مجله علمی مطالعات پژوهشی در علوم مهندسی آینده، ۱۴۰۳، دوره ۱، شماره ۱، ص ص ۱۳-۲۲

مجله علمی مطالعات پژوهشی

در علوم مهندسی آینده

www.journalhi.com/eng/

# تبیین الگوی ساماندهی اقلیمی فضاهای عملکردی در بناهای مسکونی مناطق سرد ایران

**فاطمه عباسی** [۱]

۱- دانشجوی کارشناسی رشد مدیریت مهندسی دانشکده مدیریت سیستم و بهره وری دانشگاه تربیت مدرس

**اطلاعات مقاله**

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: ۲۷ اسفند ۱۴۰۱

پذیرش: ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۲

ارائه در سایت: ۱۲ خرداد ۱۴۰۲

کلید واژگان:

فضاهای عملکردی

ساختمان های مسکونی

معماری اقلیمی

آب و هوای سرد

گونه های اقلیم

**چکیده**

فضاهای کارکردی در معماری بومی، بیش از هر عامل دیگری، تحت تأثیر عوامل محیطی و اقلیمی شکل گرفته اند. آب و هوا هم به عنوان یک عامل تعیین کننده متفاوت باعث ایجاد گونه های معماری در مناطق مختلف آب و هوایی می شود. موضوع اصلی در این پژوهش بررسی الگوهای معماری- اقلیمی فضاهای کارکردی در ساختمانهای مسکونی بومی منطقه سرد ایران است. بنابراین فرضیه تحقیق به این صورت بیان شده است: «به نظر می رسد الگوهایی برای سازمان اقلیمی فضای عملکردی در ساختمان های مسکونی مناطق سرد ایران وجود داشته باشد. به منظور تعیین پهنه بندی اقلیمی مورد نظر بر اساس طبقه بندی اقلیمی کوپن، پهنه بندی آب و هوای سرد جدیدی معرفی می شود و بر اساس دمای گرم ترین ماه و سردترین ماه سال، شهرها به سه اقلیم Dfb،Dfa و Dsa تقسیم می شوند. تحلیل اقلیمی فضاهای عملکردی بر اساس معیارهای مربوط به تناسبات فیزیکی، ویژگی های مربوط به سازمان فضایی و ویژگی های مربوط به شرایط محیطی انجام شده است. به منظور دستیابی به هدف پژوهش، خوشه بندی در دو محدوده آب و هوایی سرد و همچنین در محدوده بین آب و هوا انجام شده است. در خوشه بندی در محدوده بین آب و هوای Dfb،Dfa و Dsa، بهترین تعداد خوشه ها به ترتیب ۶، ۳ و ۸ است. نقشه توزیع الگوها در منطقه نشان می دهد که سه گونه شناسایی شده خانه ها در کل منطقه پراکنده هستند، اما یکی از الگوهای آب و هوایی در تمام آب و هواها دیده شده است، تعداد تکرارهای بالاتری دارد و می تواند به عنوان الگوی مورد استفاده مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که ساختار فیزیکی فضای کارکردی در معماری بومی مسکونی منطقه سرد ایران الگوهای اقلیمی مشابهی دارد.

# Explaining the climatic model of functional spaces in residential buildings of cold areas of Iran

**Fatemeh Abbasi**[1]

1- Bachelor student of Engineering Management Development, Faculty of System Management and Productivity, Tarbiat Modares University.

**Article Information**

Original Research Paper
Received 18 March 2023
Accepted 02 October 2023
Available Online 04 October 2023

*Keywords:*
Functional spaces
Residential buildings
Climate architecture
cold climate
climatic species

**Abstract**

Functional spaces in indigenous architecture, more than any other factor, have been formed under the influence of environmental and climatic factors. Climate as a different determining factor causes the creation of architectural species in different climatic regions. The main issue in this study is to investigate the architectural-climatic patterns of functional spaces in indigenous residential buildings in the cold region of Iran. Therefore, the research hypothesis is stated as follows: "It seems that there are patterns for climate organization of functional space in residential buildings in cold regions of Iran." In order to determine the desired climatic zoning in the dissertation based on the climatic classification of the coupon, a new cold climate zoning is introduced and based on the temperature of the hottest month and coldest month of the year, cities are divided into three climates Dfa, Dfb and Dsa. Climatic analysis of functional spaces has been performed based on criteria related to physical proportions, features related to spatial organization and qualities related to environmental conditions. In order to achieve the research goal, clustering has been done in two cold climate ranges and also in the range between climates. In clustering in the range between Dfa, Dfb and Dsa climates, the best number of clusters is 6, 3 and 8, respectively. The distribution map of the patterns in the region shows that the three identified species of houses are scattered in the whole region, but one of the climatic patterns has been seen in all climates, has a higher number of repetitions and can be used as the pattern used. Therefore, it can be concluded that the physical structure of the functional space in the indigenous residential architecture of the cold region of Iran has similar climatic patterns.

## ۱- مقدمه

امروزه ساختمان به عنوان بزرگترین مصرف کننده انرژی و تولید کننده گاز دی¬اکسید کربن در جهان به شمار می¬رود. کاهش مصرف انرژی در ساختمان ضروری¬ترین اصل برای کنترل گرمای جهان، توسعه و بهبود پایداری است. در مواجه با اقتصاد جهانی و بحران انرژی کلید موثر برای حل مشکل توسعه پایدار، کاهش مصرف انرژی است. مصرف حامل‌های انرژی طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ در جهان ۱/۹۸ درصد و در ایران ۶/۳ بوده است (طبق آمار سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت) و به عبارت دیگر در مدت زمان مورد اشاره، نرخ رشد مصرف حامل‌های انرژی در ایران بیش از سه برابر مقدار جهانی آن بوده است، بطوری که مصرف انرژی در بخش ساختمان و مسکن بیش از بخش¬های دیگر است. نظر به مشکلات مذکور از یکسو و سهم بالای ساختمان¬ها در مصرف انرژی از سوی دیگر، امروزه ضرورت توجه به مسائل اقلیمی یک گزینه نیست بلکه اجبار است. مصرف انرژی در ساختمان‌ها چیزی حدود ۳۹ درصد کل مصرف انرژی را شامل می‌شود، از این رو صنعت ساختمان مسئولیت عظیمی در حفظ انرژی متعلق به ملت‌ها بر عهده دارد و معماران در لحاظ نمودن حفاظت از انرژی در طراحی، هم مسئولیتی بزرگ داشته و هم فرصتی مناسب در اختیار دارند.

با توجه به این مساله، ساماندهی اقلیمی نوعی نظارت و احاطه بر اقلیم اطراف خود و بکارگیری حداکثر ظرفیت¬های موجود است (روحی زاده و فرخ زاد،۱۴۰۰). تمامی جنبه های حیات طبیعی کلیه موجودات متأثر از وضعیت محیطی است و وجود انسان و پراکندگی جمعیت در زمین رابطه مستقیمی با ساماندهی اقلیمی محیط زمین دارد. ساماندهی اقلیم به خودی خود بر بسیاری از ارکان زیستی انسان، همچون شکل سرپناه و مجتمع زیستی، نوع خوراک و پوشش و... تاثیر عمده می¬گذارد (قربانیان و شکیبامنش، ۱۳۸۵). ساماندهی اقلیمی مشابه موجب ایجاد محدودیت¬ها و طراحی مشابه در مناطق مختلف جهان می¬شود. با تجربه¬عملی درطول زمان، انسان این شاخصه¬ها را دریافت و کشف نموده و "ساماندهی اقلیمی" را عملا به¬کار گرفته، که تحول و تکامل شاکله بنا و شهر را موجب گردیده است. از این رو یکی از مهم¬ترین تلاش¬های انسان برای محافظت در برابر تغییرات جوی ساخت خانه¬هایی متناسب با اقلیم سکونت¬گاه خود بوده است. تلاش او سبب به وجود آمدن الگوهای مختلف سکونتی در اقلیم¬های مختلف بوده است که در نتیجه آن باعث تنوع در شاکله خانه¬ها گردیده، بطوری که به بهترین شکل خود در هر اقلیم عمل کند. به رغم مطرح شدن مباحث اقلیم و محیط زیستی در دنیای متأخر، معماری و شهرسازی ایران در گذشته، با توجه به اصول اقلیمی و در توازن با محیط زیست و در صدد حفظ آن برای آیندگان شکل گرفته است و خصوصیات متفاوت اقلیم در هر منطقه به¬طور چشم¬گیری در ترکیب معماری و شکل¬گیری آن تاثیرگذار بوده است. این روش¬ها به طور حیرت¬انگیزی جنبه¬های آزار دهنده¬ی محیط را کاسته و از جنبه¬های مفید آن سود جسته¬اند که بررسی و مطالعه دقیق این حوزه اقلیمی در سطح کشور و بررسی راه حل¬های ذکر شده و راهکار¬های مناسب با اقلیم در هر منطقه ضوابط و الگوی ارزش¬مندی جهت انجام طراحی در اختیار ما قرار می¬دهد. تجربیات معماری بومی در پهنه جهان و آروین های آن در معماری ایران زمین نیز، خود گواه تاکیدی بر اندیشه¬ی فرم زایی ملاحظات اقلیمی در معماری است تا عاملی بر محدودیت آن یا اسارت معمار (نکوزاده و جمشیدی، ۱۳۹۶).

