

بادگیر؛ شاهکار مهندسی معماری سنتی ایران در حاشیه کویر

تحلیلی بر گونه‌شناسی معماری بادگیر در خراسان جنوبی

حسن هاشمی زرج آباد^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۰

ذبیح الله مسعودی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۸

چکیده

بادگیرها به عنوان یکی از عناصر مهم در معماری بناهای تاریخی مناطق کویری از جمله شاهکارهای معماری سنتی ایران محسوب می‌شوند که به عنوان یک سیستم سرمایه‌ی طبیعی و ایستا، تهویه مطبوع را با استفاده از انرژی تجدید پذیر باد فراهم می‌نماید. معماران سنتی ایران در ساخت و طراحی بادگیر با آگاهی از اصول بنیادی چون ترمودینامیک (نیروی گرما)، آئرو دینامیک (جا به جایی هوا)، انتقال حرارت، مقاومت مصالح و آسایش حرارتی انسان سازه‌ای را ساختند که بدون تردید از جمله شاهکارهای مهندسی معماری سنتی بشمار می‌رود. این سازه مهم و کارآمد، در طی قرن‌ها در مناطق کویری ایران بدون بهره‌گیری از انرژی الکتریکی، تهویه‌ی طبیعی و خنکی را برای بناهای مسکونی و آب انبارها فراهم کردند. نظر به اهمیت سازه بادگیر در معماری سنتی مناطق کویری به ویژه شهرهای خراسان جنوبی که متأسفانه مطالعات و پژوهش‌های معماری سنتی در آنها کمتر صورت گرفته است نگارندگان مقاله با روش تحقیق میدانی سعی خواهند داشت ضمن معرفی بادگیرهای شاخص بناهای سنتی شهرهای بیرجند، خوسف و خور به بررسی و شناخت کالبدی آن از منظر معماری و شناخت کالبدی بادگیرها و چگونگی تأثیر کالبد بر عملکرد آنها پردازد. نتیجه مطالعه بیانگر آن است که بادگیرهای این منطقه از کویر ایران علی‌رغم بر ویژگی‌های مشترک با سایر مناطق کویری و گرم و خشک ایران، دارای ویژگی‌های

خاصی از نظر شکل هستند که مهم ترین آن بادگیرهایی از نوع یک طرفه و چهار طرفه می باشد که مهم ترین دلیل انتخاب و طراحی این نوع بادگیرها در خراسان جنوبی شرایط اقلیمی و جهت وزش باد می باشد.

واژگان کلیدی: خراسان جنوبی، بیرجند، خوسف، خور، معماری ایران، بادگیر.

۱- مقدمه

بادگیر یکی از عناصر معمارانه ای است که با رویکرد اقلیمی در معماری مناطق کویری و حاشیه کویر ایران احداث گردیده و بصورت کانالی عمودی در سیمای بافت تاریخی شهرها و روستاهای این مناطق، خودنمایی می کند. معماری بادگیرها و عملکرد آنها که در سرمایش طبیعی بناها در این مناطق مؤثر بوده اند نشان از نبوغ معمارانی دارد که در طراحی و ساخت آنها نقش داشته اند.

بیرجند از جمله مناطق کویری ایران است که دارای بافت های تاریخی ارزشمندی از دوره های صفویه و قاجاریه است که می توانند نمونه های مطالعاتی مناسبی برای پژوهشگران و علاقمندان به منظور آگاهی و شناخت از تاریخ معماری سنتی ایران در این بخش از ایران در اختیار قرار دهند. در میان بناهای تاریخی زیبا و ارزشمندی که در بافت تاریخی شهرهای بیرجند، خوسف و روستای خور وجود دارند بادگیرها به عنوان یکی از عناصر معماری عمودی برخاسته بر فراز بام های خانه ها، مجاری تنفسی فضای مسکونی بشمار می آیند.

متأسفانه این سازه ارزشمند معماران سنتی که به عنوان یکی از عناصر مهم در معماری بناهای خراسان جنوبی به شمار می آید امروزه با توجه به گسترش فضاهای شهری و تغییر الگوی شهرنشینی به شدت در معرض تخریب و نابودی قرار دارد. بررسی ها نشان می دهد که تاکنون با وجود تنوع و ویژگی های خاص بادگیرهای منطقه، مطالعات چندانی درباره آنها صورت نگرفته است. بر همین اساس ضرورت دارد به بررسی و تحلیل معماری بادگیرها و شناخت کالبدی آنها و

هم چنین به چگونگی تأثیر کالبد بر عملکرد بادگیرهای منطقه پردازیم. مهمترین سؤالات مطرح در این مقاله عبارتند از:

بادگیرهای مناطق مورد مطالعه از نظر گونه شناسی و شکل پلان چگونه است؟

آیا شرایط اقلیمی و جهت وزش باد در مناطق مورد مطالعه، تأثیری در ساختار معماری بادگیر و نحوه‌ی قرارگیری آن در بنا داشته است؟

مهمترین تزیینات بکار رفته در بادگیرهای مناطق مورد مطالعه چیست؟

بادگیرهای مناطق مورد مطالعه بیشتر در چه نوع از بناهای بافت تاریخی ساخته شده اند؟

۲- واژه‌شناسی بادگیر بر مبنای متون ادبی ایران

بادگیر از روزگاران دور در ایران زمین بکار گرفته شده و از نام‌های باستانی و گوناگون آن مانند "واتغر" و "بادهنج" و "باتخان" و "خیشود" و "خیشخان" بر می‌آید که پدیده‌ای تازه نیست (معماریان، ۱۳۸۷ الف: ۵۳۸).

دهخدا (۱۳۳۶: ۲۴۹) در لغت نامه خود کلمات "بادرس"، "بادغر"، "بادغد"، "بادگرد"، "بادخون"، "بادخن"، "بادغن"، "بادغنس"، "بادهنج" و "بادآهنگ" را معادل کلمه بادگیر آورده است.

در متون ادبی ایران در اشعار برخی از شعرای نامدار ایرانی با نام‌های مختلفی از بادگیر مواجه می‌شویم که نقش مهمی در آگاهی و شناخت از واژه‌های متنوع برای نامگذاری این سازه دارند. در ذیل به اجمال به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد. رودکی سمرقندی از واژه بادغر برای بادگیر استفاده کرده، وی در این بیت از شعر خود این چنین می‌سراید:

۱. کلبه یا دارآفرینی که پیرامون آن را با حصیر یا سفال یا بوته می‌پوشانند و بر آن آب می‌پاشند تا بر اثر وزش باد هوای خنک را به درون بکشد (فلاح فر، ۱۳۷۹: ۹۱).

بسای کاشانه‌ی بادغر بدواندرون شادی ونوش خورد
 همچنین ابوشکور بلخی شاعر و حکیم سده چهارم قمری است که در ابیات خود از واژه‌ی
 بادغر استفاده کرده است:

به هر مجلسی کونت ای زشت خر چو در باغ خانه شدی بادغر
 فرخی سیستانی از واژه بادخن برای نامیدن بادگیر بهره برده است:
 او آتش تیغ است بر تیغ کوه و آن دگران چون شمع بر بادخن
 ناصر خسرو در ابیاتی از اشعارش به واژه بادخانه اشاره کرده است و این چنین می‌سراید:
 همی خواهی که جاویدان بمانی درین پر بادخانه سست بنیاد
 آنچه که از اشعار مسیح کاشانی از شاعران خوش قریحه فارسی‌گوی در عصر صفوی استنباط
 می‌شود، در این دوره از واژه بادگیر برای نامیدن این سازه استفاده گردیده است:
 تا کردیم در آتش دل را سرای خویش دامن زدند بر آتش من بادگیر من

(بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۱۹۴-۱۹۸)

مرحوم پیرنیا (۱۳۸۶: ۳۳۳) معمار بزرگ سنتی ایران افسوس می‌خورد که در کشوری چون
 ایران که خود بهترین وسایل تهویه را با نام‌های گوناگون داشته وسایل جدید را تحفه فرنگ بدانند
 و نام‌های بیگانه آن‌ها را بی‌درنگ بپذیرد و بجای "بادگیر" و "خیش" و "خیشور" و "ماسوره" و
 هواکپ" واژه‌های ارکاندیش و کولر و اتیلاتور و امثال آن را بکار برد.

