[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

مطالعات محیطی هفت حصار شماره سی‌وسوم/ سال نهم/ پاییز ۱۳۹۹
صفحات ۴۲-۲۳

# تبیین معیارهای کالبدی موثر بر عملکرد حرارتی گونه‌های مختلف خانه‌های تاریخی شهر همدان*

جواد قیاسوند**، ژاله صابرنژاد***، منصوره طاهباز****، فریبرز دولت‌آبادی*****

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۳/۲۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۶/۱۷

## چکیده

همدان به عنوان یکی از کهن‌ترین شهرهای ایران زمین، از قدمت چند هزار ساله‌ای برخوردار است. کهن‌ترین آثار شاخص خانه در شهر همدان مربوط به دوره‌ی اشکانی است که طی کاوش‌های باستان‌شناسی دهه‌ی هفتاد هجری شمسی، بقایای آن در تپه‌ی هگمتانه کشف شده است. از دوره‌ی قاجار و پس از آن، آثار معماری قابل توجهی به جا مانده است که در این میان سهم خانه‌ها نیز قابل توجه است. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و ماهیت آن یک تحقیق آمیخته است که از روش‌های کیفی و کمی بهره می‌گیرد. در ابتدا به بررسی علمی اقلیم شهر همدان بر اساس مشخصات آب‌وهوایی بلندمدت(۱۹۷۶ تا ۲۰۱۵) می‌پردازیم و سپس تعداد ۳۳ خانه که واجد اطلاعات و مدارک کامل بودند، با تحلیل ساختاری ویژگی‌های کالبدی مشترک خانه‌ها بر اساس شاخص‌های تاثیرگذار بر عملکردحرارتی آن‌ها گونه‌بندی می‌شوند. در مرحله بعدی جهت بررسی عملکرد حرارتی خانه‌ها منتخب از روش شبیه‌سازی رایانه‌ای استفاده می‌شود و نتایج براساس نگرش مقایسه‌ای و آزمون همبستگی تحلیل می‌گردند. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، می‌توان خانه‌های تاریخی موجود در شهر همدان را به سه گونه، بر اساس معیارهای کالبدی موثر بر عملکردحرارتی خانه‌ها در بازه‌ی زمانی قاجار تا پهلوی دسته بندی کرد:
گونه‌ی A: خانه‌های دوره‌ی قاجار که به صورت درونگرا با حیاط مرکزی و فضای اندرونی و بیرونی بوده است.
گونه‌ی B: خانه‌های مربوط به دوران اواخر قاجار و پهلوی اول که تلفیقی از گونه‌ی درونگرا و برونگرا هستند.
گونه‌ی C: خانه‌هایی که با تأثیرپذیری از فرهنگ معماری غرب پلان‌ها در آن‌ها برونگرا شده است.
همچنین نتایج تحلیل همبستگی نشان می‌دهد که بین شاخص‌های نسبت سطح کل زیر بنا به حجم (A/V)، نسبت فضای پر به خالی (تراکم)، ضخامت دیوارهای خارجی و جرم حرارتی و میزان مصرف انرژی همبستگی معکوس و با شدت زیاد وجود دارد، درحالی‌که بین شاخص‌های نسبت سطح بازشو به سطح جانبی بنا و مساحت حیاط و میزان مصرف انرژی همبستگی مستقیم و با شدت زیاد وجود دارد و بین شاخص‌های نسبت ارتفاع به عرض حیاط (H/W)، نسبت ارتفاع به طول حیاط (H/L) و نسبت سطح جانبی به حجم (S/V) و میزان مصرف انرژی همبستگی مستقیم و با شدت کم وجود دارد.

## واژگان کلیدی

معیارهای کالبدی، عملکردحرارتی، گونه‌شناسی، شبیه‌سازی، خانه‌های تاریخی همدان.

* این مقاله مستخرج از رساله دکتری جواد قیاسوند با عنوان« تدوین گونه‌شناسی اقلیمی و ارزیابی عملکرد حرارتی خانه‌های تاریخی شهر همدان» می‌باشد که در دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران‌جنوب تحت راهنمایی دکتر ژاله صابرنژاد و مشاوره دکتر منصوره طاهباز و دکتر فریبرز دولت‌آبادی به انجام رسیده است.

** دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ja.ghiasvand@gmail.com
*** استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). jsabernejad@yahoo.com
**** دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. m58tahbaz@yahoo.com
***** استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. f.dolatabadi@wtiau.ac.ir


©: IAUH
ISSN: 2322-5602

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

## مقدمه

بافت مناطق تاریخی دوره‌ی اسلامی نشان می‌دهد که عوامل مختلفی چون اقلیم و فرهنگ بر چگونگی ساختار و شکل‌گیری خانه‌های مسکونی تأثیرگذار بوده است. خانه‌های تاریخی، نماد سازگاری انسان با محیط پیرامون و چگونگی بهره‌مندی بهینه از نیروهای طبیعی است(زارعی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۴). در معماری سنتی ایرانی، اقلیم عامل مؤثری در جهت‌گیری، سازماندهی فضایی، شکل، نوع سازه، مصالح و عناصر و اجزای بناها بوده است(زینلیان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۷). معماری سنتی در کشور ایران با مناطق اقلیمی متفاوت و شرایط متغیر آب‌وهوایی در فصول مختلف سال، راه‌حل ها و شیوه‌های منطقی و مناسب جهت فراهم نمودن شرایط آسایش انسان ابداع و ارائه نموده است، که نیاز به بررسی دقیق و اصولی دارد. شناخت معماری سنتی و الگوهای غالب در گونه شناسی معمارانه ابنیه سنتی، نیازمند بازشناسی الگوها و ویژگی‌های کالبدی آن‌ها بوده و نحوه‌ی رفتار اقلیمی فضاهای ساختمان‌ها، نیازمند مطالعه عملکردحرارتی آن‌ها می‌باشد. ارزیابی عملکردحرارتی ساختمان منوط به توجه همزمان و مطالعه‌ی دقیق بسیاری از ویژگی‌های معماری است که بر شرایط داخلی ساختمان تاثیر می‌گذارد. یکی از این ویژگی های معماری که می تواند در میزان مصرف انرژی ساختمان موثر باشد، ویژگی های کالبدی ساختمان است، که عبارتند از: قرارگیری موثر عناصر کدر و شفاف پوسته خارجی ساختمان در مقابل خورشید، کسب موثر گرمای خورشید توسط ساختمان، سرعت کسب یا اتلاف گرما از محیط پیرامون به وسیله ی همرفت و هدایت و توانایی ساختمان در جهت دریافت تهویه طبیعی و سرمایش غیر فعال(رازجویان،۱۳۹۳: ۷). پوسته‌ی ساختمان به عنوان واسطه اصلی بین فضای داخل و خارج، نقش قابل توجهی در تعدیل شرایط آب و هوایی و تامین آسایش ساکنین و در نتیجه کاهش بارهای سرمایشی و گرمایشی دارد. یکی از ویژگی های موثر در تنظیم وضعیت محیطی داخلی مناسب برای ساختمان، کنترل دمای فضای درونی بر اساس تغییرهای گرمایی بیرون است. این مهم با شناخت ویژگی های مصالح به کار رفته در جداره های خارجی و عملکرد فیزیکی آنها در برابر کاهش یا افزایش دمای محیط داخل ممکن است(پوردیهیمی،۱۳۹۰: ۷۸). در روند انجام تحقیق با مشخص نمودن متغیرهای مورد مطالعه تلاش می‌گردد تا با ارایه مشخصات کالبدی خانه‌های تاریخی شهر همدان به بررسی عملکرد حرارتی آن ها پرداخته شود. در ایران یکی از اقلیم هایی که توجه به شرایط زیست محیطی به منظور رسیدن به معماری همساز با اقلیم در آن نقش حیاتی دارد، اقلیم سرد وکوهستانی است که با سرمای شدید مواجه است. این پژوهش درصدد است که با تدوین گونه‌شناسی اقلیمی خانه‌های اقلیم سرد شهر همدان و شناخت عوامل اقلیمی و ویژگی‌های کالبدی خانه‌های تاریخی این شهر، تاثیر آن‌ها را بر عملکردحرارتی این گونه ها بررسی نماید. عملکردحرارتی این بناها تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار دارند که یکی از این موارد، معیارهای کالبدی آن‌ها است، بنابراین پژوهش حاضر دارای اهداف زیر می باشد:

۱- تبیین گونه‌شناسی اقلیمی خانه‌های تاریخی شهر همدان بر اساس معیارهای کالبدی موثر بر عملکرد حرارتی آن‌ها.

۲- بررسی علمی عملکردحرارتی خانه‌های تاریخی شهر همدان بر اساس معیارهای کالبدی آن‌ها.

در طی دهه‌های اخیر رشد سریع شهر همدان موجب تغییر کلی سیما و معماری آن شده است. به منظور حفظ و صیانت از هویت معماری شهر همدان، بازشناسی و معرفی خصوصیات کالبدی، به ویژه الگوی خانه‌های تاریخی آن حائز اهمیت است. بنابراین این پژوهش درصدد است که با شناخت عوامل اقلیمی و معیارهای کالبدی خانه های تاریخی شهر همدان به ارزیابی عملکردحرارتی آن‌ها بپردازد و به سوالات زیر پاسخ دهد:

۱- خانه‌های تاریخی شهر همدان از نظر عملکرد اقلیمی به چندگونه تقسیم می شوند؟

۲- تاثیر معیارهای کالبدی خانه‌های تاریخی شهر همدان بر عملکردحرارتی آن‌ها چگونه است؟

## روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و ماهیت آن یک تحقیق آمیخته است که از روش‌های کیفی و کمی بهره می‌گیرد. نوع اول استفاده از تکنیک‌های پژوهش کیفی و نوع دوم استفاده از تکنیک نرم‌افزاری و بررسی ویژگی‌های کالبدی خانه‌ها به منظور دستیابی به پژوهش کمی است که در این تحقیق به صورت موازی انجام می‌شود. در این تحقیق ابتدا داده‌های آب‌وهوایی و عوامل و مولفه‌های اقلیمی شهر همدان در بازه‌ی زمانی ۴۰ ساله(۱۹۷۶ تا ۲۰۱۵) جمع‌آوری شده و برای تحلیل آن‌ها از نرم‌افزار کلایمت‌کانسالتنت[1] استفاده می‌شود. عوامل اقلیمی مانند: دما، رطوبت، باد و... به عنوان متغیر مستقل، عملکرد حرارتی خانه‌ها به عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های کالبدی خانه‌ها به عنوان متغیر تعدیلگر در این پژوهش مورد مطالعه قرارمی‌گیرند. متغیر تعدیل‌گر به معنی توصیف متغییر مستقل معینی به کار می‌رود و دومین متغییر مستقلی است که به خاطر تعیین رابطه بین اولین متغییر مستقل و وابسته انتخاب شده و مورد تجزیه تحلیل قرار می‌گیرد. در بخش دیگری از

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

پژوهش با رجوع به منابع مکتوب و کتابخانه‌ای، همزمان با مطالعه‌ی میدانی و مراجعه به نمونه خانه‌های تاریخی شهر همدان که در فهرست آثار ملی ثبت شده‌اند، به گونه‌بندی خانه‌های منتخب بر مبنای معیارهای کالبدی خانه‌ها که بر عملکرد حرارتی آن‌ها تاثیر می‌گذارند، پرداخته می‌شود. بدین منظور مولفه‌هایی نظیر؛ زاویه‌ی چرخش خانه نسبت به جبهه‌ی جنوبی، شکل خانه(توده‌گذاری پلان در جبهه‌های مختلف ساختمان)، توده‌گذاری طبقات، مساحت حیاط و میزان سطح بازشوها در نمای ساختمان و ... به عنوان معیارهای گونه‌بندی انتخاب گردید. در مرحله بعدی و پس از گونه‌شناسی اقلیمی جهت بررسی عملکرد حرارتی آن‌ها از روش شبیه‌سازی رایانه‌ای استفاده می‌شود. برای این منظور از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر[۲]، کمک گرفته می‌شود. سپس درتحلیل داده‌ها، از روش آماری آزمون همبستگی استفاده می‌شود. در انتها نیز با روش قیاسی به مقایسه عملکردحرارتی خانه‌ها پرداخته می‌شود و نتایج مورد بازخوانی قرارمی‌گیرد. جامعه‌ی آماری مورد بررسی برای نمونه‌گیری، خانه‌های تاریخی شهر همدان می‌باشد. و از روش نمونه‌گیری موردی(مطالعه‌ی موردی) استفاده می‌گردد که در این روش، پژوهش به یک گروه یا واحد که اغلب دارای یک ویژگی یا صفت مشابه است و اندازه یا حجم آن نیز کوچک است، محدود می‌شود.

