تبیین ساختار بادگیر در ایجاد تهویه طبیعی در اقلیم گرم و مرطوب؛ مطالعه موردی: بندر پهل-استان هرمزگان

منیر شریفی*، ژاله صابرنژاد**، سید هادی قدوسی فر***

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۰۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

چکیده
یکی از مؤثرترین عوامل در ایجاد آسایش حرارتی، تهویه طبیعی است، ازاین‌جهت مهم‌ترین دستاورد معماری سنتی ایرانی، بادگیر تلقی می‌شود. بحث تهویه طبیعی به‌خصوص در اقلیم گرم و مرطوب از ملزومات مهم تلقی می‌شود، زیرا رطوبت را از فضا دور کرده و باعث خنک شدن و بالا رفتن آسایش حرارتی می‌شود. در این پژوهش به بررسی بادگیرهای بندر پهل پرداخته‌شده است. با استفاده از طراحی مناسب عناصر معماری به بهترین شیوه از هدررفت انرژی‌های تجدیدناپذیر جلوگیری می‌شود. با این روش می‌توان علاوه بر فهم بیشتر مفاهیم معماری سنتی، راهکارهای سنتی را مورد تحلیل قرار داده و به مهندسان عصر حاضر به‌طور کامل معرفی کرد. بادگیر در بندر پهل از راهکارهای دستیابی به آسایش حرارتی در مقابل گرما و رطوبت طاقت‌فرسای حاشیه خلیج‌فارس است. پژوهش پیش رو به معرفی بادگیر و پارامترهای مؤثر بر آن می‌پردازد. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در خصوص بادگیر و افزایش عملکرد آن انجام‌شده است که از مهم‌ترین آن‌ها تغییر در تناسبات موجود بوده است. در این مطالعه با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی به بررسی نمونه‌ای از بادگیرهای اقلیم گرم و مرطوب پرداخته و آن را مورد تحلیل قرار می‌دهد. داده‌ها به روش کتابخانه‌ای و میدانی جمع‌آوری‌شده است، سپس با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر، مدل‌سازی و مورد ارزیابی قرار گرفته است. هدف این پژوهش بررسی عملکرد دقیق بادگیر در ایجاد تهویه طبیعی در اقلیم گرم و مرطوب است تا بتوان با الگو گیری از این عناصر شاخص در طراحی معماری‌های مدرن، آسایش حرارتی را در بنا بالابرده و استفاده از مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر را به حداقل رسانده تا گامی در جهت حفظ محیط‌زیست که رو به نابودی است برداشته شود. نتایج پژوهش حاکی از آن است که آسایش حرارتی اتاق بادگیر نسبت به اتاق مجاور به‌طور قابل‌توجهی افزایش‌یافته و دمای اتاق کاهش یافته است که این خود نشانگر تأثیر مستقیم بادگیر بر آسایش حرارتی اتاق بادگیر را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: بادگیر، اقلیم گرم و مرطوب، تهویه طبیعی، بندر پهل.

* دانشجوی دکتری، گروه معماری، واحد بین‌الملل کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران.
** استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. jsabernejad@yahoo.com
*** استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
این مقاله برگرفته از رساله دکترا نویسنده اول تحت عنوان «دستیابی به الگوی بهینه بادگیر با مقطع مربع شکل در بندر پهل در راستای توسعه پایدار»، به راهنمایی دکتر ژاله صابرنژاد و مشاوره دکتر سید هادی قدوسی فر است.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

مقدمه

روند روبه‌رشد جمعیت و افزایش تقاضا که پیامدهای جبران‌ناپذیری چون افزایش منابع، هزینه‌ها، انتشار آلاینده‌ها و غیره که تشدید پدیده تغییر اقلیم و گرم شدن کره زمین را به همراه دارد غیرقابل‌انکار است (گرجی معلبانی و همکاران، ۱۳۹۹، ۴۳). افزایش آلودگی محیط‌زیست در سال‌های اخیر به علت مصرف بی‌رویه انرژی، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر را موردتوجه جهانیان قرار داده است. سرانه مصرف نهایی انرژی ایران ۱/۷ برابر متوسط سرانه مصرف نهایی جهانی و ۰/۳ برابر کشورهای OECD و ۳/۵ و ۱/۵ برابر شدت مصرف نهایی انرژی ایران (بر اساس نرخ ارز و برابری قدرت خرید) نسبت به متوسط جهانی است (ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۸). این موضوع کاهش مصرف انرژی در بحث ساختمان را ضروری می‌سازد (Diba,1999, 5). شرایط اقلیمی امروز دچار تحولاتی شده که آسایش حرارتی را نسبت به گذشته دشوارتر ساخته است (صادقی و همکاران،۱۴۰۰، ۳۴).

در سود بردن از انرژی‌های طبیعی، هماهنگ نمودن محیط‌زیست با شرایط اقلیمی حاکم بر آن، اولین قدم محسوب می‌شود. به عبارتی شرط لازم برای بهره‌گیری از شرایط طبیعی، هماهنگی و انطباق ساختمان‌ها با شرایط اقلیمی است (بلوهری و همکاران،۱۳۹۹، ۹۱). تهویه طبیعی در معماری سنتی ایران با تأکید بر عملکرد عناصر شاخص معماری همچون بادگیرها، پوشش گیاهی و حیاط مرکزی، فاصله گرفتن از زمین و استفاده از ایوان در دورتادور بنا از مشخصه‌های اقلیمی معماری در این منطقه است (کرمی و دامیار، ۱۳۹۶). یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های معماری که تأثیر بسزایی در تهویه دارد، بادگیر است. بدون شک پیشرفت تکنولوژی ضروری است و نمی‌توان از آن چشم‌پوشی کرد (ملت‌پرست، ۱۳۸۸،۱۲۲)، اما بامطالعه بر روی زمینه‌های پایداری در معماری سنتی ایران می‌توان راه‌حل‌هایی نوین برای بالا بردن آسایش حرارتی با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر همچون باد، خورشید و ... را یافت. لذا راهکارهای فراموش‌شده در طراحی محیط مسکونی پایدار، شناسایی و با نیازهای روز انسان کنونی به‌روزرسانی شود تا با استفاده از تکنولوژی روز، ساختمانی پایدار با عملکردی بهتر از گذشته دست یافت.

