۳ و بازه (۲/۴۰ تا ۲/۶۵) خصوصاً ۱/۶۱ و نهایتاً بازه (۱/۴۲ تا ۱/۶۷) خصوصاً ۱/۶۷ به ترتیب با ۱۴/۳۲ درصد، ۲۵ درصد و ۱۷/۸۵ درصد بیشترین فراوانی را در بین نسبت‌های مشخص شده دارند.

اتاق‌ها، فضاهای اصلی دیگری هستند که در این مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرند، از این رو تناسب هندسی نود و پنج نمونه از اتاق‌ها در بیست و چهار خانه مطابق تصویر ۱۰ مورد بررسی قرار می‌گیرد و از آنجا که تعداد نمونه‌های مطالعاتی زیاد است برای تفکیک نسبت‌های آنها از تعداد ۸ دسته با طول ۰/۲ استفاده می‌شود. در ادامه تصویر ۱۱ نیز درصد فراوانی هر دسته را مشخص می‌کند.

در تصویر ۱۰ مشخص می‌شود که داده‌ها غالباً در نزدیکی نسبت‌های طلایی و تناسب ایرانی تجمع بیشتری دارند. همچنین به صورت دقیق‌تر تصویر ۱۱ نشان می‌دهد که بازه (۱/۶۹ تا ۱/۴۹) خصوصاً ۱/۶۱ و بازه (۱/۲۹ تا ۱/۱۰) خصوصاً ۱/۱۵ و نهایتاً بازه (۱/۸۹ تا ۱/۶۹) خصوصاً ۱/۷۳ به ترتیب با ۴۰/۴۳ درصد، ۱۵/۹۵ درصد و ۱۳/۸۳ درصد بیشترین فراوانی را در بین نسبت‌های مشخص شده دارند.

در بررسی تناسب حاصل از نمای اصلی مطابق تصویر ۱۲ در ۲۴ نمونه خانه مورد مطالعه، تعداد ۶ دسته با طول ۰/۵۲ از هم تفکیک شده‌اند. و در ادامه تصویر ۱۳ درصد فراوانی هر دسته را مشخص می‌کند.

در تصویر ۱۲ مشخص می‌شود که داده‌ها غالباً در نزدیکی نسبت‌های طلایی و تقریبی از آن تجمع بیشتری دارند. همچنین

تار عنکبوتی و غالب خانه‌های تاریخی آن به سبب اقلیم منطقه به سمت تابش خورشید جهت‌گیری شده‌اند تا در طول روز بیشترین بهره را از نور و گرمای خورشید ببرند (جوادی نوده، شاهچراغی و عندلیب، ۱۴۰۰، ۲۲). از این رو نمای اصلی خانه‌ها غالباً رو به سمت جنوب غربی تا جنوب شرقی دارد تا بیشترین تأثیر را در جذب تابش خورشید به فضای داخلی داشته باشد. بنابراین با توجه به شناخت اجمالی منطقه، برای ارزیابی دقیق‌تر نتایج و مشخص کردن رایج‌ترین حالت به کارگیری مطابق با هندسه برگرفته از طبیعت تقریباً تمامی خانه‌های تاریخی ثبت شده در میراث فرهنگی که غالباً متعلق به دوره قاجار و اواخر آن است، به عنوان نمونه‌های مطالعاتی انتخاب شده‌اند. بر این اساس خانه‌های انتخاب شده به ترتیب با نام‌های ابراهیمی، اربابی، ارشادی، آصف، آقازاده، تالار حکمت، تقوی، خادم‌باشی، خلیل‌زاده، رضازاده، رئیسی، شریعت، صادقی، صدر، صمدی، قاسمی‌نژاد، مبشری، مجتهدی، مصطفوی، منافزاده، منعم، میرفتاحی، نمازی و وکیل مطابق جدول ۱ از ۱ تا ۲۴ کدگذاری شده‌اند. در این میان خانه منافزاده با الگوی قاجاری و متعلق به دوره پهلوی است که در این دسته بندی به سبب تشابه با الگوهای غالب خانه‌های قاجاری ذکر شده است. تناسب موجود در این جدول از اندازه‌گیری نسبت طول به عرض پلان تالارها، اتاق‌ها و نماهای اصلی به دست آمده است.