۳- مروری اجمالی بر پیشینه‌ی کاربرد بادگیر در معماری ایران

یافتن پیشینه دقیق بادگیرها در آثار به جا مانده معماری، کاری بس دشوار است و اطلاعات
 دقیق و جامعی در دست نیست. لیکن از اوایل سده سوم میلادی (در عصر ساسانیان) در آتشکده

فیروزآباد، نمونه نوعی بادگیر یافت می‌شود که البته گذرگاه آن ویران شده ولی آثار آن برجای مانده است و نشان می‌دهد که بادگیر باد را می‌گرفته و آن را به راهروی که گرداگرد گنبدها در طبق دوم می‌گشته می‌رسانده است و سپس به زیر گنبدها و ایوان‌ها می‌برده است و ساختمان را خنک می‌کرده است (معماریان، ۱۳۸۷ الف: ۵۵۰). اهمیت بادگیر در معماری و فرهنگ ایران موجب شده است که همواره جایگاه ویژه‌ای برای آن در متون ایرانی و غیر ایرانی در نظر گرفته شود و مطالبی پیرامون آن در متون ادبی و کتب و نوشته‌های تاریخی - توصیفی مستشرقین و همچنین کتب قرون اخیر که توسط متخصصین ایرانی نگاشته شده است پرداخته شود که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم.

روزنتال^۱ در پژوهش خود درباره‌ی پیدایش و گسترش بادگیرها، بر این باور است که این سازه در ایران اختراع شده و در روزگار عباسیان ساخت آن محدود به منطقه بین‌النهرین بوده است و با توجه به اهمیت سیاسی و اقتصادی مصر در دوره فاطمیان در آن منطقه نیز رواج یافته است (بهادری نژاد و دهقانی ۱۳۸۷: ۱۹۳).

براساس برخی اسناد، ساخت بادگیرها دست کم از دوره‌ای نخستین هجری قمری در ایران رواج داشته و بکارگیری این عنصر مهم معماری در سرزمین‌های دور و نزدیک ایران حتی تا شمال آفریقا، امر متداولی بوده است.

کهن‌ترین نمونه‌های باقی مانده بادگیر از قرن ۸ ق. به بعد موجود است (تصویر ۱) و نمونه‌های قبلی تخریب شده‌اند (محمودی و مفیدی، ۱۳۸۷ الف: ۲۸).



تصویر ۱) آب انبار متعلق به قرن ۸ هجری قمری (محمودی و مفیدی، ۱۳۸۷: ۲۸)

روف^۱ اولین شواهد موثق از وجود بادگیرها در فلات ایران را نمونه‌های قرن ۱۴م. مصادف با قرن ۸ق. می‌داند که یکی از آن‌ها در خراسان و پنج نمونه در یزد موجود است (Roaf, 1988: 58).

اکین^۲ قدیم‌ترین بنایی که بادگیر در آن دیده شده است را مدرسه غیاثیه خرگرد (قرن نهم هجری قمری) در خراسان معرفی کرده است (Okane, 1976: 85).

در سفرنامه‌های بسیاری از سیاحانی که به ایران آمدند گزارشی از ساختار بادگیر و کاربرد آن به چشم می‌خورد که از میان آن‌ها می‌توان به سفرنامه مارکو پولو^۳، سفرنامه ژان شاردن^۴، سفرنامه ژان باتیست تاورنیه^۵ اشاره کرد.

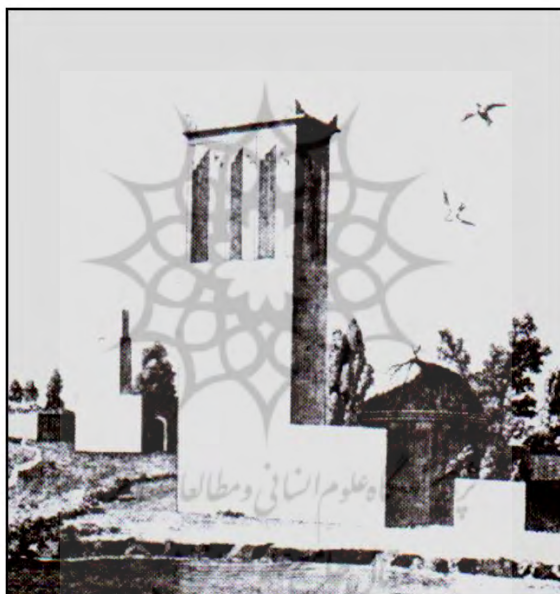
مارکو پولو^۶ (۱۳۶۳: ۲۲۸) در بخشی از سفرنامه‌ی خود چنین می‌نویسد: ”در آنجا (ایران)

1. Roaf.s.
2. Okane.b.
3. Marco polo.
4. John chardin.
5. Jean Baptiste Tavernier.

۶. مارکو پولو در طی سفر خود به مشرق زمین دوبار از خاک ایران گذشت و در سال ۱۲۹۲ میلادی نیز در راه بازگشت به وطن بار دیگر از ایران و هرمز عبور کرد. وی در سن هفتاد سالگی در ونیز ایتالیا درگذشت. جهت آگاهی بیشتر رجوع کنید به آلفونس گابریل، مارکو پولو در ایران، ترجمه‌ی پرویز رجبی (تهران: اساطیر، ۱۳۸۱).

شهرهای کوچک و بزرگ خوب زیادی می باشد که "هرمز" با مردم عرب زبان یکی از آنهاست گرما در آنجا وحشتناک است بدین علت بر روی خانه هایشان وسایل تهویه جهت گرفتن باد ساخته شده است این وسایل تهویه در جهتی قرار گرفته اند که جریان باد را از بیرون به درون خانه برای خنک کردن آن می آورند."

ژان شاردن سیاح فرانسوی در طی سفر به ایران از بسیاری از شهرهای ایران بازدید می کند و درباره خانه ی بادگیری در اصفهان شرح و تصویری آورده است (تصویر ۲).



تصویر ۲) تصویر بادگیر از ژان شاردن (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷)

تاورنیه در سفرنامه اش در مورد بادگیر چنین می نویسد "تمام خانه ها از لار تا هرمز به یک سبک و نقشه ساخته شده اند. همه بادگیری دارند که از زیر عمارت به بالای بام کشیده شده است، برای اینکه عمارت را خنک کند. اما برای غربیانی که عادت به هوای این مملکت ندارند خوابیدن در مجاورت این بادگیرها خطرناک است" (تاورنیه، ۱۳۸۲: ۱۲۷).

۴- اجزاء و عناصر کالبدی

۴-۱- اجزاء و اندام بادگیر

بادگیرها از اجزاء مختلفی تشکیل شده‌اند که برخی از آن‌ها جنبه زیبایی شناسانه دارد و برخی در عملکرد بادگیر نقش دارند (محمودی، ۱۳۸۷:ب:۲۸)؛ (شکل ۳).

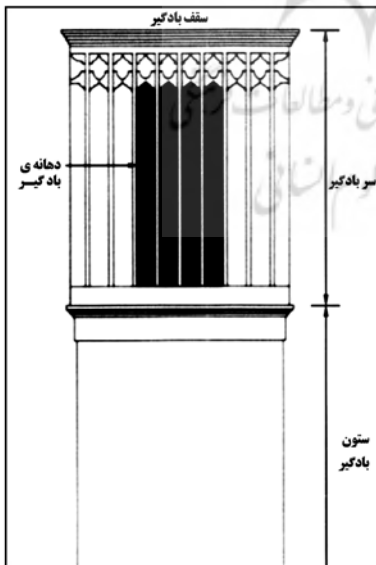
بادگیر به ترتیب از پایین به بالا از قسمت‌هایی شامل: تنوره، ساقه، زه و زنجیر، قفسه‌ها و زهو زنجیر تشکیل شده است (معماریان، ۱۳۸۷:ب:۲۸۳). در واقع یک بادگیر از چهار بخش اصلی تشکیل شده است: (شکل ۲)

۱- ستون، بدنه، کانال، تنوره و یا ساقه

۲- دهانه، قفسه، هواکش و یا چشمه

۳- تیغه‌ها

۴- سقف (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷:۲۴۶).



شکل ۱) اجزا مختلف بادگیر

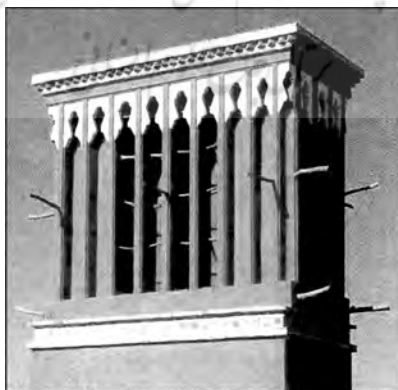
(بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷:۲۴۷)

۴-۲- آرایه‌های تزیینی و مصالح بادگیر

تزیینات بادگیرها اجزاء کالبدی محسوب می‌شوند که بیشترین تأثیر را در منظر شهری پدید آوردند مصالح استفاده شده برای تزیینات آجر، گچ یا کاهگل است. در برخی از بادگیرها دهانه بادگیر بیشتر با گچ پوشیده شده و رنگ سفید آن جلوه متفاوتی به خط آسمان شهر (یزد) داده است. (همان: ۲۶۳).