ازاین‌رو هدف این پژوهش، بررسی و مطالعه ایده‌ها و دیدگاه‌های معماری سنتی در حوزه تهویه طبیعی به‌وسیله بادگیر در خانه مسکونی واقع در بندر پهل است و برای پاسخ به چگونگی عملکرد بادگیر در منطقه و تأثیر مستقیم آن بر فضای زیر بادگیر صورت می‌گیرد تا از این طریق بتوان علاوه بر فهم بیشتر مفاهیم معماری سنتی، راهکارهای سنتی را مورد تحلیل قرار داده و به مهندسان عصر حاضر به‌طور کامل معرفی شود. این مسئله که ساختمان سنتی در هر اقلیم تا چه میزان آسایش ساکنان خود را تأمین می‌کرده، با تحلیل و بررسی مشخص می‌شود. این نوع صرفه‌جویی که ازطریق شناخت معماری بومی، طی سده‌ها باتجربه معماران حاصل‌شده، می‌توان جهت دستیابی به معماری پایدار راهگشا باشد. هدف این پژوهش تکرار معماری گذشته نیست، زیرا این امر ممکن نیست و جوابگوی اقلیم و نیاز امروز انسان نیست و با تقلید راهگشا نخواهد بود؛ بنابراین هدف پی بردن به چگونگی نوع عملکرد دقیق بادگیرها و ایجاد آسایش حرارتی است تا در جهت به‌کارگیری اصولی از تجربه معماری پیشینیان به شکلی اساسی نه صرفاً ظاهری بهره برد. نتایج حاصل نشان‌دهنده عملکرد بادگیر مدنظر در اقلیم گرم و مرطوب حاشیه خلیج‌فارس است.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]

[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

سؤالات پژوهش

۱. عملکرد بادگیرها در پهنه‌بندی منطقه گرم و مرطوب روستای بندرپهل به چه صورت است؟

۲. چگونه بادگیرها عملکرد بهتر و مؤثری ازلحاظ بهینه‌سازی انرژی نسبت به سیستم‌های سرمایشی دارند؟

ادبیات موضوع

معماری گذشته ما دارای ریشه‌ای قوی متناسب بافرهنگ و اقلیم مردم هر منطقه است. متأسفانه امروز باوجود تکنولوژی‌های گوناگون هیچ رنگ و بویی از آن مشاهده نمی‌شود (قاسمی اصفهانی، ۱۳۸۳، ۱۵). رابطه معماری بومی و معماری پایدار، به‌طورکلی امری بدیهی است، اما عدم وجود ساختاری سازمان‌یافته معماری امروز را دچار چالشی عظیم ساخته است. ترجیح معماران در این است که قواعد سودمند از معماری بومی را در کارهای نو به کار گیرند. دست یافتن به این اصول نیازمند بررسی ساختاریافته رابطه معماری پایدار و بومی است (کرمی و دامیار، ۱۳۹۶، ۳۷). در بناهای سنتی، حیاط مرکزی، نیروی باد و سایر عوامل دیگر در جهت ایجاد آسایش حرارتی عمل می‌کنند. می‌توان شاخص‌ترین شاخصه معماری اقلیم گرم و مرطوب را استفاده از بادگیر دانست. بادگیر در ساختار سنتی برای تهویه هوا به کار گرفته می‌شد. بااین‌حال به نظر می‌رسد که ساخت بادگیر به دلیل فراگیر شدن سیستم تهویه مطبوع متوقف شده است، اما شکل ساختاری آن هنوز هم به‌عنوان یک عنصر نمادین در پروژه‌های معاصر مورداستفاده قرار می‌گیرد (Behnejad & etc, 2012, 26). بادگیرها سیستم خنک‌کننده غیرفعال ساختمانی هستند که از آن‌ها برای تأمین آسایش افراد در مناطق گرم و خشک و گرم و مرطوب استفاده می‌شود. بادگیرها با دریافت هوای تازه فضای داخلی را خنک کرده و گاهی برای خارج کردن هوای گرم استفاده می‌شوند. عملکرد دقیق و درست آن نشان‌دهنده اصول ترمودینامیک، آئرودینامیک، انتقال حرارت، مقاومت مصالح و شرایط آسایش گرمایی انسان در طراحی آن است (صادقی و همکاران، ۱۴۰۰، ۳۵). بادگیر به‌عنوان یک سیستم خنک‌کننده و تهویه برای قرون متمادی در فلات مرکزی ایران و حاشیه خلیج‌فارس، خاورمیانه و شمال آفریقا مورداستفاده قرار گرفته است (Yarshater, 1989, 22). باگذشت زمان، قابلیت‌ها و کاربردهای بادگیر فراموش شده است و لازم است به‌منظور آشنایی بیشتر با ویژگی‌های مثبت آن در جهت تداوم و در مواردی باززنده‌سازی آن مطالعاتی انجام گیرد (Hejazi & Hejazi. 2012, 201). بادگیر از اجزای کالبدی مشخص تشکیل شده است که در جزئیات بسیار متفاوت است. به‌طورکلی اجزای عملکردی هر بادگیر شامل تنوره، کانال و قفسه است. تنوره پایین‌ترین قسمت بادگیر است، عملکرد اصلی تنوره، خارج‌سازی جریان هوای داخل بادگیر و انتقال هوای داخل کانال بادگیر است. کانال بلندترین بخش بادگیر و بالای تنوره قرار دارد و تا قفسه ادامه می‌یابد، وظیفه آن انتقال هوا است. قفسه بالاترین قسمت بادگیر و مهم‌ترین بخش آن است. این قسمت با قرارگیری در مقابل جریان هوا موجب ایجاد اختلاف فشار شده و عمل مکش و دمیدن را انجام می‌دهد. قفسه از سه قسمت سقف، تیغه‌های تفکیک‌کننده و دهانه ورودی هوا تشکیل‌شده است (ابوسباع و خداکرمی، ۱۳۹۰) (تصویر شماره ۱).