## پیشینهٔ پژوهش

در دهه‌ی ۱۹۷۰ به دنبال افزایش آگاهی عمومی در خصوص مسائل زیست‌محیطی، بحث‌هایی در زمینه توسعه پایدار مطرح شد که از شاخه‌های آن معماری پایدار بود. به این ترتیب رویکرد معماری اقلیمی که ریشه‌ای دیرینه در مسکن بومی جهان داشت در قالب یکی از شاخه‌های معماری پایدار مجددا توسط محققین و معماران بسیاری پیگیری شد(نیک‌قدم، ۱۳۹۴: ۷۸). درخصوص این نوع پژوهش، سعد و همکاران به گونه‌شناسی خانه‌ی سنتی مالایی پرداخته‌اند. در این پژوهش تمرکز بر ارزیابی عملکرد حرارتی داخلی این خانه و همچنین بررسی و تحلیل شرایط حرارتی داخل ساختمان می‌باشد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان می دهد که فضاهای این خانه عملکرد حرارتی ضعیفی دارد اما هنوز هم برای ساکنان با فضای باز قابل قبول است و امکان عبور آسان هوا و تهویه مناسب را فراهم می‌کند (Saad et al, 2019, 1761-1770). مارتینز و همکاران ساختارهای بومی خانه‌های اسپانیا را به صورت مدلی از گونه‌ی معماری اقلیمی مورد مطالعه قرار داده‌اند که هدف از این مطالعه دستیابی به استراتژی‌های طراحی استفاده شده در ساختارهای گونه‌ی بومی همساز با محیط است. نتایج این تحقیق می‌تواند به دو صورت قابل استفاده باشد: ۱- ارائه ساختارهای بومی به صورت راهکارهای اقلیمی ویژه. ۲- انتقال راهکارهای اقلیمی استفاده شده در گونه‌های بومی به ساختارهای عصر حاضر. پژوهشگران پس از دسته‌بندی گونه خانه‌های مورد مطالعه، راهکارهای بهینه به کار رفته در گونه‌ها را ارائه کرده‌اند(Martins et al, 2012). مانیگلو و ییلماز به بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌های اصول خانه‌های سنتی در اقلیم گرم‌وخشک ترکیه می‌پردازند. این مطالعه در شهر ماردین بر روی ۱۰۰ بنا انجام شده است. نتیجه تحقیق بیانگر آن است که استانداردهای طراحی عصر حاضر بر اساس روز- درجه برای مشخص نمودن شرایط اقلیمی ترکیه، مسئله ای است که به هدایت نادرست معماران در طراحی معماری در شهرهای ماردین و استانبول منجر شده است. و نیز در جاهایی که اقلیم قاره‌ای دارند، عملکردحرارتی بنا بایستی توسط مدل دینامیکی محاسبات انتقال گرما در مرحله طراحی مورد توجه قرار گرفته و ظرفیت گرمایی کالبد ساختمان مطالعه گردد (Manioglu & Yılmaz, 2008: 1301-1309). اویکونوموآ و بوجیاتیوتیب به مطالعه‌ی گونه‌شناسی ۴۰ مورد از خانه‌های شهر فلورینا[۳] در کشور یونان پرداخته‌اند که دارای اقلیم سرد قاره‌ای می‌باشد. در این تحقیق پس از گونه شناسی خانه های اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن۲۰، پارامترهای اقلیمی در داخل و خارج ساختمان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد همان‌طور که راپاپورت اذعان داشته، فرم خانه بر اساس تعدادی از پارامتر های اجتماعی- فرهنگی و شرایط اقلیمی می باشد، مصالح و تکنیک ها تنها عامل شکل‌دهنده نیستند بلکه در راستای تصمیم گرفته شده تسهیل کننده انتخاب می‌باشند (Oikonomoua & Bougiatiotib, 2011: 669-689). کاس و همکاران در پژوهشی به بررسی عملکرد حرارتی خانه‌های آجری تاریخی اقلیم شمالی اروپا(کشور لتونی) می‌پردازند و با گونه‌شناسی این بناها، تجزیه و تحلیل مصرف انرژی گرمایی آن‌ها را بررسی می‌کنند. بر اساس نتایج این پژوهش مصرف انرژی گرمایشی در ساختمان‌های آجری تاریخی پایین‌تر از مقدار متوسط در لتونی است، اما در مقایسه با ساختمان‌های جدید، هنوز بسیار بالا تلقی می‌شود (Kass et al, 2015, 244 – 238). فیلوکیپرو و همکاران در پژوهشی گونه‌شناسی کالبدی ساختمان‌های تاریخی و شناسایی عوامل و عناصر موثر در بهبود آسایش حرارتی در محیط داخلی معماری بومی شهر نیکوزیا در کشور قبرس می‌پردازد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بناهای حیاط مرکزی با فضاهای نیمه‌باز و مصالح بومی عملکرد بهتری دارند(Philokyprou et al, 2013). همچنین با نگاهی به پژوهش‌های بین‌المللی دیگر انجام شده می‌توان گفت که تدقیق در بحث گونه‌شناسی، بررسی‌های اقلیمی و شبیه‌سازی رایانه‌ای در بسیاری از کشورها از جمله: ترکیه، هندوستان، یونان، ژاپن، چین و کره یعنی کشورهایی با قدمت تاریخی و غنی از آثار تاریخی و قدیمی، روند رو به رشدی دارد.

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

این موضوع در طی دهه‌های اخیر در کشور ما نیز مورد توجه قرارگرفته است. محمد ابراهیم زارعی و همکاران در کتاب خانه‌های قدیمی همدان، ضمن معرفی شهر همدان به بررسی کالبدی و گونه‌شناسی تاریخی خانه‌های قدیمی این شهر پرداخته‌اند(زارعی و همکاران، ۱۳۹۷). مرادی و همکاران با بررسی ساختارکالبدی، الگوها و گونه‌های متنوع حیاط مرکزی در مساکن سنتی تبریز بر اساس مولفه‌های موثر بر رفتار حرارتی حیاطها به گونه‌شناسی این خانه‌ها پرداخته‌اند. نتایج حاصل از گونه‌بندی بر اساس زاویه چرخش حیاطها نشان داد که علاوه بر عوامل محیطی، عوامل فرهنگی نظیر جهت قبله تاثیر پر رنگی در جهت‌گیری خانه‌ها و بافت شهر داشته است. فراوانی و غلبه چرخش حیاطها به سمت جنوب‌غربی در یافته‌های حاصل از گونه‌بندی، غالب بودن تاثیر عامل قبله را نسبت به عوامل دیگر در تعیین زوایای حاکم بر جهت‌گیری خانه‌ها قوت می‌بخشد. (مرادی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۰۵-۸۷). مهنوش قدسی و همکاران در پژوهشی، ده حجم شامل پنج حجم ساده و پنج حجم مرکب که فراوانی بیشتری را میان سایر فرم‌های مسکونی به ویژه در اقلیم گرم و خشک به خود اختصاص می‌دهند، انتخاب نمودند و با شبیه‌سازی رفتار حرارتی آن‌ها سهم هر یک از شاخص‌های هندسی را بررسی نمودند، که نتایج شبیه‌سازی‌ها، حاکی از آن است که پس از فرم ساختمان، شاخص فشردگی نسبی به جای فشردگی و پس از آن نسبت سطح جبهه جنوبی از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. همچنین علاوه بر شاخص‌های هندسی، جهت‌گیری شرقی- غربی بهینه‌ترین پاسخ را در مجموع مصرف انرژی سالانه ساختمان فراهم می‌نماید(قدسی، ۱۳۹۷: ۱۴۸-۱۴۳). سیده فائزه اعتماد شیخ‌الاسلامی با بررسی علمی اقلیم شهر همدان بر اساس مشخصات آب و هوایی و نیازهای اقلیمی منطقه از نظر آسایش انسان در فضا از یک سو و از سوی دیگر بررسی نمونه های مسکن بومی همدان به منظور کشف ویژگی های همساز با اقلیم مسکن در این ناحیه تلاشی در جهت دستیابی به اصول درست طراحی اقلیمی انجام داده است (اعتمادشیخ‌الاسلامی، ۱۳۹۰: ۸۶-۶۵).

## عملکرد حرارتی

یکی از جنبه‌های مهم کاربرد انرژی در بناها عملکرد حرارتی آن‌ها می‌باشد. پیش‌بینی عملکرد حرارتی ساختمان‌ها در راستای افزایش شرایط آسایش حرارتی داخلی و همچنین تخمین میزان بار سرمایشی و گرمایشی مورد نیاز ساختمان‌ها، حائز اهمیت است(عمادیان‌رضوی، ۱۳۹۷: ۸۹). بسیاری از عوامل در افزایش راندمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان تاثیر دارند که به‌طور خلاصه این عوامل را می‌توان به سه گروه عمده تقسیم‌بندی کرد: ۱- طراحی معماری ساختمان ۲- مشخصه‌های اقلیمی ۳- رفتار ساکنین. مطالعات نشان می‌دهد که عوامل یاد شده، مصرف معمول انرژی را تا ۱۰ برابر افزایش می‌دهند. همچنین طراحی نامناسب معماری ساختمان می‌تواند تا ۲/۵ برابر مصرف معمول انرژی را افزایش دهد و اگر چنانچه تاسیسات برقی و مکانیکی را نیز به آن اضافه کنیم، مصرف تا ۵ برابر مصرف معمول افزایش پیدا می‌کند، سهم ساکنین در این زمینه نیز به ۲ برابر می‌رسد(قبادی، ۱۳۸۱: ۵۴۴).