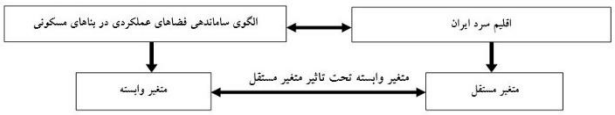
اهمیت تاثیر اقلیم بر معماری، انجام مطالعات و پژوهش های جامعی را در این زمینه ایجاب می¬کند، بویژه در کشور ما که تنوع شرایط اقلیمی در آن کاملا مشهود است. از آنجا که آزمایش¬های عملی در چارچوب وظایف موسسات تحقیقات ساختمانی انجام می¬گیرد و این امر تنها با تخصیص بودجه و زمان کافی از سوی سازمان-های مربوطه امکان پذیر است، همچنین به دلیل نبود امکانات عملی جهت انجام این برنامه ها و در دست نبودن آمار و اطلاعات آب وهوایی مناطق مختلف، پژوهش ها بیشتر در وجه نظری استوار هستند (سجاد زاده و همکاران، ۱۳۹۵). شهر و اقلیم، دو سیستم انسان ساخت و طبیعی هستند که تأثیرگذاری تنگاتنگی بر روی هم دارند. پدید آمدن یک سکونتگاه وابسته¬ زیادی به وضعیت اقلیمی آن مکان دارد و در صورتی که سکونتگاهی خلق شده باشد به دلیل سازش فعالیت های مردم با وضعیت اقلیم آن مکان می¬باشد، اوضاع اقلیمی از عوامل تأثیرگذار در آسایش زیستی در محیط¬های انسانی می¬باشد. پس ساختمان¬ها و فضاهای کالبدی نیازمند راه حل¬های بسیار حساب شده و دقیق در سازگاری با اوضاع اقلیمی است (کینگ، ۱۳۹۹).

از سویی دیگر امروزه به علت جبر زندگی و یا تک بعدی نگری و اصل قرار گرفتن اقتصاد، بسیاری از ارزش های انسانی، اجتماعی و بومی و فرهنگی نادیده گرفته می¬شود و حریم و حرمت و آرامشی که در مسکن بود از بین رفته و دیگر جوابگوی نیازهای اجتماعی نباشد و باعث ¬از دست ¬رفتن گوهر ناب معماری ایرانی که طی قرن¬ها ممارست به ایده آل¬ها دست یافته بود گردد (طبیبی و همکاران، ۱۳۹۳). لذا اعمال نگاه پایدار به ساخته-های مسکونی می¬تواند تاثیر شگرفی در فرآیند توسعه پایدار و باز گرداندن هویت از دست رفته داشته باشد (وثیق و رضائی، ۱۳۹۳). با توجه به شکل گیری و ترکیب معماری بومی مناطق مختلف ایران در می یابیم که ویژگی های متفاوت هر یک از این اقلیم ها، تاثیر فراوانی در شکل گیری شهرها و ترکیب معماری این مناطق داشته اند. بنابراین، تعیین دقیق حوزه های اقلیمی در سطح کشور و دستیابی به مشخصات اقلیمی مناطق مختلف، در ارائه طرح های مناسب و هماهنگ با اقلیم هر منطقه اهمیت فراوانی دارد. به عنوان مثال مناطق سردسیر ایران به دلیل دارا بودن ویژگی¬های اقلیمی خاص خود، رویکرد های گوناگونی را در بحث ساخت-وساز سازگار محیط¬زیست می¬طلبند، به نحوی که باید در طراحی ساختمان در این مناطق از تاسیساتی استفاده شود که حداقل نشتی و اتلاف انرژی را داشته باشند. پس اهمیت و ضرورت توجه به معماری بومی از آن جهت است که معماری بومی، بیشترین سازگاری اقلیمی را در پاسخ به عوامل محیطی داشته است و عناصر معماری بومی، بیش از هر عامل دیگری، تحت تاثیر عوامل محیطی و اقلیمی شکل گرفته اند (معماریان و طبرسا، ۱۳۹۲). بنابراین از آنجایی که غالب مطالعات معماری اقلیمی در ایران به اقلیم های گرم پرداخته و به سایر اقلیم های ایران، خصوصا معماری بومی در اقلیم سرد، کمتر اشاره شده است، در این پژوهش سعی بر این است که الگوی ساماندهی اقلیمی فضاهای عملکردی در بناهای مسکونی مناطق سرد ایران مورد بررسی قرار گیرد وعوامل موثر در آن آن گنجانده شوند.

### روش شناسی تحقیق

در پژوهش حاضر، تحقیق در خصوص معماری بومی و اقلیمی و ویژگی های اقلیم سرد از نوع بنیادی است و بخشی از پژوهش حاضر که با استفاده از نتایج پژوهش های بنیادی به ارائه الگوهای کالبدی- اقلیمی در معماری بومی منطقه سرد ایران می¬پردازد، از نوع پژوهش¬کاربردی است. همچنین با توجه به اینکه در این رساله متغیرهای پژوهش از نوع کمی (قابل سنجش) بوده و رابطه بین متغیرها که منجر به شکل گیری الگوهای متفاوت خانه¬ها در محدوده پژوهش می گردد مورد بررسی قرار می گیرد، روش پژوهش از

نوع همبستگی می باشد. اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش در دو بخش داده های کیفی و کمی تقسیم شد و در هر بخش به تناسب نوع داده ها، روش گرد آوری و تحلیل متفاوت بود. بخشی از اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش که مربوط به ویژگی های کلی اقلیم سرد و معماری بومی این منطقه است، از نوع داده های کیفی بوده و از طریق مشاهده نمونه های موجود، مطالعه اسناد و سوابق موجود و مطالعات پیشین جمع آوری شد. بخشی دیگر داده¬ها که مربوط به موضوع خاص پژوهش و نمونه های موردی و از نوع کمی بود، به¬روش میدانی و از طریق مشاهده و برداشت نقشه از بناها بدست آمد. در این پژوهش سعی بر آن است که تاثیر اقلیم سرد ایران به عنوان متغییر مستقل بر الگوهای چیدمان فضا در مسکن به عنوان متغیر وابسته مورد ارزیابی قرار گیرد.




شکل ۱- مدل مفهمومی متغیرهای پژوهش

گستره¬ای که گونه¬های مسکونی بومی در آن انتخاب شدند، منطقه اقلیمی سرد ایران و میان اقلیم¬های آن (مناطق سرد و کوهستانی غرب و شمال غرب ایران) بود که شامل شهرهای واقع در استان آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، لرستان، زنجان، قزوین، همدان و کردستان بودند. دلیل انتخاب این شهرها، ارائه راهکارهایی برای شناخت بهتر معماری مناطق سردسیر و فرم و کالبد و عملکردهای معماری خانه های این اقلیم می¬باشد. از آنجایی که این¬پژوهش به¬تحلیل الگوهای ساماندهی اقلیمی فضاهای عملکردی در بناهای مسکونی مناطق سرد ایران می¬پردازد، محدوده عملیاتی پژوهش شامل نمونه¬هایی از بناهای مسکونی بود که مربوط به دوره قبل از چرخه انرژی¬های فسیلی بوده و بناها با کمک راهکارهای معماری، استفاده از مصالح سنتی و بدون نیاز به سرمایش و گرمایش مکانیکی، شرایط آسایش زیستی را فراهم می¬نمودند. بنابراین نمونه¬ها شامل بناهایی با قدمت دوره پهلوی اول، قاجار و پیش از آن می¬شود. بنا به هدف پژوهش، تعداد سی و یک نمونه از بناهای تاریخی دارای شرایط لازم به¬عنوان نمونه بنا برگزیده و هرکدام برای تحلیل ویژگی های معماری آن¬ها در راستای آرمان¬های اقلیمی تعین شدند. برای انتخاب حجم نمونه، که موضوع بسیار حائز اهمیت در این پژوهش است، نیز از سه روش باز، محوری و انتخابی بهره گرفته شد. همان طور که بیان گردید، گستره ای که نمونه های مورد مطالعه این پژوهش در آن انتخاب شدند، منطقه اقلیم سرد ایران و میان اقلیم¬های آن را در بر می-گیرد. بنابراین محدوده جغرافیایی پژوهش شامل مناطق سرد و کوهستانی غرب و شمال غرب ایران بر اساس استدلال کوپن تدوین گردید. انتخاب نمونه های این پژوهش، در دو مرحله و با ترکیبی از روش خوشه ای و روش سیستماتیک انجام شد. مجموعه مورد بررسی نیز شامل خانه های تاریخی در اقلیم سرد ایران بود. ابتدا با استفاده از روش تقسیم بندی اقلیمی کوپن، محدوده پژوهش و میان اقلیم های آن مشخص و سپس در هر گروه تعدادی شهر تعیین گردید که با توجه به امکان تنوع گونه ها، شهرهای بزرگتر و با سابقه شهرنشینی بیشتر انتخاب شدند. سپس با لحاظ قدمت بنا، مصالح سنتی و استفاده از راهکارهای معماری اقلیمی، تعدادی از نمونه¬های معماری مسکونی هر شهر در نظر گرفته شدند و نمونه های نهایی از میان خانه هایی شدند که محدوده پژوهش در آنها کاملا مشخص بوده و نسبت به موقعیت اصلی و ابتدایی بنا تغییر نکرده باشد. همچنین مشخص بودن عناصر شاخص خانه ها در انتخاب نمونه ها تاثیر داشت. در این نمونه گیری تلاش شدتا الگوهای اقلیمی مختلف خانه ها در گروه هر میان اقلیم وجود داشته باشد.

