فصلنامه علمی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال چهاردهم، شماره چهارم، پاییز ۱۴۰۱: ۱۶۸-۱۴۱

مقاله پژوهشی

گونه‌شناسی اجزای کالبدی منطبق بر اقلیم سرد در معماری بومی (مطالعه موردی: خانه‌های اردبیل)

مهسا جوادی نوده *

گروه معماری و فنی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه ایران.

مهرداد سرابی

دکتری مکانیک، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷

چکیده

طراحی براساس معیارهای کالبدی منطبق بر طبیعت یکی از راهکارهای اقلیمی در معماری گذشته بوده است. اصولی که امروزه با بی‌توجهی به آن علاوه بر افزایش مشکلات زیست محیطی بر سلامت کاربران فضا نیز تاثیر گذار است. بر این مبنا در پژوهش حاضر به شناسایی شاخص‌های کالبدی متاثر از اقلیم سرد و گونه‌بندی آن براساس معیارهای مرتبط پرداخته می‌شود تا بتوان با اولویت‌بندی شاخص-ها به الگوی طراحی پایدار دست یافت و با تطابق با نیازهای امروز بکار گرفت. بدین منظور، برای حصول به نتایج دقیق‌تر تمام خانه‌های تاریخی شناسایی شده در اردبیل به تعداد ۲۵ نمونه انتخاب می‌گردند. این پژوهش کاربردی با روش تلفیقی به صورت کمی- کیفی با تعیین معیارها و شناسایی آنها در نمونه‌های مطالعاتی صورت می‌گیرد. تا در ادامه شاخص هر معیار درجه‌بندی شده و میزان پراکندگی داده‌ها و بیشترین فراوانی معیارها شناسایی شوند و براساس مجموع امتیازات، هر گونه تفکیک و نهایتا اولویت شاخص‌های هر دسته مشخص شوند. نتایج براساس مجموع امتیازات و درصد فراوانی نشان می‌دهد که حداقل ۷۰٪ از نمونه‌های مورد مطالعه دارای معیارهای کالبدی بسیار نزدیک به هم و غالبا منطبق با شرایط اقلیمی منطقه هستند. که به ۵ گونه با شاخص‌های مشخص تفکیک می‌گردند و اولویت شاخص‌های طراحی آنها به حجم بیرونی (فشردگی فرم، نحوه استقرار و کشیدگی بنا، غلبه فضا بر توده)، فضاهای داخلی (استفاده از ظرفیت حرارتی بالا و سازماندهی مناسب فضاها) و نهایتا جزئیات فضایی (سطح بازشوی جنوبی متناسب با سطح تالار و نمای جنوبی) تعلق می‌گیرد.

واژگان کلیدی: گونه‌شناسی، معیارهای کالبدی، معماری بومی، خانه‌های تاریخی، اردبیل.

مقدمه

امروزه پیشرفت سریع تکنولوژی علاوه بر دستاوردهای فراوان، بحران‌های زیست محیطی را نیز افزایش داده است. از این رو فشارهایی برای استفاده کمتر از سوخت‌های فسیلی به وجود آمده است. (Mir Masoumi et al,2018,205) در حال حاضر ساختمان‌ها با مصرف ۴۰ درصد از انرژی‌های جهان یکی از مهم‌ترین عوامل در نابودی محیط زیست به شمار می‌روند. به نحوی که تا چند سال بعد مصرف انرژی بوسیله ساختمان‌ها به بیش از ۵۵ درصد خواهد رسید. (Asghari et

* نویسنده مسؤل: mahsa.javadi@srbiau.ac.ir

al,2021,751) بدین سبب یافتن راه‌حل‌هایی از طراحی منطبق بر محیط طبیعی به منظور دستیابی به پایداری در آنها ضروری است. این در حالی است که معماری گذشته همواره در طول تاریخ با بستر طبیعت در تعامل بوده و براساس آن شکل گرفته است. (Taheri & Nadimi,2014,5) از این رو معماری بومی می‌تواند بهترین نقش را برای ایجاد پایداری محیطی داشته باشد. (Zarlanshani et al,2021,172) یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های معماری بومی در تعامل با محیط طبیعی طراحی معیارهای کالبدی براساس متغیرهای محیطی است. از این رو می‌توان با شیوه‌ای جدید و پیشینه‌ای تاریخی برخی از معیارهای طراحی کالبدی را در نمونه‌های معماری بومی یافت و در بناهای آینده در اولویت قرار داد. (Parlak,2019,27) زیرا که مرور زمان این ویژگی‌ها از معماری بومی را مبدل به یک کد ژنتیکی می‌نماید که قابلیت انتقال از نسلی به نسل دیگر را دارند. از این رو کهن الگوی هستند که به صورت نمونه قابلیت تیپولوژی یا گونه‌شناسی را برای اقتباس دارند (Memarian,2014,176)

در اقلیم سرد با وجود محدودیت در ارتباط با محیط طبیعی، ترفندهای زیادی در متعادل‌سازی شرایط اقلیمی با معیارهای کالبدی بکار رفته است. با این وجود غالب پژوهش‌ها صرفا به دسته‌بندی معیارهای کالبدی- فضایی و یا تشریح تعداد محدودی از این معیارها پرداخته‌اند. برای نمونه بوداغ و همکاران در مطالعه‌ای به گونه‌شناسی خانه‌های اقلیم سرد و خشک تبریز می‌پردازد و با اختصاص مقادیر عددی به داده‌های کیفی و استفاده از ضرایب با فرمول مشخص به کمی‌سازی و تقسیم داده‌ها به پنج گونه می‌پردازد. (Boudagh et al,2012,65) در مطالعه‌ای دیگر قیاسوند و همکاران در خانه‌های تاریخی همدان با تحلیل میزان فراوانی، ویژگی‌های کالبدی برگرفته از عملکرد اقلیمی را تفکیک می‌نمایند و برای دوره‌های مختلف تاریخی شاخص‌های اقلیمی مرتبط را معرفی می‌کنند. (Ghiasvand et al,2020,599) همینطور که مشخص است، پژوهش‌های به انجام رسیده در اقلیم سرد صرفا به الگوشناسی، دسته‌بندی و گونه‌شناسی بناها براساس عناصر کالبدی و بعضا اقلیمی پرداختند و تعداد جزئی از معیارهای کالبدی منطبق بر اقلیم در آنها مشخص شده‌اند. در حالی که میزان تاثیرگذاری شاخص‌ها، اولویت‌بندی شاخص‌های اقلیمی و دسته‌بندی براساس آن در این اقلیم مورد مطالعه قرار نگرفته است. همچنین از آنجا که مشخصات کالبدی هر منطقه آب و هوایی کاملا متفاوت است. از این رو در پژوهش حاضر با درجه‌بندی معیارها با ارزش‌گذاری یکسان می‌توان به اطلاعات دقیقی از هر گونه خانه‌های تاریخی و شاخص آن در اقلیم سرد دست یافت. تا اصول کلی بازتولیدشدنی را برای دستیابی به شرایط پایدار فراهم نمود. به این ترتیب با توجه به موارد فوق جنبه نوآوری پژوهش حاضر قابل تاکید است و به نظر می‌رسد که توجه به این مسائل با روش‌های کمی می‌تواند در مباحث کالبدی معماری بومی در اقلیم سرد موثر باشد. با توجه به اینکه بافت تاریخی اردبیل دارای آثار معماری ارزشمندی نظیر خانه‌های تاریخی است که مرور زمان آنها را دستخوش تغییرات فراوانی می‌کند، از این رو خوانش جدیدی از این منظر، ویژگی‌های معماری این منطقه را مشخص می‌نماید. بنابراین پژوهش حاضر عطف به خلا اطلاعاتی موجود در گونه‌شناسی و شناسایی شاخص‌های حاصل از معیارهای کالبدی حاکم با شرایط

اقلیم سرد در نمونه‌های مطالعاتی شکل گرفته است. تا براساس هدف اصلی پژوهش به این پرسش‌ها پاسخگو باشد که خانه‌های تاریخی اردبیل از لحاظ معیارهای کالبدی منطبق بر اقلیم به چند گونه تقسیم می‌شوند؟ و چه شاخص‌های کالبدی تاثیرگذاری مبتنی بر اقلیم سرد در معماری بومی اردبیل وجود دارد؟ تا بتوان با شناسایی رایج‌ترین شاخص‌های کالبدی و تعیین اولویت آنها به الگوی طراحی پایدار براساس ساختارهای موجود دست یافت. بدین منظور تمام خانه‌های تاریخی شناسایی شده در اردبیل برای حصول به نتایج دقیق‌تر، به صورت حداکثری از جامعه آماری موجود به تعداد ۲۵ نمونه که غالبا شائبه دخل و تصرف بعدی در آنها نمی‌رفت انتخاب شدند. تا با هدف بهره‌وری کاربردی از آن‌ها با استفاده از روش‌های کمی- کیفی مورد ارزیابی قرار گیرند. به این ترتیب که با تعیین معیارها در مطالعات کتابخانه‌ای و شناسایی آنها در نمونه‌های موردی به صورت میدانی پرداخته می‌شود. سپس با تحلیل شرایط اقلیمی منطقه، انطباق معیارها در نمونه‌ها با ارزش‌گذاری یکسان درجه‌بندی می‌گردد تا نتایج ارزیابی با نمودارهای درصد انحراف، پراکندگی و فراوانی تفکیک شده و نهایتا اولویت‌بندی هر شاخص و انواع گونه‌ها شناسایی گردد.

مبانی نظری تحقیق

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که ساختمان‌های تاریخی نسبت به ساختمان‌های جدید با مصرف انرژی کمتر، شرایط آسایش بهتری را ایجاد می‌کنند. (Nematchoua et al,2014,690) اگر چه عوامل متعددی بر ارزیابی وضعیت آسایشی ناشی از اقلیم در خانه‌های تاریخی موثراند. با این وجود طراحی نامناسب در کالبد و مشخصات فیزیکی می‌تواند تا حدود ۲,۵ برابر مصرف معمول انرژی را افزایش دهد. (Ghobadi,2002,544) بنابراین به شرح تفصیلی هر یک از این مشخصات کالبدی موثر بر اقلیم سرد مطابق زیر پرداخته می‌شود:

- نحوه استقرار بنا از عوامل تاثیرگذار در بهبود بهره‌وری مصرف انرژی است. (Ahmadzadeh & kord Jamshidi,2019,64) جهت‌گیری کلی بنا در اقلیم سرد برای شرایط بهینه می‌تواند از جنوب جغرافیایی تا ۱۲,۵ درجه به سمت جنوب شرقی باشد. با این وجود از ۲۰ درجه جنوب غربی تا ٤٥ درجه جنوب شرقی نیز توصیه می‌گردد. همچنین در این اقلیم تجمیع توده بنا در کنار استفاده تمام طول آن از تابش آفتاب جنوبی و جلوگیری از باد نامطلوب در خصوص استقرار بنا، حائز اهمیت است. (Raeisi,2017,235) از این رو در اقلیم سرد الگوی کلی اولویت استقرار بنا در سایت مطابق شکل ۱ است. (Valizadeh& Movahedi,2019,26) علاوه بر این کشیدگی بنا در جهت شرقی- غربی با تناسبات ۱ به ۱,۳ تا ۱,۱ می‌تواند شرایط مناسبی را از جهت دریافت تابش خورشید برای بنا ایجاد نماید. همچنین در جهت کاهش اتلاف حرارتی، فرم بنا نزدیک به مکعب و با حداکثر فشردگی پیشنهاد می‌گردد (Shaghaghi &Mofidi,2008,112-118)

گونه ۱ و ۲ | گونه ۳ و ٤ | گونه ٥- فصول سرد | گونه ٦ و ۷

شکل ۱. الگوی کلی اولویت استقرار بنا در اقلیم سرد، Source:(Valizadeh& Movahedi,2019,26)

Fig 1. The general pattern of building preference in cold climates

– ابعاد و تناسبات حیاط مرکزی از عوامل موثر در همسازی بناها با شرایط اقلیمی است (Ahmadzadeh & kord Jamshidi,2019,64) به نحوی که قرارگیری حیاط مرکزی در اقلیم سرد در سمت جنوب علاوه بر جذب بهتر نور خورشید به فضای داخلی در مقابل باد نیز محافظت بهتری را ایجاد می‌کند. (Shaghaghi &Mofidi,2008,111) در اردبیل حیاط مرکزی در فصول سرد سال خارج از محدوده آسایش است. و با اینکه پایین‌تر از سطح تراز معبراند و از گرمای زمین استفاده می‌کنند تنها نقش‌شان بواسطه زاویه تابش زمستانی، رساندن نور و گرمای خورشید به عمق فضاهاست (Salehipour et al,2020,218) بر این اساس وجود نسبت طولی به عرضی بیشتر از یک نشان دهنده تاکید بر طول حیاط برای جذب نور خورشید در زمستان به فضاهای داخلی است. علاوه بر این غالبا نسبت سطح توده به فضا نیز در اقلیم سرد نزدیک به هم‌اند (Raeisi,2017,236) با این وجود در مواردی فضا بیشتر از توده است تا با سایه‌اندازی کمتر از همجواری مقابل، مانعی برای دریافت نور نگردد.

– در اقلیم سرد غالبا جبهه‌های جنوبی به جهت جذب نور خورشید کارآمدتراند. و جبهه‌های شرق و شمال فضاهای سایه دار و سردی را ایجاد می‌کنند. در حالی که جبهه غربی نیز به جهت وزش باد از تهویه خوبی برخوردارند. (Raeisi,2017,236) از این رو میزان سطح جداره‌ها، ابعاد و جهت قرارگیری بازشوها موجود در بناها با آسایش فضاهای داخلی رابطه مستقیم دارد. (Williams,2007) به نحوی که در این اقلیم غالبا ارسی اصلی تالار رو به جنوب است و از سطحی وسیع و تاجی بلندتر برخوردار است زیرا که سطح بزرگتر، میزان نور بیشتر را به فضا وارد می‌کند و تاج بلندتر، سبب توزیع نور یکنواخت و نفوذ آن به عمق فضا می‌گردد (mousavi et al,2019,18) تا بواسطه آن اثر گلخانه‌ای در فضای تالار ایجاد گردد. و امکان نفوذ نور خورشید به عمق بیشتر فضا میسر گردد. با این وجود هر چه عمق تالار کمتر و پهنای آن بیشتر باشد ارتفاع محدوده نفوذ نور نیز برای استفاده در فصول سرد سال بیشتر می‌گردد. (javadi nodeh et al 2021,266) در خصوص میزان تابش نور نیز هر چه قدر نسبت مساحت بازشو به مساحت تالار بیشتر باشد میزان نور تابیده بیشتر خواهد شد. با این وجود چنانچه درصد مذکور بیش از ۵۰٪ باشد. مشکل خیرگی نور ایجاد می‌گردد (mousavi et al,2019,18) به این ترتیب در سایر جبهه‌های ساختمان هر چه مقدار سطوح نورگذر نسبت به سطح پوسته خارجی کمتر باشد، اتلاف و انتقال حرارتی کاهش خواهد یافت. (Ghiai & Hossein Pour,2014,68)

– سقف‌ها به جهت سطوح بزرگشان منبع مهمی بر جذب سرما و گرما به عنوان پوسته جانبی محسوب می‌شوند. از این رو در سقف‌ها کاهش سطح بام نسبت به سطح زیر اشغال می‌تواند به کاهش انتقال حرارتی منجر گردد (Shaghaghi &Mofidi,2008,113) از این رو افزایش توده‌گذاری در بنا حائز اهمیت است.

