

مقاله پژوهشی

تجزیه و تحلیل نقش انرژی غیر فعال در ارزیابی خانه‌های کاشان*

علی یاران*

دکتری معماری، استاد تمام وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تهران، ایران.

پرستو جعفری

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشگاه علم و فرهنگ، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۸ تاریخ قرارگیری روی سایت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱

چکیده | دنیای امروز برای جبران خسارات ناشی از صنعتی شدن و مکانیزاسیون بر طبیعت، ناگزیر به اقداماتی شده که مبتنی بر اصول توسعه پایدار است. این در حالی است که در سرزمین ما اندیشه‌هایی مبتنی بر تعامل اندیشمندان با طبیعت تا پیش از ظهور و بروز مدرنیسم وجود داشته است. ساخت بناهای متناسب با اقلیم و بدون نیاز به استفاده از انرژی‌های فسیلی، برای سرمایه‌های و گرمایش با دستاورد حفظ محیط زیست از جلوه‌های همین تعامل محسوب می‌گردد. مقابله با وضعیت آبهوایی در مناطق گرم و خشک کویری ایران از دیرباز از مهمترین دغدغه‌های معماران ایرانی بوده است. خانه‌های ایرانی به‌عنوان یکی از ماندگارترین بناهای ایرانی هستند. توصیف معماری خانه برای همه، معنای شگرف دارد و نقش مهم آن را در زندگی می‌دانند. زمان قابل توجهی از زندگی بشر در خانه سپری می‌شود و مصرف انرژی در این بخش بسیار قابل تأمل است. هدف از انجام این پژوهش بررسی خانه‌های قدیمی شهر کاشان از منظر اقلیمی و مصرف انرژی، بررسی تک‌تک فضاها، قیاس آن با راهکارهای انرژی غیرفعال برای شناخت طراحی سازگار با اقلیم و نحوه صرفه‌جویی مصرف انرژی در خانه‌های کاشان است. در این پژوهش شهر کاشان به‌عنوان نمونه مورد مطالعه از اقلیم گرم و خشک برگزیده و بررسی و تحلیل خانه‌های این شهر و نحوه مقابله آن‌ها با شرایط آبهوایی ارائه شده است. نتایج برآمده از بررسی مشخصات کالبدی ۰۲ خانه تاریخی است که حاصل برداشت میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و مدارک بوده است. روش تحقیق توصیفی و تحلیلی است. بعد از ایجاد پرسشنامه برای دستیابی به راهکارهای انرژی غیرفعال در نمونه‌های انتخابی مورد بررسی قرار گرفته است. این نوشتار ابتدا با بیان و معرفی بخش‌های مختلف خانه‌های کاشان نظیر: حیاط، ایوان، انواع اتاق‌ها، سرداب و... خصوصیات ویژه هر یک را بیان می‌کند. در ادامه مؤلفه‌های انرژی غیرفعال در معماری سنتی منطقه مورد بررسی قرار گرفته و سپس به تعریف هر یک پرداخته شده است تا بتوان در معماری معاصر برای بهینه‌سازی مصرف انرژی بهره‌مند شد تا همانند معماری سنتی در این اقلیم همراه با تکنولوژی حاضر خانه‌های همساز با اقلیم طراحی کرد.

واژگان کلیدی | خانه‌های کاشان، اقلیم گرم و خشک، انرژی غیرفعال، معماری اقلیمی.

روش بسیار مناسبی برای پایداری شرایط زیستی در خانه‌های این شهر است. در این نوشتار با بررسی ۲۰ خانه مسکونی در کاشان به‌عنوان جامعه آماری و بررسی خانه‌های مذکور به روش بررسی ویژگی‌های تک به تک عناصر معماری آن‌ها شامل: حیاط، تابستان‌نشین، زمستان‌نشین، سرداب و... همراه با تصاویر و ارجاع به خانه‌ها، به دنبال رسیدن به

مقدمه | یکی از ویژگی‌های انسان توانایی مقابله با ناملایمات پیرامونش است. در معماری مناطق مختلف ایران چگونگی غلبه بر این ناملایمات به خوبی قابل رؤیت است. در شهر کاشان واقع در اقلیم گرم و خشک ایران در راستای برقراری تعامل درست با محیط تمهیداتی در نظر گرفته شده که

** نویسنده مسئول: ۰۰۹۱۲۳۸۴۰۹۳۳ yaran400@yahoo.com

سال این سرزمین را تحت نفوذ خود قرار می دهند (کسمایی، ۱۳۸۴، ۸۸). بر اساس شاخص PMV شهر کاشان (تصویر ۱) در بازه زمانی طی ماه‌های مختلف به شکلی است که بیشینه متعلق به اواسط زمستان و بهار است و کمینه از تابستان تا پایان پاییز را به خود اختصاص داده است. با این حال کمترین میانگین PMV به مقدار ۱/۶- به ماه اسفند و بیشترین ۴/۵ به ماه مرداد تعلق دارد. اگر به الگوی فراوانی طبقات مختلف PMV توجه شود، در این منطقه هم شرایط آسایش حرارتی خیلی گرم و داغ در فصول گرم سال از فراوانی قابل تأملی برخوردار است و هم در فصول سرد سال گزارش‌ها حاکی از وقوع شرایط سرد تا خیلی سرد است، پس تقاضای زیادی جهت انرژی گرمایشی و سرمایشی به منظور تأمین آسایش اقلیمی ساختمان‌ها وجود دارد (نجومیان، ۱۳۸۷، ۳۶). برای ایجاد آسایش حرارتی لازم باید دو مؤلفه مورد توجه قرار گیرد: عوامل اقلیمی در اقلیم گرم و خشک شهر کاشان (جدول ۱) و استفاده از انرژی‌های غیرفعال در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی متناسب با اقلیم موجود منطقه.

• انرژی غیرفعال

برای طراحی متناسب با اقلیم و بهره‌مندی از انرژی‌های پاک مانند انرژی غیرفعال، شناخت انواع آن الزامی است. انرژی غیرفعال از دسته انرژی‌های تجدیدناپذیر است که بدون کمک از دستگاه و انرژی دیگری به صورت کاملاً طبیعی تولید، ذخیره و انتقال انرژی صورت می‌گیرد. انواع آن در جدول ۲ آمده است. طبق مطالعات صورت‌گرفته مؤلفه‌های انرژی غیرفعال در جدول ۱ جمع‌آوری شد اما برای رسیدن به مؤلفه‌های کارآمد در اقلیم گرم و خشک پرسشنامه‌ای از منظر متخصصین این امر گردآوری شده است. در پرسشنامه هر یک از مؤلفه‌ها به‌طور جداگانه از پنج دیدگاه مورد بررسی قرار گرفته است: - میزان اثرگذاری در سردترین و گرمترین روزهای سال؛ - میزان تهویه در فضاهای داخلی؛

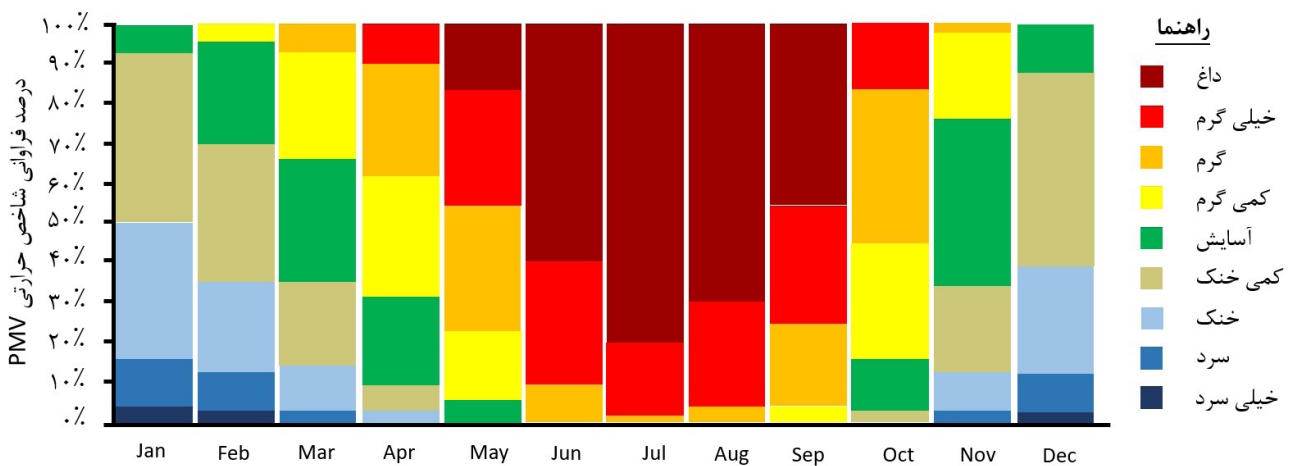
احکامی در جهت شناسایی آنچه در معماری امروز به‌عنوان انرژی غیرفعال می‌شناسیم و استفاده بیشتر آن‌ها در طراحی فضاهای امروزی هستیم. با این مقدمه ابتدا به معرفی اقلیم و عناصر اقلیمی خانه‌های کاشان پرداخته و سپس با بررسی و مطالعه‌ی چگونگی عملکرد این عناصر با راهکارهای انرژی غیرفعال متناسب با اقلیم گرم و خشک بیشتر آشنا خواهیم شد. خانه‌های مورد مطالعه عبارتند از:

- ۱- بروجردی ها / ۲- عباسیان / ۳- آل یاسین / ۴- بنی کاظمی / ۵- جهان آرایی / ۶- دستمالچی / ۷- سجادی / ۸- صالح / ۹- علاقبند / ۱۰- مرتضوی / ۱۱- طباطبایی‌ها / ۱۲- عامری‌ها / ۱۳- اصفهانیان / ۱۴- باکوچی / ۱۵- تهامی / ۱۶- خیریه / ۱۷- رضا حسینی / ۱۸- شریفیان / ۱۹- عطارها / ۲۰- کارخانه‌چی.

مبانی نظری

• اقلیم‌شناسی شهر کاشان

طبق سیستم کوپن در تقسیم‌بندی اقلیمی، اقلیم کاشان از نوع BWhsa است و آب‌وهوای گرم و بیابانی دارد. در این فرمول B خشک بودن را نشان می‌دهد، W نشان‌دهنده شدت خشکی است که در آن مقدار باران سالانه (۱۳/۵) کمتر از میزان متوسط دمای سالانه به سانتی‌گراد (۱۹/۷) است. h نشان‌دهنده این است که متوسط دمای سالانه بیش از ۱۸ درجه سانتی‌گراد است، s علامت بارش باران در فصول سرد سال یا زمستان است و a نشان از دمای گرم‌ترین ماه سال است که از ۲۲ درجه سانتی‌گراد بیشتر است. طبق روش تقسیم‌بندی اقلیمی دوماتون که بر پایه ضریب خشکی است و دو عامل مهم دما و باران را مد نظر دارد، به دلیل اینکه ضریب خشکی کاشان ۴/۵ است، کاشان دارای آب‌وهوای بسیار گرم و خشک است. باد غالب کاشان از سمت شمال شرق می‌وزد اما بادهای دیگری از سمت شمال و شرق نیز در ماه‌هایی از



تصویر ۱. شاخص‌های اقلیمی جوی شهر کاشان. مأخذ: نجومیان، ۱۳۸۷.

جدول ۱. راهکار اقلیم گرم و خشک. مأخذ: نگارندگان.

