

## بررسی شرایط آسایش حرارت داخلی خانه‌های تاریخی اقلیم

### گرم و خشک ایران

(نمونه موردی: خانه عطارها در شهر کاشان)

مهدی اخترکاوان\*، سلوا فلاحی\*\*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۱۰

#### چکیده

پژوهش حاضر باهدف تحلیل استراتژی‌های اقلیمی و رفتارهای حرارتی بکار رفته در بناهای تاریخی اقلیم گرم و خشک ایران انجام پذیرفته است. همچنین، ارزیابی میزان تأثیرات طراحی اقلیمی بناهای تاریخی این اقلیم در دستیابی به آسایش حرارتی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی از اهداف دیگر این پژوهش بوده است. در این پژوهش ضمن معرفی خانه تاریخی عطارها در شهر کاشان به‌منظور دستیابی به استراتژی‌های اقلیمی بکار رفته این خانه به تحلیل وضعیت آسایش حرارتی داخلی این خانه پرداخته شده است. پژوهش حاضر، بر اساس روش انجام تحقیق تجربی، اسنادی و اندازه‌گیری میدانی و تحلیل مقایسه‌ای بنا شده است و با استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری دیتالاگر دما و رطوبت نسبی، داده‌های آب و هوایی فضاهاى مختلفی از این بنا در یک مدت ۲۴ ساعت در آذرماه و خردادماه جمع‌آوری گردید و به شاخص آسایشی زیست اقلیمی گیوانی منتقل شد. در نهایت، میزان کارایی این خانه از نظر استراتژی‌های طراحی سستی و تأثیر آنها در رسیدن به هدف اصلی این تحقیق به کمک شاخص آسایشی مشخص گردیده است. نتایج حاصل از تحلیل جداول و نمودارهای به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که خانه عطارها از رفتار حرارتی بسیار مؤثری در فصل گرم نسبت به فصل سرد برخوردار است و شرایط آسایش حرارتی مناسب‌تری را در فصل گرم نسبت به فصل سرد ایجاد می‌نماید.

**واژه‌های کلیدی:** آسایش حرارتی، بناهای تاریخی، اقلیم گرم و خشک، استراتژی‌های اقلیمی بومی، نمودار زیست اقلیمی گیوانی، داده‌های آب و هوایی.

### پرسش‌های پژوهش

- ۱- آسایش حرارتی فضاهاى مختلف خانه‌هاى سنتى اقليم گرم و خشک ایران چگونه است؟
- ۲- میزان کارایی خانه عطارها از نظر استراتژی‌هاى طراحی سنتى و تأثیر آنها در رسیدن به آسایش حرارتى در فصول سرد و گرم چگونه است؟

### مقدمه

طراحی همساز با اقليم به شیوه غیرفعال امروزه یکی از روش‌هاى مؤثر در دسترسى به ساختمان‌هاى کم‌مصرف از نظر سوخت‌هاى فسیلى محسوب مى‌شود. در گذشته، معماری بومی مناطق مختلف کشور که بر اساس شناخت و تجربه بومی طراحی و احداث می‌گردید، به‌طور طبیعی همساز با اقليم و محیط خود بود. درحالی‌که امروزه به دلیل پیشرفت‌هاى تکنولوژى و دسترسى آسان به منابع فسیلى نظیر نفت و گاز، این وجه از معماری مغفول مانده و منجر به بروز مشکلات اقليمى متعدد در دوران معاصر شده است. این امر موجب گردیده تا امروزه موضوع ساختمان‌هاى غیرفعال و کم‌مصرف موضوعی پراهمیت شده و در کلیه نقاط دنیا در رابطه با آن تلاش‌ها و مطالعات متعددی در حال انجام باشد. در ایران امروز با توجه به وضعیت فعلی کشور از نظر محدودیت‌هاى دسترسى به تجهیزات پیشرفته مورد استفاده در کشورهاى صنعتی از یک‌سو و پیشینه غنی معماری ایران از سوی دیگر، طبیعى است که حل مشکلات آسایش بنا و تهویه در بناهاى معاصر، قبل از آنکه متکی به سیستم‌ها و تکنولوژى‌هاى پیشرفته باشد، مى‌تواند با شناخت صحیح راه‌کارها و تجربیات بومی به کار رفته در معماری گذشته ایران، تأمین گردد. لذا پژوهش حاضر باهدف تلاش در جهت شناخت هر چه بیشتر معماری بومی ایران انجام پذیرفته است. در پژوهش حاضر بر اساس یک‌روند تجربى و بر اساس روش انجام پژوهش اسنادی و اندازه‌گیرى میدانى و تحلیل

مقایسه‌ای و با استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری دیتالاگر دما و رطوبت نسبی، داده‌های آب و هوایی فضاهاى مختلفی از خانه تاریخی عطارها در شهر کاشان در یک مدت ۲۴ ساعت در آذرماه و خردادماه جمع‌آوری گردید و با استفاده از نمودار زیست‌اقلیمی گیوانی مورد بررسی و تحلیل آسایش واقع شد.

### پیشینه تحقیق

در ایران محققین متعددی مانند دکتر راز جویان، منصوره طاهباز، شهربانو جلیلیان، زهرا قیابکلو، شاهین حیدری، مفیدی شمیرانی، نصرالهی و... تحقیقات متعددی در زمینه معماری بومی ایران به انجام رسانده‌اند و بخصوص دکتر منصوره طاهباز و مهندس جلیلیان دارای مطالعات متعددی در حوزه بررسی آسایش حرارتی در شهر کاشان می‌باشند.

منصوره طاهباز در مقاله "روش تحلیل آمار هواشناسی برای طراحی همساز با اقلیم" به توضیح چگونگی استفاده از داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک پرداخته است (طاهباز، ۱۳۸۸: ۶۱-۷۲). همچنین ایشان در مقاله‌ای با عنوان "آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گذرهای کاشان" به بررسی آسایش حرارتی در گذرهای کاشان با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری دما و رطوبت پرداخته‌اند (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۱). زهرا قیابکلو نیز در مقاله‌ای با عنوان "روش‌های تخمین محدوده آسایش حرارتی" به تدوین برخی شاخص‌های آسایش حرارتی پرداخته‌اند (قیابکلو، ۱۳۸۰: ۶۸-۷۴).

تازه‌ترین پژوهش‌های بین‌المللی که در خصوص آسایش حرارتی انجام پذیرفته است می‌توان به انتشار یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه دلف هلند اشاره نمود که در ارتباط با آسایش حرارتی در خانه‌های بومی فیلیپین انجام پذیرفته است (Spittkato, 2019). همچنین انجام مطالعه‌ای در چین در ارتباط با آسایش حرارتی به کمک شاخص‌های آسایشی پی‌ام وی<sup>۱</sup> و پی پی دی<sup>۲</sup> نیز جز آخرین تحقیقاتی است که در این حوزه انجام پذیرفته است (Tian, Zhang & ..., 2019).

---

1. PMV  
2. PPD

## معرفی مکان و نمونه مورد مطالعه و علت انتخاب آن

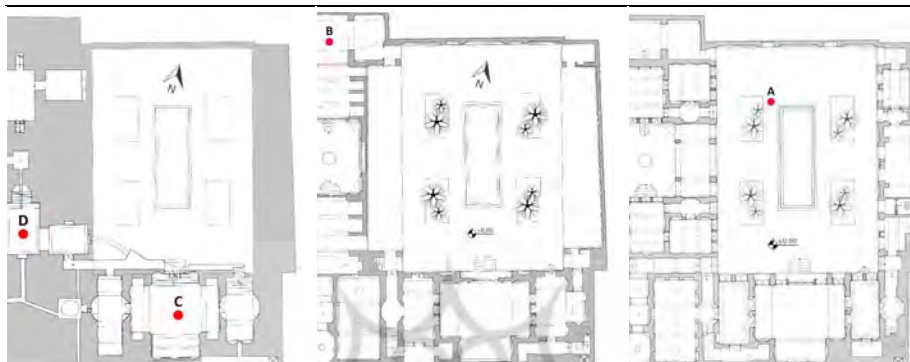
کاشان شهری تاریخی است که مرکز شهرستان بوده و بخشی از استان اصفهان محسوب می‌شود. این شهر در ۲۲۰ کیلومتری جنوب پایتخت، ۹۰ کیلومتری شهر قم و ۲۰۰ کیلومتری مرکز استان واقع شده است. از نظر پهنه‌بندی اقلیمی، شهر کاشان در پهنه اقلیمی با زمستان‌های نسبتاً سرد و تابستان‌های خیلی گرم و خشک قرار گرفته است. این شهر در حدود جنوب و غرب در محاصره سلسله جبال مرکزی ایران قرار دارد. شهرستان کاشان در طول جغرافیایی ۵۰,۵۷ تا ۵۱,۵۱ در شرق و عرض جغرافیایی ۲۷,۳۳ تا ۲۸,۳۴ در شمال گسترده شده و با وسعت تقریبی ۱۰۰۰۰ کیلومترمربع، در شمال استان اصفهان واقع شده است.



