



بازشناسی ساختار فضای باز حیاط و تعامل آن با جداره‌های شفاف در خانه‌های تاریخی شهر اردبیل*

علی صالحی پور^۱، ایرج اعتصام^{۲*}، سیدمجید مفیدی شمیرانی^۳

۱۳۹۸/۰۴/۱۸

تاریخ دریافت مقاله:

۱۳۹۹/۰۲/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله:

چکیده

بیان مساله: حیاط از یک سو به عنوان فضای بازی که در ارتباط با پوسته و فضاهای اصلی قابل سکونت بنا در جهت تامین نور روز مناسب بوده و از سوی دیگر به عنوان یکی از عناصر پایه به لحاظ پایداری، از دیرباز در معماری سنتی ایران مورد توجه بوده است.

سوال تحقیق: این پژوهش به دو پرسش پاسخ می‌گوید: اول، ساختار حاکم بر حیاط و جداره‌های شفاف رو به آن در خانه‌های تاریخی شهر اردبیل چگونه است؟ دوم، آیا رابطه منطقی بین ساختار و عناصر فیزیکی حیاط خانه‌ها، برای ارائه پیشنهاد و الگوی طراحی وجود دارد؟

اهداف تحقیق: هدف از این پژوهش، مطالعه و بررسی ساختار فضاهای باز و تعامل آن با جداره‌های شفاف؛ و ارائه پیشنهاد طراحی برای آن است.

روش تحقیق: از روش توصیفی و تطبیقی به منظور تجزیه و تحلیل سه عامل مهم در طراحی حیاط؛ جهت، ابعاد و تناسبات و همچنین سطوح مات و شفاف رو به آن، با مطالعه میدانی دوازده نمونه موردی از خانه‌های تاریخی شهر اردبیل که در پهنه اقلیمی منطقه سرد ایران قرار گرفته و همگی متعلق به دوره قاجار می‌باشند، استفاده شده است. ابزارهای گردآوری اطلاعات، منابع مکتوب، اسناد، نقشه‌ها، کروکی‌ها و مطالعات میدانی است؛ و برای تحلیل اطلاعات به دست‌آمده از روش آماری و به دست‌آوردن ضریب همبستگی بهره گرفته شده است. همچنین پس از ترسیم حجمی بناها، از نرم افزارهای تحلیل نور روز، برای بررسی میزان سایه‌اندازی در حیاط در طول سال استفاده شده است.

مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که حیاط با طول و عرض تقریباً برابر، 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 رویت 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 تامین‌کننده نور و رساندن گرمای خورشید به عمق فضای اتاق‌ها و گرم شدن آن‌ها را دارد. جهت شناخت کلی الگوی خانه‌های سنتی اقلیم سرد ایران، نیاز به بررسی بناهای سایر شهرهای این منطقه می‌باشد؛ تا بتوان نتایج این پژوهش را به تمام شهرهای منطقه سرد ایران تعمیم داد.

کلمات کلیدی: ساختارشناسی، حیاط، جداره‌های شفاف، خانه‌های تاریخی، اردبیل

* این مقاله مستخرج از رساله دکتری با عنوان «تبیین بازشناسی تأثیر نور روز بر سطوح شفاف بناهای بومی اقلیم سرد ایران» می‌باشد که با

راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران در حال انجام است.^۱ دانشجوی دکتری تخصصی معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

ali.salehipour@srbiau.ac.ir

** استاد دانشکده هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛ (نویسنده مسئول) i.etessam@srbiau.ac.ir

^۳ استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران؛ s_m_mofidi@iust.ac.ir

۱- مقدمه

معماری ایران با داشتن سابقه طولانی سکونت در آن و شرایط جغرافیایی و اقلیمی متنوع، دستاوردهای ارزشمندی داشته است. استفاده از نور طبیعی و برپا نمودن بناهای حیاطدار در ایران، قدمتی در حدود هشت هزار سال دارد. با مطالعه اجمالی بناهای تاریخی ایران، نقش و جایگاه مهم حیاط در سازماندهی فضاها در خانه با توجه به اقلیم و شرایط آب و هوایی و همچنین ارتباط فضاها با طبیعت و استفاده از نور روز نمایان می‌گردد. توجه و احترام به نور در کنار نقش سازمان دهنده حیاط به فضاهای بنا، از نکات بارز در طراحی بناهای تاریخی ایران می‌باشند. 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 به طور اخص 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 اردبیل به عنوان یکی از شهرهای منطقه سرد ایران بپردازد.

۲- پرسش‌های تحقیق

مطالعه و بررسی ساختار فضاهای باز و تعامل آن با جداره‌های شفاف رو به آن در خانه‌های تاریخی شهر اردبیل، هدف تحقیق پیش رو است. تا به این پرسش‌ها پاسخ داده شود که: (۱) ساختار حاکم بر حیاط و جداره‌های شفاف رو به آن در خانه‌های تاریخی شهر اردبیل چگونه است؟ (۲) آیا رابطه منطقی بین ساختار و عناصر فیزیکی حیاط خانه‌ها، برای ارائه پیشنهاد و الگوی طراحی وجود دارد؟

۳- فرضیه تحقیق

برای پاسخ به پرسش‌های مطرح شده، حیاط از یک سو به عنوان فضای بازی که در ارتباط با پوسته و فضاهای اصلی قابل سکونت بنا در جهت تامین نور روز مناسب بوده و از سوی دیگر به عنوان یکی از عناصر پایه به لحاظ پایداری و دستیابی به معماری پایدار می‌باشد، مورد ارزشیابی قرار گرفته و بررسی می‌گردد. به نظر می‌رسد با توجه به الگوهای به کار رفته، رابطه‌ای میان اجزای فیزیکی ساختار حیاط خانه‌های تاریخی وجود داشته باشد. باید به این نکته اشاره نمود که هدف از این چنین 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.

۴- پیشینه تحقیق

تحقیقات ارزنده‌ای در زمینه فضاهای باز صورت گرفته که به برخی از آنها اشاره می‌گردد: محمود توسلی فضاهای باز را در قالب فضاهای شهری مورد توجه قرارداده است. (توسلی، ۱۳۹۵) همچنین دکتر غلامحسین معماریان در کتاب "آشنایی با معماری مسکونی ایران گونه‌های برون‌گرا و درون‌گرا" به بیان ویژگی‌های خانه و حیاط در معماری بومی ایران پرداخته‌اند. (معماریان، ۱۳۹۱) دکتر فرهاد احمدی نیز در مقالاتی با عنوان: "شهر، خانه حیاط مرکزی" و "فصل و وصل در معماری سنتی" به بیان ویژگی‌های حیاط در اقلیم گرم و خشک پرداخته‌اند. (احمدی، ۱۳۸۴) همچنین زهرا احمدی با مقاله‌ای با عنوان "بازخوانی نقش گمشده حیاط مرکزی در دستیابی به معماری پایدار" اشاره داشته‌اند که بازخوانی فضاهای باز حیاط مرکزی در دستیابی به معماری پایدار الزامی است. (احمدی، ۱۳۹۱) دکتر حسین سلطانزاده با مقاله‌ای 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 پرداخته‌اند. (سلطانزاده، ۱۳۹۰) همچنین در زمینه هندسه و ساختار حیاط مطالعاتی در خصوص خانه‌های تاریخی اقلیم گرم و خشک توسط دکتر





منصوره طاهباز، دکتر هانیه اخوت و دکتر مهناز محمودی صورت گرفته است.

دکتر فرزانه سفلیبی نیز تحقیقاتی در همین زمینه انجام داده‌اند، که تمرکز بر خانه‌های اقلیم گرم و خشک ایران داشته است. (Soflaei & et al, 2016&2017) در تحقیقات انجام شده بر اساس تحلیل‌های فیزیکی و محیطی حیاط در خانه‌های اقلیم گرم و خشک ایران، مشخص شده که رابطه منطقی بین نسبت‌های عناصر فیزیکی حیاط (اندازه و ابعاد) وجود دارد؛ و مدل‌ها و توصیه‌هایی برای طراحی حیاط به عنوان معادلات طراحی با توجه به طول و عرض و ارتفاع به عنوان تابعی از نسبت‌ها و ابعاد آن‌ها پیشنهاد شده است. (Soflaei & et al, 2016: 112) در ادامه مطالعات پرسود ذکر شده، و با توجه به اینکه در این خصوص، هیچ مطالعه‌ای بر روی خانه‌های منطقه سرد ایران انجام نشده، و در مطالعات انجام شده، خانه‌های حیاط‌دار را تنها با توجه به ویژگی‌های فرهنگی و روابط فضایی توصیف کرده و جنبه‌های اقلیمی آن را بررسی نکرده‌اند؛ پژوهش حاضر، با تمرکز بیشتر روی فضای باز مسکونی اقلیم سرد، خاصه در معماری بناهای تاریخی شهر اردبیل، مشخصا با تاکید بر ارتباط جداره‌های شفاف با حیاط انجام شده، تا بتواند رابطه منطقی بین عناصر فیزیکی حیاط در بناهای اقلیم سرد ایران یافته، و الگوی طراحی مناسب برای ساختمان‌های پایدار معاصر این منطقه ارائه نماید.

