



Explanation Of Courtyard Structure And Its Interaction With Daylight And Clear Walls In Traditional Houses Of Kermanshah, Iran

Ali Salehipour^{1*}

1. Department of Architecture, Heris Branch, Islamic Azad University, Heris, Iran.

Received: 2024/11/04

Accepted: 2025/03/03

Research Paper

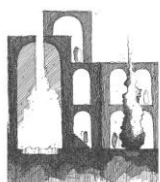
Abstract

Using a central courtyard had been a very old pattern in housing construction and residential spaces had been formed around the courtyard, by utilizing various methods. The purpose of this research is to study the structure of open spaces and its interaction with opposing clear walls in the historical houses of Kermanshah. To deploy this research, a descriptive and comparative method has been used, focusing on the climatic and environmental role of the courtyard and the light transmitting walls, and by selecting Six case studies from historical houses in the city of Kermanshah located in the cold climatic zone of Iran, which all belong to the Qajar period. For this purpose, orientation, formal analysis, courtyard proportions (length to width), mean depth (length to height), viewing angle, height pattern, closed to open space ratio, facade and clear surfaces area, shadow and sunlight percentage in the courtyard, sky view angle and the sky mask percentage are examined and analyzed. The analysis method is formal and tools for collecting information include written sources, documents, maps, sketches and field observations, and drawing graphs and analytical charts.

The results of the research indicate that a square courtyard with approximately equal length and width and moderate depth of about four, creates sufficient light in the depth of the surrounding area according to different positioning patterns of the building. Due to the size of the windows and their shape and location on the facade and its relationship with the courtyard, proper sky mask is produced in most spaces, which increases the amount of visible sky and thus the amount of day light. The results of shade amount throughout the year in the courtyard indicate that in the warm seasons proper shade is created in the courtyard, and with the provision of proper daylight using colorful and patterned windows, favorable air flow and atmosphere is provided for the residents in the rooms and courtyard.

Keywords: Courtyard, Daylight, Clear walls, Traditional Houses, Kermanshah

* Corresponding author's Email: ali.salehipour@gmail.com



تبیین ساختار حیاط و تعامل آن با نور روز و سطوح شفاف در خانه‌های تاریخی شهر کرمانشاه، ایران

علی صالحی‌پور*

۱. گروه معماری، واحد هریس، دانشگاه آزاد اسلامی، هریس، ایران. (نویسنده مسئول)

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۳

چکیده

حیاط از دیرباز در معماری سنتی ایران به عنوان فضای بازی که در ارتباط با پوسته و فضاهای اصلی قابل سکونت بنا در جهت تأمین نور روز مناسب بوده و همچنین به عنوان یکی از عناصر پایه به لحاظ پایداری مورد توجه قرار داشته است. هدف از این پژوهش، مطالعه و بررسی ساختار فضاهای باز و تعامل آنها با جداره‌های شفاف رو به این فضاها در خانه‌های تاریخی شهر کرمانشاه است. برای انجام پژوهش از روش توصیفی و تطبیقی با تمرکز بر نقش اقلیمی و محیطی حیاط و جداره‌های نورگذر و با انتخاب شش نمونه موردی از خانه‌های تاریخی شهر کرمانشاه که در پهنه اقلیمی منطقه سرد ایران قرار گرفته و همگی متعلق به دوره قاجار هستند، استفاده شده است. برای دستیابی به این هدف، جهت‌گیری، تحلیل فرمی، تناسبات حیاط، عمق متوسط، زاویه دید، الگوی ارتفاعی، نسبت فضای بسته به باز، مساحت نما و سطوح شفاف، مقدار درصد سایه و آفتاب در حیاط، زاویه دید آسمان و درصد نقاب آسمان مورد بررسی تطبیقی و تحلیل قرار گرفته است. شیوه تحلیل، فرمی است و ابزارهای گردآوری اطلاعات منابع مکتوب، اسناد، نقشه‌ها، کروکی و مشاهده میدانی، ترسیم جداول، نمودارهای تحلیلی و استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل نور روز است. در خانه‌های انتخابی، حیاط با تناسبات در حدود یک، با توجه به الگوهای مختلف قرارگیری بنا، نور کافی را در عمق فضاهای اطراف آن ایجاد می‌نماید. نقاب آسمان در اکثر فضاها مناسب بوده و میزان آسمان قابل رؤیت و در نتیجه میزان نور روز در آنها مطلوب است. در حیاط خانه‌ها سایه‌اندازی مناسبی در فصول گرم سال ایجاد می‌شود، ولی در فصول سرد به دلیل کم شدن زاویه تابش، سایه‌اندازی در حیاط بیشتر از فصول گرم است و حیاط تنها نقش تأمین‌کننده نور و رساندن گرمای خورشید به عمق فضای اتاق‌ها و گرم شدن آنها را دارد. نتایج بررسی، حاکی از وجود رابطه منطقی بین برخی از عناصر فضای باز با پنجره‌های متضمن نور روز مناسب است.

کلمات کلیدی: ساختار حیاط، نور روز، سطوح شفاف، خانه‌های تاریخی، شهر کرمانشاه.

* نویسنده مسئول: ali.salehipour@gmail.com





۱- مقدمه

برپا نمودن بناهای حیاط‌دار و استفاده از نور طبیعی در ایران، قدمتی در حدود هشت هزار سال دارد. معماری ایران به دلیل داشتن شرایط جغرافیایی و اقلیمی متنوع و همچنین سابقه طولانی سکونت در آن، دستاوردهای باارزشی داشته است. با مطالعه اجمالی بناهای تاریخی ایران، ارتباط فضاها با طبیعت و استفاده از نور روز و همچنین نقش و جایگاه مهم حیاط در سازماندهی فضاها در خانه با توجه به اقلیم و شرایط آب و هوایی نمایان می‌گردد. نقش سازمان دهنده حیاط به فضاهای بنا به همراه توجه و احترام به نور، نکات شاخص در طراحی بناهای تاریخی ایران هستند. شرایط اقلیمی هر منطقه و نحوه تعامل با طبیعت باعث ایجاد گونه‌های مختلف جانمایی حیاط نسبت به خانه گردیده است. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات توصیفی و تحلیلی در این خصوص بیشتر شامل بناهای تاریخی منطقه گرم و خشک بوده و کمتر به این موضوع در منطقه سرد ایران پرداخته شده است. با توجه به این موارد نیاز به پژوهشی هدفمند در راستای شناخت نحوه تعامل بناهای منطقه سرد ایران با محیط و به‌ویژه ارتباط حیاط و فضاها با نور روز احساس می‌شود؛ تا با استفاده از دستاوردهای مثبت آن، باعث بالا رفتن کیفیت فضاهای بناهای کنونی گردد. در این راستا این پژوهش قصد دارد به بررسی کالبدی حیاط و جداره‌های شفاف رو به آن در خانه‌های تاریخی شهر کرمانشاه به عنوان یکی از شهرهای منطقه سرد ایران بپردازد.

این پژوهش قصد دارد تا با مطالعه ساختار حیاط و تعامل آن با سطوح شفاف رو به آن در خانه‌های سنتی شهر کرمانشاه، به این پرسش‌ها پاسخ دهد که: (۱) ساختار حاکم بر حیاط و سطوح شفاف رو به آن در خانه‌های تاریخی شهر کرمانشاه چگونه است؟ (۲) نحوه ارتباط و تعامل حیاط با سطوح شفاف در این بناها به چه نحو است؟ از این‌رو در این تحقیق حیاط از یک سو به عنوان فضای بازی که در ارتباط با پوسته و فضاهای اصلی قابل سکونت بنا برای تأمین نور روز مناسب است و از سوی دیگر به عنوان یکی از عناصر پایه به لحاظ پایداری و دستیابی به معماری پایدار است، ارزشیابی و بررسی می‌گردد. باید به این نکته اشاره نمود که هدف از این‌چنین پژوهش‌هایی، حفظ و تقلید و تکرار فرم و اشکال گذشته نیست؛ بلکه استفاده از الگوها و تجارب آن‌ها در ارتباط عناصر طبیعی و مصنوعی در جهت خلق فضاهای زنده و پایدار امروزی است.