مهمترین عناصر تزیینی بادگیرها بیشتر به تزیین آجرچینی بستگی دارد. معمولاً آجرچینی آن به صورت ساده یا قناس، خفته راسته و بالاخره گل اندازه‌ای دیگر آجری است (معماریان، ۱۳۸۷ ب: ۲۸۳) هم چنین از دیگر بخش‌های تزیینی بادگیرها قفسه‌ی آن است بکارگیری قوس‌هایی متنوع بویژه از نوع دالبری و ابرو (زمرشیدی، ۱۳۷۳: ۲۵۴ و ۳۱۵) و هم چنین آرایش با گچ در قسمت‌های سطوح قفسه‌ها، قوس‌ها و بخشی از ساقه ستون از مهم‌ترین تزیینات بادگیرها بشمار می‌آیند. (تصویر ۳).

مصالح ساختمانی بادگیرها معمولاً خشت خام یا آجر، گل، گچ و چوب شورونه است. شورونه از انواع چوب‌هایی است که استحکام بسیار زیاد و ماندگاری زیادی در مقابل آسیب‌های احتمالی از جمله موربانه دارد (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۴۶).

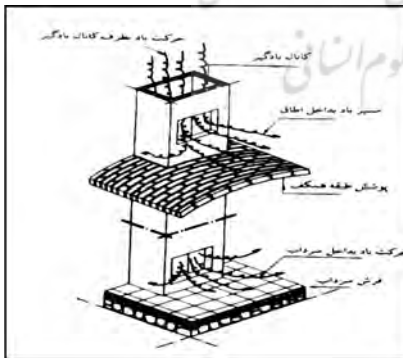


تصویر ۳) تزیین آجرکاری و آرایش گچی (مأخذ: پرتال سازمان میراث فرهنگی یزد)

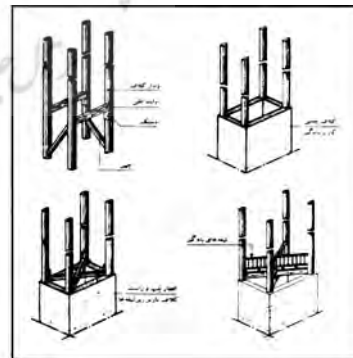
۵- نحوه‌ی طراحی و ساخت بادگیر با تأکید بر بادگیرهای خراسان جنوبی

بررسی ساختار معماری بادگیرها نشان می‌دهد که طراحی و ساخت این سازه نیاز به آگاهی و شناخت دقیق معمار و سازندگان آن از اصول ترمودینامیک، آئرو دینامیک، انتقال حرارت، مقاومت مصالح و آسایش حرارتی انسان داشته است. با توجه به اینکه بادگیرهای خراسان جنوبی (تصویر ۴) از ساختار معماری ساده‌ای برخوردارند - که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد - لذا نحوه ساخت این نوع بادگیرها به این صورت است: معمولاً یک بادگیر از دو مجرا تشکیل گردیده است مجرای زیرین و مجرای بالایی. سوراخ مجرای زیرین جهت رسیدن باد به سرداب و یا حوض خانه و سوراخ مجرای بالایی در اتاق روی سرداب در ارتفاع یک سوم و در مواردی در راستای کف تعبیه می‌گردد. کانال میانی بادگیر از سطح پشت بام تا دهانه بادگیر را تشکیل می‌دهد که به دو صورت قابل اجرا می‌باشد.

الف: در این روش دیوار کانال میانی بادگیر به عرض یک تا یک و نیم خشت تا ارتفاع لازم به صورت مکعب مستطیل ساخته می‌شود و سپس کلاف کشی چوب به شکل چپ و راست جهت زیرسازی تیغه‌ها بر سطح دیوار کانال و تیغه‌سازی پوشش انجام می‌گردد. بدیهی است این روش به دلیل اینکه مصالح کمتری مصرف می‌کند معمول می‌باشد (شکل ۲ و ۳).

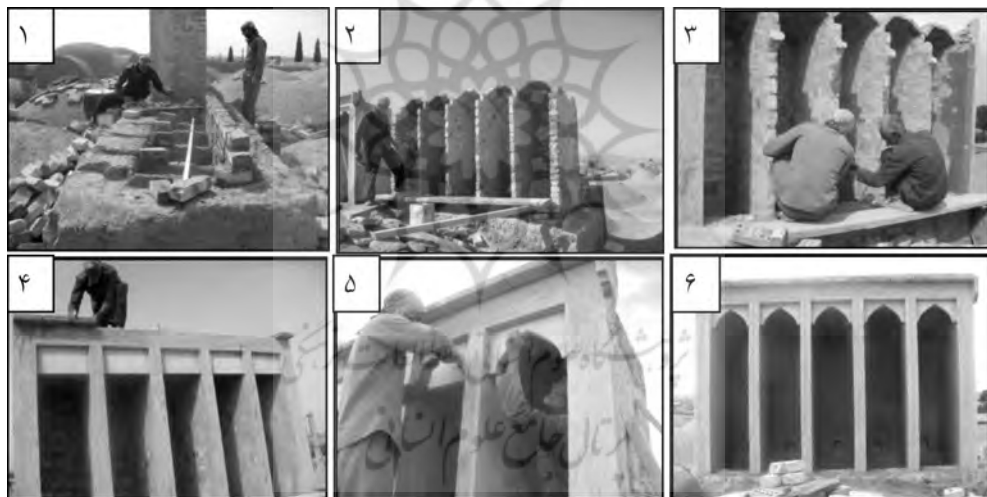


شکل ۲) طرحی از کانال یک بادگیر
و مجراهای آن (فرخ یار، ۱۳۸۷: ۱۱۷)



شکل ۳) مراحل ساخت بادگیر
(فرخ یار، ۱۳۸۷: ۱۱۷)

ب: در این روش از کلاف کشی، چهار تیر چوبی تا ارتفاع انتهایی بادگیر استفاده شده است. ستون‌های مذکور با داشتن ریشه در اسکلت سفت کاری قسمت‌های زیرین مستحکم می‌شود و به وسیله دستک و چپ و راست‌ها، کلاف کشی و مهار انجام می‌گردد و فاصله بین ستون‌ها به ضخامت یک نیمه و با ملات گچ تا ارتفاع لازم چیده می‌شود. کلاف چپ و راست از چوب^۱ مقاوم جهت اتکاء تیغه‌های بادگیر به ستون‌های چوبی متصل می‌شود و تیغه‌های بادگیر به صورت رج‌های عبور کننده و قطع کننده بین تیرهای چوبی به شکل چپ و راست بنا می‌گردد و پس از نصب پل بر سر ستون‌ها روی آن‌ها با حصیر پوشانده و کاهگل می‌کشند. در این زمان تیغه‌های چهار گانه بادگیر آماده بهره‌برداری (بده و بستان) باد هستند (فرخ یار، ۱۳۸۷: ۱۲۰-۱۲۱).



تصویر ۴) مراحل ساخت بادگیر در خوسف (مأخذ: اداره میراث فرهنگی خوسف)

۱. بادگیرها دارای چوب بست‌هایی هستند که دیواره‌های بادگیر را بهم وصل می‌کند و دو سر این چوب بست‌ها از طرفین بادگیر بیرون می‌زند. چوب بست‌های ذکر شده با هدف افزایش مقاومت و استحکام بادگیرها در مقابل فشار باد تعبیه می‌شوند و با نقش کششی که دارند از جدا شدن پره‌های داخلی و بدنه جلوگیری می‌کنند (فرخ یار، ۱۳۸۷: ۱۲۱).

۶- عوامل مؤثر بر کارایی بادگیر

کارایی و عملکرد بادگیر به عوامل مختلفی بستگی دارد که می توان آن ها را به دو دسته کلی تقسیم کرد:

۶-۱- عوامل آب و هوایی: که شامل دمای هوای محیط، تشعشع خورشید، حداکثر اختلاف دمای هوای شب و روز، سرعت و جهت وزش باد.

۶-۲- عوامل هندسی: این عوامل شامل ارتفاع بادگیر، ابعاد مقطع بادگیر، شکل تقسیم مساحت مجراها در مقطع بادگیر، تعداد دهانه های ورودی باد به بادگیر و مقاومت در برابر جریان هوا در بادگیر (شامل زانویی ها، انحناها و دریچه های ورودی و خروجی هوا) است (محمودی و مفیدی، ۱۳۸۷ ب: ۳۴؛ بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۸۰).