بر اساس مطالعات انجام شده روی نمونه‌های برداشتی، در بیشتر خانه‌ها اتاق‌ها با کارپری‌های مختلف به فرم مستطیل هستند. علاوه بر این معمولاً تالارها در مرکز پلان و رو به جنوب و جنوب شرقی به صورت نورگیر با فرم مستطیل‌اند تا از حداکثر تابش نور خورشید از ضلع بزرگتر مستطیل برخوردار باشند. بر این اساس مطابق جدول ۱ غالباً نماهای اصلی که تالارها در مرکزیت آنها جانمایی شده‌اند از تناسب مشخصی پیروی می‌کنند. با این وجود در تمام خانه‌ها بزرگ‌بودن وسعت فضای اتاق‌ها و تالار با تعداد چنددری‌های^۳ الحاق شده به آنها در نمای اصلی ارتباطی ندارد. به عنوان مثال در خانه ارشادی تالار سه‌دری موجود از تالار پنج‌دری خانه تقوی بزرگتر است. همچنین در بررسی نماهای اصلی مشخص می‌شود که غالباً هندسه پنهانی در قسمت‌های مختلف نماها وجود دارد که در کلیت نما تأثیرگذار بوده است، به طوری که خانه‌های با نمای متقارن و کدهای ۴، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۲ در مرکز نما دارای تناسب طلایی هستند همچنین نماهای غیرمتقارن با کدهای ۸، ۱۲، ۲۰، ۲۱ و ارسی خانه‌های با کدهای ۶ و ۱۳ نیز از این تناسب پیروی می‌کنند. به این ترتیب برای مشخص شدن دقیق‌تر این نسبت‌ها، به بررسی و آنالیز داده‌های حاصل از آنها پرداخته می‌شود.

آنالیز داده‌ها

برای حصول نتیجه از نسبت‌های محاسباتی، ابتدا این داده‌ها باید بر اساس نظمی منطقی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند تا به

جدول ۱. اندازه‌گیری تناسبات پلان و نما در خانه‌های تاریخی اردبیل. مأخذ: نگارندگان.

کد	نام بنا	پلان	تناسبات پلان	نما	تناسبات نما
۱	ابراهیمی		۱/۵۷		۲/۶۵
			۱/۱۴		۱/۷۳
			۱/۱۸		۲
			۱/۳۵		۴
۲	اربابی		۱/۴۰		۲/۶
			۱/۷۵		۱/۴
			۱/۱		۲
			۱/۶		۴
۳	ارشادی		۱/۷۵		۱/۴۴
			۲		۱/۳۵
			۲۳۰		۲/۲۰
			۱/۶۳		۲
۴	آصف		۱/۷۱		۱/۶۱
			۱/۶۵		۲/۶۲
			۱/۶۶		۱/۹۵
			۲/۶۴		۱/۶۱
۵	آقازاده		۱		۱/۶۱
			۱/۹۴		۲/۳۰
			۱/۱۸		۱
			۱/۱۸		۲
۶	تالار حکمت		۱		۱/۶۷
			۱/۶۸		۲
			۱/۶۸		۳
			۱/۶۸		۵
۷	تقوی		۱		۲/۰۹
			۱/۳۸		۱/۰۱
			۱/۶۸		۲
			۱/۱۶		۴
۸	خادم-باشی اندرونی (۱)		۱/۶۲		۳/۷۵
			۱/۳۶		۱/۶۱
			۱/۲۵		۲
			۱/۱۸		۴
۹	خلیل‌زاده		۲/۶۵		۳/۸۵
			۱/۶۱		۱/۶۳
			۱/۶۲		۲
			۱/۶۲		۳
۱۰	رضازاده		۲/۵۵		۲/۶۱
			۱/۶۳		۱/۶۰
			۱/۶۰		۲
			۱/۶۴		۴
۱۱	رئییسی		۱/۷۵		۳/۱۰
			۱/۷۷		۱/۶۳
			۲۳۰		۲
			۱/۷۸		۴
			۲/۲۹		۲/۴۰
			۱/۱۸		۱
			۱/۷۴		۲
			۱/۷۱		۳

ادامه جدول ۱.