دسته	راهکار	جزئیات اجرایی
راهکار فرمی- کالبدی	جهت‌گیری ساختمان	جنوب تا جنوب شرقی
	نفوذپذیری جداره	کم، با زاویه ۳۰ درجه جنوب شرقی
راهکار فضایی	ارتفاع جداره	بلند برای سایه‌اندازی
	قطر جداره‌ها	زیاد و قطور برای ظرفیت گرمایی
راهکار ساختمانی	بافت	متراکم و درونگرا
	رنگ بنا	رنگ روشن
راهکار ساختمانی	مصلح بوم‌آورد	ظرفیت حرارتی زیاد
	فرم مناسب	شکل حروف انگلیسی L,U
راهکار ساختمانی	محصوریت	تراکم زیاد
	فرم مناسب	شکل حروف انگلیسی L,U
راهکار ساختمانی	رنگ بنا	رنگ روشن
	مصلح بوم‌آورد	ظرفیت حرارتی زیاد

جدول ۲. انواع انرژی غیرفعال. مأخذ: نگارندگان.

انرژی غیرفعال	
سرمایش	گرمایش
سرمایش تبخیری	پنجره آفتابی
تهویه متقاطع	نورگیر سقفی
تهویه دودکشی	دیوار ترومب
تهویه عنصر آب و گیاه	حوضچه سقفی
تهویه بام سبز	دیوار آبی
زمین‌گرمایی	اتاق خورشیدی
تهویه شبانه	سامانه ترموسیفون
سایبان	جرم حرارتی
پوسته خارجی	
حیاط مرکزی، آتریوم	
دیوار موثر بر هوا	

- میزان تهویه در فضاهای خارجی؛

- میزان سازگاری با شاخص‌های اقلیمی؛

- میزان صرفه‌جویی انرژی.

ابتدا هر مؤلفه غیرفعال را از پنج دیدگاه بالا مورد بررسی قرار داده، طبق تصاویر و درصدهای گرفته‌شده با سایر مؤلفه‌ها سنجیده می‌شود، در انتها برای برآیند نهایی و تعیین میزان کارایی بهتر از روش AHP، تحلیل سلسله‌مراتبی بهره گرفته شده است.

- عناصر سرمایشی غیرفعال

۱- میزان تأثیر عناصر در فصول گرم: با توجه به تصویر ۲ مؤلفه‌های سرمایش غیرفعال بر اساس کارآمدی در فصول گرم رتبه‌بندی شده‌اند که سه مؤلفه تهویه متقاطع، تهویه دودکشی و پوسته خارجی بیشترین امتیاز را نسبت به سایرین دارند.

۲- میزان تأثیر عناصر در فضای داخلی: مؤلفه‌های سرمایشی

که بیشترین میزان آسایش حرارتی فضای داخلی را تأمین می‌کنند طبق تصویر ۳ تهویه شبانه و پوسته خارجی هستند. ۳- میزان تأثیر عناصر در فضای خارجی: تنها مؤلفه‌های سرمایشی که بیشترین میزان کارآمدی در تلطیف هوای فضای بیرونی در فصول گرم را دارد تهویه بام سبز است (تصویر ۴). ۴- میزان سازگاری با شاخص‌های اقلیمی: در تصویر ۵ مؤلفه‌هایی که بیشترین سازگاری با اقلیم گرم و خشک، منطقه مورد نظر شهر کاشان دارند، آورده شده است. ۵- میزان صرفه‌جویی انرژی: در نهایت مؤلفه‌های سرمایش طبق تصویر ۶ بر اساس میزان صرفه‌جویی انرژی در اقلیم مورد نظر جمع‌آوری شده است.

با تحلیل تک به تک عناصر و نظرسنجی تخصصی، میزان کارایی عناصر سرمایشی غیرفعال در تصویر ۷ گردآوری شده است.

- عناصر گرمایشی غیرفعال

۱- میزان تأثیر عناصر در فصول سرد: با توجه به تصویر ۸ مؤلفه‌های گرمایش غیرفعال بر اساس کارآمدی در فصول سرد رتبه‌بندی شده‌اند که دو مؤلفه اتاق خورشیدی و جرم حرارتی بیشترین امتیاز را نسبت به سایرین دارند.

۲- میزان تأثیر عناصر در فضای داخلی: مؤلفه‌های گرمایشی که بیشترین میزان آسایش حرارتی فضای داخلی را در فصول سرد تأمین می‌کنند طبق تصویر ۹ تهویه اتاق خورشیدی و جرم حرارتی هستند.

۳- میزان تأثیر عناصر در فضای خارجی: تنها مؤلفه‌های سرمایشی که کارآمدی نسبی در تلطیف هوای فضای بیرونی در فصول سرد را دارد جرم حرارتی است (تصویر ۱۰).

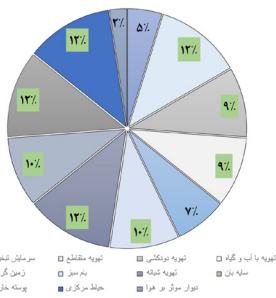
۴- میزان سازگاری با شاخص‌های اقلیمی: در تصویر ۱۱ مؤلفه‌هایی که بیشترین سازگاری با اقلیم گرم و خشک، منطقه مورد نظر شهر کاشان دارند، آورده شده است.

۵- میزان صرفه‌جویی انرژی: در نهایت مؤلفه‌های گرمایش طبق تصویر ۱۲ بر اساس میزان صرفه‌جویی انرژی در اقلیم مورد نظر جمع‌آوری شده است.

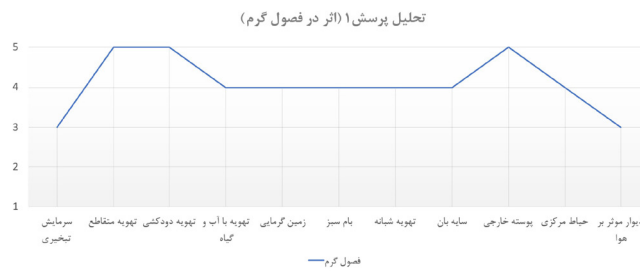
با تحلیل تک تک عناصر و نظرسنجی تخصصی، میزان کارایی عناصر گرمایشی غیرفعال در تصویر ۱۳ گردآوری شده است. با توجه به تصاویر ۳-۱۳ و شناخت عناصر انرژی غیرفعال در دو دسته سرمایش و گرمایش و آشنایی به کارآمدی هر یک در زمینه‌های مختلف در جدول ۳ این عناصر دسته‌بندی شده‌اند.

روش پژوهش

در این پژوهش بعد از شناخت اقلیم شهر کاشان با اقلیم گرم و خشک و بررسی انرژی‌های غیرفعال، تفکیک و تحلیل هر یک با کمک پرسشنامه از منظر متخصصین، به تجزیه و تحلیل ۲۰ خانه در شهر کاشان پرداخته خواهد شد. نتایج برآمده از

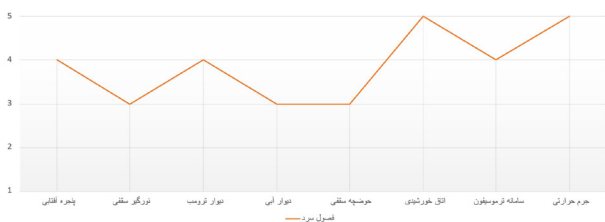


تصویر ۷. درصد کارایی مؤلفه‌های سرمایه‌های غیرفعال. مأخذ: نگارندگان.



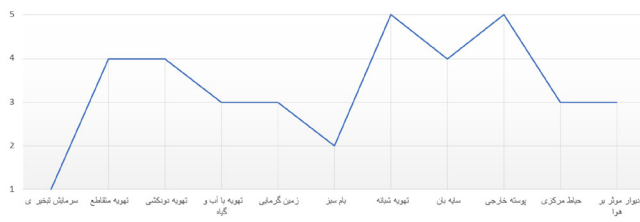
تصویر ۲. میزان تأثیر عناصر انرژی غیرفعال در فصول گرم. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۱ (اثر در فصول سرد)



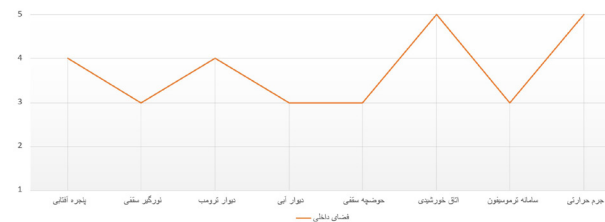
تصویر ۸. میزان تأثیر عناصر انرژی غیرفعال در فصول سرد. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۲ (اثر در فضای داخلی)



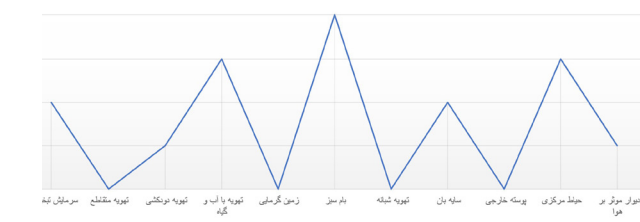
تصویر ۳. میزان تأثیر عناصر انرژی غیرفعال در فضای داخلی. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۲ (اثر در فضای داخلی)



تصویر ۹. میزان تأثیر عناصر انرژی غیرفعال در فضای داخلی. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۳ (اثر در فضای خارجی)



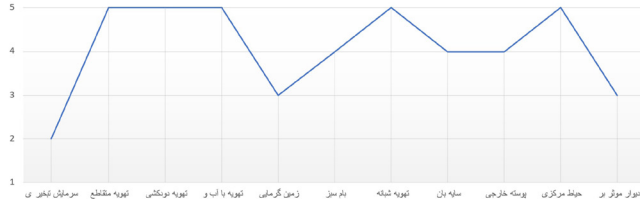
تصویر ۴. میزان تأثیر عناصر انرژی غیرفعال در فضای خارجی. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۱ (اثر در فضای خارجی)



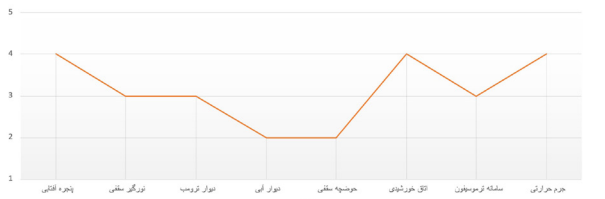
تصویر ۱۰. میزان تأثیر عناصر انرژی غیرفعال در فضای خارجی. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۴ (شاخص‌های اقلیمی شهر کاشان)



تصویر ۵. میزان سازگاری عناصر انرژی غیرفعال با شاخص‌های اقلیمی. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۴ (شاخص‌های اقلیمی شهر کاشان)



تصویر ۱۱. میزان سازگاری عناصر انرژی غیرفعال با شاخص‌های اقلیمی. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل پرسش ۵ (میزان صرفه‌جویی انرژی و اقتصادی)



تصویر ۶. میزان صرفه‌جویی انرژی در عناصر انرژی. مأخذ: نگارندگان.

در تأمین و ذخیره انرژی به صورت طبیعی از کدامیک از راهکارهای انرژی غیرفعال بهره جسته است و امروزه نیز می‌توان در داشتن خانه‌ای پایدار از آن‌ها استفاده کرد.

