Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره دوازده، اسفندماه ۹۹

بررسی اصول طراحی ساختمان های مسکونی در اقلیم معتدل و مرطوب با رویکرد تهویه طبیعی (نمونه موردی: تحلیل بازشو شبیه سازی شده در بنای مسکونی در شهر آمل)

رضا رهسپار منفرد[۱]

سعید کاردار[۲*]

Kardar@srbiau.ac.ir

ایرج شهروز تهرانی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱

چکیده

زمینه و هدف: عدم توجه به ویژگی های اقلیمی مناطق مختلف و نبود شناخت کافی از اصول طراحی مناسب جهت استفاده بهینه از پتانسیل محیط طبیعی، منجر به هدر رفت انرژی و ایجاد هزینه های بالا در زمینه های مختلف می شود. بر همین اساس به دلیل رطوبت زیاد در آمل و هزینه زیاد جهت تهویه و کاهش رطوبت در فصل تابستان ، هدف اصلی این پژوهش ، بررسی و تحلیل بازشوی شبیه سازی شده در بنای مسکونی با رویکرد بهره گیری از تهویه طبیعی می باشد.

روش بررسی: درگام نخست با مرور متون موضوع به شناخت مفاهیم و اصول طراحی بنای مسکونی در حوزه انرژی پرداخته شد و سپس با تهیه فایل اطلاعات اقلیمی آمل از سایت سازمان هواشناسی برای نرم افزار Climate Consultant، مولفه های طراحی ارائه گردید. در ادامه مولفه ها به وسیله Expert choice بر مبنای تکنیک AHP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و با محاسبه وزن مولفه ها به تصمیم گیری نهایی در انتخاب مهم ترین مولفه منجر گردید. در نهایت با شبیه سازی ساختمان در نرم افزار Flow Design به بررسی تاثیر تهویه طبیعی در ساختمان های مسکونی با سقف شیبدار پرداخته شد.

یافته ها: ۷ مولفه به عنوان اصول طراحی و جداول تفسیر اقلیم از نرم افزار Climate Consultant استخراج شد. با روش تحلیل سلسله مراتبی AHP مولفه تهویه طبیعی با وزن ۰/۳۹۹ به عنوان اصلی ترین مولفه سامانه خورشیدی ایستا در این پژوهش به دست آمد.

بحث و نتیجه گیری: یک الگوی ایجاد تهویه طبیعی در ساختمانی با ابعاد مشخص و دارای سقف شیبدار در اقلیم آمل طراحی شد. با تغییر جانمایی دو بازشویی به ابعاد ۱ متر مربع بر روی دو دیواری با ارتفاع ۲/۷ متری روبروی هم در دو ارتفاع ۱ و ۱/۷ متری از کف ساختمان ۴ حالت گردش هوا با در نظر گرفتن سرعت باد منطقه در نرم افزار Flow Design شبیه سازی شد . در این شبیه سازی با قرار گیری در تونل باد عمود به دو دیوار ، می توان بیان کرد که بهترین راندمان تهویه طبیعی از بین ۴ حالت ارائه شده، دو بازشوی زیر سقف سازه ای در ارتفاع ۱/۷ متری با بیشترین ضریب مکش باد به میزان ۱/۱۹ می باشد که باعث گردش طبیعی هوا به صورت معقول در بنای مسکونی شبیه سازی شده می گردد.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، اصول معماری پایدار، سامانه خورشیدی، تهویه طبیعی.

۱- کارشناسی ارشد مهندسی معماری، گروه معماری، دانشکده ابن سینا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار، گروه معماری، دانشکده ابن سینا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.12, March, 2021

Study of the design principles of residential buildings in a moderate and humid climate with a natural ventilation approach (Case study: Analysis of simulated openings of a residential building in Amol city)

Reza Rahsepar Monfared[1]
Saeed Kardar[2*]
Kardar@srbiau.ac.ir
Irag shahrouz Tehrani [2]

Admission Date:February 2, 2019 Date Received: November 5, 2018

Abstract

Background and Objective: Inattention to the climatic features of different regions and the absence of sufficient knowledge of the design principles for optimal use of the potentials of the natural environment leads to higher costs and waste of energy in various fields. Accordingly, due to high humidity in Amol and high cost of ventilation and reduction of moisture in summer, the main objective of this research is to examine and analyze the simulated openings of a residential building with a natural ventilation approach.

Method: the present study was carried out in the first step by reviewing the subject literature on this issue and identifying the concepts and principles of residential building design in the field of energy. Then, by supplying the climate information file of Amol from the Weather Meteorology Center for the Climate Consultant software, Design elements were presented. Subsequently, the components were analyzed by Expert Choice software based on the AHP method and computation of component weight led to the final decision in choosing the most important component. Finally, with the simulation of the building in the Flow Design software, the impact of natural ventilation on residential slopes was investigated.

Findings: seven components were extracted from the above software as principles of the design and tables of climate interpretation. In the following, with the hierarchical analysis method (AHP), a natural ventilation component with a weight of 0.399 was found to be the main component of the static solar power system.

Discussion and conclusion: A natural ventilation pattern was designed in a building with a sloping roof and specific dimensions in the Amol climate. By changing the layout of two 1-square-meter openings on two walls with a height of 2.7 meters in opposite directions at two heights of 1 and 1.7 meters from the floor of the building, 4 airflow modes were simulated with regard to the wind speed of the area in the Flow Design software. In this simulation, by placing the wind tunnel perpendicular to two walls, it can be stated that the best natural ventilation efficiency from these four conditions, is the

1- MSc of Architectural Engineering, Department of Architecture, Faculty of Ebnesina, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Ebnesina, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *(corresponding Author)*

www.SID.ir

Archive of SID

one with two under-roof structures at 1.7-meter height with the highest wind-suction coefficient of 1.19, which will make a reasonable ventilation and air flow in the simulated residential building.