## معیارها و شاخص‌های کالبدی موثر بر عملکرد حرارتی خانه‌ها

گونه‌بندی خانه‌های منتخب بر مبنای معیارهای کالبدی آن‌ها بوده است که بر عملکردحرارتی خانه‌ها تاثیر می‌گذارد. مولفه‌های؛ شکل کلی، تناسبات حیاط، جهت‌گیری، میزان تراکم، توده‌گذاری طبقات، جرم حرارتی، ضخامت جداره‌ها، تناسبات بازشوها در نمای ساختمان و... به عنوان معیارهای کالبدی گونه‌بندی خانه‌ها انتخاب شده است. هر کدام از این معیارها شامل شاخص یا شاخص‌هایی است که در جدول۱ همراه با تعریف آن‌ها مشخص شده است.

جدول ۱-معیارها و شاخص‌های تاثیرگذار بر عملکردحرارتی خانه‌ها-(نگارندگان)

| معیار | شاخص | تعریف شاخص |
|---|---|---|
| شکل کلی | چهارطرف ساخت | این گونه در چهار جبهه حیاط دارای ساخت می‌باشد. |
| | سه‌طرف ساخت | این گونه در سه جبهه دارای ساخت می‌باشد. |
| | دوطرف ساخت(ال شکل) | این گونه در دو جبهه مجاور دارای ساخت می‌باشد. |
| | دوطرف ساخت(موازی) | این گونه در دو جبهه روبه‌رو دارای ساخت می‌باشد. |
| | یک‌طرف ساخت | این گونه در یک جبهه دارای ساخت می‌باشد. |
| | برونگرا | این گونه در مرکز حیاط یا باغ ساخت دارد. |

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ] Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

| | | |
|---|---|---|
| تناسبات حیاط | کشیدگی حیاط | نسبت عرض به طول حیاط |
| | بزرگی حیاط | مساحت حیاط |
| جهت‌گیری | جهت‌گیری محور طولی حیاط | زاویه بین محور طولی حیاط و خط افقی |
| میزان تراکم | نسبت فضای پر به خالی | برابر با نسبت سطح فضاهای پر به سطح حیاط می‌باشد. |
| توده‌گذاری طبقات | تعداد طبقات و نحوه قرارگیری آن‌ها | همکف |
| | | زیرزمین- همکف |
| | | همکف- اول |
| | | زیرزمین- همکف- اول |
| | | همکف- اول- دوم |
| | | زیرزمین- همکف- اول- دوم |
| | بزرگی طبقات | مساحت طبقات |
| جرم حرارتی | درصد استفاده از جرم حرارتی | برابر با نسبت سطح دیوارهای داخلی به کل فضای داخلی در پلان می‌باشد. |
| ضخامت جداره‌ها | دیوارهای خارجی پیرامونی | متوسط ضخامت دیوارهای پیرامونی بر حسب متر. |
| | دیوارهای خارجی مجاور حیاط | متوسط ضخامت دیوارهای خارجی غیر مجاور بر حسب متر. |
| | سقف‌ها | متوسط ضخامت سقف بر حسب متر. |
| تناسبات بازشوها در نمای ساختمان | درصد سطح بازشوها در نمای ساختمان | برابر با نسبت سطح بازشوها به سطح نما می‌باشد. |
| | نسبت عرض به ارتفاع بازشوها | برابر با نسبت عرض بازشوها به ارتفاع آن‌ها می‌باشد. |

## معرفی شهر مورد مطالعه

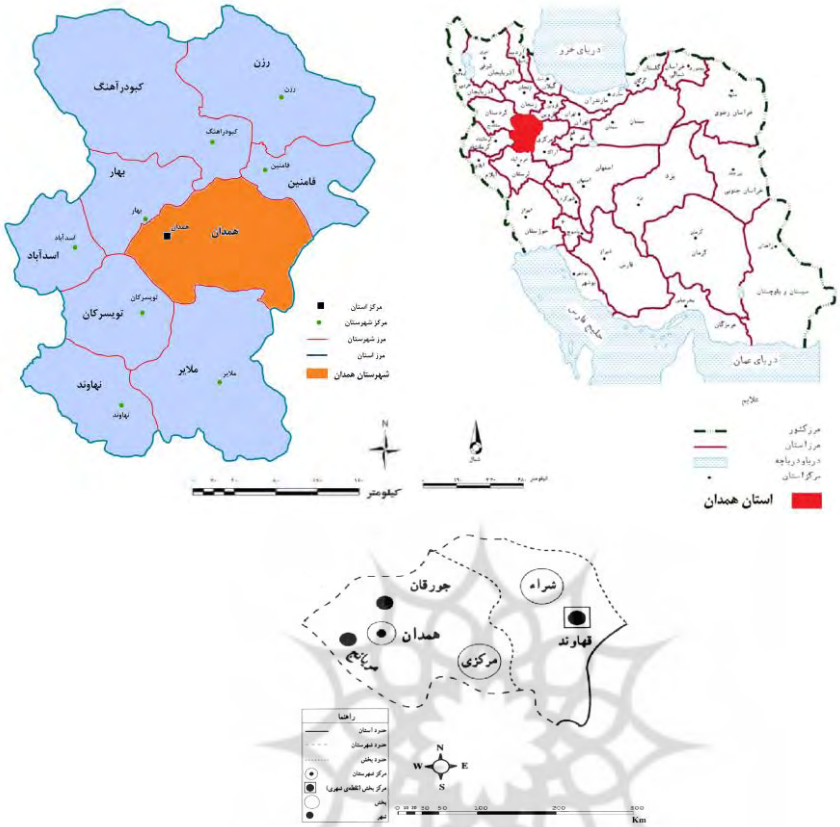
همدان به عنوان یکی از کهن‌ترین شهرهای ایران زمین، از قدمت چند هزار ساله‌ای برخوردار است. این شهر نخستین پایتخت کهن‌ترین تشکیلات حکومتی ایران است و به عنوان پایتخت مادها، پایتخت تابستانی هخامنشیان و شهر مهمی بر کنار راه کاروانی خاورمیانه و بین‌النهرین در زمان سلوکیان، پارتیان و ساسانیان شهرت فراوان داشته است(رضایی همدانی، ۱۳۷۹: ۲۱). همدان از زمان شکل‌گیری یک مرکز سیاسی، اداری، تجاری و اقتصادی مهم محسوب می‌شده است. این عوامل در پدید آمدن مرکزی با جمعیتی قابل‌توجه هم تاثیرگذار بوده است. حرفه‌ها، اعتقادات و مسایل قومی- قبیله‌ای در ایجاد محله‌ها نقش مهمی ایفا نموده است. در شهرکنونی همدان، برخی از محلات به دلیل تغییرات کالبدی شهر، هویت اصلی خود را از دست داده و امروزه جز نام، چیز دیگری از آنها برجای نمانده است(زارعی، ۱۳۹۰: ۷۸). کهن‌ترین آثار شاخص خانه‌سازی در شهر همدان مربوط به دوره‌ی اشکانی است که طی کاوش‌های باستان‌شناسی دهه‌ی هفتاد هجری شمسی، بقایای آن در تپه‌ی هگمتانه کشف شده است. اما به غیر از آثار یافت شده در تپه‌ی هگمتانه، در آثار به جامانده تا قبل از دوره‌ی قاجار کمتر می‌توان آثاری از خانه‌ها یافت. از دوره‌ی قاجار و پس از آن، آثار معماری بسیاری به جا مانده است که در این میان سهم خانه‌ها نیز قابل توجه است(زارعی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۹).

**بررسی اقلیمی شهر همدان:** استان همدان از شمال به استان زنجان، از جنوب به استان لرستان، از شرق به استان مرکزی و از غرب به استان کرمانشاه و بخشی از استان کردستان محدود می‌شود(وجدانی، ۱۳۹۸: ۴۷). مرکز این استان شهر همدان در اقلیم کوهپایه‌ای مرتفع (با زمستان‌های سرد و تابستان‌های تا حدودی گرم) قرارگرفته است. این شهر ۱۷۴۱/۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. عرض جغرافیایی آن ۳۴درجه و۸۷دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۴۸درجه و۵۳دقیقه شرقی می‌باشد. بخش مرکزی شهرستان همدان در ناحیه میانی شهرستان و در گستره‌ای به مساحت ۱۵۰۰ کیلومتر مربع معادل ۳۶ درصد از مساحت کل شهرستان واقع شده است(تصویر۱). این بخش از شمال به شهرستان بهار، از جنوب به شهرستان تویسرکان و ملایر، از شرق به بخش شراء و از غرب به شهرستان اسدآباد محدود می‌شود(رحمانی، ۱۳۹۸: ۲۴۳).

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021



تصویر ۱–(راست پایین): موقعیت استان همدان در ایران، (چپ پایین): موقعیت شهرستان همدان در استان همدان، (پایین): موقعیت بخش مرکزی همدان در شهرستان همدان (https://www.amar.org.ir)




بر اساس اطلاعات بلندمدت(معدل سال‌های۱۹۷۶ تا ۲۰۱۵) ایستگاه هواشناسی فرودگاه همدان مشخصات آب‌وهوایی شهر همدان بررسی می‌شود(تصویر ۲). نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر اطلاعات آب‌وهوایی را به صورت فایل اقلیمی با پسوند ای‌پی‌دبلیو (EPW) دریافت نموده و شرایط اقلیمی محل را تحلیل و نمودارهای گرافیکی پارامترهای اقلیمی محل را ارایه می‌دهد.

تصویر ۲–خلاصه‌ی داده‌های هواشناسی شهر همدان (سال‌های۱۹۷۶ تا ۲۰۱۵)، خروجی نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر (نگارندگان)

| | 2002 | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Outside Dry-Bulb Temperature (°C) | -4.01 | -3.65 | 7.25 | 10.33 | 15.18 | 21.75 | 26.08 | 24.59 | 19.52 | 14.78 | 4.58 | -0.36 |
| Outside Dew-Point Temperature (°C) | -6.81 | -7.17 | -2.88 | 1.04 | 2.46 | 4.56 | 5.21 | 2.59 | 0.67 | -0.27 | -0.23 | -4.60 |
| Wind Speed (m/s) | 1.12 | 1.77 | 3.67 | 3.22 | 2.39 | 2.15 | 2.24 | 1.79 | 1.81 | 2.46 | 1.45 | 1.20 |
| Wind Direction (°) | 85.93 | 59.97 | 185.21 | 180.08 | 108.04 | 133.13 | 99.48 | 104.56 | 108.25 | 113.25 | 68.71 | 72.39 |
| Solar Altitude (°) | -15.10 | -9.53 | -1.48 | 7.07 | 13.63 | 16.64 | 15.40 | 10.15 | 2.28 | -6.30 | -13.29 | -16.61 |
| Solar Azimuth (°) | 177.50 | 176.31 | 177.58 | 179.69 | 180.63 | 179.72 | 178.41 | 178.76 | 180.95 | 183.24 | 183.49 | 180.95 |
| Atmospheric Pressure (Pa) | 82568.87 | 82423.63 | 82421.95 | 82553.75 | 82677.55 | 82180.28 | 82191.40 | 82286.66 | 82492.09 | 82795.80 | 82739.97 | 82985.95 |
| Direct Normal Solar (Wh/m2) | 140.50 | 143.02 | 174.29 | 179.74 | 209.88 | 215.56 | 209.12 | 198.04 | 172.38 | 167.10 | 146.54 | 133.14 |
| Diffuse Horizontal Solar (Wh/m2) | 31.90 | 34.63 | 41.58 | 50.03 | 64.97 | 94.37 | 85.80 | 84.23 | 83.99 | 47.19 | 30.08 | 27.29 |