• محصوریت و درونگرایی

معماری خانه‌های سنتی کاشان تجلی از تاریخ و فرهنگ کهن ایران است. درونگرایی، حرمت و حجاب، هم‌ترازی بام خانه‌ها و تقارن در معماری، اصولی اجتناب‌ناپذیر تلقی شده و جزء ارکان معماری اسلامی جایگاه ویژه‌ای به خود گرفته‌اند.

- ویژگی‌های خانه‌های درونگرا

۱. نداشتن ارتباط بصری مستقیم فضاهای داخل با فضاهای شهری بیرون خود؛

۲. فضاهای مختلف آن را عنصری مانند حیاط یا صفه‌های سرپوشیده سازماندهی کرده است. به نحوی که روزها و بازشوها به طرف این عناصر باز شوند؛

محصوریت و درونگرایی خانه‌های کاشان علاوه بر بعد فرهنگی مردم متأثر از اقلیم منطقه نیز بوده است. این ویژگی بر سایه‌اندازی از راهکارهای سرمایشی انرژی غیرفعال دلالت دارد، به گونه‌ای که فضاهای نزدیک به هم میزان سایه‌اندازی در محیط‌های باز را در فصول گرم که تابش آفتاب به صورت عمودی است و کمترین میزان سایه‌اندازی وجود دارد افزایش می‌دهد و این‌گونه میزان گرمای خورشیدی کنترل می‌شود (معماریان، ۱۳۸۷، ۲۵۶).

• المان‌های سازگار در کالبد خانه

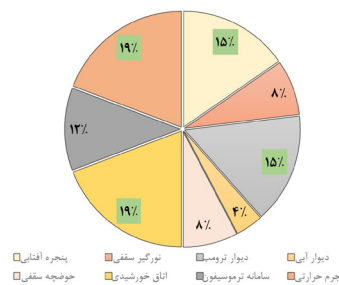
تکرار پیمون‌وار فضاهای مختلف در چهار جبهه حیاط همراه با عناصر دیگری مثل تابش‌بندها، دیوارها، بازشوها و... سازنده نمای داخلی خانه‌ها است (تصویر ۱۴). نسبت به ابعاد خانه تناسبات این عناصر تغییر می‌کرده است. فضاهای مختلف خانه معمولاً با فاصله‌ای بالاتر از سطح حیاط ساخته شده و در این قسمت نورگیرها، هواکش‌ها و ورودی‌های زیرزمین تعبیه شده است (معماریان، ۱۳۸۷، ۳۴۷).

آجرکاری روی ازاره صورت می‌گیرد و معمولاً به شکل خفته-راسته یا گل‌اندازی شده است (تصویر ۱۵). بر روی ازاره‌ها عناصر سازه‌ای و غیر سازه‌ای همچون دیواره و تابش‌بندها و بازشوها قرار می‌گیرد. اتاق‌های دارای در و پنجره افزون بر دو جرز دارای تابش‌بندهای عمودی و افقی هم هستند و در میان تابش‌بندها نقوش هندسی و گره‌چینی پیچیده قرار می‌گرفت. در بالای تابش‌بندها گلجام قرار می‌گرفت تا نوری متعادل و کافی وارد اتاق شود (پیرنیا، ۱۳۸۷، ۱۴۰). این موارد به دو پوسته بودن ساختمان‌ها و سایه‌بان‌های بازشوها جنوبی اشاره دارد که از عناصر سرمایشی انرژی غیرفعال هستند. جرزهای بیرونی در زمان سرما نیز به علت ظرفیت گرمایی آن مانند یک دیوار ترومب عمل کرده و از سرد شدن فضاهای

تحلیل پیمون ۵ (صرفه‌جویی در انرژی و اقتصاد)



تصویر ۱۲. میزان صرفه‌جویی انرژی در عناصر انرژی غیرفعال. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۱۳. درصد کارایی مؤلفه‌های گرمایشی غیرفعال. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۳. مؤلفه‌های سرمایش و گرمایش غیرفعال. مأخذ: نگارندگان.

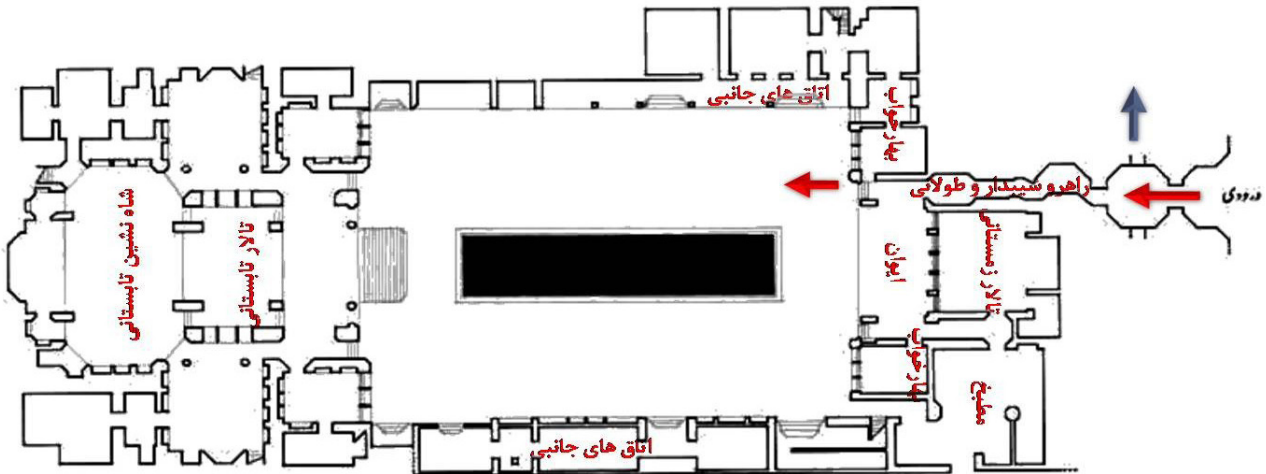
عناصر انرژی غیرفعال

سرمایش	گرمایش
پنجره آفتابی	تهویه متقاطع
دیوار ترومب	تهویه دودکشی
اتاق خورشیدی	تهویه با آب و گیاه
جرم حرارتی	تهویه بام سبز
نورگیر سقفی	تهویه زمین گرمایی

بررسی مشخصات کالبدی ۲۰ خانه تاریخی است که حاصل برداشت میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و مدارک بوده است. تحلیل خانه‌های این شهر و نحوه مقابله آن‌ها با شرایط آب‌وهوایی و قیاس آن با راهکارهای انرژی غیرفعال صورت گرفته است که با تحلیل جزئی‌تر دو نمونه به شناخت بهتر راهکارهای انرژی غیرفعال در راستای همسازي با اقلیم و به کارگیری آن در طراحی‌های امروزه دست خواهیم یافت.

بحث

در این بخش فضاهای مختلف تشکیل‌دهنده خانه‌های سنتی شهر کاشان، از منظر بهره‌مندی از انرژی‌های غیرفعال مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این صورت که هر یک از فضاها



تصویر ۱۴. پلان خانه در کاشان. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.

بهره‌مندی از جرم حرارتی به‌عنوان یکی از راهکارهای انرژی غیرفعال است (کسای، ۱۳۶۳، ۸۹۲).

• حیاط خانه‌های کویری کاشان

حیاط خانه‌های کویری نمود کامل درونگرایی است و محیطی کاملاً متفاوت با فضای بیرون است، در این باغ کوچک، ساکنان با کاشتن درختان و گل‌های زیبا و حوض آب، محیطی دلپذیر را به وجود آورده‌اند.

از حیاط در خانه‌های ایرانی به شکل‌های مختلف استفاده شده که عبارتند از:

- به‌عنوان نشانه حریم تملک؛
- وحدت‌دهنده چند عنصر خانه؛
- ارتباط‌دهنده چند فضا؛
- برای ایجاد محیطی سرسبز و با نشاط؛
- به‌عنوان یک هواکش طبیعی برای گذر جریان بادهای مناسب؛
- عنصری مهم در جهت سازماندهی فضاهای مختلف؛
- به‌عنوان حریمی امن و آرام برای آسایش خانواده.

ایجاد یک فضای سرسبز و خرم با حوض آب در شکل‌های مختلف آن و استفاده از حیاط به‌عنوان منظره زیبا برای ساکنان داخل اتاق‌ها یا فضاهایی چون تالار و صفه و نشیمن‌گاهی برای عصرها و غروب تفت‌دیده مناطق گرم و کویری از دیگر موارد استفاده حیاط است. سازماندهی فضاهای مختلف با توجه به عوامل مؤثر در آن یکی از با اهمیت‌ترین عملکردهای حیاط در طراحی خانه بوده است. با توجه به تأثیر گردش خورشید بر جبهه‌های مختلف خانه، سازندگان آن هر جبهه را به فصلی و ساعتی اختصاص داده‌اند. با عنایت به این موضوع، جبهه رو به آفتاب بخش زمستان‌نشین و جبهه پشت به آفتاب بخش تابستان‌نشین (در ساعاتی از روز) و جبهه غربی



تصویر ۱۵. حیاط و نمای خانه بروجردی. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.

داخلی جلوگیری می‌کند. علاوه بر آن، مصالح و رنگ آن توجه بیننده را جلب می‌کند. ترکیبی از رنگ سفید گچ کوهی در داخل تالارها و ایوان‌ها و رنگ قهوه‌ای کاهگل دیوارهاست. استفاده از سیمگل و کاهگل به چند علت بوده است؛ این ماده علاوه بر اندود بودن، دارای رنگی زیبا و آرام است و ماده‌ای مقاوم در برابر تابش آفتاب نیز می‌باشد که این امر در راستای

همچون خانه اصفهانیان، عباسیان، صالح، باکوچی، جهان‌آزایی و رضا حسینی با محورهای موازی هستند و خانه‌های دیگری همچون خانه بنی‌کاظمی و عباسیان و علاقبند از حیاط خلوت‌های متعدد بهره‌جسته‌اند. وجود حیاط همان‌طور که در بالا ذکر شد در این منطقه به‌صورت مرکزی هستند (تصویر ۱۶) و خود به‌عنوان یک راهکار سرمایه‌گذاری غیرفعال عمل می‌کنند و هرچه این حیاط‌ها با کمک حیاط‌خلوت‌ها و آتریوم‌های دیگر امتداد یابد، بر ایجاد کوران هوا و مکش طبیعی آن کمک می‌کند و سایه‌اندازی با مرکزیت آن افزایش می‌یابد (همان، ۳۷۰).

• گودال‌باغچه

گودال‌باغچه یا باغچال در وسط حیاط مرکزی ساخته می‌شده و یک طبقه در داخل زمین فرو می‌رفته است. نمونه‌های این فضا در اقلیم‌های بسیار خشک کویری از جمله در کاشان و نایین دیده می‌شود. گودال‌باغچه علاوه بر تأمین خاک مورد نیاز خشت‌های استفاده شده در بنا، امکان دسترسی به آب قنات را هم فراهم می‌کرده است. با توجه به کوچکتر و پایین‌تر بودن این حیاط‌ها و استفاده از رطوبت و خنکی زمین، علاوه بر رطوبت گیاهان و خنکی آب، در واقع فضایی به مراتب اقلیمی‌تر از حیاط شکل می‌گرفته است. این ویژگی از تهویه به کمک عناصر طبیعی چون پوشش گیاهی و آب و همچنین تهویه طبیعی زمین‌گرمایی که همه از راهکارهای سرمایه‌گذاری غیرفعال هستند پیروی می‌کند.