تصویر ۱- موقعیت مکانی کاشان و نمونه مورد مطالعه  
(مأخذ: مرکز اسناد دانشکده هنر و معماری دانشگاه کاشان)

در این پژوهش خانه تاریخی عطارها در شهر کاشان به عنوان نمونه‌ای از خانه‌های اقلیم گرم و خشک ایران انتخاب گردید. این خانه در حال حاضر در مالکیت دانشگاه کاشان بوده و در اختیار دانشکده معماری و هنر این دانشگاه می‌باشد و برخی

کلاس‌های تحصیلات تکمیلی این دانشکده در آن برگزار می‌گردد. همین موضوع علت انتخاب این بنا جهت تحلیل وضعیت آسایشی آن و ارائه گزارش آن به این دانشگاه بود.



تصویر ۲- پلان همکف خانه تاریخی عطارها، کاشان (مأخذ: مرکز اسناد دانشکده هنر و معماری دانشگاه کاشان)	تصویر ۳- پلان همکف اول خانه تاریخی عطارها، کاشان (مأخذ: مرکز اسناد دانشکده هنر و معماری دانشگاه کاشان)	تصویر ۴- پلان زیرزمین خانه تاریخی عطارها، کاشان (مأخذ: مرکز اسناد دانشکده هنر و معماری دانشگاه کاشان)
---	---	--

خانه عطارها مربوط به دوره قاجار بوده و در شهر کاشان، محله پنجه شاه، چهارراه آیت‌الله کاشانی واقع شده است. این خانه به نظر می‌رسد بنای موجود آن بخشی از بنای وسیع‌تری بوده است و سه باب حیاط داشته که به عصر قاجاری تعلق دارد و از آن دسته خانه‌هایی است که فقط یک حیاط اندرونی وسیع دارند. البته ممکن است بنای موجود فقط بخشی از بنای وسیع‌تر اصلی باشد. از ویژگی‌های اصلی این بنا آن است که بیش از نیمی از فضاهای آن در جهات شرق و غرب حیاط قرار دارند و ضلع شمالی آن در حال حاضر فقط یک دیوار مرتفع با تاق نماست (تصویر ۵).



تصویر ۵- جبهه‌های مختلف بنای عطارها (مأخذ: نگارنده)

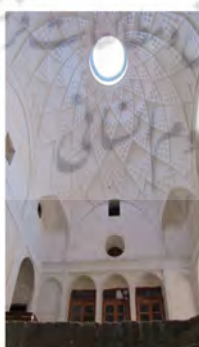
بخش شمالی خانه عطارها در گذشته به شکل دیگری بوده است و فضاهای خانه در سه جبهه از حیاط آن واقع شده‌اند. از فضاهای اصلی معماری این خانه می‌توان سه سرداب، سه بادگیر، شاه‌نشین، هشتی ورودی و حوض خانه را نام برد. حیاط اصلی و اندرونی خانه بیش از ۴۷۰ مترمربع وسعت دارد. این بنا در تاریخ ۱۳۷۷/۵/۲۷ با شماره ۲۰۹۲ در فهرست آثار ملی به ثبت رسیده است و همان‌طور که گفته شد در حال حاضر این اثر متعلق به دانشگاه کاشان بوده و خانه فرش کاشان و دفتر نخبگان سعیدی در آن افتتاح گردیده است.

مجموعه اصلی خانه ترکیبی از یک تالار بزرگ با شاه‌نشین و دو اتاق دو دری در دو سوی آن است. این دو دری‌ها هم به فضای تالار و هم به حیاط خانه باز می‌شوند. در طبقه دوم این اتاق‌ها نیز دو اتاق دیگر وجود دارد. تالار دارای پوشش گنبدی است و سقف تالار و شاه‌نشین آن تزئینات یزدی بندی زیبایی دارد. نمای این جبهه مهم‌ترین نمای بنا به شمار می‌آید و تأکید معمار سنتی بر این نما با شکسته شدن خط اختتام نما در میانه و ایجاد یک قوس ویژه بر فراز آن به چشم می‌آید. یک ارسی ساده در قوس میانی تالار عنصر شاخص دیگری در این نما است که ارتفاعی بیش از ارتفاع در و پنجره‌های طبقه اول نما پیدا کرده است (تصویر a-۶). سردابی وسیع در زیر این جبهه قرار دارد که ورودی آن بر محور طولی حیاط واقع است (تصویر a-۶). سقف این فضا نیز دارای تزئینات یزدی بندی است. دو بادگیر در طرفین این جبهه وجود دارند که با فضاهای زیرزمین در ارتباط می‌باشند.

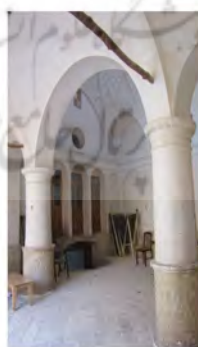
فضاهای واقع در جبهه غربی بنا نیز از اهمیت قابل توجهی برخوردارند. در وسط این جبهه حوضخانه‌ای هم‌سطح حیاط ساخته شده که ایوانی ستون‌دار در جلوی خود دارد (تصویر b-۶). به این ترتیب حوضخانه کاملاً به سوی حیاط گشوده شده و فضای نیم‌باز وسیعی را پدید آورده است. در دو سوی حوضخانه دو اتاق سهدری و در دو سوی ایوان نیز دو اتاق سهدری دیگر قرار دارند. حوضخانه دارای سقف گنبدی با تزئینات یزدی بندی زیبایی می‌باشد (تصویر c-۶) و به همراه دو اتاق سهدری که به سوی آن گشوده می‌شوند، مرتفع‌تر از ایوان و اتاق‌های سهدری دو سوی آن می‌باشد، در نتیجه در پشت‌بام ایوان و دو اتاق مجاور آن یک مهتابی بزرگ به وجود آمده است. بادگیری بزرگ و زیبا، در پشت حوضخانه وجود دارد که در میانه نمای این جبهه عنصر شاخصی است. دو زیرزمین در زیر اتاق‌های طرفین حوضخانه واقع‌اند که دسترسی به آنها از داخل فضای حوضخانه امکان‌پذیر می‌باشد (تصویر d-۶). یک اسطبل، مرکب از حیاطی کوچک و یک فضای بسته نیز در گوشه غربی این جبهه قرار گرفته است. ورودی اصلی بنا در جبهه جنوبی قرار دارد و برخلاف معمول توسط یک دالان مستقیم به حیاط مرتبط شده است. یک ورودی فرعی نیز به فاصله کمی از آن قرار دارد که مخصوص اسطبل بوده است.



ورودی زیر زمین مجاور حوضخانه: d



تزئینات سقف حوضخانه: c



حوضخانه و اتاق سهدری: b



ارسی شاه نشین و ورودی سرداب: a

تصویر ۶- شاه‌نشین و سرداب خانه عطارها (مأخذ: نگارنده)

## روش و مراحل انجام تحقیق

پژوهش حاضر به لحاظ محتوایی در حوزه پژوهش‌های کاربردی قرار دارد و از لحاظ تحقیقاتی در حوزه روش‌های تحقیق اسنادی و میدانی است. روش تحقیق بکار گرفته‌شده در پژوهش حاضر، بر اساس یک روند تجربی، اندازه‌گیری میدانی و تحلیل مقایسه‌ای بنا نهاده شده است به نحوی که در ابتدا مطالعه عمومی از شرایط اقلیمی شهر کاشان انجام پذیرفت و داده‌های آب و هوایی از ایستگاه هواشناسی دانشگاه کاشان در مقیاس منطقه‌ای استخراج گردید. در مرحله بعد با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری داده‌های آب و هوایی شامل دستگاه‌های دیتالاگر دما و رطوبت (جدول ۲) فضاهای مختلفی از خانه عطرها شامل: یک اتاق در طبقه اول (بالاخانه)، سرداب (تصویر a-۶)، زیرزمین (تصویر d-۶)، حیاط مرکزی (تصویر c-۵) و بام (تصویر c-۷) در طول مدت ۲۴ ساعت در ۲۴ و ۲۵ خردادماه و همین‌طور ۱۸ و ۱۹ آذرماه اندازه‌گیری شد و داده‌های آب و هوایی هر یک از فضاها استخراج گردیدند. محل استقرار دستگاه‌ها در پلان تصاویر ۲ الی ۴ نشان داده شده است. چندین دستگاه دیتالاگر دما و رطوبت به صورت ثابت در فضاهای تعیین شده در ارتفاع تقریبی ۱۵۰ سانتیمتری از کف به نحوی تعبیه گردیدند تا با ایجاد سایبان در تمام مدت برداشت داده‌ها، تماماً در سایه قرار گرفته باشند.