۵- روش تحقیق

برای انجام پژوهش از روش توصیفی و تطبیقی با تمرکز بر نقش اقلیمی و محیطی حیاط و جداره‌های نورگذر و با انتخاب دوازده نمونه موردی از خانه‌های تاریخی شهر اردبیل که در پهنه اقلیمی منطقه سرد ایران قرار گرفته و همگی متعلق به دوره قاجار می‌باشند، استفاده شده است. به منظور بازشناسی فضای باز این بناها، سه عامل مهم در طراحی حیاط؛ الف) جهت، امتداد و زاویه چرخش ب) ابعاد و تناسبات، و ج) سطوح مات (دیوارها) و سطوح شفاف (پنجره‌ها) به صورت میدانی مورد بررسی قرار گرفته است. ابزارهای گردآوری اطلاعات منابع مکتوب، اسناد، نقشه‌ها، کروکی و مطالعات میدانی است. که با استفاده از آنها، 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، زاویه دید آسمان و درصد نقاب آسمان مورد بررسی تطبیقی و تحلیل قرار گرفته است. با توجه به اینکه بناهای مورد مطالعه به دلیل نگهداری و مرمت مناسب، ساختار و ابعاد اولیه خود را حفظ نموده‌اند. لذا برداشت مشخصات فیزیکی آن‌ها دقیق‌تر بوده و باعث دقت بیشتر تحلیل‌ها می‌گردد. به منظور بررسی اطلاعات به دست آمده، از روش آماری برای به دست آوردن ضریب همبستگی استفاده شده است. با این حال به دلیل عدم اجازه و حضور مالک، تعداد محدودی از بناها مورد مطالعه قرار گرفته است. به دلیل اینکه در طول سال نمی‌توان برای مطالعه بر روی بناهای انتخابی به طور مستمر استفاده نمود، لذا پس از ترسیم حجمی بناها، از افزونه لیدی باگ^۱ در نرم افزار راینو^۲ که از موتورهای پیشرفته تحلیل نور روز بهره می‌گیرد، برای به دست آوردن درصد میزان سایه‌اندازی در حیاط در طول سال استفاده شده است.

۶- مبانی نظری

۶-۱- حیاط

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) حیاط در فرهنگ دهخدا به معنی محوطه و هر جای دیواربست و سرای و خانه آمده است. 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. (معماریان، ۱۳۹۱: ۱۵) سازماندهی فضاهای مختلف با توجه به عوامل مؤثر در آن یکی از با اهمیت‌ترین عملکردهای حیاط بوده است. با توجه به گردش

¹ Ladybug.

² Rhino.

خورشید، سازندگان آن هر جبهه را به فصلی اختصاص داده‌اند. (معماریان، ۱۳۹۱: ۱۶)

۲-۶- نقش حیاط در انسجام خانه‌های ایرانی

در خانه‌های سنتی سه گروه فضای نیمه باز، توده و فضای تهی با یکدیگر ترکیب و به تدریج، یکی به دیگری تبدیل شده و نوعی سیالیت و شناوری را در داخل خانه سنتی خلق کرده است. (اخوت، ۱۳۹۲: ۲۱۱)

بنابراین حیاط از سه جنبه اجتماعی- فرهنگی، اقلیمی و کالبدی نقش مهمی را در انسجام خانه ایرانی به عهده دارد. (مهدوی‌نژاد و دیگران، ۱۳۹۳: ۴۰) این پژوهش، با تمرکز بر نقش اقلیمی و محیطی حیاط در خانه‌های سنتی شهر اردبیل، ساختار حیاط را برحسب شکل، ارتفاع، مساحت، تناسب، زاویه دید، عمق متوسط، بررسی کرده است.

جدول ۱- مهم‌ترین نقش‌های حیاط در انسجام خانه‌های ایرانی (مأخذ: زینلیان، ۱۳۹۶؛ Memarian, 2006 مهدوی-نژاد و دیگران، ۱۳۹۳: ۴۶-۳۵)

نقش اجتماعی و فرهنگی	نقش اقلیمی و محیطی	نقش کالبدی و ساخت
محرمیت	نورگیری	ارتباط دهنده فضایی
حفظ افراد خانواده از دید بیرونی به واسطه درونگرایی	به عنوان منبع نور در میان فضاهای پیرامونی	دهنده سایر فضاهای مصنوع
مراسم و جشن	جلوگیری از باد مزاحم	انعطاف پذیری
قابلیت تبدیل به چنین فضایی به دلیل قرارگیری در مرکز خانه	ایجاد فضای خنک به واسطه محصوریت و دیوارهای بلند	نقش‌های متعدد به عنوان عنصر فرازمانی و فضایی
تقدس فضایی	ارتباط دهنده فضایی	ایجاد مراتب و ارتباطات تعریف شده و حفظ حریم فضاها
ارتباط هماهنگ با طبیعت	به عنوان فضای واسط و ارتباط	سازماندهی فضاهای اصلی در جهت محور و تنوع فضایی
امنیت	ارتباط دهنده فضایی	محوربندی
به واسطه درونگرایی	انعطاف پذیری	
به واسطه درونگرایی	ایجاد فضای خنک به واسطه محصوریت و دیوارهای بلند	
به عنوان منبع نور در میان فضاهای پیرامونی	ارتباط دهنده فضایی	
جلوگیری از باد مزاحم	انعطاف پذیری	
ایجاد فضای خنک به واسطه محصوریت و دیوارهای بلند	نقش‌های متعدد به عنوان عنصر فرازمانی و فضایی	
به عنوان فضای واسط و ارتباط	ایجاد مراتب و ارتباطات تعریف شده و حفظ حریم فضاها	
ارتباط دهنده فضایی	سازماندهی فضاهای اصلی در جهت محور و تنوع فضایی	

۳-۶- 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، گوشوار،... 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 تعیین‌کننده شکل و مکان تالار، تابستان‌نشین، زمستان‌نشین و دیگر فضاها و عملکردها در معماری سنتی ایرانی است. (کهن‌مویی، سامی، ۱۳۹۵: ۴) انواع حیاط از جنبه‌های کالبدی کارکردی در خانه‌های درونگرا را می‌توان به گروه‌هایی به شرحی که در جدول ۲ آمده، طبقه‌بندی کرد. عناصر و فضاهای پیرامون هر یک از این حیاط‌ها و چگونگی طراحی آن‌ها با کارکردهایشان متناسب است. (سلطانزاده، ۱۳۹۰: ۸۱)

جدول ۲- گونه‌های مختلف حیاط (مأخذ: کهن‌مویی، سامی، ۱۳۹۵؛ سلطانزاده، ۱۳۹۰)

حیاط	کاربری
حیاط مرکزی	فضاهای ساخته شده در پیرامون حیاط، جای گرفته است.
گودال باغچه	گودال باغچه در وسط حیاط مرکزی، با یک طبقه فرو رفته در داخل زمین می‌باشد.
نارنجستان	حیاطی کوچک در اندرونی برای تامین نور و نگهداری گیاهان حساس به سرما بوده است.
حیاط خلوت	نوعی حیاط با موقعیت و شکل متنوع، که به طور معمول جنبه‌ای فرعی و خدماتی داشت.
سرابستان	باغی کوچک در بخشی از حیاط گفته می‌شد که به شکل پیوسته به خانه ساخته می‌شد.
مهنتابی	عرصه و فضایی باز و بدون سقف بود و کمی بالاتر از سطح کف حیاط قرار داشت.
بهاربند	حیاط کوچکی بود که برای نگهداری چهارپایان در هوای باز، ساخته می‌شد.
حیاط جانبی	حیاطی که پیرامون فضایی ساخته شده یا در یک یا چند طرف آن شکل می‌گرفت.
محوطه	نوعی فضای باز وابسته به واحدهای مسکونی و فاقد دیوار به عنوان عنصر محدودکننده بود.

۴-۶- 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 تاثیرگذار در شکل‌گیری حیاط در خانه‌های سنتی می‌توان به، محرمیت، 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. از آنجایی که در بیشتر روزهای سال، مناطق کوهستانی سرد و یا بسیار سرد است اکثر فعالیت‌های روزمره 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؛ حتی اگر خانه کوچک بود، حیاط دستکم از دو سو محدود بود که معمولاً یک طرف آن فضاهای خدماتی و سوی دیگر آن فضاهای اصلی زندگی بود. ورودی از سوی فضاهای خدماتی بود و همه باید وارد هشتی و دالان و سپس وارد حیاط می‌شدند. (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. در مواردی که تنها یک حیاط وجود دارد این حیاط بیش‌تر خصوصیات حیاط بیرونی را دارا می‌باشد. در خانه‌های متاخر و در گونه‌های برون‌گرا، خانه در مرکزیت قرار گرفته و حیاط چهار طرف آن را احاطه کرده است. (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.

برای دسترسی به فضاهای داخل خانه باید چند پله بالاتر رفت. (اصلاح‌چی و میردرریکوندی، ۱۳۹۳: ۱۸)

۳-۶- گونه‌بندی نحوه قرارگیری حیاط نسبت به خانه

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. (حائری‌مازندرانی، ۱۳۸۸: ۶۹)

۴-۶- نور روز و جداره‌های شفاف

نور روز، ترکیبی از نور خورشید، نور آسمان و نور بازتاب‌شده از زمین و اجسام اطراف می‌باشد. مطالعات انجام یافته بر روی آثار باقی‌مانده 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) هم-چنین 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 خلیقات افراد تأثیر بگذارد." (Mc Cloud, 1995: 22) انسانها همواره به اهمیت مخصوص خورشید و نور حاصله از آن علاقمند بوده‌اند. خورشید مظهر پرستش و از مزایای بشماری 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)

۵-۶- جایگاه نور در تاریخ معماری ایران

با توجه به فراوانی نور روز در ایران و سابقه سکونت و معماری ارزشمند این کشور، توجه به نور و روشنایی، یکی از مهم‌ترین مولفه‌های معماری گذشته ایران است. در معماری سنتی ایرانی از نور به طور یکنواخت استفاده

³ Evans, Benjamin H.