در ادامه با بهره¬گیری از نرم افزار تاپسیس به جدول اعدادی که نتیجه ارزیابی آن در سه مرحله از میان اقلیم¬ها تهیه شد. به¬دلیل فراوانی زیاد شاخص¬ها در این تحقیق و همچنین عددی بودن همه شاخص¬ها (بعد از تبدیل شاخص¬های کیفی به کمی)، خوشه بندی به روش Nearest neighbor (نزدیکترین همسایه) انجام شد. با هدف کسب نتایج مورد انتظار از پژوهش، خوشه بندی در دو بخش انجام گرفت. در بخش اول نمونه¬های هر یک از میان اقلیم¬هایDsa و Dfb و Dfa به طور واحد خوشه بندی شده و در بخش دوم تمامی نمونه¬ها در محدوده اقلیم D در خوشه بندی اعمال شدند. از میان خانه¬های موجود در شهرهای زنجان، تبریز، ارومیه، مراغه، زنجان و خوی (میان اقلیم Dfa) و اردبیل، زرینه اوباتو، مشکین شهر، اهر، خلخال و سراب (میان اقلیم Dfb) و همدان، سنندج، پیرانشهر، مهاباد، خرمدره، اراک، قروه، قزوین، بیجار، بوکان و شهرکرد (میان اقلیم Dsa) انتخاب شدند.

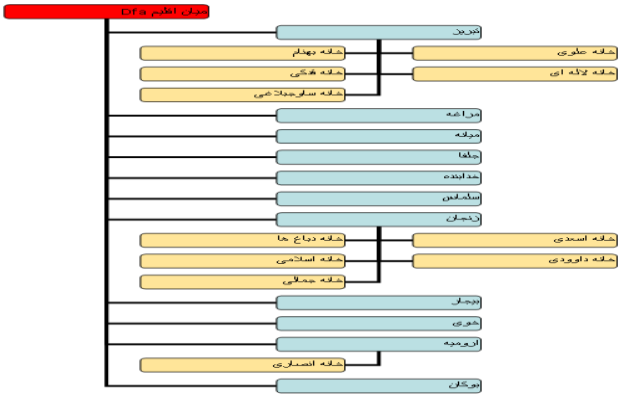
برای تعیین بهترین تعداد خوشه در هر بخش، خوشه بندی در چند مرحله انجام گرفت و در هر مرحله از خوشه بندی، بر اساس فاصله عددی شاخص¬ها، نمونه¬ها در گروه¬های مختلف توزیع شدند. همچنین در هر مرحله، اعتبار خوشه¬ها از نظر شش شاخص بدست آمد و با مقایسه مقدار این شش شاخص در مراحل خوشه بندی، بهترین تعداد خوشه در هر محدوده تعیین گردید. برای اینکه نتایج حاصل¬از این پژوهش قابلیت پردازش در نرم¬افزار SPSS را داشته باشند، لازم بود که همه معیارها بصورت داده های عددی بیان گردند. بنابراین معیارهای کیفی به مقادیر عددی تبدیل شدند و به این¬صورت نتیجه ارزیابی تمام شاخص¬ها، قابلیت پردازش همزمان در نرم افزار را پیدا نمودند.

## نتایج

### ۱- بررسی نمونه های موجود در میان اقلیم Dfa

بر مبنای تحلیل شاخص های اقلیمی، این میان اقلیم شامل پانزده شهر زنجان، بوکان، جلفا، سهند، مرند، مراغه، میانه، ماکو، تکاب، تبریز، خدابنده، ارومیه، سلماس، خوی و بیجار می باشد. با توجه به قدمت ایستگاه هواشناسی (جهت دسترسی به آمار بلند مدت) و همچنین تاریخ شهری، نمونه های این میان اقلیم، از شهرهای تبریز، زنجان و ارومیه برگزیده شدند. جمع بندی مشترکات خانه های موجود در میان اقلیم Dfa نشان می دهد که گاهی خانه¬های سنتی در اقلیم سرد به¬صورت حیاط مرکزی احداث می¬شوند و سایر قسمت¬ها دورتادور این حیاط چیده می¬شوند. معمولاً این نحوه قرارگیری به صورت خطی و یا ال شکل می¬باشد تا از ایجاد سایه و یخبندان در زمستان جلوگیری شود. خانه های این میان اقلیم تحت تأثیر اقلیم منطقه بوده¬اند و ویژگی¬های بناهای مسکونی آن به این شرح است: اتاق های مرکزی، ایوان با دو ستون در برابر آن، اتاق¬های کوچک واقع در اطراف اتاق مرکزی، پلان¬ها کشیده در امتداد بنا، ایجاد چشم انداز وسیع توسط پنجره ها، ایجاد زیرزمین با طرح¬های زیبا، ایجاد سرستون ها در ورودی¬ها، ایوان¬های بلند، ایجاد پلکان در دو طرف محور اصلی بنا، تنوع و گشایش فضاها بیشتر می¬باشد. در این مناطق از کشور، جهت خانه¬ها تابع نورخورشید و قبله است. در اکثر قریب به اتفاق خانه های سنتی، محور اصلی بنا، محور شمالی- جنوبی بودند و بهترین موقعیت را برای گرفتن نورخورشید داشتند تا در روزهای سرد زمستان از گرمای خورشید برخوردار باشند. مصالح

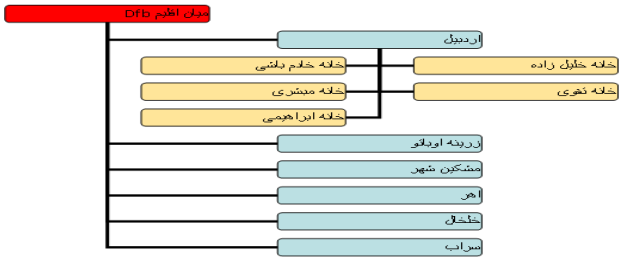
مورد استفاده در ابنیه سنتی این منطقه مانند سایر مناطق اقلیمی آن چیزی است که در دسترس است، لذا اغلب جهت دیوارها از سنگ و برای پوشش سقف طبقات و بام از چوب درختان و کاهگل استفاده می¬شود. این مصالح دارای ظرفیت و مقاومت حرارتی خوبی می¬باشند تا گرمای بنا را در فضای داخلی آن حفظ نمایند همچنین در طی روز دیر گرم می¬شوند و شب هنگام دیر حرارت را پس می¬دهند، که این امر باعث تعدیل نوسان حرارت در طی شبانه روز در ساختمان می¬شود.