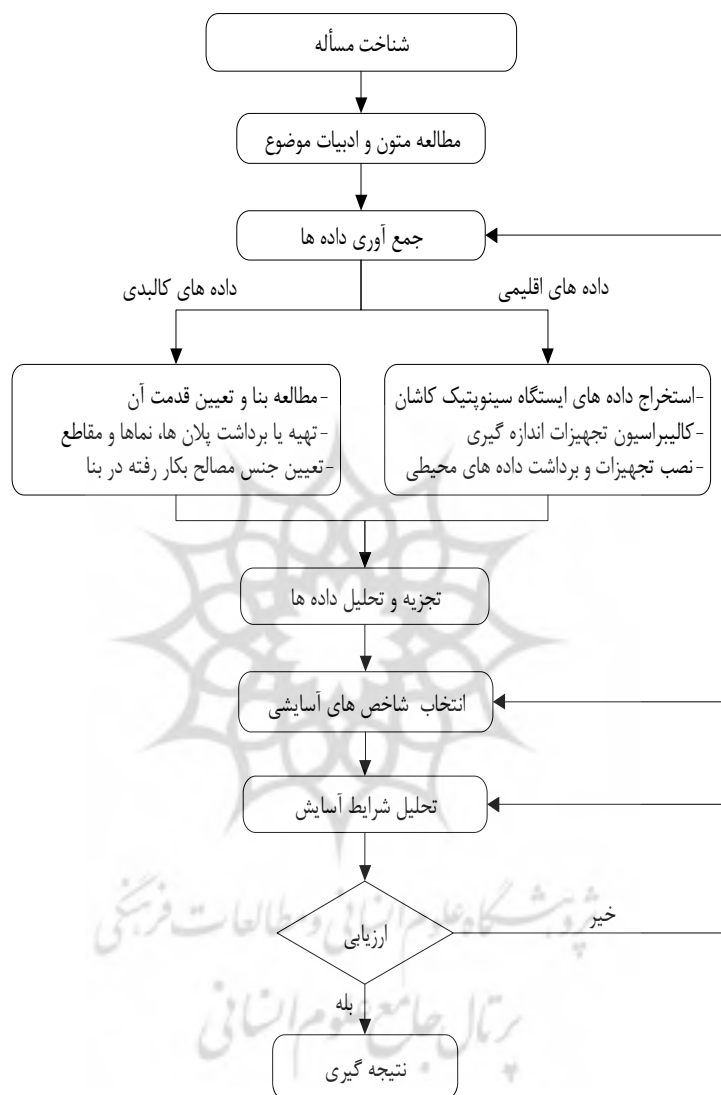
با تنظیم این دستگاه‌ها برداشت داده‌های دما و رطوبت نسبی هر سی دقیقه در طول ۲۴ ساعت انجام پذیرفت. بدین ترتیب از مقایسه داده‌های برداشت شده از فضاهای مختلف خانه نتایج مندرج در جدول شماره ۱ قابل استنتاج خواهد بود.



جدول ۱- مقایسه داده‌های مختلف برداشت‌شده و نتایج آنها (مأخذ: نگارنده)

نتایج قیاس	قیاس داده‌های مختلف برداشت‌شده	
تفاوت شرایط محیطی فضاهای مختلف داخل بنا	داده‌های برداشت‌شده از فضاهای مختلف داخل بنا	۱
تفاوت شرایط محیطی فضاهای داخل و خارج بنا	داده‌های برداشت‌شده از فضاهای مختلف داخل بنا با داده‌های حیاط مرکزی	۲
تفاوت شرایط محیطی در مقیاس خرد و محله	داده‌های برداشت‌شده از فضاهای داخل بنا و حیاط مرکزی با داده‌های بام	۳
تفاوت شرایط محیطی در مقیاس محله و منطقه	داده‌های برداشت‌شده از بام و داده‌های استخراج‌شده از ایستگاه دانشگاه کاشان	۴
تفاوت رفتار حرارتی بنا در فصول سرد و گرم سال	داده‌های برداشت‌شده از فضاهای مختلف بنا در خردادماه و آذرماه	۵

در مرحله بعد داده‌های دمایی و رطوبت نسبی هر فضا، در بازه زمانی مختلف، به‌طور قیاسی بر روی شاخص آسایشی زیست‌اقلیمی گیوانی منتقل گردیدند تا شرایط اقلیمی درون فضاها نسبت به محدوده آسایش سنجیده شود. این نمودار، از معتبرترین شاخص‌های تحلیل شرایط آسایش حرارتی محسوب می‌گردد (طاهباز، ۱۳۸۸: ۶۱-۷۲) و نیازهای کالبدی فضاها را برای تأمین شرایط آسایش انسانی مشخص می‌نماید. نمودار شماره ۱ ساختار کلی روند انجام پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.



نمودار ۱- ساختار کلی پژوهش (مأخذ: نگارنده)

## ابزارهای گردآوری اطلاعات

برای برداشت دقیق اطلاعات آب و هوایی در مقیاس محلی و خرد، از دستگاه‌های دیجیتال مختلفی مانند دماسنج و رطوبت‌سنج دیتالاگر<sup>۱</sup>، دستگاه بادسنج<sup>۲</sup>، دستگاه WBGT<sup>۳</sup> و همچنین دستگاه عکس‌برداری مادون قرمز می‌توان استفاده نمود. جدول شماره ۲ اطلاعاتی که توسط هر یک از این دستگاه‌ها قابل برداشت است را نشان می‌دهد. در این مقاله با توجه به حجم مطالب، تنها اطلاعات مربوط به دستگاه‌های دیتالاگر دما و رطوبت بررسی، تحلیل و گزارش گردید و سایر اطلاعات برداشت‌شده توسط دستگاه‌های دیگر در مقالات جداگانه‌ای ارائه خواهد شد. دستگاه دیتالاگر ام ای سی<sup>۴</sup> مدل ۵۹۸۵۸۲ برای برداشت اطلاعات دما و رطوبت استفاده گردید. این دستگاه ساخت کشور تایوان بوده و قادر به اندازه‌گیری دما با دقت ۰٫۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی با دقت ۳ درصد است.

جدول ۲- معرفی ابزارهای گردآوری داده‌ها (مأخذ: نگارنده)

شرح	دستگاه دیتالاگر دما و رطوبت	بادسنج	WBGT	دستگاه مادون قرمز
تصویر دستگاه				
کاربرد	اندازه‌گیری دمای هوای <sup>۱</sup> اندازه‌گیری رطوبت نسبی <sup>۱</sup>	اندازه‌گیری سرعت هوا <sup>۱۱</sup>	اندازه‌گیری دمای هوا اندازه‌گیری دمای تابشی <sup>۳</sup> اندازه‌گیری رطوبت نسبی	عکس برداری مادون قرمز تعیین دمای خطی محیط تعیین دمای نقطه‌ای محیط

1. USB Data logger
2. Hot fire
3. Wet Bulb Globe Temperature
4. MIC

۵- این دستگاه دارای صفحه نمایش LCD بوده و محدوده نمایش و ذخیره دما آن ۸۵ تا ۴۰- درجه سانتیگراد و با دقت:  $\pm 0.6$  درجه سانتیگراد می‌باشد. محدوده نمایش و ذخیره رطوبت این دستگاه ۰٫۱ تا ۹۹٫۹٪ و با دقت  $\pm 3\%$  می‌باشد و قابلیت ثبت اطلاعات تا ۱۶۰۰۰ عدد با فاصله زمانی انتخابی از ۱ ثانیه تا ۶ ساعت را دارا می‌باشد.

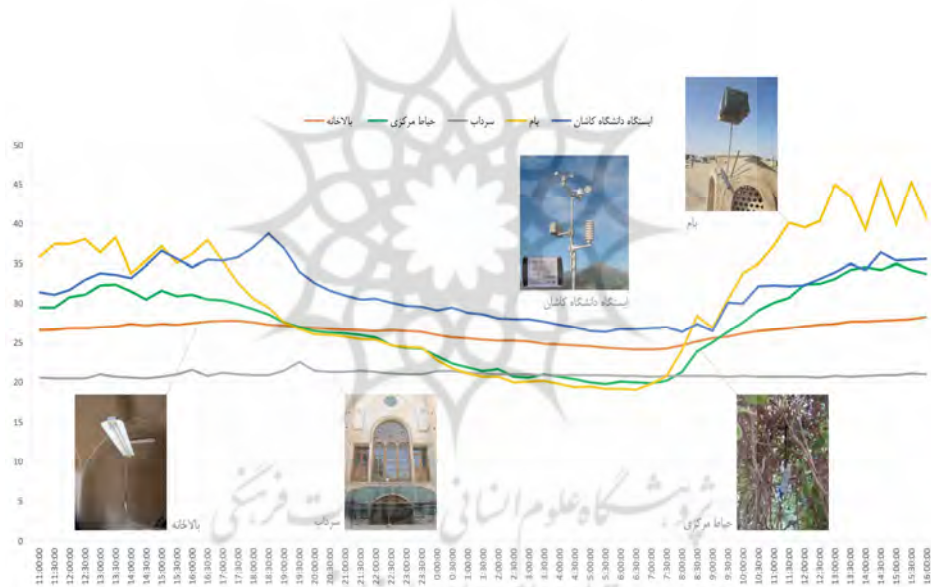


تصویر ۷- برداشت داده‌های آب و هوایی توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری (مأخذ: نگارنده)

## گردآوری اطلاعات

برداشت اطلاعات از فضاهای مختلف خانه عطارها یکبار در تاریخ ۲۴ و ۲۵ خردادماه و یکبار هم در ۱۸ و ۱۹ آذرماه انجام پذیرفت. به نحوی که چندین دستگاه دیتالاگر دماسنج و رطوبت‌سنج پس از کالیبره شدن در نقاط مختلفی از بنا شامل حیاط مرکزی، بام، بالاحنه، زیرزمین و سرداب در فاصله تقریبی ۱۵۰ سانتیمتر از کف و در زیر سایبان نصب گردیدند (تصاویر ۲ الی ۴). این دستگاه‌ها پس از تنظیم زمان‌بندی برداشت اطلاعات قادر خواهند بود تا اطلاعات را بر اساس زمان‌بندی تنظیمی بر روی حافظه داخلی خود به صورت اتوماتیک ثبت و ضبط نمایند. به این ترتیب پس از تنظیم و نصب دستگاه‌ها برداشت اطلاعات در طول شبانه‌روز و به صورت هر ۳۰ دقیقه انجام پذیرفت. همچنین، با استفاده از قابلیت اندازه‌گیری داده‌های دما و رطوبت توسط اکثر دستگاه‌های اشاره‌شده و قرار گرفتن آنها در مجاورت هم با مقایسه داده‌های برداشت‌شده توسط هر یک از آنها می‌توان دقت اندازه‌گیری هرکدام از دستگاه‌ها را زیر نظر داشت و در صورتی که اختلاف قابل توجهی از برداشت اطلاعات در یک دستگاه مشاهده شود می‌توان دستگاه را از برداشت خارج و مجدداً کالیبره کرد و یا از دستگاه با دقت لازم استفاده نمود. به این ترتیب می‌توان از دقت برداشت اطلاعات و قابلیت اعتماد به آنها اطمینان حاصل نمود.