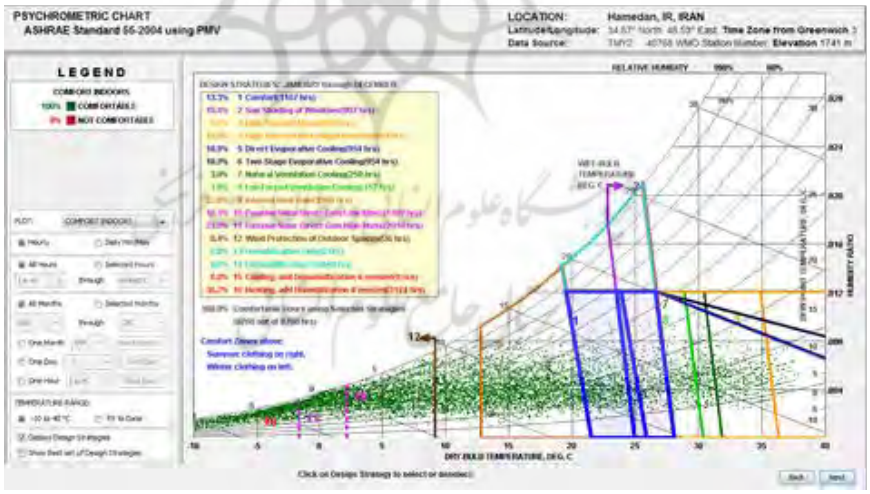
[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

**نمودار زیست‌اقلیمی(سایکومتریک) شهر همدان:** با توجه به جدول زیست‌اقلیمی ساختمانی همدان(تصویر۳) که بر اساس آمار هواشناسی ۴۰ ساله ایستگاه فرودگاه همدان بوده و خروجی نرم‌افزار کلایمنت‌کانسالتنت می‌باشد، درصد نیازهای حرارتی شهر همدان به شرح زیر به دست آمده است:

| | |
|---|---|
| ـ شرایط آسایش | ۱۳/۳ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به سایه‌اندازی روی پنجره‌ها | ۱۰/۴ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به جرم حرارتی بالا | ۹/۷ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به سرمایش تبخیری | ۱۰/۹ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به سرمایش تهویه طبیعی | ۳ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به سرمایش تهویه مطبوع | ۱/۸ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به دریافت انرژی خورشیدی غیرفعال برای گرمایش با جرم کم | ۱۶ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به دریافت انرژی خورشیدی غیرفعال برای گرمایش با جرم زیاد | ۲۳ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به محافظت از باد در فضای آزاد | ۰/۴ درصد از کل سال |
| ـ نیاز به گرمایش همراه با رطوبت | ۳۶/۲ درصد از کل سال |

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود, در چنین اقلیمی, نیاز به گرمایش مکانیکی, بیش از سایر نیازها است. در صورت بهره‌گیری کامل از انرژی خورشیدی در گرمایش فضاهای داخلی, این نیاز در ۳۶/۲ درصد از سال وجود خواهد داشت. در صورتی که جهت استقرار ساختمان, نحوه قرارگرفتن ساختمان در بافت مجموعه, جهت پنجره‌ها و نورگیرهای اصلی و نوع مصالح ساختمانی به کار گرفته شده در فضاهای داخلی, امکان کسب, جذب و ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی را فراهم نسازند, در حدود ۶۰درصد از کل سال، تنها با استفاده از سیستم‌های حرارتی مرسوم می‌توان شرایط حرارتی مناسبی در فضاهای داخلی ایجاد نمود.

تصویر ۳–نمودار زیست‌اقلیمی(سایکومتریک) شهر همدان، خروجی نرم‌افزار کلایمنت‌کانسالتنت (نگارندگان)



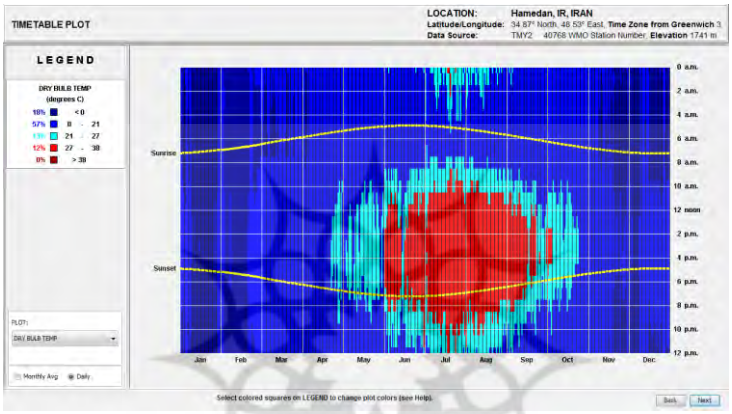

**تقویم نیاز اقلیمی شهر همدان:** تقویم نیاز اقلیمی در شهر همدان(تصویر۴) نشان‌دهنده‌ی این مطلب است که در قسمت اعظم سال سرمای زمستان مساله اصلی در این شهر است و نیاز به کنترل دارد. درحدود۳/۵ تا ۴/۵ ماه ازسال، دما به زیرصفر می‌رسد و احتمال یخبندان در شب وجود دارد که ضرورت مقابله با یخبندان در همدان را نشان می‌دهد. زمستان در این شهر ۴/۵ تا ۶ ماه به طول می انجامد و دما پایین تر از ۴ درجه‌ی سانتیگراد می‌باشد که فاکتور سرمایی باد[۴] اتفاق می‌افتد و ضرورت حفاظت بنا در برابر باد سرد جنوب غرب را نشان می‌دهد. نیاز به وسایل گرماساز در بنا درحدود ۷ تا۹/۵ ماه ازسال وجود دارد. ضرورت به‌حداقل رساندن مصرف سوخت‌های فسیلی و در نتیجه حداکثر بهره‌گیری از انرژی گرمایی خورشید در۹ ماه از سال ضرورت دارد. کارآمد بودن مصالح خازن حرارتی در تمام طول سال از دیگر نیازهای اقلیمی ساختمانی همدان می‌باشد که ضرورت استفاده از انرژی زمین و جداره‌هایی با خاصیت خازن حرارتی را نشان می‌دهد. نیاز به سایه فقط

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

در ۵ ماه از سال از ساعت ۹ صبح تا ۵/۵ بعدازظهر وجود دارد که ضرورت طراحی صحیح سایه‌بان، به‌صورتی که مانع از نفوذ آفتاب در زمستان نشود و آفتاب تابستان را هم به خوبی کنترل کند، را نشان می‌دهد. کارآمد بودن تهویه طبیعی در حدود ۴ ماه از سال (درصورت تامین رطوبت نسبی) حداکثر بهره‌گیری از باد مطلوب جنوب شرق و جنوب غرب برای تهویه طبیعی را ضروری می‌سازد. بنابراین اهداف عمده طراحی اقلیمی در این منطقه به ترتیب زیر خواهد بود:

۱. کاهش اتلاف حرارت ساختمان.
۲. کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان.
۳. بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان.
۴. محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب.
۵. بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا.

تصویر ۴- نمودار تقویم نیازاقلیمی شهر همدان در ماه‌های سال، خروجی نرم‌افزار کلایمنت‌کانسالتنت (نگارندگان)



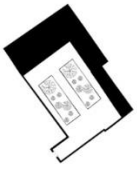
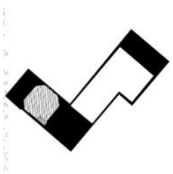
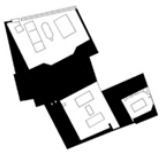
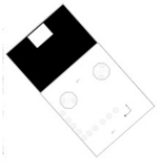
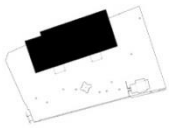
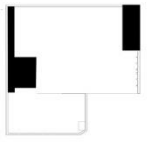
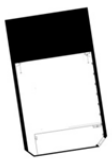
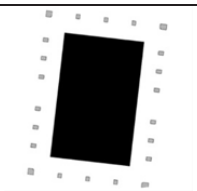

## انتخاب نمونه‌های مورد بررسی

خانه‌های موجود در محدوده‌ی تاریخی این شهر به عنوان نمونه‌های مورد مطالعه انتخاب گردیده است. با توجه به اینکه تعداد خانه‌های تاریخی موجود در شهر همدان تعداد ۹۰ مورد می‌باشد و برخی از این بناها با گذر زمان یا تخریب شده و یا به علت عدم آگاهی از ثبت در معرض تهدید به تخریب قرار دارند، تعداد محدودی باقی مانده است. بر اساس جستجو در کتاب‌ها و منابع موجود، پایگاه‌های اینترنتی و اداره میراث فرهنگی استان همدان خانه‌هایی که اطلاعات و یا مدارک کامل با توجه به معیارهای گونه‌بندی نداشتند، از فهرست اولیه حذف و در نهایت تعداد ۳۳ خانه که قدمت آنها به دوره‌ی قاجار و پهلوی می‌رسد جهت مطالعه انتخاب گردید. با بررسی پلان خانه‌های مورد مطالعه(جدول۲)، در خصوص نحوه توده‌گذاری پلان در جبهه‌های مختلف ساختمان، شش گونه(تصویر۵) به شرح زیر قابل بررسی و طبقه‌بندی است؛

۱. خانه‌های برونگرا که بنا در وسط یا بخشی از حیاط یا باغ قرارگرفته‌اند.
۲. خانه‌های حیاطدار یک‌جبهه ساخت (در این گونه، عمدتا بنا در جبهه‌ی شمالی حیاط واقع می‌گردد.)
۳. خانه‌های حیاطدار دوجبهه ساخت با توده‌ی ساختمانی در جهات( شمال و شرق )بنا.
۴. خانه‌های حیاطدار دوجبهه ساخت با توده‌ی ساختمانی در جهات( شمال و جنوب )بنا.
۵. خانه‌های حیاطدار سه‌جبهه ساخت با توده‌ی ساختمانی در جهات( شمال، جنوب و غرب) بنا.
۶. خانه‌های حیاطدار چهارجبهه ساخت با توده‌ی ساختمانی در جهات( شمال، جنوب، شرق و غرب) بنا.