Keywords: Sustainable Development, Sustainable Architecture, Solar Power, Natural Ventilation.

مقدمه

با پیشرفت سریع فناوری و افزایش روند شهرنشینی و ساختمان‌سازی، تعادل بهره برداری انسان از طبیعت به هم ریخته به گونه ای که طبیعت را به شکلی جبران ناپذیر ویران ساخته و از سوی دیگر منابع انرژی نیز در حال اتمام می‌باشند. به همین دلیل استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و موضوع معماری پایدار و ساختمان پایدار در شرایط دنیای امروزی موضوع بسیار حیاتی می باشد.(۱) توسعه پایدار شامل حفظ منابع و توجه کافی به محدودیت اکولوژیکی، توجه به پایداری اجتماعی و کمینه کردن تولید ضایعات و آلودگی ها می باشد. طراحی اقلیمی و توجه به مباحث مربوط به معماری پایدار از مهم ترین جریان های معماری معاصر به حساب می آید که سابقه چند هزار ساله به خصوص در ایران دارد. در دوران معاصر طراحی اقلیمی عکس العمل منطقی به بحران های ناشی از کمبود منابع تولید انرژی و افزایش آلودگی های محیطی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی بوده است. (۲)

نوآوری این پژوهش در روش تحقیق هدفمند آن صورت گرفته است، از سه نرم افزار تخصصی در تحلیل داده و شبیه سازی استفاده گردید. جهت دستیابی به بهترین حالت مکش باد و تهویه طبیعی با استفاده از تغییر جانمایی بازشوهای ساختمان مسکونی با سقف شیبدار در اقلیم معتدل و مرطوب واقع در استان مازندران ، شهر آمل در بخش روش پژوهش با استفاده از فایل epw شهر آمل که از سایت سازمان هواشناسی دریافت شده در نرم افزار Climate Consultant به ویژگی های اقلیمی منطقه اعم از نمودار جهت و سرعت باد، رطوبت نسبی ،دمای بیشینه و غیره پرداخته شد و مولفه هایی به عنوان اصول طراحی ارائه گردید. در مرحله دوم از بین ۷ مولفه استخراج شده از نرم افزار با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی AHP، مولفه تهویه طبیعی به عنوان اصلی ترین مولفه سامانه-های خورشیدی در نظر گرفته شد. در مرحله سوم در جهت رسیدن به الگوی مناسب گردش هوا در بنا با استفاده از تغییر ارتفاع دو بازشویی به ابعاد ۱ متر مربع در دو دیوار به فاصله ۵ متر روبروی هم یک ساختمان دارای سقف شیبدار به کمک نرم افزار Flow Design و اطلاعات اقلیمی منطقه شبیه سازی و نتایج مورد آزمایش و تحلیل قرار گرفت.

مفهوم توسعه پایدار و تعاریف آن

مفهوم توسعه پایدار به معنی ارائه راه حل هایی در مقابل الگوی سنتی کالبدی، اجتماعی و اقتصادی توسعه می باشد که بتواند از بروز مسائلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب اکوسیستم ها، آلودگی، افزایش بی رویه جمعیت، رواج بی عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسانها جلوگیری کند. توسعه پایدار فرایندی است که در آن سیاست های اقتصادی، مالی، تجاری، انرژی، کشاورزی، صنعت و سایر سیاست ها به نحوی طراحی می شوند که منجر به توسعه ای شوند که از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی پایدار باشد و مفهوم آن انجام سرمایه گذاری به قدر کافی در زمینه آموزش، بهداشت، جمعیت و انرژی است، به طوری که بدهی اجتماعی برای نسلهای آینده به وجود نیاید.(۳) توسعه پایدار روند دگرگونی است که طی آن بهره برداری از منابع، مدیریت سرمایه گذاری-ها، ماهیت توسعه فنی و تغییرات سازمانی، همگی در هماهنگی و بهسازی توانایی های بالقوه و بالفعل برای مواجهه با نیازهای انسانی و آرمان های آن باشند. (۴)

اصول معماری پایدار

اصولی که باید رعایت شود تا یک ساختمان در زمره بناهای پایدار طبقه بندی شود به شرح زیراست: اصل اول حفظ انرژی : بنا باید طوری ساخته شود که نیاز ساختمان به سوخت های فسیلی را به حداقل برساند. اصل دوم هماهنگی با اقلیم: بنا باید

www.SID.ir

طوری طراحی شود که با اقلیم و منابع انرژی موجود در محل احداث هماهنگی داشته و کار کند. اصل سوم کاهش استفاده از منابع جدید: ساختمان ها بایستی به گونه ای طراحی شوند که میزان استفاده از منابع جدید را تا حد ممکن کاهش داده و در پایان عمر مفید خود برای ساختن بنای جدید، خود به عنوان منبع جدید به کار روند. اصل چهارم برآوردن نیازهای ساکنان در معماری پایدار: برآورده شدن نیازهای روانی و جسمی ساکنان از اهمیت خاصی برخوردار است. اصل پنجم هماهنگی با سایت: بنا باید با ملایمت در زمین سایت خود قرار گیرد و با محیط اطراف سنخیت داشته باشد. اصل ششم کل گرایی: تمام اصل معماری پایدار باید در یک پروسه کامل که منجر به ساخته شدن محیط زیست سالم می شود، تجسم یابد.(۵) علاوه بر فاکتورهای متداول طراحی مانند زیبایی، تناسب و بافت و سایه و نور و امکاناتی که باید مد نظر قرار گیرند، گروه طراحی باید به عوامل طولانی مدت محیطی ، اقتصادی و انسانی توجه نموده و اصول اولیه که در جدول ۱ ارائه شده، در نظر قرار دهد.(۶)