کد	نام بنا	پلان	تناسبات پلان	نما	تناسبات نما	
۱۲	شریعت اندرونی (۱) شریعت بیرونی (۲)		۱/۶۰	۴		۲/۶۷
			۲/۶۲	۵		۲
			۱/۶۵	۶		۲/۸۰
			۱/۷۴	۱		۱
			۱/۷۸	۲		۲
۱۳	صادقی اندرونی (۱) صادقی تشریفات ی (۲) صادقی بیرونی (۳)		۱/۶۵	۴		۱/۶۱
			۱/۶۵	۵		۲
			۱/۷۵	۱		۱
			۱/۶۰	۲		۲
			۱/۱۴	۳		۲
			۱/۶۲	۴		۲
			۱/۶۳	۵		۲
			۱/۷۰	۶		۲
			۲/۶۰	۱		۱
	۱/۶۰	۲	۲			
	۱/۶۲	۳	۲			
	۱/۶۰	۴	۲			
	۱/۵۸	۵	۲			
۱/۷۲	۱	۲				
۱/۷۵	۲	۲				
۱/۱۴	۳	۲				
۲/۲۸	۴	۲				
۱/۱۳	۵	۲				
۲/۱۷	۶	۲				
۱/۷۱	۷	۲				
۲/۲۹	۸	۲				
۲/۲۸	۹	۲				
۱۴	صدر		۲/۲۵	۱		۳/۷۰
			۱/۶۵	۲		۲
			۱/۶۵	۳		۲
۱۵	صمدی		۱/۷۵	۱		۳/۱۴
			۱/۵۱	۲		۱
			۱/۶۵	۳		۲
			۱/۶۰	۴		۲
۱۶	قاسمی نژاد		۲/۶۵	۱		۱/۶۰
			۲/۶۰	۲		۱
			۲/۶۲	۳		۲
			۱/۵۸	۴		۲
			۱/۸۰	۵		۲
			۱/۳۱	۶		۲
			۲/۵۸	۷		۲
۱۷	مبشری		۲/۶۱	۱		۴/۲۵
			۱/۶۰	۲		۱
			۱/۶۴	۳		۲
			۱/۶۵	۴		۲
			۱/۶۴	۵		۲

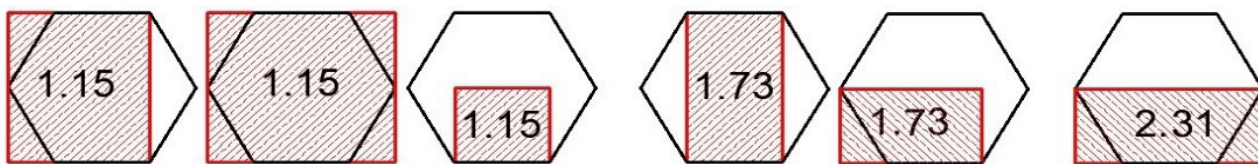
ادامه جدول ۱.

کد	نام بنا	پلان	تناسبات پلان	نما	تناسبات نما
۱۸	مجتهدی		۱	۲/۵۹	۴/۱۰
			۲	۱/۷۳	۱
			۳	۱/۶۲	۱
			۴	۱/۶۵	۱/۶۱
			۵	۲/۶۰	۲
			۶	۲/۶۸	۲
۱۹	مصطفوی		۱	۱/۹۳	۱/۱۲
			۲	۱/۷۵	۱
			۳	۱/۹۸	۱
			۴	۲/۲۵	۲/۲۹
			۵	۱/۳۱	۲
۲۰	منافزاده		۱	۱/۸۵	۱/۵۱
			۲	۲/۳۲	۱
			۳	۱/۵۶	۱
			۴	۱/۵۴	۱/۶۱
			۵	۱/۹۷	۲
			۶	۲/۰۶	۲
۲۱	منعم		۱	۱/۷۶	۲/۰۴
			۲	۲/۲۵	۱/۶۳
			۳	۲/۳	۲
			۴	۱/۱	۲
۲۲	میرفتاحی		۱	۱/۸۵	۳/۵۷
			۲	۲/۳۰	۱/۶۱
			۳	۲/۲۹	۱/۶۱
			۴	۲/۲۷	۲
			۵	۱/۱۲	۲
۲۳	نمازی		۱	۲/۶۱	۲/۵۸
			۲	۱/۲۵	۲/۳۰
۲۴	وکیل		۱	۱/۹۵	۲/۲۰
			۲	۱/۱۵	۱/۷۳

