

رویکرد تحلیلی بر معماری بادگیرهای ایران (مورد پژوهی: باغ دولت آباد، بادگیر چقی سیرجان، خانه بروجردی ها)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴

کد مقاله: ۸۱۵۶۳

مریم برین*^۱، الناز ابراهیمی^۲، ساره اسمعیل آبادی^۳،
سید محمدعلی قافله باشی^۴

چکیده

بادگیر به عنوان یکی از عناصری که از شاهکارهای مهندسی معماری بومی ایران است، به منظور ایجاد آسایش و تهویه طبیعی استفاده می شود. این عنصر، جزئی از کالبد ساختمان های مناطق گرم می باشد. همچنین از آن برای برقراری جریان هوا و خنک کردن آب در آب انبارها استفاده می شود. با توجه به اهمیت انرژی و پیش بینی افزایش مصرف و در نتیجه رویارویی با کمبود آن در اقلیم های گرم، ضرورت ساخت بادگیر برای استفاده از انرژی های تجدیدپذیر نمایان می شود. این موضوع که در کدام شهرها و به چه صورت می توان از بادگیر در جهت پیش بینی راه حلی برای این بحران استفاده کرد، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در این پژوهش که از نوع کیفی - قیاسی و رویکردی تفسیری-تاریخی می باشد به معرفی نمونه موردی های بادگیرهای چقی سیرجان، باغ دولت آباد و خانه بروجردی ها پرداخته می شود تا با ردیابی ریشه های تاریخی بادگیر در معماری سنتی، به منظور بهینه سازی آن در معماری امروز به کار گرفته شود. نتایج تحقیق نشان می دهد که بادگیر سازوکاری پایدار در معماری و سازه های مناسب برای تنظیم شرایط محیطی و اقلیمی بنا است. همچنین، با در نظر گرفتن نقاط ضعف و قوت بادگیرهای سنتی و اندیشیدن تدابیری برای استفاده نوین از آن در معماری عصر حاضر، راهکارهایی برای مدیریت بهینه مصرف انرژی پیشنهاد شده است.

واژگان کلیدی: بادگیر، معماری بومی، انرژی، یزد

۱- دانشجوی کارشناسی معماری، دانشکده عمران و هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
maryam.barin8102@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی معماری، دانشکده عمران و هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی معماری، دانشکده عمران و هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- دانشجوی کارشناسی معماری، دانشکده عمران و هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۱- مقدمه

معماری بومی ایران، به‌ویژه در اقلیم‌های گرم، همواره به‌دنبال راهکارهایی بوده که با استفاده بهینه از منابع طبیعی، به کاهش مصرف انرژی و بهبود کیفیت زندگی ساکنان کمک کند. یکی از عناصر کلیدی در این زمینه، بادگیر است. بادگیر، از عناصر کهنی است که بر آسمانه شهرها در اقلیم‌های گرم و خشک و گرم و مرطوب به چشم می‌آید و از آن به منظور سیستم تهویه طبیعی، از قابلیت جذب و هدایت باد برای خنک‌سازی فضاهای داخلی خانه، مساجد و آب انبارها بهره می‌برند و به این ترتیب، مصرف انرژی برای سرمایش را به حداقل می‌رسانند. اگرچه تاریخ دقیق پیدایش بادگیرها مشخص نیست، اما شواهد نشان می‌دهد که این عنصر از دوران خلافت عباسیان در ایران آغاز شده و در برخی منابع قدمت آن را به دوران صفویه نسبت می‌دهند. در پژوهش انجام‌شده، نمونه‌هایی کهن مانند باغ دولت‌آباد یزد، خانه بروجردی‌ها در کاشان و بادگیر چیقی سیرجان مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته‌اند. این نمونه‌ها به‌خوبی نشان‌دهنده نوآوری‌های معماری ایرانی در پاسخ به چالش‌های اقلیمی هستند. همچنین، امروزه با استفاده از تکنیک‌های نوین و فناوری‌های جدید، سعی در حفظ و احیای این عناصر سنتی شده است، به‌گونه‌ای که بادگیرها بتوانند به‌عنوان سیستم‌های پایدار و کارآمد در معماری معاصر مورد استفاده قرار گیرند. این رویکرد نه‌تنها به حفظ هویت فرهنگی و تاریخی کمک می‌کند، بلکه به‌عنوان راهی برای مقابله با تغییرات اقلیمی و چالش‌های محیط‌زیستی نیز مطرح است. این‌که چگونه می‌توان با کنکاش در معماری سنتی اقلیم‌های گرم و تحلیل رفتار عملکردی بادگیر از آن به‌صورت امروزی شده استفاده کرد سوال بنیادین این پژوهش می‌باشد و تمامی بررسی‌های انجام شده برای دستیابی به جواب آن می‌باشد.

۲- پیشینه تحقیق

در طول تاریخ، سازگاری با محیط پیرامون و توجه به اقلیم برای معماری ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است. همچنین در عصر حاضر انرژی در زندگی بشر نقش ویژه‌ای دارد. بر این اساس بحث طراحی صحیح ساختمان‌ها و کالبد شهرها مبتنی بر ویژگی‌های اقلیمی و ارائه راهکارهای جدید اجرایی در جهت کاهش مصرف انرژی و ایجاد شرایط آسایش در ساختمان امری ضروری است (خان‌محمدی و وحیدی، ۱۴۰۱). بادگیر همان‌گونه که از نام آن پیدا است، جزئی از کالبد ساختمان‌های مناطق گرم و خشک و یا گرم و مرطوب ایران به شمار می‌رود که با هدایت جریان باد و بهره‌گیری از انرژی پاک طبیعت در تعدیل دما و رسانیدن دمای فضای سکونت به دمای درحد آسایش نقش مؤثری داشته است (محمودی و مفیدی، ۱۳۸۷). این پژوهش باتوجه به خلأهای موجود در مقالات پیشین، که شامل عدم جامعیت و تمرکز بر جنبه‌های خاص، دارا بودن تصاویر ناقص از ویژگی‌های بادگیرها، عدم توجه به نوآوری‌های معاصر در طراحی و غفلت از مقایسه چند نمونه داخلی است، رویکردی متفاوت اتخاذ کرده است. نقاط قوت این تحقیق شامل رویکرد چندبعدی و تحلیل عمیق، توجه به بستر اقلیمی و سازگاری معماری، تحلیل تاریخی و تطابق با تغییرات اقلیمی، انتخاب نمونه‌های متنوع با تنوع جغرافیایی و استفاده از منابع معتبر و مستندات قوی می‌باشد. این موارد می‌توانند به پژوهشگران کمک کنند تا در تحقیقات آینده خود به نقاط قوت و ضعف موجود توجه کنند و زمینه‌های جدیدی را برای بررسی و تحلیل فراهم آورند.