پیشینه پژوهش

مهدوی نژاد و جوانرودی (۱۳۹۰) به مقایسه تطبیقی اثر جریان هوا بر دو گونه بادگیر یزدی و کرمانی پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از دو گونه بادگیر دوطرفه و چهار طرفه، افزایش توان برودتی و کارایی بهینه یکی از مهم‌ترین اصول به‌کارگیری بوده

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

است، به‌نحوی‌که در بادگیر یزدی این اصل در طول سال‌ها حاکم است اما در کرمان در تابستان صدق می‌کند. با تحلیل این بادگیرها می‌توان دریافت که از تکنیک‌های گوناگون برای ایجاد کوران و افزایش سرعت باد و درنتیجه تهویه بهتر در این بادگیرها استفاده شده است. گرجی مهلبانی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله‌ای، مروری بر سامانه‌های ترکیبی بادگیر با سیستم سرمایش و گرمایش جهت بهبود طراحی و افزایش بهره‌وری انرژی داشتند. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که بادگیر یا سامانه‌های ترکیب‌شده ضمن همراه داشتن مزایا، معایبی نیز به همراه داشتند، ازجمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ایجاد رطوبت در مصالح به دلیل استفاده از آب قطران اشاره کرد. بااین‌حال این سیستم‌ها می‌تواند بازدهی بهتری نسبت به نمونه‌های قبلی داشته باشد. بلوهری و همکاران (۱۳۹۹) با مطالعه بر روی بادگیرهای یزد به آموزه‌هایی از معماری سنتی برای آینده معماری انرژی کارا در کشور پرداخته‌اند. بر اساس این پژوهش معماری سنتی را بسیار ارزشمند تلقی کرده و توجه آن به انرژی‌های اقلیمی در طراحی ساختمان را موردستایش قرار داده است و این آموزه‌ها را راهکاری مناسب برای به‌کارگیری در معماری معاصر می‌دانند. صادقی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای به بررسی عملکرد حرارتی بادگیر در اقلیم گرم و خشک (اصفهان) پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اجرای استراتژی‌های تهویه طبیعی در ساختمان اقلیم گرم و خشک و تأمین آسایش حرارتی ساکنان بدون استفاده از خنک‌کننده مکانیکی امکان‌پذیر است. پتانسیل استراتژی‌های کاهش مصرف انرژی در نمونه موردی ازطریق شبیه‌سازی‌های CFD به اثبات رسید. بر اساس نتایج شبیه‌سازی نمونه موردی بادگیر می‌توان دمای هوای داخلی را تا ۹ درجه نسبت به دمای بیرون کاهش می‌دهد.

واتسون[1] و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله خود خنک‌سازی را از مهم‌ترین چالش‌های ساختمان مرکز فناوری اطلاعات می‌دانند. به همین دلیل به بررسی و تحلیل دقیق ساختمان و انواع تهویه‌های موردنیاز آن و مدل‌سازی با نرم‌افزار و بررسی عوامل محیطی در افزایش حرارت محیط و راه‌حل‌های مقابله با آن می‌پردازند. منتظری و منتظری (۲۰۱۸) در این پژوهش به بررسی تهویه طبیعی با استفاده از بادگیر پرداخته شده است و عوامل آئرودینامیکی بادگیر، شرایط جریان، رویکرد و هندسه آن را موردبررسی قرار داده‌اند. ارزیابی مفصلی بر روی تأثیر دهانه خروجی بر عملکرد بادگیر بر اساس سه عامل میزان جریان هوا، سن هوا و بازده تغییر هوا انجام داده‌اند. این اطلاعات با استفاده از مدل‌سازی دقیق با نرم‌افزار و خروجی CFD بر اساس تونل باد معتبر و مطابق با اقلیم انجام شده است. مکگراد [2] و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی تهویه طبیعی ساختمان‌های مسکونی پرداخته‌اند. این پژوهش با مدل‌سازی خانه‌ها و داده‌های اقلیمی دقیق منطقه صورت گرفته است. ویدرا[3] (۲۰۲۱) در پژوهش خود به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های اقلیمی در غرب صحرای آفریقا و به بررسی شرایط آسایش حرارتی در ۶ گونه از خانه‌های این منطقه پرداخته است. سطح عملکرد و راحتی کاربر در این خانه‌ها به‌طور قابل‌توجهی بالا بوده و ازاین‌جهت به مطالعه و مدل‌سازی این خانه‌ها پرداخته و راه‌حل‌های متفاوت رویارویی را با دمای محیط را موردبررسی قرار داده است.