شکل ۲- فرآیند انتخاب نمونه ها در میان اقلیم Dfa

## ۲- بررسی نمونه های شاخص مسکونی در میان اقلیم Dfb

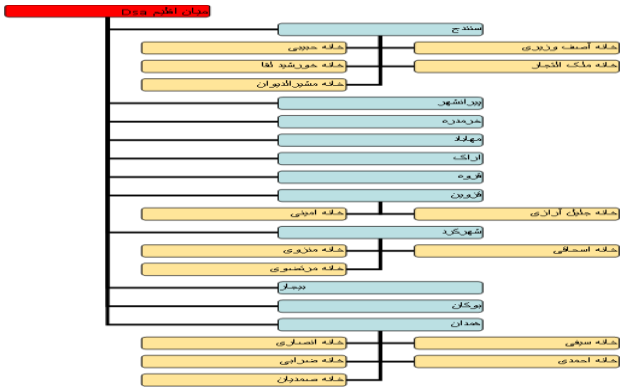
بر اساس تحلیل شاخص های اقلیمی، این میان اقلیم شامل شش ایستگاه خلخال، اردبیل، اهر، مشکین شهر، سراب، و زرینه اوباتو می باشد. باتوجه¬به قدمت ایستگاه هواشناسی (جهت دسترسی به آمار بلندمدت) و همچنین تاریخ شهری، نمونه¬های این میان اقلیم، از شهر اردبیل انتخاب شدند. در مرحله بعد باید تعدادی از خانه¬های شاخص معماری در این شهر، انتخاب و بر اساس معیارهای اشاره شده مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به اینکه نقشه بافت تاریخی اردبیل به شکل تار عنکبوتی بوده و معابر در جهت¬های مختلف به صورت شعاعی از مرکز بافت انشعاب یافته¬اند، بنابراین اکثریت جهت¬گیری¬ها برای سایت کلی خانه¬های بومی وجود ندارد ولی در هر واحد مسکونی بومی، فضای زندگی در اطراف حیاط مرکزی، جهت¬گیری مناسبی نسبت به تابش خورشید داشته تا در طول روز بیشترین بهره را از نور و گرمای خورشید ببرند. به این ترتیب در بیشتر خانه های بومی اردبیل، فضای اصلی زندگی که شامل تالار، شاه نشین، اتاق ها و... می باشد، رو به سمت جنوب، جنوب غربی و یا جنوب شرقی دارند. بناها به¬صورت متراکم ساخته می¬شدند تا کمترین تماس با هوای بیرون را داشته باشند. معمولاً خانه ها دارای پلانی متراکم بوده و از کشیدگی فرم بنا پرهیز می شده است. با توجه به اینکه در مواقع زیادی از سال، نیاز به گرمایش وجود دارد، استفاده از جرم حرارتی نیز مفیده بوده و استفاده از زیرزمین و بردن بخش هایی از بنا در زیر سطح زمین صورت گرفته است. خانه¬های بومی اردبیل غالباً به صورت حیاط مرکزی ساخته شده¬اند و فضای زندگی در دو یا سه وجه حیاط قرار گرفته¬اند. در جهت استفاده هر چه بیشتر از نور و گرمای خورشید، پنجره¬های رو به جنوب که عموماً مربوط به فضاهای نشمین اصلی می¬باشند، سطح وسیع¬تری دارند. در جبهه¬های دیگر بنا مانند جبهه شمالی، پنجره¬ها کوچک هستند تا کمترین تبادل حرارتی را داشته باشند. در خانه¬های اردبیل عمدتاً از مصالح سنگینی که قابلیت خوبی برای جذب و ذخیره حرارت دارند، استفاده شده تا هرچه بیشتر گرمای خورشید را گرفته و در خود ذخیره کنند و مانع انتقال حرارت به خارج شوند.




شکل ۳- فرآیند انتخاب نمونه ها در میان اقلیم Dfb

## ۳- بررسی نمونه های شاخص مسکونی در میان اقلیم Dsa

بر اساس تحلیل شاخص های اقلیمی، این میان اقلیم شامل ۱۱ شهر پیرانشهر، سردشت، مهاباد، شهرکرد، قروه، خرمدره، بروجن، سنندج، آوج، اراک، سقز، کوهرنگ، قزوین، و همدان می باشد. با توجه به قدمت ایستگاه هواشناسی (جهت دسترسی به آمار بلندمدت هواشناسی)، تاریخ شهری و همچنین پراکندگی شهرها در محدوده موردنظر، نمونه¬های این میان¬اقلیم، از شهرهای شهرکرد، قزوین، سنندج و همدان انتخاب شدند. در مرحله بعد باید تعدادی از خانه¬های با اهمیت در این چهار شهر مشخص، انتخاب و براساس معیارهای اشاره شده مورد بررسی قرار گرفتند. برخی از مشترکات خانه های موجود در این میان اقلیم عبارتند از: استفاده از مصالح بوم آورد و رنگ متناسب با اقلیم منطقه، کاهش نسبت سطح پوسته خارجی ساختمان به حجم فضای مفید، کاهش نسبت سطح بام به سطح مفید ساختمان، اجتناب از پیش¬بینی پنجره¬های بزرگ، احداث بنا با کشیدگی در جهت شرقی-غربی، استفاده از مصالح دارای ظرفیت حرارتی بالا در دیوارهای خارجی و بام بنا، استفاده از باغ بام (بام سبز) در ساختمان برای گرم کردن آن در زمستان و خنک نمودن در تابستان و عدم ورود مستقیم از فضای باز به فضای بسته و استفاده از سه نوع فضای باز، نیمه باز و بسته، ترکیب سقف طاقی شکل و بام مسطح، استفاده از مصالح بوم آورد، خشت، آجر، چوب و استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا، احداث عرصه های پشت به آفتاب و رو به آفتاب، جهت جغرافیایی خانه، منطبق بر جهت اقلیمی شمال شرقی – جنب غربی، رون راسته است.




شکل ۴- فرآیند انتخاب نمونه ها در میان اقلیم Dsa

## ۴- تحلیل اقلیمی ساختمان های مسکونی

الگوهای سازماندهی فضاهای مسکونی، تحت تأثیر شرایط محیطی و از منطقه¬ای به منطقه دیگر متغیر هستند. به عبارت دیگر فضاهای مسکونی به¬عنوان یکی از مهمترین دغدغه در معماری بومی به¬شمار می¬آید که با رعایت اصل سازگاری با محیط، در اقلیم¬های مختلف، الگوهای کالبدی متفاوتی به¬خود گرفته است. این ویژگی¬ها و تفاوت¬ها می¬توانند به عنوان متغیرها و معیارهای تحلیل اقلیمی فضاهای مسکونی، در شهرها و میان اقلیم¬های مختلف منطقه مورد مطالعه فرض شوند. تعیین معیارها با

توجه به خصوصیات کالبدی مشترک در نمونه¬ها و همچنین میزان تاثیرپذیری از شرایط محیطی انجام می¬شود. معیارهای تحلیل با توجه¬به اهداف پژوهش یعنی پهنه بندی اقلیمی فضاهای مسکونی در منطقه سرد ایران انتخاب شده اند و غالب آنها معیارهای کمی بوده و یا نتیجه آنها بصورت کمی بیان می¬شود. داده های کمی امکان استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری در تحلیل نتایج را فراهم می¬سازد و در نتیجه پهنه بندی واقعی¬تری ارائه می¬گردد. همچنین انتخاب معیارها بر اساس عناصر مشترک در نمونه¬ها و بررسی تغییرات آنها و در سه گروه مرتبط با تناسبات کالبدی، سازماندهی فضایی و شرایط محیطی صورت می گیرد. برای ساده شدن جداول تحلیلی و همچنین قابلیت انتقال داده¬¬ها به نرم¬افزار تحلیلی، معیارها با حروف اختصاری نام گذاری شدند. با¬توجه¬به اینکه تفاوت در ابعاد و شکل، از مهمترین شاخص¬های گونه¬شناسی محسوب می¬شود، تناسبات کالبدی فضاهای مسکونی یکی¬از معیارهایی است که در بررسی تنوع الگوهای شاخص طراحی خانه¬ها در منطقه سرد درنظر گرفته خواهد شد. این¬گروه از معیارها شامل فرم ساختمان و جهت آن، ابعاد موقعیت فضاهای مسکونی نسبت به کل ساختمان، نسبت سطح بخش مسکونی هر جبهه ساختمان و سطح حیاط، نسبت سطح بخش مسکونی ساختمان در هرضلع به سطح کل زیربنای ساختمان، تناسب ابعاد نماها در هر جبهه از ساختمان، نسبت سطح بازشوها به سطح نما و نسبت سطح ساختمان به فضای سبز می باشد. معیارهای مرتبط با سازماندهی فضایی شامل موقعیت دسترسی ورود به ساختمان، سلسله مراتب ورود به ساختمان و ارتباط فضایی ساختمان به معبر و حیاط می باشد. از معیارهای مرتبط با شرایط محیطی نیز می توان به نسبت سطح بادخیز در جبهه های مختلف ساختمان و نسبت سطح آفتاب خیز در جبهه های مختلف ساختمان اشاره نمود.