– ضخامت جداره‌ها، مساحت و جنس پوسته خارجی به عنوان مشخصات فیزیکی تاثیرگذار بر اقلیم، نقش اساسی در رسیدن به اهداف آسایش حرارتی را به عهده دارند. (Pourdeyhimi & Gosili,2015,55) بر این اساس ضخیم بودن جداره‌ها عایق حرارتی مناسبی را در برابر شرایط بحرانی ایجاد می‌کنند. (Pirnia,1994,2)

– در اقلیم سرد وجود پلان‌های متراکم و فشرده در فضاهای داخلی، استفاده از ظرفیت حرارتی خاک و گرمای زمین بواسطه زیرزمین به کاهش سطح جانبی بنا منجر می‌گردد. (Valizadeh& Movahedi,2019,26) از این رو هر چه عمق زیرزمین بیشتر باشد از وضعیت متعادل‌تری در فصول گرم و سرد سال برخوردار است.

– در اقلیم سرد می‌توان با رعایت کلیاتی نظیر به حداقل رساندن سطح پوسته‌های خارجی به زیربنا تا حدود زیادی از افت حرارت در فضای داخلی جلوگیری نمود (Shaghaghi &Mofidi,2008,109) همچنین در خصوص مقدار اتلاف گرما در فضاهای داخلی نیز هر چه نسبت سطح یک طبقه بر محیط آن (APR) یا به عبارت دیگر مساحت طبقه بر واحد طول دیوارهای محیطی افزایش یابد می‌تواند سبب کاهش اتلاف گرما گردد. (Sayadi& Madahi,2012,64) علاوه بر این توجه به جزئیات دیگری از فضای داخلی نظیر: استفاده از دهلیزها و راهروها به مثابه فضای فیلتر مانند برای کنترل شرایط دمایی و نسبت فضاهای اصلی به سطح زیر اشغال با توجه به وضعیت اقلیمی منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

– ایوان‌ها در مناطق سرد در صورت وجود، غالبا کم‌عرض و به عنوان سایبان افقی در مقابل ارسی قرار می‌گیرند تا در زمستان به جهت زاویه تابش، مانع از ورود نور خورشید نشوند و ورودی‌های بنا را از برف و باران حفظ کند. در تابستان نیز از ورود مستقیم نور به فضای داخل جلوگیری کنند (javadi nodeh et al 2021,273)

مواد و روش‌ها

روش انجام پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و تلفیقی از روش‌های کیفی- کمی است. به طوری که این روش ترکیبی به صورت مرحله‌ای، با تعیین شاخص‌ها در چارچوب نظری، تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس شاخص‌ها و نهایتا ارزیابی نتایج همراه است. گردآوری داده‌ها در این پژوهش به صورت کتابخانه‌ای و میدانی صورت می‌گیرد. به این ترتیب که در ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای و مرور نوشتارهای تخصصی مرتبط معیارهای کالبدی برگرفته از شرایط اقلیمی در مناطق سرد شناسایی می‌گردند. سپس شرایط و ویژگی‌های اقلیمی منطقه با داده‌های اقلیمی۱٤ سال اخیر ایستگاه هواشناسی اردبیل توسط نرم‌افزار کلایمت کانسول تانت مورد تحلیل قرار می‌گیرند. بدین ترتیب که در ابتدا با پرسجو از اداره کل هواشناسی استان اردبیل برای تهیه بانک اطلاعاتی، تمام داده‌های مورد نیاز نرم افزار (همچون رطوبت نسبی، درجه حرارت، ساعات آفتابی و تابش و...) به صورت فایل EPW را مطابق لینک زیر معرفی نمودند؛

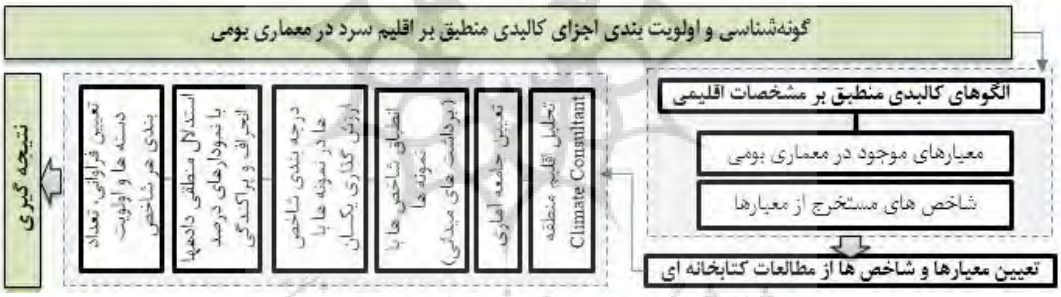
https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_2_Asia/IRN_Iran/index.html

تا با استفاده از این فایل ورودی محدوده آسایش، شرایط بحرانی و... در شهر اردبیل مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه این داده‌ها توسط خود سازمان تهیه و در دسترس قرار گرفته صحت اطلاعات مندرج قابل تاکید است. از طرفی هم در پژوهشی دیگر توسط درویشی این داده‌ها با اطلاعات دریافتی از ایستگاه هواشناسی اردبیل مجددا تطابق داده شده و صحت اطلاعات مندرج اعتبارسنجی شده است (Darvishi,2022,108)

در ادامه با شناسایی مشخصات غالب خانه‌های تاریخی منطقه تعداد ۲۵ نمونه خانه متعلق به دوره قاجار به عنوان جامعه آماری به صورت غیراحتمالی و هدفمند با قابلیت دسترسی و برداشت‌های میدانی و بدون شائبه دخل و تصرف بعدی انتخاب می‌گردند. تا معیارهای کالبدی حاصل از مطالعات نظری در نمونه‌های موردی با مطالعات میدانی و شبیه‌سازی آن‌ها (در نرم افزار اتوکد) و یا مرور نوشتارهای مرتبط در جداول شناسایی شوند. و برای شاخص‌های هر معیار به تفکیک با ارزش‌گذاری یکسان درجه‌بندی صورت گیرد.

سپس بوسیله نمودارها مجموع امتیازات معیارها، درصد انحراف از مقدار میانگین و پراکندگی داده‌ها بواسطه انحراف معیار مشخص می‌شود تا میزان پیروی نمونه‌ها از معیارهای مستخرج شناسایی شود و در ادامه با استدلال منطقی داده‌ها، تعداد و طول دسته‌ها براساس مجموع امتیازات با فرمول مشخص مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و بیشترین فراوانی هر معیار تفکیک شده و نهایتا اولویت شاخص‌هایی با بیشترین امتیازات از هر دسته شناسایی می‌شود. (شکل۲)



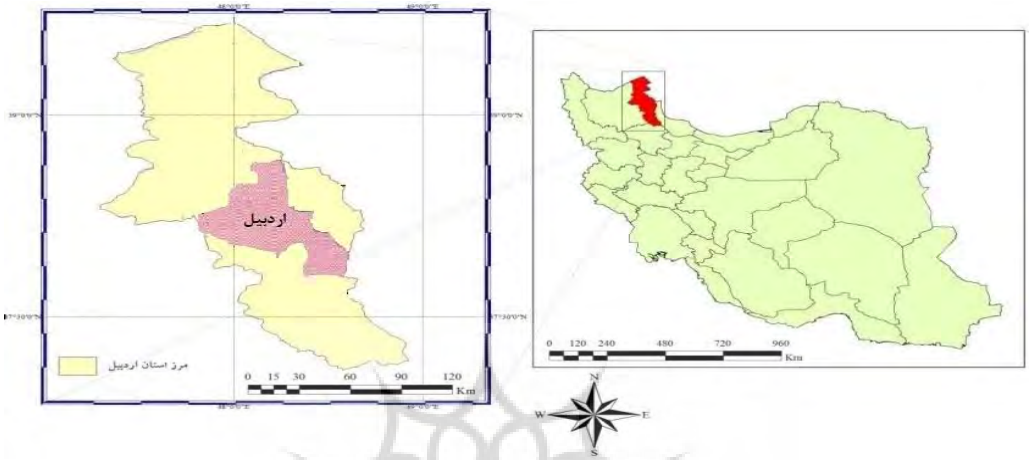
شکل ۲. مدل پژوهش، **Source:(Authors,2022)**

Fig 2. Research model

محدوده مورد مطالعه

قدمت شهر اردبیل به بیش از سی قرن پیش می‌رسد. (Behazin,2003,20-22) با این وجود شاکله اصلی آن، به عنوان پایتخت معنوی، به دوره صفویان و احداث بقعه شیخ صفی باز می‌گردد (Pirbabaei& Nejad Ebrahimi,2018,6) در این دوره به تدریج محلات اصلی شهر شروع به شکل‌گیری کردند، تا این که در دوره قاجار شش محله اصلی به دور بازار حلقه زده و بقیه محلات زیر مجموعه محلات اصلی شدند و گسترش آتی شهر به صورت مدور و تدافعی گردید. (Rezazadeh & Peiyghami,2009,78) در این میان محلات محور اصلی و منسجم فضای شهری بوده‌اند که خانه‌های حیاط‌دار اصلی‌ترین عنصر تشکیل دهنده این محلات در بافت تاریخی اردبیل بوده‌اند و با وجود تبعیت از آن‌ها، جهت‌گیری مناسبی در دریافت حداکثر تابش آفتاب داشته‌اند. با این وجود بافت تاریخی به سبب استحکامات ناپایدار، مدرنیزاسیوم

سریع رضاشاه و...گسسته و از هم پاشیده گردید (Safari,2018,15-33) قدیمی‌ترین خانه باقی مانده در این شهر متعلق به دوره زندیه است و اکثر خانه‌های تاریخی به صورت یک یا دو طبقه‌ای متعلق به دوره قاجاراند (javadi nodeh et al,2021,33) (شکل ۳)



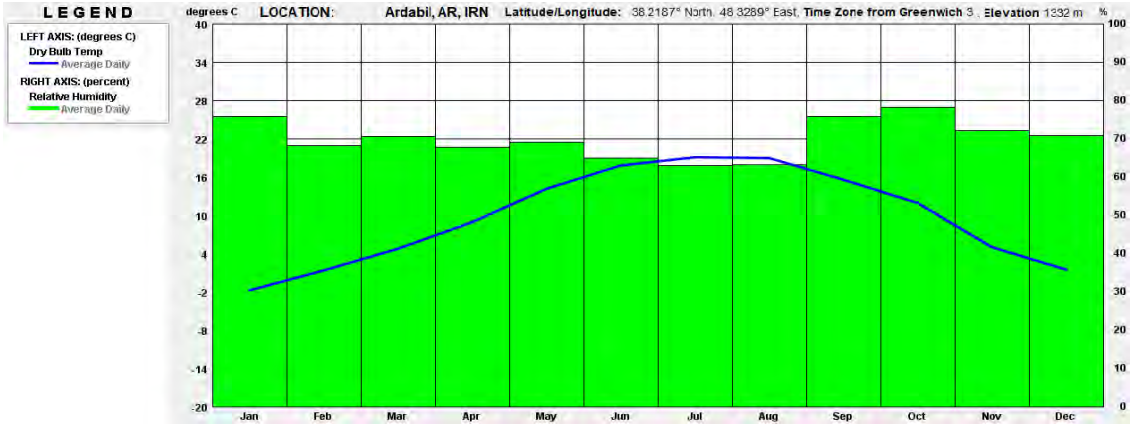
شکل۳. موقعیت و مختصات حدودی استان اردبیل، (Source:(Jafari et al,2014,27

Fig 3. Location and approximate coordinates of Ardabil province

بررسی اقلیمی شهر اردبیل

اردبیل در گوشه غربی دشت میان کوهی قرار گرفته است. این دشت از سمت شرقی توسط گردنه حیران و از غرب با رودخانه بالیخلوچای و گردنه صائین ارتباط مستقیمی دارد. همچنین در عرض شمالی ´۵ °۳۸ تا ´۲۸ °۳۸ و طول خاوری ´۱۰ °۴۸ تا ´۴۱ °۴۸ با شیب کلی کمتر از ۰/۵ درصد واقع است که به سبب قرارگرفتن در دامنه کوه سبلان متوسط ارتفاع شهر تقریبا ۱۳۵۰ متر بالاتر از سطح دریا است. (Samadzadeh et al,2010,111-109) در واقع اردبیل بواسطه فاصله کم از بندر آستارا از مناطق بحری تاثیرپذیرفته است با این وجود از نظر تقسیمات اقلیمی، جزو مناطق سرد و نیمه خشک محسوب می‌شود. و در گروه اقلیمی "بسیار سرد زمستان- مناسب تابستان" قرار می‌گیرد. (Babapour et al,2010,2) بنابراین کنترل سرما در این شهر حائز اهمیت است.