تصویر ۵-گونه‌بندی بر اساس توده‌گذاری پلان در جبهه‌های مختلف ساختمان:
(به ترتیب از راست به چپ)گونه۱؛ گونه۲؛ گونه۳؛ گونه۴؛ گونه۵؛ گونه۶ (نگارندگان)

جدول ۲- توده‌گذاری پلان در جبهه‌های مختلف ساختمان

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  ۱- خانه انتظام | ۲- خانه پرسیاوشان | ۳- خانه تاج بخشیان | ۴- خانه سماوات |  ۵- خانه شهبازیان |
| ۶- خانه عراقچی | ۷- خانه غضنفری | ۸- خانه مازوچی |  ۹- خانه نراقی | ۱۰- عمارت آموزش و پرورش |
| ۱۱- خانه نایینی | ۱۲- خانه فیضی | ۱۳- خانه عبادی | ۱۴- خانه ضرابی | ۱۵- خانه شهید مدنی |
| ۱۶- خانه صمدیان | ۱۷- خانه صارم اصلانی | ۱۸- خانه صابریون | ۱۹-خانه شریفی |  ۲۰-خانه ابراهیم شرفی |
| ۲۱-باغ عمارت جنت | ۲۲-خانه سیفی | ۲۳-خانه دکتر شیری | ۲۴-خانه خلبانی | ۲۵-باغ نظری |
|  ۲۶-خانه پوستی زاده | ۲۷-خانه بیژن | ۲۸-خانه صمصام | ۲۹-باغ اعتمادیه |  ۳۰-باغ قراگزلو |
|  ۳۱-خانه احمدی | ۳۲-خانه چیت‌ساز |  ۳۳-باغ آمریکایی‌ها | | |



[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ] Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

ویژگی‌های کالبدی نمونه خانه‌های تاریخی منتخب شهر همدان جهت گونه‌شناسی و ارزیابی عملکردحرارتی آن‌ها بررسی و محاسبه شده و در جداول ۳و۴ آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده، معماری خانه‌های تاریخی همدان در هماهنگی با اوضاع اقلیمی و اجتماعی شکل یافته و اصلی‌ترین عوامل مورد توجه، بهره‌گیری از حداکثر تابش خورشید در زمستان و کاهش تأثیر بادهای نامطلوب در فصل زمستان بوده است. بیشتر خانه‌های دوره‌ی قاجار به صورت گونهٔ درونگرا با حیاط مرکزی بوده است. در دوره‌ی پهلوی معماری بناهای مسکونی به لحاظ شکل و فرم وارد مرحله‌ی جدید شد. بنابراین می‌توان خانه‌های تاریخی موجود در اساس معیارهای کالبدی موثر بر عملکردحرارتی خانه‌ها در بازه‌ی زمانی قاجار تا پهلوی دسته بندی کرد(جدول۵):

گونه‌ی A: خانه‌های دوره‌ی قاجار که به صورت درونگرا با حیاط مرکزی و فضای اندرونی و بیرونی بوده است.

گونه‌ی B: خانه‌های مربوط به دوران اواخر قاجار و پهلوی اول که تلفیقی از گونه‌ی درونگرا و برونگرا هستند.

گونه‌ی C: خانه‌هایی که با تأثیرپذیری از فرهنگ معماری غرب پلان‌ها در آن‌ها برونگرا شده است.

جدول ۳- مشخصات کالبدی خانه‌های تاریخی منتخب

| خانه | زاویه قرارگیری | زیرزمین | همکف | طبقه اول | طبقه دوم | حیاط اندرونی | حیاط بیرونی | کل مساحت زیربنا | کل مساحت حیاط | نسبت پر به خالی | توده گذاری پلان |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خانه انتظام | 23 SE | – | ۱۸۳ | ۱۴۷ | – | – | ۲۵۲ | ۳۳۰ | ۲۵۲ | ۰/۷۲ | |
| خانه پرسیاوشان | 18 SE | – | ۶۲۶ | ۴۴۵ | – | – | ۲۷۰ | ۱۰۷۱ | ۲۷۰ | ۲/۳۲ | |
| خانه تاج بخشیان | 9 SE | ۱۱۷ | ۱۴۸ | ۹۵ | – | – | ۱۳۰ | ۳۶۰ | ۱۳۰ | ۱/۱۴ | |
| خانه سماوات | 28 SE | – | ۱۸۷ | ۱۷۱ | – | – | ۲۹۶ | ۳۵۸ | ۲۹۶ | ۰/۶۳ | |
| خانه شهبازیان | 32 SE | – | ۳۸۵ | ۳۸۵ | – | ۲۲۰ | ۴۵۱ | ۷۷۰ | ۶۷۱ | ۰/۵۷ | |
| خانه عراقچی | 26 SE | – | ۳۵۷ | ۳۵۷ | ۳۵۷ | – | ۵۲۵ | ۱۰۷۱ | ۵۲۵ | ۰/۶۸ | |
| خانه غضنفری | 42 SW | – | ۱۶۲ | ۱۶۲ | ۱۰۲ | – | ۴۷۷ | ۴۲۶ | ۴۷۷ | ۰/۳۴ | |
| خانه مازوچی | 61 SW | ۴۰ | ۲۴۷ | ۲۴۷ | – | – | ۱۰۵۷ | ۵۳۴ | ۱۰۵۷ | ۰/۲۳ | |
| خانه نراقی | 36 SE | – | ۵۵۹ | ۴۲۳ | ۱۵۰ | ۲۴۷ | ۳۵۲ | ۱۱۳۲ | ۵۹۹ | ۰/۹۳ | |
| عمارت آموزش و پرورش | 5 SW | ۴۰۰ | ۴۰۰ | ۴۰۰ | – | – | – | ۱۲۰۰ | – | – | |
| خانه نایینی | 10 SE | ۱۹۰ | ۳۲۳ | ۲۳۷ | – | – | ۱۸۰/۵ | ۷۵۰ | ۱۸۰/۵ | ۱/۸ | |
| خانه فیضی | 2 SW | – | ۶۵.۵ | ۷۱ | – | – | ۹۸ | ۵/۱۳۶ | ۹۸ | ۰/۷۲ | |
| خانه عبادی | 60 SE | ۱۹۵ | ۱۹۵ | ۱۹۵ | – | – | ۶۵۵ | ۵۸۵ | ۶۵۵ | ۰/۳ | |
| خانه ضرابی | 28 SE | ۳۵ | ۴۱۵ | ۴۱۵ | – | – | ۴۵۰ | ۸۶۵ | ۴۵۰ | ۰/۹۲ | |
| خانه شهید مدنی | 12 SE | – | ۷۵ | ۷۵ | – | – | ۲۵۷ | ۱۵۰ | ۲۵۷ | ۰/۲۹ | |
| خانه صمدیان | 28 SE | – | ۳۵۱ | ۳۵۱ | – | – | ۲۲۷ | ۷۰۲ | ۲۲۷ | ۵۴/۱ | |
| خانه صارم اصلانی | 61 SW | ۲۴۱ | ۲۴۱ | ۲۴۱ | ۱۰۲ | – | ۴۶۲ | ۸۲۵ | ۴۶۲ | ۰/۵۲ | |
| خانه صابریون | 10 EN | – | ۳۹۳ | ۳۵۰ | – | – | ۶۵۰ | ۷۴۳ | ۶۵۰ | ۰/۶ | |
| خانه شریفی | 33 SE | – | ۳۴۰ | ۳۴۰ | – | – | ۶۵۷ | ۶۸۰ | ۶۵۷ | ۰/۵۲ | |
| خانه ابراهیم شرفی | 31 SE | – | ۲۹۱ | ۲۹۱ | – | – | ۴۶۷ | ۵۸۲ | ۴۶۷ | ۰/۶۳ | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| باغ عمارت جنت | 2 WN | ۲۱۲ | ۲۴۳ | ۲۴۳ | – | – | ۹۷۰ | ۶۹۸ | ۹۷۰ | ۰/۲۵ | ■ |
| خانه سیفی | 55 SW | – | ۲۸۹ | ۲۵۵ | – | – | ۴۰۷ | ۵۴۴ | ۴۰۷ | ۰/۷۱ | ■ |
| خانه دکتر شیری | 21 SE | ۱۲۵ | ۲۷۴ | ۲۷۴ | – | – | ۲۷۳۶ | ۶۷۳ | ۲۷۳۶ | ۰/۱ | ■ |
| خانه خلبانی | 33 SE | – | ۲۳۵ | ۲۷۳ | – | – | ۱۵۳ | ۵۰۸ | ۱۵۳ | ۱/۷۸ | ■ |
| باغ نظری | 16 WN | – | ۸۴۶ | ۸۴۶ | – | – | ۸۱۵۰ | ۱۶۹۲ | ۸۱۵۰ | ۰/۱ | ■ |
| خانه پوستی زاده | 17 SE | – | ۳۲۰ | ۳۲۰ | – | – | ۶۷۰ | ۶۴۰ | ۶۷۰ | ۰/۴۷ | ■ |
| خانه بیژن | 23 SE | – | ۲۳۰ | ۲۵۰ | – | – | – | ۴۸۰ | – | – | □ |
| خانه صمصام | 10 SW | – | ۲۹۶ | ۱۹۰ | – | – | ۲۹۵ | ۴۸۶ | ۲۹۵ | ۱ | ■ |
| باغ اعتمادیه | 14 WN | ۳۳۸ | ۳۳۸ | – | – | – | ۲۹۸۸۴ | ۶۷۶ | ۲۹۸۸۴ | ۰/۰۱۱ | ■ |
| باغ قراگزلو | 2 WN | – | ۸۱۰ | – | – | – | ۴۴۸۱ | ۸۱۰ | ۴۴۸۱ | ۰/۱۸ | ■ |
| خانه احمدی | 15 SE | – | ۱۶۰ | ۱۶۰ | – | – | ۳۲۲ | ۳۲۰ | ۳۲۲ | ۰/۵ | □ |
| خانه چیت‌ساز | 43 SE | ۱۷۶ | ۳۶۲ | ۳۶۲ | – | – | ۶۳۵ | ۹۰۰ | ۶۳۵ | ۰/۵۷ | ■ |
| باغ آمریکایی‌ها | 12 WN | – | ۹۱/۵ | ۹۱/۵ | – | – | – | ۱۸۳ | – | – | ■ |

S: جنوب SE: جنوب شرقی SW: جنوب غربی EN: شمال شرقی WN: شمال غربی

جدول ۴- مشخصات کالبدی خانه‌های تاریخی منتخب

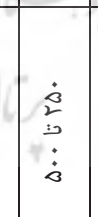
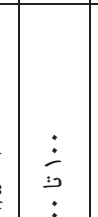
| خانه | تعداد طبقات | نسبت طول به عرض پلان | نسبت سطوح بازشو در نمای جنوبی | نسبت عرض به ارتفاع بازشوها | تناسب بازشوها | ایوان و فضای نیمه‌باز | دوره ساخت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خانه انتظام | ۲ | ۱/۷ | ٪۴۵ | ۱/۲-۰/۷ | عمودی- افقی | دارد | قاجار |
| خانه پرسیاوشان | ۲ | ۱/۳ | ٪۳۶ | ۰/۴۵ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه تاج بخشیان | ۳ | ۱/۲ | ٪۳۰ | ۱/۱ -۰/۵۵ | عمودی- افقی | دارد | پهلوی اول |
| خانه سماوات | ۲ | ۱/۷ | ٪۴۲ | ۰/۵ | عمودی | ندرد | قاجار |
| خانه شهبازیان | ۲ | ۱/۵ | ٪۴۰ | ۰/۶۵ -۰/۵۵ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه عراقچی | ۳ | ۲ | ٪۴۲ | ۱/۲ -۰/۵۵ | عمودی- افقی | ندارد | پهلوی اول |
| خانه غضنفری | ۳ | ۱/۸ | ٪۴۰ | ۱/۴ -۰/۵۵ | عمودی- افقی | دارد | قاجار |
| خانه مازوچی | ۳ | ۱/۴۵ | ٪۲۰ | ۰/۷۵ -۰/۴۵ | عمودی | ندارد | پهلوی |
| خانه نراقی | ۳ | ۱/۴ | ٪۴۵ | ۰/۹ -۰/۵۵ | عمودی | دارد | قاجار |
| عمارت آموزش و پرورش | ۳ | ۱/۷ | ٪۱۸ | ۰/۶۵ | عمودی | ندارد | پهلوی |
| خانه نایینی | ۳ | ۱/۵ | ٪۳۳ | ۰/۶۵ | عمودی | دارد | پهلوی اول |
| خانه فیضی | ۲ | ۴/۴ | ٪۳۲ | ۰/۵۵ | عمودی | ندارد | پهلوی |
| خانه عبادی | ۳ | ۱/۱ | ٪۳۰ | ۰/۸ -۰/۵۵ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه ضرابی | ۳ | ۲/۳۵ | ٪۳۶ | ۰/۶۵ -۰/۵ | عمودی | ندارد | پهلوی اول |
| خانه شهید مدنی | ۲ | ۲/۸ | ٪۳۰ | ۰/۸ -۰/۵۵ | عمودی | ندارد | قاجار |
| خانه صمدیان | ۲ | ۱/۸۵ | ٪۵۵ | ۰/۵ | عمودی | دارد | قاجار |