جدول۱- اصول معماری پایدار متناسب با محیط

Table 1. Principles of sustainable architecture regarding The Environment

۱	**گوناگونی وتنوع**	**از عواملی است که باعث تساوی و عدالت بیشتر در هر سیستمی می شود که از اساسی ترین اهداف توسعه پایدار نیز هست**	
۲	اقلیم وآب و هوا	روشی است برای کاهش همه جانبه هزینه انرژی یک ساختمان و عوامل اقلیمی موثر بر یک بنا شامل تابش آفتاب، دما، رطوبت، باد و بارندگی می باشد که شناخت هر یک و کنترل آن در طراحی، اولین قدم محسوب می گردد(۷).	رویکرد اصلی در تحلیل داده های پژوهش
۳	پوشش ساختمان ها	جرم حرارتی بالاتر در مورد دیوارها و سقف ها باعث بالا رفتن زمان انتقال حرارت بین فضای داخلی و خارجی می شود. استفاده از پوشش های دوجداره که می تواند باعث شود که بیشترین حرارت خورشید در روز به دست آمده و در شب مصرف شود. رنگ سطوح خارجی بر حرارت اکتسابی از خورشید موثر است. رنگ های روشن برای اقلیم های گرم و رنگ های تیره و مواد جذب کننده برای اقلیم های سرد ترجیح داده می شوند. نوع، جنس، ابعاد و مکان یابی پنجره تأثیر بسزایی در حرارت اکتسابی خورشید دارد. برآمدگی ها و بیرون زدگی های بام ساختمان، سایه بان ها و پرده ها از ابزاری است که برای جلوگیری از دریافت حرارت غیرضروری خورشید می تواند جانمایی و استفاده گردد(۸).	
۴	احیای هویت فرهنگی و منطقه ای	ایجاد فرهنگ پایدار، نیازمند زنده کردن احساس اجتماعی، ارتباط و آمیزش با دنیای طبیعی است	
۵	حجم ساختمانها و جانمایی فضاهای داخلی ساختمان	نسبتی است معادل حجم کلی ساختمان تقسیم بر مساحت کلی	
۶	مصالح ساختمانی	استفاده از مصالح بوم آورد تا حد امکان	
۷	برآورد نیازهای انسان	استفاده از کارگران و تکنیکهای محلی	
۸	هماهنگی با زمینه	استفاده از المانها و نمادهای بومی - متأثر از روح محلی - که جوابگوی ویژگیهای اقلیمی منطقه نیز می باشد.	
۹	توجه همزمان به همه اصول	در همه ی زمان ها به عنوان اصل اساسی رعایت می گردد(۹).	

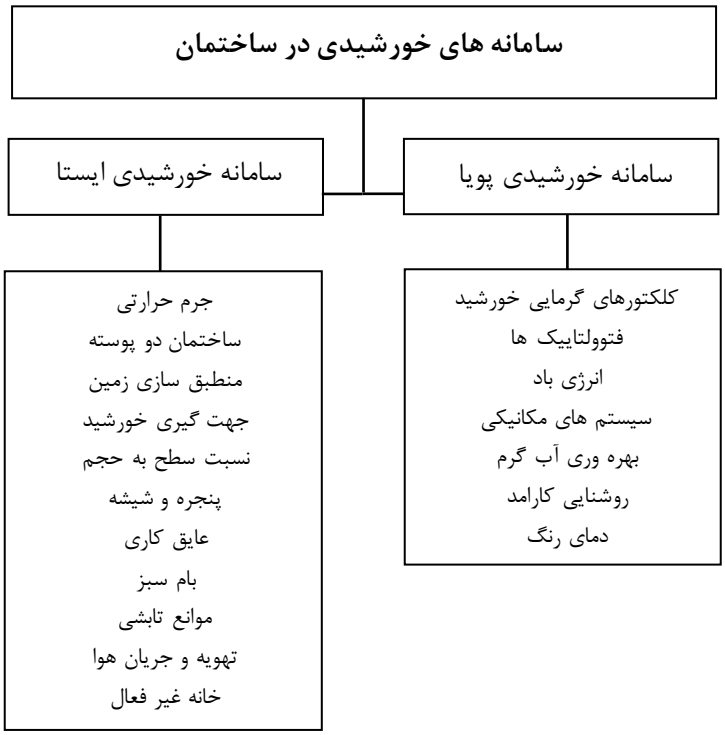
www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق

سامانه های خورشیدی در ساختمان

هر چه بیشتر از مقدار انرژی های مصرفی در ساختمان کاسته شود، به این وسیله به سمت توسعه پایدار پیش می رود که با نیازهای نسل امروز منطبق بوده و تامین نیازهای نسل فردا را به خطر نمی اندازد.(۱۰) با توجه به این که تامین نیازهای گرمایشی و سرمایشی توسط انرژی های تجدیدپذیر یکی از اهداف معماری پایدار است، با حرکت به سمت طراحی ساختمان های خورشیدی گامی مهم در جهت توسعه پایدار برداشته می شود و از وابستگی به سوخت های فسیلی فاصله گرفته می شود. استفاده از سامانه های ایستا از کارآمد ترین روش هایی است که در طراحی ساختمان های خورشیدی به کار گرفته می شود. سامانه های ایستا وابسته به جریان طبیعی انرژی تجدیدپذیر می باشند که میان و اطراف بنا وجود دارند و بدون نیاز به انرژی، فسیلی یا نیروی مکانیکی ایجاد آسایش می کنند. این سامانه ها در جهت صرفه جویی در مصرف انرژی تجدید ناپذیر موجود و تقلیل تاثیرات زیست محیطی آن ها مورد استفاده بوده و دارای عملکردی سرمایشی و گرمایشی هستند. سامانه های خورشیدی به دو دسته سامانه های پویا و ایستا تقسیم می گردند: **سامانه خورشیدی پویا** به سامانه ای اطلاق می گردد که: برای دریافت و انتقال انرژی در آن ها از دیگر سامانه های مکانیکی و الکتریکی استفاده می شود. **سامانه انرژی ایستا** سامانه ای است که در آن برای دریافت و انتقال انرژی خورشیدی از سایر انرژی ها استفاده نمی شود و در واقع عناصر ساختمانی خود به عنوان المان های دریافت، جذب و پخش انرژی عمل می نمایند. در این سامانه جمع آوری نور وگرمای خورشید بدون دخالت هیچ تجهیزات یا ابزار متحرکی صورت می گیرد.(۱۱)



شکل ۲- انواع سامانه های خورشیدی در ساختمان

Figure 2.Types of Solar Energy Systems in the building

www.SID.ir

با توجه به اقلیم مورد نظر در این پژوهش، به دلیل راکد بودن هوای مرطوب از تهویه طبیعی به عنوان سامانه خورشیدی ایستا برای به حرکت درآوردن آن استفاده می-شود. از دیر باز برای ایجاد تهویه در این اقلیم، از پنجره هایی رو به هم در دو جبهه ساختمان با سقف مسطح با فاصله معقول استفاده می شد.

دکتر متیاس هاس و الکس آماتو در پژوهشی که در سال ۲۰۰۸ منتشر کردند، پتانسیل تهویه طبیعی در اقلیم مناطق گرم و مرطوب نقاط مختلف جهان از جمله سنگاپور، مالزی، تایپه، هنگ کنگ و ... را مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش پتانسیل هر ماه را به صورت درصد، در جهت کمک به دمای آسایش برای رساندن به دمای ایده آل، نمایش داده است. (۱۲)

دکتر کرم محمود حسن ال شازلی و همکارانش در مقاله ای که در سال ۲۰۰۹ منتشر کردند به تاثیر پنجره های ترکیبی به عنوان عامل اساسی تهویه طبیعی پرداخته شده است. در این پژوهش از مدل کردن رایانه ای با کمک نرم افزارهای انرژی استفاده شده است که حرکت جریان هوا در داخل فضا و مقدار تاثیرپذیری کل فضا مورد بررسی قرار گرفته است و بهترین بازشو در مکان مشخص ارائه شده است. (۱۳)

دکتر موبو گائو و دکتر ول لی در مقاله ای که در سال ۲۰۱۱ منتشر کردند، به ارزیابی تاثیر ترکیب ورودی ها در عملکرد تهویه طبیعی واحدهای مسکونی با استفاده از سنجش های میدانی به صورت بخشی از یک مطالعه موردی در هنگ کنگ به اجرا درآوردند. در این پروژه شبیه سازی های سی، اف، دی با استفاده از ایرپک برای ارزیابی تاثیر پارامترهای اشکال دهانه های متعدد بر عملکرد تهویه طبیعی یک واحد مسکونی فرضی به کار برده شدند. واحد مسکونی فرضی بر مبنای بررسی گسترده طرح های پنجره، طرح های کف، و مساحت های کف واحد های مسکونی در هنگ کنگ فرمول سازی شد، به طوری که این معرف واحدهای مسکونی معمول در هنگ کنگ می-باشد. (۱۴)

اسرا بوستاتکیگلو و بنیهان تلاتار در پژوهشی که در سال ۲۰۱۳ منتشر کردند، به ارزیابی تاثیر اندازه پنجره ها در صرفه جویی انرژی پرداخته اند. از نرم افزار تحلیل انرژی، انرژی پلاس به منظور بررسی اثر نسبت پنجره به دیوار با انواع متفاوت شیشه کاری و جهت های دیوار در زمینه مصرف انرژی یک بنای مدرسه واقع در ازمیر که دارای شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب می باشد، استفاده نمودند.(۱۵)

تهویه طبیعی

تهویه طبیعی و گردش هوا در بنا یکی از موثرترین راه ها برای تحقق پایداری و توجه به محیط زیست می باشد. تهویه طبیعی به معنای استفاده از هوای تازه بدون استفاده از دستگاه های مکانیکی پیچیده و تأمین شرایط آسایش انسان است. تهویه طبیعی شامل فرایند جابه‌جایی هوای داخل ساختمان با هوای تازه بیرون، به شرط آن‌که از هیچ دستگاه تاسیساتی برای این امر بهره گرفته نشود و از انرژی تجدید ناپذیر استفاده نگردد. این پدیده براساس شیوه انتقال گرما از طریق همرفت، عمل می‌کند و با جابه‌جایی هوا باعث دفع گرما می شود. تهویه طبیعی از سه طریق برآسایش انسان تأثیر گذار است :۱- افزایش سرعت جریان هوا ۲- کاهش دمای هوا (خنک کردن هوا) ۳- افزایش اکسیژن هوای داخلی بنا. روش های تهویه طبیعی شامل چهار مورد زیر می باشد: ۱-تهویه یک طرفه القا شده با باد (تهویه یک‌طرفه) ۲-تهویه عرضی دریافت شده از باد (تهویه عبوری) ۳-تهویه توده ای ناشی از شناوری (تهویه مکشی) ۴-تهویه ترکیبی دریافت شده از باد و نیروی شناوری. تهویه یک طرفه در اکثر راهکار ها استفاده می شود و همچنین در هنگام نیاز به تهویه اتاقهای جداگانه مورد استفاده قرار می-گیرد. تهویه عرضی برای ورود هوای تازه به ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد و به شکل ساختمان و محیط شهری بستگی دارد. سیستم های تهویه توده ای هوا به شکل ساختمان و طرح داخلی بستگی دارد و به واسطه کل ساختمان هوا جابه جا می شود. ترکیبات تمامی این راهکارها از ویژگی-های هر یک بهره می برد. شکل ساختمان همراه با موقعیت