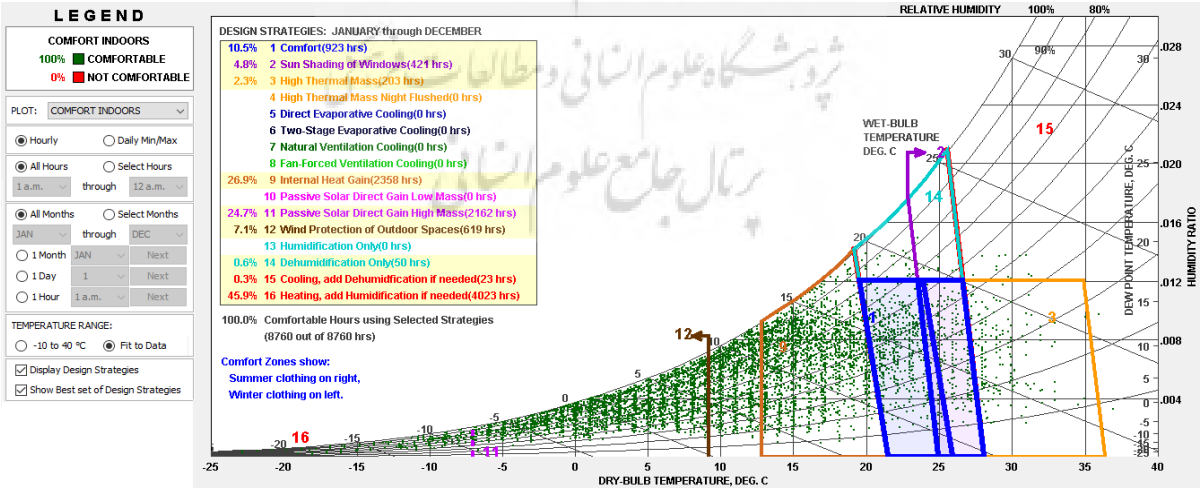
در خصوص تحلیل مکانی و آنالیز فضایی منطقه نیز با توجه به اینکه هدف اصلی این پژوهش یافتن شاخص‌های کالبدی و انواع گونه‌های آن با توجه به اقلیم سرد است. لذا دستیابی به مشخصات کلی آب و هوایی منطقه و تمهیدات و راهکارهای معماری برای شرایط بحرانی اقلیم آن مورد نیاز است. از این رو در این پژوهش علاوه بر قسمت معرفی محدوده شهر، بررسی اقلیمی شهر توسط نرم افزار کلایمت کانسول تانت مورد تجزیه و تحلیل می‌گیرد. تا شناخت مکانی و فضای از منطقه با توجه به هدف پژوهش صورت گیرد و نتایج مورد نظر در قالب نمودارهای (٤ تا ٨) مطابق ذیل ارائه می‌گردد و مورد تحلیل قرار می‌گیرد:



شکل ٤. میانگین دما و رطوبت در ماه‌های سال در شهر اردبیل، (Source:(Reserch findings with Climate Consultant 0.6,2021

Fig 4. Average temperature and humidity in the months of the year in Ardabil city

براین اساس در ابتدا مطابق شکل٤ مشخصه‌های دما و رطوبت از اقلیم شهر اردبیل مورد بررسی قرار می‌گیرد مطابق این شکل که متوسط دمای خشک مربوط به هر ماه را در شهر اردبیل نشان می‌دهد. بالاترین دما در تابستان و از بازه زمانی ۱۰ تیر تا ۹ شهریور روی می‌دهد که متوسط آن برابر با ۲۱ درجه سانتی‌گراد است. همچنین میانگین پایین‌ترین دما در زمستان و از بازه زمانی ۱۰ دی تا ۹ اسفند روی می‌دهد که متوسط آن تقریبا برابر با ۲- درجه سانتی‌گراد است. بقیه ماه‌های سال نیز با توجه به نمودار غالبا نیاز به گرمایش دارند. در این نمودار، علاوه بر دما، رطوبت هوا نیز به طور متوسط ۷۰ درصد است که با توجه به فصول مختلف سال متغیر می‌باشد. به طوری که در زمستان از رطوبت نسبی بالا و در فصول گرم سال، از رطوبت نسبی پایینی برخوردار است.



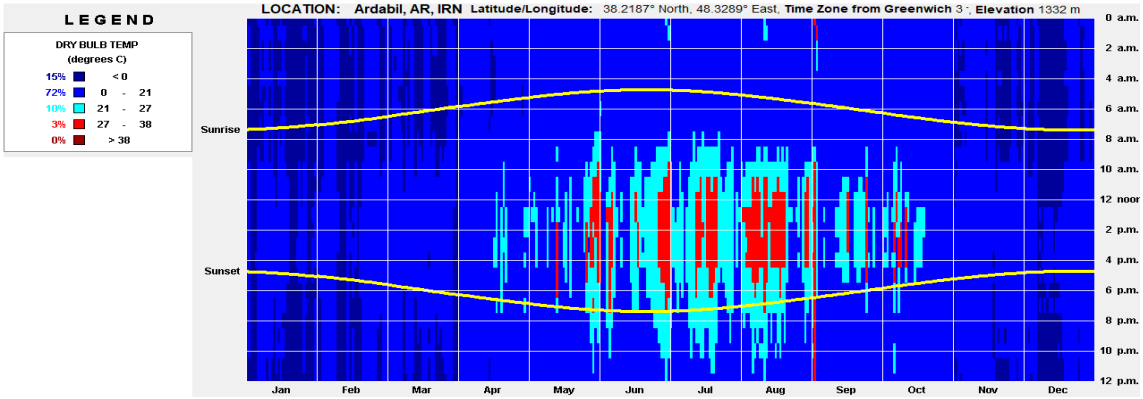
شکل ٥. نمودار زیست اقلیمی شهر اردبیل، (Source:(Reserch findings with Climate Consultant 0.6,2021

Fig 5. Bioclimatic diagram of Ardabil city

با بررسی شاخص زیست اقلیمی یا نمودار بیوکلیماتیک از نرم افزار کلایمت کانسول تانت می‌توان گفت که در اردبیل تنها در ۱۰,۵٪ از سال شرایط آسایش برقرار است. (شکل۵) در حالی که تقریبا ۲۷٪ از مشکلات مربوط به آسایش در زمستان در این منطقه با استفاده از جرم حرارتی بالای مصالح و ایزوله کردن بنا جهت جلوگیری از خروج حرارت و ۲٤,۷٪ با استفاده از سیستم غیرفعال خورشیدی حل می‌شود. همچنین ۷,۱٪ نیاز به محافظت از باد در شرایط آزاد دارد. با این وجود و در صورت رعایت همه این موارد از قبیل: جهت، نحوه استقرار، نوع مصالح و... نیاز به گرمایش مکانیکی با سیستم‌های فعال در زمستان با تقریبا ٤٦٪ بیش از سایر نیازهاست.

در حالی که در تابستان ٤,۸٪ نیاز به استفاده از سایبان در مقابل پنجره دارد. و می‌توان در ۰,۳٪ از سال از سیستم‌های فعال سرمایشی استفاده نمود. که به جهت کوتاه بودن دوره تابستان و اینکه در طول سال درصد ناچیزی محسوب می‌شود از این رو می‌توان با بهره‌گیری از تهویه طبیعی شرایط مطلوبی را ایجاد نمود. تا بوسیله آن نیاز به رطوبت زدایی در ۰,٦٪ از سال نیز برآورده شود. به این ترتیب می‌توان گفت که حداکثر در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور افراد بومی احساس راحتی می‌کنند. در حالی که در ماه‌های مهر و اردیبهشت می‌توان با بکار بردن مصالح عایق به حفظ گرمای بنا کمک نمود. و در ماه‌های فروردین و آبان که پایین‌تر از منطقه حد آسایش قرار دارد، استفاده از گرمای خورشید، مصالح ساختمانی عایق و نهایتا استفاده از سیستم گرمایش مکانیکی، مطلوب ارزیابی می‌شود. این در حالی است که ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند در پایین‌ترین حد آسایش‌اند. از این رو علاوه بر تمهیدات اقلیمی پیش گفته نیاز به بهره‌مندی از سیستم گرمایش مکانیکی دارد.

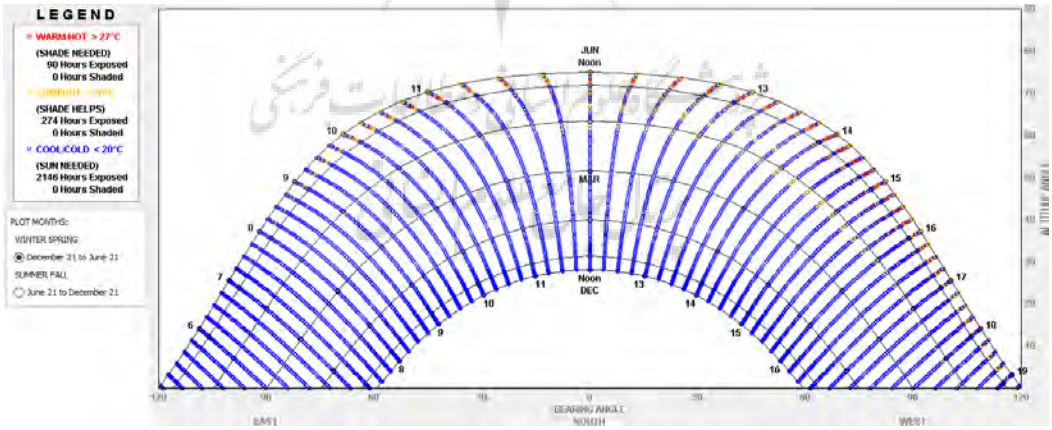
براین اساس و با توجه به جدول نیاز اقلیمی شهر اردبیل می‌توان گفت که سرما در قسمت زیادی از سال مساله اصلی و بحرانی این شهر است. (شکل٦) از این رو نیاز به کنترل دارد. به طوری که ۱۵٪ از سال دما زیر صفر درجه و به صورت یخبندان در شب است. و ۷۲٪ از سال نیز زیر محدوده آسایش است. بنابراین حداقل بیش از ۸ ماه از سال سرما بر این منطقه غالب است. از این رو ضرورت بهره‌گیری از تابش خورشید، استفاده از عایق حرارتی و جلوگیری از باد برای کاهش اتلاف حرارتی و سایر تمهیدات برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی در این منطقه ضروری است. این در حالی است که تنها ۱۰٪ از سال دمای بالاتر از ۲۱ درجه سانتی گراد دارد، (حداکثر ۲ ماه از سال) از این رو طراحی سایبان مناسب تابستانی که مانع نفوذ آفتاب زمستانی نشود، استفاده از تهویه طبیعی و باد مطلوب تا حدود زیادی باعث تلطیف هوای داخل می‌گردد.



شکل٦. نمودار جدول نیاز اقلیمی شهر اردبیل، (Source:(Reserch findings with Climate Consultant 0.6,2021

Fig 6. Ardabil city's climate requirement Diagram

از آنجا که مطابق شکل ٦ مشخص گردید که غالب‌ترین و بحرانی ترین شرایط اقلیمی منطقه سرماست. از این رو نمودار سایه و خورشید در فصول سرد مطابق شکل ۷ مورد بررسی قرار می‌گیرد و مشخص می‌گردد که در شهر اردبیل، در زمستان و بهار و روزهای با دمای بیش از ۲۷ درجه سانتی گراد (تقریبا ٤ روز از اوایل تیر ماه) نیاز به سایه‌اندازی افقی برای رسیدن به آسایش حرارتی در محیط داخلی الزامی است. همچنین در روزهای با دمای بیش از ۲۰ درجه (تقریبا ۱۰ روز از تیر و خرداد ماه) با کمک سایه‌اندازی شرایط آسایش برقرار است. و نهایتا در روزهای با دمای کمتر از ۲۰ درجه (حداقل ۳ ماه از زمستان و پاییز) نیاز به تابش خورشید می‌باشد تا شرایط آسایش برقرار گردد. بدین ترتیب مشخص می‌گردد که در اردبیل نیاز به تابش خورشید بسیار بیشتر از سایه‌اندازی است. به طوری که استفاده حداکثری از تابش خورشید در بهبود وضعیت دمایی موثر است.



شکل۷. نمودار سایه اندازی و تابش خورشید در شهر اردبیل، (Source:(Reserch findings with Climate Consultant 0.6,2021

Fig 7. Shading and solar radiation diagram in Ardabil city

جهت وزش باد مطلوب در تمامی ساعات در اردبیل از سمت شرق است که در تابستان از شدت بیشتری برخوردار است و رطوبت دریای خزر را به همراه دارد. همچنین جهت وزش باد نامطلوب نیز از سمت جنوب غربی است که از سرعت وزش زیاد در زمستان و کاهش شدت در تابستان برخوردار است و سبب تبخیر و خوشکاندن زمین می‌گردد. (Asakereh

et al,2018,65-73) علاوه بر این، شهر اردبیل با وجود سرمای زیاد از تابش ماهانه خوبی برخوردار است به طوری که بیشترین جهت دریافت تابش زمستانی جنوب غربی و غرب و کمترین جهت دریافت تابش تابستانی شمال و جنوب است و از آنجا که عملکرد بنا در کل سال مدنظر است بنابراین جهت جنوبی به عنوان بهترین جهت برای استقرار ساختمان‌ها در این منطقه در نظر گرفته می‌شود (Gilani &Mohammad Kari,2011,156)

مشخصات غالب خانه‌های تاریخی در شهر اردبیل

توجه به سازمان فضایی و کالبدی براساس سبک زندگی و اقلیم منطقه، می‌تواند بهینه‌ترین پاسخ‌ها را براساس شکل‌گیری پایدار فضاها مشخص کند (Mojahed et al,2021,622) براین اساس در خانه‌های تاریخی شهر اردبیل می‌توان جهت‌گیری مناسبی نسبت به تابش خورشید مشاهده نمود. به طوری که تالار خانه‌ها با ارسی‌های بزرگ در نمای جنوبی امکان ورود تابش خورشید و ایجاد اثر گلخانه‌ای را در فضا میسر می‌نمودند (Javadinodeh et al,2021,26) اتاق‌های شمالی ساختمان نیز به دلیل کوتاه و معتدل بودن فصل تابستان در صورت وجود کمتر به کار گرفته می‌شدند. و اتاق‌های شرقی و غربی نیز غالبا به عنوان فضاهای خدماتی یا فصلی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. (Safari,2018,246) از دیگر فضاهای تاثیرگذار در خانه‌های اردبیل مفصل‌های ارتباطی‌اند. که علاوه بر ایجاد حریم، فضای عبور و فیلتری در مقابل نفوذ سرمای مستقیم است (Javadinodeh et al,2021,26) در این خانه‌ها غالبا مطبخ در لایه دوم با دیوار خشتی به منظور گرم کردن فضای تالار و یا اتاق خانه بوده است. (Mohamadhoseini et al,2019,40) در خانه‌های این منطقه در قسمت زیر تالار، معمولا سرداب با سقف کوتاه و فرو رفته در خاک قرار می‌گیرد. که مطابق شکل ۸ هر چه بنا در خاک فرو رود نوسانات دمایی آن کم می‌شود. از این رو غالبا از سرداب به عنوان فضای تابستان‌نشین و یا انبار مواد غذایی استفاده می‌شود. (javadi nodeh et al 2021,273)

شکل۸. میانگین ماهانه نوسانات دمای زمین در شهر اردبیل، (Reserch findings with Climate Consultant 0.6,2021):Source

Fig 8. Average monthly fluctuations of ground temperature in Ardabil city

در خصوص مصالح مورد استفاده نیز در نمای اصلی ازاره سازی به شکل کرسی چینی از سنگ بازالت سیاه و ملات ماسه آهک بوده است و دیوارها از آجر با ملات یا شیره آهک و خاک با روکش گچی ساخته می‌شدند. بنابراین از ویژگی‌های مشترک در خانه‌های تاریخی اردبیل، می‌توان به عدم گسترش در سطح زمین، قرارگیری به صورت یک یا دو طرفه در حیاط مرکزی، طراحی براساس جزئیات زمستانی، حیاط مرکزی و سرداب فرورفته در خاک، وجود اثر گلخانه‌ای در تالارهای اصلی، دو لایه بودن برخی فضاها، راهروهای فیلتر مانند و...اشاره نمود.

نمونه‌های مورد بررسی

از آنجا که بیشترین خانه‌های تاریخی اردبیل متعلق به دوران قاجاراند. براین اساس تعداد ۲۵ خانه نسبتاً سالم، با قابلیت دسترسی و انجام برداشت‌های میدانی به عنوان نمونه موردی انتخاب شده‌اند (جدول ۱) تا به واسطه این نمونه‌های باارزش که برخی از آنها در معرض تخریب قرار گرفته‌اند نحوه تعامل معماری منطقه از لحاظ اجزا کالبدی با عملکرد اقلیمی و انواع گونه‌های آن مشخص گردد. در این مورد لازم به ذکر است که تنها فضاهایی که شائبه دخل و تصرفات بعدی در مورد آنها نمی رفت، مورد بررسی قرار داده شدند. براین اساس مطابق جدول ۱ خانه‌های مورد مطالعه به ترتیب از عرصه کوچک به بزرگ مشخص و کدگذاری شده‌اند.