تمامی این پژوهش‌ها به‌صورت مشخص و موردی بر روی بادگیرهای منطقه گرم و خشک کار شده و نمونه کارشده در این پژوهش در نوع خود نوآوری جدید است.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]

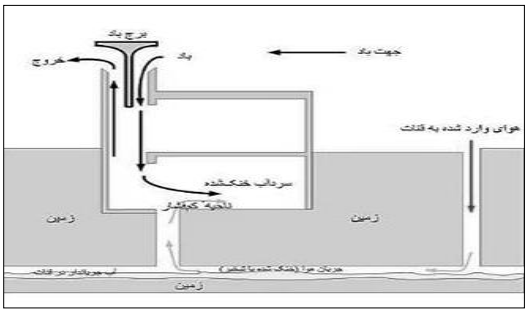
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

روش تحقیق

روش این پژوهش ترکیبی است، زیرا ماهیتی میان‌رشته‌ای دارد. روش تحقیق توصیفی - تحلیلی است و به‌صورت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این پژوهش برای گردآوری داده‌های از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. بدین‌صورت که بخشی از داده‌ها با اسناد معتبر کتابخانه‌ای شامل مقالات، کتب و پایان‌نامه‌های معتبر جمع‌آوری گردیده، سپس نمونه موردی انتخاب و به روش میدانی برداشت و نقشه‌های مربوط به آن ترسیم شده است. روش برداشت اطلاعات با متر لیزری و به‌صورت دقیق صورت گرفته است و این خانه از خانه‌های ثبت‌شده میراث فرهنگی انتخاب شده و دارای ارزش تاریخی - معماری است. صفات متغیرهای تحقیق بررسی و توصیف شده و نمونه موردی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. متغیرهای وابسته به اقلیم و محیط توسط داده‌های هواشناسی گرفته شده و وارد نرم‌افزار شده، سپس خانه مدنظر مدل‌سازی شده است. روند تحلیل و مدل‌سازی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر صورت گرفته و خروجی آن مورد تحلیل قرار گرفته است. با بررسی دقیق و شبیه‌سازی رایانه‌ای به‌وضوح می‌توان دریافت که سیستم تهویه سنتی ما همچون بادگیرها نکات قابل‌توجهی و رازهای نامکشوفی دارد که پژوهش‌های بیشتری را در این زمینه می‌طلبد.

باتوجه‌به گوناگونی گونه‌های بادگیر در اقلیم‌های مختلف به بررسی بادگیرهای ناحیه اقلیم گرم و مرطوب که کمتر موردبررسی قرار گرفته، پرداخته شده است. در سطح استان هرمزگان بافت‌های تاریخی ازجمله بندر لافت، بندر کنگ و سایر بافت‌های بکر و دست‌نخورده‌ای وجود دارد که قبلاً موردبررسی و مطالعه قرارگرفته‌اند. به همین دلیل روستای بندر پهل که با معماری ارزشمند و بافت تاریخی حفظ شده، انتخاب شده است. روستای بندر پهل واقع در استان هرمزگان و بافاصله ۵ کیلومتری از اسکله قرار گرفته است. عامل پیدایش این شهر نزدیکی به جزیره قشم و تنها نقطه‌ای است که فاصله آن با جزیره قشم ۲ کیلومتر است. بندر پهل از جنوب به دریا اتصال دارد و از شمال در همسایگی کوه معدن نمک قرار گرفته، در این روستا رود کم‌آبی وجود دارد که قایق‌های کوچک در آن حرکت می‌کند.

خانه منتخب از بافت تاریخی بندر پهل واقع در استان هرمزگان، شهرستان بندر خمیر انتخاب شده است. این خانه واقع در محله مغالیشاه با مساحت ۱۷۱۵۷۷ مترمربع، در بافت میانی پهل قرار دارد. در نقشه بافت تاریخی بندر پهل خانه منتخب مشخص شده است. این خانه از نمونه‌های تاریخی ارزشمند است که در حال رسیدگی برای ثبت میراث‌فرهنگی است (تصویر شماره ۳).



ت۱. بادگیر منطقه گرم و مرطوب

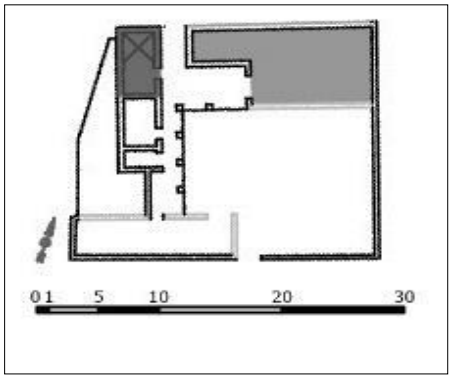
ت۲. قرارگیری بندر پهل در شمال جزیره قشم (منبع:**googlemap.com**)

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

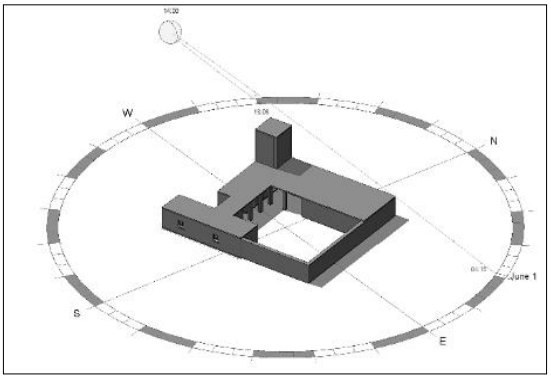
ت۳. قرارگیری خانه مغالیشاه در بافت تاریخی بندر پهل

یافته‌ها

مطالعه نمونه موردی به‌عنوان ابزاری برای دستیابی به اهداف و همچنین روش کار می‌تواند به محقق کمک کند. بنابراین انتخاب مطالعات موردی از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند موفقیت هر پروژه تحقیقاتی را تحت تأثیر قرار دهد. از عوامل مهمی که در انتخاب این نمونه تأثیرگذار بود می‌توان به دسترسی به منابع اطلاعاتی، دسترسی به بنا و برداشت، قرارگیری در اقلیم مدنظر (گرم و مرطوب) و وجود بادگیر در خانه اشاره کرد. خانه مغالیشاه مربع شکل است. اتاق‌ها در سمت شمال و غرب حیاط قرارگرفته‌اند، همچنین در دو سمت ایوان وجود دارد. مساحت کل خانه ۴۵۶ مترمربع و مساحت حیاط ۱۹۷ مترمربع است. اتاق بادگیر در شمال غربی حیاط واقع شده است (تصاویر شماره ۴ و ۵).