www.SID.ir

Archive of SID

ورودی های تهویه طراحی شده، روش های طراحی را تحت تاثیر قرار می دهد. (۱۸)

به طور کلی ایجاد **تهویه طبیعی** در ساختمان، به اختلاف فشار هوای میان سطوح خارجی و داخلی بنا بستگی دارد. **تهویه هوا**، علاوه بر ایجاد شرایط آسایش و بالا بردن سطح بهداشت محیط داخلی ساختمان، موجبات صرفه جویی در مصرف انرژی را فراهم می آورد.

روش تحقیق

اگرچه ماهیت این پژوهش کیفی می باشد، اما به‌دلیل استخراج معیارهای خاص، قابل اندازه گیری و کمی شده اند و در نرم افزار مدل شده و تحلیل آن به‌دست آمده است. بر مبنای اطلاعات اقلیمی منطقه به روش نمونه گیری تصادفی ساده شهر آمل انتخاب گردید که پس از مراجعه به سایت و بررسی همجواری های منطقه، بافت و توده گیاهی، توپوگرافی و میزان فاصله از دریا و کوهستان که عوامل تاثیر گذار بر شدت وزش بادهای منطقه ای بود، مورد بررسی قرارگرفت. در مرحله اول اطلاعات اقلیمی منطقه آمل با عرض جغرافیایی ۳۶/۴۳درجه شمال و طول جغرافیایی ۵۲/۴ شرقی و ارتفاع ۱۵۲ متر از سطح دریا (فایل EPW) که از سایت سازمان هواشناسی با شماره ایستگاه WMO 0 در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ به دست آمده و با وارد کردن فایل یادشده در نرم افزار Climate Consultant مولفه های طراحی اقلیمی بهینه به‌دست آمد. همچنین اطلاعاتی اعم از جهت وزش بادهای غالب ، میانگین سرعت باد ، دمای باد و رطوبت باد در فصول مختلف نیز از نرم افزار فوق به‌دست آمد. با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به اولیت بندی مولفه های طراحی اقلیمی معرفی شده در Climate Consultant پرداخته شد. جامعه تحقیق برای روش تحلیل سلسله مراتبی AHP را متخصصان رشته معماری به تعداد ۳۵ نفر تشکیل می دادند که از این تعداد ۱۵ نفر به روش تصادفی ساده به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. این مولفه ها در یک پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی در اختیار نمونه تحقیق قرار داده شد و مولفه ها به وسیله expert choice 11 و بر مبنای روش AHP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. سپس با همین روش تحلیل، اصلی‌ترین مولفه تعیین گردید. با توجه به این مولفه یک راهکار تعیین گردیده و برای بررسی دقیق تر از روش تهویه عرضی دریافت شده از باد (تهویه عبوری) در ساختمان مسکونی یک طبقه با سقف شیبدار و ارتفاع دیواری به ابعاد ۲/۷ متر، دو بازشوی روبه روی هم به ابعاد ۱ متر مربع را در ۴ حالت ارتفاعی نسبت به کف ساختمان شبیه سازی کرده و با درنظر گرفتن سرعت باد منطقه در نرم افزار Flow Design مورد بررسی قرار گرفت و در نتیجه بیشترین گردش طبیعی هوا با توجه به بالاترین عدد ضریب مکش به دست آمده از شبیه سازی انجام یافته، بهترین حالت از بین ۴ جانمایی را معرفی می کند.

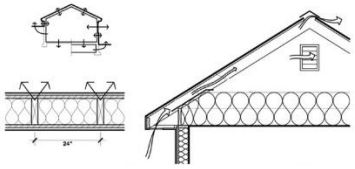
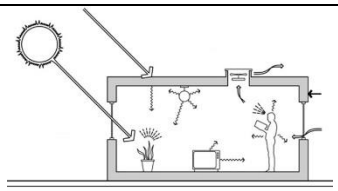
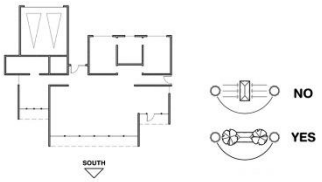
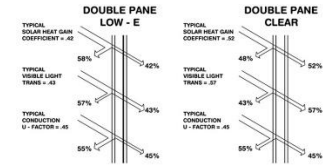
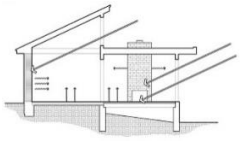
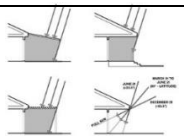
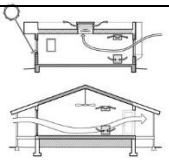
خروجی های نرم افزار Climate Consultant