کارساز نبوده است. برای مثال مطابق جدول ۱ اتاق‌های جبهه شمالی در جنب تالار با عمق نزدیک به تالار و کمترین پهنا نسبت به سایر فضاها به واسطه اشغال بیشترین پهنا به وسیله تالار در همان جبهه برای استفاده از تابش خورشید در فصول سرد سال، قابلیت استفاده دارند. براین اساس مطابق نمودارهای فراوانی و جدول ۲ احتمالاً نسبت‌های ۱/۷۳ و ۲/۶۱ در تالارها، ۱/۶۱ و ۱/۱۵ در اتاق‌ها و ۲/۶۱ و ۱/۶۱ در نما دارای اهمیت بیشتری بوده‌اند. همچنین فشردگی ابعاد و اندازه‌ها را می‌توان با توجه به اقلیم سرد منطقه در کاربرد تقریبی و رایج نسبت‌های پنج به سه یا هشت به پنج یا هشت به سه و حتی سیزده به سه که از اعداد سری فیبوناچی محسوب می‌شوند مشاهده کرد و براین اساس، تقریبی از نسبت طلایی را نیز می‌توان در طرح تالارها، اتاق‌ها و نماها مشاهده کرد. از این رو نسبت‌های سری

به صورت دقیق‌تر تصویر ۱۳ نشان می‌دهد که بازه (۲/۶۸ تا ۲/۱۶) خصوصاً ۲/۶۱ و بازه‌های (۱/۱۲ تا ۱/۶۴) و (۳/۷۲-۴/۲۵) خصوصاً ۱/۶۱ و ۴/۲۳ به ترتیب با ۳۵/۷۱ درصد و ۱۷/۸۵ درصد بیشترین فراوانی را در بین نسبت‌های مشخص شده دارند. با این وجود مطابق جدول ۱ (تناسبات نما - مورد ۲) و تصاویر مشخص شده از نما، قسمت‌هایی از نماهای متقارن (خصوصاً مرکزیت نما و ارسی بنا) و برخی از نماهای غیرمتقارن غالباً از نسبت طلایی پیروی می‌کنند.

بدین ترتیب اگر اصول کلی حاکم بر سازمان فضایی خانه‌های تاریخی اردبیل با توجه به ملاحظات فرهنگی، اقلیمی، اصول ساخت، سایت و... مدنظر قرار گیرد. استفاده از تنوع و ابعاد مختلف مستطیل‌ها به نحوی به این مسائل طراحی پاسخگو بوده‌اند و صرفاً استفاده از تنها یک نوع از تناسبات در مستطیل

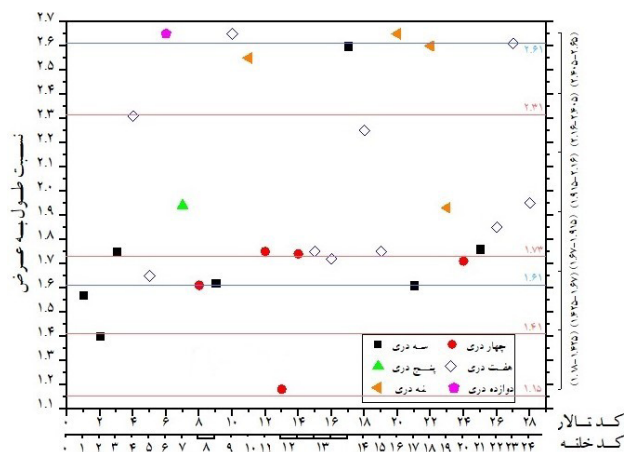


تصویر ۷. مستطیل ایرانی محاط در ششضلعی منتظم و برخی از نسبت‌های قابل ترسیم در آن. مأخذ: نگارندگان با استفاده از پوراحمدی و همکاران، ۱۳۹۰، ۷۰.