نمی‌شده، بلکه نور همیشه تعدیل شده و سپس وارد فضا گردیده است. (نعمت‌گرگانی، ۱۳۸۱: ۳۱۸)

جدول ۳- گونه‌بندی نحوه قرارگیری حیاط نسبت به خانه و محاسن و معایب اقلیمی آن. (مأخذ: زینلیان و اخوت، ۱۳۹۶؛ طاهباز، ۱۳۸۳)

گونه	تصویر	نقاط ضعف	نقاط قوت	موقعیت حیاط نسبت به خانه
۱		تابش نامناسب، گرمای زیاد	جریان هوا، نورگیری اطراف خانه خوب	حیاط در اطراف خانه
۲		-	محدود شدن جبهه شرق و غرب	کل عرض، تقسیم حیاط به دو بخش
۳		جریان هوا، یک طرفه، گردش هوا در داخل کم	کنترل تابش آفتاب	خانه در شمال، کل عرض
۴		-	جریان هوا از بازو شمالی نورگیری بیشتر	حیاط کوچک در شمال خانه
۵		یک نما نامطلوب، گردش هوا در داخل کم	ایجاد بافت متراکم	خانه L شکل
۶		نیازمند زمین وسیع	درون‌گرایی و ایجاد بافت فشرده	خانه در دو سمت حیاط
۷		عدم ایجاد جریان هوا، نورگیری نامناسب	کنترل سطوح خارجی در مقابل تابش	خانه U شکل
۸		نیازمند زمین وسیع	ساختمان چهار فصل، بخشی در سایه	حیاط در وسط

در سده سوم هزاره چهارم قبل از میلاد جهت کسب نور و سایه از ایجاد اختلاف سطح در دیواره‌های خارجی استفاده می‌کردند. (تقوی‌نژاد، ۱۳۶۳: ۲۳) از روی آثار باقی‌مانده

در شهر سوخته از هزاره‌های سوم و دوم قبل از میلاد، می‌توان استنباط کرد که برخی از این خانه‌ها روزن‌های در روی قسمت سقف جهت گرفتن نور و تعویض هوا داشته‌اند. (سجادی، ۱۳۶۵: ۵۷) در دوره عیلامی در حدود ۱۳۰۰ و ۱۴۰۰ قبل از میلاد لوله‌هایی از خمیر شیشه به دست آمده که بطور حتم جهت روشن کردن داخل بنا مورد استفاده بود. (نعمت‌گرگانی، ۱۳۷۵: ۳۶) در دوره هخامنشی از چوب‌های سختی برای ساخت در و پنجره استفاده می‌کردند که از راه‌های دور می‌آوردند. با توجه و مقایسه کاخ‌های ساسانی و هم‌چنین دوره‌های بعد از جمله صفوی تقریباً مطمئن می‌شویم که کاخ‌های هخامنشی نیز در بالای درها و حتی بام‌ها، روزن‌ها و جام‌خانه‌هایی داشته است. (پیرنیا، ۱۳۴۸: ۵۷) در اصل از خصوصیات سبک پارسی، تعبیه سایبان و آفتاب‌گیر منطقی و ضروری برای ساختمان‌هاست. (پیرنیا، ۱۳۴۷: ۴۷) روشنایی تالارهای مجموعه کاخ هترا که از بناهای دوره اشکانی است، از دهنه و هلال‌هایی بوده که به سمت شرق باز می‌شوند. (تقوی‌نژاد، ۱۳۶۳: ۱۰۰) در عصر ساسانی با روش طاق گهواره‌ای از فاصله میان دو قوس برای ایجاد پنجره و روشنایی بنا استفاده می‌کردند. (تجویدی، ۱۳۵۰: ۹)

۶-۶- گونه‌شناسی پنجره در معماری سنتی ایرانی

در بررسی واژه پنجره و روزن و مترادف‌های آن، با تنوع تحسین بر انگیزی 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 "پنجارا" در سانسکریت به معنای قفس گرفته شده است. از آنجائی 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 مجاورت-های آن‌ها وجود دارد. (Tahbaz & et al, 2011)



عُلُوکَن در
۶-۷- اقلیم و معماری بومی منطقه سرد ایران

از جمله پهنه‌بندی‌های اقلیمی انجام شده در ایران می‌توان به روش احمد حسین عدل در سال ۱۳۳۹ در کتاب "تقسیمات اقلیمی و رستنیهای ایران" و نقشه تقسیمات اقلیمی ایران توسط جمشید ریاضی در سال ۱۳۵۶ اشاره کرد. (امیدوار و همکاران، ۱۳۸۹: ۲) محمد حسن گنجی نیز در سال ۱۳۵۸ تقسیم‌بندی چهارگانه اقلیمی ایران را ارائه کرد. (کسمایی، ۱۳۸۲) مرتضی کسمایی در کتاب "پهنه‌بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط‌های مسکونی" ایران به چهار دسته اقلیمی تقسیم کرده است. (کسمایی، ۱۳۸۲) پهنه‌بندی اقلیمی دیگری نیز توسط منصوره طاهباز با همکاری شهربانو جلیلیان انجام شده و ایران را به شش دسته تقسیم کرده 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 می‌باشد. براساس مطالعاتی که در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی صورت گرفته، نقشه پهنه‌بندی اقلیمی ایران تهیه و در آن کشور به هشت ناحیه اقلیمی تقسیم شده است. (شکل ۱)



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

در این مناطق پنجره‌ها زیاد کوچک نیستند و بدین وسیله 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

جدول ۵- گونه‌بندی پنجره بر اساس موقعیت و کیفیت نور داخلی در معماری سنتی ایران (مأخذ: Tahbaz & Moosavi, 2009)

سیستم نورپردازی	گونه پنجره	سیستم نورپردازی	گونه پنجره
پنجره‌های دیواری کامل	ارسی	روزنه‌های دیوار	فریز و خوون
	نیمه ارسی		روزنه‌های نیمکره ایی
	درپنجره		گلجام
پنجره‌های دیواری	پاچلاقی و پاچنگ	پنجره‌های سقفی	هورنو
	پنجره‌های دیواری ساده		روشنندان
	شباک		نورانداز (هورنو و روشنندان)
پنجره‌های دیواری در ترکیب با بالکن	بالکانه	اتریوم در معماری سنتی ایرانی	پنجره‌های دور
	شناشیر و تارمی		گنبدی
	تارمی		پنجره‌های زیرسقفی
			جامخانه

جدول ۴- گونه‌بندی واژه‌های پنجره و نورگیر در زبان و ادبیات فارسی (مأخذ: پارسا، ۱۳۹۱)

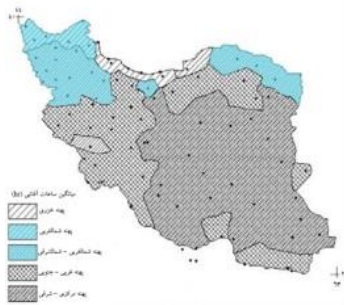
عناصر	پنجره	نورگیر	عناصر	حائل مشبک
درپنجره	روزن	تابش بند	دارآفرین	
پنجره قدی دولته مشبک	روزنه	سرسایه	درآفرین	
واژه	پاچنگ	هورنو	سایه بان	فخر و مدین
	درپچه	خورشیدی	پرده	شباک
	دریزه	روشنندان	سرادق	
	سه دری	جامخانه	رواق	
	ارسی	گلجام	ساباط	
باکانه	فریز و خوون			



۳۰۱۳۶	همدان	۸
-------	-------	---

جدول ۷- مشخصات پهنه‌بندی میزان ساعات آفتابی سالانه در ایران (مأخذ: مجرد و مرادی، ۱۳۹۳)

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



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

۶-۹- خانه‌های سنتی در اقلیم سرد ایران

از ویژگی‌های خانه‌های مسکونی اقلیم سرد می‌توان به این موارد اشاره نمود: استفاده از پلان‌های متراکم، به حداقل رساندن سطح خارجی، دارای حیاط مرکزی و درون‌گرا، استفاده از مصالحی با ظرفیت و عایق حرارتی خوب، ارتفاع اتاق‌ها کم، بام‌های مسطح، به حداقل رساندن میزان تهویه طبیعی، بازشوهای کوچک، دیوارهای نسبتاً قطور و ایوان‌ها و حیاط‌های کوچک. برودت بسیار زیاد هوا در بخش عمده‌ای از سال در این نواحی باعث شده است تا حداکثر استفاده از تابش آفتاب، ضروری گردد. اتاق‌های اصلی واقع در سمت شمال

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)

۶-۸- 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. (کاوایی و علیجانی، ۱۳۸۲: ۵۷) بر اساس تحقیقاتی که در آن، تعداد ساعات آفتابی در ۸۷ ایستگاه سینوپتیک کشور در یک دوره ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۶) مورد بررسی قرار گرفته؛ 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) میانگین تعداد ساعات آفتابی سالانه بیش از ۲۹۰۰ ساعت برای ایران توسط گزارش‌های معتبر دیگر نیز تأیید می‌شود. (وزارت نیرو، ۱۳۸۹: ۱۸) به طور کلی از شمال به جنوب و از غرب به شرق کشور بر تعداد ساعات آفتابی افزوده و از تغییرپذیری آن کاسته می‌شود. (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳) مناطق پهنه‌بندی ۲ و ۵ که منطقه اقلیمی سرد ایران را دربر می‌گیرد و با عناوین منطقه شمال غربی- شمال شرقی و شمال غربی نام‌گذاری گردیده، در مقایسه با میانگین تعداد ساعات آفتابی کل کشور رقم قابل قبولی را دارد.