در سالهای اخیر نرم افزارهای متعددی برای شبیه سازی و محاسبه آماری اطلاعات اقلیمی طراحی شده است. نرم افزار Climate Consultant جهت تحلیل اطلاعات اقلیمی منطقه می باشد. با استفاده از نرم افزار و وارد کردن فایل EPW شهر آمل، با مشخصات (Latitude/Longitude:36.43 North , 52.4 East-Time Zone From Greenwich 3) با شماره ایستگاه WMO 0 و ارتفاع ۱۵۲ متری از سطح دریا برای بازه ده ساله ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ جدول ۲ شامل اصول طراحی اقلیمی و شکل ۳ نمودار سالیانه باد و جدول ۵ بررسی باد در فصول مختلف به دست آمد.

www.SID.ir

جدول ۲- اصول طراحی اقلیمی ارائه شده توسط نرم افزار Climate Consultant

Table 2. Principles of climate design provided by the Climate Consultant software

اصول	عنوان	توضیحات	تصاویر اصول استخراجی
۱	**عایق بندی**	عایق بندی مضاعف می تواند از نظر هزینه صرفه جویی کند و همچنین می تواند با متعادل نگه داشتن حرارت داخل حس آسایش را القا کند.	
۲	**ذخیره انرژی**	دریافت گرما از نور و انسان و وسایل به شدت نیاز به گرم کردن فضا را کاهش می دهد و باید روی بسته بودن فضا و عایق بودن آن تمرکز کرد	
۳	**جهت گیری ساختمان**	برای گرفتن حداکثری گرمای خورشید در زمستان بیشتر سطوح شیشه ای باید به سمت جنوب باشند ولی نیاز به وجود سایبان کامل برای فصل تابستان است.	
۴	**شیشه دوجداره**	برای بخش های غربی و شرقی و شمالی از شیشه های دوجداره استفاده شود ولی در بدنه جنوبی از شیشه ی عادی برای جذب حداکثری گرما استفاده شود.	
۵	**جرم حرارتی**	از سطوح داخلی با جرم بالا برای ذخیره انرژی گرمایی در زمستان و سرما در شب های تابستان استفاده شود	
۶	**سایبان**	بیرون زدگی بالای پنجره با سایبان ها می تواند نیاز به دستگاه سرمایش را از بین برده یا آن را کم کند.	
۷	**تهویه طبیعی**	در این اقلیم همیشه نیاز به دستگاه سرمایش خواهد بود اما با جلوگیری از گرم شدن بیش از حد فضا می توان هزینه ها را پایین آورد	

با به‌دست آمدن نتایج فوق در گام بعد، از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP جهت تعیین ماتریس زوجی و محاسبه وزن معیار ها و مولفه ها استفاده شد. این روش به اهمیت هر معیار و مقادیر عددی اختصاص دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- فراوانی مولفه های طراحی اقلیمی

Table 3. The abundance of climatic design components

ردیف	عنوان	فراوانی اشاره شده
۱	عایق بندی	۱۰
۲	تهویه طبیعی	۱۴
۳	شیشه دو جداره	۷
۴	جهت گیری ساختمان	۸
۵	سایبان	۹
۶	جرم حرارتی	۳
۷	ذخیره انرژی	۵

با توجه به جدول ۳، تهویه طبیعی بیشترین اشاره را در میان مصاحبه شوندگان داشت. از تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از Expert choice نسخه ۱۱، برای اولویت بندی مولفه ها استفاده شد. نتایج حاصل از پرسشنامه ها طبق جدول۴ به دست آمد.

جدول ۵ وزن مولفه ها ، حاصل از جدول ۳ را نشان می دهد.

جدول ۴- نتایج حاصل از نرم افزار Expert choie

Table 4. Result of Expert Choice Softwate

مولفه	عایق بندی	جهت گیری ساختمان	شیشه دوجداره	تهویه طبیعی	سایبان	جرم حرارتی	ذخیره انرژی
عایق بندی		۳/۲۲	۴/۳۷	۳/۳۰	۳/۳۰	۴/۹۸	۵/۱۳
تهویه طبیعی			۵/۳۹	۴/۳۰	۳/۱۵	۳/۹۸	۳/۹۹
شیشه دوجداره				۲/۵۶	۳/۶۰	۳/۵۰	۴/۲۹
جهت گیری ساختمان					۳/۵۶	۳/۲۲	۴/۷۵
سایبان						۴/۲۲	۵/۳۰
جرم حرارتی							۳/۰۰
ذخیره انرژی							

www.SID.ir

جدول ۵- وزن مولفه های طراحی اقلیمی

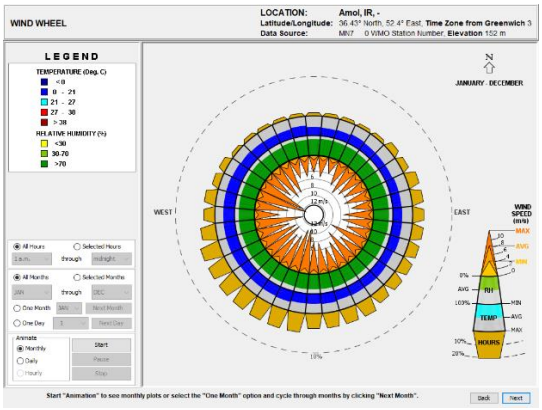
Table 5. weight of climatic Design

مولفه	وزن
عایق بندی	۰/۳۰
تهویه طبیعی	۰/۳۹۹
شیشه دو جداره	۰/۰۸۱
جهت گیری ساختمان	۰/۰۸
سایبان	۰/۳۳۰
جرم حرارتی	۰/۰۵۹
ذخیره انرژی	۰/۲۲۰

با توجه به نتایج جداول مولفه تهویه طبیعی با ۰/۳۹۹ بیشترین وزن و جرم حرارتی با ۰/۰۵۹ کمترین وزن را داشته اند. تهویه طبیعی مهمترین مولفه تعیین شد و با استفاده از نرم افزار Climate Consultant نمودار سالیانه باد و نمودار باد در فصل های مختلف استخراج شد و با توجه به عدد سرعت و جهت باد نمودار در نرم افزار Flow Design جهت شبیه سازی تونل باد و تحلیل جانمایی بازشوهایی به روش تهویه عرضی استفاده شد.