۲- ادبیات و پیشینه تحقیق

در کتاب «آشنایی با معماری مسکونی ایرانی گونه‌های برون‌گرا و درون‌گرا» ویژگی‌های خانه و حیاط در معماری بومی ایران بررسی شده است (معماریان، ۱۳۹۱). همچنین در کتاب «قواعد و معیارهای طراحی فضاهای شهری» فضاهای باز در قالب فضاهای شهری مورد توجه قرار گرفته است (توسلی، ۱۳۹۴). احمدی در مقاله «شهر، خانه، حیاط مرکزی» به بیان ویژگی‌های حیاط در اقلیم گرم و خشک پرداخته است (احمدی، ۱۳۸۴). همچنین در مقاله‌ای با عنوان «بازخوانی نقش گمشده حیاط مرکزی در دستیابی به معماری پایدار» به الزامی بودن بازخوانی فضاهای باز حیاط مرکزی در دستیابی به معماری پایدار اشاره شده است (احمدی، ۱۳۹۱). در مقاله دیگری با عنوان «نقش جغرافیا در شکل‌گیری انواع حیاط در خانه‌های سنتی ایران» به بررسی نقش اقلیم به عنوان مؤلفه دیگر شکل‌گیری حیاط در خانه‌های سنتی پرداخته شده است (سلطانزاده، ۱۳۹۰). همچنین در زمینه هندسه و ساختار حیاط مطالعاتی در خصوص خانه‌های تاریخی اقلیم گرم و خشک صورت گرفته است. در ادامه مطالعات ذکر شده، پژوهش حاضر با تمرکز بیشتر روی فضای باز مسکونی، به‌ویژه در معماری بناهای تاریخی شهر کرمانشاه با تأکید بر ارتباط حیاط با سطوح شفاف انجام شده است.



۲-۱- حیات

حیات در فرهنگ دهخدا به معنی محوطه و هر جای دیواربست و سرای و خانه آمده است. بناهای حیاطدار در ایران قدمتی در حدود هشت هزار سال داشته و تا رسیدن به شکل حیاط مرکزی کامل، زمانی در حدود شش هزار سال را طی کرده‌اند (معماریان، ۱۳۹۱، ۱۶). از حیاط در خانه‌های ایرانی به شکل‌های مختلف استفاده شده است. بعضی از این موارد به اختصار چنین است: الف) نشانه حریم تملک. ب) وحدت دهنده چند عنصر خانه. ج) ارتباط دهنده چند فضا. د) برای ایجاد محیطی سرسبز و بانشاط. ه) به عنوان یک هواکش مصنوعی برای گذر جریان بادهای مناسب. و) سازماندهی فضاهای مختلف. ز) حریمی امن و آرام برای آسایش خانواده (همان، ۱۵). سازماندهی فضاهای مختلف با توجه به عوامل مؤثر در آن یکی از با اهمیت‌ترین عملکردهای حیاط بوده است. با توجه به گردش خورشید، سازندگان آن هر جبهه را به فصلی اختصاص داده‌اند. (همان، ۱۶).

۲-۱-۱- گونه‌های مختلف حیاط در خانه‌های ایرانی

انواع حیاط معمول در خانه سنتی، بر اساس نیازهای مادی و معنوی و رعایت سلسله مراتب عرصه‌های خصوصی و عمومی درون و بیرون خانه، شکل گرفته است. هر یک از انواع خانه‌های حیاطدار، به تنهایی واحدهای مستقل و کاملی است، مجهز به انواع اتاق‌های معمول نظیر تالار، سه دری، پنج دری، ارسی، گوشواره... و فضاهای خدماتی. دو جهت وزش بادهای مطلوب (یعنی محورهای جانب شرق و غرب یا شمال و جنوب) همراه با تابش نور آفتاب، تاروپودی را به وجود می‌آورند که تعیین کننده شکل و مکان تالار، تابستان‌نشین، زمستان‌نشین و دیگر فضاها و عملکردها در معماری سنتی ایرانی است (کهنمویی و سامی، ۱۳۹۵، ۴). عناصر و فضاهای پیرامون هر یک از این حیاط‌ها و چگونگی طراحی آن‌ها با کارکردهایشان متناسب است (سلطانزاده، ۱۳۹۰، ۸۱).

۲-۱-۲- عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری حیاط

عوامل مهم و مؤثر در شکل‌گیری انواع فضاهای معماری را در طبقه‌بندی کلی می‌توان به دو گروه دسته‌بندی کرد: نخست، عوامل مادی و محیطی؛ و دوم، عوامل فرهنگی و تاریخی. عوامل مادی و محیطی، شامل مصالح و مواد ساختمانی، محیط طبیعی و عوامل اقتصادی است (سلطانزاده، ۱۳۹۰، ۷۱). از عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری حیاط در خانه‌های سنتی می‌توان به، حریمیت، آسایش، طبیعت و اقلیم اشاره کرد. ابن خلدون (قرن ۱ ه.ق) درباره تأثیر آب و هوا بر شکل ساختمان‌ها به نکات جالب توجهی اشاره کرده و در کنار آن به تأثیر دو عامل دیگر یعنی آداب و رسوم و منزلت اقتصادی افراد، در شکل و چگونگی خصوصیات ساختمان‌ها پرداخته است (سلطانزاده، ۱۳۹۰، ۶۹-۸۶). با توجه به این‌که اکثر فعالیت‌های روزمره به دلیل سردی هوا در اتاق‌ها انجام می‌پذیرد؛ لذا ابعاد حیاط‌ها در این مناطق قدری کوچک‌تر از نواحی فلات مرکزی ایران است. اتاق‌های واقع در سمت شمال حیاط بزرگ‌تر از سایر قسمت‌ها هستند تا از تابش مستقیم و حرارت آفتاب در فصل سرد زمستان استفاده کنند (رافتی و شکوهیان، ۱۳۹۲). تا اواخر قاجار؛ هنوز حیاط به معنی فضای اصلی و میانی نقش ایفا می‌کرد و فضایی مستقل بود که مستقیماً از در ورودی به آن وارد نمی‌شدند؛ در واقع حیاط در میانه خانه بود (بهشتی، ۱۳۸۶، ۹۳). در طول زمان در اکثر خانه‌ها شکل و اندازه حیاط دچار دگرگونی شده است؛ که در کل می‌توان به دو گونه اندرونی و بیرونی تقسیم‌بندی کرد (کی‌نژاد و شیرازی، ۱۳۸۹، ۱۸). قسمت ورود به خانه از کوچه، به اندازه یکی دو پله بالاتر می‌رود و دوباره در ورود به حیاط پایین می‌آید و به این ترتیب مانع از جاری شدن آب‌های کوچه و ورود گردوخاک کف کوچه و... به داخل حیاط خانه



می‌شوند (اصلاح‌چی و میردرریکوندی، ۱۳۹۲، ۱۸).

در خانه‌های دوره قاجار، سازماندهی فضا نسبت به حیاط شکل می‌گرفت. طرح‌اندازی بنا از حیاط آغاز می‌شد و فضاهای بسته و پوشیده در گرداگرد آن قرار می‌گرفتند. فضاهای اصلی مسکن با حیاط ارتباط مستقیم داشتند و گاهی نام خود را بر حسب ارتباط با حیاط می‌گرفتند (حائری، ۱۳۸۸، ۶۹).

۲-۲- نور روز و جداره‌های شفاف

نور روز، ترکیبی از نور خورشید، نور آسمان و نور بازتاب شده از زمین و اجسام اطراف می‌باشد. مطالعات انجام یافته بر روی آثار باقی مانده از پیشینیان در سراسر جهان، حاکی از آن است که در تمامی امور زندگی با ستودن خورشید و آتش به آن احترام می‌گذاشتند. «تمامی تمدن‌ها از بدو حضور بشر، خورشید را ستوده‌اند و از این طریق نور و رنگ حاصل شده‌اند» (Birren, 1978, 2)؛ همچنین شواهد انکارناپذیری بر تأثیر مثبت نور روز و بهره‌مندی از منظر طبیعی بر سلامت جسم و روح، آسایش و بازدهی افراد به دست آمده است. «این عامل کیفیات احساسی بسیاری دارد که ممکن است بر خلقیات افراد تأثیر بگذارد» (Mc Cloud, 1995, 22). انسان‌ها همواره به اهمیت مخصوص خورشید و نور حاصل از آن علاقمند بوده‌اند. خورشید مظهر پرستش و از مزایای بی‌شماری برخوردار است. بشریت تحت تأثیر انرژی خورشید تکامل پیدا کرده است (اونز، ۱۳۷۹، ۳۷). نور روز ضمن حفظ سلامتی، به سبب ایجاد احساس پیوستگی و آشنایی با محیط طبیعی، شرایط مطلوب‌تری را برای افراد فراهم می‌سازد و از این‌رو می‌تواند باعث ایجاد آسایش و افزایش بازدهی گردد (پوردیهیمی، ۱۳۸۷، ۶۸). با توجه به فراوانی نور روز در ایران و سابقه سکونت و معماری ارزشمند این کشور، توجه به نور و روشنایی، یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های معماری گذشته ایران است.