۳- روش پژوهش

این پژوهش باتوجه به ماهیت روش تحقیق کیفی (مجموعه فعالیت‌هایی شامل جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور درک مفاهیم، نظرات یا تجربیات و همچنین کسب اطلاعات درباره موضوع مورد تحقیق می‌باشد) و همچنین روش تحقیق قیاسی (تحقیق با هدف‌ها و مفروضات شروع شده و پژوهشگر واقعیت‌ها را کنار یکدیگر قرار می‌دهد و آنها را مورد بررسی و مقایسه قرار می‌دهد و در آخر به نتیجه جدیدی دست پیدا می‌کند) روشی کیفی- قیاسی خواهد داشت که در آن به تحلیل و توضیح بادگیر و انواع آن از لحاظ تاریخی و معماری پرداخته می‌شود و نمونه موردی‌های تاریخی در شهرهای یزد، که به شهر بادگیرها معروف است، کرمان و کاشان، از نظر معماری و نکات مثبت و منفی آنها مورد مقایسه قرار می‌گیرد و داده‌های این تحقیق از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مقالات مرتبط همراه با راهبرد تفسیری- تاریخی به منظور توضیح و شرح بادگیر باتوجه به فرهنگ لغت‌نامه دهخدا و همچنین تاریخچه و قدمت بادگیر از گذشته تا کنون گردآوری شده است.

۴- مبانی نظری

۴-۱- تاریخچه بادگیر

معماری ایران، همواره با محیط طبیعی ارتباط مستقیم داشته و از عناصر مختلفی در راستای هماهنگی با طبیعت استفاده کرده است. یکی از این عناصر بادگیر می‌باشد که از گذشته‌های دور در نواحی مختلف ایران، از جمله مناطق گرم و خشک و گرم و

مرطوب مانند: یزد، کاشان، کرمان و ... دیده شده است. همانگونه که قبل تر نیز اشاره شد، در برخی منابع، آغاز ساخت بادگیر را به دوران خلافت عباسیان و در برخی دیگر به دوران صفویه نسبت می دهند.

در منابع، معمولاً به چند اشاره کوتاه اکتفا شده مبنی بر این که بادگیر عنصری بسیار کهن در معماری ایران است. با وجود نقش پررنگ اقلیمی، المانی و عملکردی این عنصر، دانستن اینکه چگونه و در چه زمانی و تحت تأثیر چه عواملی در معماری سنتی ظهور پیدا کرده و رشد یافته است، نقش مهمی در فهم ما از دانش بومی خود و معماری منطقه خواهد داشت (ابویی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۶). کهن ترین بنایی که اثری از بادگیر در آن دیده می شود، در شمال شرقی شهر بم، بر بالا و دامنه صخره‌ای عظیم است که قلعه‌ای مستحکم را در آن پی افکنده‌اند و اهالی محل، آن را "ارگ" می نامند. درواقع، این بنای سترگ، شهر قدیم بم است. ارگ بم و شهر آن ازجمله قلعه‌های نظامی بسیار مهم و تاریخی به‌شمار می رود. ارگ بم، نمونه کاملی از شیوه‌های معماری ایران است و نمونه‌های متنوعی از قرن‌ها معماری در آن به چشم می خورد (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۱۶). مارکو پولو در بخشی از سفرنامه‌ی خود چنین می گوید:

" در آن جا شهرهای کوچک و بزرگ خوب زیادی می باشد که هرمز با مردم عرب زبانش یکی از آن ها است. گرما در آن جا وحشتناک است بدین علت بر روی خانه‌هایشان وسایل تهویه جهت گرفتن باد ساخته شده است. این وسایل تهویه در جهتی قرار گرفته‌اند که جریان باد را از بیرون به درون خانه برای خنک کردن آن می آورند." (Yule, 1871).

۴-۲- یزد، شهر بادگیرها

شهر یزد در فلات مرکزی ایران واقع شده است، این شهر از لحاظ معماری بسیار غنی است که اهمیت و نیاز به توجه بیشتر به پژوهش در این بخش را، دوچندان می کند. شهر یزد که به شهر بادگیرها نیز مشهور است، دارای بافت سنتی بسیار ارزشمندی است. باتوجه به اینکه این شهر در اقلیم گرم و خشک کشور قرار دارد، از سالیان دور شهروندان ساکن در آن، برای ایجاد هوای مطبوع و تهویه طبیعی از این عنصر بهره می بردند که یکی از وجه‌های عملکردی معماری در این شهر است. علاوه بر آن، بادگیرها از شاخص‌های مهم زیبایی شناسی بافت سنتی شهر یزد به‌شمار می آیند.

یزد اولین شهر خشتی و دومین شهر تاریخی جهان بعد از ونیز ایتالیاست. استان یزد از سرزمین‌های کهن تاریخی ایران زمین است. برخی از جغرافی‌نگاران، تاریخ ساخت یزد را به یزدگرد اول ساسانی نسبت می دهند که وجه تسمیه یزد در ارتباط با نام وی و واژه «یزش» به معنی ستایش و نیایش در زبان فارسی میانه است (جمالپور و اربابان، ۱۳۹۴: ۸). آب و هوای گرم و خشک در تابستان و سرد و خشک در زمستان، بارندگی و رطوبت بسیار کم، پوشش بسیار کم گیاهی و اختلاف زیاد درجه حرارت بین شب و روز از خصوصیات کلی شرایط اقلیمی یزد است. به طور کلی تمام فضاهای زیستی این منطقه، در مقابل عوامل جوی و خصوصاً باد نامطلوب و تابش نیز با استفاده از تمهیدات خاصی صورت می پذیرد. بافت شهری به هم فشرده و ابنیه متصل به هم هستند. کوچه‌ها باریک و با دیوارهای نسبتاً بلند و در مسیر یک خط شکسته امتداد دارند (پوراحمدی و آیت اللهی، ۱۳۹۰: ۶).

بناها در یزد کاملاً درون‌گرا و محصور هستند و کلیه بناها به جز حمام‌ها دارای حیاط مرکزی است. با قراردادن بازشوها رو به فضای نسبتاً مرطوب و معتدل حیاط و مسدود نمودن جداره خارجی ساختمان، ارتباط فضای زیست داخل با فضای نامساعد بیرون قطع شده و یک اقلیم کوچک برای آسایش انسان در اقلیم گرم و خشک منطقه به وجود می آید. طاق‌ها غالباً قوسی و گنبدی است و دیوارهای خشتی و آجری نیز برای تحمل بار سنگین این طاق‌های قوسی با ضخامت زیاد ساخته می شوند (قبادیان، ۱۳۷۷: ۸۹).

۴-۳- تعریف بادگیر

یکی از ارزشمندترین و مهم‌ترین مظاهر معماری ایران را می توان بادگیر دانست که روشی ابداعی است و به منظور خنک‌سازی فضای داخل خانه‌ها از گذشته دور در مناطق کویری به کار می رفته است. همچنین باتوجه به موقعیت جغرافیایی منطقه خاورمیانه که دارای اقلیم گرم و خشک و مرطوب می باشد، بادگیر نقش بسیار گسترده‌ای در معماری این ناحیه داشته است. «بادگیر از روزگاران دور در ایران زمین به کار گرفته شده و از نام‌های باستانی و گوناگون آن مانند واتغر، بادهنج و بادخان خیشود و خیشخان برمی آید که پدیده تازه‌ای نیست» (پیرنیا، ۱۳۷۴: ۳۳۱).

