

مسکن و محیط زیست

شماره ۸۴ ◆ زمستان ۹۳ ◆

بررسی فرم مناسب سقف و سودمندی استفاده از بادخور و بادگیر در تهویه طبیعی مسکن چابهار

امین‌اله احمدی *، بابک علیرضایی و رونوسفادرانی **

۱۳۹۲/۰۱/۰۹

تاریخ دریافت مقاله:

۱۳۹۳/۰۲/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله:

چکیده

طراحی اقلیمی و توجه به مباحث مربوط به معماری پایدار از مهمترین جریان‌های معماري معاصر به حساب می‌آیند که ساقه چند هزار ساله به خصوص در ایران دارد. در دوران معاصر طراحی اقلیمی عکس العمل منطقی به بحران‌های ناشی از کمبود منابع تولید انرژی و افزایش آلودگی‌های محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بوده است. در ایران، یکی از اقلیم‌هایی که توجه به شرایط زیست محیطی به‌منظور ایجاد آسایش حرارتی و رسیدن به معماری همساز با اقلیم در آن نقش حیاتی دارد، اقلیم گرم و مرطوب است که با رطوبت و گرمای بالا مواجه است و به‌منظور تهویه رطوبتی و سرمایش از راه‌های غیر طبیعی نیاز به صرف انرژی و هزینه زیاد دارد. این نوشته درصد است که با توجه به مباحث مربوط به طراحی اقلیمی در اقلیم گرم و مرطوب ایران، فرم مناسب سقف را جهت استفاده بهینه از تهویه طبیعی در خانه‌های مسکونی شهر چابهار که در اقلیم گرم و مرطوب واقع شده و با مشکلات ناشی از گرما و رطوبت مواجه می‌باشد، بررسی کند و سودمند بودن استفاده از بادخان و بادخور را در این منطقه مورد سنجش قرار دهد. روش تحقیق مورد استفاده در این مقاله با استفاده از داده‌های پایگاه‌های هواشناسی و منابع استادی و کتابخانه‌ای معتبر به‌منظور جمع آوری اطلاعات، توصیفی تحلیلی و نیز استفاده از مدل‌سازی رایانه‌ای در نرم افزار Vasari Autodesk (نرم افزار شبیه‌ساز توپل باد) به‌منظور ارایه راهکارهای کالبدی و سنجش درستی آن می‌باشد. نتایج این نرم افزار با نرم افزار Ansys cfx version 13 (نرم افزار مطرح در زمینه محاسبات دینامیک سیالات) مورد تأیید قرار خواهد گرفت. در ساختمان‌های کم ارتفاع و محصور (نظیر خانه‌های شهر چابهار) که جریان هوای زیادی به بدن ساختمان برخورد نمی‌کند، سقف در سازوکار تهویه نقش اساسی دارد، علاوه بر این جریان هوای عبوری از سقف پایدارتر و قوی‌تر است. در این مقاله با مطالعه و مدل‌سازی سه نوع سقف منحنی، شبکه‌دار و مسطح و همچنین بادخان و بادخور مناسب آن، راهکارهای کالبدی به‌منظور رسیدن به سازوکار بهینه تهویه طبیعی در ساختمان‌های یک طبقه و چند طبقه در شهر چابهار بررسی شده است و در نهایت، فرم بهینه شکل سقف (در ارتباط با تهویه طبیعی) و مؤثر بودن استفاده از بادخان و بادخور به‌منظور تهویه طبیعی در مسکن چابهار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: چابهار، تهویه طبیعی، بادخان، بادخور، شکل سقف.

* دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه علم و صنعت ایران. Ahadi6688@yahoo.com

** دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه پیام نور تهران.

مقدمه

در دوران معاصر، طراحی اقلیمی عکس العمل منطقی به بحران‌های ناشی از کمبود منابع انرژی و افزایش آلودگی محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی است. توجه به اقلیم به خصوص در اقلیم‌هایی که دارای شرایط حاد برای زندگی انسان هستند اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. یکی از این اقلیم‌ها اقلیم گرم و مرطوب است که در ایران شامل نواحی شمالی خلیج فارس و دریای عمان می‌شود. ویژگی اقلیمی این منطقه رطوبت نسبی بالا، دمای بالای هوا، شدت تابش خورشید و تابستان گرم و شرجی و زمستان معتدل است. در چنین اقلیم‌هایی تهویه طبیعی به منظور کنترل رطوبت و ایجاد فضاهایی با آسایش حرارتی، دارای نقش حیاتی است. ایجاد تهویه طبیعی در این اقلیم تنها از طریق استفاده از جریان هوا بیرون در داخل و نیز در پوسته ساختمان امکان‌پذیر است. در معماری سنتی و هم در طرح‌های جدید معماری در مناطق گرم و مرطوب، استفاده از بادگیر، خالی گذاشتن طبقه همکف برای عبور جریان هوا و سقف‌های دارای تهویه (که موضوع مورد بحث این مقاله است) دیده می‌شود. طراحی این نوع سیستم تهویه (سیستم غیر فعال) علاوه بر کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش هزینه‌های ساختمان، گامی در جهت پاک نگهداشتن محیط طبیعی از طریق کاهش تولید گرمای حاصل از وسایل سرمایشی الکتریکی و افزایش آسایش اقلیمی افراد از طریق تهویه مناسب و همیشگی می‌باشد. شهر چابهار که سازو کار تهویه طبیعی مناسب در آن مورد مطالعه این نوشته است نیز در این اقلیم (گرم و مرطوب) واقع است.

پرسش‌های پژوهش، روش تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات

این پژوهش در صدد است تا با توجه به مباحث مربوط به تهویه طبیعی و نقش آن در آسایش حرارتی و نیز

معماری پایدار به پرسش‌های زیر پاسخ دهد:

- در چه زمان‌هایی از سال به منظور آسایش حرارتی، بناهای مسکونی شهر چابهار نیاز به تهویه دارد؟
- با توجه به شرایط اقلیمی شهر چابهار، به منظور تهویه طبیعی، از چه روش‌هایی می‌توان استفاده کرد؟
- راه کارهای کالبدی و کاربردی استفاده از تهویه طبیعی در بناهای شهر چابهار چگونه است؟

روش جمع‌آوری اطلاعات در این مقاله با استفاده از مطالعه منابع معتبر اسنادی و کتابخانه‌ای بوده است. همچنین داده‌های هواشناسی مورد نیاز در رابطه با شرایط اقلیمی شهر چابهار از جمله سرعت باد، جهت باد، متوسط درجه حرارت هوا، رطوبت هوا و درجه حرارت روز از داده‌های پایگاه هواشناسی سازمان بنادر و دریا نورده ایران در چابهار در بازه‌های زمانی ده ساله جمع‌آوری شده و به صورت حداقل و حداقل و متوسط عددی در موارد مورد نیاز استفاده شده است. روش تحقیق توصیفی تحلیلی و نیز استفاده از مدل‌سازی رایانه‌ای و شبیه‌سازی عددی بوده است.