[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ] Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خانه صارم اصلانی | ۴ | ۱ | ٪۲۳ | ۰/۳۲ –۰/۵۵ | عمودی | ندارد | پهلوی |
| خانه صابریون | ۲ | ۱/۱ | ٪۲۵ | ۰/۶۵ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه شریفی | ۲ | ۲/۱ | ٪۴۵ | ۰/۵۵ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه ابراهیم شرفی | ۲ | ۱/۸ | ٪۳۰ | ۰/۸ –۰/۶ | عمودی | ندارد | قاجار |
| باغ عمارت جنت | ۳ | ۱/۳ | ٪۲۰ | ۰/۸ | عمودی | دارد | پهلوی اول |
| خانه سیفی | ۲ | ۱/۴ | ٪۳۳ | ۰/۶ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه دکتر شیری | ۳ | ۱/۱ | ٪۲۵ | ۰/۸ –۰/۶ | عمودی | دارد | پهلوی اول |
| خانه خلبانی | ۲ | ۱/۸ | ٪۲۵ | ۰/۸ –۰/۶ | عمودی | دارد | پهلوی اول |
| باغ نظری | ۲ | ۱/۸ | ٪۱۸ | ۰/۸ –۰/۶ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه پوستی زاده | ۲ | ۱/۷ | ٪۴۰ | ۰/۸ –۰/۵ | عمودی | دارد | قاجار |
| خانه بیژن | ۲ | ۱/۵۵ | ٪۵۰ | ۰/۶۵ –۰/۴ | عمودی | ندارد | قاجار |
| خانه صمصام | ۲ | ۱/۵ | ٪۲۷ | ۰/۵ –۰/۴ | عمودی | ندارد | قاجار |
| باغ اعتمادیه | ۲ | ۱/۸ | ٪۲۰ | ۰/۵ –۰/۴ | عمودی | دارد | قاجار |
| باغ قراگزلو | ۱ | ۳ | ٪۲۰ | ۰/۵۵ | عمودی | ندارد | قاجار |
| خانه احمدی | ۲ | ۱/۷ | ٪۴۰ | ۱/۲ –۰/۶ | عمودی– افقی | دارد | قاجار |
| خانه چیت‌ساز | ۳ | ۱/۷ | ٪۴۰ | ۰/۵ –۰/۶ | عمودی | دارد | پهلوی اول |
| باغ آمریکایی‌ها | ۲ | ۱/۴ | ٪۲۰ | ۰/۶ | عمودی | دارد | قاجار |

جدول ۵– نتایج حاصل از گونه‌بندی بر اساس معیارهای کالبدی مرتبط با عملکردحرارتی خانه‌های تاریخی شهر همدان

| گونه | دوره ساخت | توده گذاری پلان | زاویه ی قرارگیری | تعداد طبقات | مساحت حیاط | نسبت فضای پر به فضای خالی | نسبت سطوح بازشو در نمای جنوبی | نسبت ارتفاع بنا به طول حیاط (H/L) | نسبت ارتفاع بنا به عرض حیاط (H/W) | نسبت سطح جانبی به حجم (S/V) | خانه‌های مربوط به گونه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گونه A | قاجار |  | SE | ۲–۳ | ۲۵۰ تا ۵۰۰ | ۰/۵ – ۱ | ٪۴۰–٪۴۵ | ۰/۴۵–۰/۶۵ | ۰/۶–۰/۸ | ۰/۳–۰/۴۵ | خانه غضنفری ، خانه نراقی، خانه انتظام، خانه شهبازیان، خانه پرسیاوشان |
| گونه B | قاجار–پهلوی |  | (SE) ٪۸۱ (SW) ٪۱۹ | ۲–۳ | ۱۰۰ تا ۷۰۰ | ۰/۵ – ۱ ۱ – ۱/۵ | ٪۳۰–٪۴۰ | ۰/۳–۰/۵۰ | ۰/۳–۰/۵۵ | ۰/۳–۰/۶ | خانه شریفی، خانه ابراهیم شرفی، خانه سیفی، خانه سماوات، خانه تاج بخشیان، خانه خلبانی، خانه پوستی‌زاده، خانه صمدیان، خانه ضرابی، خانه عراقچی، خانه نایینی، خانه فیضی، خانه شهیدمدنی، خانه بیژن، خانه صمصام، خانه احمدی |



[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

| گونه C | پهلوی | ■ | ٪۲۵ (SW) ٪۲۵ (SE)<br>٪۴۲ (WN) ٪۸ (EN) | ۱،۲،۳،۴ | بالاتر از ۷۰۰ | ۰/۵ – ۱ | ٪۲۰–٪۳۰ | ۰/۱–۰/۶ | ۰/۱–۱/۲ | ۰/۱–۱/۲ | خانه صابریون، خانه عبادی، خانه مازوچی، خانه صارم‌اصلانی، خانه چیت‌ساز، خانه باغ نظری، باغ‌عمارت جنت، عمارت قدیمی آموزش و پرورش، خانه دکتر شیری، باغ اعتمادیه، باغ قراگزلو، باغ آمریکایی‌ها |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

جدول ۶- معیارهای کالبدی موثر بر عملکرد حرارتی خانه‌های تاریخی منتخب جهت شبیه‌سازی رایانه‌ای

| گونه | خانه | زاویه قرارگیری | نسبت ارتفاع بنا به عرض حیاط(H/W) | نسبت ارتفاع بنا به طول حیاط(H/L) | حیاط اندرونی | حیاط بیرونی | کل مساحت زیربنا | کل مساحت حیاط | نسبت پر به خالی | توده گذاری پلان |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A گونه | (A1) خانه نراقی | 36 SE | ۰/۸ | ۰/۶۵ | ۲۴۷ | ۳۵۲ | ۱۱۳۲ | ۵۹۹ | ۰/۹۳ | ■ |
| B گونه | (B1) خانه خلبانی | 33 SE | ۰/۴۵ | ۰/۴۹ | – | ۱۵۳ | ۵۰۸ | ۱۵۳ | ۱/۷۸ | ■ |
| | (B2) خانه ضرابی | 28 SE | ۰/۴۲ | ۰/۳۷ | – | ۴۵۰ | ۸۶۵ | ۴۵۰ | ۰/۹۲ | ■ |
| | (B3) خانه شرفی | 31 SE | ۰/۳۲ | ۰/۲۹ | – | ۴۶۷ | ۵۸۲ | ۴۶۷ | ۰/۶۳ | ■ |
| C گونه | (C1) خانه صارم اصلانی | 61 SW | ۰/۷ | ۱/۰۵ | – | ۴۶۲ | ۸۲۵ | ۴۶۲ | ۰/۵۲ | ■ |

| گونه | خانه | تعداد طبقات | نسبت طول به عرض پلان | نسبت سطوح بازشو به سطح جانبی | نسبت سطح جانبی به حجم (S/V) | نسبت زیربنای کل به حجم (A/V) | ضخامت دیوار خارجی (متر) | جرم حرارتی | دوره ساخت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aگونه | (A1) خانه نراقی | ۳ | ۱/۴ | ۰/۱۶۹ | ۰/۳۹ | ۰/۳۱ | ۰/۹۵ | ۰/۱۵۸ | قاجار |
| B گونه | (B1) خانه خلبانی | ۲ | ۱/۸ | ۰/۱۴۶ | ۰/۴۲ | ۰/۳۲ | ۱/۱۰ | ۰/۱۷۶ | پهلوی اول |
| | (B2) خانه ضرابی | ۳ | ۲/۳۵ | ۰/۱۰ | ۰/۴۱ | ۰/۲۸ | ۰/۷۰ | ۰/۱۵۵ | پهلوی اول |
| | (B3)خانه شرفی | ۲ | ۱/۸ | ۰/۱۷۲ | ۰/۳۲ | ۰/۳۰ | ۰/۸۰ | ۰/۱۶۳ | قاجار |
| C گونه | (C1) خانه صارم اصلانی | ۴ | ۱ | ۰/۱۷۴ | ۰/۲۲ | ۰/۲۴ | ۰/۷۵ | ۰/۱۶۰ | پهلوی |

## انتخاب نمونه‌ها برای ارزیابی عملکرد حرارتی

با توجه به اهمیت نوع رفتارحرارتی در فضاهای خانه‌های سنتی و قدیمی همدان، معیار انتخاب سرنمونه‌ها برای بررسی نرم‌افزاری عبارت بودند از:

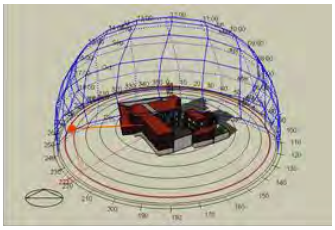
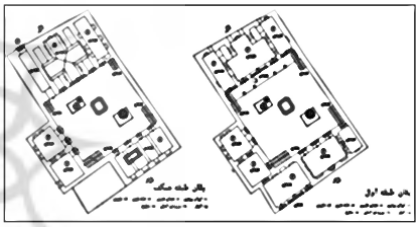
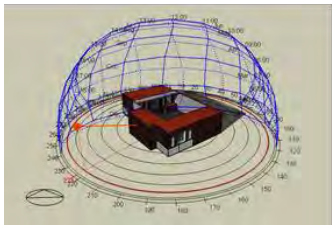
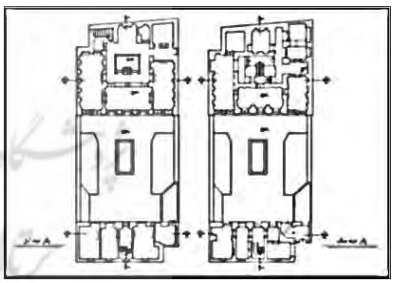
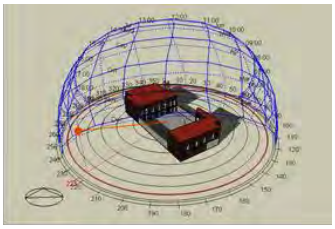
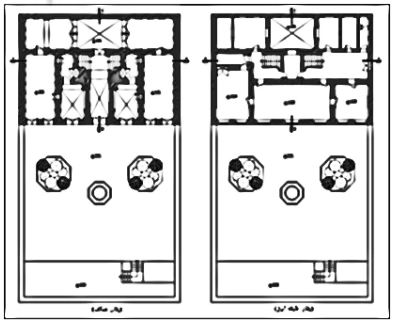
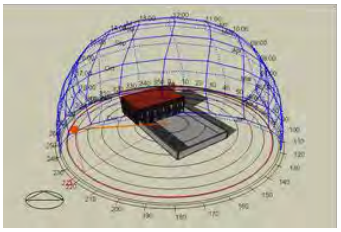
- خانه‌های مورد نظر دارای ارزش تاریخی- معماری باشد و به ثبت میراث فرهنگی نیز رسیده باشد.
- برداشت و نقشه‌های این خانه‌ها به‌صورت دقیق‌تر صورت گرفته و اطلاعات جامع‌تر و درست‌تری بدست دهند.
- عکس‌ها و تصاویر کافی درباره آنها وجود داشته و یا امکان تهیه آن به آسانی میسر باشد.
- به لحاظ گونه‌شناسی و موقعیت قرارگیری و زاویه چرخش امکان انتخاب وجود داشته باشد.