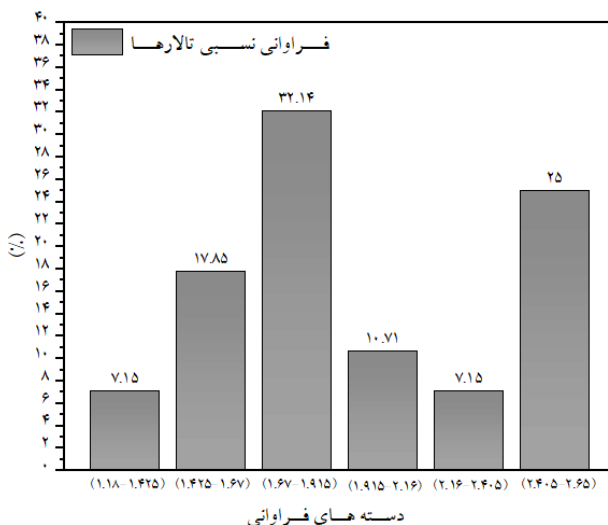
اصول هندسی برگرفته از طبیعت مورد بررسی قرار گرفتند و وضعیت‌های تحلیلی نشان می‌دهد که الگوهای هندسی رایج از تناسب‌های ایرانی، تناسب‌های طلایی و نسبت‌های حاصل از دنباله فیبوناچی که تقریبی از نسبت‌های طلایی هستند، در تکامل بنا با یکدیگر ممزوج شده‌اند. به این ترتیب مطابق **جدول ۲** در ۲۸ نمونه از تالار خانه‌ها تناسب‌های ایرانی و در ۹۵ نمونه از اتاق‌ها تناسب‌های طلایی بیشترین فراوانی را داشته‌اند. در ۲۸ نمونه از نماهای اصلی نیز الگوی هندسی پنهان خصوصاً در مرکزیت نما و ارسی بناهای متقارن موجودند. همچنین قسمت‌هایی از بناهای نامتقارن نیز مطابق آنچه که در **جدول ۱** نشان داده شده است با هندسه پنهان از تناسب‌های طلایی پیروی می‌کنند.

با این وجود نسبت‌های حاصل از دنباله فیبوناچی با تقریبی از نسبت‌های طلایی به صورت کلی در نمای اصلی بیشترین فراوانی را دارند (**جدول ۲**). بنابراین با توجه به مقتضیات و ابعاد کلی نماها مشخص می‌شود که معمار بنا در جزئیات نما (مرکزیت نما و ارسی) به عنوان عنصر بصری شاخص امکان استفاده از تناسب‌های طلایی را به لحاظ خلق زیبایی داشته است. با این وجود در کلیات نما نیز با پیروی غالب از تناسب‌های حاصل از اعداد حسابی سعی در ایجاد جذابیت بصری را داشته است.

براین اساس برای دستیابی به الگوی هندسی و تناسب‌های طراحی در شهر اردبیل، به بررسی الگوهای ساختاری در اجزاء کالبدی معماری بومی از این بابت پرداخته شده است تا بتوان به درک درستی از آن مطابق با نیاز معاصر دست یافت. در واقع از عوامل تأثیرگذار بر این اصول، لحاظ اقلیم در این تناسب‌ها است، چنان‌که به لحاظ اقلیمی، ابعاد، تناسب‌ها و فضاهای فشرده‌تر و کوچک‌تر انتظار می‌رفت که ابعاد اتاق‌ها با نسبت پنج به سه یا هشت به پنج یا هشت به سه و حتی سیزده به سه که از اعداد سری فیبوناچی هستند، این مسئله را تأیید می‌کنند. علاوه بر این غالباً تناسب‌های ایرانی در تالارهای اصلی نشان‌دهنده عمق کمتر این تالارها و پهنای بیشتر آنها برای جذب و ذخیره حداکثری نور جنوب در فضای داخلی به عنوان فضای زمستان‌نشین و کانون فعالیت‌های جمعی بوده است. همچنین غالباً تناسب‌های طلایی در اتاق‌ها نیز نشان‌دهنده عمق زیاد و پهنای کم اتاق‌ها نسبت به تالار است تا امکان ذخیره حرارتی در فضای فشرده با حجم کم بیرونی میسر شود. علاوه بر این بخشی از ذخیره حرارتی خود را به واسطه تالار و بخشی دیگر را به واسطه ارتباط با مطبخ تأمین



تصویر ۸. نسبت طول به عرض تالارها در خانه‌های تاریخی اردبیل. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۹. فراوانی نسبی درصدی تناسب‌های تالارهای واقع در خانه‌های تاریخی اردبیل. مأخذ: نگارندگان.