ت۴. پلان خانه مغالیشاه



ت۵. مدل‌سازی خانه مغالیشاه

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

بادگیر در شمال غربی خانه قرارگرفته است. این بادگیر در عرض جغرافیایی ۳۷/۴۸۷۴ و طول جغرافیایی آن ۲۹/۸۷۸۶ قرار دارد. طول پلان بادگیر ۲/۷۲ و عرض آن ۲/۶ متر است. این بادگیر چهار طرفه و در هر سمت دارای دو دهانه است. مساحت بادگیر ۷/۰۷ و مساحت اتاق بادگیر ۱۵/۶۵ است. نسبت مساحت اتاق بادگیر به بادگیر ۴ است. ارتفاع بادگیر از سطح زمین ۸/۴ و قفسه بادگیر ۳/۲۷ متر است. ساقه بادگیر ۱/۷۴ و جرز دیواره آن ۰/۵۲ متر است.

شبیه‌سازی بادگیر و اتاق بادگیر

روستا دارای اقلیم گرم و مرطوب است. باتوجه‌به برخی ارتفاعات و وجود نواحی جلگه‌ای بارندگی در این نواحی کم اما با شدت زیاد و رگباری است. از مهم‌ترین ویژگی‌های آب و هوایی برخورداری از زمستان با نوعی هوای مطلوب و دارای هوای اکثراً گرم در بقیه سال است.

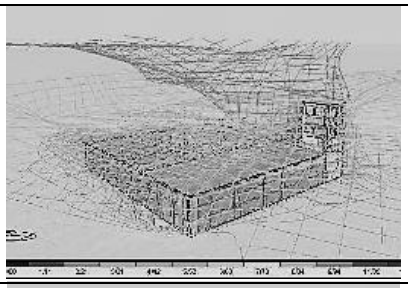
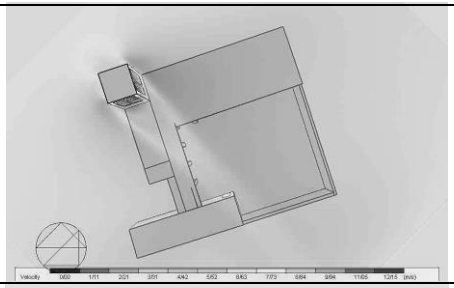
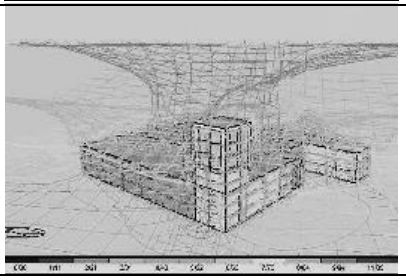
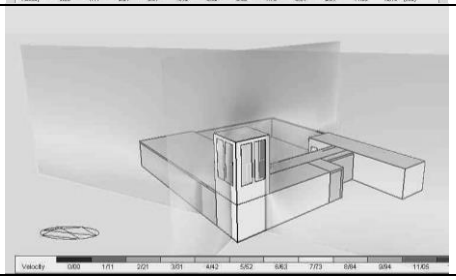
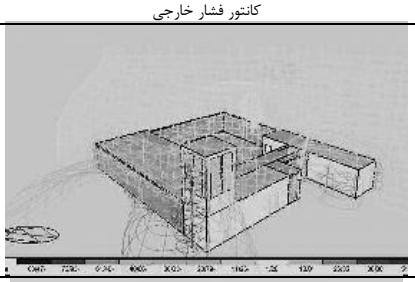
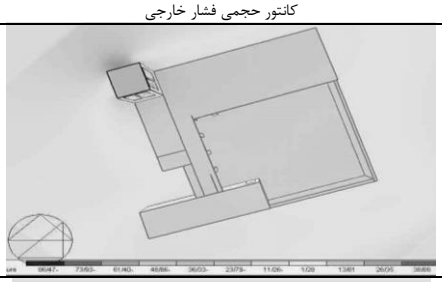
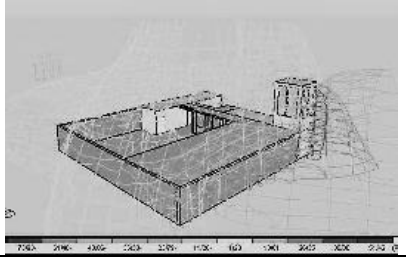
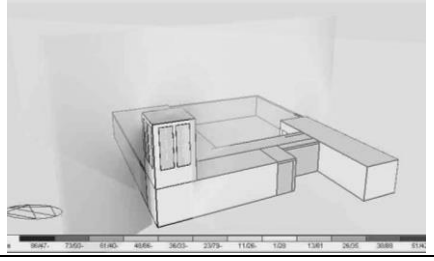
در ابتدا اطلاعات اولیه به نرم‌افزار وارد شده است. این اطلاعات شامل فعالیت ساکنان است که از ۷ صبح تا ۱۲ شب در نظر گرفته شده است. همچنین نوع تصرف را مسکونی و استفاده را برای انسان در نظر گرفته و حضور زن، مرد و بچه در خانه تعیین می‌شود. سپس اطلاعات مربوط به مصالح ساخت وارد شده که در هدایت حرارتی تأثیر مستقیم دارد. پنجره‌ها و روزنه‌ها را جاگذاری و خانه به‌طور کامل مدل شده و اطلاعات دقیق مربوط به ورزش باد، تهویه، دمای محیط، رطوبت هوا و سایر عوامل اقلیمی نیز به نرم‌افزار داده شده. سپس خروجی‌های نرم‌افزار اطلاعاتی درزمینه CFD گرفته شده که شامل دو خروجی داخلی و خارجی است. هرکدام از این آیتم‌ها، خروجی‌های مربوط به خود را داشته و پارامترهایی را موردبررسی قرار می‌دهند که مهم‌ترین آن‌ها پارامتر سرعت و فشار هوا است که جایگاه ورود و خروج هوا را موردبررسی قرار می‌دهد. CFD خارجی دو آیتم کانتور سرعت[۴] و فشار[۵] را مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهد. هر جا سرعت هوا صفر و فشار هوا مثبت باشد، مناسب برای بازشوی ورودی هوا و هر جا سرعت هوا زیاد و فشار منفی باشد، مناسب برای خروج و تخلیه هوا است که باید بازشوی خروجی تعبیه شود.