همان‌طور که در نمودار ۲ قابل‌مشاهده است تغییرات دماهای ثبت‌شده توسط دستگاه‌ها از ساعت ۱۱ صبح تا ساعت ۱۶ عصر ۲۴ و ۲۵ خردادماه در این نمودار مقایسه گردیده است. نمودار نشان می‌دهد که در فصل گرم در طول ۲۴ ساعت پایین‌ترین دما را سرداب داشته و در طول روز بالاترین دمای ثبت‌شده متعلق به بام می‌باشد. همین‌طور نمودار نشان می‌دهد که درحالی‌که تغییرات دمایی در بام در ۲۴ ساعت بسیار زیاد و بین ۱۸ درجه سانتیگراد (پیش از طلوع آفتاب) تا ۴۵ درجه سانتیگراد (ظهر) یعنی حدود ۲۷ درجه سانتیگراد نوسان دارد این تغییرات در سرداب در طول ۲۴ ساعت بسیار کم و در حدود چند درجه سانتیگراد نوسان دارد.

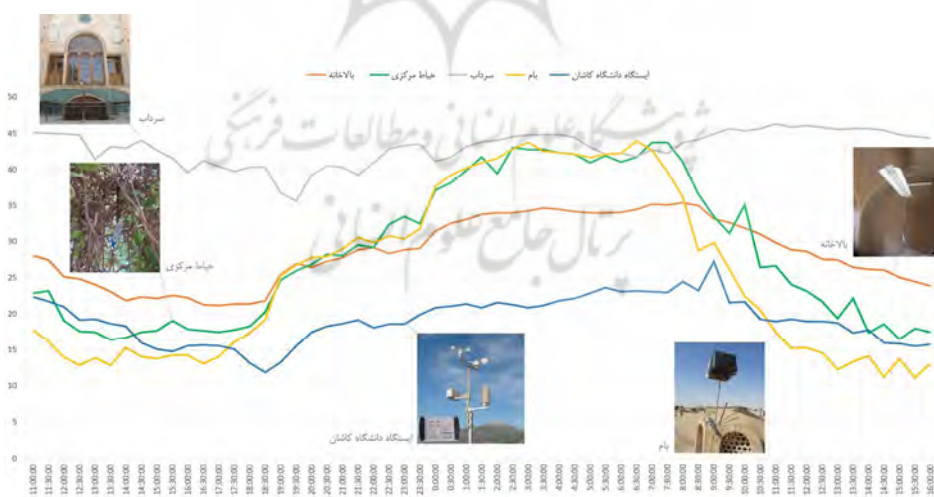


نمودار ۲- تغییرات دما در ۲۴ و ۲۵ خردادماه (مأخذ: نگارنده)

همچنین، تغییرات رطوبت‌های نسبی ثبت‌شده در فصل گرم از ساعت ۱۱ صبح تا ساعت ۱۶ عصر ۲۴ و ۲۵ خردادماه در نمودار ۳ معرفی گردیده است. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که بالاترین رطوبت نسبی متعلق به سرداب بوده و از آنجا که کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی از راه‌کارهای مؤثر در افزایش آسایش محیطی در

فصل گرم مناطق گرم و خشک محسوب می‌گردد، از نتایج دو نمودار ۲ و ۳ استنتاج می‌گردد که استفاده از سرداب و حیاط مرکزی (به‌خصوص به‌صورت گودال باغچه) به ترتیب بهترین روش برای کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی در فصل گرم مناطق گرم و خشک ایران می‌باشد و نقش مؤثری در تأمین آسایش محیطی بر عهده‌دارند. همچنین، استفاده از پوشش گیاهی و آبنما در حیاط مرکزی نیز نقش مؤثری در این خصوص بر عهده خواهند داشت.

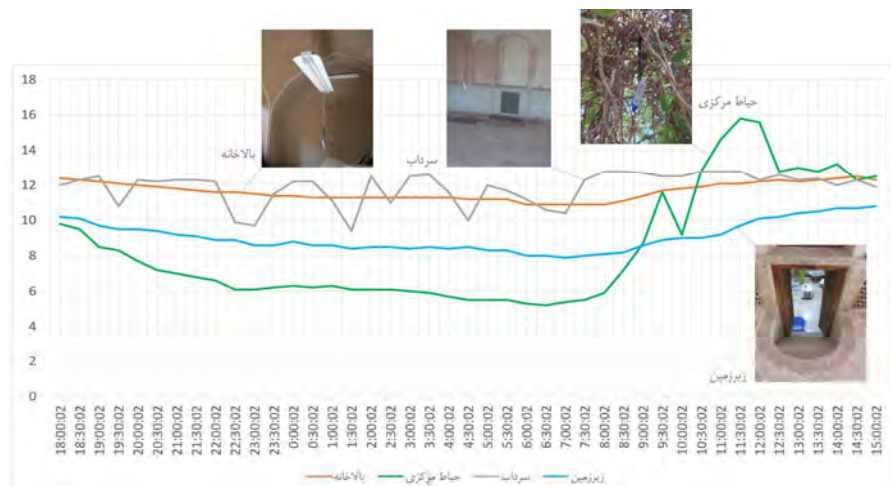
از مقایسه دو نمودار فوق‌الذکر می‌توان دریافت که رطوبت نسبی در حیاط مرکزی رابطه‌ای معکوس با دمای هوا دارد، به این معنی که با کاهش دما در طول شب رطوبت نسبی افزایش یافته و در طول روز با افزایش تدریجی دما رطوبت نسبی کاهش می‌یابد و در ظهر به کمترین میزان خود خواهد رسید. از این جهت وجود گیاهان و آبنما در حیاط مرکزی می‌توانند کمک‌کننده بوده و کاهش رطوبت نسبی در طول روز را تعدیل نمایند. نمودار ۳ نشان می‌دهد در فصل گرم بیشترین تغییرات رطوبت نسبی متعلق به بام بوده و بین ۱۲ درصد در ظهر تا ۴۳ درصد در اوایل صبح یعنی در حدود ۳۱ درصد نوسان دارد و کمترین نوسان رطوبت نسبی در فصل گرم نیز متعلق به سرداب بوده و بین ۳۶ تا ۴۷ درصد یعنی حدود ۱۱ درصد نوسان داشته است.



نمودار ۳- تغییرات رطوبت نسبی در خردادماه (مأخذ: نگارنده)

در اواخر آذرماه و شروع فصل سرما برداشت‌های دما و رطوبت نسبی مجدداً توسط دیتالاگرها برداشت شد تا تغییرات رفتارهای حرارتی و رطوبتی در فصل سرما نیز بررسی گردد. در نمودار ۴ تغییرات دماهای ثبت‌شده از ساعت ۱۸ عصر تا ۱۵ ظهر ۱۸ و ۱۹ آذرماه نمایش داده شده است. نمودار نشان می‌دهد که در فصل سرد در طول ۲۴ ساعت بالاترین دما را سرداب داشته و کمترین تغییرات دمایی متعلق به سرداب می‌باشد. نمودار نشان می‌دهد که از میان چهار فضای برداشت‌شده اطلاعات در فصل سرد (حیاط مرکزی، زیرزمین، سرداب و بالاخانه) بیشترین تغییرات دمایی متعلق به حیاط مرکزی بوده و کمترین متعلق به سرداب می‌باشد.

همچنین، تغییرات رطوبت‌های نسبی ثبت‌شده در فصل سرد نیز از ساعت ۱۸ عصر تا ۱۵ ظهر ۱۸ و ۱۹ آذرماه در نمودار ۵ معرفی گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که بالاترین رطوبت نسبی فصل سرد متعلق به حیاط مرکزی و پس از آن سرداب و زیرزمین می‌باشد. در این خصوص سرداب و زیرزمین از وضعیت نسبتاً مشابهی برخوردار بوده و کمترین میزان رطوبت نسبی ثبت‌شده نیز متعلق به بالاخانه می‌باشد. از آنجاکه افزایش دما و افزایش رطوبت نسبی از راه‌کارهای مؤثر در افزایش آسایش محیطی در فصل سرد مناطق گرم و خشک محسوب می‌گردد، از نتایج دو نمودار ۴ و ۵ استنتاج می‌گردد که استفاده از سرداب و حیاط مرکزی (به‌خصوص به‌صورت گودال باغچه) نقش مثبتی در افزایش دما و رطوبت نسبی در فصل سرد مناطق گرم و خشک ایران بر عهده دارند و از این طریق در تأمین آسایش محیطی خانه‌های سنتی مؤثر می‌باشند. همچنین، بررسی عملکرد سرداب و حیاط مرکزی در نمودارهای ۲ الی ۵ نشان می‌دهد که وجود این دو فضا هم در فصل سرد و هم در فصل گرم مثبت بوده و منجر به افزایش آسایش محیطی می‌گردد.