### ۴-۱- تحلیل اقلیمی خانه های شاخص در میان اقلیم Dfa

طبق بررسی خانه¬های این میان اقلیم از حیث فرم ساختمان که بیانگر استقرار توده ساختمانی نسبت به کل زمین مورد احداث را بیان می¬کند و مشاهده شد که الگوی فرمی ساختمان با توده ساختمانی در یک طرف از حیاط (BF2) بیشترین تکرار را در میان نمونه¬ها داشته است. در حالیکه الگوی فرمی ساختمان با توده ساختمانی در دو جبهه ساخت در جهات مجاور هم (BF4) و الگوی حیاط با توده¬ساختمانی در سه طرف از حیاط (BF5) دراولویت¬های بعدی می¬باشد و سایر الگوها هم دارای کمترین تکرار می¬باشند. در بین الگوهای شاخص خانه¬ها در این میان اقلیم، اکثریت موارد در جهت شمالی- جنوبی(N-S) و به ترتیب کمترین موارد در جهت¬های شرقی-غربی (E-W) و شمال شرق- جنوب غربی (NE-SW) کشیدگی دارند. همچنین غالب نمونه¬ها در جهت شمالی (NS) دارای فضاهای مسکونی ساختمانی بوده و پس¬از آن جهت¬های جنوبی (SS) و شرقی (ES) با ۵ مورد و جهت غربی (WS) با ۴ مورد از خانه¬ها دارای محل استقرار فضاهای مسکونی ساختمانی می¬باشند. در معیار موقعیت دسترسی ساختمان، اکثریت تشابه موقعیت قرارگیری ورودی به ساختمان یا حیاط را در ضلع جنوب شرقی (SEL) با ۱۰ مورد می¬باشد و جهت¬های غربی (WEL) و شرقی (EEL) به ترتیب با ۸ و ۶ مورد دارای موقعیت دسترسی می¬باشد. علاوه بر این ورود به ساختمان در بیشتر موارد از طریق یک فضای رابط و به صورت غیرمستقیم (IDE) صورت می¬پذیرد و تنها یک مورد در بین خانه¬های این میان اقلیم موجود بود که بدون واسطه وارد فضای اصلی ساختمان می¬شود. در بیشتر نمونه¬ها، سطح پائین¬ترین طبقه ساختمان، از سطح حیاط (ACL) بالاتر می¬باشد و همچنین در اکثریت موارد، ورودی همسطح معبر بالاتر از معبر (APL) بوده و تعداد اندکی از خانه ها دارای ورودی همسطح حیاط (PL) می¬باشند. همچنین با توجه به میانگین مساحت فضای سبز در خانه های این میان اقلیم مشخص گردید که نسبت سطح ساختمان به سطح فضای سبز برابر ۱:۷/۴۸ می باشد.

### ۴-۲- تحلیل اقلیمی خانه¬های موردی شاخص در خانه¬های میان اقلیم Dfb

با بررسی خانه¬های موردی در این معیار مشاهده شد که الگوی استقرار توده ساختمانی نسبت به کل زمین را بررسی می¬کند که در این میان اقلیم، الگوی خانه¬های حیاط¬دار با سه طرف مقابل (BF5) بیشترین تکرار را در میان خانه¬ها داشته است. در حالیکه الگوی خانه¬های حیاط¬دار در یک جبهه حیاط (BF2) و الگوی خانه¬های حیاط¬دار در دو¬جبهه در جهات مجاور هم (BF5) با یک مورد تکرار کمتری داشته¬اند و سایر الگوها نیز فاقد دارا بودن در لیست الگوهای مختص به خود می¬باشند. در بین الگوهای شاخص خانه¬ها در این میان اقلیم، بیشتر خانه¬ها دارای جهت شمال شرقی- جنوب غربی(NE-SW) تعداد ۳ مورد و جهت شمالی-جنوبی (N-S)، تعداد ۲ مورد را شامل می¬شود و هیچ خانه¬ای در دسته بندی جهات الگوهای دیگر شامل نمی¬باشد. با توجه به نتایج اکثریت نمونه¬ها در جهت شمالی (NS) دارای توده فضاهای مسکونی ساختمانی بوده و پس¬از آن به غیر از جهت¬ جنوبی(SS) در موقعیت¬های جغرافیایی دیگر ساختمان استقرار داشته¬اند. همچنین در بین الگوهای مختلف در تمامی جهات دارای دسترسی به ساختمان یا حیاط می باشد و تفاوت فاحشی بین الگوها ملاحظه نمی گردد. سلسله مراتب ورود به ساختمان نیز در بیشتر موارد از طریق یک فضای رابط و به صورت غیرمستقیم (IDE) صورت می پذیرد و فقط در یک مورد ورود بدون واسطه به ساختمان یافت شد. با توجه به ارتباط فضایی ساختمان به معبر و حیاط در نمونه¬های این میان اقلیم این¬گونه برداشت شد که سطح پائین¬ترین بخش مسکونی ساختمان، بالاتر از سطح حیاط (ACL) می¬باشد و همچنین در همه موارد، سطح پائین¬ترین بخش مسکونی ساختمان بالاتر از سطح معبر (APL) با ۳ مورد و ورودی همسطح معبر (PL) با ۲ مورد را شامل می¬شود. علاه بر این با توجه به میانگین مساحت فضای سبز در خانه های این میان اقلیم مشخص گردید که نسبت سطح ساختمان به سطح فضای سبز برابر ۱:۹/۲۷ می باشد.

### ۴-۳- تحلیل اقلیمی در خانه های شاخص میان اقلیم Dsa

خانه های این میان اقلیم، الگوی حیاط با توده ساختمانی در دو طرف مقابل (BF5) و الگوی ساختمان با توده ساختمانی در چهار طرف حیاط (BF6) بیشترین تکرار را در میان نمونه ها داشته است، در حالیکه الگوی ساختمان با توده ساختمانی در یک، دو طرف حیاط (BF4)، (BF3)، (BF2) کمترین تکرار را دارد. الگو ساختمان با توده ساختمانی در مرکز حیاط (ویلایی) در بین خانه های این میان اقلیم وجود نداشت. در بین الگوهای شاخص در خانه¬های این میان اقلیم، ساختمان در جهت شمال- جنوبی (N-S)، بیشترین جهت¬گیری را داشته¬اند و در اولویت¬های بعدی موارد در جهت¬های شمال شرقی- جنوب غربی (NE-SW) و شمال غربی- جنوب شرقی (NW-SE)کشیدگی دارند. همچنین موقعیت فضاهای مسکونی ساختمان نسبت¬به کل ساختمان است که نشان می¬دهد که بیشتر نمونه¬ها در قسمت شمالی (NS) دارای کاربری مسکونی بوده و پس¬از آن جهت¬های جنوبی(SS)، شرقی (ES) و غربی (WS) محل استقرار عملکرد مسکونی در ساختمان می¬باشند. برای کاوش معیار موقعیت دسترسی

ساختمان، فزونی¬ترین تکرار موقعیت قرارگیری ورودی به ساختمان یا حیاط را در ضلع جنوب (SEL)و در اولویت¬های بعدی در ضلع¬های شرقی (EEL) و شمالی (NEL) و غربی (WEL) نشان می¬دهد. ورود به ساختمان در اکثریت موارد به وسیله یک فضای رابط و به طور غیرمستقیم (IDE) صورت می¬پذیرد به غیر از ۲ مورد که بدون واسطه وارد فضای اصلی ساختمان می-شود. با توجه به آمار مستخرج از تحلیل خانه ها در این میان اقلیم مشاهده شد که در اکثریت نمونه¬ها، سطح پائین ترین کاربری مسکونی طبقه ساختمان، بالاتر¬از سطح معبر (APL) وبالاتر¬از سطح حیاط (ACL) می-باشد. در اولویت بعدی همسطح بودن کاربری مسکونی ساختمان با¬حیاط و معبر ملاک می¬باشد. علاوه بر این با توجه به میانگین مساحت فضای سبز در خانه¬های این میان اقلیم مشخص گردید که نسبت سطح ساختمان به سطح فضای سبز برابر ۱:۱۲/۸۴ می باشد. جدول زیر مشخصات کالبدی نماینده هر سه گروه را نشان می دهد. لازم به ذکر است در جدول مذکور، مقادیر عددی نشان¬دهنده میانگین معیارها در نمونه¬های آن گروه می-باشد. در معیارهای کیفی نیز، حالتی از معیار که بیشترین تکرار را داشته است به عنوان نماینده گروه انتخاب شده است.