۷- شناخت بادگیرها از منظر معماری، عملکرد، اقلیم (جهت دریافت باد)

بادگیرهای ایران را می توان بر حسب چند عامل تقسیم بندی و مورد مطالعه قرار داد:

۷-۱- بادگیرها از منظر عملکرد

از نظر عملکرد بادگیرها به دو دسته ذیل تقسیم می گردند:

۷-۱-۱- بادگیرهای صرفاً عملکردی

۷-۱-۲- بادگیرهای عملکردی- نمادین (معماریان، ۱۳۸۷ ب: ۲۸۳).

۷-۲- بادگیرها از نظر وضع اقلیمی و جهت دریافت باد

۷-۲-۱- بادگیرهای اردکانی (یک طرفه): جهت دهانه ها در این نوع بادگیر، رو به باد اصفهانی

است و از سمت غرب، شرق و جنوب هیچ منفذی ندارد (تصویر ۵) عموماً این نوع از بادگیرها کم ارتفاع و کوتاه تر از سایر بادگیرها ساخته می شود (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۲۹).



تصویر ۵) بادگیرهای اردکانی از نوع یک طرفه (مأخذ: خانه عکس اردکان badgir.blogfa.com)
 ۷-۲-۲- بادگیرهای کرمانی (دو طرفه): این نوع بادگیرها از نظر ساختار معماری ساده تقریباً کوچک اند و از آنجا که دو طرفه ساخته می شوند به آن بادگیر دوقلو نیز گفته می شود (همانجا)؛
 (تصویر ۶).



تصویر ۶) نمایی از بادگیر دو طرفه‌ی آب انبار باغ دولت آباد یزد

(بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۳۱)

۷-۲-۳- بادگیرهای سه طرفه: این بادگیر انواع مختلف دارد که سه جناحی منفصل که به این نوع اشکم دریده نیز می گویند نوع متصل آن در سیرجان واقع در خانه ای مجاور بلوار دکتر صادقی (تصویر ۷) و نوع منفصل در خانه فرمانده سربازخانه ارگ ملاحظه شد (تاج الدینی، ۱۳۸۲: ۲۸۴).



تصویر ۷) کرمان، بادگیر سه طرفه از نوع متصل (تاج الدینی، ۱۳۸۲: ۲۸۴)

۷-۲-۳- بادگیرهای یزدی (چهارطرفه): بادگیرهای یزدی از سایر انواع بادگیرها بزرگتر است و معمولاً به صورت چهارطرفه ساخته می شود به همین دلیل نیز در بعضی مناطق، آن را بادگیر "چهارطرفه یا چهارسو" هم می نامند (تصویر ۸). ارتفاع این نوع بادگیرها معمولاً زیاد است و میزان ارتفاع بادگیر و نوع دهانه هر سمت با اوضاع جوی منطقه ارتباط مستقیم دارد (بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۲۹)



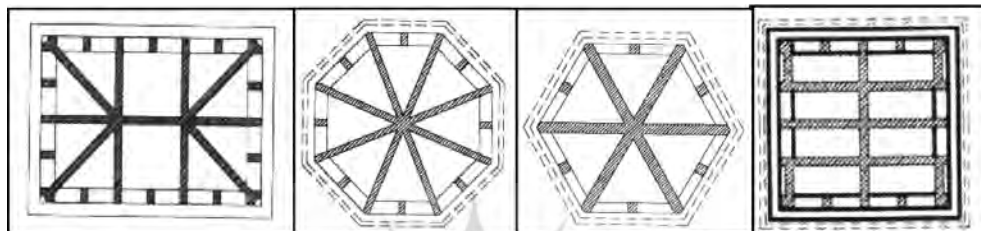
تصویر ۸) یزد، بادگیر از نوع چهارطرفه دو طبقه

(مأخذ: دانشنامه یزد <http://ghoolabad.com>)

۷-۳- بادگیرها از منظر ساختار معماری

شناخت سازه معماری بادگیر به صورت‌های ذیل میسر می‌باشد:

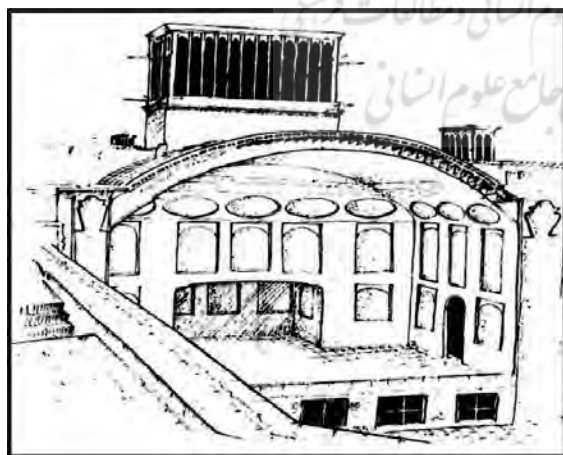
۷-۳-۱- بر مبنای پلان بادگیر، به سه گروه ۱- بادگیر با پلان مربع ۲- بادگیر با پلان شش و یا هشت ضلعی ۳- بادگیر با پلان مستطیل تقسیم می‌شود (همان: ۲۵۷)؛ (شکل ۴).



شکل ۴) انواع بادگیرها با پلان مربع، شش ضلعی، هشت ضلعی و مستطیل

(بهادری نژاد و دهقانی، ۱۳۸۷: ۲۵۸)

۷-۳-۲- بر مبنای استقرار آن‌ها در پلان بنا، به سه گروه ۱- قرارگیری آن در پشت تالار مستطیل شکل و در محور تقارن آن (شکل ۵) ۲- قرارگیری آن در یکی از گوشه‌های شمالی تالار ۳- قرارگیری آن در گوشه حیاط تقسیم می‌شود (محمودی، ۱۳۸۵: ۹۷).

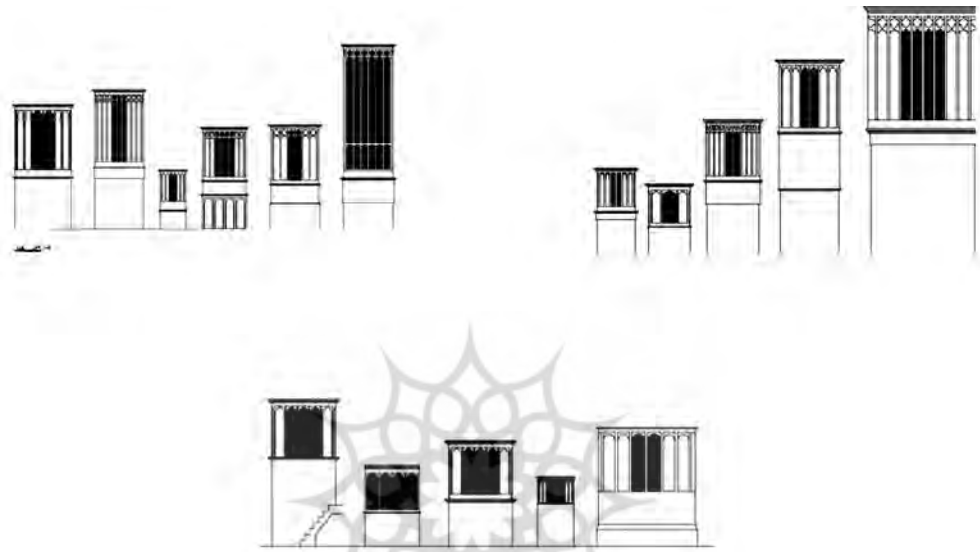


شکل ۵) یزد، نحوه قرارگیری بادگیر

در پشت تالار خانه

(معماریان، ۱۳۸۷: ۲۷۶)

۲-۳-۳- بر مبنای فرم دهانه بادگیر، به سه گروه ۱- بادگیر با دهانه مربع ۲- بادگیر با دهانه مستطیل عمودی ۳- بادگیر با دهانه مستطیل افقی تقسیم می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶) انواع بادگیر با دهانه مربع، مستطیل عمودی و مستطیل افقی (محمودی، ۱۳۸۵: ۹۶)

۸- بررسی گونه شناختی اشکال بادگیرهای خراسان جنوبی

یکی از مناطق کویری ایران که دارای بافت‌های تاریخی منحصر بفرد می‌باشد خراسان جنوبی در شرق کشور است. بافت‌های تاریخی این منطقه متناسب با شرایط اقلیمی منطقه شکل گرفته و برگرفته از محلات، ریزمحلات، خانه، حسینیه، مسجد و... می‌باشد و از جمله عناصر مهم در معماری بافت‌های تاریخی این منطقه، بادگیر است. بادگیر یکی از عناصر معمارانه‌ای است که با رویکرد اقلیمی در معماری بومی منطقه احداث و بصورت کانال عمودی یا افقی در سیمای شهر خودنمایی می‌کند. گونه شناسی اشکال بادگیرها بر مبنای عوامل و بخش‌های مختلف کاربردی آن‌ها انجام می‌گیرد. بادگیرهای خراسان جنوبی دارای تنوع زیادی نیست که براساس مطالعات

گونه شناسی، اشکال بادگیرها را می‌توان بر مبنای ۱- جهت دریافت باد ۲- نما ۳- موقعیت استقرار آن‌ها در پلان بنا مورد مطالعه و بررسی قرار داد.