تهویه طبیعی

تهویه طبیعی، چگونگی عملکرد و عوامل مؤثر در آن

تهویه هوا به عمل جانشین کردن و یا جایگا کردن هوا در یک فضا گفته می‌شود که به منظور تأمین هوای تازه، خارج کردن هوای گرم و مرطوب و خنک کردن فضا و تأمین آسایش حرارتی انسان انجام می‌شود. در روش تهویه طبیعی عمل جایگایی هوا از طریق اثر دودکش که می‌بینی بر حرکت هوای گرم به بالا و ورود هوای سرد از پایین به جای آن است و یا از طریق کوران هوا که جایگایی هوا از طریق فشار مثبت و منفی باد انجام می‌شود (قبادیان، ۱۳۷۸، ۶۴-۷۱). امروزه توجه به استفاده از تهویه طبیعی در طراحی‌های ساختمان به طور

تر جایگزین آن می‌شود. این پدیده با عنوان "اثر دودکشی" شناخته می‌شود. اختلاف دمای بین داخل و خارج ساختمان و بین نواحی مختلف آن باعث ایجاد اختلاف فشار و به دنبال آن جابجایی هوا می‌شود.

تهویه طبیعی و آسایش حرارتی

شرایط آسایش حرارتی به محدوده‌ای از دما و رطوبت گفته می‌شود که در آن ساز و کار تنظیم حرارت بدن در حداقل فعالیت خود باشد (Givoni, 1976, 287). عوامل دما هوا، رطوبت نسبی، سرعت جریان هوا، متوسط دمای تابشی، سرعت سوخت و ساز بدن و میزان پوشش بدن در تعیین محدوده آسایش حرارتی مؤثر می‌باشند (Fanger, 1970). از آن جا که تهویه طبیعی باعث تعدیل رطوبت و دما می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که یکی از مؤثرترین عوامل در ایجاد آسایش حرارتی، تهویه است (راجزویان، ۱۳۶۷). طبق استاندارد آسایش حرارتی اولگی محدوده آسایش از نظر دمایی بین ۲۱ تا ۲۷.۷ درجه سانتیگراد و از نظر رطوبت بین ۳۰ تا ۶۵ درصد می‌باشد (Olgyay, 1973). براساس استاندارد ایالات متحده آمریکا این محدوده از نظر دمایی بین ۲۲.۲ تا ۲۵.۶ درجه سانتی گراد و از نظر رطوبت بین ۸۰ تا ۸۰ درصد می‌باشد (ASHRAE, 1985).

با بررسی داده‌های هواشناسی ایستگاه چابهار در فاصله زمانی اوایل فروردین تا اوایل مهر در اکثر روزها، شرایط آب و هوایی چابهار در محدوده بالای استاندارد آسایش حرارتی قرار می‌گیرد، تا آن جا که در برخی از روزها رطوبت بیش از ۸۰ درصد و دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد هم ثبت شده است (ایستگاه هواشناسی چابهار سازمان بنادر و دریانوری ایران). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تهویه طبیعی در ماههای گرم سال می‌تواند در تعدیل شرایط حرارتی بسیار مؤثر باشد.

فزاینده‌ای رو به افزایش است و طراحان به این طریق سعی در افزایش رضایتمندی کاربران فضاهای و نیز کاهش هزینه‌های ساخت و نگهداری و کاهش مصرف انرژی دارند.

نیروهایی که باعث تهویه طبیعی می‌شوند در دو عامل کلی خلاصه می‌شود (CIBSE, 2005, 10): نیروهای باد و خاصیت شناوری.^۱ این نیروها مکانیزم‌های مربوط به تهویه طبیعی را مشخص می‌کنند. شکل و مکان ساختمان (برای نمونه قرار داشتن در محیط باز یا متراکم و یا مرتفع بودن یا کم ارتفاع بودن) چگونگی تهویه طبیعی ساختمان را مشخص می‌کند. بر این اساس سه حالت برای تهویه طبیعی می‌توان در نظر گرفت: تهویه یک طرفه، تهویه دو طرفه و تهویه دودکشی، هر کدام از این حالات نشان می‌دهد که هوای داخل بنا که نیاز به تهویه دارد، چگونه با جریان هوای خارج مرتبط می‌شود (Andersen, 2002). تهویه طبیعی بر سه پدیده اقلیمی سرعت باد، جهت باد و اختلاف دمایی مبتنی است (مکاری، ۱۳۸۱، ۲۳).

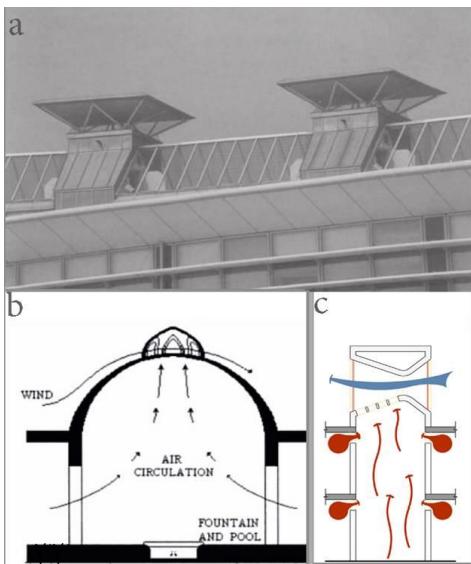
سرعت باد: جریان باد در برخورد با ساختمان باعث ایجاد یک میدان فشار در اطراف ساختمان می‌شود. این میزان این میدان فشار مبتنی بر سرعت باد است. در این رابطه تهویه هوایکشی تنها زمانی مؤثر است که سرعت باد بیش از ۲.۵ متر بر ثانیه (۹ کیلومتر بر ساعت) باشد.