جدول ۶- جمع ساعات آفتابی مراکز استان‌ها در سال

۱۳۹۴ (مأخذ: سایت مرکز آمار ایران درگاه ملی آمار)

ردیف	شهر	جمع ساعات آفتابی
۱	اردبیل	۲۶۷۱
۲	ارومیه	۲۹۰۲
۳	تبریز	۲۷۸۴,۲
۴	زنجان	۲۸۵۰,۴
۵	سنندج	۲۹۷۰,۷
۶	کرمانشاه	۲۹۸۰
۷	مشهد	۳۱۰۱,۳

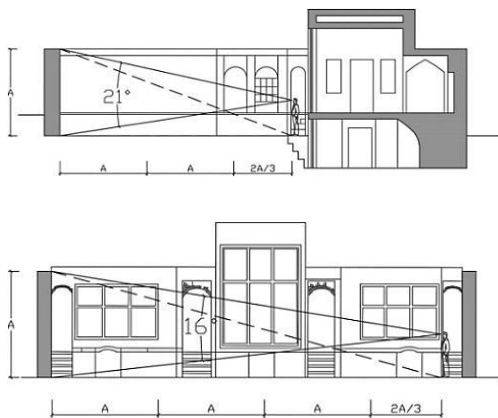


مرکزی، ایجاد چشم‌انداز وسیع توسط پنجره‌ها، ایجاد زیرزمین با پوشش‌های ضربی آجری، تعبیه حوض‌خانه، تبدیل سه‌دری به دودری و وارد شدن نور به طور مستقیم به داخل بنا، تنوع سبکی و گشایش بیشتر فضاها اشاره کرد.

در این پژوهش در مجموع ۱۲ خانه از خانه‌های قجری شهر اردبیل در شمال غرب و منطقه سرد ایران با طول جغرافیایی ۴۸/۳ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸/۲ شمالی جهت بررسی انتخاب گردیده است.

۷-۱- تحلیل فرمی حیاط خانه‌ها و رابطه آن با انسان

یکی از عوامل انسان‌مداری در معماری بومی، مقیاس انسانی است. "وقتی ناظر در برابر یک نما و یا مجموعه نماهایی در مسیر خیابان یا میدان قرار می‌گیرد، از آن چه 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. (توسلی، ۱۳۹۵: ۱۰۴) در اکثر خانه‌های مورد مطالعه کد ارتفاعی حیاط نسبت به معبر اصلی پایین‌تر است که دلیل اصلی آن اقلیم سرد منطقه است. در جدول شماره ۹، زاویه دید ناظر در مقطع و نما به همراه الگوی ارتفاعی خانه‌ها و تناسبات حیاط و عمق متوسط آن مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.



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 به عنوان فضاهای خدماتی کاربرد دارند. خانه‌های این مناطق، اغلب دارای زیرزمینی با سقف کوتاه هستند. از آنجایی که در بیشتر روزهای سال در مناطق کوهستانی هوا سرد است، اکثر فعالیت‌های روزمره در اتاق‌ها انجام می‌پذیرد. لذا ابعاد حیاط‌ها در این مناطق قدری کوچک‌تر از نواحی فلات مرکزی ایران است. بناها در این اقلیم دارای ایوان با عمق کم بوده و کاربرد نشیمن نداشته 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 پیاده روها است تا با استفاده از زمین به عنوان عایق حرارتی، از تبادل حرارتی بین بنا و محیط پیرامون آن جلوگیری کرد. بناها بین ۲۰ درجه به طرف غرب و ۴۵ درجه به سمت شرق و در سایه باد یکدیگر و خارج از سایه آفتاب هم، در محور شمالی- جنوبی مستقر می‌شوند. در این مناطق از بازشوه‌های کوچک و به تعداد کم استفاده می‌کنند. بازشوها در ضلع جنوبی برای استفاده هر چه بیش‌تر از تابش آفتاب، بزرگتر و کشیده‌تر انتخاب می‌شوند. در مقایسه با اقلیم گرم و خشک ابعاد بازشوها در این حوزه اقلیمی برای استفاده از انرژی حرارتی حاصل از تابش آفتاب افزایش یافته است. (قبادیان، ۱۳۸۴)

۷- مطالعات و بررسی‌ها

در انتخاب نمونه‌ها متغیر زمان ثابت در نظر گرفته شده و با توجه به قدمت و گسترش بناهای پابرجا 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 می‌باشند. از جمله ویژگی‌های معماری دوره قاجار می‌توان به، استفاده از پنجره‌های عمودی مشبک رنگی به نام ارسی، عناصر تزئینی و نما کاری تحت تاثیر عناصر غربی، ایجاد ایوان‌های عظیم و مرتفع در ورودی‌ها و درونگرا بودن بناها اشاره نمود. از مشخصات دیگر بناهای مسکونی دوره قاجار؛ اتاق مرکزی و ایوان با دو ستون در برابر آن، اتاق‌های کوچک واقع در اطراف اتاق



شکل ۳- زاویه دید طولی ۲۱ درجه (بالا) و زاویه دید عرضی ۱۶ درجه (پایین) در خانه ابراهیمی شهر اردبیل (مأخذ: نگارنده)

جدول ۸- معرفی نمونه خانه‌های انتخابی شهر اردبیل (مأخذ: نگارنده)

خانه	موقعیت در شهر	جهت‌گیری پلان	گونه‌بندی پلان و حیاط	طبقات	فضای باز و بسته	پرسپکتیو کلی
ابراهیمی			۱۳ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۰۸.۸٪ ۱۴۱.۲٪	
اربابی			۳۴ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۰۳.۹٪ ۱۵۸.۱٪	
آصف			۳۰ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- همکف - ۲- دومکف	۱۰۲.۹٪ ۱۷۵.۱٪	
تقوی			۲۱ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۰۸.۸٪ ۱۴۱.۲٪	
خلیل زاده			۱۵ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۴۱.۹٪ ۱۵۸.۱٪	
رضازاده			۶۱ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- همکف - ۲- اول	۱۴۸.۱٪ ۱۵۰.۹٪	
رئسی			۵۶ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۳۸.۶٪ ۱۶۱.۴٪	
شریعت			۱۸ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۰۸.۲٪ ۱۷۱.۷٪	
صادقی ۱			۲۱ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۴۱.۶٪ ۱۵۸.۸٪	
صادقی ۲			۱۰ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۰۲.۸٪ ۱۴۷.۲٪	
صادقی ۳			۳۲ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۴۱.۷٪ ۱۵۸.۳٪	
میرفغانی			۳۰ متر عرض - ۱۰ متر عمق	۱- زمزمین - ۲- همکف - ۳- دومکف	۱۰۲.۲٪ ۱۴۲.۶٪	

۷-۲- آنالیز نماها و جداره‌های شفاف رو به حیاط

نماها و پنجره‌های رو به حیاط، رابط بین فضای بیرون و درون هر بنایی می‌باشند. 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 جداول شماره ۱۰، مقدار مساحت سطوح نما و سطوح شفاف آن در هر جبهه مشرف به حیاط مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.

جدول ۹- تحلیل فرمی حیاط در خانه‌های سنتی شهر اردبیل (مأخذ: نگارنده)

خانه	پلان	تناسبات حیاط (طول به عرض) (حلول به ارتفاع) (حلول به ارتفاع) (حلول به ارتفاع)	زاویه دید طولی	زاویه دید عرضی	اختلاف سطح حیاط و مسیر	الگوی ارتفاعی
ابراهیمی		۰.۸۴	۲۱	۱۶	-۱.۰	
اربابی		۱/۱۴	۳۳	۳	-۰.۸	
آصف		۱/۳۷	۱۰	۱۳	-۰.۶	
تقوی		۱/۳۷	۱۱	۱۷	-۰.۸	
خلیل زاده		۱/۰.۵	۱۱	۱۲	-۱.۰	
رضازاده		۰.۹۸	۱۰	۱۰	-۰.۸	
رئسی		۱/۱۰	۱۱	۱۲	-۰.۸	
شریعت		۱/۴۵	۱۲	۱۷	-۰.۷	
صادقی ۱		۰.۹۳	۱۹	۱۴	-۰.۸	
صادقی ۲		۱/۱۵	۱۵	۱۷	-۰.۸	



مختصات	۱- آفتاب			
	غربی	۱۲۶/۴۵	۵۷/۷۵	۴۵/۷
۱۹/۶	جنوبی	۱۴۴/۵۸	۱۸/۷۲	۱۲/۹
	شمالی	۱۷۴/۰۰	۴۲/۳۴	۲۴/۳
	شرقی	۱۹/۲۰	۴/۴۰	۲۲/۹
	غربی	۱۹/۲۰	۴/۴۰	۲۲/۹
۲۸/۵	جنوبی	۱۲۹/۳۹	۵۰/۵۳	۳۹/۱
	شمالی	۳۵/۴۰	۱۰/۰۰	۲۸/۲
	شرقی	۱۰۸/۰۰	۱۷/۰۰	۱۵/۷
	غربی	۱۱/۱۵	۳/۴۰	۳۰/۵

۷-۳- 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 لیدی باگ که توسط زبان برنامه نویسی پایتون^۴ نوشته شده و در افزونه گرس‌هاپر^۵ و در نرم افزار راینو قابل اجرا است؛ داده‌های آب و هوایی هر شهر را وارد کرده و به صورت تعاملی و گرافیکی داخل محیط گرس‌هاپر نمایش می‌دهیم. این افزونه می‌تواند با استفاده از موتورهای آنالیز نرم‌افزارهای مرتبط با نور و انرژی همچون اکوتکت^۶، انرژی پلاس^۷، دایسیم^۸ و رادیانس^۹ 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 شبانه روز در سال می‌باشد.