گودال‌باغچه خانه پیرنیا در نایین و مسجد-مدرسه آقابرگ در کاشان نمونه‌های خوبی از این فضاها هستند (پارسی، ۱۳۸۷، ۱۲۱). همچنین خانه‌های تهامی، مرتضوی، باکوچی و عباسیان در کاشان از گودال‌باغچه بهره‌گرفته‌اند (تصویر ۱۷).

• زمستان‌نشین

اگرچه زمستان‌نشین پیش از آنکه نام فضای معینی باشد، به همه فضاها می‌گویند که در وجه شمالی حیاط ساخته می‌شوند تا از آفتاب زمستان که با زاویه‌ای مایل به درون اتاق‌ها می‌تابد استفاده کنند، گفته می‌شود اما مجموعه معینی از فضاها با رابطه‌ای خاص، مجموعه فضاها زمستان‌نشین را تشکیل می‌دهند که عبارتند از سه‌دری، پنج‌دری و شکم‌دریده^۲، که روی محور اصلی قرار می‌گرفته‌اند. فضای اصلی زمستان‌نشین روی محور اصلی قرار گرفته و برای ورود بیشتر نور خورشید اغلب پنجره‌های آن را از ارسی‌های بزرگ می‌ساخته‌اند. داخل فضاهای مرکزی با توجه به بسته‌بودن فضا، تزئینات پیچیده‌ای چون قطارهای مقرنس و آئینه‌کاری‌های بسیار پیچیده دیده می‌شود. زمستان‌نشین دارای سقفی کوتاه و حجمی سنگین در مقایسه با تابستان‌نشین است و این امر دلیلی جز کنترل و حفظ بهتر گرما ندارد. این فضا با توجه به گرمای خورشیدی به‌صورت طبیعی در فصول سرد، آسایش

برای ساعاتی از روزهای سرد زمستان در نظر گرفته شده است. همچنین در حیاط ورودی‌هایی به زیرزمین‌ها برای گذراندن روزهای گرم تابستان تعبیه شده است. در کاشان بخش بزرگی از حیاط به صورت گودال‌باغچه ساخته شده است تا علاوه بر دسترسی بهتر به آب زیرگذر قنات‌ها و چاه‌ها، با کاشت فضاهای سرسبز و در خور محیطی خنک به وجود آورند (قبادیان، ۱۳۸۷، ۱۲۹-۱۲۸).

فضاهای مختلف یک خانه بنا بر نیاز صاحب‌خانه در یک تا چهار طرف حیاط استقرار یافته است. در کل می‌توان خانه‌ها را از لحاظ انجام کوچ داخلی و تقسیم فضاها به بخش تابستان‌نشین و زمستان‌نشین به چند نوع زیر تقسیم کرد: عامل مؤثر دیگر در سازماندهی، ایجاد حریم امن و آرام برای آسایش خانواده بوده است که خانه‌های حیاط‌دار درونگرا یا با ایجاد فضایی در گوشه‌ای از یک حیاط و خارج از محیط خصوصی خانواده و یا با ساختن حیاطی دیگر بنام بیرونی به این هدف دست یافته‌اند. خانه‌های این منطقه از نظر داشتن تعداد حیاط به دو گروه اصلی تقسیم‌بندی می‌شود:

- خانه‌های یک حیاطه

- در فضای قبلی فقط دارای تالار است و در جبهه زمستانی فقط یک اتاق دارد.

- دارای یک فضا به علاوه تالار در جبهه قبلی و در روبرو یک اتاق و راهرو است.

- دو فضا در جنب تالار در جبهه قبلی و در جبهه زمستانی ترکیبی از سه فضا است.

- چهار فضا در جنب تالار، تالار در مرکز و در هر طرف دو فضای دیگر و در جبهه زمستانی در هر طرف فضای زمستان‌نشین دو فضا وجود دارد.

- خانه‌های چند حیاطه

- محورهای اصلی موازی؛

- محورهای اصلی موازی اما در کنار هم نیستند؛

- محورهای اصلی عمود بر هم؛

- ترکیبی از سه مورد بالا.

محور اصلی محوری است که تالار را به زمستان‌نشین متصل می‌کند. این خانه‌ها ترکیبی از گونه‌های یک حیاطه هستند که در چند حیاط سازمان‌دهی شده‌اند؛ البته می‌توان چنین پنداشت که انگیزه اصلی این طرح نگرش اعتقادی بوده است. ارتباط حیاط اندرونی و بیرونی می‌تواند از دو طریق صورت بگیرد یکی از یک سطح، معمولاً از طریق راهروهای مختلف در طبقه همکف و دیگری از طریق راه‌هایی از زیرزمین که به گودال‌باغچه می‌رسد (معماریان، ۱۳۸۷، ۳۴۷-۳۵۰).

خانه‌های کاشان همگی از یک یا چند حیاط به شکل‌های گوناگون بهره‌جسته‌اند، همچون خانه آل یاسین و خانه طباطبایی‌ها، با دو حیاط مجزا با محورهای عمود بر هم، یا

قسمت‌های تحتانی بنا که سردتر است هدایت نمود. از آنجا که اتاق خورشیدی به صورت یک فضای زندگی مد نظر باشد، آسایش توأم با کارآمد بودن فضا از لحاظ انرژی مدنظر خواهد بود. فضایی که باید در زمستان گرم و در تابستان سرد بماند و کمترین سطوح با نور خیره‌کننده و آزاردهنده داشته باشد و رطوبت آن ملایم و معتدل باشد (حاجی‌قنبری و سمایی، ۱۳۹۵، ۳۵).

• تابستان نشین

تابستان نشین نیز موقعیتی مانند زمستان نشین دارد با این تفاوت که در وجه جنوبی حیاط قرار گرفته است تا در تابستان از تابش مستقیم آفتاب در امان بماند و روی محور اصلی آن معمولاً فضای نیمه باز با تالار قرار می‌گیرد. این تالارها و ایوان‌ها جز در مواقع بسیار سرد سال مهمترین فضایی زندگی در خانه بوده‌اند. تابستان نشین دارای سقفی بلند، حجمی سبک و تو خالی است تا بدین وسیله امکان تهویه و خنک‌سازی هوا را بهتر فراهم آورد. این فرایند تهویه متقاطع را قوت می‌بخشد و فضای ایوان مسقف جلو برای اتاق تابستان نشین به‌عنوان سایبان عمل کرده و ورود تابش را کنترل می‌کند (خردمند و ستاری، ۱۳۹۷، ۷۳).

• اتاق

اتاق‌ها با توجه به عملکرد آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفتند و در انواع دو دری، سه دری، پنج دری، طهرانی و ... تقسیم می‌شدند که عملکرد و مکان قرارگیری بعضی از آن‌ها به اختصار چنین بوده‌اند:

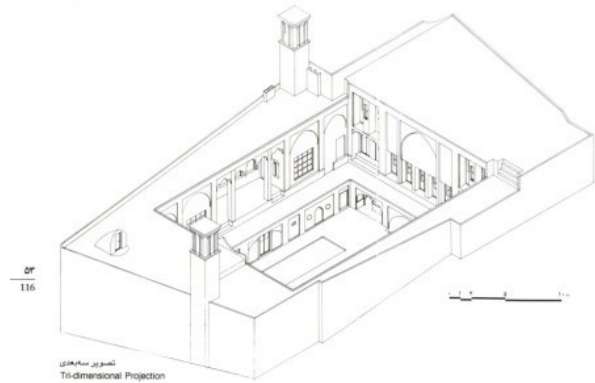
سه دری: اتاق کار، خوابگاه، ناشتا- بهار، پاییز و به خصوص زمستان نشین.

پنج دری: اجتماع اهل خانه و میهمان، سفره‌خانه اهل خانه- اول بهار و پاییز و زمستان نشین (تصویر ۱۸).

ارسی بزرگ یا طهرانی: میهمانی، سفره‌خانه، جماعت‌خانه بزرگان- اوایل بهار، پاییز و زمستان نشین.



تصویر ۱۸. پنج دری متعلق به خانه عباسیان. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



تصویر ۱۶. خانه تهامی. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



تصویر ۱۷. گودال باغچه خانه عباسیان. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.

حرارتی ایجاد می‌کند. یکی از راهکارهای گرمایش غیرفعال، اتاق خورشیدی است. فضای زمستان نشین با پنجره‌های آفتابی سرتاسری فضای گلخانه‌ای ایجاد می‌کند که علاوه بر گرم کردن فضا گرمای خورشیدی روز را جذب و در شب به علت سردتر شدن آن را آزاد می‌کند. در عمل گلخانه‌ای فرایند ذخیره‌سازی می‌تواند در دیوار، کف و ... صورت پذیرد. باید توجه داشت که کلاً در تابستان می‌بایست روی شیشه‌ها سایه ایجاد نمود. گرمای ذخیره‌شده از طریق باز کردن در، پنجره‌های آفتابی و یا دریچه‌هایی که به همین منظور تعبیه شده‌اند به صورت همرفت وارد فضای موردنظر می‌گردد. همچنین حرارت به صورت تشعشعی و هدایت می‌تواند از طریق دیوار مشترک بین اتاق خورشیدی و فضاهای دیگر منتقل شود. هوای گرم که به قسمت‌های بالایی می‌رود را می‌توان از طریق کانال به

بالاخانه: خواب و اتاق کار - اول بهار، پاییز و زمستان نشین. گوشواره^۲: محل خانه، خواب، خلوت و کتابخانه (ابوالضیاء و قزلباش، ۱۳۶۴، ۴۱).

از اتاق‌های یاد شده، اتاق‌های پاییز و زمستان نشین در جبهه غربی و شمالی و اتاق‌های تابستان نشین در جبهه جنوبی استقرار یافته است. مطبخ معمولاً در نزدیکی زمستان نشین ساخته می‌شده است. اتاق‌ها با نظمی خاص در جبهه‌های مختلف حیاط جای گرفته‌اند و به وسیله راهروها با حیاط ارتباط گردشی دارند. در یک نوع رایج خانه، در طول محور اصلی آن، در راستای تالار، اتاق زمستان نشین یا طهرانی ساخته می‌شده است. این قسمت همراه با تالار روبروی آن تأکید بیشتر این محور در سازماندهی کلی بخش‌های خانه را به همراه داشته است (پیرنیا، ۱۳۸۷، ۱۴۱ و ۱۴۲).

شکل اتاق‌ها و نقشه آن معمولاً از بخشی از یک مستطیل طلایی، مستطیل ایرانی به دست می‌آمده است (پیرنیا، ۱۳۸۳، ۱۵۹). در اتاق طهرانی نیز از شکل چلیپا استفاده می‌شده است. نورگیری اتاق‌های حاشیه حیاط توسط در، پنجره و گلجلم انجام می‌گرفته است که این عناصر در نوع اصیل آن در میان تابش‌بندهای عمودی و افقی و خرک‌پوش بوده و در نهایت همه آن‌ها در داخل یک قاب قرار می‌گرفته است و اتاق‌هایی که نورگیر نبوده‌اند به وسیله نورگیر سقف، هورنو^۳، نور می‌گرفته‌اند (معماریان، ۱۳۸۷، ۲۹۳). اتاق‌های تابستان نشین بسته به زاویه تابش دارای سایبان‌های عمودی و عقب‌رفتنی‌های موجود در نما تابش کنترل شده است که از راهکارهای طراحی غیرفعال هستند. فضاهای زمستان نشین به صورت اتاق‌های خورشیدی با پنجره‌های آفتابی و نورگیرهای سقفی هستند (حاجی‌قبری و سمایی، ۱۳۹۵، ۴۸).