۸-۱- بادگیرهای بیرجند

بافت تاریخی شهر بیرجند از جمله بافت‌های کویری ایران می‌باشد که دارای خصوصیات خاصی از نقطه نظر اقلیم قرارگیری، باورها و وضعیت معیشتی ساکنین است. خانه‌های حیاط مرکزی بیرجند و بافت ساختاری کوچه‌ها که تبعیتی از وضعیت توپوگرافیک تپه ماهورهای شهری است همراه با تزیینات آجری که غالباً مربوط به اواخر قاجار و اوایل پهلوی می‌باشد، هم چنین وجود بادگیر بر فراز بناهای شهر منظره زیبا را برای بافت تاریخی ایجاد نموده است (سلطانی، ۱۳۸۶: ۷). گونه شناختی اشکال بادگیرها در بیرجند، با مطالعه و بررسی تعدادی از آن‌ها انجام گرفت که نتایج ذیل حاصل گردید.

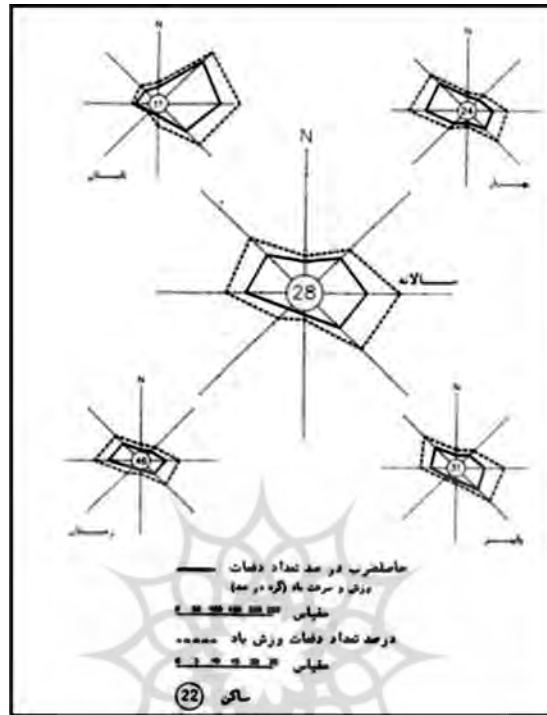
۸-۱-۱- گونه شناسی بر مبنای جهت دریافت باد

بادهای این ناحیه بر اساس جهت وزش، نام‌های مختلفی به خود می‌گیرند، مهمترین بادها عبارتند از:

الف: سیاه باد: جهت آن شمال شرقی - جنوب غربی بوده و به هنگام وزش، درجه حرارت را به پایین می‌آورد.

ب: باد قبله: از جنوب غربی به شمال شرقی می‌وزد. در فصل زمستان می‌وزد و توأم با بارندگی است.

ج: فرح باد: بادی است گرم که درجه حرارت را به سرعت بالا برده و جهت آن جنوب شرقی به شمال غربی است. (بهنیا، ۱۳۸۱: ۶۵).



نمودار ۱) جهت و سرعت بادهای بیرجند (وفایی، ۱۳۸۴: ۴۹)

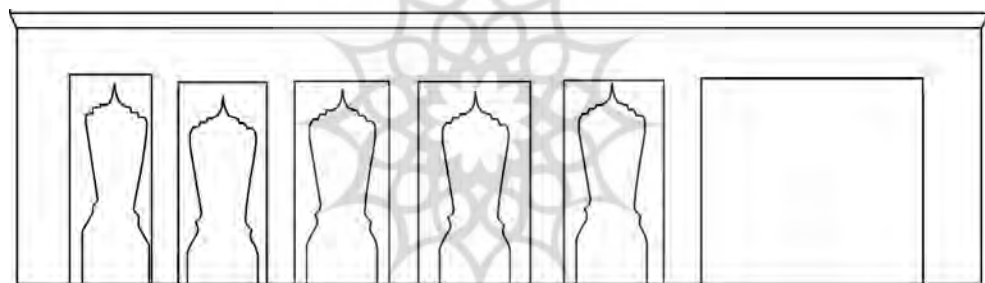
همان گونه که قبلاً نیز اشاره شد بادگیرها بر مبنای جهت دریافت باد به سه دسته‌ی یک طرفه، دو طرفه و چهار طرفه تقسیم می‌شوند که در بیرجند با توجه به نوع و جهت بادهای غالب دو نوع بادگیر مشخص شده است.

۸-۱-۱-۱- بادگیر یک طرفه

این نوع بادگیر که به اردکانی نیز مشهور است تعداد معدودی از بادگیرهای بیرجند را شامل می‌شود. جهت دهانه در این نوع بادگیر رو به شمال است و از سمت شرق، غرب و جنوب هیچ منفذی ندارد. این نوع بادگیر به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده به همین دلیل امکان ساخت یک بادگیر برای هر اتاق وجود داشته است (تصویر ۹) و (شکل ۷).

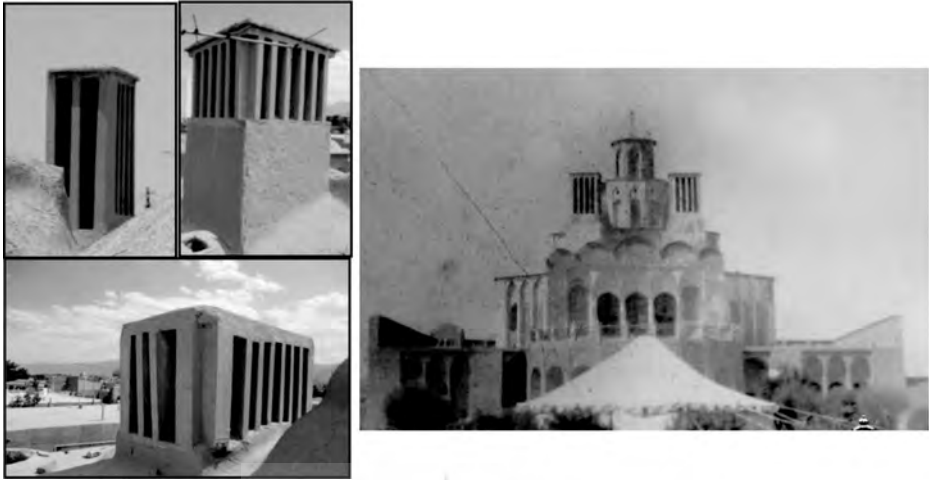


تصویر ۹) بیرجند، نمایی از بادگیرهای یک طرفه، حسینیه نواب (مآخذ: نگارندگان)



شکل ۷) طرح بادگیر حسینیه نواب (ترسیم: نگارندگان)

۸-۱-۱-۲- بادگیر چهارطرفه این نوع بادگیر گونه غالب بادگیرهای بیرجند به شمار می رود و معمولاً ارتفاع آن نسبت به بادگیرهای یک طرفه زیادتر بوده که عامل اصلی پدید آمدن این نوع بادگیر، وزش باد مطلوب از هر چهار طرف می باشد. بادگیرهای چهار طرفه یا چهار سوی بیرجند از نظر ساختار معماری بجز چند مورد ساده بوده و پیچیدگی و زیبایی بادگیرهای سایر مناطق کویر ایران همانند یزد را ندارد. یکی از زیباترین بادگیرهای چهار طرفه که متأسفانه در حال حاضر وجود ندارد متعلق به بنای ارگ کلاه فرنگی بیرجند می باشد (تصویر ۱۰).