نمودار ۴- تغییرات دما در ۱۸ و ۱۹ آذرماه (مأخذ: نگارنده)

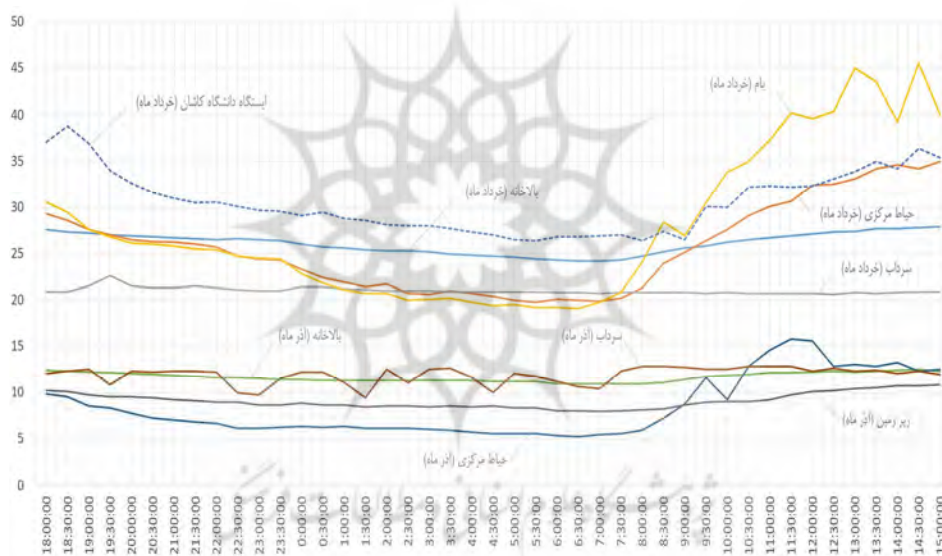
در ادامه پژوهش به میزان این تأثیرگذاری در دسترسی به آسایش حرارتی در خردادماه و آذرماه پرداخته خواهد شد. همان‌طور که در نمودارهای ۴ و ۵ قابل مشاهده است تغییرات دما و رطوبت نسبی سرداب در فصل سرد با تلاطم‌های متعددی همراه است که با توجه به وجود دریچه بادگیر در این فضا، به نظر می‌رسد این تغییرات ناشی از تأثیرات تغییرات جریان باد حاصل از بادگیر در این فضا باشد.



نمودار ۵- تغییرات رطوبت نسبی در ۱۸ و ۱۹ آذرماه (مأخذ: نگارنده)



مقایسه تغییرات دما در فصل گرم و سرد سال در فضاهای مختلف خانه عطارها از ساعت ۱۸ الی ۱۵ در نمودار ۶ آورده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که کمترین تغییرات دمایی در فصل سرد و گرم سال متعلق به سرداب می‌باشد و از این جهت بهترین عملکرد دمایی نیز متعلق به این فضا است. به این معنی که بالاترین دمای ثبت شده در فصل سرد و پایین‌ترین دمای ثبت شده در فصل گرم متعلق به سرداب می‌باشد. همچنین، نمودار ۶ نشان می‌دهد که بیشترین نوسان دمایی متعلق به بام بوده و این فضا حدود ۲۷ درجه سانتیگراد در فصل گرم دارای نوسان است.

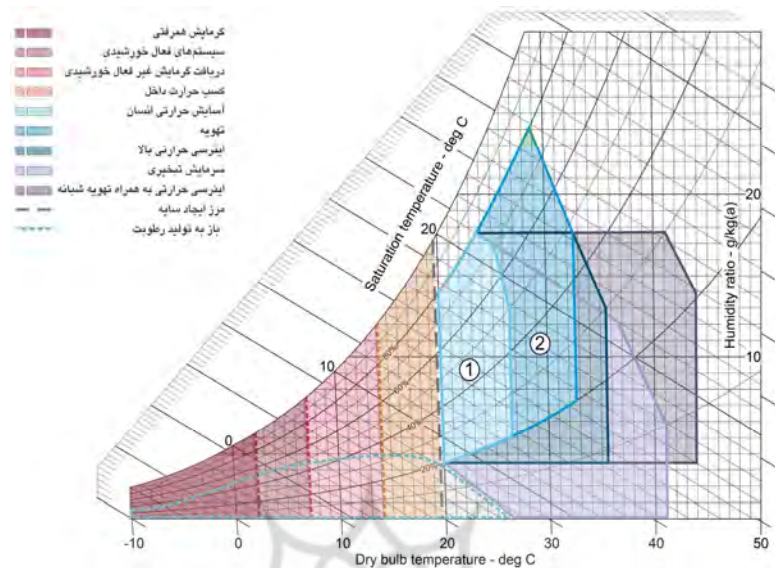


نمودار ۶- تغییرات دما در خردادماه و آذرماه (مأخذ: نگارنده)



نموداری است که توسط باروک گیوانی بر پایه نمودار سایکرومتریک (که اطلاعاتی درباره دما (تر و خشک) و رطوبت (نسبی و مطلق) را بیان می‌کند) ترسیم شده است. گیوانی محدوده آسایش حرارتی داخل ساختمان را بر روی نمودار و بر اساس دما و رطوبت نسبی تعیین نموده است و جزء معتبرترین شاخص‌های تحلیل شرایط آسایش حرارتی محسوب می‌گردد (طاهباز، ۱۳۸۸: ۶۱-۷۲). علاوه بر آن، نواحی دیگری در این نمودار مشخص شده است که بر اساس میزان اختلاف با ناحیه آسایش موجود در نمودار، راه‌کارهای فعال، غیرفعال و استفاده از سیستم‌های مکانیکی را برای رسیدن به محدوده آسایش پیشنهاد می‌دهد (Givoni, 1976: 1988).

- ۹ ناحیه در این نمودار مشخص گردیده است که در ادامه دو ناحیه آسایش به‌طور مختصر به شرح زیر معرفی می‌گردد (راز جویان، ۱۳۸۸):
- ناحیه شماره ۱ (ناحیه آسایش): دما در این ناحیه بین ۲۰ تا ۲۷ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۲۰ و ۸۰ درصد می‌باشد.
  - ناحیه شماره ۲ (ناحیه نیاز به تهویه): دما در این ناحیه از ۲۷ تا ۳۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۲۰ تا ۸۰ درصد است. در این ناحیه آسایش حرارتی از طریق تأمین تهویه طبیعی فراهم می‌گردد.
  - همان‌طور که در نمودار ۸ مشخص می‌باشد دمای ۲۰ درجه سانتیگراد مرز تأمین سایه بر روی پنجره‌ها تعیین شده است. به این معنا که چنانچه دمای هوا بالاتر از دمای ۲۰ درجه سانتیگراد باشد بایستی مانع از ورود تابش آفتاب به داخل ساختمان شد.



نمودار ۸- نمودار زیست اقلیمی گیوانی

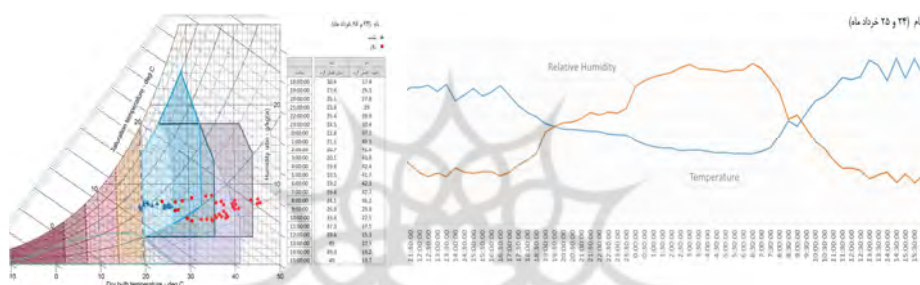
در این پژوهش داده‌های دمایی و رطوبت نسبی برداشت‌شده توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری از هر فضا بر روی نمودار زیست اقلیمی گیوانی منتقل گردید تا وضعیت آسایش حرارتی و رطوبتی هر فضا تحلیل گردد. در ادامه به شرح تحلیل آسایش حرارتی هر یک از فضاهای مورد مطالعه خانه عطارهای کاشان در خردادماه و آذرماه پرداخته خواهد شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

### تحلیل داده‌های برداشت‌شده در خردادماه

همان‌طور که اشاره گردید با نصب دستگاه‌های برداشت داده‌های آب و هوایی، اطلاعات دما و رطوبت نسبی چهار فضای بام (تصویر C-۷)، سرداب (تصویر a-۶)، بالاخانه (تصویر B-۷) و حیاط مرکزی (تصویر A-۷) خانه تاریخی عطارها و همین‌طور

ایستگاه هواشناسی دانشگاه کاشان<sup>۱</sup> در ۲۴ و ۲۵ خردادماه در یک بازه ۲۴ ساعته برداشت گردید و به کمک شاخص زیست‌اقليمی گیوانی وضعیت آسایش حرارتی هر یک تحلیل شدند که در ادامه به شرح هرکدام پرداخته خواهد شد. همان‌طور که در نمودار ۹ قابل مشاهده می‌باشد داده‌های دما و رطوبت نسبی بام (برداشت‌شده در ۲۴ و ۲۵ خردادماه) بر روی نمودار ۹ نشان داده شده است و در مرحله بعد داده‌ها به منظور انجام تحلیل شرایط آسایشی به نمودار زیست‌اقليمی گیوانی (نمودار ۱۰) منتقل گردید.