۲-۲-۱- گونه‌شناسی پنجره در معماری سنتی ایرانی

در بررسی واژه پنجره و روزن و مترادف‌های آن، با تنوع تحسین برانگیزی از گونه‌های این ساختار مواجه می‌شویم که در گویش امروزی به همه آن‌ها پنجره گفته می‌شود. واژه پنجره یک واژه عام بوده و به معنای امروزی در زبان فارسی سابقه کوتاهی دارد. ریشه معنای پنجره از پنجا را در سانسکریت به معنای قفس گرفته شده است. از آنجایی که انواع گونه‌های پنجره در بیشتر مناطق ساختاری مشبک داشته‌اند، اتلاق واژه پنجره به آن‌ها نیز بی‌ربط نبوده است (پارسا، ۱۳۹۱، ۶۴). شش سیستم نورپردازی و ۲۶ نوع نورگیر در ساختمان‌های سنتی ایرانی شناسایی شده است (Tahbaz & Moosavi, 2009). همچنین رابطه‌ای بین میزان روشنایی و نحوه توزیع نور طبیعی در فضاهای دارای درپنجره، با مشخصات نورگیر، هندسه فضا و مجاورت‌های آن‌ها وجود دارد (Tahbaz & et al, 2011).

۲-۳- اقلیم و معماری بومی منطقه سرد ایران

در یک پهنه‌بندی اقلیمی که توسط منصوره طاهباز با همکاری شهربانو جلیلیان انجام شده، ایران به شش پهنه اقلیمی تقسیم شده است (طاهباز و جلیلیان، ۱۳۹۰). طبق این تقسیم‌بندی اقلیم کوهپایه‌های مرتفع و نیمه مرتفع که شهرهایی چون اردبیل، تبریز، سنندج، کرمانشاه، مشهد، زنجان و... را در بر می‌گیرد، مربوط به منطقه مورد مطالعه در این پژوهش است.

در این مناطق پنجره‌ها زیاد کوچک نیستند و بدین‌وسیله در زمستان آفتاب بیشتر و در مواقع گرم حجم بیشتری از بادهای خنک مطبوع، به داخل اتاق وارد می‌شود (طاهباز و جلیلیان، ۱۳۹۰). در مناطق کوهپایه و سرد



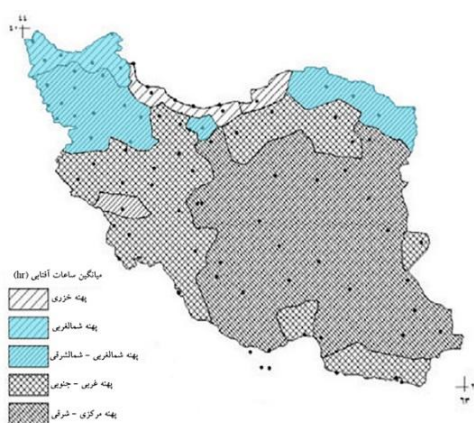
غرب ایران، گونه پنجره‌های قدی دولته فراوانی بیشتری دارند. این نوع پنجره‌ها از حیاط جنوبی گرمای خورشید را می‌گیرند و با حیاط پشتی کوران هوا را برقرار می‌کنند. در مناطق سرد پنجره‌ها در لبه بیرونی پنجره‌گاه قرار می‌گیرند (پارسا، ۱۳۹۱، ۸۷).

۲-۳-۱- ساعات آفتابی در منطقه سرد ایران

میزان ساعات آفتابی در یک روز عبارت است از مدت زمانی در طی روز که خورشید در آسمان وجود دارد و به وسیله ابرها پنهان نمی‌گردد (Yin, 1999, 61). میزان ساعات آفتابی، عامل اصلی کنترل حیات، آب و هوا و سایر فعالیت‌های زیستی در سطح زمین به شمار می‌رود (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۲، ۵۷). بر اساس تحقیقات انجام شده میانگین سالانه تعداد ساعات آفتابی در ایستگاه‌های کشور، ۲۹۵۴ ساعت بوده است که قسمت‌های مرکزی و جنوب شرقی، بیشترین مقادیر و سواحل شمال کشور، کمترین مقادیر را دارند (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳). مناطق پهنه‌بندی ۲ و ۵ که منطقه اقلیمی سرد ایران را دربرمی‌گیرد و با عنوان‌های منطقه شمال غربی-شمال شرقی و شمال غربی نام‌گذاری گردیده است، در مقایسه با میانگین تعداد ساعات آفتابی کل کشور رقم قابل قبولی را دارد. بر اساس آمار ارائه شده توسط سایت مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۴، جمع ساعات آفتابی شهر کرمانشاه ۲۹۸۰ ساعت است (سایت مرکز آمار ایران).



شکل ۱: نقشه پهنه‌بندی اقلیمی ایران، منطقه سرد (مأخذ: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی)



شکل ۲: پهنه‌بندی ایران بر اساس میانگین ساعات آفتابی سالانه (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳).



جدول ۱: مشخصات پهنه‌بندی میزان ساعات آفتابی سالانه در ایران (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳).

شماره پهنه	نام پهنه	تعداد ایستگاه‌ها	درصد مساحت تحت پوشش کشور	میانگین تعداد ساعات آفتابی	متوسط انحراف معیار ایستگاه‌ها	متوسط تغییرپذیری ایستگاه‌ها	پیشینه (ساعت)	کمینه (ساعت)
۱	مرکزی- شرقی	۲۶	۴۹/۳	۳۲۳۰	۶۳/۴	۱/۹	۳۴۰۸	۳۲۲۰
۲	شمال غربی- شمال شرقی	۲۰	۱۴/۸	۲۸۵۷	۵۹/۷	۲/۱	۲۹۲۵	۲۷۴۳
۳	غربی - جنوبی	۲۷	۲۹/۵	۳۰۹۲	۴۸/۷	۲/۷	۳۲۰۸	۲۹۴۴
۴	خزری	۷	۲/۱	۱۸۲۰	۱۴۴/۸	۸	۲۰۱۴	۱۵۸۷
۵	شمال غربی	۷	۴/۳	۲۴۷۵	۱۸۹/۹	۷/۷	۲۶۵۴	۲۲۰۰

۲-۳-۲- خانه‌های سنتی در اقلیم سرد ایران

در خانه‌های مسکونی اقلیم سرد، اتاق‌های اصلی در سمت شمال حیاط و بزرگ‌تر از سایر قسمت‌ها هستند. جبهه جنوبی ساختمان به دلیل کوتاه و معتدل بودن فصل تابستان کمتر به کارگرفته می‌شود؛ لذا اتاق‌های جنوبی و شرقی و غربی به‌عنوان فضاهای خدماتی کاربرد دارند. خانه‌های این مناطق، اغلب دارای زیرزمینی با سقف کوتاه هستند. با توجه به سردی هوا ابعاد حیاط‌ها در این مناطق کوچکتر است. در این اقلیم، عمق ایوان‌ها کم است و جهت حفظ ورودی‌های بنا از برف و باران استفاده می‌شوند. نکته دیگر پایین بودن کف حیاط بناهای اقلیم سرد به اندازه ۱ تا ۱.۵ متر از سطح پیاده‌روها است تا بتوان با استفاده از زمین به عنوان عایق حرارتی، از تبادل حرارتی بین بنا و محیط پیرامون آن جلوگیری کرد. بازشوها در ضلع جنوبی برای استفاده هر چه بیشتر از تابش آفتاب، بزرگتر و کشیده‌تر انتخاب می‌شوند (قبادیان، ۱۳۸۴).

۳- مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش از روش توصیفی و تطبیقی با تمرکز بر نقش اقلیمی و محیطی حیاط و جداره‌های نورگذر و با انتخاب شش نمونه موردی از خانه‌های تاریخی شهر کرمانشاه که در پهنه اقلیمی منطقه سرد ایران قرارگرفته و همگی متعلق به دوره قاجار هستند، استفاده شده است. برای رسیدن به این هدف جهت‌گیری، تحلیل فرمی، تناسبات حیاط (طول به عرض)، عمق متوسط (طول به ارتفاع)، زاویه دید انسانی، الگوی ارتفاعی، نسبت فضای بسته به باز، مساحت نماها، مساحت سطوح شفاف، مقدار درصد سایه و آفتاب در حیاط، زاویه دید آسمان و درصد نقاب آسمان مورد بررسی تطبیقی و تحلیل قرار گرفته است. شیوه تحلیل، فرمی است و ابزارهای گردآوری اطلاعات منابع مکتوب، اسناد، نقشه‌ها، کروکی و مشاهده میدانی و ترسیم جدول‌ها و نمودارهای تحلیلی و استفاده از افزونه لیدی باگ^۱ در نرم افزار راینو^۲ جهت تحلیل نور روز است.