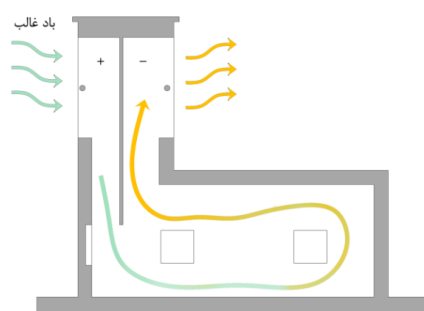
شاید بتوان مشهورترین شاخصه بناهای اقلیم گرم و خشک را، استفاده آن‌ها از بادگیر دانست. بادگیر به معانی دریاچه و روزنی است که برای عبور و ورود باد در خانه تعبیه می شده است (مراحمی و همکاران، ۱۳۹۶). بادگیر همانگونه که از نام آن پیداست، جزئی از کالبد ساختمان‌های مناطق گرم و خشک به‌شمار می رود که با هدایت جریان باد و بهره‌گیری از انرژی پاک در طبیعت، در تعدیل دما و رسانیدن دمای فضای سکونت به دمای درحد آسایش انسان، نقش مؤثری داشته است. بادگیر سیستم تنفسی شهر و از مصادیق بارز انرژی پاک محسوب می شود. از آنجا که وزش انواع بادهای فصلی و روزانه یکی از ویژگی‌های اصلی اقلیمی مناطق گرم و خشک ایران به‌شمار می آید، بادگیرهای این مناطق نیز در جهت بادهای مطبوع و پرسرعت ساخته می شدند. عملکرد بادگیر

بدین گونه است که باد مطلوب را گرفته و آن را به داخل اتاق‌های اصلی ساختمان هدایت می‌کند و یا باد خنک حیاط را به داخل فضاهای اصلی می‌کشد (پوراحمدی و آیت‌اللهی، ۱۳۹۰).

۴-۴- عملکرد بادگیر

بادگیر از زمان‌های گذشته در شهرهای مختلف ایران وجود داشته است و یک سیستم سرمایش ایستا می‌باشد که سبب کاهش مصرف انرژی می‌شود. متأسفانه در طول سال‌ها بادگیرها به علت معایبی که داشتند جنبه عملکردی خود را از دست داده و بیشتر جنبه تزئینی به خود گرفتند ولی امروزه نیز با تلاش در راستای بهبود عملکرد بادگیر با روش‌های گوناگون، این المان در شهرهای متعددی از ایران در حال ساخت است.

عملکرد اساسی بادگیر در دو بخش خلاصه می‌شود: نخست آنکه هوای دلپذیر و مطبوع را به داخل هدایت کرده و دوم آنکه، هوای گرم و آلوده را خارج می‌کند. وجود بادگیر با آب و هوای هر منطقه، رابطه مستقیم داشته است؛ در مناطقی که شدت هوای گرم بیشتر باشد، تعداد بادگیرها نیز بیشتر خواهد بود (مهدوی نژاد و جوانرودی، ۱۳۹۰). برخی محققان، بادگیرها را به «شش‌های یک شهر کویری» تشبیه کرده است. در معماری سنتی ایران، بارزترین روش مدیریت جریان و دمای هوا در ساختمان‌ها، بادگیرها هستند که بر بام خانه‌ها یا آب‌انبارها بنا شده‌اند. مهم‌ترین نکته در مورد بادگیر را عدم نیاز به انرژی برای فعالیت می‌دانند (Roohi, 2014). بدین معنی که بادگیرها بر اساس قوانین تهویه طبیعی، با استفاده از نیروی باد و پدیده دودکشی کار می‌کنند (یحیایی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۰۱-۱۰۲). در رأس بادگیر منافذی وجود دارد که عموماً عمود بر جهت وزش باد غالب ساخته می‌شوند. وقتی بادگیر در مسیر باد قرار می‌گیرد منافذ رو به باد تحت فشار مثبت قرار می‌گیرند و بالعکس، در منافذ پشت به باد فشار منفی ایجاد می‌شود. تهویه طبیعی بادگیرها هنگامی که سرعت باد چندان قابل توجه نیست براساس خاصیت دودکشی صورت می‌گیرد؛ در این حالت کل بادگیر به صورت یک دودکش عمل می‌کند (رستم پور و همکاران، ۱۳۹۹: ۵۴). در اقلیم گرم و خشک برای بیرون راندن هوای گرم؛ در اقلیم گرم و مرطوب برای خارج کردن رطوبت؛ در مناطق معتدل و سرد برای دفع آلودگی از جمله مواردی است که این شیوه غیرفعال را فراگیر می‌کند (محمدی سنگالی و قرشی، ۱۳۹۵). در شکل ۱ عملکرد بادگیر نشان داده شده است:



شکل ۱: کارکرد بادگیر (مأخذ: مراحمی و همکاران، ۱۳۹۶)

۴-۵- انواع بادگیر

از آنجا که بادگیرهای ایران از جهات مختلف بررسی شده است، برای آن تقسیم‌بندی‌های گوناگونی وجود دارد که به سه نوع آن می‌پردازیم.

بادگیرهای ایران به طور کلی از نظر شرایط اقلیمی به سه دسته تقسیم می‌شوند: اردکانی / کرمانی / یزدی. ساختار بادگیر اردکانی، در مقایسه با سایر بادگیرها تا اندازه‌ای ساده و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه‌تر است. به این بادگیرها یک‌طرفه هم گفته می‌شود (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷). بادگیر کرمانی نیز از نظر معماری ساده و تقریباً کوچک‌اند و از آنجا که دوطرفه می‌باشند، به آنها بادگیر دوقلو نیز گفته می‌شود (Roohi, 2014). بادگیرهای یزدی عموماً چهارطرفه‌اند و برای درگیری بیشتر با جریان باد عموماً با ارتفاع زیاد ساخته می‌شوند. این بادگیرها از نظر معماری، پیچیده‌ترین و زیباترین نوع بادگیرها در ایران هستند (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷).

در جدول ۱ ویژگی‌های این بادگیرها به صورت خلاصه مشخص شده است:

جدول ۱: انواع بادگیر از نظر اقلیم (مأخذ: نگارندگان)

نوع بادگیر	ویژگی ها
اردکانی	- بادگیر یک طرفه - رو به باد مطبوع اصفهانی میباشد و از سمت شرق، غرب و جنوب، منفذی برای آن در نظر گرفته نشده است. - کم ارتفاع و کوتاه تر به ویژه در مناطقی که گردوغبار زیاد است. - ساده تر و مقرون به صرفه تر است
کرمانی	- بادگیر دوطرفه (دوقلو) - ساده و تقریباً کوچک - در مسیر بادهای شناخته شده - کارایی نسبت به اردکانی تا حدودی دقیق تر و ایده آل تر
یزدی	- بادگیر معمولاً به صورت چهارطرفه - بزرگ تر از سایر بادگیرها - ارتفاع معمولاً زیاد - از نظر معماری، مشکل تر و پیچیده تر و زیباتر - آخرین مرحله تکامل: بادگیر دوطبقه

تقسیم بندی دیگری باتوجه به جنبه کارکردی بادگیرها صورت گرفته است که به طور کلی دو دسته اند: بادگیرهای صرفاً عملکردی و بادگیرهای عملکردی - نمادین (Roohi, 2014). بادگیرهای عملکردی دارای یک جهت و شکل خاص خود هستند. بادگیرهای عملکردی - نمادین علاوه بر عملکرد خاص خود، نمایانگر مهم بودن صاحب خانه بوده اند (یحیایی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۰۱-۱۰۲). گروهی نیز تقسیم بندی بر مبنای جهت دریافت باد ارائه داده اند که البته با مطالعه و تحلیل نمونه بادگیرهای شهر یزد، به نظر می رسد این تقسیم بندی به شهر یزد مربوط می باشد: بادگیرهای یک طرفه، دوطرفه، سه طرفه، چهار طرفه، شش طرفه، هشت طرفه.