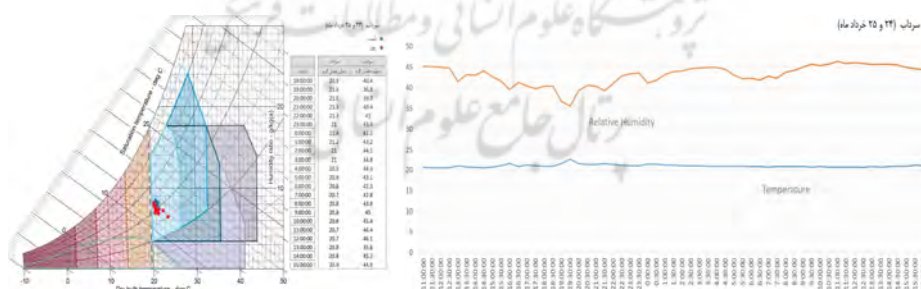
نمودار ۹- نمودار دما و رطوبت بام در خردادماه (مأخذ: نگارنده)  
 نمودار ۱۰- نمودار زیست‌اقليمی گیوانی (مأخذ: نگارنده)

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که دما در طول شب و عدم تابش خورشید در بام کاهش می‌یابد و به علت ظرفیت رطوبت‌پذیری هوا با افزایش و کاهش دما رابطه معکوسی با رطوبت نسبی بوجود می‌آید. نمودار ۹ نشان می‌دهد که دمای هوا از کمترین میزان ۱۹ درجه سانتیگراد در اوایل روز و پیش از طلوع خورشید تا ۴۵ درجه سانتیگراد در ظهر یعنی حدود ۲۶ درجه سانتیگراد در شبانه‌روز نوسان دارد و این نوسان برای رطوبت نسبی بین ۱۱ تا ۴۴ درصد در شبانه‌روز بدست آمد. مطالعات نشان داد که کمترین میزان رطوبت نسبی در ظهر و بیشترین میزان آن پیش از طلوع خورشید

۱- ایستگاه هواشناسی دانشگاه کاشان بر روی پشت بام دانشکده معماری و هنر دانشگاه کاشان نصب و راه اندازی شده است. دانشگاه کاشان در بلوار قطب راوندی شهر کاشان واقع است.

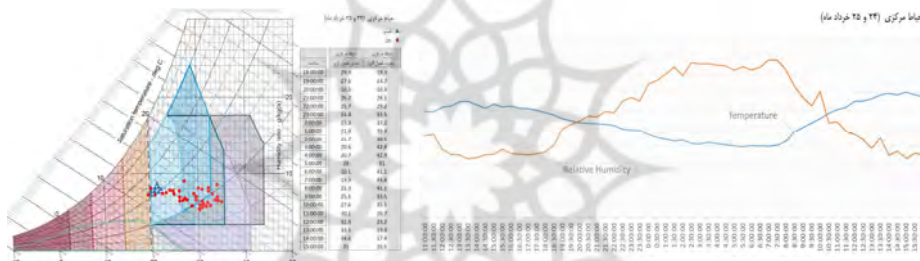
اتفاق می‌افتد. تحلیل نمودار ۱۰ نیز نشان می‌دهد که به علت دمای بالای هوا در اغلب مواقع روز شرایط آب و هوایی بام خارج از محدوده آسایش می‌باشد. به این ترتیب که در اوایل و اواخر روز وضعیت بهتری داشته و در صورت وجود جریان باد آسایش تأمین گردیده و در ظهر با بالاتر رفتن دمای هوا بدترین شرایط آسایشی برای آن فراهم می‌شود. اما در طول شب که تابش مستقیم خورشید وجود ندارد فضای بام در محدوده شرایط آسایش قرار می‌گیرد و از این جهت مناسب خوابیدن ساکنین در بام در طول شب می‌باشد.

تغییرات دمایی و رطوبت نسبی ثبت شده در سرداب در ۲۴ و ۲۵ خردادماه در نمودار ۱۱ آورده شده است. همان‌طور که از این نمودار قابل مشاهده است نوسان دما و رطوبت نسبی در این فضا در طول شبانه‌روز اندک و برای دما بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتیگراد و برای رطوبت نسبی بین ۳۵ تا ۴۶ درصد می‌باشد. نمودار ۱۲ نیز تحلیل شرایط آسایشی سرداب را در این زمان نشان می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که در مقابل بام که بدترین شرایط آسایشی را دارا می‌باشد، بهترین وضعیت آسایشی در ۲۴ و ۲۵ خردادماه را سرداب دارد. به نحوی که در تمامی طول ۲۴ ساعت بدون هیچ‌گونه وسایل سرمایشی این فضا در محدوده شرایط آسایش قرار دارد و بهترین عملکرد اقلیمی را در شبانه‌روز از خود نشان می‌دهد.

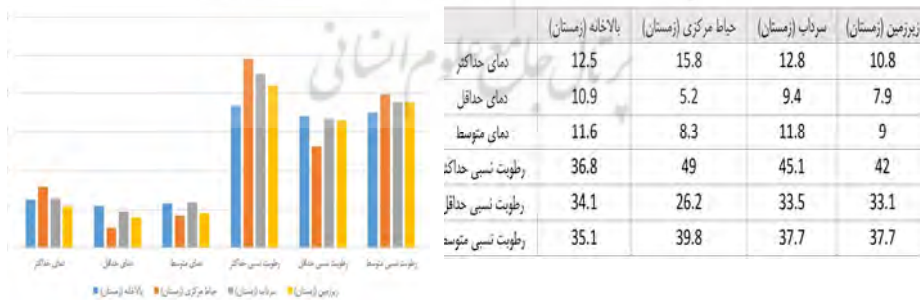


بررسی شرایط آسایش حرارت داخلی خانه‌های...، اخترکاو و فلاحی | ۴۴۳

همان‌طور که در نمودار ۱۳ آورده شده است تغییرات دمایی هوا در حیاط مرکزی در ۲۴ و ۲۵ خردادماه بین ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد یعنی حدود ۱۵ درجه سانتیگراد نوسان دارد و از مقایسه نمودار ۹ با نمودار ۱۳ به راحتی می‌توان تفاوت دمایی دو فضای بام در مقیاس محلی و فضای حیاط مرکزی در مقیاس خرد را تحلیل نمود. از مقایسه این دو نمودار نوسان دمایی بام حدود ۲۶ درجه سانتیگراد و حیاط مرکزی حدود ۱۵ درجه سانتیگراد به دست می‌آید که نشان از مؤثر بودن حیاط مرکزی در کنترل شرایط آب و هوایی در مقیاس خرد اقلیم دارد. بازه تغییرات حداقل و حداکثر دمایی و رطوبت نسبی فضاهای برداشت شده در خردادماه در نمودار ۱۶ آورده شده است.



نمودار ۱۳- نمودار دما و رطوبت نسبی حیاط مرکزی  
در خردادماه (مأخذ: نگارنده)  
نمودار ۱۴- نمودار خردادماه  
زیست‌اقلیمی (گیوانی) حیاط مرکزی  
(مأخذ: نگارنده)



نمودار ۱۵- دما و رطوبت نسبی حداقل و حداکثر ۱۸ و ۱۹ آذرماه (مأخذ: نگارنده)

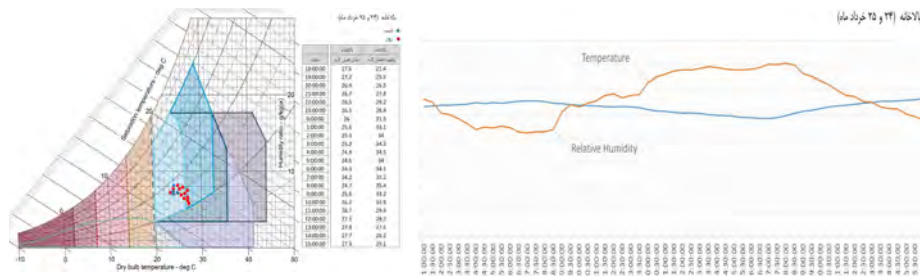
همان‌طور که در نمودار ۱۶ قابل مشاهده است حیاط مرکزی (در مقیاس خرد اقلیم) در مقایسه با بام (در مقیاس اقلیم محلی) در کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی موفق‌تر عمل نموده است.



نمودار ۱۶- دما و رطوبت نسبی حداقل و حداکثر ۲۴ و ۲۵ خردادماه (مأخذ: نگارنده)

داده‌های برداشت‌شده دما و رطوبت نسبی حیاط مرکزی در ۲۴ و ۲۵ خردادماه به نمودار زیست اقلیم گیوانی منتقل گردید و همان‌طور که در نمودار ۱۴ قابل مشاهده می‌باشد نتایج حاصل از تحلیل این نمودار نشان می‌دهد که در حیاط مرکزی این خانه از ساعت ۲۰ الی ۱۰ صبح در شرایط آسایش حرارتی قرار دارد و از ساعت ۱۰ الی ۲۰ در صورت وجود جریان هوا و امکان بهره‌گیری از برودت تبخیری شرایط آسایش حرارتی مجدداً فراهم خواهد شد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که سایه‌اندازی برای تأمین شرایط آسایش حرارتی در حیاط مرکزی بسیار اهمیت دارد و از این جهت استفاده از گیاهان مشجر و حوض و آب‌نما برای تأمین سایه و افزایش برودت تبخیری و همچنین آبپاشی کف حیاط در تأمین شرایط آسایش حرارتی حیاط مرکزی بسیار اهمیت دارند.