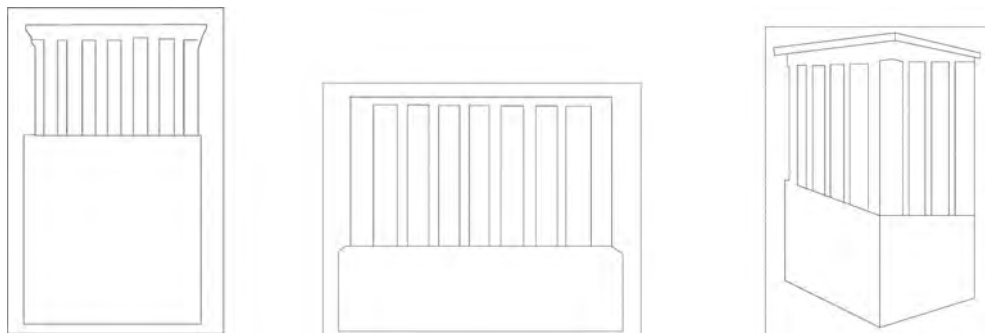
تصویر ۱۰) نمایی از بادگیرهای چهارطرفه در بیرجند سمت راست بادگیر ارگ کلاه فرنگی و سمت چپ بادگیرهای خانه فرهنگ و حسینیه نواب (مآخذ: نگارندگان)

۸-۱-۲- گونه‌شناسی بر مبنای فرم دهانه

با بررسی‌های انجام گرفته اشکال بادگیرهای بیرجند براساس فرم دهانه آن‌ها، به سه نوع شناسایی گردید: الف) بادگیر با دهانه مربع ب) بادگیر با دهانه مستطیل افقی ج) بادگیر با دهانه مستطیل عمودی (تصویر ۱۱) و (شکل ۸).



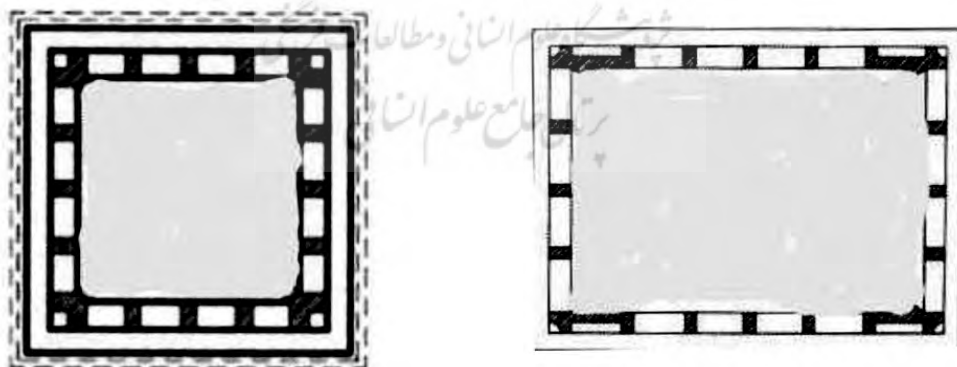
تصویر ۱۱) بیرجند، بادگیر گونه شناختی براساس فرم دهانه مربع، مستطیل افقی و مستطیل عمودی (مآخذ: نگارندگان)



شکل ۸) طرح چند بادگیر براساس فرم دهانه مربع، مستطیل افقی و مستطیل عمودی (ترسیم: نگارندگان)

۸-۱-۳- گونه‌شناسی بر مبنای پلان

بررسی نمونه‌های بادگیر بافت تاریخی بیرجند نشان می‌دهد که معماران و سازندگان در طراحی و اجرای بادگیرها بیشتر از پلان مربع و مستطیل بهره گرفته‌اند (شکل ۹) و بادگیرها با پلان چند ضلعی و مدور که در بادگیرهای سایر مناطق کویری بویژه بادگیرهای یزد دیده می‌شود، در بیرجند استفاده نشده است.

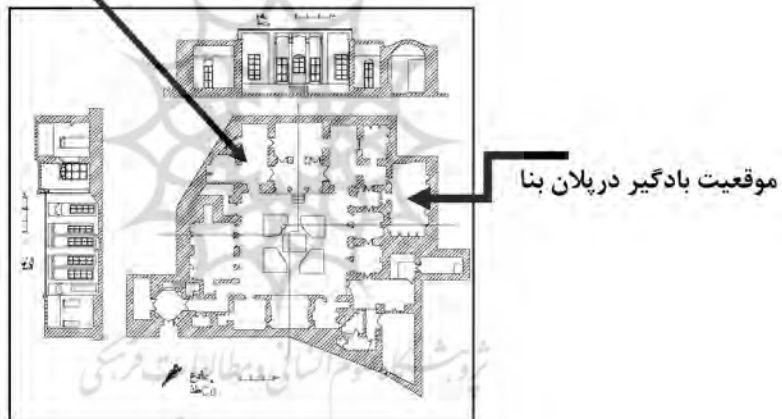


شکل ۹) پلان‌های رایج در بادگیرهای بیرجند (ترسیم: نگارندگان)

۸-۱-۴- گونه شناسی بر مبنای استقرار در پلان بنا

نمونه‌های مطالعاتی بادگیر در بیرجند بیانگر آن است که نحوه‌ی قرارگیری بادگیرها در خانه‌ها یکسان نیست لیکن قرارگیری بادگیر در بخش تابستان نشین که در واقع بخش جنوبی حیاط را شامل می‌گردد بیشتر مورد توجه معماران بوده است. در بادگیر حسینی نواب بادگیر، چهار طرفه در ضلع شرقی و بادگیر یک طرفه آن در ضلع جنوبی واقع گردیده است. در خانه فرهنگ یک بادگیر در ضلع جنوبی و یک بادگیر در ضلع غربی ساخته شده است (شکل ۱۰).

موقعیت بادگیر در پلان بنا



شکل ۱۰) پلان خانه فرهنگ و موقعیت قرارگیری بادگیر در آن

(مأخذ: آرشیو پایگاه میراث فرهنگی بیرجند)

۸-۲- بادگیرهای خوسف

شهر خوسف با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه در ۳۵ کیلومتری جنوب باختری شهر بیرجند و ارتفاع ۱۲۹۰ متر از سطح دریا قرار دارد (راشد محصل، ۱۳۸۸: ۱۸۰). خوسف دارای اقلیم مناطق بیابانی با ویژگی‌های خاص آن است.

از جمله این ویژگی‌ها تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نسبتاً سرد می‌باشد و وزش بادهای با توجه به جهت وزش، سرعت و خشک با مرطوب بودن آن‌ها از عواملی است که در اقلیم آب و هوای این منطقه تأثیر دارد و در آن چندین نوع باد که دارای ویژگی‌های متفاوت می‌باشند، می‌وزد. بافت قدیمی خوسف با مساحتی در حدود ۱۲۰ هکتار، تعداد زیادی بناهای با ارزش تاریخی و فرهنگی را در خود جای داده است. مسجدها، آب انبارها، مدرسه، قلعه و ... از جمله این بناهای با ارزش می‌باشند. از عناصر مهم معماری در بافت تاریخی خوسف بادگیر است، بادگیرهای خوسف با توجه به وزش بادهای منطقه متناسب با شرایط اقلیمی منطقه شکل گرفته‌اند که براساس گونه شناختی آن می‌توان بر مبنای جهت دریافت باد، نما و موقعیت استقرار آن در پلان بنا مورد مطالعه و بررسی قرارداد (تصویر ۱۲).



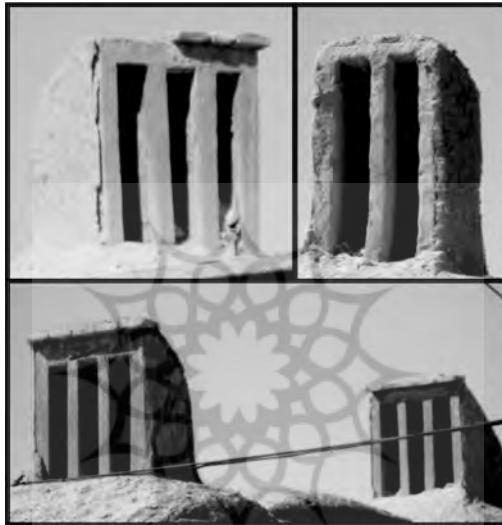
تصویر ۱۲) نمایی از شهر خوسف و دورنمای بادگیرهای آن، دید از شمال

(تصویر: نگارندگان)

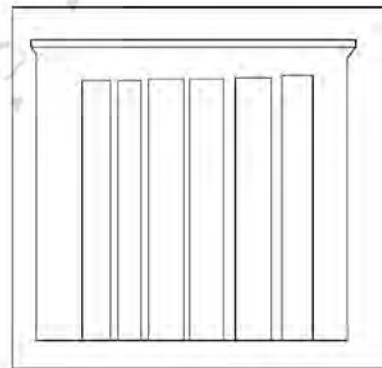
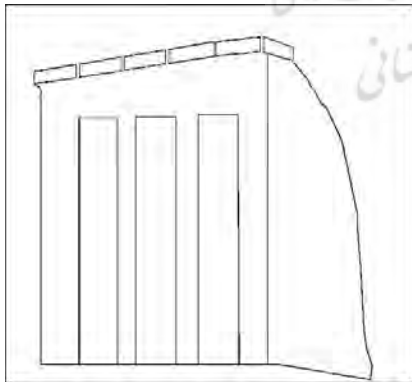
۸-۲-۱- گونه شناسی بر مبنای جهت دریافت باد

۸-۲-۱-۱- بادگیر یک طرفه

این نوع بادگیر گونه غالب بادگیرهای خوسف به شمار می رود و معمولاً ارتفاع آن نسبت به سایر بادگیرها کمتر است (تصویر ۱۳) و (شکل ۱۱).