جدول ۱- مشخصات کالبدی نماینده گروه ها در طبقه بندی الگوهای خانه های بومی

| | مشخصات کالبدی | گروه اول | گروه دوم | گروه سوم |
|---|---|---|---|---|
| BF | فرم ساختمان | خانه های حیاط دار چهار جبهه BF2 | خانه های حیاط دار سه جبهه ساخت BF5 | خانه های حیاط دار یک جبهه ساخت BF6 |
| BO | جهت‌گیری ساختمان | شمال غربی - جنوب شرقی WN-SE | شمالی - جنوبی N-S | شمال شرقی - جنوب غربی NE-SW |
| BL | موقعیت فضاهای مسکونی نسبت‌به کل ساختمان | ضلع غربی WS | ضلع شمالی NS | ضلع جنوبی SS |
| CA:TBA | نسبت سطح بخش مسکونی هر جبهه ساختمان و سطح حیاط | نسبت سطح توده ساختمانی در ضلع غربی به سطح حیاط WCA:TBA | نسبت سطح توده ساختمانی درضلع جنوب‌شرقی به سطح حیاط SECA:TBA | نسبت سطح توده ساختمانی در ضلع شرقی به سطح حیاط ECA:TBA |
| BA:TBA | نسبت سطح بخش مسکونی ساختمان در هرضلع به سطح کل زیربنای ساختمان | نسبت سطح توده ساختمانی درضلع جنوب‌شرقی به سطح زیربنا SEBA:TBA | نسبت سطح توده ساختمانی در ضلع غربی به سطح زیربنا WBA:TBA | نسبت سطح توده ساختمانی درضلع شمال شرقی به‌سطح زیربنا NEBA:TBA |
| FDF | تناسب ابعاد نماها در هر جبهه از ساختمان | نسبت ارتفاع نمای شمال شرقی به عرض آن NEFH:W | نسبت ارتفاع نمای جنوب شرقی به عرض آن SEFH:W | نسبت ارتفاع نمای شمال غربی به عرض آن NWFH:W |
| OA:FA | نسبت سطح | نسبت سطح | نسبت سطح | نسبت سطح |
| | بازشوها به سطح نما | بازشوها به سطح نما در ضلع شمال غربی OA: WNFA | بازشوها به سطح نما در ضلع شمالی OA: NFA | بازشوها به سطح نما در ضلع شمال شرقی OA: ENFA |
| GA:CA | نسبت سطح ساختمان به فضای سبز | ۱:۷/۴۸ | ۱:۱۲/۸۴ | ۱:۹/۲۷ |
| BEL | موقعیت دسترسی ساختمان | دسترسی در ضلع شرقی EEL | دسترسی در ضلع جنوبی SEL | دسترسی در ضلع غربی WEL |
| BEH | سلسله مراتب ورود به ساختمان | ورود به ساختمان بصورت مستقیم از معبر DE | ورود به ساختمان یک فضای رابط IDE | ورود به ساختمان یک فضای رابط IDE |
| BSC | ارتباط فضایی ساختمان به معبر و حیاط | ورودی بالاتر از سطح حیاط ACL | ورودی بالاتر از سطح معبر APL | ورودی بالاتر از سطح معبر APL |
| BR:WD | نسبت سطح بادخیز در جبهه های مختلف ساختمان | بادخیزی سطح ساختمان در ضلع شمال شرقی NERW | بادخیزی سطح ساختمان در ضلع غربی WRW | بادخیزی سطح ساختمان در ضلع شمال غربی NWRW |
| BR:SD | نسبت سطح آفتاب خیز در جبهه های مختلف ساختمان | آفتاب خیزی سطح ساختمان در ضلع غربی WRS | آفتاب خیزی سطح ساختمان در ضلع جنوب شرقی SERS | آفتاب خیزی سطح ساختمان در ضلع جنوب غربی SWRS |

## ۵- خوشه بندی

معیارهای کیفی در این پژوهش به دو گروه ترتیبی و چند ارزشی تقسیم شدند که در هر گروه از معیارها، روش تبدیل به معیار کمی، متفاوت بود. معیارهای کیفی- ترتیبی، گزینه¬های مختلف یک شاخص هستند که ممکن است نسبت به هم برتری داشته باشند و در واقع قابلیت ارزش گذاری ندارند. به طور مثال سلسله مراتب ورود به ساختمان که ممکن است به¬صورت مستقیم و یا غیرمستقیم باشد و چون از نظر فرضیات پروژه (گونه¬شناسی اقلیمی خانه¬ها)، قابلیت ارزش¬گذاری ندارد، به¬صورت اعداد ترتیبی بیان می¬شود. در جدول ۴-۴۰ معیارهای کیفی- ترتیبی و تبدیل آنها به مقادیر کمی را نشان می¬دهد.

تعدادی از معیارهای کیفی در این پژوهش، معیارهای چند ارزشی بودند، به این معنی که می توان با توجه به میزان اهمیت شاخص¬ها، برای آنها وزن تعیین کرد. وزن دهی به شاخص ها، اهمیت زیادی در خوشه بندی دارد، زیرا فاصله اعداد در وزن دهی می¬تواند در طبقه بندی نمونه ها در بین خوشه¬ها تاثیر داشته باشد. به همین دلیل در وزن دهی دو معیار فرم ساختمان و موقعیت توده ساختمانی نسبت به کل زمین، به روش زیر عمل شد. با بررسی پلان خانه¬های مورد مطالعه، در خصوص نحوه توده گذاری پلان در جبهه های مختلف ساختمان، شش گونه به شرح زیر قابل بررسی و طبقه بندی است که شامل خانه های برونگرا که بنا در وسط حیاط یا باغ قرار

گرفته اند (BF1)، خانه های حیاط دار یک جبهه ساخت، در آن گونه عمدتاً بنا در جبهه ی شمالی حیاط واقع می¬گردد (BF2)، خانه های حیاط دار دو جبهه ساخت یا توده¬ی ساختمانی در جهات مقابل¬هم (BF3)، خانه¬های حیاط¬دار دو جبهه ساخت یا توده¬ی ساختمانی در جهات مجاور هم (BF4)، خانه های حیاط دار سه جبهه ساخت یا توده¬ی ساختمانی در جهات (BF5) و خانه های حیاط دار چهار جبهه ساخت یا توده¬ی ساختمانی در جهات (BF6). همچنین هر ساختمانی با توجه به قرارگیری توده¬های ساختمانی در هر یک از چهار جهت اصلی شمالی، جنوبی، شرقی و غربی و یا در جهت¬های فرعی شمال شرقی، جنوب شرقی، شمال غربی و جنوب غربی دارای ویژگی های خاصی می¬باشند و جهت¬گیری ساختمان تاثیرگذاری مستقیم در مقدار کسب شده انرژی خورشیدی در سطوح قائم و دریافت تابش دارد، میزان تابیده شدن انرژی خورشیدی بر سطوح قائم در جهت¬های مختلف ساختمان در تابستان و زمستان، مبنای وزن¬دهی به موقعیت¬های مختلف در تبدیل این معیار به مقادیر عددی می¬باشد.

جدول ۲- تبدیل معیار های کیفی- ترتیبی به معیار کمی

| معیار کیفی | شرح معیار | مقدار کمی معیار |
|---|---|---|
| جهت گیری ساختمان (BO) | N-S | ۴ |
| | E-W | ۱ |
| | NE-SW | ۲ |
| | NW-SE | ۳ |
| موقعیت دسترسی ساختمان (BEL) | NEL | ۳ |
| | SEL | ۱ |
| | EEL | ۲ |
| | WEL | ۲ |
| | NEEL | ۳ |
| | SEEL | ۱ |
| | NWEL | ۳ |
| | SWEL | ۱ |
| سلسله مراتب ورود به ساختمان (BEH) | DE | ۱ |
| | IDE | ۲ |
| ارتباط فضایی ساختمان به معبر و حیاط (BSC) | PL | ۲ |
| | BPL | ۱ |
| | APL | ۳ |
| | CL | ۲ |
| | BCL | ۱ |
| | ACL | ۳ |