جدول ۱۱- آنالیز ساعات آفتاب و سایه در حیاط خانه

ابراهیمی شهر اردبیل (ماخذ: نگارنده)

شهر: اردبیل		آدرس: محله شهیدگاه، کوچه معصومین یک	
طول جغرافیایی: ۴۸,۲۹۳۱۰۲ E		عرض جغرافیایی: ۳۸,۲۴۸۰۳۶ N	
خانه: ابراهیمی دوره ساخت: اواخر زنده		مساحت زمین: ۳۹۸ مترمربع	
سطح اشغال: ۲۲۵ مترمربع		مساحت حیاط: ۱۴۵,۱۶ مترمربع	
آنالیز ساعات آفتابی در حیاط			
اعتدال بهاری (اول فروردین)	انقلاب تابستانی (۳۱ خرداد)	اعتدال پاییزی (اول مهر)	انقلاب زمستانی (اول دی)
20MAR	21JUN	22SEP	21DEC

- 4 Python
5 Grasshopper
6 Ecotect
7 EnergyPlus
8 Dysim
9 Radiance

مختصات	۲- صاف			
	غربی	۱۲	۲۰	۳/۱۱
۱۹/۶	جنوبی	۱۲	۲۰	۳/۱۱
	شمالی	۱۲	۲۰	۳/۱۱
	شرقی	۱۲	۲۰	۳/۱۱
	غربی	۱۲	۲۰	۳/۱۱
۲۸/۵	جنوبی	۲۰	۲۴	۲/۴۲
	شمالی	۲۰	۲۴	۲/۴۲
	شرقی	۲۰	۲۴	۲/۴۲
	غربی	۲۰	۲۴	۲/۴۲

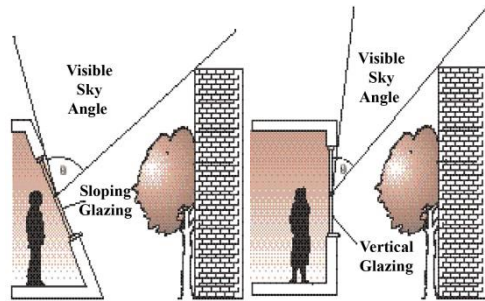
جدول ۱۰- آنالیز سطوح شفاف رو به حیاط در خانه‌های سنتی شهر اردبیل (ماخذ: نگارنده)

خانه	نما	مساحت نما	مساحت شفاف	درصد شفاف	درصد شفاف کل بنا
۳۹/۵	جنوبی	۷۰/۳۰	۲۶/۵۵	۳۷/۸	
	شمالی	-	-	-	
	شرقی	۱۴/۱۱	۱/۷۶	۱۲/۵	
	غربی	۲۵/۲۷	۷/۰۴	۲۰/۰	
۳۱/۸	جنوبی	۴۲/۷۳	۱۲/۸۰	۳۰/۰	
	شمالی	۲۳/۸۴	-	-	
	شرقی	-	-	-	
	غربی	۳۹/۹۵	۱۳/۵۰	۳۳/۸	
۲۸/۶	جنوبی	۱۰۱/۱۵	۲۸/۹۰	۲۸/۶	
	شمالی	۱۰۱/۱۵	-	-	
	شرقی	-	-	-	
	غربی	-	-	-	
۳۹/۹	جنوبی	۱۱۰/۵۴	۴۳/۱۰	۳۹/۰	
	شمالی	-	-	-	
	شرقی	۲۲/۱۰	۲/۲۰	۱۰/۰	
	غربی	۳۷/۵۰	۵/۵۰	۱۴/۷	
۱۸/۹	جنوبی	۶۶/۷۴	۲۴/۷۳	۳۷/۱	
	شمالی	۸۹/۰۰	۴/۵۰	۵/۱	
	شرقی	۲۰/۵۰	۴/۰۰	۱۹/۵	
	غربی	۲۰/۵۰	۴/۰۰	۱۹/۵	
۲۵/۳	جنوبی	۱۴۱/۸۵	۳۹/۵۰	۲۷/۸	
	شمالی	۷۹/۹۰	۱۰/۰۰	۱۲/۵	
	شرقی	۱۸/۲۶	۷/۹۰	۴۳/۰	
	غربی	۱۸/۲۶	۷/۹۰	۴۳/۰	
۱۶/۹	جنوبی	۱۶۴/۱۶	۵۰/۰۰	۳۰/۵	
	شمالی	۱۶۶/۴۷	۶/۰۰	۳/۶	
	شرقی	-	-	-	
	غربی	-	-	-	
۳۷/۵	جنوبی	۱۸۴/۵۰	۶۹/۲۸	۳۷/۵	
	شمالی	-	-	-	
	شرقی	-	-	-	
	غربی	-	-	-	
۴۹/۵	جنوبی	۱۵۱/۶۳	۷۵/۰۰	۴۹/۵	
	شمالی	-	-	-	
	شرقی	-	-	-	
	غربی	-	-	-	
۳۲/۸	جنوبی	۱۱۵/۲۲	۳۱/۶۰	۱۸/۷	
	شمالی	-	-	-	
	شرقی	-	-	-	
	غربی	-	-	-	



۷-۴- 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 انجام می‌شود. برای پنجره‌ای که نمای مقابل آن بلند است، مقدار روشنایی حاصل از نور مستقیم آسمان، بستگی به زاویه دید آسمان دارد. زاویه دید آسمان، محدوده‌ای است که از وسط ارتفاع پنجره نسبت به خط آسمان نمای مقابل و خط بالای نورگیر ترسیم می‌شود. زمانی که پنجره افق آسمان را می‌بیند و در بالای آن نیز سایبانی وجود ندارد، زاویه دید آسمان برابر ۹۰ درجه خواهد بود. (CIBSE, 1999: 25) مجموعه زوایای دید آسمان در نما و مقطع "نقاب آسمان" را تشکیل می‌دهد که به روش نقاب سایه الگی^{۱۰} روی نقاله سایه یاب ترسیم می‌شود و با انطباق بر مسیر حرکت خورشید هر شهر محدوده آسمان قابل مشاهده از مرکز پنجره را نشان می‌دهد.



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

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 نتیجه: با تمهیداتی مانند سطح بزرگتر پنجره می‌توان نور روز کافی وارد اتاق شود. اگر زاویه دید عمودی به آسمان بین ۲۵-۴۵ درجه باشد، در نتیجه: به سختی می‌توان با پنجره بسیار بزرگ نور روز کافی به فضا وارد شود. اگر زاویه دید عمودی به آسمان کمتر از ۲۵ درجه باشد،

ساعات روز	سایه در حیاط	درصد مساحت سایه در حیاط
۱۲:۰۷	سایه کامل	۳۳/۱۳۵/۳
۰۶:۳۱	نیمه سایه	۶۴/۷
۱۸:۳۸	افتاب کامل	-
۱۳:۵۰	سایه کامل	-
۰۵:۵۳	نیمه سایه	۱۰۰
۲۰:۳۳	افتاب کامل	-
۱۲:۱۱	سایه کامل	-
۰۶:۰۴	نیمه سایه	۱۰۰
۱۸:۱۴	افتاب کامل	-
۰۹:۲۰	سایه کامل	-
طلوع	نیمه سایه	۱۸/۳
غروب	افتاب کامل	-

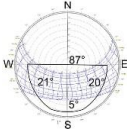
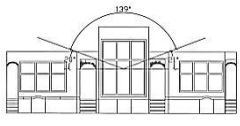
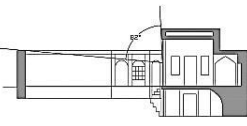
در جداول شماره ۱۲، میزان ساعات افتاب و سایه در حیاط خانه‌های مورد مطالعه مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.

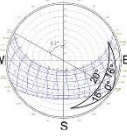
جدول ۱۲- آنالیز ساعات افتاب و سایه در حیاط خانه‌های سنتی شهر اردبیل (مأخذ: نگارنده)

خانه	درصد سایه	اعتدال بهاری	انقلاب تابستانی	اعتدال پاییزی	انقلاب زمستانی
ابراهیمی	سایه کامل	۳۵/۳	-	-	۸۱/۷
	نیمه سایه	۶۴/۷	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۸/۳
	افتاب کامل	-	-	-	-
ارشدی	سایه کامل	۳۱/۰	۴/۰	۲۹/۵	۹۷/۰
	نیمه سایه	۶۹/۰	۹۶/۰	۷۰/۵	۳/۰
	افتاب کامل	-	-	-	-
اصف	سایه کامل	۴/۲	۰/۵	۴/۴	۲۴/۶
	نیمه سایه	۹۵/۸	۹۹/۵	۹۵/۶	۷۵/۴
	افتاب کامل	-	-	-	-
توقی	سایه کامل	۱۰/۵	۱۰/۳	۱۸/۵	۴۶/۰
	نیمه سایه	۸۹/۵	۸۹/۷	۸۱/۵	۵۴/۰
	افتاب کامل	-	-	-	-
خانیزاده	سایه کامل	۵/۹	۰/۴	۶/۲	۳۱/۹
	نیمه سایه	۹۴/۱	۹۹/۶	۹۳/۸	۶۸/۱
	افتاب کامل	-	-	-	-
رضازاده	سایه کامل	۲/۶	۰/۲	۲/۸	۲۴/۵
	نیمه سایه	۹۷/۴	۹۹/۸	۹۷/۲	۷۵/۵
	افتاب کامل	-	-	-	-
رئسی	سایه کامل	۵/۲	۰/۷	۵/۲	۳۰/۹
	نیمه سایه	۹۴/۸	۹۹/۳	۹۴/۸	۶۹/۱
	افتاب کامل	-	-	-	-
شیرینی	سایه کامل	۱۱/۰	۰/۷	۱۱/۳	۳۴/۵
	نیمه سایه	۸۹/۰	۹۹/۳	۸۸/۷	۶۵/۵
	افتاب کامل	-	-	-	-
۱ صادقی	سایه کامل	۹/۴	۱/۱	۸/۱	۵۳/۹
	نیمه سایه	۹۰/۶	۹۸/۹	۹۱/۹	۴۶/۱
	افتاب کامل	-	-	-	-
۲ صادقی	سایه کامل	۱۸/۰	۰/۸	۱۵/۵	۶۲/۴
	نیمه سایه	۸۲/۰	۹۹/۳	۸۴/۵	۳۷/۶
	افتاب کامل	-	-	-	-
۳ صادقی	سایه کامل	۱۳/۵	۲/۰	۱۲/۵	۵۷/۶
	نیمه سایه	۸۶/۵	۹۸/۰	۸۷/۵	۴۲/۴
	افتاب کامل	-	-	-	-
میرقایی	سایه کامل	۲۷/۰	۳/۸	۲۵/۹	۷۹/۴
	نیمه سایه	۷۳/۰	۹۶/۲	۷۴/۱	۲۰/۶
	افتاب کامل	-	-	-	-