^۱ Ladybug

^۲ Rhino

۳-۱- بررسی نمونه‌های انتخابی

در انتخاب نمونه‌ها متغیر زمان ثابت در نظر گرفته شده و با توجه به قدمت و گسترش بناهای پابرجای دوره قاجار که ادامه سبک آذری و اصفهانی و ترکیبی از معماری اصیل ایرانی با معماری مدرن بوده؛ بناهای انتخابی جهت بررسی در این تحقیق همگی متعلق به این دوره هستند. همچنین سالم بودن ساختار اولیه بناها و عدم محدودیت دسترسی به آن‌ها در انتخاب نمونه‌ها مورد توجه بوده است.

از جمله ویژگی‌های معماری دوره قاجار می‌توان به استفاده از پنجره‌های عمودی مشبک رنگی به نام ارسی، عناصر تزئینی و نماکاری تحت تأثیر عناصر غربی، ایجاد ایوان‌های عظیم و مرتفع در ورودی‌ها و درونگرا بودن بناها اشاره نمود. از ویژگی‌های دیگر بناهای مسکونی دوره قاجار؛ اتاق مرکزی و ایوان با دو ستون در برابر آن، اتاق‌های کوچک واقع در اطراف اتاق مرکزی، ایجاد چشم‌انداز وسیع توسط پنجره‌ها، ایجاد زیرزمین با پوشش‌های ضربی آجری، تعبیه حوض‌خانه، تبدیل سهدری به دودری و وارد شدن نور به طور مستقیم به داخل بنا، تنوع سبکی و گشایش بیشتر فضاها اشاره کرد. در این پژوهش مطابق جدول شماره ۲ در مجموع، شش خانه از خانه‌های قجری شهر کرمانشاه در منطقه سرد ایران با طول جغرافیایی ۴۷/۰۷ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴/۳۱ شمالی برای بررسی انتخاب گردید.

۳-۲- تحلیل فرمی حیاط خانه‌ها و رابطه آن با انسان

«وقتی ناظر در برابر یک نما و یا مجموعه نماهایی در مسیر خیابان یا میدان قرار می‌گیرد، از آنچه می‌بیند به دریافتی می‌رسد که با بلندی قامت او و ابعاد ترکیباتی که می‌بیند، ارتباط دارد» (توسلی، ۱۳۹۵، ۱۰۰). حداکثر زاویه‌ای که یک بنا می‌تواند با ناظر ایجاد کند برابر ۲۷ درجه یا محل ایستادن ناظر در فاصله‌ای تقریباً دو برابر ارتفاع بنا است (همان، ۱۰۴). در اکثر خانه‌های مورد مطالعه، کد ارتفاعی حیاط نسبت به معبر اصلی پایین‌تر است که دلیل اصلی آن اقلیم سرد منطقه است.

۳-۳- آنالیز نماها و جداره‌های شفاف رو به حیاط

نماها و پنجره‌های رو به حیاط رابط بین فضای بیرون و درون هر بنایی هستند. ابعاد، شکل، مساحت و نحوه کنارهم قرارگرفتن پنجره‌ها در نماهای رو به حیاط می‌تواند مقدار نور طبیعی و دید لازم در فضاها را فراهم نماید که نقش بسیار مهمی در سلامت فضایی برای ساکنین آن بنا را دارند. در جدول شماره ۴، مقدار مساحت سطوح نما و سطوح شفاف آن در هر جبهه مشرف به حیاط مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.



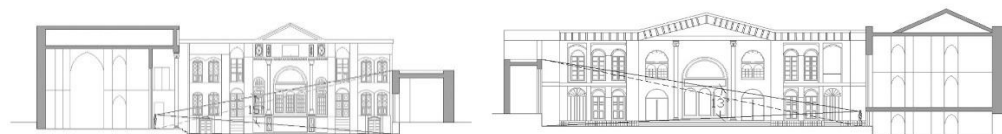
جدول ۲: معرفی نمونه خانه‌های انتخابی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده)

نام خانه	موقعیت در شهر	جهت‌گیری پلان	گونه‌بندی پلان و حیاط	طبقات	نسبت مساحت به کل	پرسپکتیو کلی
بیگری		19° جنوب غرب 19° 0 20 19°	حیاط مرکزی	۱- زیرزمین ۲- همکف ۳- اول	66.3% 33.7%	
صارم‌الدوله		68° جنوب شرق 68° 0 10 68°	U شکل	۱- همکف ۲- اول	72.1% 27.9%	
خواجه باروخ		32° جنوب غرب 32° 0 15 32°	U شکل	۱- همکف ۲- اول	64.8% 35.2%	
سوری		21° جنوب غرب 21° 0 10 21°	یکطرفه	۱- همکف ۲- اول	36.7% 63.3%	
معتمدالدوله		16° جنوب شرق 16° 0 20 16°	حیاط مرکزی	۱- زیرزمین ۲- همکف ۳- اول	71.4% 28.6%	
معین‌الکتاب		42° جنوب غرب 42° 0 10 42°	U شکل	۱- زیرزمین ۲- همکف ۳- اول	67.3% 32.7%	



جدول ۳: تحلیل فرمی حیاط در خانه‌های سنتی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده)

نام خانه	پلان	تناسبات حیاط	عمق متوسط	زاویه دید طولی	زاویه دید عرضی	اختلاف سطح	الگوی ارتفاعی	نام خانه	پلان	تناسبات حیاط	عمق متوسط	زاویه دید طولی	زاویه دید عرضی	اختلاف سطح	الگوی ارتفاعی
بیگلربیگی		۱/۲۹	۳/۶۷	۱۳	۱۵	-۱/۴۰		سوری		۰/۷۰	۵/۴۰	۱۱	۸	۰/۰۰	
صارم‌الدوله		۱/۰۹	۲/۶۵	۲۲	۲۵	-۱/۰۰		معتض‌الدوله		۱/۰۴	۳/۸۰	۱۵	۱۶	۰/۰۰	
خواجه باروخ		۱/۰۵	۳/۱۶	۲۶	۲۰	-۱/۲۰		معین‌الکتاب		۱/۴۰	۳/۱۵	۱۹	۲۷	-۱/۴۰	



شکل ۳: زاویه دید طولی ۱۳ درجه (راست) و زاویه دید عرضی ۱۵ درجه (چپ) در خانه بیگلربیگی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده).

جدول ۴: آنالیز سطوح شفاف رو به حیاط در خانه‌های سنتی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده).

نام خانه	نما	مساحت نما (مترمربع)	مساحت شفاف (مترمربع)	درصد شفاف	نام خانه	نما	مساحت نما (مترمربع)	مساحت شفاف (مترمربع)	درصد شفاف
بیگلربیگی	جنوبی	۲۹۷/۶۱	۸۸/۵۵	۲۹/۷	سوری	جنوبی	۱۱۲/۸۲	۲۷/۳۰	۲۴/۲
	شمالی	۱۶۱/۹۱	۸۰/۲۰	۴۹/۵		شمالی	۱۱۲/۸۲	۶/۰۰	۵/۳
	شرقی	۳۸۱/۸۹	۱۲۰/۴	۳۱/۵		شرقی	-	-	-
	غربی	۲۱۳/۳۲	۷۰/۵۰	۳۳/۱		غربی	۵۰/۹۳	۶/۰۰	۱۱/۸
صارم‌الدوله	جنوبی	۴۹/۹۲	۱۹/۲۵	۳۸/۵	وزیری	جنوبی	۱۰۶/۰۲	۴۵/۴۰	۴۲/۸
	شمالی	۴۹/۹۲	۷/۲۰	۱۴/۴		شمالی	۱۹۷/۶۵	۳۵/۹۰	۱۸/۲
	شرقی	۱۲۱/۲۱	۳۰/۵۰	۲۵/۲		شرقی	۷۷/۵۰	۲۴/۴۰	۳۱/۵
	غربی	-	-	-		غربی	۱۰۳/۵۶	۱۰/۲۴	۹/۹
شفاف	درصد	کل	۱۲/۰		شفاف	درصد	کل	۲۳/۹	



۳۶/۲	۴۸/۴	۳۴/۶۲	۷۱/۵۵	جنوبی	۲۵/۵	۲۶/۶	۲۷/۹۰	۱۰۴/۹۷	جنوبی	خواج‌آباد
	-	-	-	شمالی		۲۲/۲	۲۱/۷۵	۹۸/۰۰	شمالی	
	۳۶/۱	۲۳/۹۶	۶۶/۴۰	شرقی		۲۷/۵	۳۰/۵۵	۱۱۱/۰۰	شرقی	
	۲۳/۳	۱۵/۴۶	۶۶/۴۰	غربی		-	-	-	غربی	

۳-۴- آنالیز ساعات آفتاب و سایه در حیاط

جهت قرارگیری و شکل حیاط و نحوه قرارگیری آن نسبت به بنا عواملی هستند که میزان تابش آفتاب مستقیم بر آن را تعیین می‌کنند. در این پژوهش با استفاده از افزونه «لیدی‌باگ» که در نرم‌افزار «راینو» قابل اجرا است؛ داده‌های آب و هوایی هر شهر را وارد کرده و به صورت تعاملی و گرافیکی داخل محیط گرس‌هاپر^۱ نمایش می‌دهیم. این افزونه می‌تواند با استفاده از موتورهای آنالیز نرم‌افزارهای مرتبط با نور و انرژی همچون اکوتکت^۲، که همگی همزمان به این افزونه متصل هستند، تحلیل‌های مورد نیاز را ارائه نماید. یکی از اطلاعات مهم آب و هوایی مسیر حرکت خورشید و میزان سایه‌اندازی بناها در هر ساعت از شبانه‌روز در سال است. در جدول شماره ۶، میزان ساعات آفتاب و سایه در حیاط خانه‌های مورد مطالعه، بررسی تطبیقی شد.