۴-۶- معماری بادگیر

بادگیر از مصادیق معماری بومی ایرانی با رویکرد اقلیمی است که همساز با محیط طبیعی بوده و کمترین آسیب را به آن می رساند و به صورت یک المان عمودی بر روی سقف بناها قرار می گیرد و شامل اجزا و بخش های مختلفی می باشد. همچنین به دلیل اهمیت بادگیر در خنک سازی ساختمان، این عنصر را نشانه بلوغ فکری معماران ایرانی می دانند.

۴-۶-۱- مصالح

از آنجا که بادگیرها مختص مناطق گرم و خشک و گرم و مرطوب می باشند، مصالح به کاررفته در آن نیز باید متناسب با خصوصیات اقلیمی همان منطقه باشد. مصالح ساختمانی بادگیر، عمدتاً خشت خام یا آجر، گل، گچ و چوب شورونه است. چوب شورونه استحکام بسیار زیاد و مقاومت بالایی در برابر موریانه دارد (پوراحمدی و آیت اللهی، ۱۳۹۰).

۴-۶-۲- اجزا ساختمانی

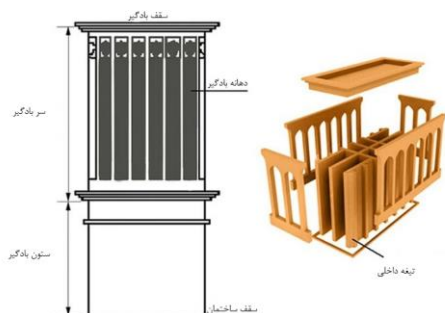
اجزاء بادگیرها در منابع گوناگون، متفاوت است اما کامل ترین دسته بندی نشان دهنده این است که اجزاء اصلی چهار بخش می باشد که در جدول شماره ۲ به بررسی آن پرداخته و در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: بررسی اجزا تشکیل دهنده بادگیر (مأخذ: نگارندگان)

اجزاء اصلی	تعریف	اجزاء فرعی	تعریف
ستون	حداقل بین دهانه و بام	بدنه	بخش بیرونی بادگیر (عموماً از جنس آجر یا آجر و خشت)
		کانال	بلندترین بخش بادگیر (از تنوره تا قفسه)
		تنوره	پایین ترین قسمت بادگیر (جایی که تیغه های اصلی داخلی به اتمام می رسند)
		ساقه	حداقل قفسه و بام
دهانه	قسمت بالای بادگیر شامل ورودی های جریان هوا	قفسه	بالترین بخش (روی کانال)
		هواکش	عنوان محل عبور هوا در فضای بادگیر
		چشمه	عرض بین دو تیغه
تیغه ها	تقسیم کننده بخش داخلی از جنس خشت و آجر به کانال های کوچک		
سقف	بالترین و نهایی ترین قسمت بادگیر		

۴-۶-۳-ستون

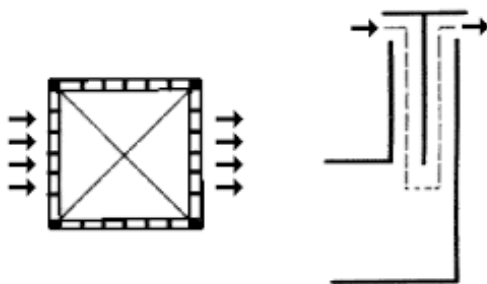
ستون بادگیرها معمولاً به صورت مکعب، مکعب مستطیل و یا منشور ساخته می شده است. قاعده آنها نیز به شکل مربع، مستطیل، شش و یا هشت وجهی بوده است (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷).



شکل ۲: اجزاء اصلی بادگیر (مأخذ: lastsecond.ir)

۴-۶-۴-پلان

فرم پلان بادگیر به شکل مربع، مستطیل و هشت ضلعی می باشد. فرم مربع که در شکل ۳ به آن اشاره شده است، مورد استفاده برای بادگیرهای چهارطرفه است. دیوارهای داخلی که بادگیرها را به منافع مختلف تقسیم می کنند، شکل دهنده پلان بادگیرها می باشند (شریفی و همکاران، ۱۳۹۳، ۵).



شکل ۳: مقطع و پلان بادگیر چهارطرفه (مأخذ:

ghoolabad.com)

به طور کلی در ایران بادگیر با پلان دایره، شش ضلعی، هشت ضلعی، مربع و مستطیل دیده شده است. بادگیر با فرم مثلث در هیچ کجای خاورمیانه شناخته شده نیست (محمودی و مفیدی "الف"، ۱۳۸۷: ۸۵).

بادگیرهای چهارضلعی و هشت ضلعی، ویژه سرزمین هایی است که بادهای خوش در آن ها از چندسو می وزند و به ویژه در هنگام گرما که گاهی از شمال به جنوب و گاهی از شرق به غرب باد خوشی می وزد. بادگیرهای مستطیلی در سرزمین هایی ساخته می شود که سوی وزش باد در تابستان از یک سو و بیشتر از شمال شرق به جنوب غرب است. از این رو نمای بادگیر را درست روبروی آن می سازند (بهرام زاده و سبک رو، ۱۳۹۲: ۱۴).

مطلوب ترین شکل پلان جهت احداث بادگیر، مستطیلی با اضلاع بلند در راستای جنوب غرب است (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷).

۴-۷-مزایا و معایب

از گذشته های دور در ایران و همچنین در برخی از کشورهای دیگر به منظور خارج کردن هوای گرم از ساختمان ها و خنک سازی فضای داخل آن ها از بادگیرها استفاده می کردند. این عناصر در کنار مزایای زیادی که داشتند، معایب و مشکلاتی را هم به همراه داشتند که افراد، امروزه با به کارگیری روش های گوناگون سعی در حل این مشکلات دارند. در جدول ۳ مزایا و معایب بادگیر به صورت خلاصه آورده شده است:

جدول ۳: انواع بادگیر از نظر اقلیم (مأخذ: نگارندگان)

مزایا	معایب
- کاهش مصرف انرژی - کاهش انتشار آلاینده های هوا - کاهش مشکلات زیست محیطی - زیبایی و تزئین ساختمان - تهویه طبیعی و خنک کردن هوا بدون استفاده از انرژی الکتریکی - کاهش وابستگی به سیستم های تهویه مطبوع مکانیکی	- ناکارآمد بودن بادگیر در مناطقی که سرعت باد کافی نیست - امکان ورود حشرات و گردوغبار به داخل بنا از طریق دهانه ها - محدود بودن میزان انرژی سرمایی قابل ذخیره در ساختمان - خروج بخشی از هوای وارد شده از دهانه های دیگر و غیرقابل استفاده بودن آن - تولید باد گرم از بعدازظهر تا نیمه شب