با مشاهده خروجی سرعت هوا در خانه مغالیشاه و تحلیل تصاویر، می‌توان بیان نمود که جبهه جنوب شرقی بادگیر دارای کمترین میزان سرعت هوا نزدیک به صفر و بیشترین میزان مربوط به جبهه شمال شرقی و جنوب غربی بادگیر است. بیشترین فشار مربوط به شمال غربی و کمترین آن مربوط به شمال شرقی و جنوب غربی بادگیر است. با بررسی نمودارهای زیر می‌توان مشاهده کرد که جبهه جنوب شرقی به دلیل صفر بودن سرعت و فشار متوسط محل مناسبی برای ورود هوا و پس‌ازآن جبهه شمال غربی با فشار بالا وسعت متوسط نقطه بعدی برای ورود است و نقاط شمال شرقی و جنوب غربی را می‌توان برای خروج هوا مناسب دانست؛ بنابراین دو جبهه روبه‌روی هم در این بادگیر عملکردی مشابه دارند و دو جبهه (جنوب شرقی و شمال غربی) عمل مکش هوا و دو جبهه (شمال شرقی و جنوب غربی) عمل دمش را انجام می‌دهد (جدول شماره ۱).

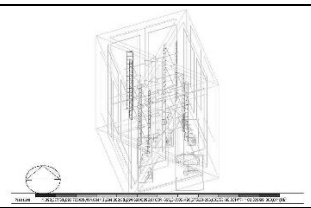
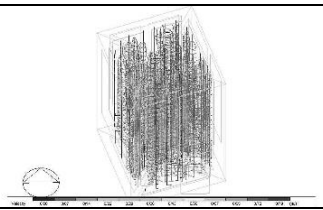
CFD داخلی در دو قسمت بادگیر و اتاق بادگیر موردبررسی قرار می‌گیرد. کانتور سرعت[۶] هوا در خود بادگیر رو به صفر است و در نقاط قسمت میانی بادگیر زیاد می‌شود. کانتور فشار[۷] در بدنه بادگیر متوسط رو به بالا است و با مشاهده بالا بودن فشار و صفر بودن سرعت هوا می‌توان بادگیر را محل مناسبی برای ورود هوا در نظر گرفت و بادگیر را از اصلی‌ترین فضاهای ورودی هوا معرفی کرد.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

ج۱. کانتور خارجی سرعت و فشار در خانه مغالیشاه

کانتور سرعت خارجی	کانتور حجمی سرعت خارجی
	
	
کانتور فشار خارجی	کانتور حجمی فشار خارجی
	
	

ج۲. آیتم‌های کانتور داخلی بدنه بادگیر خانه مغالیشاه

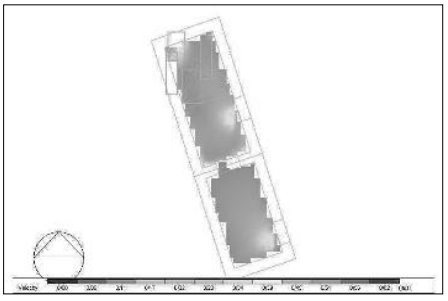
	کانتور فشار	کانتور سرعت
سه‌بعدی		

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]

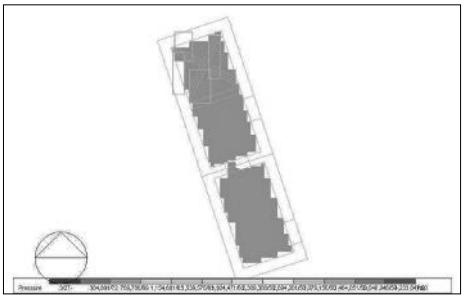
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

کانتور داخلی اتاق بادگیر نیز قابل‌توجه است؛ زیرا بادگیر برای هدایت باد به این فضا ساخته می‌شود. سرعت هوا[8] در اتاق بادگیر نزدیک به صفر است و درجاهایی که روزنه وجود دارد مقدار آن بیشتر می‌شود. در نمودار زیر کانتور سرعت هوا در اتاق بادگیر و اتاق مجاور آن قابل‌بررسی است (تصویر شماره ۶)

کانتور فشار[9] در تمام اتاق‌ها به‌صورت یکسان و مایل به صفر است. باتوجه‌به بالا رفتن کانتور سرعت در نقاط روزنه‌ها و پایین بودن کانتور فشار این روزنه‌ها را می‌توان نقاط اصلی خروج هوا در اتاق‌ها در نظر گرفت. علاوه بر ورودی سمت شرق اتاق روزنه شمال غربی آن نیز محلی برای خروج هوا است (تصویر شماره ۷).



ت۶. کانتور سرعت



ت۷. کانتور فشار

بخش آسایش حرارتی: شامل دمای هوا، درجه حرارت تابشی، میانگین دمای هوا و تابش، دمای خشک و رطوبت نسبی به تفکیک ماه‌های سال است (تصویر شماره ۸).