۳-۵- آنالیز نقاب آسمان در جداره‌های شفاف رو به حیاط

نور روز قابل دسترس در یک فضا بستگی به میزان روشنایی دارد که به پنجره می‌رسد. این مقدار روشنایی نیز بستگی به این دارد که پنجره تا چه حد توسط موانع خارجی مستور شده باشد. محاسبه این مقدار معمولاً در شرایط آسمان تمام ابری یعنی هنگامی که کم‌ترین میزان نور روز فراهم است، انجام می‌شود. زاویه دید آسمان، محدوده‌ای است که از وسط ارتفاع پنجره نسبت به خط آسمان نمای مقابل و خط بالای نورگیر ترسیم می‌شود (CIBSE, 1999, 25).

جدول ۵: آنالیز ساعات آفتاب و سایه در حیاط خانه بیگلربیگی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده).

شهر: کرمانشاه		آدرس: خیابان مدرس		طول جغرافیایی: ۴۷/۰۷۱۹۳۳ E		عرض جغرافیایی: ۳۴/۳۱۸۸۴۴ N	
خانه: بیگلربیگی دوره ساخت: قاجار مساحت زمین: ۲۵۴۱ مترمربع سطح اشغال: ۱۶۸۴ مترمربع مساحت حیاط: ۸۵۶/۵ مترمربع							
آنالیز ساعات آفتابی در حیاط							
سایه‌اندازی در طول روز	اعتدال بهاری		انقلاب تابستانی		اعتدال پاییزی		انقلاب زمستانی
	20MAR		21JUN		22SEP		21DEC
	Hours: 7.00< 6.30 5.60 4.90 4.20 3.50 2.80 2.10 1.40 0.70 <0.00		Hours: 9.00< 8.10 7.20 6.30 5.40 4.50 3.60 2.70 1.80 0.90 <0.00		Hours: 7.00< 6.30 5.60 4.90 4.20 3.50 2.80 2.10 1.40 0.70 <0.00		Hours: 6.00< 5.40 4.80 4.20 3.60 3.00 2.40 1.80 1.20 0.60 <0.00
ساعات روز	طلوع: ۰۶:۲۶		طلوع: ۰۶:۰۹		۱۲:۰۷		۰۹:۵۲
	غروب: ۱۸:۳۲		غروب: ۲۰:۳۶		۱۲:۱۰		
۱۷:۱۵		۰۷:۲۳					

¹ Grasshopper

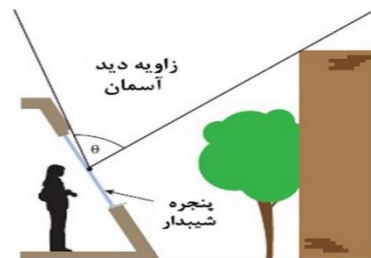
² Ecotect



درصد مساحت سایه در حیاط	سایه کامل	نیمه سایه	آفتاب کامل	سایه کامل	نیمه سایه	آفتاب کامل	سایه کامل	نیمه سایه	آفتاب کامل	سایه کامل	نیمه سایه	آفتاب کامل
۶/۴	۹۳/۶	-	۰/۶	۹۹/۴	-	۷/۵	۹۲/۵	-	۳۳/۹	۶۶/۱	-	-

جدول ۶: آنالیز ساعات آفتاب و سایه در حیاط خانه‌های سنتی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده)

نام خانه	درصد سایه	اعتدال بهاری	اقلاب تابستانی	پائیزی	اقلاب زمستانی	نام خانه	درصد سایه	اعتدال بهاری	اقلاب تابستانی	پائیزی	اقلاب زمستانی
بیگربیگی	سایه کامل	۶/۴	۰/۶	۷/۵	۳۳/۹	موری	سایه کامل	۳/۱	۰/۲	۳/۴	۳۱/۸
	نیمه سایه	۹۳/۶	۹۹/۴	۹۲/۵	۶۶/۱		نیمه سایه	۹۶/۹	۹۹/۸	۹۶/۶	۶۸/۲
	آفتاب کامل	-	-	-	-		آفتاب کامل	-	-	-	-
صارم‌الدوله	سایه کامل	۱۳/۲	۱/۱	۱۴/۳	۶۱/۰	وزیری	سایه کامل	۱۲/۰	۱/۰	۱۲/۰	۵۲/۰
	نیمه سایه	۸۶/۸	۹۸/۹	۸۵/۷	۳۹/۰		نیمه سایه	۸۸/۰	۹۹/۰	۸۸/۰	۴۸/۰
	آفتاب کامل	-	-	-	-		آفتاب کامل	-	-	-	-
خواجهمباروخ	سایه کامل	۹/۲	۱/۳	۸/۵	۵۰/۴	معمین‌الکتاب	سایه کامل	۹/۲	۱/۱	۸/۱	۵۱/۱
	نیمه سایه	۹۰/۸	۹۸/۷	۹۱/۵	۴۹/۶		نیمه سایه	۹۰/۸	۹۸/۹	۹۱/۹	۴۸/۹
	آفتاب کامل	-	-	-	-		آفتاب کامل	-	-	-	-



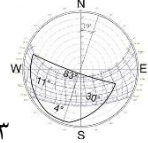
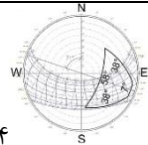
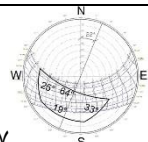
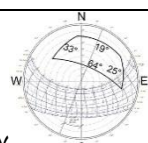
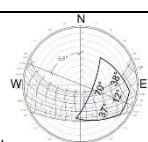
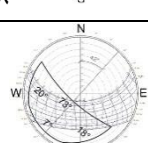
شکل ۴: روش اندازه‌گیری زاویه دید آسمان در مقطع (CIBSE, 1999, 25).

جدول ۷: آنالیز نقاب آسمان در جداره‌های شفاف رو به حیاط خانه بیگربیگی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده).

جبهه اتاق	ابعاد پنجره (متر)	موقعیت و جهت اتاق	زاویه دید آسمان در مقطع (درجه)	زاویه دید آسمان در نما (درجه)	درصد نقاب آسمان (SV/S)
رو به جنوب	عرض: ۴/۰ ارتفاع: ۶/۰				
	مساحت (مترمربع)				
	۲۴	۱۹ درجه به سمت جنوب غرب	۷۹	۱۳۹	۳۳

مجموعه زوایای دید آسمان در نما و مقطع «نقاب آسمان» را تشکیل می‌دهد که به روش نقاب سایه الگی روی نقاله سایه‌یاب ترسیم می‌شود و با انطباق بر مسیر حرکت خورشید هر شهر محدوده آسمان قابل مشاهده از مرکز پنجره را نشان می‌دهد. اگر زاویه دید عمودی به آسمان ۶۵ درجه باشد؛ در نتیجه نور روز وارد شده، مناسب و کافی است؛ اگر زاویه دید عمودی به آسمان بین ۴۵-۶۵ درجه باشد؛ در این صورت با تمهیداتی مانند سطح بزرگ‌تر پنجره، نور روز کافی وارد اتاق می‌شود؛ اگر زاویه دید عمودی به آسمان بین ۲۵-۴۵ درجه باشد؛ در نتیجه به‌سختی با پنجره بسیار بزرگ نور روز کافی به فضا وارد می‌شود؛ اگر زاویه دید عمودی به آسمان کمتر از ۲۵ درجه باشد؛ بنابراین ورود نور روز کافی به فضا غیرممکن می‌شود؛ مگر این‌که تمام سطح دیوار، پنجره شیشه‌ای باشد (CIBSE, 10, 2014). در جدول شماره ۸، میزان درصد نقاب آسمان در حیاط خانه‌های مورد مطالعه بررسی تطبیقی شده است.