۴-۷-۱- مزایا

در حوزه ساختمان هایی با کارایی بالا، بادگیرها می توانند به عنوان یکی از اجزای اصلی و رویکرد خلاقانه برای کاهش مصرف انرژی و بهبود شرایط آسایش در نظر گرفته شوند. به علاوه توجه به موقعیت جغرافیایی یا منطقه ای خاص استفاده از بادگیرها

نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری این عناصر بر آسایش حرارتی ساکنین ساختمان‌های این اقلیم است. طبیعتاً گسترش این رویکرد منجر به کاهش وابستگی به سیستم‌های تهویه مطبوع مکانیکی، کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش انتشار آلاینده‌های هوا و مشکلات زیست‌محیطی نیز می‌شود. (نشاط صفوی و اقبالی، ۱۴۰۰: ۴۰)

۴-۷-۲- معایب

باینکه بادگیرها یکی از شاهکارهای هنر مهندسی ایرانیان به‌شمار می‌روند، کاستی‌هایی نیز دارند که مختصراً به آن‌ها اشاره می‌شود: در مناطقی که سرعت باد در آن‌ها کافی نیست، بادگیر کارایی چندانی ندارد. / دهانه‌های بادگیر، محل ورود گردوغبار، حشرات و گاه پرندگان کوچک به ساختمان بوده است. / میزان انرژی سرمایی قابل ذخیره در جرم ساختمان بادگیر، به دلیل کم‌بودن جرم و گرمای مخصوص مصالح ساختمانی که در آن به کار گرفته شده، محدود است و نمی‌تواند نیازهای یک روز داغ تابستانی را فراهم کند. / قسمتی از هوایی که از دهانه‌های بادگیر وارد می‌شود، از دهانه‌های دیگر خارج می‌شود و فرصت ورود به داخل ساختمان را پیدا نمی‌کند. (بهادری نژاد، ۱۳۸۷: ۱۹)

۴-۸- باغ دولت‌آباد یزد



شکل ۴: باغ دولت‌آباد یزد (مأخذ:

blog.rahbal.com)

باغ دولت‌آباد یزد که در شکل ۴ قابل مشاهده می‌باشد، از موفق‌ترین و کهن‌ترین نمونه‌های معماری در مناطق گرم و خشک به‌شمار می‌آید؛ چراکه این باغ در سال‌های متمادی محلی برای اقامت حاکمان بوده و از طریق بادگیر توانسته آسایش و راحتی ساکنین خود را در برابر گرمای طاقت‌فرسا یزد فراهم کند.

این شاهکار در اواخر دوره افشاریه و در سال ۱۱۶۰ ه.ق توسط محمد تقی خان معروف به (خان بزرگ) که وی سرسلسله خاندان خوانین یزد بود احداث گردید (آقائی و کاراحمدی، ۱۴۰۱).

بخش عمده‌ای از مجموعه باغ، از جمله عمارت هشتی و بادگیر باغ، تخریب شده بود که سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران، مرمت و بازسازی آن‌ها را انجام داد. این باغ از قناتی به همین نام (قنات دولت‌آباد) مشروب می‌شده و جریان آب در باغ، چارچوب اساسی طراحی آن را تشکیل می‌دهد. عمارت سردر جنوبی، شترخان و اصطبل‌ها، عمارت حرم‌سرا، عمارت هشتی و بادگیر هشت‌وجهی، آشپزخانه، اتاق‌های خدمه، عمارت بهشت آیین، عمارت تالار آئینه، عمارت تهران، عمارت سردر اصلی و آب‌انبار دودخانه، بخش‌های اصلی تشکیل‌دهنده مجموعه باغ دولت‌آباد است. جالب‌ترین بنای مجموعه، عمارت هشتی و بادگیر است که تلفیق جریان هوا و آب در آن به زیباترین شکل صورت گرفته است. کاربندی بسیار ظریف سقف هشتی، اثر استاد مرحوم علی‌اکبر خرمی، معمار میراث فرهنگی است که با سیم گل و دم‌گیری گچی به شیوه‌ای بسیار استادانه اجرا شده است (کاربندی انجام شده، جدید است و مربوط به اصل بنا نیست). در ارسی مشبک با شیشه‌های رنگی نیز که دفتر فنی حفاظت آثار باستانی، آن را ترمیم کرده به زیبایی بنا افزوده است (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۳۳).

بادگیر باغ دولت‌آباد که به شکل منشوری ساخته شده است با ارتفاع ۳۳ متر و ۸۰ سانتی‌متر مرتفع‌ترین بادگیری است که تا به حال در ایران شناخته شده است و قدمت آن ۲۷۰ سال می‌باشد. این بادگیر دارای هشت کانال ورودی هوا می‌باشد، کانال مورد نظر یک منشور مثلث‌القاعده که اندازه قاعده آن ۱٫۵ متر و اندازه ساق آن ۲٫۲ متر و ارتفاع آن ۲۳٫۸ متر است. اتاقی نیز در زیر بادگیر قرار دارد که دارای طول ۶ متر، عرض ۴ متر و ارتفاعی برابر ۲٫۵ متر است. درست در زیر بادگیر حوضچه هشت‌گوشی قرار گرفته که طولی برابر با ۱٫۷۵ متر و عمقی برابر با ۰٫۷۵ متر دارد. جنس بادگیر از خشت و گل (کاهگل) و ضخامت دیواره بیرونی آن ۰٫۸ متر می‌باشد. باغ دولت‌آباد به جز بادگیر بلند ساختمان اصلی، سه بادگیر دیگر در ساختمان تابستان نشین که رو به شمال است، دارد و یک بادگیر بزرگ با زمینه مربع و تیغه ای نه بخشی. زیر بادگیر در پایین، روزنه‌ای هم به زیرزمین داشته که زمانی آن را بسته بودند (آقائی و کاراحمدی، ۱۴۰۱).

مهم‌ترین امتیاز طراحی عمارت، تلاش معمار در انتخاب زوایایی هوشمندانه برای ایجاد بهترین و زیباترین نماهای دید و منظره از داخل بنا است (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۳۳).

۹-۴- بادگیر چیقی سیرجان



شکل ۵: بادگیر چیقی سیرجان (مأخذ: eneshat.com)

بادگیر چیقی سیرجان که در شکل ۵ قابل مشاهده می‌باشد، یکی از متفاوت‌ترین بادگیرهای ایران نسبت به بادگیرهای شهرستان سیرجان و سایر بادگیرهای کشور می‌باشد، که با شکل خاص خود توجه بسیاری را جلب کرده است. این بادگیر با تقلید از دودکش‌ها و هواکش‌های کشتی‌های قدیمی ساخته شده است (پورخسروانی، ۱۳۹۵). این بنای قدیمی که امروز به آن بادگیر چیقی گفته می‌شود، درواقع باقیمانده یک خانه قدیمی به نام خانه آقا سید علی اصغر رضوی در شهر سیرجان است. این بادگیر از آثار دوران پهلوی است که به منظور نمایش ارزش‌های فرهنگی و هنری و تلفیق معماری و صنعت ساخته شده است (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۳۳).