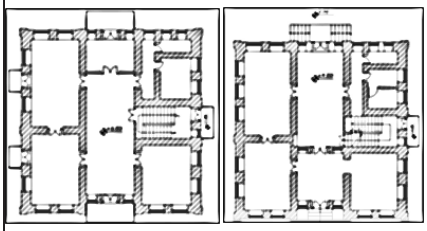
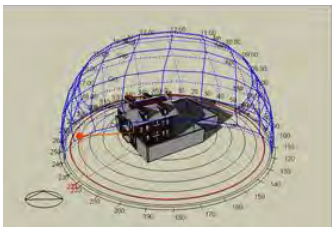
به لحاظ اینکه پارامترهای تحلیل در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر شامل تحلیل رفتارحرارتی از زوایای مختلف بوده و برای تمام فضاهای خانه مدنظر بود، لذا تعداد انگشت‌شماری از خانه‌ها می‌بایست انتخاب می‌گردید. انتخاب خانه‌ها با توجه به غالب بودن نمونه خانه

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

مورد نظر از میان خانه‌های هم ردیف آن خانه انجام گرفته است. با توجه به موارد گفته شده، یک خانه از گروه A (خانه نراقی)، سه خانه از گروه B (خانه خلبانی، خانه شرفی، خانه ضرابی) و یک خانه از گروه C (خانه صارم اصلانی) برگزیده شد. در ادامه معیارهای کالبدی موثر بر عملکردحرارتی این خانه‌ها در جدول شماره‌ی ۶ و پلان‌ها، تصاویر و حجم مدل‌سازی شده در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر در جدول شماره‌ی ۷ آمده است.

جدول ۷- پلان‌ها، تصاویر و حجم خانه‌های تاریخی منتخب مدل‌سازی شده در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر

| خانه | پلان | تصویر | حجم مدل‌سازی شده |
|---|---|---|---|
| (A1) خانه نراقی | | |  |
| (B1) خانه خلبانی |  | |  |
| (B2) خانه ضرابی |  | |  |
| (B3) خانه ابراهیم شرفی |  | |  |

| | | | |
|---|---|---|---|
| خانه صارم اصلانی (C1) |  | |  |

## تحلیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی مصرف انرژی

در راستای شناخت الگوهای خانه‌های تاریخی شهر همدان، ۵ نمونه از خانه‌ها با نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر مدل‌سازی شده و میزان انرژی گرمایشی، سرمایشی و کل به ازای مترمربع در سال بررسی شده است. در روند شبیه‌سازی عوامل مداخله‌گر مانند نوع کاربری ساختمان، نحوه حضور افراد، سیستم گرمایش و سرمایش و نوع روشنایی مصنوعی بر اساس تنظیمات پیشنهادی برای فضاهای مسکونی در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر که مطابق با استاندارد ANSI/ASHRAE 140-2007 می‌باشد، انجام شده است.

جزییات جداره‌ها بر اساس مشاهدات پژوهشگر و اطلاعات و جزییات ترسیم شده توسط کارشناسان سازمان میراث فرهنگی همدان درنظر گرفته شده است. سقف اکثر خانه‌های همدان مسطح می باشد و در برخی از خانه‌ها در بام آن از سقف شیروانی استفاده شده است. در بعضی از خانه‌ها سقف زیرزمین (سیزان) به صورت طاق ضربی با مقداری قوس است. در انتخاب مصالح از متریال‌های موجود در نرم‌افزار، که دارای بیشترین تطابق با مصالح واقعی هستند، استفاده شده است. در جدول ۸ خصوصیات حرارتی این مصالح (چگالی، گرمای ویژه و ضریب هدایت حرارتی) مشخص شده است.

میزان مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و انرژی‌کل(گرمایشی، سرمایشی و روشنایی) به ازای کیلووات ساعت بر مترمربع در سال برای ۵ نمونه از خانه‌ها در نمودار شماره‌ی ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، کمترین میزان مصرف انرژی گرمایشی، سرمایش و انرژی کل سالانه به خانه‌ی خلبانی(B1) تعلق دارد و بیشترین میزان مصرف انرژی گرمایشی، سرمایش و انرژی کل سالانه به خانه‌ی ضرابی(B2) تعلق دارد.

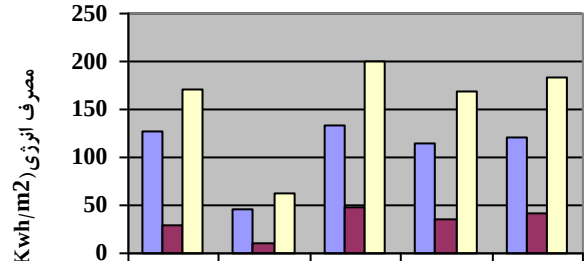
جدول۸- ویژگی حرارتی مربوط به مصالح انتخابی

| Material | Conductivity (w/m.k) | Specific heat (j/kg.k) | Density (Kg/m3) |
|---|---|---|---|
| Clay straw (کاهگل) | 0.47 | 1008 | 1200 |
| Brick mud (خشت) | 0.75 | 880 | 1730 |
| Gypsum plastering (گچ) | 0.4 | 1000 | 1000 |
| Cement plaster mortar (ملات ماسه سیمان) | 0.72 | 840 | 1860 |
| Brick tile (کاشی) | 0.8 | 880 | 1890 |
| Loose fill/powder gravel(شفته آهک) | 0.36 | 840 | 1840 |
| Loose fill/powder-roof gravel (خاک رس شیب‌بندی) | 1.44 | 1680 | 880 |
| Miscellaneous materials- aggregate undried (مصالح متفرقه) | 1.8 | 8 840 | 2240 |



[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ] Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021




| | A1 | B1 | B2 | B3 | C1 |
|---|---|---|---|---|---|
| Heating | 128.07 | 46.08 | 132.75 | 114.44 | 120.64 |
| Cooling | 30.2 | 10.85 | 48.44 | 34.73 | 42.45 |
| Total | 171.38 | 61.65 | 200.49 | 168.47 | 182.39 |

گونه‌ی خانه‌ها

نمودار شماره۱: میزان مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و انرژی کل خانه‌های تاریخی منتخب (نگارندگان)

**تحلیل نتایج مصرف انرژی براساس ضریب همبستگی:** در این بخش به منظور بررسی روابط بین شاخص‌های کالبدی موثر بر عملکرد حرارتی خانه‌ها و مصرف انرژی از تحلیل همبستگی استفاده شده و ضرایب همبستگی براساس جدول شماره ۹ تفسیر گردیده است.

جدول ۹- تفسیر میزان ضریب همبستگی-( Lawner Weinbergn & Knapp, 2002 )

| تفسیر | ضریب همبستگی |
|---|---|
| بسیار کم | ۰ - ۰/۱ |
| کم | ۰/۱ — ۰/۳ |
| متوسط | ۰/۳ — ۰/۵ |
| زیاد | ۰/۵ — ۱ |

براساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی مصرف انرژی و تحلیل همبستگی (جدول ۱۰) نتایج به شرح ذیل می‌باشد:
درخانه‌های شبیه‌سازی شده نتایج ضریب همبستگی نشان می‌دهد که؛ با افزایش نسبت ارتفاغ بنا به عرض حیاط (H/W)، میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی‌کل افزایش، و نوع رابطه‌ی همبستگی مستقیم و شدت آن کم می‌باشد. همچنین با افزایش نسبت ارتفاع بنا به طول حیاط (H/L)، میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی کل افزایش، و نوع رابطه‌ی همبستگی مستقیم و شدت آن کم می‌باشد. و نیز با افزایش نسبت سطح جانبی به حجم (S/V)، میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی‌کل افزایش می‌یابد بنابراین نوع رابطه‌ی همبستگی مستقیم و شدت آن برای مصرف انرژی گرمایش، متوسط و برای مصرف انرژی سرمایش و انرژی‌کل کم می‌باشد. نتایج تحلیل همبستگی نشان می‌دهد که با افزایش نسبت سطح‌کل زیربنا به حجم (A/V)، میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی‌کل کاهش می‌یابد بنابراین نوع رابطه‌ی همبستگی معکوس است و شدت آن برای مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و انرژی‌کل زیاد می‌باشد. همچنین با افزایش نسبت فضای پر به خالی(تراکم)، میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی‌کل کاهش می‌یابد به همین علت نوع رابطه‌ی همبستگی معکوس است و شدت آن برای مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و مصرف انرژی‌کل زیاد می‌باشد. نوع رابطه همبستگی بین نسبت سطوح بازشوها به سطح جانبی و میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی‌کل مستقیم است و شدت آن کم می‌باشد.
بر اساس نتایج تحلیل همبستگی با افزایش مساحت حیاط، میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی‌کل افزایش می‌یابد، بنابراین نوع رابطه‌ی همبستگی مستقیم است و شدت آن زیاد می‌باشد. همچنین با افزایش ضخامت دیوار خارجی، میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

و انرژی‌کل کاهش می‌یابد، در نتیجه نوع رابطه‌ی همبستگی معکوس است و شدت آن زیاد می‌باشد. نوع رابطه‌ی همبستگی بین جرم حرارتی و میزان مصرف انرژی گرمایش، سرمایش و انرژی‌کل معکوس است و شدت آن زیاد است.