جهت باد: اساسی‌تری عامل تعیین کننده نحوه عبور هوا از یک ساختمان، جهت وزش باد است. هنگامی که باد از روی ساختمان حرکت می‌کند، باعث ایجاد یک میدان فشار متغیر مثبت یا منفی می‌شود. سپس هوا از نواحی دارای فشار مثبت به نواحی دارای فشار منفی به جریان در می‌آید.

اختلاف‌های دمایی: با افزایش دما، چگالی هوا کاهش می‌یابد و هوا به سمت بالا حرکت می‌کند و هوای خنک

راهکارهای کالبدی ایجاد تهویه طبیعی

راهکارهای کالبدی ایجاد تهویه طبیعی را از نظر مکان استفاده می‌توان به سه نوع تقسیم کرد: تمهیدات کالبدی در سقف، تمهیدات کالبدی در نما و بدنه ساختمان و ترکیبی از آن دو (CIBSE, 2005, 15-20). به منظور استفاده از تهویه طبیعی از راهکارهای مختلفی استفاده می‌شود. بادخور^۱، بادخان^۲، دودکش‌های خورشیدی^۳، پنجره‌های تهویه‌دار در یک طرف یا به صورت دو طرفه، نماهای دو پوسته^۴ و استفاده از آتریوم بر پایه اثر دودکشی، از جمله راهکارهای متداول برای تهویه طبیعی هستند (Allard & Ghiaus, 2005: 28-36).



ت ۱. تهویه طبیعی به وسیله بادخان. قسمت a کاربرد این روش در یک ساختمان مدرن (ساختمان اداره مرکزی یونیکا^۱ ساخته شده در سال ۱۹۹۴) را نشان می‌دهد (Baird, 2004, 43)، قسمت b کارکرد سنتی این روش را نشان می‌دهد (Allard, 2002, 240)، و قسمت c چگونگی عملکرد این روش را نشان می‌دهد (مأخذ: نگارندگان).

بادخور: بادخورها اجزای معماری هستند که به منظور گرفتن باد و کشاندن هوای تازه به داخل بنا استفاده می‌شوند. اساس کار بادخورها بر پایه کوران هوای است و مانند بادخان بر روی سقف بنا یا به عنوان بخش مستقل از بنا کار می‌کنند (مک کارتی، ۱۳۸۱).

این برج‌های بلند در ابتدا در نواحی کویری ایران به کار برده شدند و کارکرد آن‌ها مبتنی بر آوردگشایی هوا خارج به داخل، به منظور کاهش دما و برقراری شرایط آسایش حرارتی می‌باشد، فشار مثبت باد در جهت وزش و فشار منفی در خلاف جهت وزش این شرایط را فراهم می‌کند. به این منظور باید دهانه‌های ورودی بادخور را

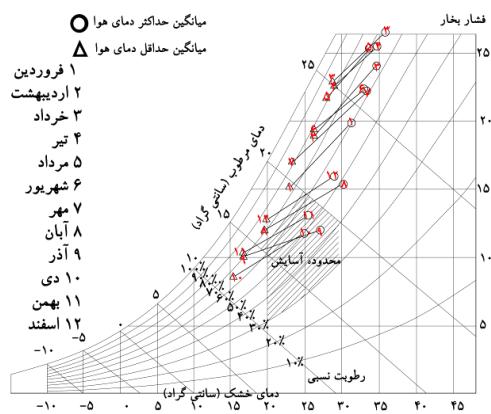
در تهویه طبیعی، سقف دارای اهمیت زیادی است زیرا هوای گرم به علت سبک بودن تمایل به حرکت به سمت بالا دارد. علاوه بر آن جریان‌های هوایی که از سطح بام عبور می‌کند قوی‌تر و پایدارتر هستند. همچنین تهویه طبیعی از سقف برای بناهای کم ارتفاع و محصور، که جریان هوای در اطراف آن کم است و نیز بناهایی که در اطراف آن سر و صدا و آلودگی هوای زیاد است، مناسب می‌باشد (McCarthy, 1999).

با توجه به اینکه خانه‌های مسکونی شهر چابهار اغلب کم ارتفاع و محصور هستند، تهویه از طریق سقف برای آن مناسب‌تر می‌باشد. در ادامه به راهکارهای کالبدی تهویه از طریق سقف اشاره می‌شود:

بادخان: بادخان‌ها که اغلب به شکل مربع یا مستطیل و با دو یا چند دهانه هستند، از سالیان دور به منظور تهویه طبیعی به عنوان عنصر معماری مستقل و یا بخشی از پوشش سقف به کار گرفته می‌شدند. اساس کار بادخان‌ها ترکیبی از عملکرد تهویه دودکشی (بالا رفتن هوای گرم و جایگزینی هوای سرد) و تهویه یک طرفه باد (منتقل کردن هوای گرم از دهانه برج به وسیله باد) است (McCarthy, 1999).

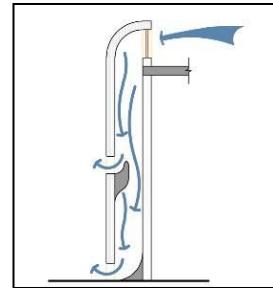
شرایط اقلیمی چابهار و داده‌های مرتبط با جریان هوا به لحاظ اقلیمی، نواحی شمالی خلیج فارس و دریای عمان که چابهار هم بخشی از آن است جزو نواحی گرم و مرطوب محسوب می‌شود. ویژگی‌های اقلیمی این منطقه، رطوبت نسبی بالا، دمای بالای هوا، شدت تابش خورشید و تابستان‌های گرم و شرجی و زمستان‌های معتدل است. همچنین میزان ریزش باران سالیانه بسیار اندک است و اغلب بارندگی در فصول پاییز و خصوصاً زمستان است. از دیگر ویژگی‌های این منطقه اختلاف کم درجه حرارت بین شب و روز، پوشش بسیار کم گیاهی و میزان تبخیر بسیار زیاد آب می‌باشد (کسمایی، ۱۳۸۱، ۸۳). موقعیت جغرافیایی شهر چابهار در عرض جغرافیایی $25^{\circ}2$ درجه و طول جغرافیایی $60^{\circ}2$ درجه و عمق نصب 25 متر می‌باشد. طبق داده‌های ایستگاه هواشناسی سازمان بنادر و دریانوردی ایران در چابهار، متوسط ده ساله دمای هوا 26 درجه سانتیگراد و حداقل و حداچل دمای هوا 33 و 14 درجه سانتیگراد بوده است. در ماه‌های گرم سال دمای هوا در اکثر روزها نزدیک 30 درجه سانتیگراد بوده است. متوسط سالیانه رطوبت نسبی هوا 61 درصد می‌باشد که در ماه‌های گرم سال تا بیش از 80 درصد هم گزارش شده است (ایستگاه هواشناسی چابهار سازمان بنادر و دریانوردی ایران).