معمار آن، سید محمد شجاعی می‌باشد. خنک بودن استراحتگاه کشتی در بازگشت از یک سفر، توجه وی را جلب می‌کند. علت این اتفاق را در معماری خاص دودکش‌های کشتی می‌یابد و به فکر ساخت بادگیری همانند آن می‌افتد. هم‌اکنون این بادگیر به‌عنوان نماد شهرستان سیرجان معروف است. بادگیر از برجکی تقریباً مرتفع‌تر از جاهای دیگر خانه در روی بام تشکیل شده است. عموماً بادگیرها بر روی قسمتی از خانه‌های کویری به نام حوضخانه بنا شده‌اند. حوضخانه ایوانی کوچک بوده است که در انتهای اتاق‌های تابستانی هر عمارت قرار داشته است. اتاق‌های تابستانی از اتاق‌هایی با ابعاد بزرگ و درهای زیاد تشکیل شده‌اند. حوضخانه به شکل فضای رابط میان حیاط خانه و اتاق‌های تابستانی است. در میانه این فضا، حوض کوچکی واقع شده است که دلیل اصلی نامگذاری این مکان به خاطر وجود همین حوض است. بادگیرها دقیقاً در بالای این حوض قرار دارند، ولی از طریق منافذی که دارند جریان هوا را به روی آب حوض هدایت می‌کنند. باد را به داخل هدایت می‌کنند و با برخورد باد به آب حوضچه، فضا خنک می‌شود. البته زیبایی این بادگیرهای چیقی فقط به خاطر فرم خاص آن‌ها نیست (پورخسروانی، ۱۳۹۵). از جمله تزئینات به‌کاررفته در بنا، مجموعه لوله‌های چیقی‌شکل بادگیر است که دهانه‌ی آن‌ها به چهار جهت باز است. بدنه خارجی لوله‌های بادگیر با قطعات کوچک آجرهای هندسی شش‌ضلعی تزئین شده است (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷).

۱۰-۴- خانه بروجردی‌های کاشان



شکل ۶: خانه بروجردی‌های کاشان (مأخذ: eghamatkhas.com)

یکی‌دیگر از نمونه‌های موفق معماری بومی ایران، خانه بروجردی‌ها می‌باشد که دارای تمام ویژگی‌های بارز خانه‌های سنتی ایرانی است و در شکل ۶ قابل مشاهده می‌باشد. این خانه در کاشان قرار دارد و در مدت زمان ۱۸ سال، در دوره قاجار توسط حاج سید حسن نطنزی که از بازرگانان معروف آن زمان بود، ساخته شده است که شامل دو بخش اندرونی و بیرونی می‌باشد.

بخش بیرونی خانه، شامل عمارت خانه و حیاط است که مورد بازدید گردشگران قرار می‌گیرد. قسمت بیرونی خانه از راهرو ورودی شروع می‌شود و شامل حیاط مرکزی، تالار سرپوشیده، نورگیر فوقانی، اتاق‌های تابستانی و بادگیرها می‌باشد. بخش اندرونی خانه نیز خود شامل دو قسمت جنوبی و شمالی است. در بالای تالار اصلی خانه یک سقف گنبدی قرار دارد و به دلیل همین طراحی، شکل ظاهری خانه بروجردی‌ها، با ساختمان‌هایی که توسط گائودی در بارسلونا طراحی شده است مقایسه می‌شود (یاران، علی و همکاران، ۱۳۹۹).

داخل سقف این گنبد، مقرنس‌کاری شده است و روی گچ‌کاری‌های آن را نیز رنگ‌آمیزی کرده‌اند. بادگیرهای حفره‌ای خانه بروجردی کاشان نمونه‌ای منحصر به فرد در ساخت بادگیرها است (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷). خانه بروجردی‌ها به صورت شمالی - جنوبی و در جهت قبله قرار دارد و این مسأله موجب فراهم آوردن فضا‌های تابستان‌نشین و زمستان‌نشین شده است. فضای تابستان‌نشین که در ضلع جنوبی خانه قرار دارد، در تابستان در سایه قرار می‌گیرد و به واسطه بادگیر از تهویه طبیعی

برخوردار می‌شود. فضای زمستان نشین نیز در قسمت شمالی بنا قرار داشته و در زمستان از انرژی و گرمای خورشید بهره لازم را می‌برد. اهمیت خانه بروجرودی‌ها به حدی است که بادگیرهای آن به نمادی از شهر کاشان تبدیل شده‌اند (رمضانی و همکاران، ۱۴۰۱).

۴-۱۱- بادگیر در معماری نوین

بادگیرهای سنتی به علت معایب و کاستی‌هایی که داشتند، باعث بروز مشکلاتی می‌شدند که امروزه روش‌ها و راه‌حل‌های جدیدی برایشان پیدا شده است که به حل این مسائل کمک می‌کنند. یکی از این راه‌حل‌ها، بادگیر با ستون و سطوح خیس‌شونده می‌باشد. نکات مهم در کارایی بادگیر با ستون خیس‌شونده، ایجاد تغییرات در سر یا دهانه‌های ورودی هوا و اضافه کردن سطوحی (از سفال یا پرده‌ی ضخیم) در ستون بادگیر است. خیس کردن این سطوح می‌تواند امکان سرمایش تبخیری هوا را فراهم کرده و هوا را در شرایط مطبوعی وارد ساختمان کند. در این بادگیرها، اصلاحاتی در طراحی سر بادگیر، افزایش سطح انتقال حرارت و بهبود فرآیند خنک‌سازی هوا به روش تبخیری انجام شده است. هدف از تحلیل بادگیر با ستون خیس‌شونده مشخص کردن تغییرات دما، رطوبت نسبی و جریان هوا از ستون بادگیر به ساختمان است. دما، رطوبت نسبی و جریان هوای ورودی به ساختمان، بستگی به عواملی دارند که مؤلفان آن‌ها را به دو دسته کلی تقسیم کرده‌اند: ۱. عوامل آب و هوایی و محیطی. ۲. عوامل فنی و مهندسی. در بررسی کارایی بادگیر با سطوح خیس‌شونده، ابتدا پوشال‌هایی در دهانه‌های ورودی بادگیر، جاسازی و توسط یک پمپ آب، مرطوب می‌شوند. بدین ترتیب هوا در حین عبور از لابه‌لای این پوشال‌ها به صورت تبخیری، خنک شده و دمای آن تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۹۰: ۱۲۰).

۴-۱۱-۱- راه‌حل‌هایی برای افزایش کارایی بادگیر

برای افزایش کارایی سیستم در تابستان راهکارهای زیر مناسب می‌باشند:

الف) تعبیه دریچه تخلیه هوا: یکی از روش‌های افزایش کارایی شومینه بادگیر در فصل تابستان، تعبیه دریچه‌ای در بالای اتاق به سمت کانال شومینه می‌باشد. با اجرای این کار جریان هوای خنکی که از بادگیر به داخل اتاق وزیده شده و از قسمت پایین دیوار اتاق وارد فضا شده است، پس از گرم شدن به سمت بالای اتاق حرکت کرده و از دریچه تعبیه شده در بالای دیوار وارد کانال دودکش شومینه شده و از فضا خارج می‌شود. با این روش سیرکولاسیون هوا در داخل اتاق با سرعت و کیفیت بهتری صورت می‌پذیرد. ب) عبور لوله‌های آب از داخل بادگیر: باتوجه به اینکه لوله‌های آب سرد ورود به خانه در عمق زمین مدفون شده‌اند، لذا به دلیل مقاومت حرارتی بالای زمین، دمای لوله‌ها و آب داخل آن‌ها همواره عدد ثابتی می‌باشد. خنک بودن لوله‌ها در فصل تابستان خود یک مزیت برای استفاده از آن‌ها برای خنک کردن هوای خروجی از بادگیر می‌باشد. فقط کافیت لوله‌های آب را از فضای کانال بادگیر به خانه وارد کنیم. با این کار جریان هوای ورودی از بادگیر با برخورد به لوله‌ها خنک شده و هوای خنک وارد اتاق می‌شود (خان محمدی و وحیدی ۱۴۰۲: ۷۷-۷۹).