جدول ۸: آنالیز نقاب آسمان در جداره‌های شفاف رو به حیاط در خانه‌های سنتی شهر کرمانشاه (مأخذ: نگارنده).

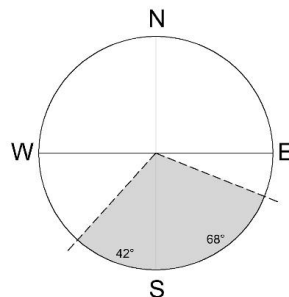
نام خانه	بیگلر بیگی			صارم الدوله			معین الکتاب		
جهت اتاق (رو به)	جنوب	شرق	جنوب	شمال	شرق	جنوب			
جهت اتاق زاویه دید آسمان در مقطع (درجه)	۱۹° SW	۱° SE	۲۲° SW	۱۵۸° NE	۸° SE	۴۲° SW			
زاویه دید آسمان در نما (درجه)	۷۹	۵۱	۴۵	۴۵	۵۸	۶۶			
درصد نقاب آسمان (SV/S)	۱۳۹	۱۰۴	۱۲۲	۱۲۲	۱۰۵	۱۴۱			
									
	۳۱	۱۴	۱۷	۱۷	۱۸	۲۱			



۴- نتایج و بحث

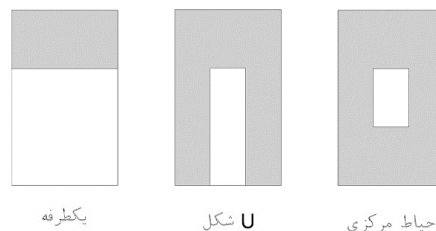
پس از تحلیل فرم حیاط و سطوح شفاف رو به آن در شش نمونه از خانه‌های تاریخی شهر کرمانشاه نتایج زیر حاصل گردید:

به‌طور کلی عواملی که بر انتخاب جبهه استقرار بنا تأثیر گذاشته است، عبارتند از: تابش آفتاب، جهت وزش باد، جهت قبله. متوسط قرارگیری وجه اصلی خانه‌های کرمانشاه در محدوده حدود ۶۸ درجه جنوب شرقی تا ۴۲ درجه جنوب غربی در نظر گرفته شده است. ۳۰ درصد از نمونه‌ها چرخش جنوب شرقی و ۷۰ درصد از آن‌ها چرخش جنوب غربی دارند.



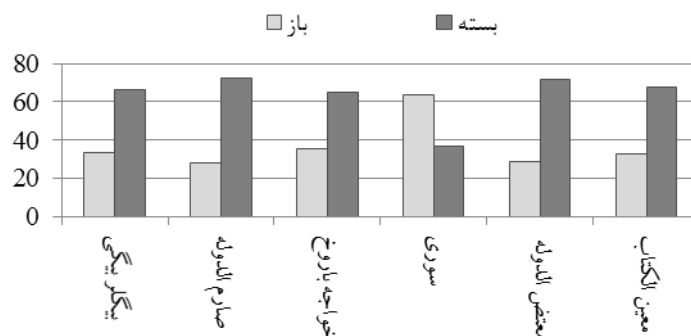
شکل ۵: زاویه انحراف موقعیت خانه‌های کرمانشاه (مأخذ: نگارنده).

خانه‌های تاریخی کرمانشاه را می‌توان در سه الگوی کلی به شرح ذیل دسته‌بندی کرد: الگوی یک کله، الگوی یو شکل و الگوی حیاط مرکزی.



شکل ۶: الگوهای کلی خانه‌های کرمانشاه (مأخذ: نگارنده).

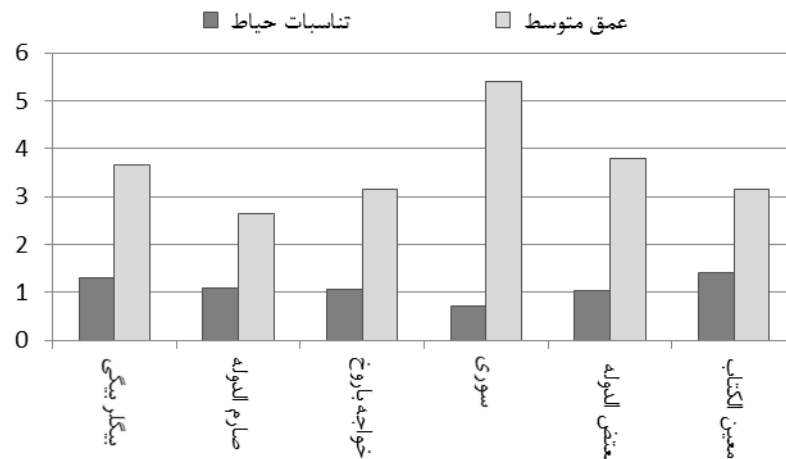
در نمونه‌های انتخابی، میانگین فضای باز ۳۷ درصد و فضای بسته ۶۳ درصد است.



شکل ۷: نمودار درصد فضای باز و بسته (مأخذ: نگارنده).

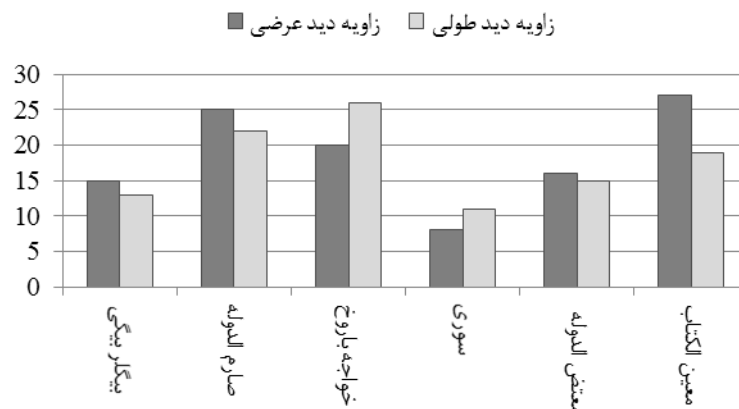


میانگین تناسبات (طول به عرض) و عمق متوسط (طول به ارتفاع) حیاط در نمونه‌های انتخابی به ترتیب، ۱/۱ و ۳/۶ است.



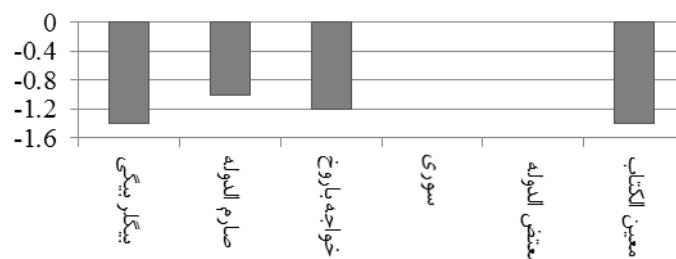
شکل ۸: نمودار تناسبات و عمق متوسط حیاط (مأخذ: نگارنده).

همان‌طور که اشاره شد، حداکثر زاویه‌ای که یک بنا می‌تواند با ناظر ایجاد کند تا تناسب مناسبی در دید داشته باشد، برابر ۲۷ درجه یا محل ایستادن ناظر در فاصله‌ای تقریباً دو برابر ارتفاع بنا است. زاویه مذکور در نمونه‌های منتخب پژوهش، بررسی شد. یافته‌ها نشانگر تطابق تناسبات و ابعاد حیاط‌ها و جداره‌های مجاور آن با اصل مذکور است. در نمونه‌های بررسی شده، میانگین زاویه دید طولی ۱۷/۷ درجه و زاویه دید عرضی ۱۸/۵ درجه است.



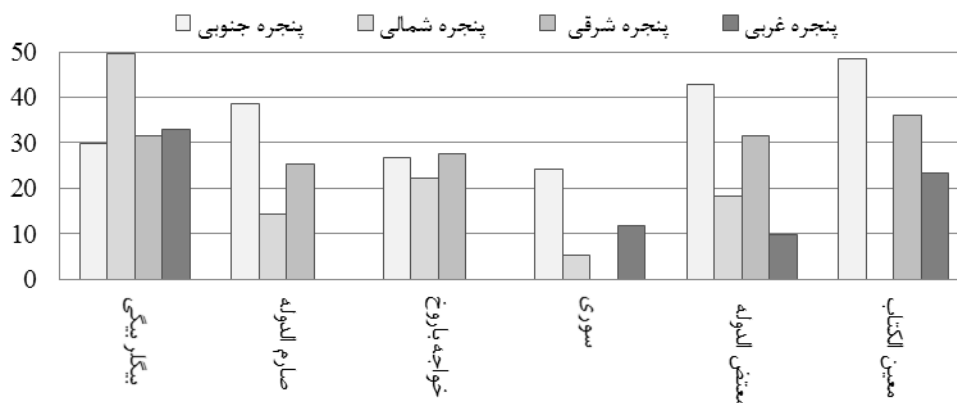
شکل ۹: نمودار زاویه دید طولی و عرضی در حیاط (مأخذ: نگارنده).