نمودار ۱ سایکرومتریک چابهار را نشان می‌دهد.

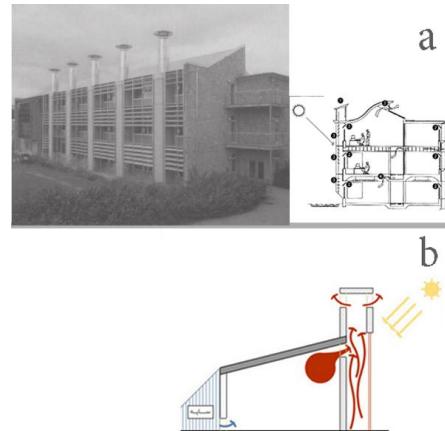


ن ۱. نمودار سایکرومتریک چابهار (برگرفته از کسمایی، ۱۳۸۸).

به جهت باد غالب باشد. هنگامی که باد جریان ندارد، این برج‌ها عملکرد تهویه‌ای دودکشی دارند (Ettonney, 2008, 247-249).



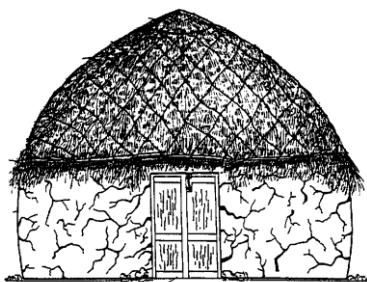
عملکرد دودکش‌ها مستقل از جریان باد است ولی دهانه خروجی آن‌ها نباید در جایی باشد که فشار هوا مثبت است. آزمایشات متعدد کارایی بالای این سیستم تهویه را به خصوص در ساختمان‌های چند طبقه نشان داده است (Allard, 2002).



نمودار ۳: تهویه طبیعی به وسیله دودکش خورشیدی. قسمت a کاربرد این روش در یک ساختمان مدرن (اداره محیط زیست) بی آر آی در واتفورد انگلستان ساخته شده در سال ۱۹۹۹ (Baird, 2004: 47) است. قسمت b چگونگی عملکرد این روش را نشان می‌دهد (مأخذ: نگارندگان).

مسکن سنتی چابهار و تهویه طبیعی در آن

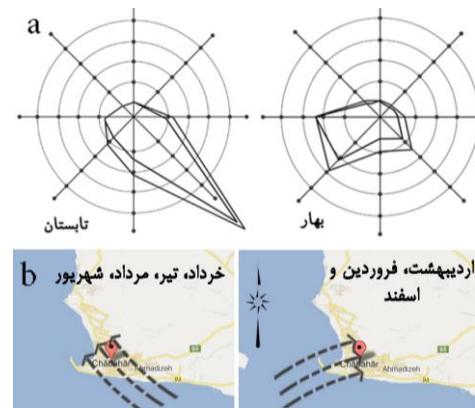
خانه‌های سنتی چابهار اکثرًا با دیوارهای کاه گلی و یک طبقه هستند که سقف آن‌ها با الوار، نی و ساقه خرما و کاه اندود شده است. پوشش گیاهی کم و نبود چوب کافی در شکل گیری چنین مسکن‌هایی مؤثر بوده است. به لحاظ تهویه طبیعی این خانه‌های با مشکل روبرو هستند و جریان هوا علاوه بر خانه به دلیل محصوریت در محوطه نیز جریان پیدا نمی‌کند، که باعث به وجود آمدن شرایط نامساعد آسایشی می‌شود (جانب الهی، ۱۳۷۵). مزیت این خانه‌ها در استفاده از مصالح بومی و با ظرفیت حرارتی پایین مصالح آن بوده هرچند که به علت مقاومت کم مصالح، نیاز به تعمیرات مکرر سالانه داشته است. چنین خانه‌هایی تا حدودی می‌توانسته است نیازهای زندگی روستایی را برطرف کند ولی با شهرنشینی و افزایش تراکم ساختمانی در چابهار چنین خانه‌هایی ناکارآمد می‌باشد (تولسلی، ۱۳۷۱). گونه دیگر سکونت‌های سنتی در این ناحیه کپرهاست که با توجه به استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی کم مثل نی و برگ و ساقه خرما در بدنه و سقف گندی آن با شرایط اقلیمی منطقه سازگاری زیادی دارد (جانب الهی، ۱۳۷۵) (ت ۵).



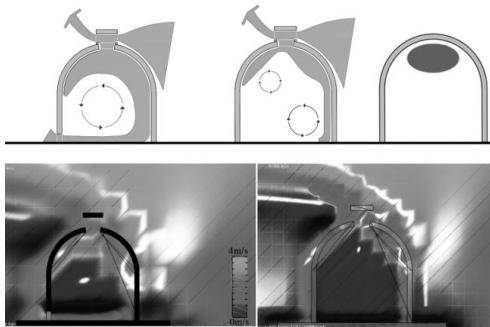
ت ۵. ترسیمی از کپرهای چابهار (جانب الهی، ۱۳۷۵).

خانه‌های جدید ساخت در چابهار بر پایه استفاده از تجهیزات مکانیکی و الکتریکی به منظور تهویه و سرمایش ساخته می‌شود و شرایط اقلیمی در اغلب آن‌ها رعایت نمی‌شود.