جدول۱. لیست خانه‌های مورد بررسی در شهر اردبیل و مساحت آنها

Table 1. The list of investigated houses in Ardabil city and their area

کد خانه	نام خانه‌ها	قدمت ساخت	تعداد طبقات	مساحت		کد خانه	نام خانه‌ها	قدمت ساخت	تعداد طبقات	مساحت	
				عرصه	اعیان					عرصه	اعیان
۱	خانه منعم	قاجار	همکف ۱۰۴٫۸۴ طبقه اول ۶۲٫۳۴	۲۵۳	۱۶۷٫۱۸	۱۴	خانه رئیسی	اواخر قاجار	زیرزمین۱۰۵٫۶۶ همکف۲۶۷٫۶۰ نیم‌طبقه۲۳۰٫۸۴	۷۹۱٫۲۵	۶۰۴٫۱۰
۲	خانه ارشادی	اوایل قاجار	زیرزمین۱۵۸٫۶ همکف۲۰۲	۲۷۶٫۷۲	۳۶۰٫۶۰	۱۵	خانه مصطفویی	اواخر قاجار	همکف۵۱۴٫۴۲ طبقه‌اول۲۶۱٫۴۰	۸۱۹٫۹۴	۷۷۵٫۸۲
۳	خانه اربابی	قاجار	زیرزمین ۷۴٫۰۵+۱۰۷٫۳۵ همکف۱۳۶٫۴۶+۷۶٫۵۷	۳۸۷٫۷۵	۳۹۴٫۴۳	۱۶	خانه قاسمی‌نژاد	قاجار	همکف ۲۸۳٫۹۷ طبقه اول ۲۸۳٫۹۷	۸۲۰٫۹۰	۵۶۷٫۹۴
۴	خانه ابراهیمی	اوایل قاجار	زیرزمین۱۸۸ همکف۲۳۴٫۱۲	۳۹۷٫۶۰	۴۲۲٫۱۲	۱۷	خانه رضازاده	اواخر قاجار	زیرزمین۱۳۴٫۴۷ همکف۱۳۴٫۴۷+۲۹۴٫۸۰ طبقه‌اول۲۹۴٫۸۰	۹۷۵٫۶۰	۸۵۸٫۵۴
۵	خانه آقازاده	۱۲۸۲ ه.ش	زیرزمین ۱۰۴٫۴۸ همکف ۷۱٫۲۳+۱۰۴٫۴۸	۴۳۰	۲۸۰٫۱۹	۱۸	خانه مبشری	اوایل قاجار	زیرزمین ۲۳۳ همکف ۴۱۵ طبقه اول۱۸۲٫۳۰	۹۸۳٫۳۰	۸۳۰٫۳۰

			اواخر قاجار								
٦	خانه تقوی	اواسط قاجار	زیرزمین۷۵,۵۲ همکف ۲۲۱ نیم‌طبقه ۷۰,٦٦	٤٧٨,٩٥	٣٦٧,١٨	١٩	خانه آصف	اواسط قاجار	همکف ۲۱۹,۸۵	١٠٦٤,٦٧	۲۱۹,۸۵
۷	خانه نمازی	قاجار	زیرزمین ۷۳,۹۲ همکف ۱۲۳,۲۰+۹۷	٤٨٤,١٥	۲۹٤,١۲	۲۰	خانه منافزاده	۱۳۰۹ ه.ش پهلوی اول	همکف ۳۰۲ طبقه اول ۲۳۱,۸۰	۱۳۹۱,۱۲	٥۳۳,۸۰
۸	خانه صدر	قاجار	زیرزمین ۹۳,۹۱ همکف ۱۸۲,۹۱ طبقه اول ۱۸۲,۹۱	٤٩١,٧٤	٤٥٩,٧٣	۲۱	خانه شریعت*	اواخر قاجار	زیرزمین۷۹+۲۳۹,۳۹ همکف۲۳۲,۲۰+۲۱۱,۳۰ طبقه اول ۲۱۱,۳۰	۱٥۱۰,۱۰	۹۳۷,۱۹
۹	خانه وکیل	اواخر قاجار	زیرزمین۱٤٤,۷۷ همکف ۳۷۷,٦۳	٥۷٦	٥۲۲,٤۰	۲۲	خانه جعفر اسلامی	قاجار	زیرزمین ۱۱٤,٦۰ همکف ٤۹۳,۸۰ نیم طبقه ۳٦٥,۰۸	١٦٦١,۷۷	۹۷۳,٤۸
۱۰	خانه خلیل‌زاده	۱۲۷۲ ه.ش اواخر قاجار	زیرزمین۱۹۳,۱۰ همکف۱۹۳,۱۰	٥۹٤	٥۲۲,٥۹	۲۳	خانه مجتهدی	۱۲۷٥ ه.ش اواخر قاجار	آب انبار همکف٥۱٦,۳٤ طبقه‌اول٤۱۸,٤۰	۱۹۰۸,۸۱	۹۳٤,۷٤
۱۱	خانه مروج	۱۲۷۲ ه.ش قاجار پهلوی	زیرزمین۲۰,۸۲ همکف ۳۲۳,٥۳+۷۳,۱٥ نیم طبقه ۲۱,۱٤	٦٤٥,۷۰	٤۳۸,٦٤	۲٤	خانه خادم-باشی*	اواسط قاجار	زیرزمین۵۳+٤۰۹,۷۸ همکف۸۰,۲۲٤+٦۹٥ طبقه‌اول۸۰,۲۲٤	۱۹۹۳	١٦۰۷,۳۸
۱۲	خانه میرفتاحی	۱۲٥۰ ه.ش اواسط قاجار	زیرزمین۳۳۳,٦۰ همکف۳٤٦,۹٥	٦٤۲	٦۸۰,٥٥	۲٥	خانه صادقی*	۱۲٤۲ ه.ش اواسط قاجار	زیرزمین ۱۷۰,۱۰+٦۹,٦٦ ۱۸۲,٦۰+۱٥۳,۳۸ همکف۲۳۳,۷۳+ +۱۷۰,۱۰+۱۲۷,٦۲ ۱۸۲,٦۰+۲۱۱,٤٦ طبقه اول۲۳۳,۷۳+۱۸۲,٦۰	۲۰۳۳,۲۰	۱۹۱۷,٥۸
۱۳	خانه صمدی	اواسط قاجار	زیرزمین۲٦٦ همکف۳۰۰,۹۹	٦۹۷	٥٦٦,۹۹						

*خانه‌های مشخص شده دارای چند حیاط هستند.

Source: (Reserch findings,2022)

یافته‌های تحقیق:

در این قسمت برخی از معیارهای کالبدی تاثیرگذار بر شرایط اقلیمی (نظیر: جهت‌گیری، توده‌گذاری بنا، ایوان، نسبت توده به فضا،درصد فضاهای زیر اشغال نسبت به مساحت کل زیربنای کاربردی و اختلاف ارتفاع حیاط مرکزی با سرداب و معبر) در نمونه‌های مطالعاتی مطابق جدول ۲ مورد بررسی قرار می‌گیرند. تا در تحلیل نحوه عملکرد اقلیمی بناها بکار روند.

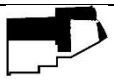
جدول ۲. بررسی جهت‌گیری، الگوبندی، مساحت و اختلاف ارتفاع در خانه‌های تاریخی اردبیل

Table 2. Investigation of orientation, patterning, area and difference in height in historical houses of Ardabil

کد	جهت گیری بنا	الگوبندی پلان	درصد فضاهای مختلف به زیربنای طبقه			ایوان	فشردگی فرم	اختلاف ارتفاع	
بنا	نسبت کشیدگی شرقی- غربی (نسبت طول به عرض اعیان)	نسبت توده به فضا نوع گونه	اتاق زمستانی	اتاق تابستانی	راهروها و دهلیز	عمق و پهنا	نسبت سطح بام به سطح زیر اشغال	حیاط یا معبر	سرداب یا معبر
۱	25SE ۱,۷٥	۰,۹٤ ۱	٪۳۸	–	٪۱۲	–	۰,٦۲	-۲,۲۰	–
	34SE				پشت تالار ٪٦ جای‌گیری مطبخ				

۲		۰,۶۱	۷	۳,۲۵	٪۲۳	–	٪۳۱	٪۱۵ زیرزمین	–	۰,۵۶	−۰,۸	−۲,۸۰
۳		25SE ۱,۲۶	۳	۱,۲۵	٪۱۳	٪۱۶	٪۱۳	٪۹ جنب راهرو	–	۰,۵۵	−۰,۶	−۱,۹۰
٤		0S ۰,۷۸	۵	۱,۷۳	٪۳۲	–	٪۲۳	٪۹ پشت تالار	–	۰,۵۵	−۱,۰۰	−۲,۰۰
۵		61SE ۱,۶۲	۳	۰,۸۰	٪۱۳	٪۹	٪۲۰	٪۶ پشت تالار	۰,۹۰ ۸,۸۰	۰,۵	−۰,۶	−۱,۸۵
۶		21SE ۱,۰۸	۱	۰,۹۸	٪۳۲	–	٪۲۲	٪۲٤ پشت تالار	–	۰,۶۰	−۰,۸	−۲,٤۰
۷		38SE ۲,۰٤	۱	۰,۹۱	٪٤۱	–	٪۱۲	٪۸ پشت تالار	–	۰,۶۲	−۰,۷	−۱,۹۰
۸		0S ۲,۶۲	۱	۰,۶۲	٪۱۸	–	٪۱٤	٪۵ پشت تالار	–	۰,۳۹	−۰,۶	−۲,۷۰
۹		55SW ۱,٤۸	۶	۱,۹۸	٪۱۰	٪۱۸	٪۳٤	٪٤۷ زیرزمین	۳,۵۰ ۹,۸۰	۰,۷۲	−۱,٤۰	−۲,۶۰
۱۰		15SW ۱,٤۲	۱	۰,۶۸	٪۳۵	–	٪۱۹	٪۵۶ زیرزمین	–	۰,۵۰	−۱,۰۰	−۲,۵۰
۱۱		22SE ۱,۰۷	۱	۱,۳۵	٪۱۸	–	٪۲۵	٪۱۱ جنب راهرو	–	۰,۸۸	−۱,۲۰	−۲,٤۰
۱۲		30SE ۱,۲۷	٤	۱,۶٤	٪۲۵	٪۱۰	٪۱۶	٪۱۱ جنب اتاق	–	۰,۵۰	−۰,۶	−۱,۸۰
۱۳		0S ۱,۳۸	٤	۰,۹۳	٪۲۹	٪٤	٪۱۵	٪۱۳ جنب اتاق	۲,۹۰ ۱٤,۷۰	۰,۵۳	−۱,۷۰	−۲,۵۰

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱٤		56SE ۱,۹۰	 ۱	۰,۷۳	٪۲٦	–	٪۱۷	٪۱۲ پشت تالار	–	۰,٤٤	-۰,۸	-۲,۳۷
۱۵		37SE ۱,۵۹	 ۵	۱,۸۱	٪۱٦	–	٪۱۷	٪۹ خارج از بنا	۲,۸۵ ۹,۰۰	۰,۵۰	-۰,۸	–
۱٦		45NW ۰,۹۵	 ۳	۰,۷٤	٪۳	٪۲۵	٪۲۲	٪۲ جنب اتاق	۲,۲۰ ۱۰,۰۰	۰,۵۰	-۰,۷	–
۱۷		61SE ۱,٦۸	 ۳	۱,۰۸	٪۲۲	٪٦	٪۲۵	٪٦ جنب راهرو	۳,۷۵ ۱۱,۸۵	۰,۵۰	-۰,۸	تابستان نشین -۲,٤۵
۱۸		25SE ۲,٤۹	 ٤	۰,۷۳	٪۱۷	٪۹	٪۲٤	٪۳ جنب راهرو	–	۰,۵۰	-۲,۰۰	-۲,۷۰
۱۹		35SE ۲,۳۲	 ۱	۰,۲٦	٪٤۸	–	٪۱۸	٪۵ جنب اتاق	–	۱,۰۰	-۱,۲۰	–
۲۰		30SE ۰,۸۰	 ۲	۰,۳۲	٪۲۰	٪۹	٪۱۵	٪٦ جنب راهرو	۱,٤۸ ۳,۰۰	۰,۵۰	-۲,۲۰	–
۲۱		21SE ۱,۷۲	 ٤	۰,٤۳	٪۳۱	٪۱۳	٪۱۵	٪٤ جنب اتاق	۱,۵۰ ۲,۲۷	۰,۳۱	-۰,۷	-۲,۲۰
۲۲		0S ۱,۲۳	 ۱	۰,۸۵	٪۳۵	–	٪۱٤	٪۲ جنب اتاق	۳,۷۰ ۱۹,٦۰	۰,۵۰	-۱,٦۵	-۱,۹۵
۲۳		20SE ۱,۳۲	 ۱	۰,٤۹	٪۲۳	٪۳	٪۲۱	٪۳ جنب راهرو	–	۰,۵۵	-۰,۸	آب انبار -۳,٦۰
۲٤		31SE ۱,۳٤	 ٦	۰,۸۷	٪۲۵	٪۳	٪۱۹	٪٤ پشت تالار	–	۰,٤٤	-۰,۸	-۲,۱۰
۲۵		24SE ۱,٦۰	 ۷	۰,۸۷	٪۲۱	٪۱۲	٪۱۷	٪۳ پشت تالار	–	۰,٤۳	-۰,۸	-۲,۸۰

Source: (Reserch findings,2022)

لازم به ذکر است که مطابق جدول بالا، در خانه‌های که دارای چند حیاط هستند، فشردگی فرم و نسبت طول به عرض در بناهای اصلی و صرفا زمستان‌نشین مجموعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین در تمام نمونه‌ها، درصد کاربری‌های موجود نیز به واسطه پراکندگی آنها در طبقات در مجموع پلان طبقه همکف و اول، در صورت وجود محاسبه شده‌اند در این محاسبه مساحت زیرزمین منظور نگردیده است زیرا که غالبا به عنوان انبار و در معدود مواردی به عنوان مطبخ مورد استفاده قرار می‌گرفت که در جدول ۲ مشخص شده است.

همچنان که اشاره گردید، حیاط مرکزی و تالار زمستان‌نشین به عنوان فضاهای اصلی عاملی در ایجاد میکرواقلیم هستند. همچنین ارسی تالارها نیز براساس ابعادش امکان نفوذ نور خورشید به عمق فضاها را در فصول سرد میسر می‌کنند. علاوه

بر این نسبت سطح بازشو به نمای اصلی از ساختمان هم یکی از عوامل مهم در ایجاد آسایش است از این رو مجموع موارد ذکر شده به عنوان معیار تاثیرگذار در جدول ۳ مورد بررسی قرار می‌گیرند.