در بیشتر خانه‌های مورد بررسی شاهد کد ارتفاعی پایین‌تر حیاط نسبت به معبر اصلی هستیم که میانگین آن در حدود ۸۵ سانتی‌متر است.



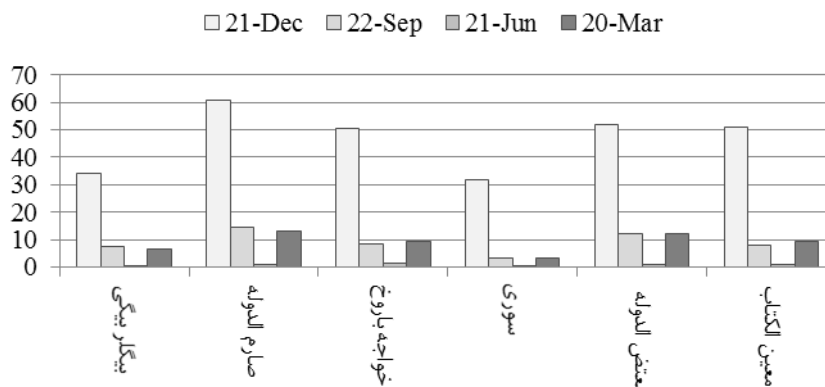
شکل ۱۰: نمودار اختلاف سطح حیاط و معبر اصلی (مأخذ: نگارنده).

میانگین درصد سطوح شفاف رو به حیاط در نماهای جنوبی خانه‌های مورد بررسی ۳۵ درصد، نماهای شمالی ۱۸ درصد، نماهای شرقی ۲۵ درصد و نماهای غربی ۱۳ درصد است.



شکل ۱۱: نمودار درصد سطوح شفاف نماهای مشرف به حیاط (مأخذ: نگارنده).

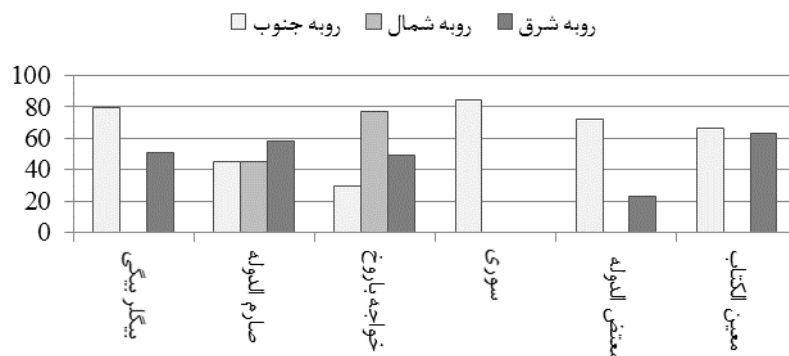
میانگین درصد سایه کامل و نیمه سایه حیاط در خانه‌های مطالعه شده، به ترتیب در روز اعتدال بهاری ۸/۹ و ۹۱/۱ درصد، انقلاب تابستانی ۰/۹ و ۹۹/۱ درصد، اعتدال پاییزی ۹ و ۹۱ درصد و در روز انقلاب زمستانی ۴۶/۷ و ۵۳/۳ درصد است. در هیچ‌یک از خانه‌های انتخابی در روزهای مورد بررسی آفتاب کامل در حیاط در طی روز نداریم.



شکل ۱۲: نمودار درصد سایه کامل حیاط (مأخذ: نگارنده).



میانگین زاویه دید آسمان در مقطع پنجره اتاق‌های اصلی روبه جنوب مشرف به حیاط خانه‌های مطالعه شده، ۶۲/۵ درجه، روبه شمال ۶۱ درجه و روبه شرق ۴۸/۸ درجه است. همچنین میانگین زاویه دید آسمان در نمای پنجره اتاق‌های اصلی روبه جنوب، مشرف به حیاط ۱۳۶/۷ درجه، روبه شمال ۱۳۶ درجه و روبه شرق ۱۲۱/۲ درجه است.

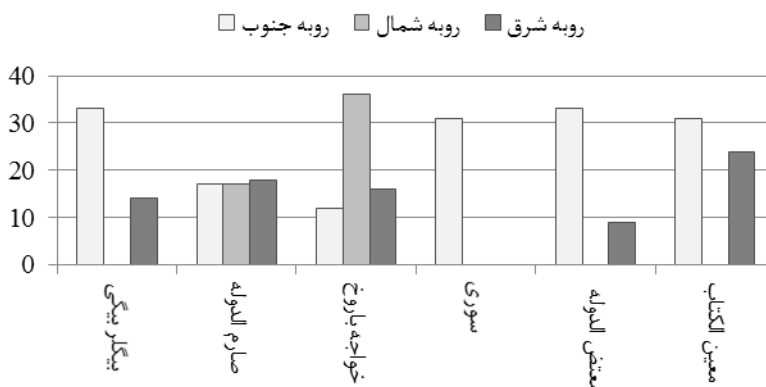


شکل ۱۳: نمودار زاویه دید آسمان در مقطع پنجره اتاق‌های اصلی رو به حیاط (مأخذ: نگارنده).



شکل ۱۴: نمودار زاویه دید آسمان در نمای پنجره اتاق‌های اصلی رو به حیاط (مأخذ: نگارنده).

میانگین درصد نقاب آسمان در پنجره اتاق‌های اصلی روبه جنوب مشرف به حیاط خانه‌های انتخابی ۲۶/۲ درصد، روبه شمال ۲۶/۵ درصد و روبه شرق ۱۶/۲ درصد است.



شکل ۱۵: نمودار درصد نقاب آسمان در پنجره اتاق‌های اصلی رو به حیاط (مأخذ: نگارنده).

۵- نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان‌دهنده آن است که حیاط مربع شکل با طول و عرض تقریباً برابر و عمق متوسط در حدود ۴، با توجه به الگوهای مختلف قرارگیری بنا، نور کافی را در عمق فضاهای اطراف آن ایجاد می‌نماید؛ همچنین با توجه به ابعاد پنجره‌ها و شکل و محل قرارگیری آن‌ها در نما و ارتباط آن با حیاط، باعث ایجاد زاویه دید آسمان مناسب در اکثر فضاها شده که میزان آسمان قابل رؤیت و در نتیجه میزان نور روز در آن‌ها را افزایش می‌دهد.

نتایج میزان سایه در طول سال در حیاط خانه نشان می‌دهد که در فصل‌های گرم سال سایه‌اندازی مناسبی در حیاط ایجاد می‌شود، و به همراه تأمین نور روز مناسب توسط پنجره‌های مشجر و رنگی اشاره شد، جریان هوا و فضای مطلوبی برای استفاده ساکنین در داخل اتاق‌ها و حیاط ایجاد می‌کند؛ ولی در فصول سرد به دلیل فشردگی بودن خانه‌ها در اقلیم سرد و کم شدن زاویه تابش، سایه‌اندازی بیشتر از فصول گرم است که این موضوع تا حدودی با پایین آوردن سطح حیاط و استفاده از گرمای زمین جبران می‌شود؛ با این حال این موضوع باعث کم شدن ارزش فضایی حیاط به دلیل سردی هوا در این فصول شده و فقط نقش تأمین کننده نور و رساندن گرمای خورشید به عمق فضای اتاق‌ها و گرم شدن آن‌ها را دارد. ارزش‌های مذکور و اصول حاکم بر طراحی خانه‌های سنتی کرمانشاه، قابلیت تداوم در طراحی فضاهای امروزی در این منطقه را دارند و استفاده بهینه از آن‌ها در طراحی کارآمد است و ارتباط عمیق‌تری با طبیعت دارد و در نتیجه می‌تواند باعث پایداری بیشتر بناها گردد. برای رسیدن به نتیجه کلی در شناخت فرم و الگوهای خانه‌های سنتی اقلیم سرد ایران، نیاز به شناخت و بررسی بناهای باقی‌مانده از گذشته در سایر مناطق و شهرهای این منطقه است تا بتوان نتایج این پژوهش را به تمام شهرهای منطقه سرد ایران تعمیم داد. همچنین با توجه به این‌که در مطالعه صورت گرفته، فقط حیاط و جداره‌های آن به عنوان فضای باز خانه‌ها مورد توجه بوده است، لذا نیاز به بررسی فضاهای داخلی این بناها از جهت تأمین مناسب نور روز احساس می‌شود تا بتوان به نتیجه جامع‌تری دست یافت.