با توجه به تصویر ۴ در هفت ماه از سال، دمای هوا خارج از محدوده آسایش می‌باشد، در این هفت ماه رطوبت هوا بالای ۶۵ درصد و در برخی موارد بالای ۸۰ درصد می‌باشد. بنابراین در ماههای فروردین تا مهر نیاز به تهویه طبیعی برای تعدیل شرایط محیطی است. در رابطه با سرعت و جهت باد که نقش تعیین کننده‌ای در تهویه طبیعی دارد، متوسط سرعت سالیانه باد در چابهار ۴ متر در ثانیه گزارش شده و حداقل سرعت باد نیز ۱۱.۸ متر بر ثانیه بوده است (ایستگاه هواشناسی چابهار سازمان بنادر و دریانوردی ایران). با توجه به حداقل سرعت باد مؤثر در تهویه طبیعی که در بخش ۱ بیان شد (۲.۵ متر بر ثانیه)، سرعت باد به منظور تهویه طبیعی در چابهار مناسب می‌باشد بهخصوص که سرعت باد در ماههای گرم سال بیش از حد متوسط (۴ متر بر ثانیه) می‌باشد. در رابطه با جهت باد، وزش باد در چابهار از جهات مختلفی می‌باشد، در فصول گرم سال باد غالب از سمت جنوب شرقی می‌وزد جهت وزش باد غالب شهر در این فصول ۱۳۵ تا ۲۳۰ درجه (جنوب شرق تا جنوب غرب) متغیر است (ایستگاه هواشناسی چابهار سازمان بنادر و دریانوردی ایران؛ کسمائی، ۱۳۸۸)، (ت ۴).



ت ۴. جهت وزش بادهای غالب شهر چابهار در فصول گرم سال. قسمت a گلbad شهر چابهار در تابستان و بهار را نشان می‌دهد (برگرفته از کسمائی، ۱۳۸۸). قسمت b حاصل پردازش‌های مقاوله براساس داده‌های ایستگاه هواشناسی چابهار می‌باشد (مأخذ: نگارندگان).



ت ۶. نتایج مدلسازی سقف منحنی شکل در دو حالت، یکی وجود دریچه ورودی هوا (سمت چپ) و دیگری بدون دریچه ورودی هوا (سمت راست)، بهمراه بادخان آن در نرم افزار شبیه‌ساز باد Autodesk Vasari (حاصل پردازش‌های مقاله براساس داده‌های مربوط به شهر چابهار). حجم و سرعت تهویه در مدل دارای دریچه ورودی هوا بیشتر و عملکرد تهویه بهتر است (سرعت باد در قسمت‌های به رنگ آبی (رنگ تیره در تصاویر سیاه و سفید) صفر است و در قسمت زرد رنگ (سفید در تصاویر سیاه و سفید) حداقل است.

سقف‌های شبیدار

این نوع سقف بیشتر در حاشیه ساحلی دیده می‌شود. تصویر ۷ نتایج مدلسازی این نوع سقف و محل جمع شدن هوای گرم و نیز بادخان مناسب برای آنرا در دو حالت، یکی وجود دریچه ورودی هوا و دیگری بدون دریچه ورودی هوا، در نرم افزار شبیه‌ساز باد نشان می‌دهد.

سقف‌های مسطح

بیشتر خانه‌های نو ساخت و همچنین خانه‌های سنتی در چابهار دارای سقف‌های مسطح هستند. در سقف‌های مسطح به دلیل پراکنده بودن هوای نامطبوع در فضای زیر سقف، تهویه با مشکل روبرو می‌شود. به منظور ایجاد حرکت شناوری در هوای داخل ساختمان، ابتدا سقف به قسمت‌های کوچکتر تقسیم می‌شود. این کار به این دلیل انجام می‌شود که بتوان با ارتفاع سقف کمتر، سقف مسطح را به سقف منحنی و یا شبیدار تبدیل کرد و این کار را می‌توان با سقف‌های کاذب، گچبری‌ها و یا عناصر دکوراتیو

بررسی فرم مناسب سقف جهت تهویه طبیعی در ساختمان‌های چابهار

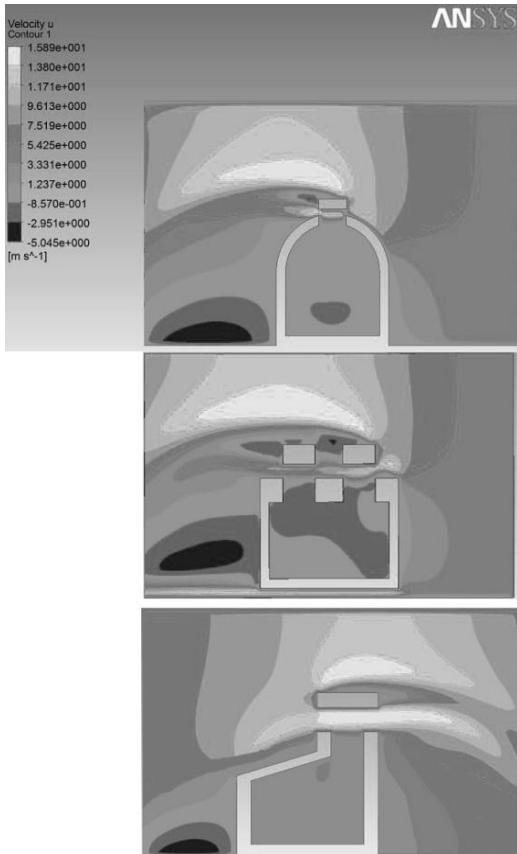
با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان نتیجه گرفت که در شش ماه گرم سال (اوایل فروردین تا اوایل مهر ماه) خانه‌های شهر چابهار نیاز به تهویه طبیعی دارد و جهت بادهای مطلوب در این مدت بین جنوب شرق تا جنوب غرب متغیر است (ایستگاه هواشناسی چابهار سازمان بنادر و دریانوردی ایران؛ کسمائی، ۱۳۸۸). بهمین دلیل جهت دریچه‌های تهویه هوا باید در این محدوده قرار گیرد. از طرفی نوع تهویه مناسب برای شهر چابهار به دلیل شکل محصور و کم ارتفاع خانه‌ها و نیز بافت نیمه مترکم شهری، تهویه از طریق سقف می‌باشد، با در نظر گرفتن اهمیت سقف در تهویه طبیعی که در بخش ۱ و ۲ به آن اشاره شد، به بررسی و مدلسازی پوشش‌های رایج بام در رابطه با تهویه طبیعی می‌پردازیم. در کلیه مدلسازی‌ها، سرعت باد در قسمت‌های به رنگ آبی (یا تیره رنگ در تصاویر سیاه و سفید)، صفر است و هرچه به رنگ زرد (رنگ روشن)، تمایل پیدا می‌کند، سرعت باد و میزان تهویه بیشتر می‌شود شرح مدلسازی در نرم افزار Autodesk Vasari^۱ در پیوست ۱ موجود می‌باشد. نتایج حاصل از این نرم افزار با نرم افزار Ansys cfx^۲ version13 تأیید قرار خواهد گرفت.