¹⁰ Olgay Shading Mask

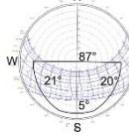
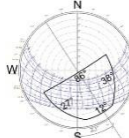
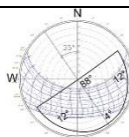
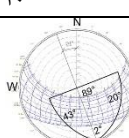
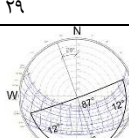
جدول ۱۴- آنالیز نقاب آسمان در جداره‌های شفاف رو به حیاط خانه ابراهیمی شهر اردبیل (مأخذ: نگارنده)

درصد نقاب آسمان (SV/S)	زاویه دید آسمان در نما (درجه)	زاویه دید آسمان در مقطع (درجه)	موقعیت و جهت اتاق	ابعاد پنجره (متر)	جبهه اتاق
			موقعیت و جهت اتاق	عرض: ۳/۰ ارتفاع: ۴/۰ مساحت	رو به جنوب
۳۵	۱۳۹	۸۲	یک درجه جنوب غرب	۱۲	


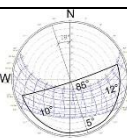

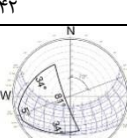
درصد نقاب آسمان (SV/S)	زاویه دید آسمان در نما (درجه)	زاویه دید آسمان در مقطع (درجه)	موقعیت و جهت اتاق	ابعاد پنجره (متر)	جبهه اتاق
	۱۴۸	۲۰	۶۱° SE	شرق	رو به جنوب
۶					

در نتیجه: ورود نور روز کافی به فضا غیرممکن می‌شود، مگر اینکه تمام سطح دیوار پنجره شیشه‌ای باشد. (CIBSE, 2014: 10) در جداول شماره ۱۳، میزان درصد نقاب آسمان در حیاط خانه‌های مورد مطالعه مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.

جدول ۱۳- آنالیز نقاب آسمان در جداره‌های شفاف رو به حیاط در خانه‌های سنتی اردبیل (مأخذ: نگارنده)

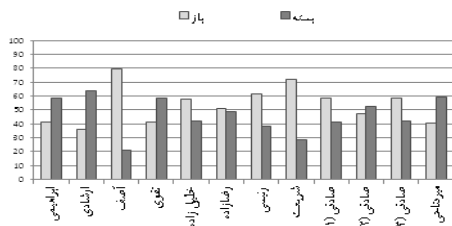
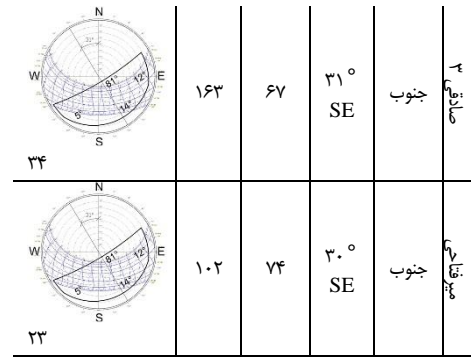
درصد نقاب آسمان (SV/S)	زاویه دید آسمان در نما (درجه)	زاویه دید آسمان در مقطع (درجه)	موقعیت و جهت اتاق	ابعاد پنجره (متر)	جبهه اتاق
	۱۳۹	۸۲	۱° SW	جنوب	کمیته ام
۳۵					
	۱۱۵	۷۴	۳۳° SE	جنوب	کمیته ام
۲۶					
	۱۵۶	۸۴	۳۵° SE	جنوب	اصف
۴۰					
	۱۱۷	۸۷	۲۱° SE	جنوب	توی
۲۹					
	۱۵۵	۸۳	۲۰° SE	جنوب	خلیل زاده
۴۰					

ادامه جدول ۱۳- آنالیز نقاب آسمان در جداره‌های شفاف رو به حیاط در خانه‌های اردبیل (مأخذ: نگارنده)

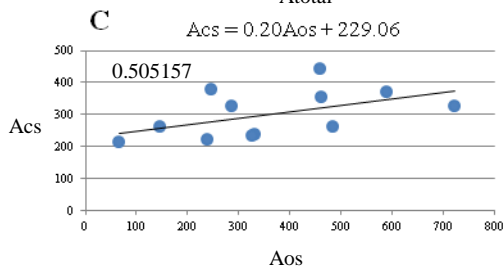
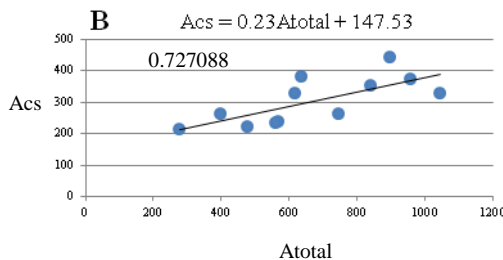
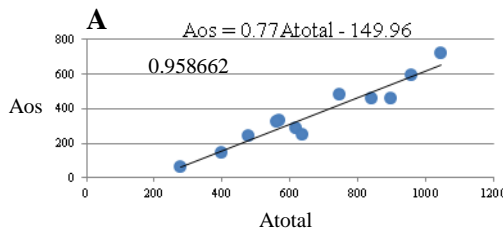
درصد نقاب آسمان (SV/S)	زاویه دید آسمان در نما (درجه)	زاویه دید آسمان در مقطع (درجه)	موقعیت و جهت اتاق	ابعاد پنجره (متر)	جبهه اتاق
	۱۵۸	۸۵	۵۶° SE	شرق	سپهر
۴۲					
	۱۵۸	۸۰	۱۸° SE	جنوب	تفتیش
۳۹					
	۱۷۲	۷۹	۲۰° SE	جنوب	صادق ۱
۴۲					
	۱۱۲	۷۶	۷۰° SW	غرب	صادق ۲
۲۴					



در نمونه‌های انتخابی، میانگین فضای باز ۴۶ درصد و فضای بسته ۵۴ درصد می‌باشد. ضریب همبستگی بین مساحت فضاهای باز (Aos)، مساحت فضاهای بسته (Acs) و مساحت کل بنا (Atotal) به طور جداگانه بررسی گردید. بیشترین ضریب همبستگی در حدود ۰/۹۶، بین مساحت فضاهای باز و مساحت کل بنا مشاهده گردید.
الگوی پیشنهادی: $Aos = 0.77A_{total} - 149.96$



نمودار ۱- نمودار درصد فضای باز و بسته (مأخذ: نگارنده)



نمودار ۲- نمودارهای ضریب همبستگی مساحت فضای باز، فضای بسته و مساحت کل (مأخذ: نگارنده)

۴-۸- تناسبات حیاط و عمق متوسط

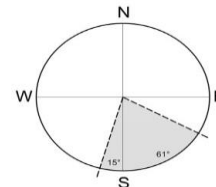
میانگین تناسبات (طول به عرض) و عمق متوسط (طول به ارتفاع) حیاط در نمونه‌های انتخابی به ترتیب، ۱/۱ و ۴/۱ می‌باشد. ضریب همبستگی بین طول حیاط (Lcy)،

۸- یافته‌های تحقیق

پس از تحلیل فرم حیاط و سطوح شفاف رو به آن در ۱۲ نمونه از خانه‌های تاریخی شهر اردبیل نتایج زیر حاصل گردید.

۱-۸- جهت‌گیری بناها

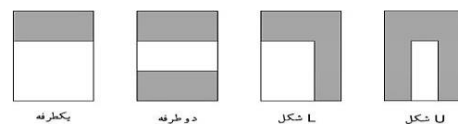
به طور کلی عواملی که بر انتخاب جبهه استقرار بنا تاثیر گذاشته عبارتند از: تابش آفتاب، جهت وزش باد، جهت قبله. متوسط قرارگیری وجه اصلی خانه‌های اردبیل در محدوده حدود ۶۱ درجه جنوب شرقی تا ۱۵ درجه جنوب غربی در نظر گرفته شده است. ۸۰ درصد از نمونه‌ها چرخش جنوب شرقی و ۲۰ درصد از آنها چرخش جنوب غربی دارند.



شکل ۵- زاویه انحراف موقعیت خانه‌های اردبیل (مأخذ: نگارنده)

۲-۸- الگوی غالب بناها

خانه‌های تاریخی اردبیل را میتوان در چهار الگوی کلی به شرح ذیل دسته‌بندی کرد: الگوی یک کله، الگوی دو کله، الگوی ال شکل و الگوی یو شکل.