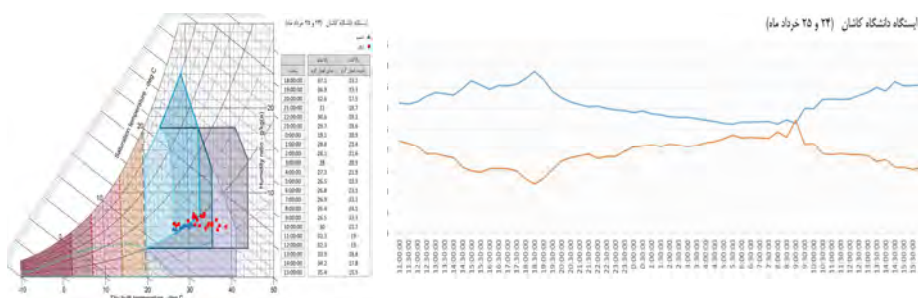


نمودار ۱۸- نمودار خردادماه  
زیست اقلیمی (گیوانی) بالاخانه  
(مأخذ: نگارنده)

نمودار ۱۷- نمودار دما و رطوبت نسبی بالاخانه در  
خردادماه  
(مأخذ: نگارنده)

تحلیل داده‌های دمایی و رطوبتی بالاخانه در ۲۴ و ۲۵ خردادماه در نمودار ۱۷ آورده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که دما در طول شبانه‌روز بین ۲۴ تا ۲۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۲۱ تا ۳۵ درصد در نوسان است. تحلیل این داده‌ها در نمودار زیست اقلیم گیوانی (نمودار ۱۸) نشان می‌دهد که بالاخانه از عملکرد آسایش حرارتی مناسبی در طول شبانه‌روز خردادماه برخوردار است و از ساعت ۲۰ الی ۱۰:۳۰ کاملاً در محدوده آسایش حرارتی قرار داشته و از ساعت ۱۰:۳۰ تا غروب خورشید نیز در صورت برخورداری از مختصر تهویه طبیعی مناسب از طریق پنجره‌ها می‌تواند شرایط آسایش حرارتی را تأمین نماید. البته لازم به توضیح است که برای برخورداری از تهویه مناسب لازم است حیاط مرکزی از شرایط سایه‌اندازی و برودت تبخیری مناسب نیز بهره‌مند باشد.

در نهایت به منظور بررسی شرایط آب و هوایی و آسایش حرارتی در مقیاس اقلیم منطقه‌ای و مقایسه آن با شرایط آب و هوایی و آسایش حرارتی در مقیاس اقلیم محلی (بام) و خرد اقلیم (حیاط مرکزی) در ۲۴ و ۲۵ خردادماه اطلاعات ایستگاه هواشناسی نصب‌شده در بالای دانشکده معماری و هنر دانشگاه کاشان در نمودار ۱۹ آورده شده است.



نمودار ۱۹- نمودار دما و رطوبت نسبی دانشگاه کاشان  
در خردادماه (مأخذ: نگارنده)

نمودار ۲۰- نمودار خردادماه  
زیست‌اقليمی (گیوانی) دانشگاه  
کاشان (مأخذ: نگارنده)

همان‌طور که در این نمودار مشخص است دمای هوای این ایستگاه بین ۲۶ تا ۳۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۱۲ تا ۲۷ درصد نوسان دارد و به‌منظور تحلیل شرایط آسایش حرارتی این داده‌ها بر روی نمودار زیست‌اقليمی گیوانی منتقل گردید. نتایج نمودار ۲۰ نشان می‌دهد که در اکثر مواقع شبانه‌روز داده‌های ثبت‌شده در این ایستگاه خارج از محدوده آسایش حرارتی بوده و تنها در هنگام صبح و در صورت وجود جریان هوا آسایش حرارتی تا حدودی قابل‌دسترس خواهد بود. همچنین، از مقایسه تحلیل نمودار گیوانی ایستگاه دانشگاه کاشان (اقليم منطقه‌ای) با بام (اقليم محلی) و حیاط مرکزی (خرد اقليم) می‌توان نتیجه گرفت که حیاط مرکزی به عنوان خرد اقليم نقش بسیار مؤثری در تعدیل شرایط آب و هوایی شهر کاشان در خردادماه داشته و موجب افزایش آسایش حرارتی ساکنین می‌گردد. همچنین عملکرد حرارتی بام خانه عطارها به عنوان معماری بومی نسبت به دانشکده معماری و هنر دانشگاه کاشان که فاقد حیاط مرکزی می‌باشد و در دوره معاصر ساخته‌شده است، مناسب‌تر می‌باشد.

### تحلیل داده‌های برداشت‌شده ۱۸ و ۱۹ آذرماه

همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره گردید، با نصب دستگاه‌های برداشت داده‌های آب و هوایی، اطلاعات دما و رطوبت نسبی چهار فضای خانه عطارها شامل زیرزمین (تصویر-d-۶)، سرداب (تصویر-a-۶)، بالاخانه (تصویر-B-V) و حیاط مرکزی (تصویر-۷A) در ۱۸ و ۱۹ آذرماه مجدداً برداشت گردید و به کمک شاخص زیست‌اقلیمی گیوانی وضعیت آسایش حرارتی هر یک تحلیل گردیدند تا بتوان وضعیت شرایط آسایش حرارتی این خانه را در دو فصل سرد و گرم مقایسه نمود.

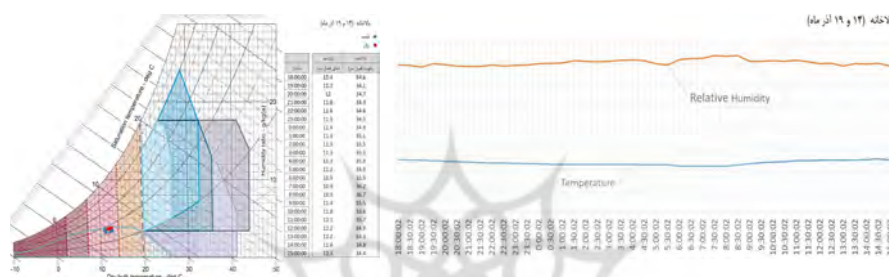
همان‌طور که در نمودار ۲۱ قابل مشاهده است داده‌های دمایی و رطوبت نسبی برداشت‌شده از حیاط مرکزی در ۱۸ و ۱۹ آذرماه آورده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که دمای این فضا بین ۵ تا ۱۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۲۶ تا ۴۹ درصد نوسان دارد. انتقال این داده‌ها بر روی نمودار گیوانی و تحلیل شرایط آسایشی این فضا در نمودار ۲۲ آورده شده است. تحلیل نمودار ۲۲ نشان می‌دهد که حیاط مرکزی خانه تاریخی عطارها در زمان برداشت داده‌ها در اواخر پاییز از عملکرد آسایش حرارتی مناسبی برخوردار نیست و سرما در این فضا قابل احساس است. به‌نحوی که بیشترین احساس سرما در اوایل صبح و کمترین احساس سرما در ظهر اتفاق می‌افتد.



نمودار ۲۱- نمودار دما و رطوبت نسبی حیاط مرکزی در آذرماه (مأخذ: نگارنده)

نمودار ۲۲- نمودار آذرماه زیست‌اقلیمی گیوانی (حیاط مرکزی (مأخذ: نگارنده)

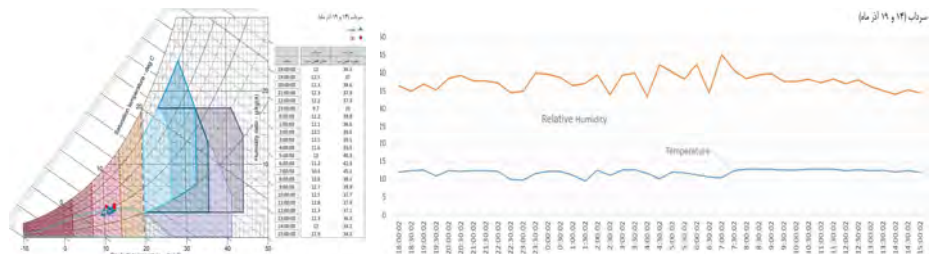
داده‌های جمع‌آوری شده در ۱۸ و ۱۹ آذرماه از فضای بالاخانه در نمودار ۲۳ آورده شده است. همان‌طور که در این نمودار قابل مشاهده می‌باشد دمای این فضای بین ۱۱ تا ۱۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی آن بین ۳۴ تا ۳۸ درصد نوسان دارد و در طول شبانه‌روز تقریباً از شرایط نسبتاً ثابتی برخوردار می‌باشد. انتقال این داده‌ها و تحلیل آسایش حرارتی در نمودار ۲۴ نشان داده شده است.