سقف‌های گبدهی و منحنی شکل

فرم سقف کپرهای در این منطقه به صورت منحنی است و با توجه به زاویه تابش خورشید در شهر چابهار که در فصل تابستان نزدیک به قائم می‌باشد، با این اقلیم متناسب است. در ادامه نتایج مدلسازی این نوع سقف و بادخان مناسب برای آن در دو حالت، یکی وجود دریچه ورودی هوا و دیگری بدون دریچه ورودی هوا، در نرم افزار شبیه‌ساز باد نشان داده شده است (ت ۶).

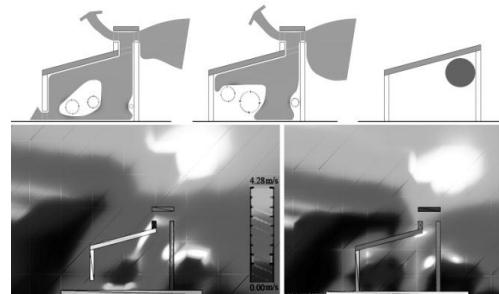
سنچش نتایج نرم افزار Autodesk Vasari در نرم افزار Ansys cfx

Vasari به منظور بررسی درستی خروجی‌های نرم افزار Autodesk یک نمونه از هر سقف در نرم افزار cfx مورد ارزیابی مجدد قرار گرفت است (ت ۹).

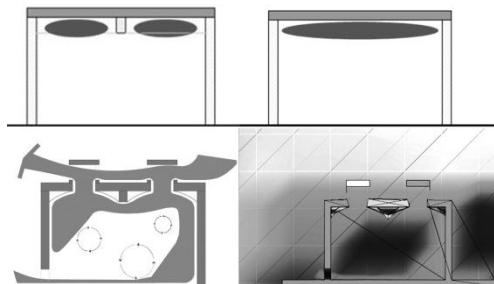


ت ۹. سنچش یک نمونه از خروجی‌های نرم افزار Autodesk Vasari در نرم افزار Ansys cfx (حاصل پردازش‌های مقاله براساس داده‌های مربوط به شهر چابهار). خروجی‌های این نرم افزار با تقریب قابل قبول نتایج نرم افزار Autodesk Vasari را تأیید می‌کند. در این نتایج نیز عملکرد سقف شیبدار در تهویه طبیعی مناسب‌تر می‌باشد در قسمت قرمز رنگ (سفید در تصاویر سیاه و سفید) حداکثر جریان و در قسمت آبی تیره (سیاه در تصاویر سیاه و سفید) حداقل جریان برقرار است.

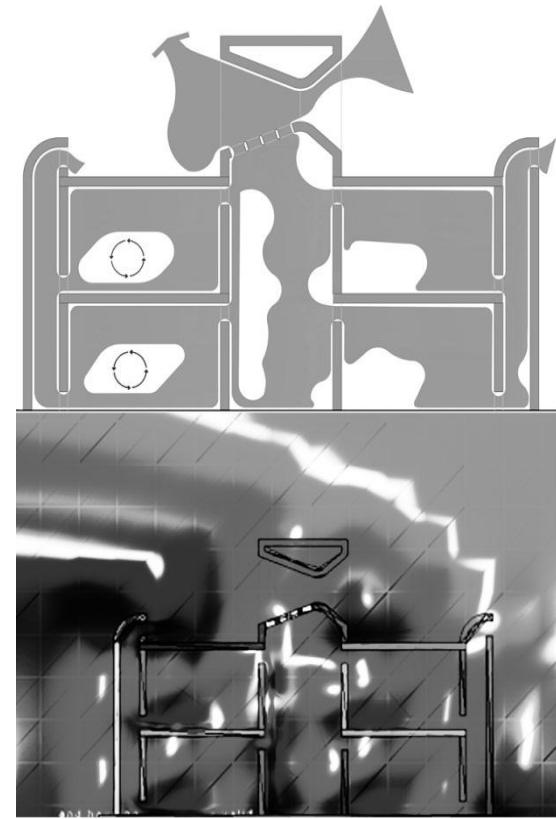
نیز انجام داد که به صورت متداول به منظور تزئین در ساختمان‌ها به کار می‌رond. سپس به منظور متمرکز کردن هوای گرم و مرطوب، قسمت‌های کوچکتر به سقف منحنی و یا شیبدار تبدیل می‌شود، با استفاده از اصول ذکر شده برای این نوع سقف‌ها، عملکرد تهویه بهتر می‌شود (ت ۸). استفاده از دریچه‌های تهویه سقفی تا حدودی در ایجاد جریان‌ها در داخل مؤثر بوده است ولی نسبت به سقف شیبدار و منحنی، میزان تهویه و جریان‌ها کمتر است.



ت ۷. نتایج مدل‌سازی سقف شیبدار بدون دریچه ورود هوای (در سمت راست) و با دریچه ورود هوای (سمت چپ) در نرم افزار شبیه‌ساز باد Autodesk Vasari (حاصل پردازش‌های مقاله براساس داده‌های مربوط به شهر چابهار). سرعت باد در قسمت‌های به رنگ آبی (رنگ تیره در تصاویر سیاه و سفید) صفر است و در قسمت زرد رنگ (سفید در تصاویر سیاه و سفید) حداکثر است. در مقایسه با تصویر ۶ (سقف منحنی) عملکرد تهویه بهتر می‌باشد. همچنین تعییه دریچه ورودی هوای حجم و سرعت تهویه را افزایش داده است.



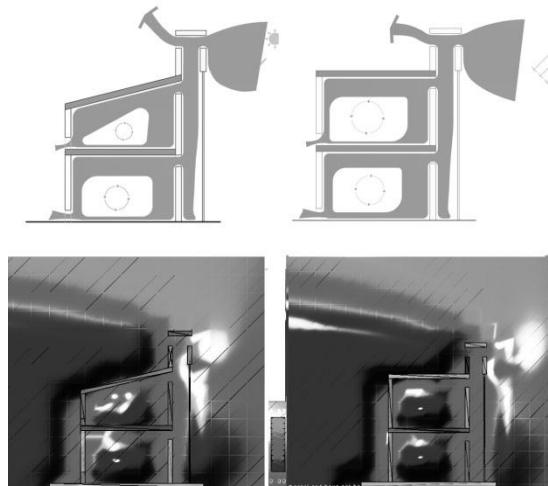
ت ۸. روش تهویه در سقف مسطح و نتایج مدل‌سازی آن در نرم افزار شبیه‌ساز باد Autodesk Vasari (حاصل پردازش‌های مقاله براساس داده‌های مربوط به شهر چابهار).