شکل ۶- الگوهای کلی خانه‌های اردبیل (مأخذ: نگارنده)

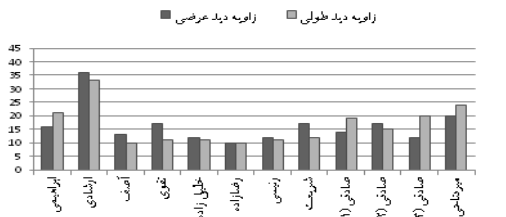
۳-۸- فضای باز و بسته



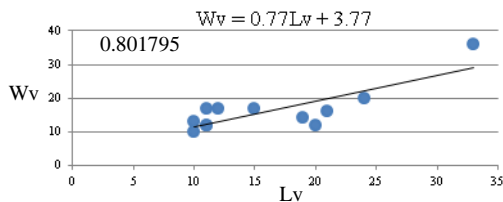
منتخب پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشانگر تطابق تناسب و ابعاد حیاطها و جداره‌های مجاور آن با اصل فوق‌الذکر است. در نمونه‌های مورد بررسی میانگین زاویه دید طولی ۱۶/۵ درجه و زاویه دید عرضی ۱۶ درجه می‌باشد. ضریب همبستگی در حدود ۰/۸۰، بین زاویه دید عرضی (Wv)، زاویه دید طولی (Lv) مشاهده گردید.

$$Wv = 0.77Lv + 3.77$$

الگوی پیشنهادی:



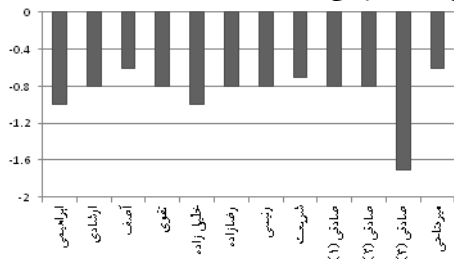
نمودار ۵- نمودار زاویه دید طولی و عرضی در حیاط (مأخذ: نگارنده)



نمودار ۶- نمودار ضریب همبستگی زاویه دید طولی و عرضی در حیاط (مأخذ: نگارنده)

۸-۶- اختلاف سطح حیاط و معبر اصلی

در بیشتر خانه‌های مورد بررسی شاهد کد ارتفاعی پایینتر حیاط نسبت به معبر اصلی هستیم که میانگین آن در حدود یک متر می‌باشد.



نمودار ۷- نمودار اختلاف سطح حیاط و معبر اصلی

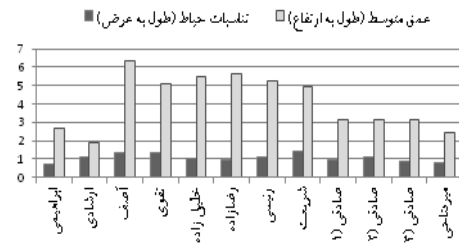
۸-۷- ساعات آفتاب و سایه در حیاط

میانگین درصد سایه کامل و نیمه سایه حیاط در خانه‌های مورد مطالعه به ترتیب در روز اعتدال بهاری ۱۴/۵

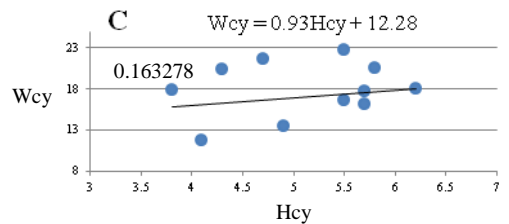
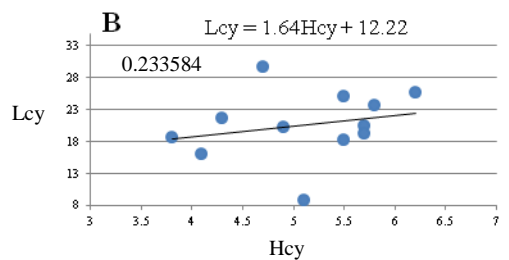
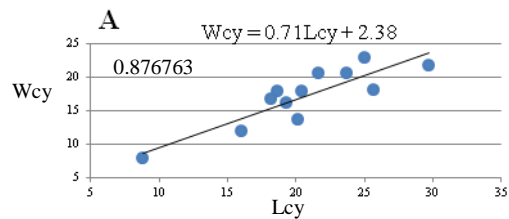
عرض حیاط (Wcy) و متوسط ارتفاع دیوار حیاط (Hcy) به طور جداگانه بررسی گردید. بیش‌ترین ضریب همبستگی در حدود ۰/۸۷، بین طول و عرض حیاط مشاهده گردید.

$$Wcy = 0.71Lcy + 2.38$$

الگوی پیشنهادی:



نمودار ۳- نمودار تناسب و عمق متوسط حیاط (مأخذ: نگارنده)



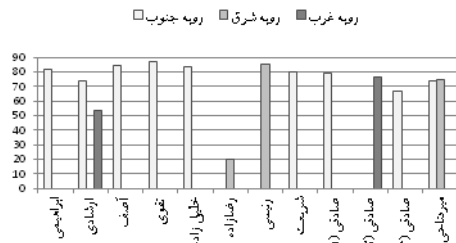
نمودار ۴- نمودارهای ضریب همبستگی طول، عرض و ارتفاع متوسط دیوار حیاط (مأخذ: نگارنده)

۸-۵- زاویه دید طولی و عرضی

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



۷۹ درجه، روبه شرق ۶۰ درجه و روبه غرب ۶۴/۵ درجه می‌باشد. همچنین میانگین زاویه دید آسمان در نمای پنجره اتاق‌های اصلی روبه جنوب مشرف به حیاط ۱۴۲ درجه، روبه شرق ۱۵۳ درجه و روبه غرب ۷۵ درجه است.

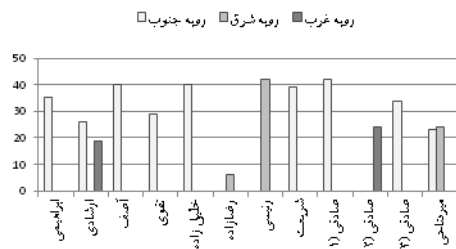


نمودار ۱۱- نمودار زاویه دید آسمان در مقطع پنجره اتاق‌های اصلی رو به حیاط (مأخذ: نگارنده)



نمودار ۱۳- نمودار درصد نقاب آسمان در پنجره‌های مشرف به حیاط اصلی رو به حیاط (مأخذ: نگارنده)

۱۰-۸- نقاب آسمان در پنجره‌های مشرف به حیاط میانگین درصد نقاب آسمان در پنجره اتاق‌های اصلی روبه جنوب مشرف به حیاط خانه‌های انتخابی ۳۴ درصد، روبه شرق ۲۴ درصد و روبه غرب ۲۱/۵ درصد می‌باشد.

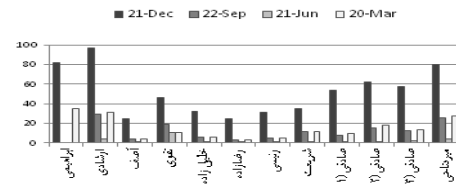


نمودار ۱۰- نمودار ضریب همبستگی مساحت نماها و بازشوهای جنوبی مشرف به حیاط (مأخذ: نگارنده)

۹- نتیجه تحقیق

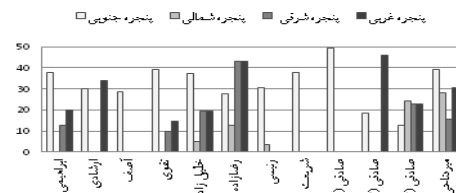
پس از تحلیل فیزیکی و بازشناسی فضاهای باز ۱۲ نمونه از خانه‌های تاریخی شهر اردبیل؛ اندازه، ابعاد و نسبت-

و ۸۵/۵ درصد، انقلاب تابستانی ۲ و ۹۸ درصد، اعتدال پاییزی ۱۱/۵ و ۸۸/۵ درصد و در روز انقلاب زمستانی ۵۲ و ۴۸ درصد می‌باشد. در هیچ یک از خانه‌های انتخابی در روزهای مورد بررسی آفتاب کامل در حیاط در طی روز نداریم.

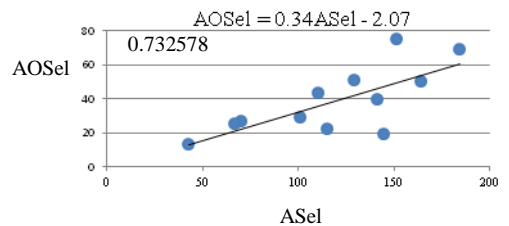


نمودار ۸- نمودار درصد سایه کامل حیاط (مأخذ: نگارنده)

۸-۸- سطوح شفاف نماهای مشرف به حیاط میانگین درصد سطوح شفاف رو به حیاط در نماهای جنوبی خانه‌های مورد بررسی ۳۲ درصد، نماهای شمالی ۶ درصد، نماهای شرقی ۱۰ درصد و نماهای غربی ۱۹ درصد می‌باشد. ضریب همبستگی تنها در نمای جنوبی با توجه به اینکه فقط پنجره رو به جنوب، در تمامی بناهای انتخابی وجود دارد، بررسی گردید. ضریب همبستگی در حدود ۰/۷۳، بین مساحت نماهای جنوبی (ASel) و مساحت بازشوهای جنوبی (AOSel) مشاهده گردید.
 $AOSel = 0.34ASel - 2.07$ الگوی پیشنهادی:



نمودار ۱۰- نمودار ضریب همبستگی مساحت نماها و بازشوهای جنوبی مشرف به حیاط (مأخذ: نگارنده)



نمودار ۹-۸- زاویه دید آسمان در مقطع و نما میانگین زاویه دید آسمان در مقطع پنجره اتاق‌های اصلی روبه جنوب مشرف به حیاط خانه‌های مورد مطالعه



- ۲- Rhino
- ۳- Evans, Benjamin H.
- ۴- Python
- ۵- Grasshopper
- ۶- Ecotect
- ۷- EnergyPLus
- ۸- Dysim
- ۹- Radiance
- ۱۰- Olgay Shading Mask

۱۲- منابع فارسی و لاتین

- احمدی، زهرا. ۱۳۹۱. بازخوانی نقش گم شده حیاط مرکزی در دستیابی به معماری پایدار. نشریه شهر و معماری بومی (۲): ۲۵-۴۰.
- احمدی، فرهاد. ۱۳۸۴. شهر- خانه حیاط مرکزی. دو فصلنامه صفا (۴۱): ۹۰-۱۱۳.
- اخوت، هانیه. ۱۳۹۲. بازشناسی هویت دینی در مسکن سنتی نمونه موردی: شهر یزد. پایان‌نامه دکتری معماری، دانشگاه تربیت مدرس.
- اصلاح‌چی، علی، صبا میردردریکوندی. ۱۳۹۳. بررسی ساختارهای خانه‌های سنتی ایران. مقاله ارائه شده در اولین همایش ملی معماری، شهرسازی پایدار، تهران.
- امیدوار، کمال، رستم گورانی، مریم بیرانوند زاده، سمیه ابراهیمی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیرات اقلیمی بر معماری بومی سواحل جنوبی: بندرعباس. مقاله ارائه شده در چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان.
- 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 دکتری معماری، دانشگاه شهید بهشتی.
- پیرنیا، محمدکریم. ۱۳۴۸. در و پنجره در معماری ایران. مجله هنر و مردم، شماره دوم.
- پیرنیا، محمد کریم. ۱۳۴۷. سبک شناسی معماری ایران. مجله باستانشناسی و هنر ایران، شماره اول.
- پوردیهیمی، شهرام، و فریبرز حاجی سیدجوادی. ۱۳۸۷. تأثیر نور روز بر انسان - فرایند ادراکی و زیست‌شناسی روانی روشنایی روز. دو فصلنامه صفا (۴۶): ۶۷-۷۵.