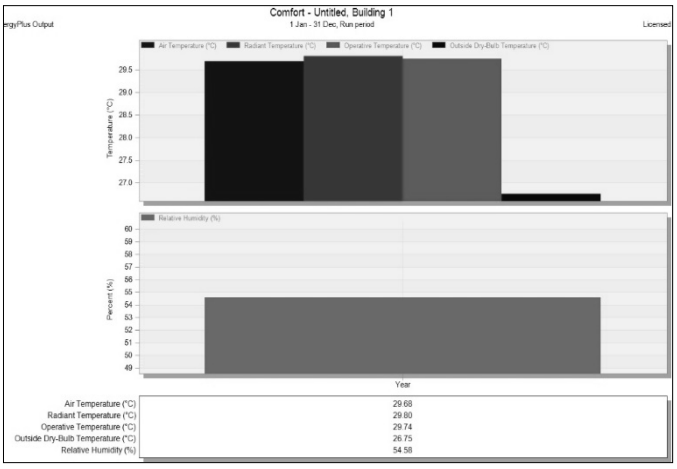
آسایش حرارتی افراد[10] به‌طور نسبی در تمام اتاق متوسط رو به بالا و در اتاق کنار بادگیر بسیار کمتر است. شاخص آسایش حرارتی افراد در اتاق بادگیر ۰/۵۳- و در اتاق مجاور ۱/۳۴- است. این شاخص نشان‌دهنده این است که آسایش حرارتی در اتاق بادگیر ۰/۸۱ بیشتر از اتاق مجاور آن است و نقش بادگیر در این اتاق در ایجاد آسایش حرارتی کاملاً مشهود است. همان‌طور که در نمودار مشخص است میزان آسایش حرارتی افراد در نزدیکی روزنه‌های خروج هوا کاهش یافته است (تصویر شماره ۹).

دمایی[11] که بدن احساس می‌کند[12] در اتاق بادگیر حدود ۲۱ درجه سانتی‌گراد و در اتاق مجاور بادگیر ۲۵ درجه سانتی‌گراداست. دمای اتاق بادگیر در مقایسه با اتاق مجاور آن ۴ درجه خنک‌تر بوده و در مقابل دمای

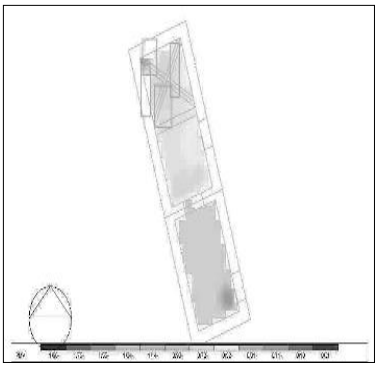
[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

فضای بیرون ۹ درجه خنک‌تر است که ایـن موضـوع اهمیت سایه‌اندازی و همچنین کوران هوا در ایـن اقلـیم را بیان می‌کند (تصویر شماره ۱۰).

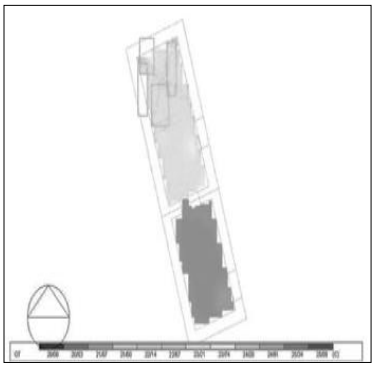
سن هوا[۱۳] بر اساس اشری ۵۵ در اتاق بـادگیر نزدیـک به صفر است. به دلیل کوران مکرر هوا در این اتاق اکثراً هوای تازه وجـود دارد و سـن اتـاق مجـاور بـادگیر در بیشترین حالت ممکن است که این تفاوت را بـه‌خـوبی نشان می‌دهد (تصویر شماره ۱۱).



ت۸. نمودار آسایش حرارتی



ت۹. شاخص آسایش حرارتی افراد



ت۱۰. دمایی که بدن احساس می‌کند

CFDهای دریافتی نشان می‌دهد بـرای ورود هـوا بـه اتاق بادگیر، در هیچ اتاقی کـوران هـوا بـه ایـن خـوبی صورت نمی‌پذیرد. همچنین آسایش حرارتی اتاق بادگیر نسبت به اتاق مجاور به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته و دمای اتاق کاهش یافته است که این خود نشـانگر تـأثیر مستقیم بادگیر بر آسایش حرارتی اتاق بادگیر است.

نتیجه

معماران در طراحی ساختمان با استفاده از پتانسیل‌های موجود و بهره‌مندی از منابع تجدیدپذیر می‌توانند به‌طور چشمگیری به کاهش میزان مصرف انرژی کمک کنند. با بررسی و مشاهده معماری سنتی مشاهده می‌شود که این معماری علاوه بر احترام به طبیعت، راهکارهـایی بـرای صرفه‌جویی در مصرف انرژی را بـه کـار گرفتـه اسـت. امروزه طراحان بـه تقلیـد ظـاهری از اسـلوب معمـاری سنتی اکتفا کرده‌اند که راهگشایی برای این مسئله نبـوده است. با مطالعه اقلیم گرم و مرطوب می‌توان مهـم‌تـرین

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]
[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

عامل در ایجاد آسایش حرارتی در این منطقه را تهویه طبیعی قلمداد کرد. لذا نتایج حاصل از این پژوهش برای دستیابی به تجارب معماران سنتی این اقلیم نشان می‌دهد که استراتژی استفاده از بادگیر در این اقلیم به‌طور قابل‌توجهی در بالا رفتن آسایش حرارتی تأثیر داشته است. این استراتژی‌ها موجب کاهش مصرف انرژی گشته و ازطریق مدل‌سازی به اثبات رسیده است. باتوجه‌به بهره‌گیری از جهت وزش باد دریا به خشکی و برعکس، با بررسی کانتور هوا و فشار، دو جبهه روبه‌روی هم در این بادگیر عملکردی مشابه دارند و دو جبهه (جنوب شرقی و شمال غربی) عمل مکش هوا و دو جبهه (شمال شرقی و جنوب غربی) عمل دمش را انجام می‌دهد. کانتور داخلی اتاق بادگیر نیز قابل‌توجه است؛ زیرا بادگیر برای هدایت باد به این فضا ساخته می‌شود. باتوجه‌به بالا بودن کانتور سرعت در نقاط روزنه‌ها و پایین بودن کانتور فشار این روزنه‌ها را می‌توان نقاط اصلی خروج هوا در اتاق‌ها در نظر گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، آسایش حرارتی در اتاق بادگیر بیشتر از اتاق مجاور آن است و نقش بادگیر در این اتاق در ایجاد آسایش حرارتی کاملاً مشهود است. دمای اتاق بادگیر در مقایسه با اتاق مجاور آن ۴ درجه خنک‌تر بوده که این موضوع اهمیت سایه‌اندازی و همچنین کوران هوا در این اقلیم را بیان می‌کند. به دلیل کوران مکرر هوا در این اتاق اکثراً هوای تازه وجود دارد و سن اتاق بادگیر بسیار پایین است و همواره از هوای تازه برخوردار است.