ت ۱۱. روش تهویه به کمک بادخان و بادخور نتایج مدلسازی آن در نرم افزار Autodesk Vasari (حاصل پردازش های مقاله براساس داده های مربوط به شهر چابهار). برقرار جریان هوا در ساختمان نشان دهنده اثر بخش بودن این روش می باشد. سرعت باد در قسمت های به رنگ آبی (رنگ تیره در تصاویر سیاه و سفید) صفر است و در قسمت زرد رنگ (سفید در تصاویر سیاه و سفید) حداقل است.

بررسی عملکرد بادخان و بادخور در تهویه طبیعی ساختمان های شهر چابهار

با توجه به مطالب بیان شده در بخش ۲، بادخان، بادخور از سیستم های کارآمد تهویه طبیعی هستند که به صورت بخشی از سقف و یا عصری مستقل، عمل تهویه را انجام می دهند. در ساختمان های چند طبقه، تهویه از طریق سقف بیشتر در طبقات انتهایی تأثیرگذار است، بنابراین در نظر گرفتن بادخان و بادخور به عنوان عصری مستقل و در ارتباط با تمام طبقات در این نوع از بناها در عملکرد تهویه مؤثرتر است. تصویر ۱۰ سازو کار تهویه طبیعی به وسیله بادخان در ساختمان های دو و چند طبقه را نشان می دهد.

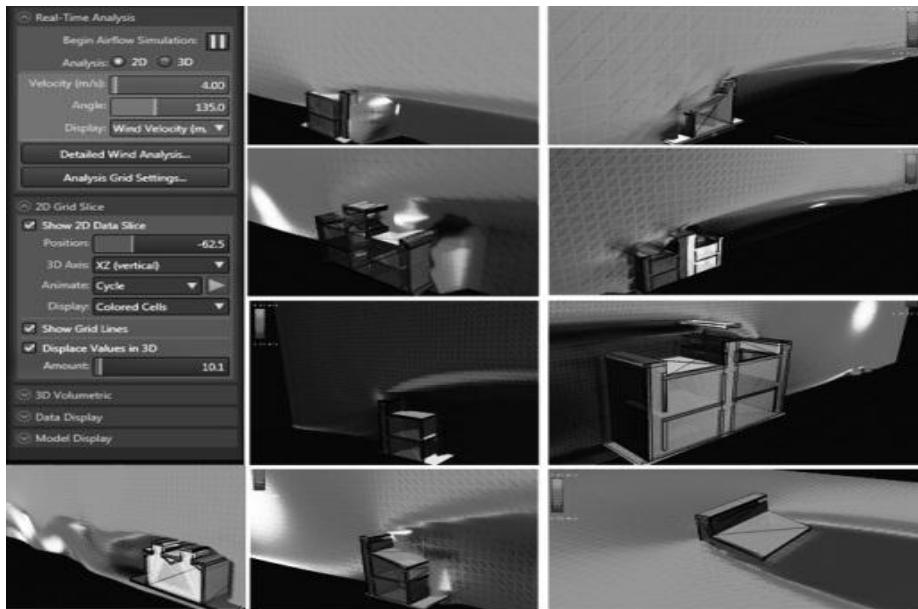


ت ۱۰. روش های تهویه به کمک بادخان برجی در ساختمان های دو یا چند طبقه با سقف تخت و شبیه دار نتایج حاصل از مدل سازی آن در نرم افزار Autodesk Vasari (حاصل پردازش های مقاله براساس داده های مربوط به شهر چابهار). به طور کلی با این روش تهویه طبیعی در ساختمان برقرار شده است. سرعت و میزان تهویه هوا در مدل با سقف شبیه دار فقط در طبقه انتهایی بیشتر است. سرعت باد در قسمت های به رنگ آبی (رنگ تیره در تصاویر سیاه و سفید) صفر است و در قسمت زرد رنگ (سفید در تصاویر سیاه و سفید) حداقل است.

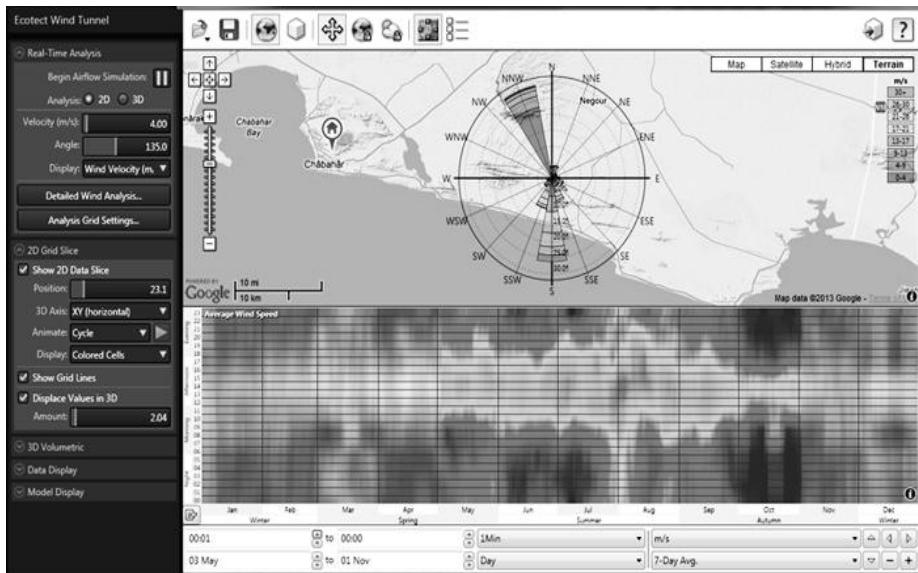
مدل ساخته شده در شرایط وزش باد شهر چابهار (که مربوط به شرایط باد در ماههای گرم و مرطوب و نیازمند تهویه در چابهار می‌باشد) مورد سنجش قرار گرفته است.