جدول۳. مشخصات حیاط مرکزی، تالار زمستان‌نشین و درصد بازشوهای موجود در نماها

Table 3. Characteristics of the central courtyard, the winter hall and the percentage of openings in the facades

کد خانه‌ها	مشخصات حیاط مرکزی			مشخصات تالار زمستان‌نشین				درصد بازشو به سطح نما
	نسبت عمق به پهنای حیاط رو به جنوب	مساحت حیاط مرکزی	عمق حیاط از سمت جنوب	نسبت طول به عرض تالار	مساحت تالار	مساحت بازشو اصلی	نسبت طول به ارتفاع بازشو	نمای جنوبی
۱	۰,٦۹	۱۱۱	۹,۳۲	۱,۸۷	۲۱	٦,۱۵	۱,٤٦	٪۲٤
۲	۱,۰۹	٦۵	۸,۳۵	۱,۷۰	۲۷	۲٦,۰۷	۰,۵۹	٪۳۰
۳	۱,۰۷	۱٦۹,۸٦	۱۳,۱۹	۱,۳۸	۱۵,۷۷	٦	۰,۵۰	٪۱۵
٤	۱,۳۵	۱٤۵,۱۳	۱۱,۸٤	۱,۰۵	۲۹,٦۰	۱۳	۰,۸۱	٪۳۷
۵	۱,۳۰	۲۱۸,۰۲	۱٦,۸۳	۱,۷۰	۱۳,۱۰	۹,۵۵	۲,۳۵	٪۳۰
٦	۱,۳۵	۲٤۱,۸۵	۲۰,۲۵	۱,۳۰	۳۷,۷۰	۲۳,۲۰	۱,٤۵	٪۳۸
۷	۰,۹۲	۲٤۰,۷۳	۱۳,۸۰	۲,۵۲	۳۰,۸۷	۳۱,۸۰	۲,۰۷	٪٤۲
۸	۰,۸۹	۲۹۱,۲۰	۱٦,٤۷	۱,۳٦	۲۵,٤٤	۱٤,٤۰	۲,۳۳	٪۳۹
۹	۰,۷	۱۹۳	۱۱,۵۵	۱,۱۵	۳۸,۱۸	۱۰,۵	۲,۳۸	٪۲۱
۱۰	۱,۰۵	۲۷۹,۹۰	۱۹,۲۵	۱,٦۳	۳۱,۱۷	۲۲,۰۸	۲,۱۵	٪۳۷
۱۱	۰,۷۲	۲۳۸	۱۳,۱٤	۱,۹٤	۲۸,٦۵	۹,۲۰	۱,۷۳	٪۲۱
۱۲	۱,۱٦	۲٤۲,۹۰	۱٦,۱٦	۱,۲۲	۳۷,۹۸	۲۲,۰۵	۲,۲۲	٪۳۹
۱۳	۱,٤۰	۳٦۰,٦۸	۱٦,۷۰	۱,۱۷	٤٤,۹۰	۳٦,۱۹	۱,٦۳	٪۳۲
۱٤	۱,۱۰	٤۵۷,۲۷	۲۲,٦۰	۱,۱۰	۳٦,۷۷	۹,۳٦	۱,۳۸	٪۳۰
۱۵	۱,۰٤	۲۸٦,۲۳	۱۷,۲۷	۱,۹۳	۳۲,٦۳	۲۷,۸۸	۲,۲۸	٪۳۹
۱٦	۰,۷۲	۷۲+۳۰۸,۹۵	۷,۲۵	۲,٦۳	٤۰,۹۰	۲۹,۵۰	۲,۷۹	٪۷
۱۷	۱,۰۱	٤٦٦,۸۵	۲۱,٤۰	۲,۵۰	۵۳,٦۵	۱٦,۸۰	۲,۹۱	٪۲۷
۱۸	۰,٦۰	۵٦۸,۳۰	۱۳,۵۸	۱,٦۱	۲۸,۵۵	۷,۹۲	۱,٦۳	٪۱٤
۱۹	۱,۳۷	٦۳۹	۳۰,۰۰	۱,۰۰	٤۱,۷۸	۱٦,۱۲	۲,۱۲	٪۲۸
۲۰	۱,۰۵	۹۱۹,۵۲	۲۱,٦٦	۱,۷٤	۳۵	۱۲	۱,۷۳	٪۲٤
۲۱	۱,۳۱	٦۱۲,۰۷	۲۰,۳	۱,٤۸	۱۲۱	۳۵,۵۷	۱,۸۹	٪۲۸
۲۲	۱,۰۱	۱۰۱۳,۱٤	۳۲,۳۷	۱,۲۹	۷٤,۸٤	۳۹	۲,۵٦	٪۳۱
۲۳	۱,۳۵	۱۰٤٦,۰٦	۳۷,٦۰	۱,۳۰	۸۲,۳۷	۳۲,۷٦	۲,۲۵	٪۳۳
۲٤	۱,٦۵	۱۰۳۵,۰۸	۲٤,۸۰	۱,۸٤	۱۳۱,۱۵	۳۷,٦۲	۱,۸٤	٪۲۵
۲۵	۱,۱٤	۱۰۵۳,۲۲	۱۸,٤۰	۱,۱۸	۷۳,۳٦	٤۱,٤۵	۱,٤۷	٪۲۷

Source: (Reserch findings,2022)

از آنجا که غالب خانه‌های تاریخی اردبیل بر پایه سیستم دیوار حمال ساخته شده‌اند. از این رو جداره‌ها عمدتا از ضخامت زیادی برخوردارند. که علاوه بر ایستایی بنا در تأمین آسایش حرارتی، فضاهای داخلی نیز موثراند. این پوسته‌ها که نقش مهمی در عملکرد حرارتی خانه‌ها دارند. شامل پوسته نما، جداره‌های پیرامونی و سقف بناست. که در بررسی نمونه‌های مطالعاتی متوسط ضخامت این جداره‌ها در جدول ٤ مشخص شده است. همچنین میزان انتقال حرارتی با نسبت سطوح خارجی به زیربنا و میزان اتلاف گرما با نسبت سطح به محیط در این جدول محاسبه شده است.

جدول٤. متوسط ضخامت جداره‌ها، جرم حرارتی و راندمان انرژی در خانه‌های تاریخی اردبیل

Table 4. Average thickness of walls, thermal mass and energy efficiency in historical houses in Ardabil

کد خانه	متوسط ضخامت جداره‌ها			انتقال حرارتی	نسبت اتلاف گرما	کد خانه	متوسط ضخامت جداره‌ها			انتقال حرارتی	نسبت اتلاف گرما
	نما	جداره بیرونی	سقف				نما	جداره بیرونی	سقف		
۱	۰,۵۰	۰,۷۵	۰,٤٥	۲,۲۸	۲,۳۰	١٤	۰,۷	۰,۸	۰,٤۰	۱,۲۳	۳,۹۰
۲	۰,٦٥	۰,۸	۰,۸	۱,۹٥	۲,۲۸	١٥	۰,٥٥	۰,۷	۰,٤۰	۱,٦٤	۳,۱۲
۳	۰,۷	۰,٦٥	۰,۳٥	۱,٥٤	۲,۷۱	١٦	۰,٦	۰,۷	۰,۳٥	۱,٥٦	۲,۷۱
٤	۰,۷	۰,۸٥	۰,۹٥	۱,٤۲	۲,٦۹	١۷	۰,۷۰	۰,۸٥	۰,٥٥	۱,۹۹	۳,٦۳
٥	۰,٥	۰,٥٥	۰,٥	۱,۳٤	۲,٤۸	١۸	۰,۷	۰,۹	۰,٦	۲,۸۱	۳,٥۸
٦	۰,٦	۰,۸٥	۰,۸٥	۱,۷۷	۲,۹۹	۱۹	۰,۷۰	۰,۷٥	۰,٥٥	۲,۱۸	۳,۲۰
۷	۰,۷	۰,٥	۰,۳٥	۲,۱۹	۲,٦۰	۲۰	۰,٦	۰,٦	۰,٤	۱,۲٥	۳,۷٤
۸	۰,٥۰	۰,۷	۰,۳	۱,۰٦	۲,۸۷	۲۱	۰,۷۰	۰,۸٥	۰,٤٥	۱,۱۲	۳,٦٦
۹	۰,٤	۰,۸	۰,۳٥	۱,۸۹	۲,۹۳	۲۲	۰,۷٥	۰,۹	۰,۳٥	۱,۳۰	٤,۰۰
۱۰	۰,۷۰	۰,۸٥	۰,۸	۱,۳٥	۲,۳۹	۲۳	۰,٦	۰,۸	۰,۹۰	۱,٤۱	٤,۹٤
۱۱	۰,۷٥	۰,۷٥	۰,٦	۲,۰۲	٤,٤۰	۲٤	۰,٥٥	۰,۷۲	۰,٥	۱,٥۷	۳,۱۷
۱۲	۰,٥	۰,۷	۰,۹٥	۱,٦۱	۲,۲۲	۲٥	۰,٦٥	۰,۸	۰,٥٥	۱,۱۰	۳,۸۰
۱۳	۰,٤٥	۰,۸	۰,۸	۱,۷٤	۲,۸۷						

Source: (Reserch findings,2022)

با توجه به مجموع معیارهای کالبدی تاثیرگذار بر شرایط اقلیمی که در جداول بالا ذکر شدند در ادامه مطابق جدول ٦ به تفکیک و درجه بندی شاخص‌های آنها با ارزش‌گذاری یکسان پرداخته می‌شود. بدین ترتیب در ابتدا بهینه‌ترین جهت استقرار ساختمان و کشیدگی بنا در اقلیم سرد، با توجه به اولویت‌های ذکر شده، مطابق جدول٦-ردیف ۱ و ۲ درجه‌بندی و تفکیک می‌گردد. همچنین نحوه استقرار و اولویت‌بندی بنا در جهت دریافت حداکثر نور خورشید در اقلیم سرد که مطابق شکل ۲ است در جدول٦-ردیف ۳ مشخص می‌شوند. در ادامه نسبت سطح توده به فضا نیز با توجه به اولویت قرارگیری بنا از همجواری مقابل، مطابق جدول ٦-ردیف ٤ تفکیک می‌گردند. همانطور که ذکر گردید، از دیگر موارد تاثیرگذار در جذب حداکثری تابش خورشید به فضاهای داخلی در اقلیم سرد نسبت طول به عرض حیاط مرکزی است که مطابق جدول٦-ردیف ٥ مشخص می‌گردد. در خصوص جای‌گیری و سازماندهی فضاها، نیز محل قرارگیری مطبخ و نسبت فضا به زیربنای راهرو و تالار زمستان‌نشین با اولویت اختصاص یافته اقلیمی در آن مطابق جدول ٦-ردیف ٦ و ۷ تفکیک می‌شوند.

با توجه به اینکه ایوان‌های کم عمق در اروسی‌های ضلع شمالی خانه‌های تاریخی اردبیل به آن کارکرد فصلی می‌دهد. براین اساس محاسبه عمق سایبان با رابطه (۱) و در نظر گرفتن جهت استقرار بناها، زاویه تابش و جهت خورشید انجام می‌گیرد (Kasmaei,2014,53) تا مشخص شود که حداکثر ایوان‌های با مشخصات جدول ٥ می‌توانند در تابستان در مقابل ارسی قرار گیرند از این رو ایوان‌های عمیق نمی‌توانند کارکرد مناسبی در فصول گرم داشته باشند از طرفی هم مانعی برای تابش خورشید زمستانی می‌باشند. بر همین اساس شاخص‌های عمق ایوان مطابق جدول ٦-ردیف ۸ تشریح می‌گردند.

رابطه (۱)

$$D = \frac{h\ \mathrm{Cos}(Z + N)}{\mathrm{Tan}\ \beta}$$

جدول۵. محاسبه عمق سایبان در خانه‌های تاریخی اردبیل

Table 5. Calculation of canopy depth in historical houses of Ardabil

عمق سایبان D	جهت تابش Z	زاویه تابش β	درجه استقرار ساختمان N
0.17	180	80	S
0.33	110	60	15 SE
0.44	110	60	30SE
0.63	90	48	45SE

Source:(Reserch findings,2022)

توده‌گذاری در بناها نیز متناسب با اقلیم سرد بر فشردگی فرم تاکید دارد. از این رو در جدول٦- ردیف۹ تفکیک می‌شوند. همچنین مطابق شکل ۸ اختلاف ارتفاع حیاط مرکزی با سرداب و معبر در جدول ٦- ردیف۱۰ در سه بازه ذکر شده درجه‌بندی می‌شوند. تناسبات پهنا به عمق تالار، بازشو آن و نسبت مساحت بازشو به تالار مطابق وضعیت شرح داده شده در اقلیم سرد به ترتیب در جدول٦ ردیف‌های ۱۳،۱۲،۱۱تفکیک می‌گردند.

در این اقلیم، با توجه به اهمیت نمای جنوبی، نسبت سطح بازشو به سطح نمای جنوبی مطابق جدول٦-ردیف ١٤ درجه‌بندی می‌شوند. در خصوص ضخامت جداره‌ها نیز با درجه‌بندی مشخص در سقف، دیوارهای پیرامون و نما مطابق جدول٦-ردیف ۱۵ تفکیک می‌شوند تا ضخامت‌های بیشتر نشان دهنده ظرفیت حرارتی بالاتری باشند. همچنین مقدار اتلاف گرمای حاصل از نسبت مساحت به محیط نیز با افزایش مساحت، فرم کارایی حرارتی بیشتری میابند. بنابراین در پژوهش حاضر، این نسبت در نمونه‌های مطالعاتی از اعداد کوچک به بزرگ مطابق جدول ٦-ردیف١٦درجه‌بندی شده‌اند. برای کاهش انتقال حرارتی در ساختمان فرم باید به سمتی برود که زیربنا بیشتر از سطح پوسته‌های خارجی باشد تا انتقال حرارت نیز کاهش یابد. از این رو هر چه نسبت‌های ذکر شده کوچک‌تر باشد. انتقال حرارت کمتر می‌باشد که مطابق جدول٦-ردیف ۱۷تفکیک می‌گردد.