• اتاق کرسی

این اتاق در مجموعه زمستان نشین و اغلب در گوشه‌های این بخش که در و پنجره کمتری به حیاط دارند، ساخته می‌شده تا در زمستان با بستن در و پنجره‌ها بتوان آن را گرم کرد. در وسط اتاق، چال کرسی قرار داشته و ابعاد اتاق تابع ابعاد کرسی بوده، چون دیواره‌های آن برای تکیه‌دادن مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. این فضا در همه خانه‌های اقلیم سرد و کوهستانی وجود دارد. این اتاق در مناطق پر شیب در پشت اتاق‌ها و داخل کوه کوه می‌شده و فاقد پنجره بوده است. این بخش در خانه‌هایی که حیاط بیرونی داشتند، گاه روی محور اصلی که شکم‌دریده یا چلیپا بوده نیز قرار می‌گرفته است. در خانه پیرنیا در ناین این اتاق با استقرار در محور اصلی، تزییناتی بسیار ظریف با لایه کاری گچی دارد (پارسی، ۱۳۸۷، ۱۲۴).

این فضا بیشتر بر پایه جداره‌هایش مانند دیوار ترومب که گرمای ذخیره‌شده در طول روز به تدریج به داخل بنا منتقل

می‌شود عمل می‌کند. دیوار ترومب به گرمای خورشید به طول کارآمد اجازه استفاده داده و کارایی آن به جنس ضخامت و رنگ سطح دیوار بستگی دارد و این امر با راهکار انرژی غیرفعال، جرم حرارتی کار می‌کند (فلاح و حیدری، ۱۳۹۵، ۱۱۷).

• بادگیر

کار بادگیرها هدایت باد مناسب به قسمت تابستان نشین خانه برای ایجاد حرکت هوا و خنک کردن آن محیط است. اصولاً با توجه به عملکرد بادگیرها می‌توان آن را به دو دسته کلی تقسیم کرد:

۱. بادگیرهای صرفاً عملکردی: بیشتر در خانه‌های معمولی دیده می‌شوند.
۲. بادگیرهای عملکردی - نمادین: در بعضی از خانه‌ها دیده می‌شود که علاوه بر عملکرد خاص آن نمایانگر تشخص صاحب خانه نیز بوده است؛ به طوری که در برخی از خانه‌ها ابعاد آن از یک اتاق سه دری نیز بیشتر شده است (بهادری‌نژاد، ۱۳۸۱، ۶).

هر کدام از عناصر متشکله بادگیر در شکل نهایی آن مؤثر است. بادگیر به ترتیب از پایین به بالا از قسمت‌هایی شامل: تنوره، ساقه، زه، زنجیر و قفسه‌ها تشکیل شده است.

قسمت تنوره بادگیر معمولاً به شکل هرم ناقص است. تناسبات مختلف قسمت بالای بادگیر با این قسمت تنظیم می‌شود. در بعضی از نمونه‌ها ارتفاع آن به اندازه قد یک انسان است. قسمت قفسه شامل چند عنصر از قبیل تیغه‌های عمودی قوس روی آن، قاب دور و گوشواره‌های پوزه کار می‌شود. قفسه‌ها معمولاً جلو باز یا جلو بسته هستند. تعداد قفسه‌ها و راه‌های ورودی باد به داخل اتاق است. معمولاً برای هر کانال ورودی هوا به اتاق دو قفسه در نظر گرفته می‌شده است (اسلامی، ۱۳۵۶، ۹۶-۱۱۸). در خانه‌های مسکونی چهارفصل که دارای حیاط مرکزی هستند، معمولاً بادگیر را در قسمت تابستان نشین ساختمان احداث می‌کنند و این بادگیر به اتاق اصلی یا تالار و سرداب یا زیرزمین ساختمان مرتبط است. نمونه بارز آن را می‌توان در خانه بروجردی‌ها ملاحظه کرد (تصویر ۱۹).

در این قسمت از ساختمان علاوه بر بادگیر، هواکش‌های تعبیه‌شده بر روی گنبد تالار نیز به تهویه محیط داخل کمک می‌کند. در این ساختمان عملکرد خنک‌سازی بادگیر فقط به صورت جابجایی هوا صورت می‌گیرد. البته در مورد سرداب، چون بدنه کانال بادگیر در زیرزمین قرار دارد و لذا قدری مرطوب می‌باشد، در نتیجه برودت تبخیری نیز به مقدار مختصری در خنک‌نمودن فضای سرداب تأثیر می‌گذارد. از خصوصیات دیگر بادگیر می‌توان از اثر دودکش نام برد. در مواقعی که باد جریان نداشته باشد، هوای گرم داخل بنا صعود می‌کند و از طریق بادگیر به خارج بنا منتقل می‌شود و بدین صورت کماکان یک

فشار هوا کار می‌کنند. همان‌طور که گفته شد بادگیرها به‌طور دودکشی تهویه طبیعی با مکش باد و با کمک عناصر دیگر خنک‌سازی آن صورت می‌گیرد که در **جدول ۳** عناصر انرژی غیرفعال، جزو تهویه دودکشی از راهکارهای سرمایه‌ی غیرفعال هستند.

• کنوبندی

در پوشش‌های خمیده گاه کنوبندی می‌کردند. کنبو تاق کوچکی بود که روی یک آسمانه تاقی یا گنبدی، فرورفتگی یا گرده میان دو تاق یا دو گنبد کنار هم را می‌پوشاند و کار را تخت می‌کند. از این رو یک فضای تهی در آسمانه پدید می‌آورد که می‌توانست پنجم باشد. از کنوبندی برای تخت کردن یک آسمانه خمیده تاقی و گنبدی و درست کردن کف اشکوب دوم هم بهره‌گیری می‌شد و می‌توانستند رویه بام‌های تاقی و گنبدی را تخت کنند و از بام همچون مهتابی بهره‌گیری کنند (پیرنیا، ۱۳۸۷، ۱۳۹-۱۴۰). این فضا بسته به نزدیکی سایر فضاها کارایی متفاوت در مبحث انرژی دارد که در فضاهای زمستان‌نشین با مهتابی و هورنورهای موجود مانند نورگیر سقفی از راهکارهای گرمایش غیرفعال است (بهداری‌نژاد، ۱۳۸۱، ۸).

• ایوان

معروفترین فضای سرپوشیده ایوان نام دارد. ایوان فضایی است که با ایجاد سایه و امکان ارتباط مستقیم در خانه‌های ایرانی تا اوایل قرن ۲۰، احداث آن از ملزومات خانه به حساب می‌آمده است، ایوان بود. ایوان فضایی سرپوشیده و مستقل است با تاقی رفیع که برای مجموعه‌ای از فعالیت‌های زندگی در نظر گرفته شده است. یک طرف ایوان باز و مشرف به حیاط است و دو طرف دیگر نیمه‌بسته و ضلع چهارم بسته است. ضلع بسته معمولاً به اتاق‌های شاهنشین راه دارد که با باز شدن در - پنجره‌های این اتاق، فضای شاهنشین با ایوان ترکیب می‌شود (حائری مازندرانی، ۱۳۸۸، ۱۲۹). در برخی از نمونه‌های بررسی شده، ایوان، در بالاخانه مستقر شده و سازمان فضایی مستقلی را به خود اختصاص داده است؛ همانند خانه عباسیان (تصویر ۲۱) و خانه علاقیند. ایوان به‌مثابه سایبان برای اتاق‌های مجاور است. سقف و جداره‌های چندلایه مانند پوسته خارجی عمل می‌کنند و تابش مستقیم خورشیدی را در خود ذخیره از ورود به فضای داخلی جلوگیری می‌کند (بهداری‌نژاد، ۱۳۸۱، ۱۴).

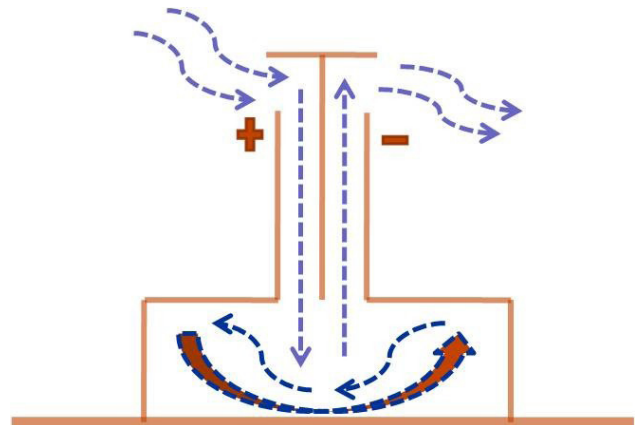
• پاسیو

از پاسیو جهت ایجاد جریان هوای خنک در شب نیز استفاده می‌شود (آیوازیان، ۱۳۷۷، ۸۸). پاسیو تأمین‌کننده نور است و در کنار شاهنشین قرار دارد. پاسیو از ریشه پادپاو و از دو بخش پادی به معنای خورشید و آو به معنای آب است. نمونه‌ای از این فضاها را می‌توان در خانه طباطبایی‌های کاشان دید (تصاویر ۲۲ و ۲۳).

جریان هوا در داخل ساختمان برقرار می‌شود. هر چند که شدت آن کمتر از مواقعی است که باد در محیط خارج جریان داشته باشد (قبایان، ۱۳۸۷، ۱۷). مرحوم پیرنیا طرز کار بادگیر را بدین‌گونه توضیح می‌دهد: «طرز کار بادگیر اصولاً بر این پایه نهاده شده است که از وزش باد برای کشاندن هوای خوش به درون ساختمان و از عکس‌العمل نیروی آن یعنی مکش برای راندن هوای گرم و آلوده استفاده می‌شود. شاید این توضیح لازم نباشد که چون باد به مانع یا دیواره پره‌های درونی بادگیر برخورد ناچار به فرود آمدن می‌شود (تصویر ۲۰)، ولی عرض این نکته لازم است که شکاف‌های دیگر بادگیر که پشت به جهت وزش باد دارند، هوای آلوده و گرم را به دست باد می‌سپارند و کار هواکش و دستگاه‌کننده را انجام می‌دهند» (پیرنیا، ۱۳۸۲، ۳۳۲). بادگیرها معمولاً در پشت تالار قرار گرفته‌اند و تقارن موجود در نمای این جبهه را تقویت می‌کرده‌اند (بهداری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷، ۲۶۵). این نکته نیز باید اضافه شود که بسیاری از بادگیرهای کاشان عملکردی همچون بادخان دارند و با اختلاف



تصویر ۱۹. بادگیر خانه بروجردی‌ها. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



تصویر ۲۰. نحوه عملکرد بادگیر ایجاد فشار مثبت و منفی. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.

عملکرد دودکشی و تهویه با کمک پوشش گیاهی و عنصر آب صورت می‌گیرد که برای تهویه و خنک کردن فضای داخلی با ایجاد کوران هوا و چرخش صورت می‌گیرد.