۶- منابع مورد استفاده

- احمدی، زهرا. (۱۳۹۱). بازخوانی نقش گمشده حیاط مرکزی در دستیابی به معماری پایدار. دو فصلنامه معماری اقلیم گرم و خشک ۲(۲)، ۲۵-۴۰.
- احمدی، فرهاد. (۱۳۸۴). شهر- خانه حیاط مرکزی. دو فصلنامه صفا، ۱۵(۴۱)، ۹۰-۱۱۳.
- اصلاح‌چی، علی، صبا میردریکوندی. (۱۳۹۳). بررسی ساختارهای خانه‌های سنتی ایران. مقاله ارائه شده در اولین همایش ملی معماری، شهرسازی پایدار، تهران.
- اونز، بنجامین اچ. (۱۹۸۱). نور روز در معماری. ترجمه شهرام پوردیهیمی و حوری عدل طباطبایی. ۱۳۷۹. تهران: نشر سخن.
- بهشتی، سیدمحمد. (۱۳۸۶). خانه و فرهنگ ایرانی. فصلنامه آبادی ۵۵، ۹۰-۱۱۵.
- پارسا، محمد علی. (۱۳۹۱). پنجره در معماری ایران، نگاهی تحلیلی به گونه‌های پنجره در خانه‌های سنتی ایران. پایان‌نامه دکترای معماری، دانشگاه شهید بهشتی.
- پوردیهیمی، شهرام و فریبرز حاجی سیدجواد. (۱۳۸۷). تاثیر نور روز بر انسان - فرایند ادراکی و زیست‌شناسی روانی روشنایی روز. دو فصلنامه صفا، ۱۷(۴۶)، ۶۷-۷۵.
- توسلی، محمود. (۱۳۹۴). قواعد و معیارهای طراحی فضاهای شهری. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- حائری مازندرانی، محمدرضا. (۱۳۸۸). خانه، فرهنگ، طبیعت بررسی معماری خانه‌های تاریخی و معاصر. تهران: مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.



- رأفتی سخنگو، لیلا و محمد شکوهیان. (۱۳۹۲). بهینه‌سازی مصرف انرژی با توجه به طراحی اقلیمی ساختمانهای مسکونی. مقاله ارائه شده در اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار، تهران.
- زینلیان، نفیسه و هانیه اخوت. (۱۳۹۶). ساختارشناسی حیاط در خانه‌های قجری اقلیم گرم و خشک و گرم و مرطوب با تمرکز بر گونه حیاط مرکزی مطالعه موردی: خانه‌های یزد و دزفول. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۸(۳۰): ۱۵-۲۹.
- سایت مرکز ملی آمار ایران. درگاه ملی آمار. (<http://www.amar.org.ir>)
- سلطانزاده، حسین. (۱۳۹۰). نقش جغرافیا در شکل‌گیری انواع حیاط در خانه‌های سنتی ایران. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۷۵، ۶۹-۸۶.
- طاهباز، منصوره. (۱۳۸۳). رد پای قداست در معماری اسلامی ایران. دو فصلنامه صفا، ۱۴(۳)، ۱۰۳-۱۲۴.
- طاهباز، منصوره، و شهربانو جلیلیان. (۱۳۹۰). اصول طراحی معماری همساز با اقلیم در ایران با رویکرد به معماری مساجد. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- قبادیان، وحید. (۱۳۸۴). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- کاویانی، محمدرضا و بهلول علیجانی. (۱۳۸۲). مبانی آب و هواشناسی. تهران: سمت.
- کهنمویی، ناهید، و زیبا سامی. (۱۳۹۵). حیاط در کالبد خانه‌های سنتی ایرانی دوره قاجار و تحول آن در کالبد دهه اخیر. مقاله ارائه شده در کنگره بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی معاصر جهان، امارت.
- کی‌نژاد، محمدعلی، و محمدرضا شیرازی. (۱۳۸۹). خانه‌های قدیمی تبریز. تهران: فرهنگستان هنر جمهوری اسلامی ایران.
- مجرد، فیروز، و کامران مرادی. (۱۳۹۳). نگرشی بر ناموزونی‌ها و روندهای ساعات آفتابی در ایران. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۲(۳۴)، ۱۵۳-۱۶۵.
- معماریان، غلامحسین. (۱۳۹۱). آشنایی با معماری مسکونی ایران گونه‌شناسی درونگرا. تهران: سروش دانش.
- Ahmadi, Farhad. City - Home, Central Courtyard. Soffeh, 15(41): 90-113.
- Beheshti, Mohammad. (2007). Home and Iranian Culture. Abadi, 55: 90-115.
- Birren, Faber. (1978). Color & human response. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE). (1999). Lighting Guide 10: Day lighting and window design. London: The Friary Press.
- Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE). (2014). Lighting Guide 10: Day lighting and window design. London: The Friary Press.
- Eslahchi, Ali, and Saba Mirdarrikvandi. (2014). Investigating the Structures of Traditional Iranian Houses. Paper presented at the first National Conference on Architecture, Sustainable Urbanization. Tehran.
- Evans, Benjamin H. (1981). Daylight in architecture. Translated by Shahram Pourdeihimi and Hourri Adl Tabatabaei. Tehran: Nashreh Sokhan.
- Gobadian, Vahid. (2005). Climatic Study of Traditional Iranian Buildings. Tehran: Tehran University.
- Haeri Mazandarani, Mohammad Reza. (2009). Home, Culture, Nature Explore the architecture of historic and contemporary homes. Tehran: Urban and Architectural Research and Research Center
- Kahnamoei, Nahid, and Ziba Sami. (2016). The Courtyard of the Traditional Iranian Houses of the Qajar Period and Its Evolution in the Recent Decade. Paper presented at the International Congress of Contemporary Civilization, Architecture and Urban Development, Emirates.
- Kaviani, Mohammad Reza, and Bohlol Alijani. (2003). Basics of meteorology. Tehran: Samt.
- Keynejad, Mohammad Ali, and Mohammad Reza Shirazi. (2010). Old houses in Tabriz. Tehran: Art Academy of the Islamic Republic of Iran.
- Mc Cloud, Kevin. (1995). Lighting Style. New York: Simon & Schuster.
- Memarian, Gholamhossein. (2012). Introduction to Iranian Residential Architecture Introverted typology. Tehran: Sorosh Danesh.
- Mojarad, Firoz, and Kamran Moradi. (2014). An Overview of Sunrise Anomalies and Trends in Iran. Geography and Development, 12(34): 153-165.
- Parsa, MohammadAli. (2012). Window in Iranian Architecture, an Analytical Look at Window Types in Traditional Iranian Homes. Doctor of Architecture Thesis. Shahid Beheshti University.
- Pourdeihimi, Shahram, and Fariborz Hajiseyed Javadi. (2008). The Influence of Daylight on Humans - The Perceptual and Psychological Process of Daylight Psychology. Soffeh, 17(46): 67-75.



- Rafati Sokhango, Leila, and Mohammad Shokohian. (2013). Optimizing energy consumption according to the climatic design of residential buildings. Paper presented at the first National Conference on Geography, Urban Development and Sustainable Development. Tehran.
- Soltanzadeh, Hosein. (2011). The Role of Geography in Forming Yard Types in Traditional Iranian Homes. *Journal of Human Geography Research*, 75: 69–86.
- Tahbaz, Mansoreh. (2004). The sacred footprint in Iranian Islamic architecture. *Soffeh*, 14(3): 103–124.
- Tahbaz, Mansoureh, and Fatemeh Moosavi. (2009). Daylighting Methods in Iranian Traditional Architecture (Green Lighting). presented at the International Scientific Conference (CISBAT 2009), Lausanne.
- Tahbaz, Mansoreh, and Shahrbanoo Jalilian. (2011). Principles of climate-friendly architecture design in Iran with an approach to mosque architecture. Tehran: Shahid Beheshti University.
- Tahbaz, Mansoureh, Shahrbanoo Jalilian, and Fatemeh Moosavi. (2011). Assessment of Iranian Traditional Door-Windows, A Proposal to Improve Daylighting System in Classrooms presented at the International Scientific Conference (CISBAT 2011), Lausanne.
- Yin, X. (1999). Bright sunshine duration in relation to precipitation, air temperature and geographic location. *Theoretical and applied climatology*, 64(1-2): 61–68. DOI: 10.1007/s007040050111.
- Zeinalian, Nafiseh, and Haniyeh Okhovat. (2016). Yard structure in hot and dry, hot and humid climates of the Qajar houses with focus on central yard species Case Study: Yazd and Dezful Homes. *Journal of Studies on Iranian-Islamic City*, 8(30): 15–29.
-