برای خوشه بندی نمونه ها با استفاده از روش تاپسیس در ابتدا با استفاده از الگوریتم آنتروپی، وزن هریک از شاخص ها تعیین و با مشخص شدن وزن¬های تعدیل شده، براساس الگوریتم روش تاپسیس رتبه بندی شدند. بعد از تشکیل ماتریس تصمیم، الگوریتم تاپسیس ماتریس تصمیم نرمال شده را ایجاد شد و با بکاربردن ماتریس قطری، ماتریس بی¬مقیاس شده وزنی (V) به¬دست آمد. به¬دلیل فراوانی زیاد شاخص¬ها در این تحقیق و همچنین عددی بودن همه شاخص¬ها (بعد از تبدیل شاخص¬های کیفی به کمی)، خوشه بندی به روش Nearest neighbor (نزدیکترین همسایه) انجام شد. در مرحله بعد، نمونه¬های هر یک از میان اقلیم¬های Dfa، Dfb و Dsa به طور جداگانه خوشه بندی شدند. برای مشخص شدن بهترین تعداد خوشه در هر بخش، خوشه بندی در چند مرحله انجام شد. در هر مرحله از خوشه بندی، بر اساس فاصله عددی شاخص ها، نمونه ها در گروه های متفاوت توزیع می¬شوند و همچنین اعتبار خوشه ها از نظر پنج شاخص بدست آمد. با مقایسه مقدار این پنج شاخص در مراحل خوشه¬بندی، بهترین تعداد خوشه در هر محدوده تعیین گردید. مراحل خوشه بندی در محدوده میان اقلیم ها، چند بار تکرار و توزیع نمونه ها در این چند مرحله مقایسه گردید. از آنجا که همه معیارهای تحلیل در نهایت به صورت کمیت¬های عددی تبدیل شدند (پس از تبدیل معیارهای کیفی به کمی)، مقایسه نتایج تحلیل در نمونه¬های مختلف و همچنین در شهرها و میان اقلیم¬ها به سادگی امکان پذیر شد. نتایج تحلیل اقلیمی نمونه خانه های شاخص در میان اقلیم¬های سه¬گانه در جداول ۴-۴۶، ۴-۵۰ و ۴-۵۴ جمع بندی شده است. دامنه اعداد در هر معیار نشان دهنده نزدیکی خصوصیات نمونه ها به هم می باشد. بر اساس نتایج، خانه جمالی زنجان در میان اقلیم Dfa، خانه تقوی اردبیل در میان اقلیم Dfb و خانه سیفی همدان در میان اقلیم Dsa به عنوان نزدیکترین همسایگی از نظر شباهت¬های مرتبط با تناسبات کالبدی، سازماندهی فضایی و معیارهای مرتبط با شرایط محیطی را با میانگین خانه های دیگر را دارد. از طرفی دیگر، خانه لاله¬ای تبریز در میان اقلیم Dfa، خانه خلیل¬زاده اردبیل در میان اقلیم Dfb و خانه منزوی شهرکرد و مشیرالدیوان سنندج در میان اقلیم Dsa به عنوان دورترین فاصله از شاخص ها و معیارهای مرتبط با شرایط محیطی را دارد.

جدول ۳- تبدیل معیار های کیفی- چند ارزشی به معیار کمی

| معیار کیفی | شرح معیار | وزن معیار |
|---|---|---|
| فرم ساختمان (BF) | BF1 | ۱ |
| | BF2 | ۳ |
| | BF3 | ۲ |
| | BF4 | ۴ |
| | BF5 | ۵ |
| | BF6 | ۴ |
| موقعیت فضاهای مسکونی ساختمان نسبت به کل ساختمان (BL) | NS | ۵ |
| | SS | ۱ |
| | ES | ۲ |
| | WS | ۳ |
| | NES | ۴ |
| | SES | ۲ |
| | NWS | ۴ |
| | SWS | ۲ |

در خوشه بندی در محدوده اقلیم D مراحل خوشه بندی به تعداد خانه¬های موردی تکرار شد و سی ویک نمونه که شامل تمامی خانه¬های سه میان اقلیم می¬باشد را شامل گردید. با توجه¬به نتایج، به ترتیب خانه جمالی شهر زنجان، خانه مبشری اردبیل و خانه ساوجبلاغی شهر تبریز دارای نزدیکترین همسایگی با میانگین مجموع نمونه¬ها می باشند و در آن طرف دیگر به ترتیب، خانه لاله¬ای شهر تبریز، خانه مشیرالدیوان شهر سنندج و خانه منزوی شهر شهرکرد به دلیل اختلاف عددی نسبت به سایر نمونه¬ها به عنوان دورترین همسایگی با میانگین معرفی می¬گردند.

جدول ۴- توزیع اعضای خوشه ها در محدوده اقلیم Dfa

| تعداد خوشه ها | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | خوشه | ۱ | ۲ | | | | | |
| | تعداد اعضا | ۱۰ | ۱ | | | | | |
| ۳ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | | | | |
| | تعداد اعضا | ۹ | ۱ | ۱ | | | | |
| ۴ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | | | |
| | تعداد اعضا | ۶ | ۳ | ۱ | ۱ | | | |
| ۵ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | | |
| | تعداد اعضا | ۶ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | | |
| ۶ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | |
| | تعداد اعضا | ۵ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ | |

جدول ۵- توزیع اعضای خوشه ها در محدوده اقلیم Dfb

| تعداد خوشه ها | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | خوشه | ۱ | ۲ | | |
| | تعداد اعضا | ۴ | ۱ | | |
| ۳ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | |
| | تعداد اعضا | ۳ | ۱ | ۱ | |

جدول ۶- توزیع اعضای خوشه ها در محدوده اقلیم Dfs

| تعداد خوشه ها | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | خوشه | ۱ | ۲ | | | | | | |
| | تعداد اعضا | ۱۴ | ۱ | | | | | | |
| ۳ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | | | | | |
| | تعداد اعضا | ۱۳ | ۱ | ۱ | | | | | |
| ۴ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | | | | |
| | تعداد اعضا | ۱۲ | ۱ | ۱ | ۱ | | | | |
| ۵ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | | | |
| | تعداد اعضا | ۱۰ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | | | |
| ۶ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | | |
| | تعداد اعضا | ۸ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | | |
| ۷ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | |
| | تعداد اعضا | ۷ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ | |
| ۸ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ |
| | تعداد اعضا | ۷ | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ |

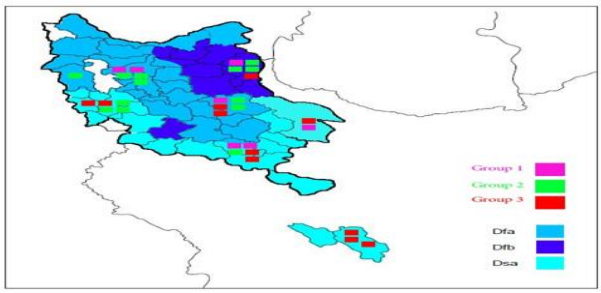
جدول ۷- توزیع اعضای خوشه ها در محدوده اقلیم D

| تعداد خوشه ها | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | خوشه | ۱ | ۲ | | | | | | | |
| | تعداد اعضا | ۳۰ | ۱ | | | | | | | |
| ۳ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | | | | | | |
| | تعداد اعضا | ۲۹ | ۱ | ۱ | | | | | | |
| ۴ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | | | | | |
| | تعداد اعضا | ۲۸ | ۱ | ۱ | ۱ | | | | | |
| ۵ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | | | | |
| | تعداد اعضا | ۲۷ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | | | |
| ۶ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | | | |
| | تعداد اعضا | ۲۲ | ۱ | ۱ | ۵ | ۱ | ۱ | | | |
| ۷ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | | |
| | تعداد اعضا | ۲۲ | ۱ | ۱ | ۳ | ۱ | ۲ | ۱ | | |
| ۸ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | |
| | تعداد اعضا | ۲۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | |
| ۹ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ |
| | تعداد اعضا | ۲۱ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ |
| ۱۰ | خوشه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ |
| | تعداد اعضا | ۲۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ |

## بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق تحلیل اقلیمی خانه های بومی و مقایسه ویژگی های کالبدی نمونه ها در شهرها و میان اقلیم های مختلف منطقه مورد مطالعه، بر اساس معیارهای مشخص شده انجام شد. تعیین معیارها با توجه به خصوصیات کالبدی و اقلیمی مشترک در نمونه ها و همچنین میزان تاثیرپذیری از شرایط محیطی انجام شده است. همچنین الگوهای کالبدی متفاوت به عنوان متغیرها و معیارهای تحلیل اقلیمی در خانه های بومی شهرها و میان اقلیم¬های مختلف منطقه مورد مطالعه فرض شد و خانه¬ها در نمونه¬های انتخاب شده براساس سه گروه معیار شامل معیارهای مرتبط با تناسبات کالبدی، معیارهای مرتبط با سازمان¬دهی فضایی و معیارهای مرتبط با شرایط محیطی تحلیل شدند. چگونگی شکل گیری فضاهای سکونتگاهی به دلیل ضرورت انطباق پذیری آنها با شرایط محیطی، بیش از هر چیز از پدیده های محیط طبیعی تأثیر پذیرفته اند. بنابراین انتظار می رود که ساختار و عناصر معماری در هر منطقه دارای الگوهای مطابق با شرایط اقلیمی آن منطقه باشد. از سوی دیگر تغییر در عوامل محیطی، شکل معماری متفاوتی ایجاد می کند که نتیجه تفاوت در عناصر معماری و شکل گیری الگوهای متنوع می گردد. در این میان، فضاهای علکردی خانه های بومی نیز به عنوان یکی از فضاهای شاخص معماری مسکونی، دارای ویژگی های کالبدی خاصی است که در هر منطقه اقلیمی، با الگوهای مشخصی مطابقت می یابد. الگوهای خانه های شاخص در منطقه اقلیم سرد ایران نیز دارای تنوع در عناصر، ساختار و تناسبات می باشد که دامنه این تغییرات در جریان سازگاری با شرایط محیطی و اقلیمی شکل می گیرد. بر این اساس فرضیه این پژوهش به این صورت بیان گردید: "به نظر می¬رسد الگوهایی برای ساماندهی اقلیمی فضاهای عملکردی در بناهای مسکونی مناطق سرد ایران وجود دارد."