در ادامه به معرفی راهکارهای دیگری جهت افزایش کارایی این سیستم پرداخته می‌شود:

۱. تعبیه حوضچه در بادگیر: فضای زیر بادگیر یکی از شاخص‌ترین فضاهای معماری بومی در زمینه تهویه طبیعی می‌باشد و در سازوکار برخی بادگیرهای سنتی (اقلیم گرم و خشک) تدابیری اندیشیده شده است که باعث افزایش رطوبت در هوا می‌شود. یکی از این تدابیر تعبیه حوضچه‌هایی در محل ورود جریان هوا از بادگیر به داخل سکونتگاه برای خنک شدن جریان هوای ورودی است. ۲. تعبیه فواره در بادگیر: یکی دیگر از انواع راهکارها جهت کاهش دمای جریان ورودی هوا، تعبیه فواره و پاشش آب در ستون هوای ورودی بادگیر است که سرمایش تبخیری فضا را میسر می‌سازد. قرار گرفتن فواره آب در ارتفاع بالای ستون بادگیر سبب استفاده از نیروی شناوری نیز می‌شود (کریاسفروشه‌ها و همکاران، ۱۴۰۰: ۵۴).

۳. استفاده از ورق گالوانیزه در جداره داخلی کانال بادگیر: ورق گالوانیزه دارای ظرفیت حرارتی پائینی نسبت به سایر مصالح می‌باشد. لذا باتوجه به عدم نفوذ نور خورشید به داخل کانال، بادگیر همواره دمای پائین‌تری نسبت به دمای بیرون دارد. همچنین به دلیل رسانایی بالای آن هنگام گذر جریان هوا به سرعت دمای خود را با دمای هوا به تعادل می‌رساند و سبب خنک شدن جریان باد در حال عبور از کانال بادگیر می‌شود. علاوه بر این با استفاده از این ورق به دلیل یک پارچه بودن جداره داخلی کانال از نفوذ حشرات و خانه‌سازی آن‌ها جلوگیری می‌گردد. ۴. تعبیه دریچه‌های متحرک بر روی بادگیر: باتوجه به اینکه عملکرد مناسب بادگیر، قرارگیری آن در جهت مناسب باد مطلوب اقلیم مورد نظر جهت اجرا می‌باشد، بنابراین مکان قرارگیری دریچه ورودی باد بسیار حائز اهمیت است. در این میان برای رفع مشکل جهت قرارگیری دریچه ورودی بادگیر می‌توان از پرده‌های گردان استفاده نمود (خان محمدی و وحیدی ۱۴۰۲: ۷۷-۷۹).

۵- نتیجه گیری

در مطالعات صورت گرفته در این پژوهش، بادگیر به عنوان یک سازه سنتی ایرانی و منحصر به فرد در کشورمان معرفی شده است. این سازه در مناطق با آب و هوای گرم و خشک و همچنین گرم و مرطوب به عنوان سیستمی طبیعی شناخته می شود که با استفاده از اختلاف فشار هوا در محیط بیرون و درون، به خنک سازی فضاهای داخلی ساختمان و خنک کردن آب در آب انبارها کمک می کند و بدین منظور به کار می رفته است. بادگیرها به عنوان راهکاری پایدار در معماری بومی ایران، برای مقابله با چالش های اقلیمی و بهبود کیفیت زندگی در شرایط آب و هوایی سخت، از اهمیت ویژه ای برخوردارند.

مقاله حاضر با بررسی نمونه های تاریخی و قدیمی، از جمله بادگیرهای معروف مانند بادگیر باغ دولت آباد یزد، بادگیر چقی سیرجان و خانه بروجردی ها در کاشان، امکان شناخت بادگیرها با معماری متفاوت و خاص در گذشته را فراهم کرده است. این بررسی ها شامل تحلیل و ارزیابی تمامی بخش ها و اجزای سازه، مصالح به کار رفته در آن، و کارکردهای مختلف آن می شود. همچنین، نقاط مثبت و منفی بادگیرها نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در جدول ۴ مختصراً به ویژگی های این نمونه ها اشاره شده است:

جدول ۴: ویژگی های نمونه موردی ها (مأخذ: نگارندگان)

نمونه موردی	استان	دوره	معمار	ویژگی ها
باغ دولت آباد	یزد	افشاریه	محمدتقی خان (خان بزرگ)	- بادگیر به شکل منشوری - مرتفع ترین بادگیر در ایران
بادگیر چقی	کرمان	پهلوی اول	سید محمد شجاعی	- لوله های چقی شکل بادگیر که دهانه های آن ها به چهار جهت باز است - نماد شهرستان سیرجان
خانه بروجردی ها	کاشان	قاجاریه	حاج سید حسن نطنزی	- بادگیرها نمادی از شهر کاشان - دارای تمام ویژگی های بارز خانه های سنتی ایرانی است

هدف اصلی این پژوهش، افزایش کارایی بادگیرها و رفع مشکلات موجود در طراحی و عملکرد آن هاست. به همین منظور، راهکارهایی برای بهبود استفاده از این المان در معماری نوین و کاهش مصرف انرژی های تجدیدناپذیر ارائه شده است. به عنوان نمونه، طراحی ستون های خیس شونده و سطوح خیس شونده به منظور افزایش رطوبت و خنک کنندگی فضاهای داخلی، و همچنین تعبیه دریچه های تخلیه هوا و حوضچه هایی در بادگیر برای مدیریت بهتر جریان هوا، مطرح شده است. علاوه بر این، استفاده از ورق گالوانیزه در جداره داخلی بادگیرها می تواند به بهبود کارایی سیستم کمک کند.

باتوجه به یافته های به دست آمده در طی تحقیقات انجام شده، تدابیری اندیشیده شد تا بتوان از این سازه در معماری امروزی با کاهش و همچنین از بین بردن موانع و مشکلاتی که عملکرد آن را دچار بحران می کند، استفاده لازم را برد.

به همین سبب امروزه، باتوجه به نیاز به کاهش آلودگی و مصرف انرژی، ساخت بادگیرها در برخی از شهرهای ایران مجدداً آغاز شده است. این اقدام نه تنها به احیای هنر و معماری سنتی ایران کمک می کند، بلکه می تواند به عنوان یک راهکار پایدار در برابر چالش های اقلیمی و بحران های زیست محیطی مطرح شود. امید است که با به کارگیری این المان های شهری، بتوان به حفظ این میراث ارزشمند و تأمین آسایش ساکنان برای نسل های آینده کمک کرد.

در نهایت، بادگیرها به عنوان نمادی از تعامل انسان با محیط زیست و تلاش برای ایجاد زندگی بهتر در هماهنگی با طبیعت، می توانند نقش موثری در معماری آینده ایفا کنند. ادغام علم و هنر در طراحی و ساخت بادگیرها، می تواند به خلق فضاهایی پایدار و دوستدار محیط زیست منجر شود که نیازهای انسانی را در کنار حفظ محیط زیست تأمین کند.

۱. آقائی، یاشگین و کاراحمدی، مهران. (۱۴۰۱). نقش بادگیرهای اقلیم گرم و خشک در پایداری زیست محیطی (نمونه موردی بادگیر باغ دولت آباد یزد). هجدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست، شماره ۱۸.
۲. ابویی، رضا؛ مظفر، فرهنگ و ذاکرعاملی، لیلا. (۱۳۹۱). پیدایش بادگیر در خانه‌های دشت یزد - اردکان. نشریه مرمت، آثار و بافت‌های تاریخی، فرهنگی، سال دوم، شماره ۳.
۳. بهادری نژاد، مهدی و دهقانی، علیرضا. (۱۳۹۰). بادگیر، شاهکار مهندسی ایران. انتشارات یزدا، شماره ۱۶۰.
۴. بهادری نژاد، مهدی و دهقانی، علیرضا. (۱۳۸۷). بادگیر، شاهکار مهندسی ایران. انتشارات یزدا.
۵. بهرام‌زاده، م؛ سبک‌رو، ص. (۱۳۹۲). هویت شناسی بادگیرهای ایرانی و گونه‌های آن، همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی.
۶. پوراحمدی، محبوبه و آیت‌اللهی، سید محمدحسین. (۱۳۹۰). راهکارهای بازکارایی انواع بادگیرهای یزد براساس رابطه فضایی با بخش تابستان نشین. نشریه معماری اقلیم گرم و خشک، دوره یک، شماره ۱.
۷. پورخسروانی، محسن. (۱۳۹۵). ارزیابی پتانسیل‌های گردشگری شهر سیرجان. فصلنامه فضای گردشگری. سال چهارم، شماره ۲۰.
۸. پیرنیا، محمدکریم. (۱۳۷۴). آشنایی با معماری اسلامی ایران (ساختمان‌های درون شهری و برون‌شهری). تهران: دانشگاه علم و صنعت.
۹. جمالپور، سمانه و اربابان، آرش. (۱۳۹۴). تأثیر اقلیم بر شکل‌گیری معماری خانه‌های یزد. همایش ملی معماری و شهرسازی بومی ایران. یزد.
۱۰. خان‌محمدی، مرجان و وحیدی، محمدرضا. (۱۴۰۱). معرفی روش خلاقانه به منظور بهره‌گیری از شرایط اقلیمی جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان. نشریه پژوهش‌های معماری نوین، دوره دوم، شماره ۳.
۱۱. رستم‌پور، کاوه؛ حکمت کنارکوهی، حسن و ذبیحی، مجتبی. (۱۳۹۹). نقش مواد تغییر فازدهنده در بهبود و احیای عملکرد بادگیر مطالعه موردی: اقلیم گرم و مرطوب. نشریه نقش جهان، سال دهم، شماره ۲.
۱۲. رضائی، هستی؛ رستم نژاد، اسما و ختار، آرزو. (۱۴۰۱). ارزیابی عملکرد سازه‌های خانه بروجردی‌ها در معماری بومی سنتی ایران. شانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست، شماره ۱۶.
۱۳. شریفی، مهدی؛ کوچکی، محمدحسین و بختیاری، میثم و اعتمادی‌فر، میلاد. (۱۳۹۳). گونه‌بندی انواع بادگیر و نقش آن در رسیدن به معماری پایدار، دومین همایش ملی معماری، مدمت، شهرسازی و محیط‌زیست هگمتانه، دانشکده شهید مفتاح.
۱۴. قبادیان، وحید. (۱۳۷۷). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، چاپ سوم، دانشگاه تهران.
۱۵. کرباسفروش‌ها، مهندس محمدعلی؛ حبیب، دکتر فرشته و ذبیحی، دکتر حسین. (۱۴۰۰). تحلیل رفتار هیدرودینامیکی بادگیرها در میانگین دمای داخلی سکونتگاه‌های اقلیم نیمه گرم و خشک کاشان با هدف کارایی بیشتر. نشریه هویت شهر، سال شانزدهم، شماره ۴۹.
۱۶. مراحمی، شیدا؛ باری بروجنی، نفیسه و سعدوندی، مهدی. (۱۳۹۶). گونه‌شناسی بادگیرهای بندر لافت براساس تزیینات نما. نشریه مسکن و محیط روستا، دوره ۳۶، شماره ۱۵۹.
۱۷. محمدی سنگ لی، خشایار و قرشی، سیده صدیقه. (۱۳۹۵). توسعه پایدار شهری، رویکرد جهانی با راهکارهای محلی مطالعه موردی: بررسی معیارهای پایداری در معماری سنتی شهر یزد. نشریه شباک. شماره ۴ و ۵.
۱۸. محمودی، مهناز و مفیدی، مجید. (۱۳۸۷). تحلیلی بر گونه شناسی معماری بادگیرهای یزد و یافتن گونه بهینه کارکردی. نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، شماره ۳۶.
۱۹. مهدوی‌نژاد، محمدجواد و جوانرودی، کاوان. (۱۳۹۰). مقایسه تطبیقی اثر جریان هوا بر دو گونه‌ی بادگیر یزدی و کرمانی. هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، دوره سوم، شماره ۴.
۲۰. مهیاری، علی. (۱۳۸۵). ایده‌های طراحی برای بادگیر کارآمد "گزارشی از آزمایش‌های انجام شده بر دو نمونه بادگیر کارآمد". فصلنامه مدرس هنر، دوره ۱، شماره ۱.
۲۱. نشاط صفوی، سیدحسین و اقبالی، سیدرحمان. (۱۴۰۰). ارزیابی تأثیر استفاده از مواد تغییر فازدهنده در دیواره بادگیر بر بهبود عملکرد آن (مورد پژوهی: اقلیم گرم و خشک شهر یزد). دانشکده معماری و شهرسازی، سال دهم، شماره ۱.

۲۲. یاران، علی: بهرو، حسین، نظام دوست، سید امیررضا. (۱۳۹۹). تبیین اصول هویت‌ساز در معماری خانه های طباطبایی و بروجردی، صفحه ۲۰۵.
۲۳. یحیایی، مهدی: مفیدی شمیرانی، سیدمجید و احمدی، وحید. (۱۴۰۰). مکان‌یابی پهنه‌های بالقوه جهت استقرار بادگیر در مناطق گرم و خشک کشور به منظور تهویه طبیعی ساختمان. نشریه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۴۰.
24. H.Yule, The Book of Sir Marco Polo the Venetian, London, pp.384-383, . 1871
25. Roohi S (2014). The use of wind energy in wind-catchers in order to reduce the cooling load of the building. Proceedings of the 2nd International Congress of Structural, Architectural, and Urban Development.[Persian]