فیبوناچی خصوصاً در تالارها و نماهای اصلی بیشتر مشاهده می‌شوند. با این وجود نسبت‌های حاصل از مستطیل طلایی از فراوانی بیشتری برخوردار بوده‌اند. که نشان‌دهنده پیروی تعداد زیادی، از نسبت‌های محاسباتی از تناسب‌های برگرفته از طبیعت دارد.

نتیجه‌گیری

بیست و چهار نمونه از خانه‌های تاریخی اردبیل پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم، از نظر شکل، اندازه و نسبت فضاهای در رابطه با

جدول ۲. درصد فراوانی به دست آمده از بررسی اجزای کالبدی با نسبت‌های برگرفته از طبیعت. مأخذ: نگارندگان.

نام فضاها	تعداد نمونه فضاها	تناسبات ایرانی	نسبت‌های طلایی	تقریبی از تناسبات طلایی (اعداد حسابی ساده)
تالار	۲۸	۳۲/۱۴	۱۷/۸۵	۲۵
اتاق	۹۵	۱۳/۸۳	۴۰/۴۳	۱۵/۹۵
نمای اصلی	۲۸	۱۷/۸۵	۱۷/۸۵	۳۵/۷۱

فهرست منابع

- احمدی، زهرا و حبیب، فرح. (۱۳۹۸). مفهوم خالی و جایگاه معنایی آن در معماری اسلامی (نمونه مطالعاتی: خانه‌های تاریخی یزد). پژوهش‌های معماری اسلامی، ۷ (۴)، ۱۳۷-۱۵۳.
- بلیان، لیدا و حسن پور لمر، سعید. (۱۳۹۸). الگوهای هندسی و تناسبات طلایی، زبان مشترک معماری و هنر در روستای تاریخی ابیان. معماری اقلیم گرم و خشک، ۷ (۹)، ۴۵-۶۸.
- بمانیان، محمدرضا. (۱۳۸۱). مقدمه‌ای بر نقش و کاربرد پیمون در معماری ایرانی. درس هنر، ۱ (۱)، ۱-۱۰.
- بمانیان، محمدرضا؛ اخوت، هانیه و بقایی، پرهام. (۱۳۸۹). کاربرد هندسه و تناسبات در معماری. تهران: طحان.
- پوراحمدی، مجتبی؛ یوسفی، مجتبی و سهرابی، مهدی. (۱۳۹۰). نسبت طول به عرض حیاط و اتاق‌ها در خانه‌های سنتی یزد: آزمونی برای نظر استاد پیرنیا درباره مستطیل طلایی ایرانی. هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، ۳ (۴۷)، ۶۹-۷۷.
- پورعبدالله، حبیب‌الله. (۱۳۸۹). حکمت‌های پنهان در معماری. تهران: کلهر.
- پیرنیا، محمدکریم. (۱۳۷۸). آشنایی با معماری اسلامی ایران (ساختمان‌های درون‌شهری و برون‌شهری) (تدوین غلامحسین معماربان). تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران / مرکز انتشارات سروش دانش.
- جوادی نوده، مهسا؛ شاهچراغی، آزاده و عندلیب، علیرضا. (۱۴۰۰). ارزیابی معماری اکولوژیکی متأثر از تعامل محیط انسان ساخت با طبیعت در مناطق سردسیر (نمونه موردی: دو خانه تاریخی در اردبیل). نقش جهان، ۱ (۱۱)، ۱۵-۳۶.
- حجازی، سید امیر مهرداد. (۱۳۸۷). هندسه مقدس در طبیعت و معماری ایرانی. تاریخ علم، ۶ (۲)، ۱۷-۴۴.
- حیدری، علی اکبر و قاسمیان، عیسی. (۱۳۹۸). تحلیل نمودپذیری مفهوم قناعت در الگوی خانه‌های سنتی ایرانی (نمونه موردی: خانه مرتاض در یزد). پژوهش‌های معماری اسلامی، ۷ (۲)، ۸۷-۱۰۸.
- دانش دوست، یعقوب. (۱۳۷۴). معماری ایرانی در سخن چهار نسل از معماران صاحب‌نظر، فصلنامه آبادی، ۱۹ (۱)، ۴-۴۵.
- ذاکری، محمد حسین؛ قهرمانی، آرزو؛ شهنازی، درسا و بازیار حمزه‌خانی، اسماعیل. (۱۳۹۵). آزمون دو نظریه پیمون و مستطیل طلایی ایرانی در خانه‌های دوره قاجار شیراز. پژوهش‌های معماری اسلامی، ۴ (۱)، ۱۶-۲۸.