به منظور مشخص شدن دامنه تغییرات و تفاوت عناصر در فضاهای عملکردی ساختمان، تعداد زیادی معیارهای تحلیل درنظر گرفته شد که مقایسه نتایج ارزیابی این معیارها به تعیین گونه های اقلیمی خانه های شاخص در منطقه سرد ایران انجامید. اگرچه مقایسه الگوهای کالبدی مختلف، عناصر متفاوتی را نشان می دهد، اما به طور کلی در بیشتر خانه های مناطق سرد، الگوهای اقلیمی مشخصی دیده می¬شود. نتایج طبقه¬بندی الگوهای کالبدی فضاهای عملکردی نشان می¬دهد که ساماندهی الگوهای فضاهای عملکردی دارای ساختار کالبدی مشابهی هستند و بانگاهی به نقشه پراکندگی این الگوها در منطقه مشخص می¬گردد که توزیع گونه¬های اقلیمی خانه ها را در میان اقلیم¬ها نشان می¬دهد.




شکل ۵- نقشه پراکندگی خوشه ها در اقلیم سرد و میان اقلیم ها

همانطور که در جدول ۸ مشاهده می¬شود الگوهای اقلیمی شماره ۲ در میان اقلیم¬های Dfa و Dfb و همچنین الگوی اقلیمی شماره ۳ در میان اقلیم Dsa بیشتر دیده شده و علاوه بر این دارای بیشترین تعداد تکرار می باشد که این دو گونه می توانند به¬عنوان الگوی غالب در میان اقلیم ها نیز نامیده شوند. بنابراین با وجود تنوع و تفاوت در خصوصیات کالبدی، الگوهای مشابهی در ساختار اقلیمی خانه های شاخص در منطقه سرد ایران مشاهده می گردد. از آنجا که معیارهای تحلیل اقلیمی بر اساس عناصر کالبدی مشترک در نمونه ها و همچنین تفاوت و تشابه در خصوصیات آنها انتخاب شده اند، نزدیکی معیارها در تحلیل اقلیمی الگوهای فضاهای عملکردی به معنی تشابه زیاد و تفاوت کم می¬باشد. همانطور اشاره شد، روش تجزیه و تحلیل داده های پژوهش، خوشه بندی داده ها بوده است که بر مبنای نزدیکی و دوری معیارها انجام می¬گردد. به این معنی که در مراحل خوشه بندی، معیارهای نزدیک به هم در خوشه های (الگوهای) مشابه طبقه بندی می¬شوند.

جدول ۸- توزیع گونه های اقلیمی فضاهای عملکردی در میان اقلیم ها

| میان اقلیم | گونه اقلیمی خانه ها | تعداد | گونه غالب |
|---|---|---|---|
| Dfa | گونه ۱ | ۳ | گونه ۲ |
| | گونه ۲ | ۶ | |
| | گونه ۳ | ۲ | |
| Dfb | گونه ۱ | ۱ | گونه ۲ |
| | گونه ۲ | ۳ | |
| | گونه ۳ | ۱ | |
| Dsa | گونه ۱ | ۳ | گونه ۳ |
| | گونه ۲ | ۴ | |
| | گونه ۳ | ۸ | |

طراحی فضاهای عملکردی در بناهای بومی شامل یک سری اصول علمی و کابردی می باشد که در نظر گرفتن این اصول در طراحی ابنیه توسط طراحان و معماران منجر به طراحی فضاهای بهینه از نظر آسایش انسان و صرفه جویی در مصرف انرژی می¬شود. در این پژوهش، نتایج تحلیل اقلیمی خانه¬ها در مناطق سردسیر را می توان به صورت زیر بیان کرد:

مقایسه فرم حیاط و قرارگیری چند توده ساختمانی در ضلع های مختلف آن نشان می دهد که تفاوت شرایط فصلی موجب تغییرمحل کاربری مسکونی در اقلیم می¬شود. مقدار حرارت را در زمستان از دست بدهد و در تابستان نیز کمترین مقدار حرارت را از آفتاب و محیط اطراف دریافت کند.

جهت گیری شمالی – جنوبی در اقلیم سرد نشان می¬دهد که قرارگیری فضاهای عملکردی در این اقلیم مطابق با جهت تابش آفتاب شکل گرفته است و جبهه شمال و غرب به علت مسائل اقلیمی، نور گیری مناسب و استفاده از آفتاب در فصل های سرد سال، در تمامی خانه ها مورد توجه بوده است.

ابعاد بازشوها در این حوزه اقلیمی برای استفاده از انرژی حرارتی حاصل از تابش آفتاب افزایش یافته است .

بیشتر بودن سطح سبز در اقلیم سرد اهمیت تامین رطوبت فضای خانه را در این منطقه نشان می دهد.

نسبت کم سطح حیاط به سطح توده ساختمانی در اقلیم سرد بیانگر نیاز حرارتی در فصل بحرانی (زمستان) است.

بزرگ بودن سطح توده ساختمانی در ضلع رو به آفتاب (ضلع شمال) در اقلیم سرد نشان دهنده سازگاری با شرایط فصلی و بهره گیری از تابش آفتاب در زمستان بسیار سرد و طولانی این منطقه است.

تفاوت ارتفاع در ضلع های مختلف ساختمان در این اقلیم، اهمیت تابش به سطح ضلع شمالی در اقلیم سرد را نشان می¬دهد و بیانگر باعث حفظ حرارت درون ساختمان است.

مطالعه ساختار کالبدی فضاهای عملکردی در این منطقه اقلیمی متفاوت نشان می دهد که طراحی فضاهای عملکردی بر اساس نیازهای اقلیمی هر منطقه شکل گرفته یا تغییر کرده است. بر این اساس و با توجه به نتایج بدست آمده، فرضیه این پژوهش در قالب یک نظریه و به صورت زیر استنتاج می گردد که سازگاری اقلیمی فضاهای عملکردی خانه¬های منطقه سرد ایران، الگوهای مشابه خانه¬های شاخص را در این اقلیم شکل داده است.

## مراجع


۱. روحی‌زاده، امیررضا؛ فرخزاد، محمد، (۱۴۰۰)، "تنظیم شرایط محیطی"، انتشارات عصر کنکاش، چاپ هفتم.

۲. سجادزاده، حسن، زنده دل چگینی، امین، رشنو، کیانوش، (۱۳۹۵)، "آسایش حرارتی در خانه های مناطق سرد و کوهستانی (مطالعه موردی خانه های سنتی بروجرد)، کنفرانس دوسانه جامعه و معماری معاصر.

۳. طبیبی، جمال‌الدین؛ ملکی، محمدرضا؛ دلگشایی، بهرام؛ (۱۳۹۳). " پایان‌نامه، رساله، طرح پژوهشی و مقاله علمی"، انتشارات فردوس، چاپ پنجم، ص۷۷.

۴. قربانیان و شکیبامنش، ۱۳۸۵.

۵. کینگ، ۱۳۹۹.

٦. معماریان، غلامحسین؛ طبرسا، محمدعلی؛ (۱۳۹۲)، "گونه و گونه شناسی معماری"، شریه علمی- پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، شماره ۶، صص.۱۰۳-۱۱۴

۷. نکوزاده، مهسا؛ جمشیدی، مهران، (۱۳۹۶)، بررسی و مطالعه شاخص های اقلیمی در مناطق سرد و کوهستانی (خانه اسحاقی چالشتر، شهرکرد)، انتشارات سومین همایش ملی عمران، معماری، شهرسازی و مدیریت انرژی، ۱۳۹۶

۸. وثیق، بهزاد؛ رضایی، مسعود، (۱۳۹۳)، واکاوی معماری پایدار در مسکن بومی روستایی اقلیم سرد و کوهستانی ایران، طحان (وابسته به شرکت طحان گستر راگا).