جدول٦. ویژگی‌های هر معیار و شاخص‌ها و درجه‌بندی آنها

Table 6. The characteristics of each criterion and their indicators and ratings

معیارهای مورد مطالعه	شاخص‌ها	درجه بندی	معیارهای مورد مطالعه	شاخص‌ها	درجه-بندی
۱- جهت‌گیری	۱-۱- 0S-12SE	٤	۱۰- اختلاف ارتفاع	۹-۱- ۰,۰۰-۰,۵۰	۰
	۱-۲- 45SE-20SW	۳	۱۰-۱- حیاط با معبر	۹-۲- ۰,۵۰-۲,۰۰	۲
	۱-۳- 45SE-E (خارج از بازه مشخص)	۲	۱۰-۲- حیاط با سرداب	۹-۳- ۲,۰۰-٤,۰۰	٤
	۱-٤- 20SW-W (خارج از بازه مشخص)	۱			
	۱-۵- E-NE-N-NW-W (بقیه موارد)	۰			
۲- کشیدگی بنا	۲-۱- ۱:۱,۳۰	٤	۱۱- تناسبات پهنا به عمق تالار زمستان‌نشین	۱۱-۲- پهنای تالار زمستان‌نشین دو برابر عمق آن (۲<)	٤
	۲-۲- بقیه موارد	۰			۳
				۱۱-۲- پهنای تالار زمستان‌نشین بیشتر از عمق آن (۱<)	۲
					۱
				۱۱-۲- پهنای تالار زمستان‌نشین تقریبا برابر با عمق (۱=)	
				۱۱-۱- پهنای تالار زمستان‌نشین کمتر از عمق آن (۱>)	

۳- نوع استقرار بنا (گونه)	۳-۱- گونه ۱ و ۲ ۳-۲- گونه ۳ و ٤ ۳-۳- گونه ٥ ۳-٤-گونه ٦ و ۷	٤ ۳ ۲ ۱	۱۲- تناسبات پهنا به ارتفاع بازشوی تالار زمستان‌نشین	۱۲-۱- ارتفاع پنجره نزدیک به پهنای آن (=۱) ۱۲-۳- ارتفاع پنجره بیش از نصف پهنای آن (۲> ٬ ۱>) ۱۲-۲- ارتفاع پنجره نصف پهنای آن (۲>) ۱۲-۲- ارتفاع پنجره بزرگتر از پهنای آن (۱>)	٤ ۳ ۲ ۱
٤- نسبت توده به فضا (الگوبندی پلان)	٤-۱- فضا بیشتر از توده (<۱) ٤-۲- فضا تقریبا برابر با توده (=۱) ٤-۲- توده بیشتر از فضا (<۱) ٤-٤- توده بیشتر از فضا (<۲)	٤ ۳ ۲ ۱	۱۳- نسبت سطح بازشو به سطح تالار (خیرگی نور)	۱۳-۳- نسبت سطح بازشو به تالار کمتر از ۵۰٪ ۱۳-۲- نسبت سطح بازشو به تالار بیشتر از ۵۰٪ با ایوان ۱۳-۲- نسبت سطح بازشو به تالار نزدیک به ۵۰٪ ۱۳-۱- نسبت سطح بازشو یه تالار بیشتر از ۵۰٪ فاقد ایوان	٤ ۳ ۲ ۱
٥- نسبت عمق به پهنای حیاط مرکزی	٥-۱-عمق حیاط تقریبا برابر با پهنا (=۱) ٥-۲- عمق حیاط بیشتر از پهنا (<۱/٥) ٥-۳-عمق حیاط بیشتر از پهنا (<۱) ٥-٤- پهنای حیاط بیشتر از عمق آن (<۱) ٥-٥- پهنای حیاط بیشتر از عمق آن (<۰/٥)	٤ ۳ ۲ ۱ ۰	۱٤- نسبت سطح بازشو به سطح نمای جنوبی در انواع گونه‌های ساختمانی	- سطح بازشو به نمای جنوبی کمتر از ٤۰٪ و بیشتر از ۳۰٪ - سطح بازشو به نمای جنوبی کمتر از ۳۰٪ و بیشتر از ۲۰٪ - سطح بازشو به نمای جنوبی کمتر از ۲۰٪ و بیشتر از ۱۰٪ - سطح بازشو به نمای جنوبی کمتر از ۱۰٪	٤ ۳ ۲ ۱
٦- جای‌گیری مطبخ	٥-۱- پشت تالار ٥-۲- جنب اتاق ٥-۳- جنب راهرو ٥-۳- زیرزمین ٥-٤- خارج از بنا	٤ ۳ ۲ ۱ ۰	۱٥- ضخامت جداره‌ها ۱٥-۱- ضخامت سقف ۱٥-۲- ضخامت دیوارها ۱٥-۳- ضخامت نمای اصلی	۱٥- ٤- ضخامت جداره بین ۰,۸-۱ ۱٥-۳- ضخامت جداره بین ۰,٦-۰,۸ ۱٥-۲- ضخامت جداره بین ۰,٤-۰,٦ ۱٥-۱- ضخامت جداره بین ۰,۲-۰,٤	٤ ۳ ۲ ۱
۷- درصد اختصاص داده شده فضاها به زیربنا	٦-۱- راهرو کمتر از ۲۰٪ با زمستان‌نشین بیشتر از ۳۰٪ ٦-۲- راهرو کمتر از ۳۰٪ با زمستان‌نشین بیشتر از ۱۰٪ ٦-۳- راهرو کمتر از ۲۰٪ با زمستان‌نشین بیشتر از ۱۰٪ ٦-٤- راهرو کمتر از ۳۰٪ با زمستان‌نشین بیشتر از ۱۰٪ ٥-٦- بقیه موارد	٤ ۳ ۲ ۱ ۰	۱٦- نسبت سطح به محیط (نسبت اتلاف گرما)	۱٦-۱- نسبت مساحت به محیط کمتر از ٥ ۱٦-۲- نسبت مساحت به محیط کمتر از ٤ ۱٦-۱- نسبت مساحت به محیط کمتر از ۳ ۱٦-٤- نسبت مساحت به محیط کمتر از ۲	٤ ۳ ۲ ۱
۸- ایوان	۷-۱- ایوان‌دار کم عمق - فاقد ایوان - ایوان در سایر قسمتها ۷-۲- ایوان‌دار عمیق	٤ ۳ ۲ ۱	۱۷- نسبت سطح پوسته‌های خارجی به زیربنا (نسبت جرم حرارتی)	۱۷-۱- نسبت سطح پوسته‌های خارجی به زیربنا کمتر از ۱ ۱۷-۲- نسبت سطح پوسته‌های خارجی به زیربنا کمتر از ۲ ۱۷-۳- نسبت سطح پوسته‌های خارجی به زیربنا کمتر از ۳ ۱۷-۳- نسبت سطح پوسته‌های خارجی به زیربنا کمتر از ٤	٤ ۳ ۲ ۱
۹- توده‌گذاری (فشردگی فرم)	۸-۱- ۰,۳-۰,٥ ۸-۲- ۰,٥-۰,۷ ۸-۳- ۰,۷-۰,۹ ۸-٤- بیش از ۰,۹	٤ ۳ ۲ ۱			

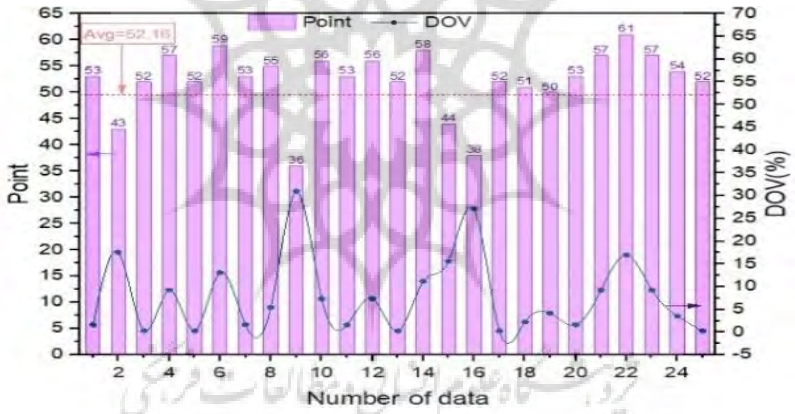
Source:(Reserch findings,2022)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

از آنجا که سنجش معیارهای کالبدی منطبق بر اقلیم نشان دهنده میزان سازگاری معماری گذشته با محیط طبیعی است. مطابق شکل ۹ مجموع امتیاز هر خانه براساس جدول٦ میزان پیروی از شاخص‌های منطبق بر عملکرد اقلیمی را مشخص می‌کند. همچنین مطابق این شکل عدد ۵۲,۱٦ میانگین مجموع امتیازات بدست آمده است که درصد تغییرات و درصد انحراف از مقدار میانگین و توزیع آن بوسیله رابطه (۲) در شکل ۹ مشخص شده است. اعداد سمت چپ نمودار، مجموع امتیازات و اعداد سمت راست، درصد انحراف از مقدار میانگین را نشان می‌دهند. براین اساس هر چه امتیاز هر خانه به مقدار میانگین نزدیک باشد. درصد انحراف از آن کمتر می‌گردد و یا هر چه امتیاز از مقدار میانگین دورتر باشد. در صد انحراف از مقدار میانگین نیز بیشتر می‌شود. برای مثال در خانه شماره ۱۷ که مجموع امتیازات آن به ۵۲ می‌رسد درصد انحراف از مقدار میانگین نزدیک یک درصد است. بنابراین شکل زیر نشان می‌دهد که داده‌ها اغلب نزدیک به مقدار میانگین هستند با این وجود مجموع امتیازات یکسری از خانه‌ها نیز از مقدار میانگین فاصله دارند.

رابطه (۲)

$$DOV = \frac{|a_i - \bar{x}|}{\bar{x}} x100$$



شکل ۹. مجموع امتیازات براساس معیارهای منطبق بر عملکرد اقلیمی و درصد انحراف از مقدار میانگین در خانه‌های تاریخی اردبیل

Source: (Reserch findings,2022)

Fig 9. Total points based on the criteria according to the climatic performance and the percentage deviation from the average value in the historical houses of Ardabil

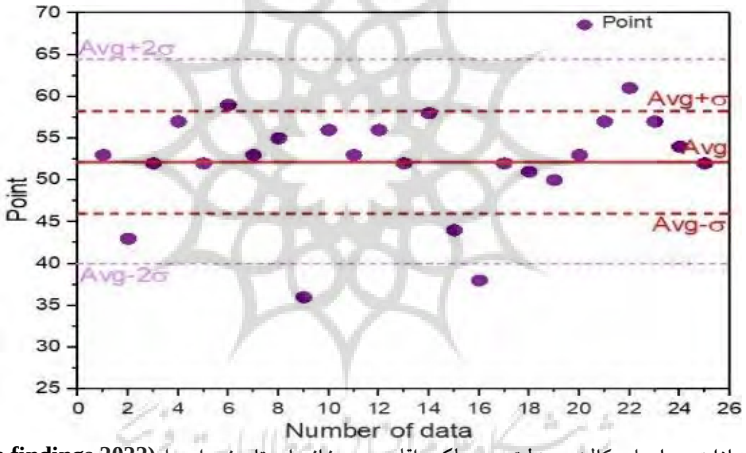
برای پی بردن به ارتباط کلی بین داده‌ها لازم است که نحوه توزیع و تابع ریاضی آنها مشخص شود تا تحلیل صحیحی از ماهیت داده‌ها صورت گیرد. از آنجا که مطابق نمودار بالا مقادیر حاصل از توزیع داده‌ها پیرامون یک مقدار ثابت است از این رو با استفاده از توزیع آماری با نام «توزیع طبیعی» و مشخص نمودن انحراف معیار (σ) که مفیدترین شاخص سنجش پراکندگی است، می‌توان میزان دوری یا نزدیکی داده‌ها از مقدار میانگین را مشخص نمود. بر این اساس هر قدر

این شاخص بزرگتر باشد داده‌ها پراکنده‌تر و هر اندازه این شاخص کوچکتر باشد داده‌ها متمرکزترند. مقدار این انحراف معیار با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود. (Nasiri,2005)

رابطه (۳)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

بنابراین با توجه به مقدار میانگین حاصل از شکل ۹ و در نظر گرفتن این مقدار با به اضافه و منهای انحراف معیار و دو برابر آن، حاصل از رابطه (۳) در شکل ۱۰مشخص می‌گردد که در حدود ۹۵٪ داده‌ها در بازه $avg - 2\sigma$ و $avg + 2\sigma$ و در حدود بیش از ۷۰٪ داده‌ها در بازه $avg - \sigma$ و $avg + \sigma$ قرار دارند، بنابراین توزیع داده‌های موجود مبتنی بر توزیع نرمال است. به طوری که با اعمال این میانگین مشخص گردید که غالب داده‌ها میل به جمع شدن در اطراف میانگین امتیازات را داشته‌اند. این روش که مطابق با قانون مفروضات طبیعی است، برآیند نوسان‌های مختلفِ تعداد زیادی از متغیرهای ناشناخته، در طبیعت نیز از آن پیروی می‌کند.



شکل ۱۰. پراکندگی امتیازات معیارهای کالبدی منطبق بر عملکرد اقلیمی در خانه‌های تاریخی اردبیل(Source: (Reserch findings,2022

Fig 10. Distribution of scores of physical criteria according to climatic performance in historical houses of Ardabil

مطابق شکل۱۰ داده‌ها در محدوده مشخص شده توزیع نرمال قرار دارند و از آن پیروی می‌کنند. به نحوی که حداکثر ۹۵٪ و حداقل ۷۰٪ از داده‌های مورد مطالعه دارای معیارهای بسیار نزدیک به هم هستند. که نشان دهنده پیروی اغلب نمونه‌های مطالعاتی از معیارهای مشخص کالبدی منطبق بر اقلیم دارد.

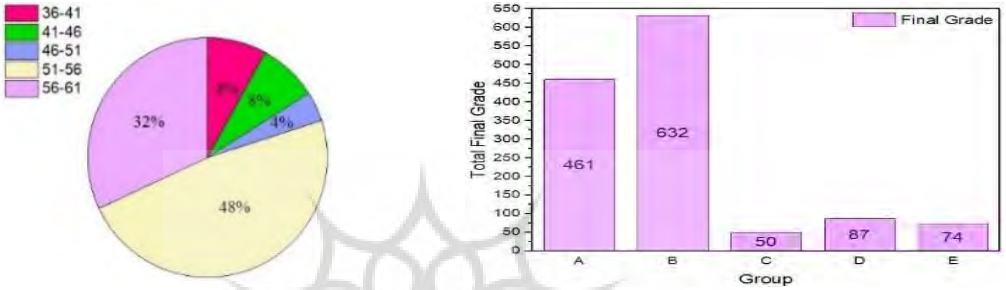
در ادامه برای دسته‌بندی این داده‌ها، در ابتدا براساس نظمی منطقی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند تا به صورت معنی‌دار قابل تفسیر گردند. بنابراین طبقه‌بندی آنها مستلزم محاسبه مرحله به مرحله تعداد و طول دسته‌های هر واحد با استفاده از فرمول‌های مشخص است. از این رو برای بدست آوردن تعداد و طول دسته‌ها از فرمول زیر که به قانون استرژنیر معروف است، استفاده می‌شود (Nasiri,2005)

رابطه (٤)

K=1+ (3.3 logn)

تعداد طبقات=K ,تعداد اعداد =N, لگاریتم بر مبنای ۱۰ = Log

به این ترتیب، برای دستیابی به الگوهای منطبق بر عملکرد اقلیمی براساس بیشترین و کمترین امتیازات موجود مطابق با شکل ۹ که در آن امتیازات هر نمونه مطالعاتی مشخص شده است. و براساس رابطه (٤) تعداد ۵ دسته با طول ۵ بدست می‌آید. که مجموع امتیازات هر دسته و درصد فراوانی آن به ازای تعداد خانه در هر دسته نسبت به کل خانه‌ها در شکل ۱۱ مشخص می‌گردد. بنابراین دسته اول با این که از بیشترین امتیازات برخوردارند ولی در فراوانی غالب قرار نگرفته‌اند و فراوانی غالب متعلق به دسته دوم نمونه‌های مطالعاتی با ٤٨٪ است.