- روستایی، فاطمه. (۱۳۹۵). انسان، طبیعت، معماری با نگاهی به ملاحظات اکولوژیکی و طراحی طبیعی. تهران: انتشارات ادیبان روز.
- طاهری، جعفر و ندیمی هادی. (۱۳۹۳). بعد پنهان در معماری اسلامی ایران. صفا، ۶۵ (۲۴)، ۵-۲۴.
- طباطبایی زواره، سیدمریم؛ ولی‌بیگ، نیما؛ عظیمی، مریم و شهبازی چگنی، بهروز. (۱۳۹۷). مقایسه کالبد چهار صفا و حوضخانه سنتی شهر
- زواره. اقلیم گرم و خشک، ۶ (۷)، ۱۰۱-۱۲۵.
- ظهوری، راحله. (۱۳۹۴). معماری همساز با اقلیم کوهستانی خیلی سرد، مطالعه موردی: خانه‌های تاریخی اردبیل. انجمن جغرافیای ایران، ۱۳ (۴۷)، ۲۱۱-۲۲۹.
- عباسی، نوشین؛ قاسمی سیچانی، مریم؛ ولی بیگ، نیما و سعدوندی، مهدی. (۱۳۹۸). ارزیابی آراء ریاضی‌دانان مسلمان (سده دو تا یازدهم هجری قمری) در باب ماهیت هندسه در معماری. اندیشه معماری، ۳ (۵)، ۸۴-۱۰۵.
- عطاریان، کورش؛ مؤمنی، کورش و مسعودی، زهره. (۱۳۹۴). بررسی تناسبات حیاط مساجد دوره صفویه اصفهان. مطالعات تطبیقی هنر، ۵ (۱۰)، ۶۷-۸۱.
- فلاح، محمدصادق. (۱۳۹۶). نگرشی مفهومی به انسان - طبیعت و معماری. زنجان: دانشگاه زنجان.
- گلپورفر، نازنین. (۱۳۸۷). انسان، طبیعت و معماری. تهران: طحان.
- لفافچی، مینو و جهاندار، نسیم. (۱۳۹۶). انسان، طبیعت و معماری. تهران: انتشارات عصر کنکاش.
- ملزاده، کاظم؛ محمدیان منصور، صاحب؛ جوانمردی، فاطمه و خداینده، مریم. (۱۳۹۵). بررسی تناسبات و نظام پیمون در معماری دوره ماد: مطالعه موردی محوطه نوشیجان. جستارهای باستان‌شناسی ایران پیش از اسلام، ۱ (۲)، ۷۹-۹۳.
- موسوی، سپیده؛ طبسی، محسن و مهدی‌زاده سراج، فاطمه. (۱۳۹۹). تأثیر دگرگونی شیوه زندگی بر کالبد معماری و تزیینات خانه‌های مشهد در دوره انتقال. مدیریت شهری و روستایی، ۱۹ (۵۸)، ۲۹-۵۲.
- موسوی، فائزه. (۱۳۹۵). چشم‌اندازی به عدد طلایی فی. نشاء علم، ۷ (۱)، ۳۹-۵۲.
- مهدی‌نژاد، جمال‌الدین؛ سیروس صبری، رضا؛ ابراهیم داموندی، مجید و عباس‌پور، جوانه. (۱۳۹۱). طراحی معماری با تکیه بر تعامل زیبایی و عملکرد در طبیعت. هویت شهر، ۶ (۱۰)، ۵۹-۶۶.
- نجفقلی‌پور کلانتری، نسیم؛ اعتصام، ایرج و حبیب، فرح. (۱۳۹۶). بررسی هندسه و تناسبات طلایی در معماری ایران نمونه‌های مطالعاتی: خانه‌های سنتی تبریز. مدیریت شهری، ۱۶ (۴۶)، ۴۷۷-۴۹۱.
- نجیب‌اوغلو، گلرو. (۱۳۸۹). هندسه و تزیین در معماری اسلامی. (طومار توپقاپی) (ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی). تهران: روزنه.
- نصر، حسین. (۱۳۷۹). نیاز به علم مقدس (ترجمه حسن میاننداری). تهران: مؤسسه فرهنگی طه.
- نصیری، پرویز. (۱۳۸۴). آمار و احتمال مهندسی. تهران: دانشگاه پیام نور.
- نقابی، محبوبه؛ هاشم‌پور، پریسا و آصفی، مازیار. (۱۳۹۹). تبیین کارکرد الگوهای برگرفته از طبیعت در معماری برای پاسخگویی به نیازهای انسان در دوره سنتی و معاصر. پژوهش‌های معماری اسلامی، ۸ (۲۷)، ۱۱۳-۱۲۹.
- نوابی، کامبیز و حاجی قاسمی، کامبیز. (۱۳۹۰). خشت و خیال: شرح معماری اسلامی ایران. تهران: سروش.