• سرداب

سرداب، خانه‌ای که در زیرزمین سازند تا در گرما به آن پناه برند و آب در آن جا نگاه دارند تا سرد ماند (غیاث). بنایی است در زیر زمین که در تابستان در آن آب می‌گذارند تا سرد شود (دهخدا، ۱۳۷۷، ۱۲۱). شبستان زیرزمینی مترادف با ساختمان زمستانی است و به کوشک میان باغ یا حوضخانه و هر ساختمانی که برای بهره‌گیری گرما مناسب است هم سردابه گفته می‌شود (تصویر ۲۴)، بعدها فقط به زیرزمین اطلاق می‌شده است (پیرنیا، ۱۳۸۷، ۱۶۵). خانه آل یاسین دارای سه سرداب، خانه بروجردی‌ها دارای دو سرداب، خانه تهامی، شریفیان، عطارها، علاقبند و مرتضوی دارای یک سرداب، خانه دستمالچی دارای سرداب‌های وسیعی در جهت جنوب شرقی، جنوب غربی و شمال غربی است که از ممیزات این خانه به شمار می‌رود و خانه‌های صالح و کارخانه‌چی دارای سرداب صلیبی شکل هستند. سرداب‌ها از تهویه زمین گرمایی، انرژی زمین استفاده می‌کند که در این بخش با وجود حوض و بادگیر عمل دودکشی رخ می‌دهد و فضا خنک می‌شود (ترابی، ۱۳۹۷، ۵).

• حوضخانه

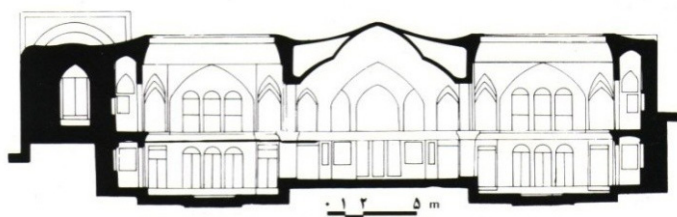
در خانه ایرانی از طریق استقرار یک حوض در زیر گنبدخانه، ویژگی‌هایی همچون خنکی، رطوبت و انعکاس تصویری متنوع را ایجاد می‌کند، به این مجموعه فضا، حوضخانه می‌گویند (حائری مازندرانی، ۱۳۸۸، ۱۳۰). حوضخانه خانه بنیکاظمی در زیرزمین و حوضخانه خانه اصفهانیان هم‌سطح با حیاط است (تصویر ۲۵) و خانه‌های آل یاسین، باکوچی، خیریه و عطارها دارای حوضخانه هستند، خانه عباسیان دارای حیاطی مرتفع است. وجود حوضخانه در زیرزمین که قسمت زیرین بادگیر واقع شده است به مکش باد و خنک کردن باد گرم روز کمک می‌کند. حوضخانه‌های موجود در حیاط تهویه طبیعی را قوت می‌بخشد و با ایجاد سرمایش تبخیری هوا را خنک کرده و به چرخش آن کمک می‌کند.

• بام

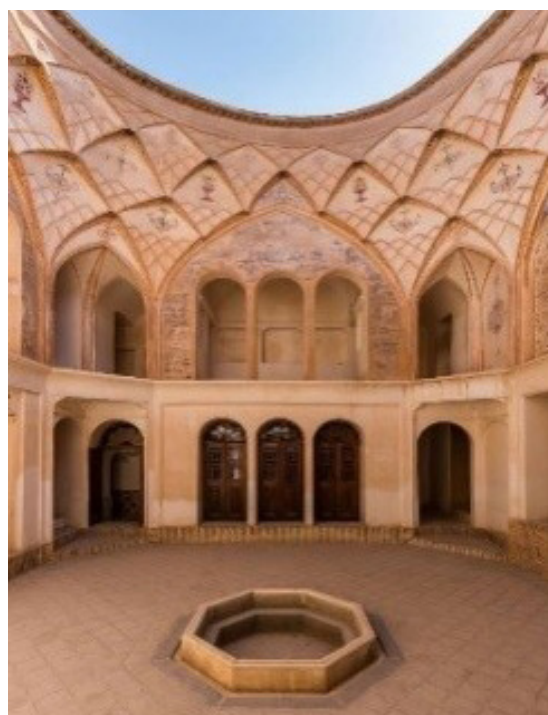
بام در معماری ایران به جرأت بخشی از فضای زندگی است و علاوه بر وجود حجم‌های پیچیده و زیبا، به‌عنوان حیاط هم مورد استفاده قرار می‌گرفته است. وجود حیاط در بام علاوه بر عایق‌بودن برای طبقه زیرین با سرمایش تبخیری که ایجاد می‌کند از انرژی غیرفعال بهره گرفته است. در شهرهایی چون نایین در برخی از بناها با دیوارهای صندوقه‌چینی شده، اطراف بام را تا حدود یک مترونیم بالا آورده و نوعی حیاط در بام بوجود می‌آوردند که در شب‌های تابستان برای خواب استفاده می‌شده است. همچنین این دیوارها با سایه‌اندازی بر



تصویر ۲۱. ایوان خانه عباسیان. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



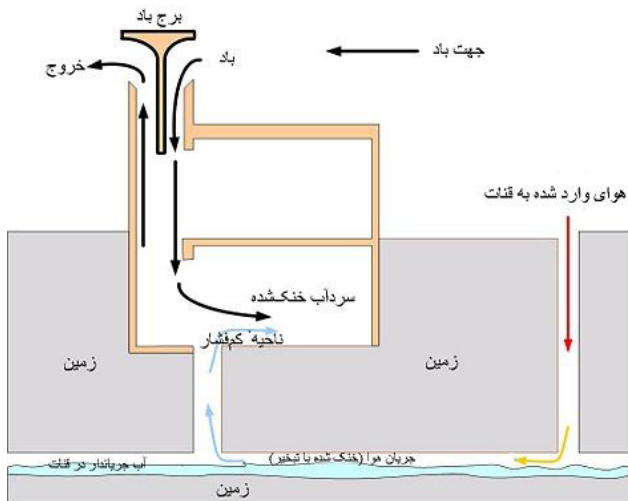
تصویر ۲۲. برشی از پاسیو خانه طباطبایی‌ها، کاشان. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



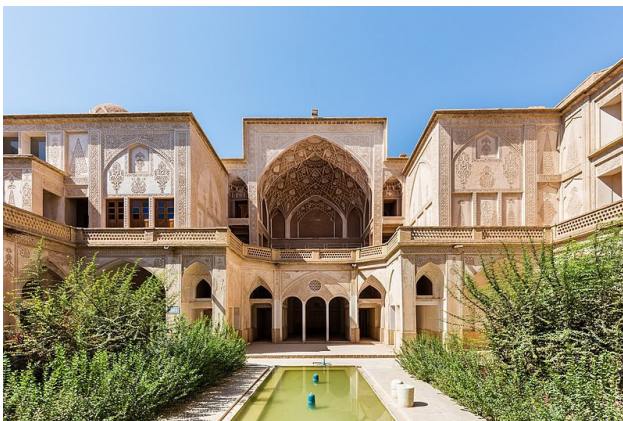
تصویر ۲۳. پاسیو خانه طباطبایی‌ها. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی‌قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



تصویر ۲۴. نحوه عملکرد سرداب. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



تصویر ۲۵. حوضخانه خانه اصفهانی‌ها. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



بخشی از بام در ساعات مختلف روز نقش اقلیمی ثانویه‌ای نیز داشته‌اند. چنین فضاهایی در مساجد نیز مورد استفاده بوده است. خانه عباسیان کاشان با چنین حیاطی در بام است که در آن معماران با قاب‌بندی‌های ظریف از مشبک آجری، امکان تهویه را نیز فراهم آورده‌اند (معماریان، ۱۳۸۷، ۲۹۵).

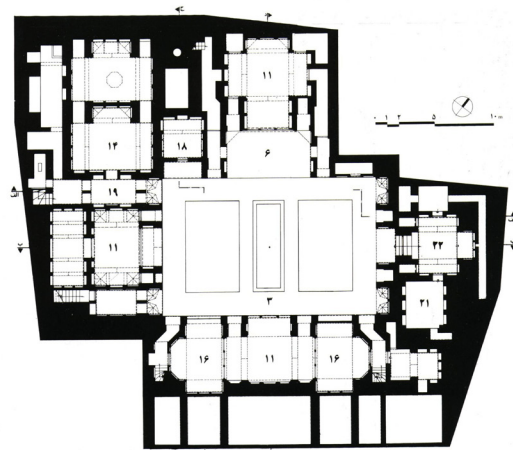
تحلیل دو نمونه از خانه‌های کاشان بررسی اقلیمی و انرژی غیرفعال در آن

• خانه عباسیان

عمارت عباسیان در سال ۱۲۴۸ هجری قمری همزمان با دوره قاجار ساخته شده است و به دو قسمت اندرونی و بیرونی تقسیم گردیده است. حتی طراحی اتاق‌ها نیز به صورت تودرتو است. بخش‌های خانه تاریخی عباسیان کاملاً قرینه هم هستند و شامل قسمت‌های زمستانه و تابستانه است که متناسب با آب‌وهوا در قسمت مربوطه زندگی می‌کردند (تصویر ۲۶).

• خانه شریفیان

قدمت خانه شریفیان به سال ۱۲۳۰ هجری قمری بر می‌گردد. این عمارت زیبا در محله صدره و در دوره قاجاریه ساخته شده و سه فضای مختلف آن را تشکیل می‌دهند، ساختمان‌های دو طبقه آن در قسمت شمالی و جنوبی حیاط خانه از مهم‌ترین فضاها محسوب می‌شوند. در قسمت جنوبی بنا یک تالار شاه‌نشین بزرگ قرار دارد که به یک حوضخانه با شکل هشتی متصل می‌شود و در قسمت شمالی از طریق ایوان وسیع می‌توان به حیاط رسید (تصویر ۲۷). یکی از شاخصه‌های این بنا طاق قوسی شکل آن است که از نمای کل خانه شریفیان کمی بیرون آمده است و دیواره‌ها و سقف ایوان این خانه را با تزئینات کاربندی، گچ‌بندی و یزدی‌بندی به زیبایی آراسته‌اند. همچنین خانه زیبای شریفیان علاوه بر حیاط اندرونی که



تصویر ۲۶. راست: پلان خانه عباسیان، چپ: نمایی از حیاط خانه عباسیان. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.

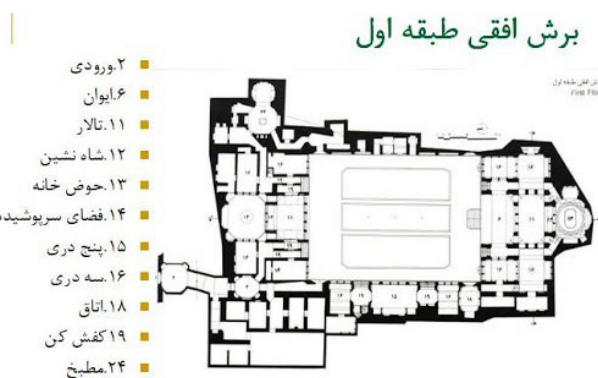
• انرژی غیرفعال

با توجه به جدول ۶، انرژی غیرفعال با عناصر معماری سنتی کاشان تطبیق داده شد و در نمونه خانه‌های تاریخی این شهر بررسی شد. از آنجا که هدف این مقاله آشنایی بیشتر با انرژی غیرفعال و استفاده از آن در طراحی‌های امروزه جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی است. با کمک عناصر معماری سنتی در این اقلیم می‌توان از انرژی غیرفعال بهره‌مند شد. بنابراین بعد از شناخت نوع طراحی خانه‌های سنتی کاشان (تصویر ۲۸) و مشابه‌سازی مؤلفه‌ها به تعریف انرژی غیرفعال در دو دسته سرمایه‌سازی و گرمایش در جداول ۷ و ۸ پرداخته شده است.