شکل۱۱. درصد فراوانی و مجموع امتیازات هر دسته (Reserch findings,2022) :Source

Fig 11. The percentage of frequency and the total points of each category

بر این اساس خانه‌های مشخص شده در پنج دسته غالبا فراوانی معیارهایشان مطابق جدول ۷ هستند. با این وجود بیشترین امتیازات کسب شده توسط نمونه‌ها در جدول ۸ تشریح گردیده است که نشان از اولویت و تاثیرگذاری بیشتر برخی معیارها و شاخص‌های آن دارد.

جدول۷. بیشترین فراوانی هر دسته در معیارهای مورد مطالعه

Table 7. The highest frequency of each category in the studied criteria

خلاصه معیارها	جهت‌گیری	کشیدگی	فشردگی فرم	توده/فضا	عمق/ پهنا حیاط	محل مطبخ	درصد فضاها به زیربنا	ایوان	گونه
دسته۱	45SE-20SW	1:1.30	۰,۳–۰,۵	فضا<۱	عمق<۱	پشت تالار	راهرو<۲۰– تالار<۳۰	فاقد ایوان	
دسته۲	45SE-20SW	بقیه موارد	۰,۳–۰,۵	فضا<۱	پهنا<۱ – برابر=۱	پشت تالار	راهرو<۲۰– تالار<۱۰	فاقد ایوان	
دسته۳	45SE-20SW	بقیه موارد	بیش از ۰,۹	فضا<۱	عمق<۱	جنب اتاق	راهرو<۲۰– تالار<۳۰	فاقد ایوان	
دسته٤	45SE-20SW	بقیه موارد	۰,۳–۰,۷	توده<۲	برابر=۱	خارج بنا	راهرو<۲۰– تالار<۱۰	ایوان عمیق یا فاقد آن	
دسته۵	20SW-W و NE	بقیه موارد	۰,۳–۰,۹	فضا<۱– توده<۱	پهنا<۱	خارج بنا	بقیه موارد	ایوان عمیق	
خلاصه معیارها	**اتلاف گرما**	**سطح بازشو/ تالار**	**سطح بازشو/ سطح نما**	**پهنا/ ارتفاع بازشوی اصلی**	**پهنا/ عمق تالار**	**ضخامت دیوار و سقف**	**اختلاف حیاط با معبر و سرداب**	**نسبت جرم حرارتی**	**ضخامت نما**
دسته۱	۳>	کمتر از ۵۰٪	مابین ۳۰–۴۰٪	مربع و مستطیل افقی	پهنا<۱	۰,۸–۱ ۰,۸–۱	۰,۵–۲ و ۰,۵– ۲	۲>	۰,۶–۰,۸
دسته۲	۳>	کمتر از ۵۰٪	مابین ۲۰–۳۰٪	نزدیک به مربع	پهنا<۱	۰,۶–۰,۴ ۰,۶–۰,۸	۰,۵–۲ و ۰,۵– ۲	۲>	۰,۶–۰,۴
دسته۳	٤>	کمتر از ۵۰٪	مابین ۲۰–۳۰٪	مستطیل افقی	برابر=۱	۰,۶–۰,۸ ۰,۴–۰,۶	۰,۵–۲ و ۰	۳>	۰,۶–۰,۸
دسته٤	٤>	بیش از ۵۰٪	مابین ۳۰–۴۰٪	مستطیل افقی عمودی	پهنا<۱	۰,۶–۰,۸ ۰,۲–۰,۸	۰,۵–۲ و ۰–۲	۲>	۰,۴–۰,۸

دسته۵	<۳	ایوان بیش از ٪۵۰	مابین۱۰-۳۰٪	مستطیل افقی	پهنا>۲	۰,۸-۰,۶- ۰,۴-۰,۲	۲-۰,۵ و ۲-۰	<۲	۰,۶-۰,۲

Source: (Reserch findings,2022)

مطابق جدول۷ از معیارها، تنها برخی در میان دسته‌های مشخص شده دارای شاخص‌های پرتکرارند. به این ترتیب که غالب خانه‌ها از۲۰ درجه جنوب غربی به٤٠ درجه جنوب شرقی جهت‌گیری شده‌اند. و مقدار فضا به صورت حیاط مرکزی بیشتر از توده بنا می‌باشد همچنین غالب بناها فاقد ایوان و گونه استقرارشان به صورت تک جبهه برخوردار از تابش خورشید هستند. در فرم کلی نیز از نسبت سطح به محیط کمتر از ۳ برخوردارند که شرایط متوسطی در مقابل اتلاف گرما ایجاد می‌کنند. علاوه بر این نسبت دیوارهای خارجی به زیربنا هم که کمتر از ۲ است شرایط مطلوبی را از لحاظ کاهش انتقال حرارتی دارند. در خصوص اختلاف حیاط با معبر بیرونی نیز کمترین مقدار به ۰,۵متر می‌رسد.

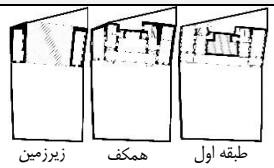
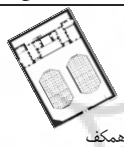
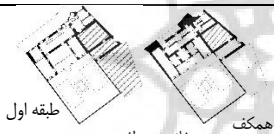
در فضاهای داخلی و جزئیات آن نیز می‌توان در ابتدا به غلبه پهنای تالار زمستان‌نشین بر عمق آن برای بهرمندی از حداکثر تابش دریافتی نور جنوبی اشاره کرد همچنین پنجره این تالار نیز غالبا با ارتفاع بیش از نصف پهنا از وضعیت مطلوبی در دریافت تابش خورشید برخوردارند، در خصوص سطح بازشو به تالار نیز با کمتر از ۵۰٪ مانع ایجاد خیرگی در فضای تالار می‌گردند. در فضاهای داخلی هم به طور متوسط استفاده از ضخامت ۰,۸ تا ۰,٦ در جدارها سبب افزایش ظرفیت حرارتی می‌گردد.

بعد از ذکر میزان فراوانی معیارهای هر دسته مهمترین معیارهای کالبدی منطبق با عملکرد اقلیمی آنها که از بیشترین امتیاز و تاثیرگذاری برخوردارند، در جدول۸ ذکر شده‌اند. علاوه بر این از کدبندی‌ها براساس زیربنای خانه‌ها مشخص است که میزان متراژ خانه تاثیری بر عملکرد اقلیمی آن ندارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول۸ دسته‌بندی خانه‌ها براساس بیشترین امتیازات حاصل از شاخص‌های مورد مطالعه

Table 8. Classification of houses based on the highest scores obtained from the studied indicators

دسته‌بندی	شرح بیشترین امتیازات شاخص‌ها در نمونه‌های موردی هر دسته (بیش از ۵۰٪)	کد خانه‌ها	نمونه پلان و تصاویر معرف هر دسته	
			پلان	تصاویر (نمای اصلی)
دسته اول	– اولویت استقرار بنا جهت بهره‌مندی از تابش – فضا بیشتر از توده جهت بهره‌مندی از تابش و نفوذ حداکثر نور به عمق فضاها – فرم فشرده – ظرفیت حرارتی بالا (ضخامت جدار پیرامون و سقف) – کشیدگی بنا مطابق اقلیم سرد	٤-٦-١٠ ١٢-١٤ ٢١- ٢٢-٢٣	 خانه جعفر اسلامی	 نمای اصلی خانه جعفر اسلامی
دسته دوم	– فرم فشرده – تناسب سطح بازشو به سطح تالار براساس نور تابیده – سازمان‌دهی مناسب فضاهای داخلی (مطبخ) – فضا بیشتر از توده جهت بهره‌مندی از تابش	١-٣-٥-٧- ٨-١١-١٣- ١٧-١٨- ٢٠-٢٤-٢٥	 خانه صمدی	 نمای اصلی خانه صمدی
دسته سوم	– تناسب سطح بازشو به سطح تالار براساس نور تابیده – سازمان‌دهی مناسب فضاهای داخلی (تمام فضاها) – اولویت استقرار بنا جهت بهره‌مندی از تابش – فضا بیشتر از توده جهت بهره‌مندی از تابش	١٩	 خانه آصف	 نمای اصلی خانه آصف
دسته چهارم	– تناسب عمق به پهنای حیاط برای امکان نفوذ حداکثر نور به عمق فضاها – تناسب بازشو به نمای جنوبی برای دریافت حداکثر تابش – فرم فشرده	٢-١٥	 خانه مصطفوی	 نمای اصلی خانه مصطفوی
دسته پنجم	– فضا بیشتر از توده جهت بهره‌مندی از تابش و نفوذ حداکثر نور به عمق فضاها – تناسب پهنا به عمق تالار برای جذب حداکثری تابش از نمای جنوبی – تناسب سطح بازشو به سطح تالار براساس نور تابیده	٩-١٦		

Source:(Reserch findings,2022)

مطابق جدول ۸ همانطور که مشخص می‌گردد، توجه به ملاحضاتی در فرم بیرونی نظیر: استقرار بنا در جهت بهره‌مندی از تابش خورشید و کشیدگی آن مطابق با اقلیم سرد، استفاده از فرم فشرده و غلبه فضا بر توده ساختمانی به نحوی که تناسب عمق به پهنای حیاط امکان نفوذ حداکثر تابش خورشید را به عمق فضاها میسر کند، مشاهده می‌شود. همچنین در فضاهای داخلی نیز استفاده از مصالح با ضخامت زیاد در جدارها و استفاده از سقف‌های دو پوسته سبب ایجاد تاخیر زمانی و ظرفیت حرارتی بالا می‌گردد، که تاثیر مستقیمی بر دامنه نوسانات دمای داخلی دارد. علاوه بر این سازمان‌دهی و جای‌گذاری مناسب فضاهای داخلی قابل مشاهده است (نظیر: استفاده از مطبخ به عنوان کانون گرما در پشت اتاق‌ها و تالار زمستان‌نشین، سیرکولاسیون –راهرو– به عنوان فیلتر مقابله با سرمای نفوذی از فضای بیرونی و قرارگیری تالار زمستان‌نشین به عنوان کانون فعالیتهای جمعی در مرکزیت فضا برای استفاده حداکثری از نور خورشید و همجوار با فضای فیلتر و...) از موارد مهم دیگر در فضاهای داخلی می‌توان به جزئیات طراحی مناسب برای فصول سرد سال برای استفاده از نور و گرمای خورشید اشاره نمود. به طوری که سطح بازشو تالار زمستان‌نشین هم متناسب با سطح تالار و هم سطح نمای جنوبی است

از طرفی تالار هم دارای تناسبات پهنا به عمق مناسب برای دریافت حداکثری تابش از نمای جنوبی است. زیرا که دیوار جنوبی در اردبیل در زمستان بیشتر از تابستان در معرض تابش آفتاب قرار می‌گیرد؛ بنابراین از اهمیت بالایی برخوردار است و شاه‌نشین در مرکزیت آن با سطح بازشو متناسب امکان نفوذ تابش خورشید را به عمق بیشتر فضا برای ایجاد اثر گلخانه‌ای میسر می‌نماید تا به وسیله سیستم غیرفعال خورشیدی به ایجاد فضای گرم زمستانی منجر شود و گرما از طریق رسانش و یا همرفت به فضاهای مجاور نیز انتقال یابد.

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی و پژوهشی

این مقاله با هدف ارزیابی و گونه‌بندی معیارهای کالبدی برگرفته از عملکرد اقلیمی در معماری خانه‌های تاریخی مناطق سرد انجام گرفته است تا با روشی سیستماتیک عناصر فراوان و حائز اهمیت در معماری این مناطق را که تاثیرپذیر از اقلیم سرد است، برای شناسایی، حفظ و انتقال تجارب به معماری معاصر مورد توجه قرار گیرند. از آنجا که در این بررسی صرفا نمی‌توان به مشخصات پلان اکتفا نمود. مشخصات کلی نمای اصلی نیز جهت ارزیابی بکار گرفته شده است. بنابراین براساس معیارهای کلی حجم بیرونی (نظیر: جهت‌گیری، کشیدگی و نوع استقرار بنا، الگوبندی پلان براساس توده و فضای سطح اشغال، تناسبات حیاط مرکزی و از فرم بنا توده‌گذاری، نسبت اتلاف گرما و جرم حرارتی) و اجزای کالبدی فضای داخلی (نظیر: ضخامت جدارها، نحوه سازماندهی و محل جای‌گذاری فضاهای داخلی، درصد اختصاص یافته به هر فضا و تناسبات فضای تالار در چیدمان داخلی) مورد مطالعه قرار گرفتند. علاوه بر این به جزئیات موجود در اقلیم سرد برای بهره‌وری بیشتر از سیستم‌های غیرفعال خورشیدی نظیر: تناسبات بازشوی تالار و نسبت آن با سطح تالار و نمای جنوبی نیز اختصاصا پرداخته شده است.

نتایج گونه‌بندی براساس این معیاها و شاخص‌های ذکر شده از آنها مطابق جداول ۷ و ۸ به این شرح است که در دسته اول با اینکه از فراوانی غالبی برخوردار نیستند. دارای مشخصاتی با حداکثر امتیاز و تاثیرگذار از فرم کلی نظیر: استقرار تک جبهه‌ای در ضلع شمالی برای دریافت حداکثر نور تابیده بر نمای جنوبی و بهره‌مندی از این تابش‌اند. در این فرمها با غلبه فضا بر توده مانعی از ایجاد سایه و امکان نفوذ حداکثر نور را به عمق فضاها میسر می‌کند. همچنین کشیدگی بنا به صورت ۱:۱,۳۰ و با فشردگی ۰,۳ تا ۰,۵ در غالب فرمها مشاهده می‌شود. نهایتا از فضاهای داخلی نیز ضخامت جدار پیراموی و سقف از ۰,۸ تا ۱ می‌رسد که سبب افزایش ظرفیت حرارتی و تاخیر زمانی و نهایتا کاهش نوسانات دمایی می‌گردد. در دسته دوم در حجم بیرونی بناها فرم غالبا با فشردگی۰,۳ تا ۰,۵ و با حداکثر اندازه فضا نسبت به توده ساختمانی مشاهده می‌شود. در فضاهای داخلی نیز سازماندهی مناسبی از لحاظ جای‌گذاری فضاهای مرتبط با اقلیم وجود دارد. علاوه بر این در جزئیات این فضاها نیز در خصوص سطح بازشو تالار به مساحت تالار تناسباتی برای جلوگیری از خیرگی نور و در عین حال حداکثر دریافت نور مشاهده می‌شود. در دسته سوم نیز حجم بیرونی دارای فضای بیشتری از توده بنا است و

نحوه استقرارش به صورت تمام جبهه در ضلع شمالی است. در فضاهای داخلی هم هر فضا به تفکیک از جای‌گذاری متناسب با اقلیم و درصد سطح زیر اشتغال مطلوبی برخوردارند. همچنین سطح بازشو تالار نیز متناسب با سطح تالار هم به جهت دریافت حداکثری نور و هم با نسبت کمتر از ٪۵۰ مانع از خیرگی نور در فضاهای داخلی می‌گردد. بناهای دسته چهارم هم با فرم فشرده مابین ۰,۳ تا ۰,۷ و تناسبات برابر عمق به پهنای حیاط مرکزی برای جذب حداکثر تابش در فضاهای داخلی برخوردارند. علاوه بر این تالار با بازشو بین ۳۰ تا ٤۰ درصد نمای جنوبی جاذب میزان حداکثری نور جنوبی است. نهایتا در دسته پنجم نیز در حجم بیرونی بنا با غلبه فضا بر توده جهت استفاده از نور حداکثری برخوردار است. و در فضاهای داخلی هم با دوبرابر بودن پهنا نسبت به عمق تالار امکان جذب تابش در حداکثری خود قرار دارد با این وجود سطح بازشو به تالار با وجود ایوان به کمتر از ۵۰ درصد تقلیل می‌یابد تا سبب خیرگی در فضای داخلی تالار نگردد.