نمودار سالیانه باد

در یک محیط گرم، جریان هوا با سرعت ۱ متر بر ثانیه مناسب بوده و تا سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه ممکن است قابل قبول باشد ولی نباید به طور کلی بیش از ۲ متر بر ثانیه باشد. در فصل سرد، جریان هوا نباید بیشتر از ۰/۲۵ متر بر ثانیه باشد و جریان کمتر از ۰/۱ متر بر ثانیه مناسب است.



شکل ۳- نمودار سالیانه باد براساس فایل epw (منبع: نرم افزار Climate Consultant)

Figure 3. Annual wind chart based on epw file

با توجه به شکل ۳ باد غالب منطقه از سمت جنوب غربی می-باشد و متوسط سرعت بین ۶ تا ۸ متر بر ثانیه است که غالبا دارای رطوبت نزدیک به ۹۰ درصد می باشد و همچنین دمایی بین ۰ تا ۲۱ درجه دارد که نیاز به گرمایش منطقه را نشان می دهد.

www.SID.ir

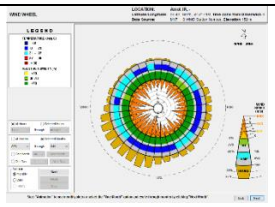
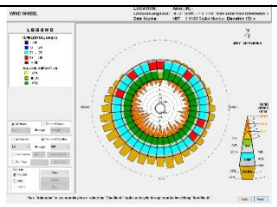
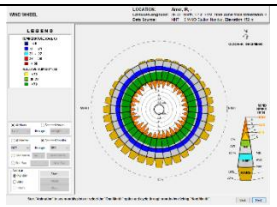
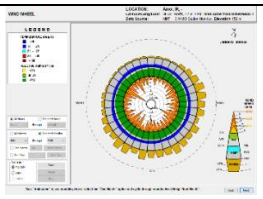
Archive of SID

بررسی باد در فصول مختلف

با توجه به جدول۵ ، رطوبت نسبی در فصل تابستان بالای ۷۰ درصد می باشد و به دلیل دمای بالا در حدود ۲۷ درجه، خارج از محدوده آسایش است، بنابراین برای کاهش دما و رطوبت زدایی نیاز به استفاده از کولر های گازی و وسایل خنک کننده در ساختمان می باشد که منجر به مصرف انرژی تجدید ناپذیر می شود. به همین دلیل جهت انجام آنالیز، فصل تابستان برای درج اطلاعات سرعت و جهت باد در نرم افزار Flow Design انتخاب شد.

جدول ۵- بررسی باد در فصول مختلف (منبع: نرم افزار Climate Consultant)

Table 5.Wind study of difference seasons

فصل	نمودار	جهت باد غالب	دما باد	رطوبت باد	میانگین سرعت باد
بهار		جنوب غربی	۲۱-۲۷	>۷۰	۲ متر بر ثانیه
		این باد دارای دمایی در حد شرایط آسایش می باشد اما دارای رطوبت زیاد می باشد			
تابستان		جنوب غربی	۲۱-۲۷	>۷۰	۲ متر بر ثانیه
		دمای این باد در حد آسایش می باشد و با توجه به اینکه رطوبت بالایی دارد در صورت رطوبت زدایی می توان در فضای داخلی استفاده کرد			
پاییز		جنوب	۰-۲۱	>۷۰	۱ متر بر ثانیه
		این باد هم از لحاظ دما و هم از لحاظ رطوبت خارج از محدوده آسایش می باشد و باید از ورود آن ها به بنا جلوگیری شود			
زمستان		جنوب-شمال شرق	۰-۲۱	>۷۰	۲ متر بر ثانیه
		این باد هم از لحاظ دما و هم رطوبت خارج از محدوده آسایش می باشد و همچنین سرعت نفوذ بالایی دارند که باید از ورود آن به داخل بنا جلوگیری شود			