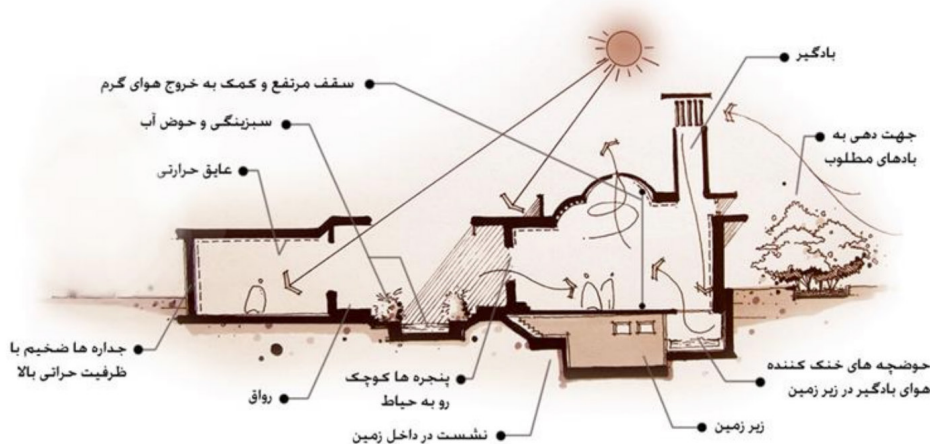
از چهار طرف بسته است، یک حیاط در قسمت بیرونی با سه جبهه باز دارد. از فضاهای مهم و کاربردی خانه شریفیان می‌توان به سرداب‌ها، شاه‌نشین، ایوان تابستانی، بهارخواب و هشتی ورودی اشاره کرد (محمدی و مختاری، ۱۳۹۷، ۸۹).

نتیجه‌گیری

در این بخش راهکارهای انرژی غیرفعال از منظر فضاهای موجود در خانه‌های کاشان در جداول ۴ و ۵ بررسی شده و نمونه خانه‌ها در هریک سنجیده شده است. سپس به صورت احکام کلی در ۲۴ مورد مشخصات طراحی اقلیمی و بهره‌مندی از انرژی غیرفعال آورده شده است.



تصویر ۲۷. راست: پلان خانه شریفیان، چپ: نمایی از حیاط خانه شریفیان. مأخذ: موسوی روضاتی، حاجی قاسمی و سلطانزاده، ۱۳۷۵.



تصویر ۲۸. برشی از خانه‌های کویری. مأخذ: پوردیهیمی و همکاران، ۱۳۹۷.

جدول ۴. ویژگی انرژی غیرفعال خانه عباسیان کاشان. مأخذ: نگارندگان.

نحوه استفاده	راهکارهای انرژی غیرفعال	
تابستان نشین با ارتفاع زیاد، بدون در و پنجره: عبور و گردش هوا و ایجاد تهویه مناسب	تهویه متقاطع	
- طرح مشبک درها و نورگیرها: عبور و مکش هوا جهت تهویه بهتر هوا و نورگیری - استفاده از اختلاف فشار در بادگیر این خانه: جهت هدایت هوای گرم و نامطبوع به خارج	تهویه دودکشی	
نحوه قرارگیری باغچه‌ها و حوض: ایجاد هوای مطبوع با استفاده از گیاهان و آب	تهویه با عناصر طبیعی	
حیاطی در بام برای افزایش جریان هوا	تهویه بام سبز	
در تابستان سرداب خنک است و نورگیری کمی دارد حتی بدون بادگیر هم اختلاف فشار سبب خنکی هوا می‌شود.	تهویه زمین گرمایی	
ایوان‌ها و پیش‌آمدگی‌های نما به صورت سایبان عمل می‌کنند.	سایبان	
استفاده از رنگ‌های طبیعی و روشن: کنترل دمای جداره‌ها به کمک دوپوسته‌بودن جداره	پوسته خارجی	
قرارگیری فضا اطراف حیاط برای افزایش سایه‌اندازی در فضای داخلی و کوچه باریک اطراف	حیاط مرکزی	سرمایش
ایجاد گودال‌باغچ: کوچه سه متر بالا تر بوده تا آب سوار شده و از قنات وارد خانه شود.	سرمایش تبخیری	
قرارگیری زمستان‌نشین در جهت جنوبی: استفاده از انرژی خورشید با توجه به فصول	پنجره آفتابی	
هورنوها اطراف اتاق کرسی	نورگیر سقفی	
زمستان‌نشین با حجمی سنگین و تو پر و دارای سقفی کم ارتفاع: ایجاد گرما و سپس حفظ گرمای مورد نیاز	اتاق خورشیدی	گرمایش
سرداب در زمستان گرم است: استفاده از ظرفیت حرارتی خاک و بسته به عملکرد جداره آن	دیوار ترومب	

جدول ۵. ویژگی انرژی غیرفعال در خانه شریفیان کاشان. مأخذ: نگارندگان.

نحوه استفاده	راهکارهای انرژی غیرفعال	
شاه‌نشین با ارتفاع زیاد و بازشوهای متنوع: جهت تهویه بهتر هوا در فصول گرم سال	تهویه متقاطع	
بادگیر و کلاه‌فرنگی: تأمین نور، تهویه هوا و خنک‌کردن هوا با قراردادن حوضی در زیر آن	تهویه دودکشی	
نحوه قرارگیری باغچه‌ها و حوض: ایجاد هوای مطبوع با استفاده از گیاهان و آب	تهویه با عناصر طبیعی	
سرداب در تابستان از ظهر تا بعدازظهر مورد استفاده بوده است: حدود ۱۵ درجه خنک‌تر - کوچک‌شدن دهانه - کوچک‌شدن طول جهت کنترل بهتر دمای مورد نیاز	تهویه زمین گرمایی	
دوپوسته‌بودن بخش گنبدی که به علت نوع مصالح با ظرفیت گرمایی بالا و رنگ آن انرژی خورشیدی روز را ذخیره و در شب‌های سرد که به خاطر نوسان زیاد روز و شب است به اتاق‌های اطراف می‌دهد.	تهویه شبانه	
وجود سقف گنبدی: امتناع از تابش مستقیم آفتاب و قرارگیری قسمتی از سقف در سایه	سایبان	
استفاده از رنگ‌های طبیعی و روشن: کنترل دمای جداره‌ها با توجه به نوع رنگ	پوسته خارجی	سرمایش
ایجاد گودال‌باغچ: پایین‌تر از سطح کوچه تا آب سوار شده و از قنات وارد خانه شود، استفاده از خاک گودبرداری	حیاط مرکزی	
با وجود حوض بزرگ در وسط و گودال‌باغچه‌های اطراف آن در حیاط مرکزی سرمایش تبخیری صورت می‌گیرد و موجب تهویه فضاها می‌شود.	سرمایش تبخیری	
پنجره‌های رو به تابش مستقیم آفتاب در فصول سرد	پنجره آفتابی	
- زمستان‌نشین رو به آفتاب: استفاده از انرژی طبیعی آفتاب - زمستان‌نشین یک طرف باز: جهت کنترل راحت‌تر دما و رفت و آمد	اتاق خورشیدی	
سرداب در زمستان گرم است: استفاده از ظرفیت حرارتی خاک	دیوار ترومب	گرمایش

تجزیه و تحلیل نقش انرژی غیرفعال در ارزیابی خانه‌های کاشان

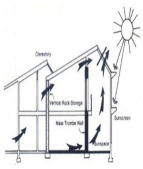
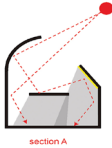
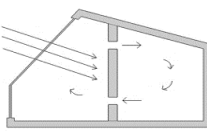
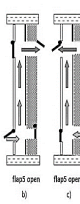
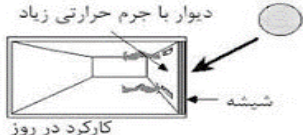
جدول ۶. ویژگی انرژی سرمایش و گرمایش غیرفعال در خانه‌های کاشان. مأخذ: نگارندگان.

انرژی گرمایشی غیرفعال	فضای خانه‌های کاشان	نمونه خانه‌های کاشان
پنجره آفتابی	اتاق زمستان نشین	اکثر خانه‌ها به جز خانه علاقیند
نورگیر سقفی	کنوبندی	خانه‌های جهان‌آرایی، عباسیان، مرتضوی، تهامی، عطارها و خیریه
نورگیر سقفی	اتاق زمستان نشین	اکثر خانه‌ها به جز خانه علاقیند
دیوار ترومب	اتاق کرسی	خانه‌های شریفیان، تهامی، عامری، عطارها، اصفهانیان و خیریه
جرم حرارتی	المان کالبدی نما	تمام نمونه‌ها
انرژی سرمایشی غیرفعال	فضای خانه‌های کاشان	نمونه خانه‌های کاشان
تهویه متقاطع	یافت درونگرا اتاق تابستان نشین	هر دو مورد در تمام نمونه‌ها موجود است
تهویه دودکشی	بادگیر پاسیو حوضخانه زیرزمینی	وجود بادگیر در اکثر خانه‌ها جز: خانه‌های بنی کاظمی و علاقیند دارای حیاط خلوت و پاسیو همچنین خانه‌های جهان‌آرایی و اصفهانیان تنها حوضخانه دارند
تهویه عناصر طبیعی	حوضخانه گودال باغچه	عنصر آب و حوض در تمام نمونه موجود است گودال باغچه: خانه‌های تهامی، مرتضوی، باکوچی و عباسیان
تهویه شبانه	دو پوسته بودن سقف‌های گنبدی	خانه‌های بنی کاظمی، حسینی، عباسیان، تهامی، عامری، اصفهانیان ضخامت زیاد و چند لایه بودن سقف گنبدی اتاق تابستان نشین به عنوان پوسته خارجی عمل می‌کند.
تهویه بام سبز	بام	بام در اکثر خانه‌ها حکم حیاط دوم را دارد و قابل استفاده اما این مؤلفه نیازمند پوشش گیاهی خاص است که امروزه باید توجه بیشتری به آن نمود.
تهویه زمین گرمایی	سرداب گودال باغچه	تقریباً تمام خانه‌ها از فضای زیرزمینی که بخشی بالاتر از سطح زمین است برای تبادل و جریان باد جز خانه باکوچی که فضای زیرزمینی آن حکم سرداب و عنصر سرمایشی را ندارد.
سایبان	یافت درونگرا المان نمای اتاق تابستان نشین ایوان و تالار	در تمام نمونه‌ها با طراحی درونگرا و المان‌های عمودی، سایه اندازی صورت گرفته همچنین تالار و ایوان عنصر ثابت طراحی این است. اما در خانه‌های شریفیان و علاقیند این تالارهای بدون سقف عملکرد سایه اندازی را ندارند. و در خانه جهان‌آرایی ایوان وجود ندارد.
پوسته خارجی	المان کالبد نما دو پوسته بودن سقف‌های گنبدی	خانه‌های بنی کاظمی، حسینی، عباسیان، تهامی، عامری، اصفهانیان ضخامت زیاد و چند لایه بودن سقف گنبدی اتاق تابستان نشین به عنوان پوسته خارجی عمل می‌کند.
حیاط مرکزی	حیاط و فضای باز	موجود در تمام نمونه‌ها خانه‌های آل یاسین و طباطبایی‌ها ۲ حیاط مجزا خانه‌های بنی کاظمی، عباسیان و علاقیند حیاط خلوت‌های متعدد
سرمایش تبخیری	حیاط و گودال باغچه حوضخانه	در تمام نمونه‌ها وجود حیاط مرکزی و پوشش گیاهی سرمایش تبخیری را ایجاد می‌کند اما در بعضی گودال باغچه و حوضخانه به این امر قوت می‌بخشند.