پی‌نوشت

1. Watson
2. McGrath
3. Widera
4. contours velocity
5. contours pressure
6. contours velocity
7. contours pressure
8. contours velocity
9. contours pressure
10. contours PMV

۱۱. کلیه اطلاعات مربوط به داده‌های آب و هوایی، ازجمله دمای هوای بیرون در فصل تابستان از فایل epw توسط نرم‌افزار متئونورم استخراج شده است.

12. contours operative temperature
13. contours age of air

فهرست منابع

– ابوسباع، محمدرضا؛ خداکرمی، جمال. (۱۳۹۰)، بررسی فیزیک بادگیر سنتی و معایب آن‌ها با رویکرد بهینه‌سازی عملکرد، اولین کنفرانس رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی در سال ۱۳۹۰.

– بلوهری، ساقی؛ واریو باربرا، لوچو؛ اعتصام، ایرج. (۱۳۹۹)، آموزه‌هایی از معماری سنتی برای آینده معماری انرژی کارا در کشور؛ مطالعه موردی: شهر یزد، فصلنامه علمی پژوهشی نقش جهان، دوره ۱۰، شماره ۲،۸۶–۹۳.

– صادقی، نگار؛ گرجی مهلبانی، یوسف؛ نظیف، حمیدرضا. (۱۴۰۰)، بررسی عددی عملکرد حرارتی بادگیر در ایجاد تهویه طبیعی در اقلیم گرم و خشک، فصلنامه علمی انرژی‌های تجدید پذیر و نو، سال هشتم، شماره اول.

– قاسمی اصفهانی، مروارید. (۱۳۸۳)، اهل کجا هستیم: هویت بخشی به بافت‌های مسکونی، تهران، انتشارات تهران.

– کرمی، غلامرضا؛ دامیار، سجاد. (۱۳۹۶)، رویکردی نو به معماری بومی در رابطه ساختاری آن با معماری پایدار، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، دوره ۲۲، ۴۰–۲۹.

– گرجی مهلبانی، یوسف؛ یعقوبی مقدم، مریم؛ حکیم آذری، محمد؛ ترابی، فرشاد. (۱۳۹۹)، مروری بر سیستم‌های ترکیبی بادگیر با سیستم‌های سرمایش و گرمایش جهت بهبود طراحی و افزایش بهره‌وری انرژی، مجله علمی مهندسی مکانیک، شماره ۱۳۳، ۵۳–۴۳.

– ملت‌پرست، محمد. (۱۳۸۸)، معماری پایدار، در شهرهای کویری ایران، معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، شماره ۲، ۱۲۸–۱۲۱.

– مهدوی نژاد، محمدجواد، جوانرودی، کاوان. (۱۳۹۰)، مقایسه تطبیقی اثر جریان هوابر دو گونه بادگیر یزدی و کرمانی، نشریه هنرهای زیبا–معماری و شهرسازی، شماره ۴۸، ۷۹–۶۹.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]

[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]

– وزارت نیرو. (۱۳۹۸)، ترازنامه انرژی سـال ۱۳۹۸، معاونـت امور برق و انرژی.
- Behnejad, S. A. Mottaghi Rad, A. R. M. I. N. & Jamili, H. (2012). Traditional Components of Iranian Vernacular Architecture in Contemporary Projects. The Journal of the International Society for Interdisciplinary Study of Symmetry (ISIS-Symmetry), (1-2), 24-29.
- Diba D.(1999). Inspired by the impressions of thefundamental concepts of Iranian architecture. Archit Cult;1(1):1-62.
- Hejazi, M. & Hejazi, B. (2012), Cooling performance of Persian wind towers. In Proceedings of the 4th International
- McGrath, James A. Aghamolaei, Reihaneh, Donnell, James O, Byrne, Miriam A. (2021), Factors influencing radon concentration during energy retrofitting in domestic buildings: A computational evaluation, Building and Environment 194,1-9, Contents lists available at ScienceDirect.
- Montazeri, F, Montazeri, H, (2018), CFD simulation of cross-ventilation in buildings using rooftop windcatchers: Impact of outlet openings, Contents lists available at ScienceDirect, Renewable Energy 118, Contents lists available at ScienceDirect.
- Watson, Bryony, Kumar Venkiteswaran, Vinod, (2017), Universal Cooling of Data Centres: A CFD Analysis, 9th International Conference on Applied Energy, ICAE2017, 21-24 August 2017, Cardiff, UK.
Widera, B. (2021), Comparative analysis of user comfort and thermal performance of six types of vernacular dwellings as the first step towards climate resilient, sustainable and bioclimatic architecture in western sub-Saharan Africa, Renewable and Sustainable Energy Reviews 140, Contents lists available at ScienceDirect.
- Yarshater, E. (1989). Persia or Iran. Iranian Studies, 22

DOI: 10.22034/41.180.31

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-10]

[DOI: DOI: 10.22034/41.180.31]