جدول ۱۰-تحلیل ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تاثیرگذار بر عملکردحرارتی خانه‌ها و میزان مصرف انرژی

| متغیر تعدیل‌گر | متغیر وابسته | ضریب همبستکی | تفسیر ضریب همبستگی | نوع رابطه |
|---|---|---|---|---|
| نسبت ارتفاع به عرض حیاط (H/W) | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۲۹۷ | کم | مستقیم |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۰۴۶ | بسیار کم | مستقیم |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | +۰/۱۹۴ | کم | مستقیم |
| نسبت ارتفاع به طول حیاط (H/L) | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۱۳۷ | کم | مستقیم |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۱۴۵ | کم | مستقیم |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | +۰/۱۳۷ | کم | مستقیم |
| نسبت سطح جانبی به حجم (S/V) | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۳۰۲ | متوسط | مستقیم |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۱۵۹ | کم | مستقیم |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | +۰/۲۴۱ | کم | مستقیم |
| نسبت سطح کل زیر بنا به حجم (A/V) | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | -۰/۵۰۵ | زیاد | معکوس |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | -۰/۷۳۰ | زیاد | معکوس |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | -۰/۶۰۱ | زیاد | معکوس |
| نسبت فضای پر به خالی (تراکم) | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | -۰/۶۰۶ | زیاد | معکوس |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | -۰/۶۵۵ | زیاد | معکوس |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | -۰/۶۶۳ | زیاد | معکوس |
| نسبت سطوح بازشو به سطح جانبی بنا | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۹۳۹ | زیاد | مستقیم |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۸۱۹ | زیاد | مستقیم |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | +۰/۹۰۷ | زیاد | مستقیم |

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| مساحت حیاط ($m^2$) | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۹۲۸ | زیاد | مستقیم |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | +۰/۶۷۰ | زیاد | مستقیم |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | +۰/۸۶۰ | زیاد | مستقیم |
| ضخامت دیوارهای خارجی (m) | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | −۰/۷۰۹ | زیاد | معکوس |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | −۰/۸۹۴ | زیاد | معکوس |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | −۰/۷۷۰ | زیاد | معکوس |
| جرم حرارتی | انرژی گرمایشی ($KWh/m^2$) | −۰/۸۰۸ | زیاد | معکوس |
| | انرژی سرمایشی ($KWh/m^2$) | −۰/۹۷۵ | زیاد | معکوس |
| | انرژی کل ($KWh/m^2$) | −۰/۸۹۵ | زیاد | معکوس |

## نتیجه‌گیری

نتایج گونه‌شناسی خانه‌ها نشان می‌دهد که معماری خانه‌های تاریخی شهر همدان در هماهنگی با اوضاع اقلیمی و اجتماعی شکل یافته و اصلی‌ترین عوامل مورد توجه، بهره‌گیری از حداکثر تابش خورشید در زمستان و کاهش تأثیر بادهای نامطلوب در فصل زمستان بوده است. بیشتر خانه‌های دوره‌ی قاجار به صورت گونهٔ درونگرا با حیاط مرکزی بوده است. در دوره‌ی پهلوی معماری بناهای مسکونی به لحاظ شکل و فرم وارد مرحله‌ی جدید شد. بنابراین می‌توان خانه‌های تاریخی موجود در شهر همدان را به سه گونه، بر اساس معیارهای کالبدی موثر بر عملکردحرارتی خانه‌ها در بازه‌ی زمانی قاجار تا پهلوی دسته بندی کرد:

گونه‌ی A: خانه‌های دوره‌ی قاجار که به صورت درونگرا با حیاط مرکزی و فضای اندرونی و بیرونی بوده است.

گونه‌ی B: خانه‌های مربوط به دوران اواخر قاجار و پهلوی اول که تلفیقی از گونه‌ی درونگرا و برونگرا هستند.

گونه‌ی C: خانه‌هایی که با تأثیرپذیری از فرهنگ معماری غرب پلان‌ها در آن‌ها برونگرا شده است.

شاخص‌های متعددی به طور همزمان قادر به تأثیرگذاری بر مصرف انرژی ساختمان‌ها می‌شوند. بر همین اساس رابطه‌ی بین شاخص‌های کالبدی و مصرف انرژی بسیار پیچیده می‌باشد. به گونه‌ای که ارزیابی مصرف انرژی خانه‌ها تنها براساس تعداد محدودی از شاخص‌های کالبدی نتایج بسیار دقیقی را در اختیار محققان قرار نمی‌دهد، بنابراین تحقیق حاضر در مقایسه با پژوهش‌های پیشین، علاوه بر تحلیل همزمان انرژی گرمایشی، سرمایشی و انرژی‌کل گونه‌های مختلف، اثر تجمعی شاخص‌های کلیدی کالبدی که در حوزه مسکن مطرح می‌باشند را نیز بررسی نموده است.

نتایج تحلیل همبستگی نشان می‌دهد که بین شاخص‌های نسبت سطح کل زیر بنا به حجم (A/V)، نسبت فضای پر به خالی (تراکم)، ضخامت دیوارهای خارجی و جرم حرارتی و میزان مصرف انرژی همبستگی معکوس و با شدت زیاد وجود دارد، درحالی‌که بین شاخص‌های نسبت سطوح بازشو به سطح جانبی بنا و مساحت حیاط و میزان مصرف انرژی همبستگی مستقیم و با شدت زیاد وجود دارد و بین شاخص‌های نسبت ارتفاع به عرض حیاط (H/W)، نسبت ارتفاع به طول حیاط (H/L) و نسبت سطح جانبی به حجم (S/V) و میزان مصرف انرژی همبستگی مستقیم و با شدت کم وجود دارد. با توجه به نتایج به دست آمده مصرف انرژی در گونه‌های مختلف خانه‌ها بستگی به ویژگی‌های کالبدی، موقعیت قرارگیری در بافت و خرد اقلیم به وجودآمده در اطراف آن‌ها دارد. به طوری که مصرف انرژی سالانه درخانه‌ی ضرابی که از گونه‌ی B و درونگرا می‌باشد از مصرف انرژی سالانه در خانه‌ی صارم اصلانی که جزو گونه‌ی C و برونگرا می‌باشد، بیشتر است.

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

## پی‌نوشت‌ها

1. ClimateConsultant
2. DesignBuilder
3. Florina
4. Chill Factor

## منابع


- اعتماد شیخ الاسلامی، ف. (۱۳۹۰). بررسی اقلیمی مسکن همدان. دو فصلنامه صفه، ۲۱، ۳، ۸۶-۶۵.
- پوردیهیمی، ش. (۱۳۹۰). زبان اقلیمی در طراحی محیطی پایدار کاربرد اقلیم شناسی در برنامه ریزی و طراحی معماری. جلد یک، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- رازجویان، م. (۱۳۹۳). آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- رحمانی، ب.، مریدسادات، پ.، شاهد، سیدحسین. (۱۳۹۷). سازه‌های مؤثر بر کارآفرینی در مناطق گردشگری شهرستان همدان(مطالعه موردی مناطق گردشگری بخش مرکزی). فصلنامه نگرشهای نو در جغرافیای انسانی، ۱۰، ۲، ۲۵۱-۲۳۹.
- رضایی همدانی، ع. (۱۳۷۹). سیمای همدان. تهران: انتشارات انوشه.
- زارعی، م. (۱۳۹۰). ساختار کالبدی فضایی شهر همدان از آغاز دوره‌ی اسلامی تا پایان دوره‌ی قاجار بر اساس مدارک و شواهد موجود. فصلنامه پژوهش های باستانی ایران، ۱، ۱، ۸۲-۵۷.
- زارعی، م.، موسوی‌حاجی، س.، شریف‌کاظمی، خ. (۱۳۹۷). تأملی بر ساختار فضایی و گونه‌شناسی خانه‌های سنّتی بخش دستگردان طبس. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی- اسلامی، ۸ ، ۳۱، ۴۹- ۳۳.
- زارعی، م.، حاتمی‌مجد، ف.، محمدیان‌منصور، ص. (۱۳۹۷). خانه‌های قدیمی همدان. جلد۱، تهران: انتشارات نشر طلایی.
- زینلیان، ن.، اخوت، ه. (۱۳۹۶). ساختارشناسی حیاط درخانه‌های قاجاری اقلیم گرم‌وخشک و گرم‌ومرطوب با تمرکز بر گونه حیاط مرکزی(مطالعه موردی :خانه‌های یزد و دزفول). فصلنامه مطالعات شهر ایرانی- اسلامی، ۸، ۳۰، ۲۹-۱۵.
- عمادیان‌رضوی، ز. (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد حرارتی بناهای زمین پناه در مواقع سرد سال(نمونه موردی :اقلیم گرم و خشک یزد). نشریه معماری اقلیم گرم و خشک، ۶، ۷، ۹۹-۸۵.
- قبادی، ب. (۱۳۸۱). راهکارهایی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان. مجموعه مقالات دومین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران، ۵۴۶-۵۳۴.
- قدسی، م.، دانشجو، خ.، مفیدی شمیرانی، م. (۱۳۹۷). تبیین شاخص های هندسی موثر بر رفتار حرارتی ساختمان های مسکونی در اقلیم گرم و خشک (نمونه موردی: یزد). فصلنامه نقش جهان، ۸، ۳، ۱۴۸-۱۴۳.
- مرادی، س.، متین، م.، فیاض، ر.، دهباشی‌شریف، م. (۱۳۹۷). گونه‌شناسی خانه‌های سنتی حیاط‌دار تبریز بر اساس معیارهای کالبدی موثر بر عملکرد اقلیمی حیاط مرکزی. فصلنامه مدیریت شهری، ۱۷، ۵۱، ۱۰۶-۸۷.
- نیک‌قدم، ن. (۱۳۹۴). استخراج الگوهای اقلیمی فضاهای عملکردی درخانه‌های بومی بندر بوشهر با به کارگیری نظریه داده‌بنیاد. فصلنامه باغ نظر، ۱۲، ۳۲، ۹۰-۷۷.
- وجدانی، ح. رستمی، ش. طالشی، م. علی‌اکبری، ا. (۱۳۹۸). بررسی میزان گسترش محدوده‌ی فیزیکی روستاها و عوامل مرتبط با آن(نمونه موردی شهرستان همدان). فصلنامه نگرشهای نو در جغرافیای انسانی، ۱۱، ۳، ۶۰-۴۳.
- Canas, I., & Silvia, M. (2004). Recovery of Spanish vernacular constriction as a model of bioclimatic architecture. Building and Environment, 12, 39, 1477-1495.
- Kass, K., Blumberga, A., & Gatis, Z. (2015). Energy performance of historical brick buildings in Northern Climate zone. International Scientific Conference Environmental and Climate Technologies, Energy Procedia, 72, 238 – 244.
- Lawner Weinberg, S., & Knapp Abramowitz, S. (2002). Data Analysis for the Behavioral Sciences Using SPSS. Cambridge University Press, UK.

[ DOI: 10.29252/hafthesar.9.33.23 ]
Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:42 +0430 on Wednesday June 30th 2021

– Manioğlu, G., & Yılmaz, Z. (2008). Energy efficient design strategies in the hot dry area of Turkey. Building and Environment, 7, 43, 1301-1309.
– Oikonomoua, A., & Bougiatiotib, F. (2011). Architectural structure and environmental performance of the traditional buildings in Florina. NW Greece. Building and Environment, 3, 46, 669-689.
– Philokyprou, M., Aimilios, M., & Stavroula, T. (2013). Assessment of the bioclimatic Elements of vernacular Architecture. The Historic Center of Nicosia, Cyprus. Building and Environment, 3, 54, 666–675.
– Saad. H., Abdullah, A.S.N., Azni, M.E., Yaocob, Z., & Ghazali, M.S. (2019). Typology of Malay Traditional House and its Response to The Thermal Environment, Materials Today: Proceedings, 19, 4, 1761-1770.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی