

بررسی عملکردی بادگیر جهت رسیدن به آسایش برودتی در معماری ایرانی،

در اقلیم گرم و خشک

تورج جلیلی^۱، شهناز شهروی^{۲*}، روح اله زارعیان^۳

۱. دکتری تخصصی معماری، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر Tooraj.jalili@gmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر sshahroei33@yahoo.com

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر r.zareiyanchi@gmail

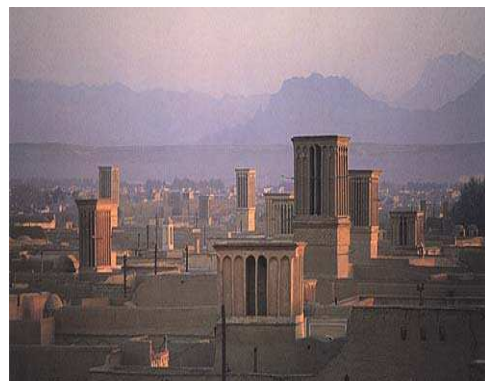
چکیده :

یزد دارای آب و هوای گرم و خشک بیابانی است و نوسان دما در تابستان و زمستان و حتی در شب و روز بالا و متغیر است و این یکی از ویژگی‌های آب و هوایی منطقه به شمار می‌رود. معماری بومی این منطقه، ساخت و ساز و طراحی مسکن طوری است که بیشترین میزان آسایش را برای ساکنین فراهم آورده است و هوای گرم و ناراحت کننده محیط کم تر به درون این مسکن نفوذ نموده و ساکنان آن کم تر از نوسانات درجه حرارت آسیب می‌بینند. معماران برای رسیدن به حد آسایش، در گذشته بر اساس تجربه طرح‌هایی را ابداع و اجرا نموده اند که امروزه ما در بافت‌های قدیمی این شهرها مشاهده می‌کنیم. از عناصر کالبدی شاخص در مناطق گرم و خشک ایران می‌توان به بادگیر اشاره کرد. ساخت بادگیرها یکی از مهم ترین آثار و شاهکار برجسته مهندسان و معماران ایرانی می‌باشد که نقش بسیار مهمی را در تهویه فضاهای درونی ساختمان، به صورت طبیعی و بدون مصرف انرژی داشته است. در این مقاله به بررسی عملکردی بادگیر در جهت آسایش سرمای شهر یزد پرداخته شده و هدف از آن بازنگری به معماری سنتی ایرانی و کارایی آن در معماری امروز است. روش بررسی و پژوهش در نگارش این مقاله بر اساس مطالعه کیفی صورت گرفته و همچنین به صورت توصیفی-تحلیلی می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش آن است که، می‌توان با روش‌های خاص و بهینه و برطرف نمودن معایب در ساختار این سیستم‌های پایدار (بادگیر) در ساختمان، بازکارایی آن را امکان پذیر نمود. بدین ترتیب بادگیر با استفاده از انرژی تجدید پذیر باد کمک قابل توجهی به کاهش مصرف سوخت می‌کند و با کاهش مصرف انرژی اثرات زیست محیطی ناشی از آن را نیز کاهش می‌دهند.

کلمات کلیدی: شهر یزد ، بادگیر ، آسایش برودتی ، جریان هوا ، تهویه طبیعی .

استان یزد در قلمرو سلسله جبال مرکزی ایران واقع شده و از پستی و بلندی و چاله ها و کفه های کویری متعدد تشکیل شده است. این ناهمواری ها عمدتاً به پنج گروه کوه ها و تپه های پای کوه، دشت ها و جلگه ها، بیابان ها، مناطق شور و کویرها و تپه های ماسه ای تقسیم می شوند. خشکی اقلیمی استان یزد، دو علت اساسی و عمده دارد: الف) این که روی کمربند خشک جهانی قرار دارد. ب) دیگر آن که از دریاهای آزاد عمان خلیج فارس و دریاچه های داخلی و بادهای رطوبت زای دریایی دور است (شاطریان ۱۳۸۸: ۳۳۵). بررسی معماری سنتی و بافت شهرها و روستاهای مرکزی، جنوبی و کویری ایران نشان می دهد که عواملی نظیر آب و هوای گرم و خشک یا گرم و مرطوب و وجود بادهای شدید فصلی، تأثیر به سزایی در ساخت و استفاده از بادگیر داشته اند (زمرشیدی، ۱۳۷۳). شهر تاریخی یزد به شهر بادگیرها معروف است و به تحقیق، نسبت به سایر شهرهای مرکزی ایران دارای بیشترین تعداد بادگیر است. از آن جا که وزش انواع بادهای ثابت فصلی و روزانه، یکی از ویژگی های اصلی اقلیمی مناطق کویری ایران به شمار می آید، بادگیرهای این مناطق نیز در جهت بادهای مطبوع و پر سرعت ساخته می شوند. تهویه ی طبیعی و خنک کردن هوا بدون استفاده از انرژی الکتریکی، مهم ترین ویژگی بادگیرهاست. قرن هاست که بادگیرهای سنتی در مناطق کویری ایران، تعداد دیگری از کشورهای خاورمیانه و مصر به عنوان شاهکارهای مهندسان ایرانی، کار کرده اند. سیستم کاری بادگیرها به این نحو می باشد که هوای جاری بیرون از خانه را به داخل خود می کشند و هوا را خنک و به داخل خانه هدایت می کنند (بهادری نژاد، ۱۳۹۱: ۲۱-۲۷). این مقاله در صدد پاسخ گویی به این سوال است که استفاده از بادگیر تا چه اندازه باعث آسایش برودتی در اقلیم گرم و خشک می شود و علاوه بر این آیا امکان استفاده از بادگیر در ساختمان های امروزی امکان پذیر است؟

این مقاله در چند بخش به بررسی موضوع مورد بحث می پردازد. بخش اول معرفی شهر یزد و اقلیم آن، و در بخش های بعد دسته بندی بادگیرهای شهر یزد و بررسی آن از لحاظ عملکردی، بررسی کارایی یک نمونه بادگیر جدید و در آخر به نتیجه گیری این بحث پرداخته می شود.





شکل (۱) نمایی از بادگیرهای شهر یزد،

شکل (۲) نمایی از شهر یزد، مأخذ

مأخذ بهادری نژاد، ۱۳۹۱

بهادری نژاد، ۱۳۹۱

۱-۲- بیان مسئله:

همانگونه که در ابتدای مقاله گفته شد، شهر یزد دارای آب و هوای گرم و بیابانی است. بررسی ویژگی‌های بومی این منطقه نشان می‌دهد جز چند ماهی از سال، در بقیه مواقع این منطقه خارج از محدوده آسایش برودتی بوده است. پس باید به دنبال راهکارهایی مناسب برای آسایش حرارتی و تهویه خانه‌های در دل کویر باشیم. این امر موجب ساخت ابتکاراتی در معماری برای هر چه بهبود بخشیدن شرایط سکنی در این منطقه شد. بادگیر نمونه بارز این ابتکارات بوده است و کارایی بیشتری در تلطیف شرایط جوی منطقه دارد. بر این اساس راهکارهایی اعم از هدایت هوای مطبوع به داخل ساختمان و از سوی دیگر، خروج و مکش هوای گرم و آلوده را دارا می‌باشد. این مقاله به بررسی و آشنایی با عملکرد بادگیر و ساختمان آن می‌پردازد.

۱-۳- پیشینه پژوهش:

در ارتباط با موضوعیت این پژوهش و اطلاعات آن، پژوهش‌های متنوع و گسترده‌ای صورت گرفته است. در این زمینه می‌توان به کتاب بادگیر شاهکار مهندسی ایران به قلم دکتر مهدی بهادری نژاد اشاره نمود. همچنین کتاب اقلیم و معماری نوشته دکتر رضا شاطریان از نمونه‌های خوب در زمینه پیشینه به عنوان پژوهش فوق می‌باشد، و نیز رساله‌ی دکتری به عنوان شناخت تأثیر مشخصات کالبدی بادگیر بر رفتار حرارتی، نوشته مهناز محمودی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران از نمونه‌های دیگر در این زمینه می‌باشد.

۱-۴- پرسش‌های پژوهش:

این مقاله در صدد پاسخ‌گویی به دو سوال است :

۱- آیا استفاده از بادگیر می‌تواند باعث آسایش برودتی در اقلیم گرم و خشک شود؟

۲- آیا امکان استفاده از بادگیر در ساختمان‌های امروزی امکان‌پذیر است؟

۱-۵- ضرورت انجام پژوهش:

هدف از نوشتن این مقاله آشنایی و نگاهی دوباره به ابتکارات و نبوغ معماری سنتی ایرانی و استفاده و تلفیق کارایی آن در معماری امروزی است. چرا که این ابتکارات دارای سازگاری کامل با ویژگی‌های بومی مناطق بوده است و در نتیجه با پیشرفت تکنولوژی و استفاده نامناسب و بیش از حد از سوخت‌های تجدیدناپذیر و پایان یافتن این سوخت‌ها در آینده ناچار به استفاده بهینه از انرژی و بهره‌گیری از انرژی‌های پایدار و معماری سنتی مطابق با شرایط بومی منطقه هستیم.

۱-۶-فرضیه پژوهش:

طبق اسناد و منابع معتبر بادگیرها از عناصر اصلی معماری سنتی و پایدار مناطق گرم و خشک و همچنین مناطق گرم و مرطوب می‌باشد. بادگیرها بهترین و کارآمدترین ابتکار برای به گردش درآوردن جریان هوا و ایجاد سرمایش در ساختمان‌های قدیمی بوده‌اند. به طوری که به وسیله دیواره‌هایی تقسیم شده که یک شیار آن اغلب رو به باد مطلوب، هوای خنک را دریافت می‌کند و چند شیار دیگر به عنوان مجاری خروج هوا به کار می‌روند. بادگیر راهکاری مناسب جهت خنک کردن فضای ساختمان بدون مصرف سوخت‌های فسیلی و برق و آلودگی محیط زیست است. اما متأسفانه مدرنیته و تکنولوژی باعث به فراموشی سپرده شدن این سیستم سنتی با کارایی استفاده از مواهب طبیعی و بدون آلودگی و هزینه شده است.

۱-۷-روش پژوهش:

این مقاله به بررسی و نحوه عملکرد بادگیر در تأمین آسایش سرمایشی ساکنان ساختمان‌ها می‌پردازد. روش بررسی و پژوهش بر اساس مطالعه کیفی صورت گرفته است و همچنین به صورت توصیفی-تحلیلی می‌باشد و روش جمع‌آوری اطلاعات نظری از روش مطالعه منابع مکتوب، اسناد و مدارک و مجلات، مقالات و تحلیل کتابخانه‌ای می‌باشد.

۲-ویژگی‌های بومی مناطق گرم و خشک:

۲-۱- اصول معماری مناطق گرم و خشک:

در بررسی و مطالعه معماری این نوع اقلیم می‌توان به معماری مسکن بسیاری از شهرهای فلات مرکزی ایران اشاره نمود که دارای معماری درون‌گرا می‌باشند. در اقلیم گرم و خشک کویری، طوفان‌های شدید همراه با شن و گرمای زیاد در تابستان و سرمای شدید در زمستان است (شاطریان ۱۳۸۸: ۱۰۰). ساکنین مناطق گرم و خشک برای غلبه بر مشکلات آب و هوایی این نواحی، تدابیری اندیشیده‌اند: (جدول ۱)

جدول (۱) اصول معماری مناطق گرم و خشک، مأخذ (کسمايي ۱۳۸۵: ۸۵) با تأکید نگارنده

ردیف	خصوصیات
۱	در این مناطق ساختمان‌ها با مصالحی از جمله خشت و گل که ظرفیت حرارتی زیادی دارند بنا شده‌اند. به منظور کاهش هر چه بیشتر حرارت ایجاد شده در دیوارها در اثر تابش آفتاب بر آنها، معمولاً سطوح خارجی سفیدکاری شده است.
۲	پلان‌ها تا حد امکان متراکم و فشرده است و این امر باعث شده تبادل حرارت از طریق جداره‌های ساختمان چه در تابستان و چه در زمستان به حداقل برسد. ساختمان‌ها معمولاً در بافت‌های متراکم و مجموعه‌های بسیار فشرده بنا شده‌اند و بدین ترتیب بیشترین سایه‌ی ممکن بر سطوح خارجی ایجاد شده است.
۳	در بیشتر نواحی این مناطق، به دلیل بارندگی کم و در نتیجه کمبود چوب، سقف ساختمان‌ها به شکل خرپشته، تاق یا گنبد و بدون هیچ اسکلتی از خشت خام و گل ساخته شده است.
۴	در این مناطق، تعداد و مساحت پنجره‌ی ساختمان‌ها به حداقل میزان ممکن کاهش یافته و برای جلوگیری از نفوذ پرتوهای منعکس شده از سطح زمین اطراف، پنجره‌ها در قسمت‌های فوقانی دیوارها تعبیه شده است.
۵	در این مناطق سعی شده است از ایجاد کوران و ورود هوای خارج به داخل ساختمان از طریق پنجره‌ها یا قسمت‌های بازشود، به ویژه در هوای گرم جلوگیری شود. ولی تدابیری از جمله ایجاد بادگیر برای خنک‌سازی هوای داخلی به صورت طبیعی اندیشیده شده که بسیار مؤثر است.
۶	استفاده از حیاط داخلی درخت‌کاری شده و معطوف ساختن فضاهای زندگی به این حیاط‌ها، از عمده‌ترین ویژگی‌های معماری در این مناطق است. جهت قرارگیری ساختمان‌ها در این مناطق، جنوب تا جنوب شرقی است. این جهت‌ها برای به حداقل رساندن نفوذ حرارت ناشی از تابش آفتاب در بعد از ظهر به داخل ساختمان، مناسب‌ترین جهت محسوب می‌شود.

۲-۲- معرفی خصوصیات معماری و اقلیمی شهر یزد:

استان یزد در منطقه اقلیمی گرم و خشک ایران قرار گرفته است. ویژگی‌های اقلیمی این منطقه "خشکی، کم‌آبی، گرمای شدید در تابستان" به همراه طوفان‌های شنی در برخی از مواقع سال و وزش باد در جهات مختلف و هم‌چنین "گرمای شدید در زمستان" می‌باشد (شاطریان ۱۳۸۸: ۱۰۰).



استان
شکل)



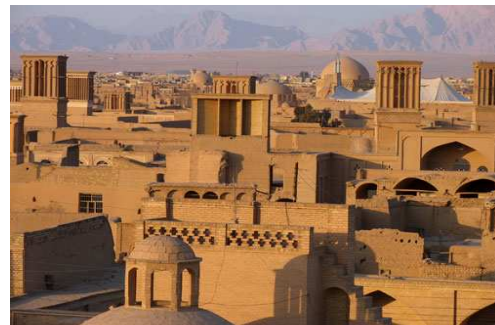
شکل (۳) نقشه
شاطریان ۱۳۸۸

یزد، مأخذ

(۴) نقشه هوایی شهر یزد، مأخذ Google eart

۲-۳- بافت و فرم بناهای شهر یزد:

به طور کلی تمام فضاهای زیستی این منطقه، در مقابل عوامل جوی و خصوصاً باد نامطلوب کاملاً محافظت شده اند و استفاده از باد مطلوب و تابش نیز با استفاده از تمهیدات خاصی صورت می پذیرد. بافت شهری به هم فشرده و ابنیه متصل به هم هستند. کوچه ها باریک و با دیوارهای نسبتاً بلند و در مسیریک خط شکسته امتداد دارند. بناها در یزد کاملاً درونگرا و محصور می باشند و کلیه بناها به جز حمام ها دارای حیاط مرکزی است. با قرار دادن بازوها روبه 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. طاق ها غالباً قوسی و گنبدی است و دیوارهای خشتی و آجری نیز برای تحمل بار سنگین این طاق های قوسی با ضخامت زیاد ساخته می شوند (قبادیان، ۱۳۷۷: ۸۹).

شکل (۵)
از بافت

نمایی

شهر یزد، مأخذ

شکل (۶) نمایی از بادگیرهای شهر یزد، مأخذ

بهادری نژاد، ۱۳۹۱

بهادری نژاد، ۱۳۹۱

۳- بادگیر:

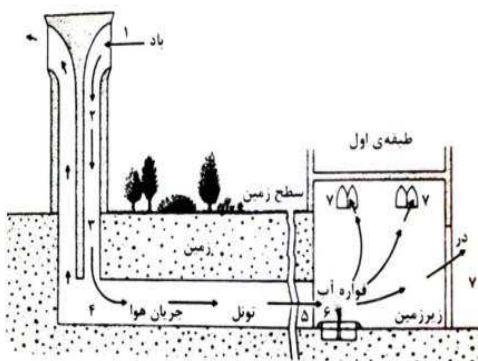
۳-۱- مفهوم و پیشینه بادگیر:

از قدمت و تاریخچه ی بادگیرها اطلاعات دقیق و جامعی در دست نیست، ولی آن چه مسلم است با توجه به آشنایی ایرانیان باستان به خصوصیات جریان هوا و کاربرد بادگیرها از دیرباز، می توان به جرأت، اختراعاتشان را به ایرانیان منسوب کرد (فرشاد، ۱۳۷۶). در فرهنگ لغات ایرانی، برای بادگیر از نام های دیگری نظیر بادآهنج، باد آهنگ، بادخان، بادخانه، بادخور، بادغر، بادنج، و خیشخان استفاده شده است (دهخدا، ۱۳۷۷). مرحوم محمد کریم پیرنیا یکی از برجسته ترین معماران عصر حاضر، در مورد قدمت بادگیرها چنین بیان می کند: بادگیر از روزگاران دور در ایران زمین به کار گرفته شده و از نام های باستانی و گوناگون آن مانند واتغر، بادهنج، باتخان، خیشود و خیشخان برمی آید که پدیده ای تازه نیست (پیرنیا، ۱۳۴۸: ۴۳). ادوارد گرانویل براون

از ایران شناسان به نام انگلیسی، در مورد بادگیرهای یزد می نویسد: "همین که به شهر یزد نزدیک می شدیم تعداد زیادی بناهای بلند و مستطیل شکل، باعث شگفتی و حیرت من شدند که نمی دانستم به چه کار می آیند و تا آن وقت نظیرش را ندیده بودم. اما به زودی فهمیدم که این ها بادگیر هستند و در خانه های افراد مرفه، برای جمع آوری و هدایت بادهای خنکی که بالاتر از سطح زمین می وزند به داخل اتاق های خانه، طراحی و ساخته شده اند." خانم سوزان کلر روف، محقق انگلیسی، که رساله ی دکتری خود را با عنوان "بادگیرهای یزد" به انجام رسانیده است در کتاب خود با عنوان "بادگیر، زندگی با کویر" در مورد تاریخچه ی بادگیرها در ایران مطالبی را بیان کرده است: "بادگیرها تماماً در بالا ساده و یا قیفی شکل هستند و برای راه دادن هوا به درون ساختمان ساخته شده اند و این تنها راه حل زندگی کردن در تنور آتشین بندر عباس است (بهادری نژاد، ۱۳۹۱: ۷۰).

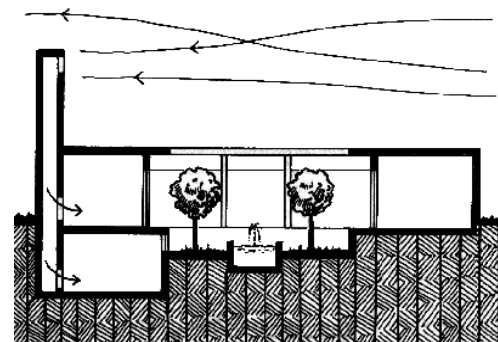
۳-۲- بررسی عملکرد بادگیر:

در میان روش های مختلفی که در گذشته برای ایجاد سرمایش غیر فعال در ساختمان استفاده می شد، بادگیر جایگاه ویژه ای دارد. مهمترین نکته در مورد بادگیر این است که برای فعالیت به انرژی نیاز ندارد. بادگیر بر اساس قوانین تهویه طبیعی و با استفاده از نیروی باد و پدیده دودکشی کار می کند (khan,2007:40). عملکرد بادگیر به این صورت است که باد مطلوب را گرفته و آن را به داخل اتاق های اصلی ساختمان هدایت می کند و یا باد خنک حیاط را به داخل فضاهای اصلی می کشاند. بعضی از بادگیرها فقط از طریق جابه جایی هوا داخل بنا را خنک می سازند و برخی دیگر هم از طریق جابه جایی و هم از طریق تبخیر سرمایش را انجام می دهند. در شهر یزد به دلیل خشکی هوا آب سریعتر تبخیر می شود و علاوه بر ایجاد برودت در محیط، باعث افزایش رطوبت نسبی محیط نیز می گردد.



شکل (۸) مقطع یک بادگیر و جریان آب زیرزمینی،

مأخذ بهادری نژاد، ۱۳۹۱



یک بادگیر ساده، مأخذ.

شاطریان، ۱۳۸۸

در برخی موارد می توان با تغییر شکل قرارگیری بادگیر نسبت به اجزای اصلی ساختمان و با اختلاف فشار ناشی از اثر باد، هوا را از در و پنجره ها به داخل ساختمان کشید و به وسیله بادگیر خارج کرد. در این حالت، بادگیر نقش

یک دودکش را ایفا میکند. زمانی که هوای بیرون دمایش بالاتر از دمای سطوح داخلی بادگیر باشد، در اثر مبادله گرما با بادگیر (که در اثر تابش به آسمان در شب دمایش کاهش یافته است) این هوا خنک می شود و جرم مخصوص آن افزایش می یابد و به اصطلاح سنگین می شود و شرایطی خلاف شرایط دودکش ها به وجود می آید. بنابراین هوا از دهانه های بالا وارد بادگیر و خنک می شود و سپس وارد اتاق

انواع بادگیرها	مناطق موجود	جهت قرارگیری	خصوصیات
بادگیرها یک طرفه (اردکانی)	اردکان، میبد، طبس، عقدا، بیرجند	روبه باد مطبوع شمال	ساده و مقرون به صرفه، مناسب برای مناطق با گرد و غبار زیاد است.
بادگیرهای دو طرفه (کرمانی)	کرمان، یزد	روبه بادهای شناخته شده منطقه	ساده و کوچک، کارایی دقیق تر و بهتر، بادگیر برخی از آب انبارها به این شکل است.
بادگیرهای چهار، شش و هشت طرفه (یزدی)	بنادر لنگه و کنگ، یزد، هرمزگان، کاشان	ارتباط مستقیم با اوضاع جوی منطقه دارد.	بزرگتر و ارتفاع بلندتر، پیچیده تر و زیباتر، دهانه های ورودی بیشتر است.
بادگیرهای استوانه ای	اردستان، یزد، کاشان	روبه تمامی جهات	بهترین عملکرد از لحاظ ایرودینامیکی و دریافت جریان هوا، آخرین مرحله تکامل بادگیرهاست.

یا
ساخت
تمام
ن می
شود.
این
جری
ان
طبی
عی
هوا
تا
زما
نی
که
سطو

ح داخلی بادگیر خنک تر از هوای بیرون است ادامه خواهد داشت (شاطریان ۱۳۸۸: ۳۳۵). عملکردهای سنتی بادگیرها، تهویه و مکش، خنک کنندگی مواد غذایی و جلوگیری از گندیدگی آب در آب انبارها می باشد. در بادگیر از یک جهت باد مطبوع وارد و در جهت پشت به باد به علت ایجاد فشار منفی و مکش، هوای مطبوع وارد و در جهت پشت به باد به علت ایجاد فشار منفی و مکش هوای گرم داخلی خارج می شود. همچنین در مسیر بعضی از بادگیرها طاقچه یا گنجه ای وجود داشت که دری چوبی داشته تا باد را کنترل کند که این محفظه عملکرد یخچال های امروزی را داشته است. از آن جا که وزش انواع بادهای فصلی و روزانه یکی از ویژگی های اصلی اقلیمی مناطق کویری ایران به شمار می آید، بادگیرهای این مناطق نیز در جهت بادهای مطبوع و پرسرعت ساخته می شدند.

۳-۳- انواع بادگیرهای ایران از نظر دهانه و جهت: (جدول ۲)

جدول (۲) انواع بادگیرها، مأخذ نگارنده



بادگیرهای
روستای

حجت آباد یزد، مأخذ بهادری نژاد، ۱۳۹۱

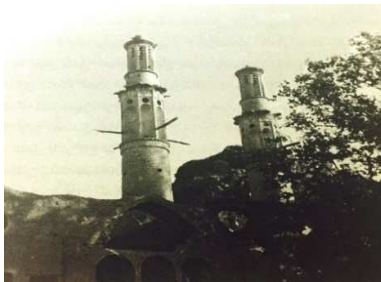


شکل (۹)

شکل (۱۰) بادگیر دو طرفه در

یک طرفه ی آب انبار

کلار در میبد، مأخذ بهادری نژاد، ۱۳۹۱



چهارطرفه

محله ی فهادان یزد، مأخذ

شکل (۱۲) بادگیر استوانه ای شکل کاخ چهار ستون در

روستای سرهنگ آباد اردستان، مأخذ بهادری نژاد، ۱۳۹۱



شکل

با مقطع مستطیلی بازسازی

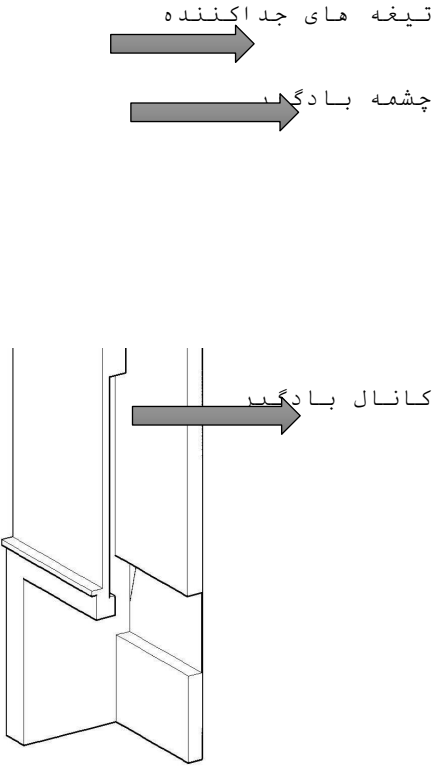
بهادری نژاد، ۱۳۹۱

۳-۴- اجزای اصلی بادگیر :

مصالح ساختمانی بادگیرها عمدتاً خشت خام یا آجر، گل، گچ و چوب شورونه است. چوب شورونه استحکام بسیار زیاد و مقاومت بالایی در برابر موریانه دارد. ساختمان بادگیرها معمولاً از چهار بخش تشکیل شده است: (جدول ۳).

جدول (۳) تعریف اجزاء اصلی بادگیرها، مأخذ نگارنده

تصویر	تعریف	اجزای بادگیر
	قسمت رأس بادگیر که شامل مجاری عبور دهنده جریان هوا می باشد.	قفسه

	بخشی از بدنه است که حد قفسه و بام قرار گرفته است.	ساقه
	عناصری آجری و خشتی که کانال بادگیر را به چند کانال کوچک تر تقسیم می کنند.	تیغه
	دیوارهایی که تا مرکز برج ادامه می یابد و بادگیر را به چند کانال کوچک تقسیم می کند.	تیغه اصلی
	دیواره هایی که تا مرکز برج ادامه نمی یابد و نقش پره های بادگیر را دارد.	تیغه فرعی
	در نمای بادگیرها به هر فضایی که مابین دو تیغه قرار گیرد، منفذ گفته می شود و چنانچه باز باشد و هوا بتواند از میان آن عبور کند، منفذ باز و در غیر این صورت منفذ بسته نامیده می شود.	منافذ باز و بسته
	بام بادگیر را به شکل خرپشته در می آورند تا در کشاندن هوای مطبوع یا در بیرون کردن هوای گرم و آلوده کمک کند. بعد روی پشت بام بادگیر را به قطر سه سانتی متر با نیمچه گاه می پوشانند سپس دو یا سه رگه آجر در لبه های بام آن کار می کنند.	بام بادگیر

بادگیر به عنوان ابتکاری خاص در معماری سنتی مناطق خشک ایران دارای سابقه تاریخی کهن بوده و نیز سازه ای سنتی در معماری ایران برای جابجایی و خنک کردن خود به خودی هوای داخل ساختمان با بهره گیری از وزش باد و تغییر دمای هوا است.

۳-۵- شیوه ساختن بادگیر یک طرفه:

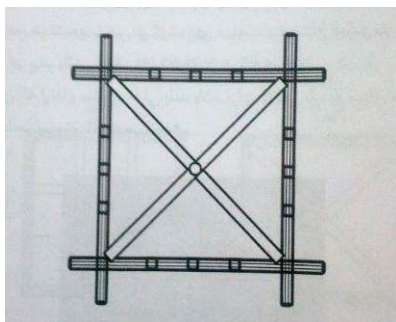
معماران برای بادگیر یک طرفه، از پشت بام خانه و از جایی که مشرف به اتاق کوچکی است که به بادگیر اختصاص یافته، ستون بادگیر را با خشت یا آجر و با مقطع مستطیل می چینند تا به ارتفاع معینی برسد (شریعت زاده ۱۳۴۵: ۳۰۰). سپس بالای این ستون چهار دیواره را دو چوب به شکل ضربدر می گذارند تا دو سمت هر چوب در دو زاویه ی مقطع قرار گیرد. در این حالت، دیواره های سمت شرق، غرب و جنوب بادگیر را ۲ تا ۲/۵ متر بالا می آورند و سپس در سمت شمال که رو به باد اصفهانی است، با نیمه خشت یا آجر نیمه به عرض ۶ سانتی متر، روی تنوره را تا ارتفاع معینی می چینند. معمولا ارتفاع این تیغه ها ۴۰ سانتی متر بلندتر از دیوارها است. این تیغه ها را اصطلاحاً پایه می نامند. این

پایه ها نوعی بادشکن محسوب می شوند و از لحاظ معماری، مزایایی دارد که در زیر به آن ها اشاره شد است:

- ۱- به نمای بادگیر، جلوه ی خاصی می بخشد.
- ۲- موجب استحکام ساختمان بادگیر می شود.
- ۳- بادگیر را در سمت جنوب و مشرف به کوچه می سازند. در صورت عدم ساخت پایه، به ویژه در گذشته که تا حدی نا امنی بر منطقه حکم فرما بود، سارقین از طریق دهانه ی بادگیر به داخل راه پیدا می کردند.

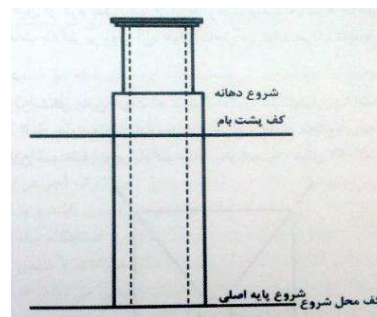
عرض بین دو تیغه که اصطلاحاً دهانه یا چشمه نامیده می شود بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر است. تعداد دهانه های هر بادگیر نیز بستگی به عرض اتاق دارد به طوری که برای اتاق های دارای عرض بین ۳ تا ۵ و ۷ متر، به ترتیب ۵، ۷ و ۱۱ دهانه می گذارند.

سقف دو پایه را به صورت "چپله" می پوشانند. به این ترتیب که دو خشت مایل به سمت بالا را با دست نگه می دارند و سپس یک خشت مابین آن ها می گذارند. بام بادگیر را به صورت خرپشته در می آورند تا در کشاندن هوای مطبوع یا در بیرون کردن هوای گرم کمک کند. بعد روی پشت بام بادگیر را به قطر سه سانتی متر با نیمچه گاه می پوشانند. گاهی اوقات فاصله ی بین دو پایه را با خشت و نیمچه گاه، تخت می کنند. سپس ۲ یا ۳ رگ آجر در لبه های بام آن کار می گذارند، به طوری که از هر طرف آجرها ۳ تا ۵ سانتی متر بیرون باشد و باران لطمه ای به دیواره های بادگیر وارد نکند. گاهی اوقات کف پشت بام را کاهگل می کنند و سپس یک ردیف آجر روی آن می چینند و فاصله ی بین آجرها را با گچ و خاک بندکشی می کنند (بهادری نژاد، ۱۳۹۱: ۱۱۰) (شکل ۱۳ و ۱۴).



طرح
که برای

شکل (۱۳)
شکل بادگیر



اجمالی از

شکل (۱۴) طرح اجمالی از مقطع دهانه

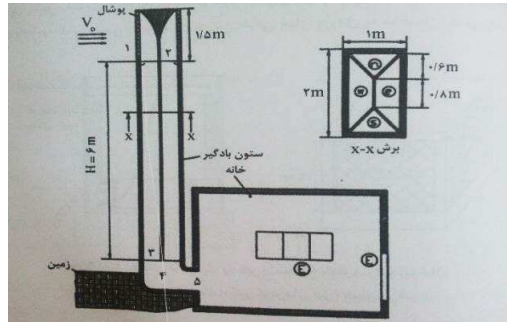
(هواکش)، ماخذ بهادری نژاد، ۱۳۹۱

ساخت تهیه شده است، ماخذ بهادری نژاد، ۱۳۹۱

با توجه به بعضی کاستی ها و معایب بادگیرهای سنتی، پیشرفت هایی که در حوزه های علوم و فناوری حاصل شده، تأکید بر طراحی، تحلیل و ساخت علمی بادگیرها کاملاً ضروری به نظر می رسد. طراحان ساختمان با بهره گیری از دستاوردها و رهنمودهای علمی موجود، می توانند از بادگیرها در تأمین آسایش سرمایشی ساکنان ساختمان ها به نحو شایسته ای استفاده کنند (بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵).

۳-۶- بررسی کارایی یک نوع بادگیر جدید (بادگیر با سطوح خیس شونده):

در این بادگیرها، پوشال‌هایی در دهانه‌های ورودی بادگیر، جاسازی و توسط یک پمپ آب، مرطوب می‌شوند. هوا در حین عبور از لابه لای این پوشال‌ها به صورت تبخیری، خنک شده و دمای آن به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (پاکزاد، ۱۳۷۶). (شکل ۱۵)