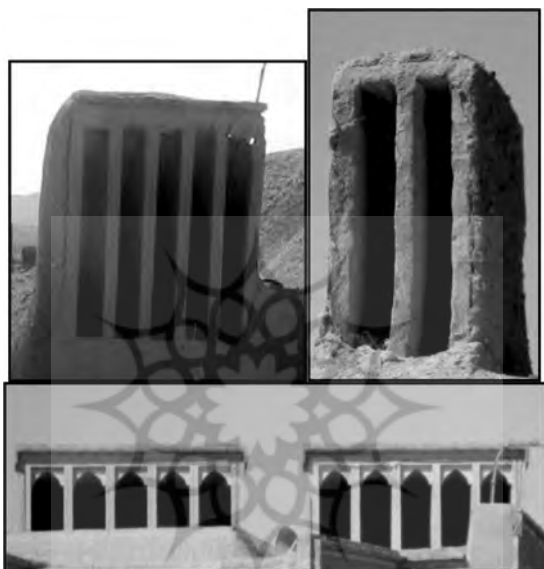
تصویر ۱۳) نمایی از بادگیرهای یک طرفه خوسف (مأخذ: نگارندگان)



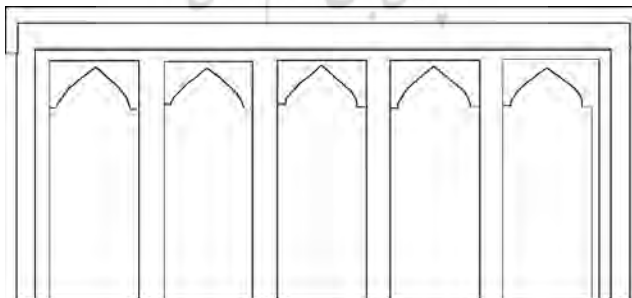
شکل ۱۱) طرحی از بادگیرهای یک طرفه خوسف (ترسیم: نگارندگان)

۸-۲-۲- گونه شناسی بر مبنای فرم دهانه

با بررسی های انجام گرفته اشکال بادگیرهای خوسف براساس فرم دهانه آن ها، به سه نوع شناسایی گردید: الف) بادگیر با دهانه مربع ب) بادگیر با دهانه مستطیل افقی ج) بادگیر با دهانه مستطیل عمودی (تصویر ۱۴) و (شکل ۱۲).



تصویر ۱۴) گونه شناختی بادگیرها در خوسف براساس فرم دهانه آن مربع، مستطیل عمودی و مستطیل افقی (تصویر: نگارندگان)



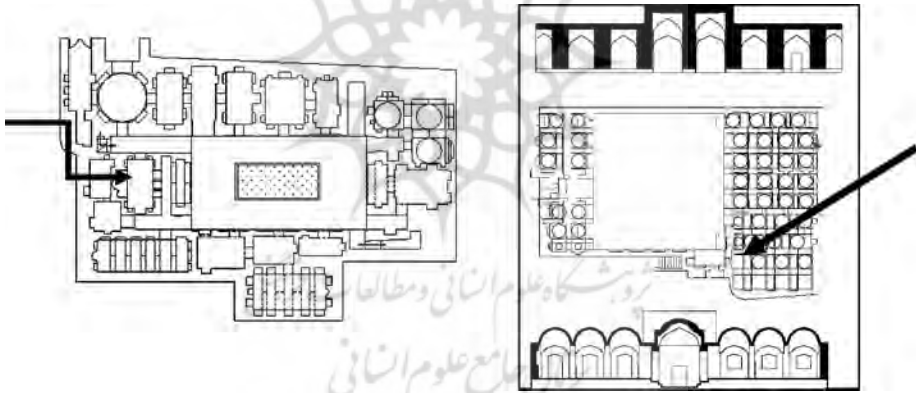
شکل ۱۲) طرحی از بادگیر مسجد جامع خوسف با فرم دهانه مستطیل افقی (ترسیم: نگارندگان)

۸-۲-۳- گونه شناسی بر مبنای پلان

پلان رایج در بادگیرهای خوسف، پلان از نوع مستطیل افقی و عمودی است لیکن بیشتر بادگیرهای این منطقه، بر مبنای پلان مستطیل عمودی ساخته شده اند که بدون تردید انتخاب این نوع از پلان بر مبنای شرایط اقلیمی و دریافت بهتر باد انجام گرفته است.

۸-۲-۴- گونه شناسی بر مبنای استقرار در پلان بنا

نمونه های باقی مانده بادگیر در بافت تاریخی خوسف بیانگر آن است که نحوه استقرار بادگیر در پلان خانه در بخش تابستان نشین واقع گردیده و تعداد بادگیر نیز بر مبنای توان مالی و پیمون و ابعاد خانه از یک تا دو بادگیر متفاوت بوده است. قرارگیری بادگیر در بناهای بزرگ از جمله مسجد خوسف بر فراز بخش شبستانی آن واقع شده است



شکل ۱۳) موقعیت قرارگیری بادگیر در مسجد جامع خوسف و خانه تاریخی علوی

(مأخذ: اداره میراث فرهنگی خوسف)

۸-۳- بادگیرهای خور

روستای خور از توابع شهر خوسف با مختصات جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی در ۵۰ کیلومتری شمال غربی خوسف و ۸۸ کیلومتری غرب

بیرجند قرار دارد. این روستا در میان دشت استقرار یافته و دارای بافت سنتی و تاریخی مشتمل بر مسجد، حسینیه، خانه و حمام می باشد (زنده دل، ۱۳۸۶: ۳۷). از ویژگی های مهم و منحصر بفرد بافت تاریخی روستای خور وجود بادگیرهای آن می باشد (تصویرهای ۱۵ و ۱۶) که با بررسی های انجام گرفته مشخص گردید بیش از ۹۰ درصد بادگیرها به دلیل وزش باد غالب از سمت شمال غرب رو به این سمت ساخته شده اند. با توجه به تعدد آنها در دورنمای روستای خور، چنین به نظر می آید که روستا رو به سمت خاصی دارد. بر همین اساس می توان بادگیرهای خور را بر مبنای جهت دریافت باد، فرم دهانه و به لحاظ موقعیت استقرار آن در پلان بنا مورد مطالعه و بررسی قرار داد.



تصویر ۱۵) نمایی از روستای خور و بادگیرهای آن، دید از شمال (تصویر: نگارندگان)



تصویر ۱۶) نمایی از روستای خور و بادگیرهای آن (تصویر: نگارندگان)

۸-۳-۱- گونه‌شناسی بر مبنای جهت دریافت باد

عمده‌ی (بیش از ۹۵ درصد) بادگیرهای روستای خور بر مبنای جهت دریافت باد از نوع بادگیرهای یک طرفه بوده و با توجه به وزش با دغالب از سمت شمال رو به سمت شمال ساخته شده‌اند و هیچ گونه منفذی از سمت شرق، غرب و جنوب ندارند. از ویژگی‌های دیگر این نوع بادگیرها، ارتفاع کم آن‌ها نسبت به سایر بادگیرها می‌باشد (تصویر ۱۷).



تصویر ۱۷) نمایی از بادگیرهای یک طرفه در روستای خور (تصویر: نگارندگان)

۸-۳-۲- گونه‌شناسی بر مبنای فرم دهانه

گونه‌شناختی بادگیرهای روستای خور براساس فرم دهانه آن به سه نوع تقسیم می‌شوند:
 ۱- بادگیر با دهانه مربع شکل ۲- بادگیر با دهانه مستطیل افقی ۳- بادگیر با فرم دهانه مستطیل عمودی (تصویر ۱۸).



شکل ۱۸) گونه‌شناختی بادگیرها در خور براساس فرم دهانه آن مربع، مستطیل عمودی و مستطیل افقی

(تصویر: نگارندگان)

۸-۳-۳- گونه شناسی به لحاظ موقعیت استقرار آن در پلان بنا

به جهت شرایط آب و هوایی خاص خور و نزدیکی آن به کویر، هوای منطقه از شهرهای بیرجند و خوسف گرمتر بوده لذا خانه‌های آن از تعدد بادگیر برخوردار هستند. نحوه قرارگیری بادگیرها در خانه‌های این منطقه با پیمون^۱ بزرگ در بخش تابستان نشین می‌باشد و در خانه‌های با پیمون کوچک استقرار در فراز اتاق‌های نشیمن از یک تا دو بادگیر متغیر می‌باشد (تصویر ۱۹).