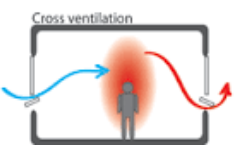
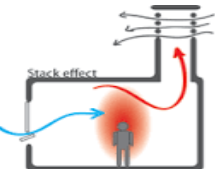
پی‌نوشت‌ها

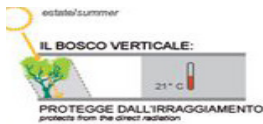
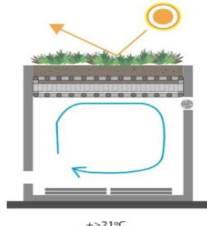
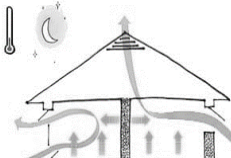
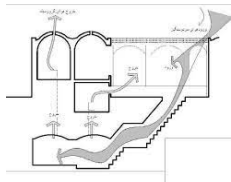
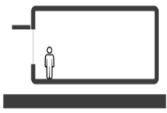
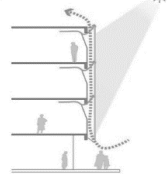
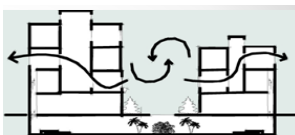
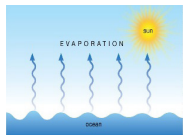
- این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد «پرستو جعفری» با عنوان «طراحی مجتمع مسکونی همساز با اقلیم با تأکید بر بهره‌گیری از انرژی‌های غیرفعال» است که به راهنمایی دکتر «علی یاران» در سال ۱۴۰۰ در دانشکده هنر و معماری دانشگاه «علم و فرهنگ ایران» به انجام رسیده است.
۱. تحلیل سلسله‌مراتبی: Analytic hierarchy process
 ۲. شکم‌دریده: فضایی که پیوستگی آن به وسیله چهار عنصر (مثل بادگیر یا گنجه) در گوشه‌ها قطع می‌شود.
 ۳. گوشواره: بالاخانه‌های دو طرف تالار.
 ۴. هورنو: روزنی گرد یا چندوجهی در سقف برای نورگیری بوده است.

جدول ۷. توضیحات انرژی گرمایش غیرفعال در شهر کاشان. مأخذ: نگارندگان.

تصویر	راهکارهای طراحی	مؤلفه‌ها
	پنجره‌های ضلع جنوبی	پنجره آفتابی
	بازشوهای فوقانی ساختمان با عرض‌های محدود عمق روشنایی زیادی ایجاد می‌کنند و گرمای مطلوبی در اوقات سرد به محیط می‌دهند.	نورگیر سقفی
	تراس‌هایی در جبهه جنوب و جنوب‌غربی هستند که تابش مستقیم آفتاب دارند، با شیشه‌های متحرک که در فصول سرد بسته می‌شود و انرژی را در خود محبوس می‌کند.	اتاق خورشیدی
	جداره اتاق خورشیدی که بیشتر کاربرد آن در زمستان است و دریچه‌هایی که شب‌ها باز می‌شود و گرمای ذخیره را به نشیمن و یا اتاق‌ها می‌دهد.	دیوار ترومب
	رنگ تیره روی دیوار ترومب می‌تواند به‌عنوان جرم حرارتی در فصول سرد عمل کند.	جرم حرارتی

جدول ۸. توضیحات انرژی گرمایش غیرفعال در شهر کاشان. مأخذ: نگارندگان.

تصویر	راهکارهای طراحی	مؤلفه‌ها
	بازشوایی در خلاف یا روبروی هم که به چرخش هوا کمک کند حتماً یکی از بازشوها در جبهه جنوب‌غربی و غرب باشد.	تهویه متقاطع
	استفاده از بادگیرها که دریچه‌ها در سمت شرق و شمال‌شرقی در جهت باد غالب در تابستان سایت باشند و انتها به یک حوضچه در فضای زیرزمینی ختم می‌شود، حول بادگیر واحدها قرار می‌گیرند.	تهویه دودکشی

مؤلفه‌ها	راهکارهای طراحی	تصویر
تهویه با آب و گیاه	- استفاده از گودال‌باغچه در حیاط حداقل ۱/۵ متر پایین‌تر از کف معابر. - استفاده از نمای سبز در ساختمان‌ها و آبیاری آن با سیستم بارش باران. - حوضچه‌هایی سرتاسر حیاط و فضاهای زیر بادگیر برای جریان هوا.	
تهویه بام سبز	وجود هرچه بیشتر فضای سبز به خنک‌شدن محیط کمک می‌کند. فضای سبز بام علاوه بر تلطیف هوا به علت سرمایش تبخیری، باعث سایه‌اندازی و خنک‌ترشدن طبقات آخر می‌شود.	
تهویه شبانه	با استفاده از مصالح مناسب و جرم حرارتی گرمای روز را ذخیره و در شب آزاد می‌کند.	
تهویه زمین‌گرمایی	به معنای استفاده از انرژی زمین‌گرمایی است. در مناطق کویری با رفتن به دل زمین، این فضاها از آسایش حرارتی مطلوبی برخوردار هستند و با استفاده از عناصر طبیعی مانند آب می‌توان به خنک نمودن فضا افزود.	
سایبان	وجود سایه‌بان با زاویه ۴۵ درجه برای بازشوها و ورودی‌ها.	
پوسته خارجی	پوسته‌های متحرک برای پنجره‌های جنوبی و غربی که در فصول سرد بسته باشد و دریافت انرژی داشته باشند اما در فصول گرم میزان تابش را کنترل می‌کند.	
حیاط مرکزی	حیاط مرکزی و آتریوم به علت سایه‌اندازی توسط فضاهای اطراف مورد استفاده قرار می‌گیرد. حیاط مرکزی و آتریوم کوران هوا ایجاد می‌کند برای چرخش بهتر باد.	
سرمایش تبخیری	بر پایه تبخیرهایی که صورت می‌گیرد باعث خنک‌شدن فضا می‌شود. هرچه سطوح آبی و پوشش گیاهی بیشتر باشد این مؤلفه بهتر عمل می‌کند.	

فهرست منابع

- آیوازبان، سیمون. (۱۳۷۷). بهره‌گیری از روش‌های سنتی در صرفه‌جویی انرژی. هنرهای زیبا، ۳، ۸۴-۸۹.
- ابوالضیاء، فرهاد و قزلباش، محمدرضا. (۱۳۶۴). الفبای کالبد خانه سنتی یزد. تهران: انتشارات وزارت برنامه و بودجه.
- اسلامی، منصور. (۱۳۵۶). معماری سنتی روستاهای ایران: پژوهشی در معماری روستایی حاشیه شمالی دشت کویر. هنر و معماری، ۹(۳۶)، ۹۶-۱۱۸.

- بهادری نژاد، مهدی. (۱۳۸۱). نقش تهویه مطبوع در تأمین آسایش برای انسان. مهندسی مکانیک، ۱(۲۶)، ۶-۹.
- بهادری نژاد، مهدی و دهقانی، علیرضا. (۱۳۸۷). بادگیر شاهکار مهندسی ایران. تهران: یزدا.
- پارسی، فرامرز. (۱۳۸۷). ارزیابی تعامل بین سکونتگاه‌های روستایی حاشیه کویر مرکزی و محیط طبیعی با بررسی پایداری دوطرفه در جهت توسعه کالبدی. معمار، ۱(۴۸)، ۸-۱.
- پوردیهیمی، شهرام؛ طاهری، جعفر؛ رضایی، نازنین؛ اسلامی، فرشته؛ توحیدی، طلیعه و طاهری، ثریا. (۱۳۹۵). بررسی راهکارهای طراحی اقلیمی در شهر یزد و سمنان. کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و زیرساخت شهری ایران، تبریز.
- پیرنیا، محمدکریم. (۱۳۸۳). آشنایی با معماری اسلامی ایران. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- پیرنیا، محمدکریم. (۱۳۸۷). معماری ایرانی (تدوین غلامحسین معاریان). تهران: نشر سروش دانش.
- ترابی، فاطمه. (۱۳۹۷). بررسی عناصر اقلیمی بر پایه عناصر معماری خورشیدی ایستا. معماری و شهرسازی، ۱(۶)، ۱-۶.
- حاجی‌قنبری، علی و سمایی، فرزاد. (۱۳۹۵). ترکیب معماری اکولوژیکی و فناوری‌های نو در کاهش مصرف انرژی. شبک، ۲(۲)، ۱۳-۲۰.
- حائری مازندرانی، محمدرضا. (۱۳۸۸). خانه، فرهنگ، طبیعت، بررسی معماری خانه‌های تاریخی و معاصر به منظور تدوین فرآیند و معیارهای طراحی خانه. تهران:
- انتشارات مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- خردمند، صبا و ستاری، حسن. (۱۳۹۷). زیست‌الگو رویکردی هوشمندانه برای صرفه‌جویی انرژی در پوسته ساختمانی. جغرافیایی سرزمین علمی، ۱۵(۵۷)، ۶۹-۸۶.
- فلاح، الهام و حیدری، شاهین. (۱۳۹۵). ارزیابی میزان کارایی سامانه‌های سرمایش غیرفعال در اقلیم گرم و خشک ایران. انرژی ایران، ۴(۱۹)، ۱۱۷-۱۳۰.
- قبادیان، وحید. (۱۳۸۷). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران. چاپ پنجم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- کسایی، رضا. (۱۳۶۳). نگاهی به بناهای خشتی معماری ایران. تهران: نشر مجرد.
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۴). اقلیم و معماری (ویراسته محمد احمدی نژاد). چاپ سوم. تهران: انتشارات خاک.
- موسوی روضاتی، مریم‌دخت؛ حاجی‌قاسمی، کامبیز و سلطانزاده، حسین. (۱۳۷۵). گنجنامه: فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران، دفتر اول: خانه‌های کاشان. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- دهخدا، علی اکبر. (۱۳۷۷). لغت‌نامه دهخدا. ج. ۸. تهران: دانشگاه تهران.
- محمدی عرفان و مختاری، مهدیه. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر معماری سنتی بر معماری معاصر با نگاه بر معماری شهر کاشان. معماری‌شناسی، ۱(۲)، ۱-۱۰.
- معاریان، غلامحسین. (۱۳۸۷). آشنایی با معماری مسکونی ایران: گونه‌شناسی درونگرا. چاپ ۵. تهران: انتشارات سروش دانش.
- نجومیان، امیرعلی. (۱۳۸۷). تحلیل نشانه‌شناختی خانه‌های تاریخی کاشان. نامه معماری و شهرسازی، ۱(۱)، ۱۱۱.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

یاران، علی و جعفری، پرستو. (۱۴۰۱). تجزیه و تحلیل نقش انرژی غیرفعال در ارزیابی خانه‌های کاشان. منظر، ۱۴(۵۹)، ۴۰-۵۷.



DOI: 10.22034/MANZAR.2022.304882.2150

URL : http://www.manzar-sj.com/article_149839.html