315(5815), 1106-1110.

- Madden, C. (2005). *Fib and Phi in music: The golden proportion in musical form*. Salt Lake City: High Art Press.
- Mahdipour, M. (2012). The Application of Golden Proportion in the Façades & Ornaments of Quadruple. Vaulted Porticos of Jami Mosque in Isfahan, Iran. *Journal of Civil Engineering and Urbanism*, 2(3), 97-101.
- Omotheinwa, T. (2013). Fibonacci Numbers and Golden Ratio in Mathematics and Science. *International Journal of Computer and Information Technology*, 2(4), 630-638.
- Ozkan, O. & Dogan, F. (2013). Cognitive Strategies of Analogical Reasoning in Design: Differences between Expert and Novice Designers. *Design Studies*, 34 (2), 161-192.
- Posamentier, A. S. & Lehmann, I. (2012). *The glorious golden ratio*. Amherst. N.Y: Prometheus Books.
- Rosental, F. (1970). *Eilhard Wiedemann* (Essays on Arabic Science History). Turkey: G. Qlms.

- نقره‌کار، عبدالحمید. (۱۳۷۸). درآمدی بر هویت اسلامی در معماری و شهرسازی. تهران: وزارت مسکن و شهرسازی، دفتر معماری و طراحی شهری: شرکت طرح و نشر پیام سیما.
- هاشمی زرج‌آباد، حسن؛ ضیایی‌نیا، محمدحسن و قربانی، حمیدرضا. (۱۳۹۴). بازخوانی تحلیل اصول هندسی و تناسب‌های طلائی در مدرسه شوکتیه. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۵ (۹)، ۷۰۲-۷۲۲.
- Akhtaruzzaman, M. (2011). Geometrical Substantiation of Phi. the Golden Ratio and the Baroque of Nature, Architecture. Design and Engineering. *International Journal of Arts*, 1(1), 1-22.
- Ghyka, M. (1977). *The Geometry of Art and life*. New York: Dover publications Inc.
- Huntley, H. (1970). *The Divine Proportion: A Study in Mathematical Beauty*. UK: Dover Publications.
- Lu, P. J. & Steinhardt, P. J. (2007). Decagonal and Quasi-Crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture. *Science*,

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله:
جوادی نوده، مهسا؛ شاهچراغی، آزاده و عندلیب، علیرضا. (۱۴۰۱). بررسی تناسب‌های طلائی و اصول هندسی برگرفته از طبیعت در اجزای کالبدی خانه‌های تاریخی (مطالعه موردی: خانه‌های قاجاری اردبیل). *باغ نظر*، ۱۹ (۱۱۰)، ۳۵-۴۸.

DOI: 10.22034/BAGH.2022.295674.4973

URL: http://www.bagh-sj.com/article_145710.html