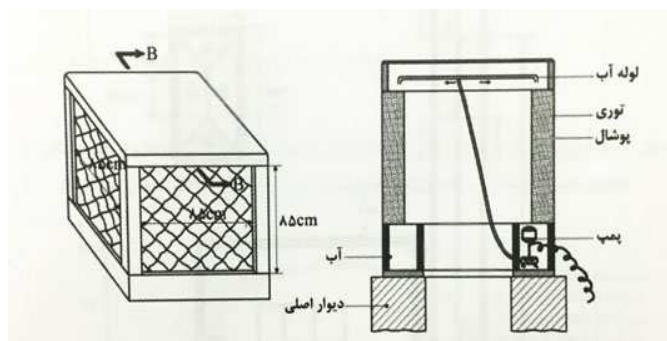


خیس شونده، مأخذ بهادری نژاد

شکل (۱۵) مقطع یک بادگیر با سطوح

۱۳۹۱

از آن جا که سطح تماس بین هوا و الیاف مرطوب پوشال بسیار زیاد است، مقدار زیادی آب از سطح پوشال‌ها در هوا تبخیر می‌شود و به این ترتیب، با کاهش میزان سرعت هوا رطوبت نسبی آن افزایش می‌یابد. در اثر اختلاف چگالی هوای داخل ستون بادگیر و هوای محیط و به وجود آمدن نیروی شناوری، یک جریان هوا در داخل ستون بادگیر به طرف پایین ایجاد می‌شود. بنابراین می‌توان انتظار داشت که در مکان‌هایی که سرعت باد بسیار کم بوده و یا در اکثر ساعات شبانه روز، هوای محیط ساکن است این بادگیرها کارایی بسیار خوبی داشته باشند. به منظور دست‌یابی به بیشترین میزان هوادهی در بادگیر با سطوح خیس شونده، باید مقاومت برای جریان هوا به کم‌ترین میزان خود برسد تا هوا بتواند آزادانه از لابه لای پوشال‌ها عبور کرده و وارد ستون بادگیر شود. تصویر زیر (شکل ۱۶) دهانه‌ی بالای یک بادگیر با سطوح خیس شونده و پوشال‌های مربوط به آن را نشان می‌دهد (معماری، ۱۳۷۰).





شکل ۱۶- دهانه ی بالای بادگیر با سطوح خیس شونده (پوشال)

پوشال ها توسط یک پمپ (نظیر کولر آبی) خیس می شوند، مأخذ معماری ۱۳۷۰

نتیجه گیری:

با توجه به پژوهش انجام شده، بادگیر که یکی از ابتکارات و نبوغ ایرانیان از دیرباز بوده و جز شاخص های عناصر پایدار در معماری سنتی ایران است، می تواند تا حد متعادلی فضای ساختمان را از لحاظ آسایش برودتی بهبود بخشد. اما امروزه با پیشرفت تکنولوژی و مدرنیته استفاده از بادگیر بسیار اندک شده است. قطعاً از بادگیر به صورت گذشته نمی توان استفاده کرد، پس در نتیجه باید به این امر توجه ویژه ای داشت که می توان با روش های خاص و بهینه و برطرف نمودن معایب در ساختار این سیستم های پایدار (بادگیر) در ساختمان، بازکارایی آن را امکان پذیر نمود. بدین ترتیب بادگیر با استفاده از انرژی تجدید پذیر باد کمک قابل توجهی به کاهش مصرف سوخت می کند و با کاهش مصرف انرژی اثرات زیست محیطی ناشی از آن را نیز تقلیل می دهند.

مراجع:

- ۱- شاطریان، رضا، (۱۳۹۲)، « اقلیم و معماری»، سیمای دانش، تهران، چاپ چهارم.
- ۱- بهادری نژاد، مهدی، (۱۳۹۱)، «بادگیر شاهکار مهندسی ایران»، یزدا، چاپ اول
- ۲- بهادری نژاد، مهدی، یعقوبی، محمود، (۱۳۸۴)، تهویه و سرمایش طبیعی در ساختمان های سنتی ایران، تهران، مرکز نشر دانشگاهی.
- ۳- پیرنیا، محمدکریم، (۱۳۴۸)، «بادگیر و خیشخان»، مجله ی باستان شناسی و هنر ایران.

- ۴- پاکزاد، امیررضا، (۱۳۷۶) ، تحلیل دو نوع بادگیر جدید برای شرایط اقلیمی ایران و مقایسه آن ها با بادگیرهای متداول، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف.
- ۵- دهخدا، علی اکبر، (۱۳۷۷) ، لغت نامه، تهران، دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- ۶- زمرشیدی، حسین، (۱۳۷۳) ، «معماری ایران- اجرای ساختمان سنتی»، تهران، زمرد.
- ۷- شریعت زاده، علیرضا، (۱۳۴۵) ، « بادگیرهای یزد و اسلوب ساختن آنها»، چاپ یزدنامه، تهران.
- ۸- فرشاد، مهدی، (۱۳۷۶) ، «تاریخ مهندسی در ایران» ، بلخ ، تهران.
- ۹- قبادیان، وحید، (۱۳۷۷) ، «بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران»، دانشگاه تهران، چاپ سوم.
- ۱۰- کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۵) ، «اقلیم و معماری»، نشر خاک، چاپ چهارم.
- ۱۱- معماری، غلامعلی، (۱۳۷۰) ، بررسی عملکرد و مقایسه دو طرح جدید بادگیر، پایان نامه ی کارشناسی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف.

Khan, Naghman Khan, Su, Yuehong, Riffat, Saffa B, " A review on wind driven ventilation-12 techniques " , Energy and Building 40, 2007.