های عناصر فیزیکی حیاط در پلان و نما مشخص شده و رابطه منطقی بین آن‌ها پیدا شد. توصیه‌هایی برای طراحی حیاط‌ها به عنوان فضای باز، بر اساس خصوصیات هندسی و فیزیکی آن‌ها ارائه گردید. معادلات طراحی با توجه به طول، عرض و ارتفاع به عنوان تابعی از نسبت‌ها، برای ابعاد حیاط‌ها پیشنهاد شده است. این مدل‌ها و توصیه‌های طراحی می‌تواند برای طراحی ساختمان‌های معاصر در اقلیم سرد مورد استفاده قرار گیرد. همچنین میزان آسمان قابل روئیت و در نتیجه میزان نور روز در اکثر فضاها، با توجه به ابعاد پنجره‌ها و شکل و محل قرارگیری آن‌ها در نما و ارتباط آن با حیاط، به صورت مطلوب می‌باشد.

نتایج میزان سایه در طول سال در حیاط خانه‌ها نشان می‌دهد که در فصول گرم سال سایه‌اندازی مناسبی در حیاط ایجاد می‌شود؛ ولی در فصول سرد به دلیل فشردگی بودن خانه‌ها در اقلیم سرد، و کم شدن زاویه تابش، سایه‌اندازی در حیاط بیش‌تر از فصول گرم است. این موضوع با پایین آوردن سطح حیاط و استفاده از گرمای زمین و رساندن نور و گرمای خورشید به عمق فضای اتاق‌ها جبران می‌شود. ارزش‌های مذکور و اصول حاکم بر طراحی خانه‌های سنتی اردبیل قابلیت تداوم در طراحی فضاها را در این منطقه دارند و استفاده بهینه از آن‌ها در طراحی می‌تواند کارآمد بوده و ارتباط عمیق‌تری با طبیعت و در نتیجه پایداری بیشتر بناها گردد. جهت 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 می‌باشد؛ تا بتوان نتایج این پژوهش را به تمام شهرهای منطقه سرد ایران تعمیم داد. هم‌چنین با توجه به اینکه در مطالعه صورت گرفته، تنها حیاط و جداره‌های آن به عنوان فضای باز خانه‌ها مورد توجه بوده، لذا نیاز به بررسی فضاهای داخلی این بناها از جهت تأمین مناسب نور روز احساس می‌شود تا بتوان به نتیجه جامع‌تر دست یافت.

۱۰- تقدیر و تشکر

موردی از طرف نویسندگان اعلام نشده است

۱۱- پی‌نوشت‌ها

۱- Ladybug



- تجویدی، اکبر. ۱۳۵۰، تداوم در معماری. مجله هنر و مردم ۱۱۱: ۲-۱۷.
- تقوی‌نژاد دیلمی، محمدرضا. ۱۳۶۳. معماری، شهرسازی و شهرنشینی ایران در گذر زمان. تهران: یساولی.
- توسلی، محمود. ۱۳۹۵. قواعد و معیارهای طراحی فضاهای شهری. تهران: مرکز مطالعات شهرسازی و معماری دانشگاه تهران، موسسه انتشارات.
- حائری مازندرانی، محمدرضا. ۱۳۸۸. خانه، فرهنگ، طبیعت بررسی معماری خانه‌های تاریخی و معاصر. تهران: مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- رافتی 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 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. (www.amar.org.ir)
- سجادی، منصور. ۱۳۶۵. شهر سوخته. تهران: مجموعه مقالات شهرهای ایران، جلد ۱.
- 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 شهریانو 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.
- کسمایی، مرتضی. ۱۳۸۲. اقلیم و معماری. اصفهان: خاک.
- 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 بین المللی عمران، معماری و شهرسازی معاصر جهان، امارت.
- کی‌نژاد، محمدعلی، محمدرضا شیرازی. ۱۳۸۹. خانه‌های قدیمی تبریز. تهران: فرهنگستان هنر جمهوری اسلامی ایران.
- مجرد، فیروز، و کامران مرادی. ۱۳۹۳. نگرشی بر ناموزونیه و روندهای ساعات آفتابی در ایران. فصلنامه جغرافیا و توسعه ۱۲(۳۴): ۱۵۳-۱۶۵.
- معاریان، غلامحسین. ۱۳۹۱. آشنایی با معماری مسکونی ایران گونه شناسی درونگرا. تهران: سروش دانش.
- مهدوی‌نژاد، محمدجواد، مجید منصورپور، و محمد هادیانپور. ۱۳۹۳. نقش حیاط در معماری معاصر ایران، مطالعه موردی: دوره‌های قاجار و پهلوی. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی ۴(۱۵): ۳۵-۴۶.
- نعمت گرگانی، ام‌البنین. ۱۳۷۵. پیشینه نور در معماری و وسایل روشنایی در هنر دوران اسلامی ایران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد باستانشناسی، دانشگاه تهران.
- نعمت گرگانی، ام‌البنین. ۱۳۸۱. پیشینه نور در معماری و وسایل روشنایی در هنر اسلامی ایران. مجله اثر ۳۵: ۳۱۶-۳۲۳.
- وزارت نیرو. ۱۳۸۹. آمار و نمودارهای انرژی ایران و جهان. دفتر برنامه‌ریزیهای کلان وابسته به معاونت امور برق و انرژی.
- 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.
- Mc Cloud, Kevin. 1995. Lighting Style. New York: Simon & Schuster.
- Memarian, Gholamhossein, and Frank Brown. 2006. The shared characteristics of Iranian and Arab courtyard houses. In SM. a. HM. Edward B (Eds) Courtyard Housing. Oxon: Taylor & Francis, 21-30. DOI: 10.4324/9780203646724.
- Soflaei, Farzaneh, Mehdi Shokouhian and Seyed Majid Mofidi Shemirani. 2016. Investigation of Iranian traditional courtyard as passive cooling strategy (a field study on BS climate). International



- Tahbaz, Mansoureh, Shahrbano 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.
- Journal of Sustainable Built Environment, 5(1): 99-113.
- DOI: 10.1016/j.ijsbe.2015.12.001.
- Soflaei, Farzaneh, Mehdi Shokouhian and AmirSoflaei. 2017. Traditional courtyard houses as a model for sustainable design: A case study on BWHS mesoclimate of Iran. Frontiers of Architectural Research, 6(3): 329-345. DOI: 10.1016/j.foar.2017.04.004.
- Tahbaz, Mansoureh, and Fatemeh Moosavi. 2009. Daylighting Methods in Iranian Traditional Architecture (Green Lighting). Presented at the International Scientific Conference (CISBAT 2009), Lausanne.

۱۳- چکیده تصویری





Recognition of outdoor courtyard structure and its interaction with clear walls in historic houses of Ardabil

Ali Salehipour¹, Iraj Etessam*², Seyed Majid Mofidi Shemirani³

Submitted:

2019-07-09

Accepted:

2020-05-08

Abstract

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 Ardabil. Hence, the courtyard is investigated as an open space that is in relation with the facade and the main living spaces of the structure to provide suitable daylight, and on the other hand, as a basic element in terms of sustainability, as well as its opposing clear facade and walls. The paper answers two questions: First, what is the nature of the structure governing the courtyard and its opposing clear walls in the historic houses of Ardabil? Second, how is the relationship between the yard and clear walls in these buildings? 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 twelve case studies from historical houses in the city of Ardabil 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. Also for daylight analysis, the Ladybug plugin coded in the Python programming language and implemented in the Grasshopper plugin running by the Rhino software is used. Weather data for each city are input to the software, and shown interactively and graphically in the Grasshopper environment using light and energy related analysis software such as Ecotect, EnergyPlus, Dysim and Radiance, all connected to the plugin simultaneously. 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. Although in cold seasons, shading is more than warm seasons due to compact housing in a cold climate, and low angle shining, which is partly compensated by lowering the yard ground and utilizing heat from the earth. However, this lowers the space value of the yard due to the cold weather in these seasons, and only serves as a source of light bringing the sun's heat to the depths of room space and warming them up. These values and the principles governing the design of traditional Ardebil houses are capable of continuing in designing modern spaces in the area, and their optimal use in design can be efficient and create a deeper connection with nature and thus more sustainability of the buildings. In order to reach a general conclusion on the recognition of form and patterns of the traditional cold-climate houses of Iran, it is needed to identify the remaining past buildings in other areas and cities of this region, so that the results of this research could be generalized to all the cities of the cold climate of Iran.

Keyword: Morphology, Courtyard, Clear walls, Historic Houses, Ardabil

¹ Ph.D. Candidate. Department of Architecture, Faculty of Civil, Architecture and Art, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Professor. Department of Architecture, Faculty of Civil, Architecture and Art, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Assistant Professor. School of Architecture and Urban Studies, University of Science and Technology, Tehran, Iran