بنابراین براساس مجموع امتیازات بدست آمده و تحلیل مهم‌ترین شاخص‌های هر دسته، مناسب‌ترین ویژگی‌های کالبدی برآمده از خصوصیات اقلیمی را می‌توان در حجم بیرونی، فضاهای داخلی و جزئیات فضایی تفکیک نمود. بدین ترتیب که در حجم بیرونی توجه به فشردگی فرم، نحوه استقرار و کشیدگی بنا با غلبه فضا بر توده حائز اهمیت است. در فضاهای داخلی نیز استفاده از ظرفیت حرارتی بالا در جدارها و سازماندهی مناسب فضاها از لحاظ جای‌گذاری و درصد اشغال متناسب با اقلیم مورد توجه است. نهایتا در جزئیات فضایی نیز توجه به سطح بازشوی جنوبی متناسب با سطح تالار و نمای جنوبی برای جذب حداکثر تابش نور اهمیت دارد. توجه به این ویژگی‌ها در خانه‌های جدید با اولویت به مهم‌ترین ویژگی‌های مستخرج می‌تواند اجزای کالبدی را متناسب با اقلیم سازد و به بهره‌وری بیشتری از منابع تجدیدپذیر منجر گردد. براین اساس سنجش وضعیت این معیارهای کالبدی برگرفته از اقلیم را می‌توان در شهرها و سایر اقلیم‌های ایران نیز انجام داد تا قابلیت تعمیم بیابند. براساس مطالعات کالبدی برای تحقیقات آتی مطالعه عملکردی و محیطی برای تفکیک خانه‌های این اقلیم توصیه می‌گردد.

پرتال جامع علوم انسانی

References

Ahmadzadeh, M.& kord Jamshidi, M. (2019). Studying the influential factors in the formation of sustainable architecture with emphasis on the form of building (Case Study: Savadkouh city). IJE, 21 (4) :53-74. [In Persian]

Asakereh, H., Beyranvand, A., Doustkamian, M. (2018). Assessment of wind power in the synoptic station of Ardebil, spatial planing, 8(3): 65-82. [In Persian]

Asghari, A., Maleki, A., Ebrahimi, H., Sattari, H. (2021). Investigating the role of passive solar systems in zero-energy urban buildings, for comfort and reducing energy consumption (Case study: Valiasr, Tabriz). Quarterly Journal of Human Geography, 13(2): 751-771.[In Persian]

Babapour, A.,et al. (2010).Geography of Ardabil province, textbook publishing center. P.257.

Behazin, D. (2003). Ardabil (What do I know about Iran), Cultural Research Office Publications. P.250. [In Persian]

Boudagh, M., Ghaemmaghami, P., Habib, F.(2012). Quality Analysis and Typology Assessment of Traditional Settlements in Tabriz. International Journal of Architecture and Urban Development, 2 (3):57-66

Darvishi, Y.(2022). Investigation and evaluation of the effect of climatic parameters on the formation of building architecture for optimal management of heating and cooling of urban buildings (Case study of Ardabil). Quarterly of New Attitudes in Human Geography, 14 (1): 101-126. [In Persian]

Ghiai ,M.M.& Hossein Pour, A. (2014). The Relation of Energy Consumption and Opening Ratio in High Rise Buildings. journal of Sustainable Architecture and Urban Design, 2(1): 57-70. [In Persian]

Ghiasvand, J., Sabernejad, J., Tahbaz, M., Dolatabadi, F. (2020). Typology of Historic Houses in Hamedan Based on Physical CriteriaEffective on Climatic Function, Quarterly Journal of Human Geography, 12(4): 600-624.[In Persian]

Ghobadi, B. (2002). Solutions for Energy Conservation Optimization in the Building Sector. Proceedings of the Iranian Fuel Conservation Organization. Tehran, 11-12 March. 543-551.

Gilani, S.& Mohammad Kari, B. (2011) .Investigation of Greenhouse's Thermal Performance in Residential Buildings of Cold Climate Case Study: City of Ardebil. Modares Mechanical Engineering. 11(2): 147-157. [In Persian]

Jafari, H.R., Azizi, A., Nasiri, H.& Abedi, S. (2014). Analysis of Land Suitability to Locate Wind Power Plant in Ardabil Province Using AHP and SAW Methods in GIS Environment, Journal of Environmental Sciences and Technology, 15(2), 23-41. [In Persian]

Javadi nodeh, M., Shahcheraghi, A., Andalib, A. (2021). An Evaluation of the Ecological Architecture Influenced by the Interaction Between Structural Environment and Nature in Cold Areas; Case Study: Two Traditional Houses in Ardabil. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning, 11(1): 15-36. [In Persian]

Javadi Nodeh, Mahsa, Shahcheraghi, Azadeh, Andalib, alireza. 2021.The Impact of Geometric Proportions on Daylight Performance and the Proportions Derived From Nature in Traditional Houses (Case study:Ardabil's Houses). International Journal of Industrial Mathematics. 13 (3): 261-277.

Kasmaei, M. (2014). Climate and Architecture, Fifth Edition, Khak Publications, P.306.

Memarian, Gh. H. (2014). A Journey in the Theoretical Foundations of Architecture. Ninth Edition. Tehran: Simaye Danesh Publications. P.463

Mir Masoumi, F., Salavati, M., Ahmadi, F. (2018). Isfahan Green Dwelling, the Reflection of Energy Use Optimization on Quality of Life. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning, 8(3): 195-204.[In Persian]

Mohamadhoseini P, Javan Forouzande A, Jahani Dolataabad I , Heidari A. (2019), An Analysis of the Role of Social class's Lifestyle in the Pattern of Housing;Case Study: The late Qajar and Early Pahlavi Houses in Ardabil. Bagh-e Nazar. 16 (76): 31-44.

Mojahed, V., Ghobadian, V., Tizghalam Zonouzi, S. (2021). Climate-friendly architecture in the Gorgan region in line with the sustainable architectural model. Quarterly Journal of Human Geography, 13(1): 621-636.[In Persian]

mousavi, F., mahmodi, M., tahbaz, M. (2019). The Effect of Geometry and Area of Windows of Southview Rooms on The Depth of Daylighting (Case Study: Yazd's Traditional Houses). Hoviate shahr, 12(36): 5-18. [In Persian]

Nasiri, P. (2005). Statistics and Probability of Engineering, Payame Noor University Press. P.450

Nematchoua, M K, R Tchinda, J A Orosa. (2014).Thermal comfort and energy consumption in modern versus traditional buildings in Cameroon: A questionnaire-based statistical study. Applied Energy, 114: 687–699.

Parlak, Ö. (2019). Comparison of a Historical and a Modern Building According to Ecological Criteria. Eurasian Journal of Civil Engineering and Architecture, 3(1): 27- 48

Pirbabaei, M. T.& Nejad Ebrahimi, A. (2018). Representing the Meaning of Urban Spaces in Ardabil in the Safavid Era Through Hall's Cultural Approach. Culture of Islamic Architecture and Urbanism Journal. 4 (1) :1-14. [In Persian]

Pirnia, M. (1994). Five Pillars of Iranian Architecture, Knowledge Office, 1 (4) . [In Persian]

Pourdeyhimi, SH.& Gosili, B. (2015). A Study on the Thermal Indexes of Membranes in Building Envelope (The Case of Rural Areas of Ardebil). Housing And Rural Environment, 34(150): 53-70.[In Persian]

Raeisi, A.(2017). Investigating the position of the courtyard in the climatic architecture of urban residential buildings with an emphasis on the cold and dry climate of Iran. Urban Management, 16(48): 223-244. [In Persian]

Rezazadeh Ardebili, M.& Peiyghami, L. (2009). A Solution for Desigining the Interventions in Historical Areas Based on Studying the Historical (Case study :Ardebil), honar-ha- ye- ziba, memari- va-shahrsazi, 1(38):3-84. [In Persian]

Safari, B. (2018). Ardabil in the passage of history, Omid Publications, P. 504

Salehipour,A., Etessam, I., Mofidi, M. (2020). Recognition of outdoor courtyard structure and its interaction with clear walls in historic houses of Ardabil, Architectural Thought, 4(8), 202-220. [In Persian]

Samadzadeh, R., Khayyam, M., Hosseini, H. (2010). A new approach to the geomorphological evolution of the Ardabil tectonic hole with a land management approach, Geography and Environmental Planning, 21(1): 105-130 . [In Persian]

Sayadi, E.& Madahi, M. (2012). Sustainable architecture. Lotus Publications. P.200.

Shaghaghi, SH.,Mofidi, M. (2008). Relationship between sustainable development and climate design of cold and dry buildings (Tabriz case study). Journal of Environmental Sciences and Technology, 10(3), 105-120. [In Persian]

Taheri, J. & Nadimi, H. (2014). The Hidden Dimension in Persian Islamic Architecture. Soffeh, 24(65): 5-24 .[In Persian]

Valizadeh, M.B.& Movahedi, N. (2019). Using Passive Solar Systems for Making Thermal Comfort in Architectural Designs of Traditional Houses of Tabriz. Journal of Renewable and New Energy, 6(1): 26-37. [In Persian]

Williams, D. (2007). Sustainable design: ecology, architecture and planning. River st Hoboken, nj; wiley

Zarlanshani Asl,T., Valizadeh, N., Sattari, H. (2021). Evaluation of physical components in traditional houses with a sustainable development approach (Case study: Tabriz), Quarterly Journal of Human Geography, 13(1): 172-192.[In Persian]

Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Autumn) 2022, Vol. 14. No 4

Typology of structural components compatible with cold climate in a vernacular architecture (Case study:Traditional houses of Ardabil)

Mahsa Javadi nodeh*
department of architecture and technical,Higher Education Center of Shahid Bakeri, Urmia University, Urmia, Iran
Mehrdad Sarabi
Ph.D, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

Abstract

Extended Abstract: This study was conducted with the aim of recognizing and classifying those structural criteria in the traditional houses of Ardabil which were effectively compatible with the climate of the region. To this end, a combination of both quantitative and qualitative research methods was used. Based on the frequency percentages of indices in the samples under investigation, the structural criteria compatible with the climate of the region were close to each other. They were generally classified in 5 classes, wherein the indices of outer space, inner spaces, and spatial details were of paramount importance.

Introduction : Designing buildings based on the structural criteria concordant with nature has been one of the climatic strategies in the architectural practices of the past. Inattention to such principles and criteria has not only increased environmental problems, but also affected the health status of the users of modern architectural spaces negatively. Bearing this in mind, this study aimed to identify the structural indices influenced by the cold climate and classify them based on the related criteria so as to achieve a pattern for sustainable designing via determining the priority of the indices, and apply them in contemporary architecture. To this end, all of the registered traditional houses in Ardabil (25 houses) were investigated.

Methodology: This study was an applied research in which the relevant criteria were identified via the use of both qualitative and quantitative methods. In this study, the indices related to each of the identified criteria were graded, their dispersion was determined, and the most common criteria were also recognized. Finally, based on the total scores, the indices were classified and those with high priority were also determined in each class. For the purpose of the study, the structural criteria derived from cold climates were first identified through library investigations. After that, the meteorological data of Ardabil in the last 14 years were analyzed using Climate Consultant Software to identify the local climatic features. Then, the predominant features of the traditional houses in the region were recognized via investigating the sample traditional houses, which were selected using purposive non-probability sampling method. The selected houses were easily accessible and unmediated field data could be obtained from them. The structural criteria obtained from theoretical investigations were sought in the sample houses via field observations, analysis of their clones in AutoCAD Software, and reviewing the data recorded in the form of notes and tables. Then the total scores of the criteria, their standard

* (Corresponding Author) mahsa.javadi@srbiau.ac.ir

deviation from the mean, and the dispersion of the data were calculated using figures and tables so as to determine the compatibility of the samples with the derived criteria. Afterwards, the number and length of the classes were determined through logical reasoning and using a specific formula based on the total scores. Finally, frequencies were obtained and the criteria with the highest frequency in each of the classes was recognized.

Results and discussion: The results indicated that at least 70% of the traditional houses under investigation were quite similar in terms of structural components and were compatible with the climate of the region. The criteria were then classified into 5 categories with specific indices. In order to obtain the number and length of the classes, Sturges Rule was used. The total scores of the classes as well as their frequency percentages in terms of the number of the houses in each class in proportion to the total number of the houses were determined. That is why the first class did not have the predominant frequency despite having the highest total score. The 2nd class was found to have the highest frequency (48%). The results revealed that only a few of the indices in each class were frequent.

Conclusion: priority belonged to outside volume (form compression, layout and stretch pattern of the building, dominance of space over mass), inner spaces (the use of high thermal capacity and organizing spaces appropriately), and spatial details (the south-facing openings proportionate with the area of the hall and south-facing façades). Among the important issues was the appropriate design of the buildings with the aim of using the light and heat coming from the sun during cold seasons of the year. Detailed designing in the proportions of the openings, the width to depth proportions in the halls, and the surface of the façade in the southern part of the building were compatible with the climate of the region. The southern wall of the buildings in Ardabil is exposed to more sunlight during winter as compared to summer, and the shahneshin room with a proportionate opening in the central part makes it possible for the sunlight to penetrate into the building and create a thermal cage. Therefore, via the use of the passive solar system, the inner space of the shahneshin becomes warm during winter. Moreover, the trapped heat can be transferred to the other adjacent spaces via conduction and convection.

Attending to these features in the architecture of the modern houses can make the structural aspects of the buildings compatible with the regional climate and lead to more efficient use of renewable energy resources. The structural criteria derived from the regional climate can also be investigated in other similar cities of Iran so as to reaffirm the findings and make them generalizable. It is recommended that future studies investigate structural aspects of the houses in this region with a focus on the performance and environmental aspects of the buildings.

Keywords: Typology, structural criteria, vernacular architecture, traditional house, Ardabil.