تصویر ۱۹) نمایی از بادگیرهای خور به لحاظ موقعیت استقرار آن در پلان بنا، دید از شمال (تصویر: نگارندگان)

۸-۳-۴- گونه شناسی بر مبنای پلان

بررسی گونه شناسی بادگیرهای خور بیانگر آن است که معماران روستای خور از دو پلان مستطیل افقی و عمودی در ساخت بادگیرها بهره برده‌اند لیکن ۹۰ درصد بادگیرهای این منطقه با مستطیل عمودی ساخته شده‌اند.

۱. مقیاس، مدول، مرجعی که دیگر اندازه‌ها را در قیاس با آن بسنجند (فلاح فر، ۱۳۷۹: ۵۵).

نتیجه گیری

بررسی معماری سنتی و بافت تاریخی شهرها و روستاهای خراسان جنوبی بویژه مناطق مورد مطالعه مقاله (بیرجند، خوسف و خور) که در حاشیه کویر قرار گرفته اند نشان می دهد که این مناطق به علت شرایط اقلیمی حاکم، ویژگی ها و ساختار معماری خاص دارند و عواملی نظیر آب و هوای گرم و خشک و وزش انواع بادهای ثابت فصلی و روزانه، تأثیر بسزایی در ساخت و استفاده از بادگیرها داشته اند و معماران خراسان جنوبی این سازه کهن و کارآمد را جهت تهویه طبیعی و خنک کردن هوا بدون استفاده از انرژی الکتریکی بکار بردند.

نتایج مطالعات گونه شناسی بادگیرهای خراسان جنوبی بر مبنای گونه شناسی استقرار بادگیر در پلان بنا، گونه شناسی بر مبنای جهت دریافت باد، گونه شناسی فرم دهانه و گونه شناسی بر مبنای پلان به شرح ذیل می باشد:

- براساس مطالعات انجام شده بیش از ۹۰ درصد بادگیرهای مناطق مورد مطالعه به دلیل وزش باد غالب از سمت شمال غرب رو به این سمت دارند و از نوع بادگیرهای یک طرفه می باشند و تنها تعداد معدودی بادگیر چهارطرفه در بیرجند مورد بررسی و شناسایی قرار گرفتند.

- بادگیرهای منطقه بر مبنای نحوه قرار گیری در پلان ساختمان نیز همواره در بخش تابستان نشین و در قسمت جنوبی حیاط مورد استفاده قرار می گرفتند.

- طبق مطالعات صورت گرفته گونه شناسی بادگیرها در نما و فرم دهانه آن ها، سه نمونه ی بادگیر با دهانه مربع شکل، مستطیل افقی و مستطیل عمودی مورد توجه معماران بوده است.

- به جهت شرایط اقلیمی و وزش بادهای مطلوب بیشتر بادگیرها با ارتفاع کوتاه ساخته شده اند.

- بجز چند مورد، بیشتر بادگیرهای مناطق مورد مطالعه از تزئینات برخوردار نیستند و جنبه عملکردی بادگیر بیشتر مورد توجه معماران قرار داشته تا جنبه زیبا شناسانه آن.

- بیشتر بادگیرها در بناهای مسکونی و مذهبی (مسجد و حسینیه) مورد استفاده واقع شدند و استفاده از بادگیر در آب انبارها دیده نمی شود.

- توجه به اصل تقارن در طراحی دریاچه های بادگیر، با رعایت و در نظر گرفتن عدد فرد.

- مصالح مورد استفاده در بادگیرها از مصالح بوم آورد از جمله خشت و آجر می باشد.

- بادگیرها به جهت آن که از ارتفاع زیاد برخوردار نیستند فاقد چوب بست در دیواره بادگیر می باشند.

- پلان مطلوب برای بادگیرهای مناطق مورد مطالعه، پلان مستطیل شکل بوده است.

- آسمانه (سقف) بادگیرها بصورت مسطح و شیب دار طراحی و ساخته شده اند.

- تمامی بادگیرهای مناطق مورد مطالعه دارای رخیام آجری (یک ردیف آجر جلو آمده در بخش فوقانی سقف) به منظور حفاظت و دوام بیشتر دهانه بادگیر می باشند.

- بیش از ۹۵ درصد دریاچه های بادگیرهای مناطق مورد مطالعه بصورت عدد فرد (از ۳ تا ۹ دریاچه) طراحی گردیده اند.

فهرست منابع

۱- بهادری نژاد، مهدی؛ دهقانی، علیرضا (۱۳۸۷). بادگیر شاهکار مهندسی ایران. تهران: یزدا.

۲- بهنیا، محمدرضا (۱۳۸۱). بیرجند نگین کویر. تهران: دانشگاه تهران.

۳- پیرنیا، محمدکریم (۱۳۸۶). آشنایی با معماری اسلامی ایران. تهران: سروش دانش.

۴- پولو، مارکو (۱۳۶۳). سفرنامه مارکوپولو معروف به ایل میلیونه. ترجمه منصور سجادی و آنجلا جوانی رومانو. تهران: نشر گویش.

۵- تاج الدینی، حمید (۱۳۸۲). "بادگیر و نقش آن در معماری کویری و سنتی ایران". در:

مجموعه مقالات دومین کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران. ج ۵. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور، اداره کل آموزش: ۲۸۳-۲۹۵.

۶- تاورنیه (۱۳۸۲). سفرنامه تاورنیه. ترجمه حمید ارباب شیرانی. تهران: نیلوفر.

۷- دهخدا، علی اکبر (۱۳۳۶). لغت نامه. ج ۹. تهران: سیروس.

۸- راشد محصل، محمدرضا؛ رفیعی، محمود (۱۳۸۸). از شوکتی تادولتی: جستارهای فرهنگی درباره شرق ایران. تهران: هیرمند.

۹- زمرشیدی، حسین (۱۳۷۳). طاق و قوس در معماری ایران. تهران: کیهان.

۱۰- ----- (۱۳۸۹). معماری ایران اجرا با مصالح سنتی. تهران: زمرد.

۱۱- زنده دل، حسن، دیگران (۱۳۸۶). راهنمای گردشگری روستاهای ایران. تهران: نشر ایرانگردان.

۱۲- سلطانی، سعید (۱۳۸۶). بافت تاریخی بیرجند و بررسی معضلات محله تاریخی تپه رنگرزا. [چاپ نشده].

۱۳- فلاح فر، سعید (۱۳۷۹). فرهنگ واژه های معماری سنتی ایران. تهران: کامیاب.

۱۴- فرخ یار، حسین (۱۳۸۷). معماری ایران. بناهای سنتی اجرا، عملکرد، خصوصیت، مرمت. کاشان: بهمن آرا.

۱۵- محمودی، مهناز؛ مفیدی، مجید (۱۳۸۷ الف)، تحلیلی بر گونه شناسی معماری بادگیرهای یزد و یافتن گونه بهینه کارکردی. نشریه هنرهای زیبا. شماره ۳۶. (زمستان): ۲۷-۳۶.

۱۶- ----- (۱۳۸۷ ب). "هویت ایرانی بادگیر و پیشینه یابی آن در معماری ایران". نشریه هویت شهر. سال دوم. شماره ۲. (بهار و تابستان): ۲۵-۳۳.

- ۱۷- ----- (۱۳۹۰). بررسی چگونگی تأثیر گذاری پلان معماری بادگیرها و کاهش دمای محیط. نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره سیزدهم، شماره ۱. (بهار): ۸۳-۹۱.
- ۱۸- محمودی، مهناز (۱۳۸۵). "بادگیر جذابیت سیما و منظر شهر یزد". مجله باغ نظر. شماره پنجم. ۹۹-۹۱.
- ۱۹- معاریان، غلامحسین (۱۳۸۷الف). آشنایی با معماری مسکونی ایران (گونه شناسی درونگرا). تهران: سروش دانش.
- ۲۰- ----- (۱۳۸۷ب). معماری ایرانی. تهران: سروش دانش.
- ۲۱- وفایی فرد، مهدی (۱۳۸۴). در جستجوی هویت شهری بیرجند. وزارت مسکن و شهرسازی.
- 22- Okane, B. (1976). "The al- Ghiyasiyya at khirgird". Iran, vol XVI. London.
- 23- Roaf,s. (1988). "The wind catcher of Yazd" .ph.D thesis. Department of Architecture. oxford polytechnic.