Vasari autodesk مدل‌سازی و محاسبات نرم‌افزار

به منظور سنجش فرم‌های پیشنهادی در مقامه به لحاظ سرعت و حجم تهویه طبیعی، ابتدا مدل سه بعدی هر فرم با مقیاس واقعی و بر حسب متر آماده شده است، سپس



ت ۱۲. سنجش مدل‌های سه بعدی در شرایط وزش باد با سرعت ۴ متر بر ثانیه و ۱۳۵ تا ۲۳۰ درجه (مشخصات باد غالب شهر چابهار در ماههای گرم و مرطوب سال که ساختمان در آن نیاز مند تهویه طبیعی می‌باشد).



ت ۱۳. گلبداد شهر چابهار و محدوده ماههایی که محاسبات نرم‌افزار براساس آن انجام شده است.

این زمینه دارد.

پی نوشت

- 1.Thermal buoyancy
- 2.Wind scop, Wind catcher
3. Wind tower
4. solar chmney
5. double-skin facades
6. Ionica headquarter building,

۷. نرم افزار Vasari Autodesk محصول سال ۲۰۱۳ شرکت Autodesk به منظور شبیه سازی تأثیر باد بر ساختمان می باشد، به علت اینکه این نرم افزار به تازگی ارائه شده است، تعدادی از نتایج آن در نرم افزار Ansys cfx که مورد استفاده در بسیاری از کارهای تحقیقاتی بوده است، مورد ارزیابی مجدد قرار خواهد گرفت.

۸. نرم افزاری مطرح در زمینه محاسبات دینامیک سیالات می باشد که در پژوهش‌های اجرایی و کارهای تحقیقاتی بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است.

فهرست منابع

- Allard, F. (2002), Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook. London: james & james.
- Allard, f., ghiaus, c. (2005), Natural Ventilation in the Urban Environment: Assessment and Design. Uk; earthscan.
- Andersen, K. T. (2002), Naturlig ventilation i erhvervsbygninger, By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitutt, Horsholm. Denmark: Alborg University.
- ASHRAE Handbook. (1985), American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Alanta
- Baird, G. (2004), The Architectural Expression of Environmental Control Systems. Taylor & Francis press.
- Christopher; Battle McCarthy Consulting Engineers. (1999), Wind Towers, Jon Wiley & Sons Ltd. London.
- CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers). (2005), Natural ventilation in non-domestic buildings. London: CIBSE.
- Ettouney, M. (2008), Building Integration Solutions. US: AEI (Architectural Engineering Institute).

با در نظر گرفتن شرایط آسایش حرارتی و داده های هواشناسی شهر چابهار که در بخش ۳ به آن اشاره شد، در شش ماه گرم سال (اوایل فروردین تا اوایل مهر ماه) خانه های شهر چابهار نیاز به تهویه طبیعی دارد. در این مدت، براساس داده های ایستگاه هواشناسی سازمان بنادر و دریانوردی ایران در چابهار متوسط سرعت بادهای شهر ۴ متر بر ثانیه (حداقل سرعت باد جهت تهویه طبیعی ۲.۵ متر بر ثانیه می باشد) و جهت بادهای مطلوب در این مدت بین ۱۳۵ درجه تا ۲۳۰ درجه (جنوب شرق تا جنوب غرب) متغیر است، به همین دلیل کشیدگی ساختمان ها و جهت دریچه های تهویه هوا باید در این محدوده قرار گیرد. از طرفی با توجه به ویژگی های باد مطلوب و نیز ارتفاع و محصوریت بناهای شهر چابهار نوع تهویه مناسب برای این شهر تهویه از طریق سقف می باشد. در این مقاله سه نوع سقف تخت، شبدار و منحنی به همراه بادخان تهویه هوا در آن مورد بررسی و مدل سازی در نرم افزار Vasari Autodesk و Ansys cfx قرار گرفت. با توجه به نتایج، سقف شبدار (با در نظر گرفتن جهت شبیه مخالف جهت باد) و بعد از آن سقف منحنی کارایی بهتری از نظر سرعت و حجم تهویه نسبت به سقف های مسطح دارد. همچنین استفاده از باد خور و دریچه ورود هوا بر افزایش حجم و سرعت تهویه در هر سه نوع سقف بسیار مؤثر است. از طرفی، استفاده از باد خور و بادخان به منظور تهویه طبیعی در ساختمان های شهر چابهار مورد مدل سازی قرار گرفت که نتایج آن نشان دهنده مفید و مؤثر بودن این روش در برقراری تهویه طبیعی می باشد. لازم به ذکر است که در طرح های ارائه شده در این مقاله، ابعاد و اندازه بهینه مورد نظر نبوده است که نیاز به بررسی و تحقیق جداگانه ای در

- Fanger, P. O. (1970), Thermal comfort, analysis and application in environment engineering. Copenhagen, Denmark: Danish Technical Press.
- Givoni, B. (1976), Man, Climate and Architecture. New York: Elsevier press.
- Mathur, J. Bansal N.K. Mathur S. Meenakshi J. & Anupma. (2006), Experimental investigations on solar chimney for room ventilation. Solar Energy. 80, 927–935
- Olgay, V. (1973), Design with Climate. USA: princeton university press.
- توسلی، محمود، بنیادی، ناصر. (۱۳۷۱)، طراحی فضاهای شهری ۱. تهران: انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
- جانب الهمی، محمد سعید. (۱۳۷۵)، مسکن سنتی بلوچ. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۴۳.
- دانلد، واتسون. (۱۳۸۷)، طراحی اقلیمی. ترجمه وحید قبادیان. تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- رازجویان، محمود. (۱۳۶۷)، آسایش بهوسیله معماری همساز با اقلیم. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- سایت اینترنتی سازمان بنادر و دریانوردی ایران ، پایگاه هواشناسی ایستگاه چابهار. <http://marinedata.pmo.ir>. (دسترسی در ۱۳۹۱/۱۰/۱۵).
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۱)، اقلیم و معماری. اصفهان: نشر خاک.
- کنسرگر، ا. اچ. و همکاران. (۱۳۸۸)، راهنمای طراحی اقلیمی، ترجمه مرتضی کسمایی، تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- مهندسین مشاور بتل مک کارتی. (۱۳۸۱)، بادخان. ترجمه محمد احمدی نژاد. اصفهان: نشر خاک.