نمودار ۲۳- نمودار دما و رطوبت نسبی بالاخانه در آذرماه  
 زیست‌اقليمی (گیوانی) بالاخانه (مأخذ: نگارنده)

نمودار ۲۴- نمودار ۲۴- نمودار آذرماه  
 زیست‌اقليمی (گیوانی) بالاخانه (مأخذ: نگارنده)

تحلیل نمودار ۲۴ نشان می‌دهد که به‌عکس رفتار حرارتی این فضا در خردادماه، در آذرماه در طول ۲۴ ساعت شبانه‌روز فضای بالاخانه فاقد شرایط آسایش حرارتی می‌باشد و سرما در آن احساس می‌شود و لذا، فضای بالاخانه در این زمان نیاز به ورود پرتو خورشید از پنجره به داخل و همین‌طور استفاده از وسایل گرمازا دارد. همین‌طور، داده‌های دمایی و رطوبت نسبی برداشت شده در ۱۸ و ۱۹ آذرماه سرداب نیز بر روی نمودار ۲۵ آورده شده است. دمای سرداب بین ۹ تا ۱۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی آن بین ۳۳ تا ۴۵ درصد نوسان دارد.



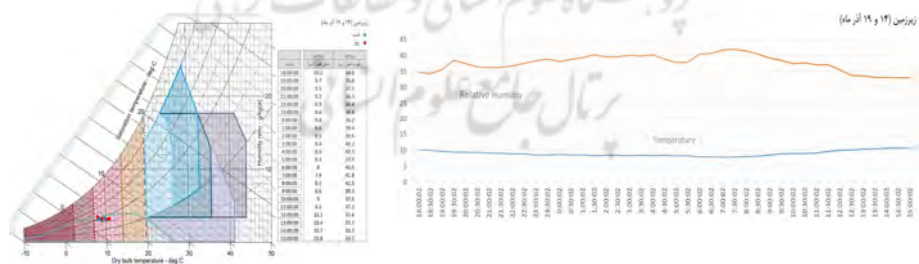
نمودار ۲۶- نمودار آذرماه

زیست اقلیمی (گیوانی) سرداب  
(مأخذ: نگارنده)

نمودار ۲۵- نمودار دما و رطوبت نسبی سرداب در آذرماه

(مأخذ: نگارنده)

مقایسه این نمودار با نمودار ۲۱ نشان می‌دهد که به طور متوسط حدود ۴ درجه سانتیگراد سرداب توانسته در افزایش دمای هوا در این زمان مؤثر باشد و تأثیری در وضعیت رطوبت نسبی نسبت به حیاط مرکزی نداشته است. باین وجود انتقال داده‌های سرداب بر روی نمودار گیوانی نیز نشان می‌دهد که سرداب هم نتوانسته برعکس عملکرد این فضا در خردادماه، در آذرماه نقش مؤثری در ایجاد آسایش حرارتی داشته باشد و در این فضا هم نیاز به استفاده از وسایل گرم‌زا می‌باشد. احتمالاً بهترین عملکرد این فضا در آذرماه ایجاد نقش عایق حرارتی بودن زمین در جلوگیری از پرت حرارت تولیدشده در داخل فضا به بیرون خواهد بود. از این رو، نتایج مطالعات نشان می‌دهد که رفتار حرارتی سرداب در خردادماه بسیار موفق‌تر از آذرماه بوده است.



نمودار ۲۸- نمودار آذرماه

زیست اقلیمی (گیوانی) زیرزمین  
(مأخذ: نگارنده)

نمودار ۲۷- نمودار دما و رطوبت نسبی زیرزمین در

آذرماه (مأخذ: نگارنده)

داده‌های دمایی و رطوبت نسبی برداشت‌شده در ۱۸ و ۱۹ آذرماه زیرزمین نیز بر روی نمودار ۲۷ آورده شده است. دمای سرداب در این زمان بین ۸ تا ۱۱ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی آن بین ۳۳ تا ۴۲ درصد نوسان دارد. مقایسه این داده‌ها با داده‌های برداشت‌شده از سرداب نشان می‌دهد که تقریباً وضعیت مشابهی میان دو فضای زیرزمین و سرداب وجود دارد. همین‌طور، انتقال داده‌های جمع‌آوری‌شده بر روی نمودار گیوانی نیز نشان می‌دهد که وضعیت آسایش حرارتی زیرزمین نیز شبیه به سرداب می‌باشد و در این فضا نیز بدون استفاده از وسایل گرمازا امکان دسترسی به آسایش حرارتی وجود نخواهد داشت.

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله داده‌های دمایی و رطوبت نسبی فضاهای مختلفی از خانه تاریخی عطارها در شهر کاشان در دو زمان ۲۴ و ۲۵ خردادماه و ۱۸ و ۱۹ آذرماه به کمک تجهیزات اندازه‌گیری برداشت و وضعیت آسایش حرارتی این فضاها به کمک نمودار زیست‌اقلمی گیوانی تحلیل و مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج مطالعات نشان داد که رفتار اقلیمی خانه تاریخی عطارها در خردادماه (فصل گرم) بسیار موفق‌تر از آذرماه (فصل سرد) است، به نحوی که تقریباً در تمامی فضاها در خردادماه عملکرد طبیعی بنا آسایش حرارتی را فراهم می‌نماید و در این میان بهترین رفتار حرارتی را از سرداب شاهد بودیم. همچنین، عملکرد حیاط مرکزی در مقیاس خرد اقلیم بسیار موفق‌تر از عملکرد بام (در مقیاس اقلیم محلی) و ایستگاه دانشکده معماری و هنر دانشگاه کاشان (در مقیاس اقلیم منطقه‌ای) ارزیابی گردید. در مقابل، نتایج مطالعات از رفتار حرارتی فضاهای خانه تاریخی عطارها در اواخر آذرماه نشان داد که به‌عکس رفتار حرارتی این خانه در خردادماه، عملکرد این خانه در آذرماه منجر به آسایش حرارتی نمی‌گردد و در بیشتر ساعات نیاز به استفاده از تجهیزات گرمازا خواهد بود. از این‌رو، به نظر می‌آید

نقش مثبت این خانه در فصل سرد بخصوص در فضاهایی مانند سرداب و زیرزمین در ایجاد نقش حاصل از عایق حرارت بودن زمین و جلوگیری از پرت حرارت تولیدشده داخل به بیرون باشد.

همچنین، نتایج نشان داد که استفاده از سرداب و حیاط مرکزی (بخصوص به‌صورت گودال باغچه) به ترتیب بهترین روش برای کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی در فصل گرم مناطق گرم و خشک ایران می‌باشد و نقش مؤثری در تأمین آسایش محیطی بر عهده دارند. استفاده از پوشش گیاهی و آب‌نما در حیاط مرکزی نیز نقش مؤثری در این خصوص بر عهده خواهند داشت. بررسی عملکرد سرداب و حیاط مرکزی نشان داد که وجود این دو فضا در کل هم در فصل سرد و هم در فصل گرم مثبت بوده و منجر به افزایش آسایش محیطی می‌گردد. اما این فضاها بهترین رفتار را در فصل گرم از خود نشان می‌دهند.

نهایتاً به عنوان یک جمع‌بندی کلی از نتایج به‌دست‌آمده به نظر می‌رسد لازم است تا با انجام مطالعات بیشتر در بناهای مشابه این اقلیم و انجام مقایسه میان نتایج به‌دست‌آمده از هر یک، به دنبال پاسخ به این سؤال بود که آیا اساساً در تمامی بناهای تاریخی موجود در این اقلیم این نتایج قابل‌دستیابی است و یا در بناهایی با ابعاد، مساحت، جهت‌گیری‌ها و خرد اقلیم‌های متفاوت ممکن است نتایج متفاوت به دست آید و نهایتاً چگونه می‌توان این ضعیف عملکرد حرارتی این بناها در فصل سرد را برطرف نمود و چگونه می‌توان از عملکرد مثبت آنها در فصل گرم بخصوص در ایده‌های معماری معاصر بهره جست.

## منابع

- راز جویان، محمود. (۱۳۸۸)، *آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم*، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- سایت سازمان هواشناسی ایران: [www.irimo.ir](http://www.irimo.ir)
- طاهباز، منصوره. (۱۳۸۸)، روش تحلیل آمار هواشناسی برای طراحی معماری همساز با اقلیم، *نشریه هنرهای زیبا*، شماره ۳۸، انتشارات دانشگاه تهران.
- طاهباز، منصوره؛ جلیلیان، شهربانو و فاطمه موسوی. (۱۳۹۱). آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گذرهای کاشان، *دو فصلنامه مطالعات معماری ایران*، شماره ۱، دانشگاه کاشان.
- قیابکلو، زهرا. (۱۳۸۰)، روش‌های تخمین محدوده آسایش حرارتی، *نشریه هنرهای زیبا*، دانشگاه تهران.
- Givoni, B. (1998). *Climate Consideration in Building and Urban Design*. John Wiley & Sons.
- Givoni, B. (1976). *Man, Climate and Architecture*. London: Applied Science Publishers Ltd.
- Kasmaei, M. (2015). *Climate and Architecture*.
- Keshtkaran, P. (2011). Harmonization between climate and architecture in vernacular heritage; a case study in Yazd, Iran. *Procedia Engineering*, 21, 428-438.
- Soflaei, F., Shokouhian, M., & Mofidi Shemirani, S. M. (2016). Investigation of Iranian traditional courtyard as passive cooling strategy (a field study on BS climate). *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5, 99-113.
- Spittka, R. (2019). *Thermal comfort analyses and conceptual implementation of vernacular design strategies*. Master of Science Thesis, the Delft University of Technology, Netherlands.
- Tian, X., Zhang, SH., Lin, Zh., Li, Y. (2019). Experimental investigation of thermal comfort with stratum ventilation using a pulsating air supply. *Journal of Building and Environment*, Elsevier. Vo 165.