شبیه سازی بازشو و تحلیل داده ها

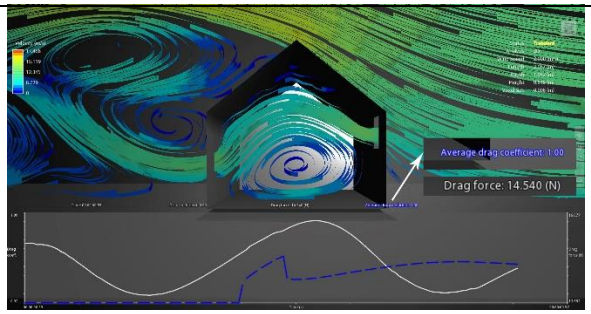
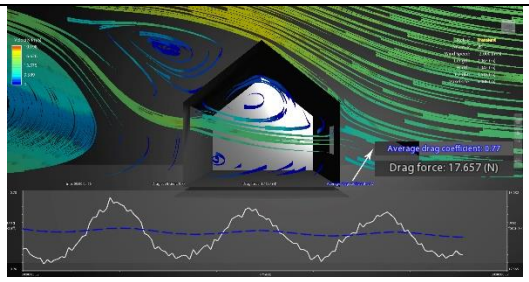
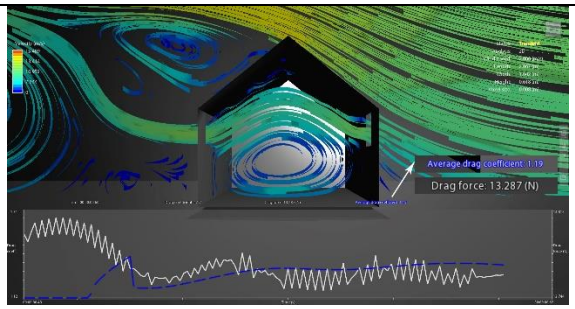
با در نظر گرفتن اصول طراحی اقلیمی اشاره شده در جدول ۲، ساختمان ۱ طبقه مسکونی با سقف شیبدار (کد سقف شیبدار۴/۷ متر) و مساحت ۵۰ متر مربع ، دو بازشو با ابعاد ۱ متر مربع بر روی دو دیواری به ارتفاع ۲/۷ روبه روی هم و با فاصله ۵ متر از هم شبیه سازی شد و در دو ارتفاع ۱ و ۱/۷ متر از روی کف ساختمان ۴ حالت شبیه سازی شد که حالت اول دو بازشو در کد ۱ متری و حالت دوم و سوم بازشوها یکی در ارتفاع ۱ متری و روبه‌رو در ارتفاع ۱/۷ (زیر سقف شیبدار) و حالت چهارم هر دو در ارتفاع ۱/۷ و زیر سقف در نظر گرفته شد.

تفسیر داده های نرم افزار Flow Design

Flow Design نرم افزار شبیه سازی و طراحی جریان های سیال است که برای مدل‌سازی و طراحی تونل باد کاربرد دارد. برای بررسی یک ساختمان به ابعاد ۱۰ در ۵ در نظر گرفته شد

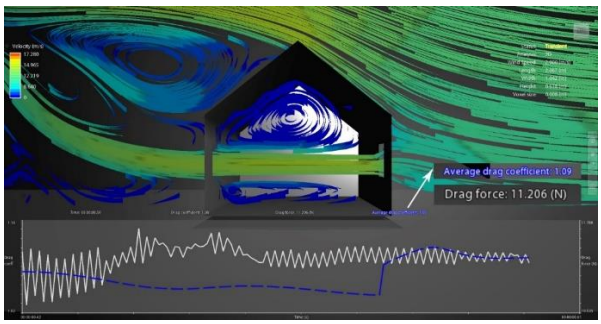
www.SID.ir

و با توجه به اصول طراحی و جدول ۵ (بررسی باد در فصول مختلف) ، میانگین سرعت باد در فصل تابستان ۲ متر بر ثانیه از سمت جنوب غربی عمود به دیوار دارای بازشو در نرم افزار Flow Design وارد شده است. میانگین سرعت باد در هر آنالیز بنا Average drag coefficient در نرم افزار محاسبه گردید. در این شبیه سازی نموداری در زیر صفحه قرار داده شده است که محور افقی مدت زمان انجام شبیه سازی می باشد و محور عمودی سمت چپ ضریب مکش باد و محور عمودی سمت راست نیروی کشش بر اساس نیوتن می باشد. در این شبیه سازی جهت حرکت باد از سمت راست تصویر به سمت چپ می باشد و همچنین راهنمای تغییر سرعت باد در بخش ها مختلف ساختمان براساس رنگ از قرمز که بیشترین سرعت در حدود ۱۵ متر بر ثانیه تا رنگ آبی تیره که در حدود ۰ می باشد در کنار هر آنالیز قرار دارد. جهت بررسی نهایی چهار حالت ارتفاعی بازشوها از کف ساختمان مورد آنالیز قرار گرفت.

در آنالیز شماره ۱	
با جابه جایی بازشوی ورود هوا در کد زیر سقف سازه‌ای (ارتفاع ۱,۷متر) و بازشوی خروج هوا در ارتفاع ۱ متری ، گردش هوا در ساختمان ایجاد شده نرم افزار ضریب مکش ۱ و نیروی مکش ۱۴/۵۴ نیوتن را برای فاصله زمانی ۱ دقیقه بیان می کند که بر همین اساس با توجه به تغییر طراحی سیرکولاسیون نسبتا خوبی در ساختمان ایجاد شده است.	 **شکل۴- آنالیز شماره ۱** Figure 4. Analysis number 1
در آنالیز شماره ۲	
با تغییر ارتفاع بازشوی ورودی و خروجی به شکلی که بازشوی ورود هوا در ارتفاع ۱ متری و بازشوی خروجی هوا در ارتفاع ۱/۷ متری زیر سقف شیب دار قرار دارد. نرم افزار عدد ضریب مکش ۰/۷۷ و نیروی مکش ۱۷/۶۵ نیوتن را برای فاصله زمانی ۱ دقیقه بیان می کند و صرفا عبور هوا از ساختمان صورت گرفته که منجر به گردش هوا در سطح پایین ساختمان نشده است.	 **شکل۵- آنالیز شماره ۲** Figure 5. Analysis number 2
در آنالیز شماره ۳	
در آنالیز ۳ تراز بازشوهای ورودی و خروجی یکسان و در ارتفاع ۱/۷ متری زیر سقف سازه ای در نظر گرفته شد و نرم افزار ضریب مکش ۱/۱۹ و نیروی مکش ۱۳/۲۸ نیوتن برای فاصله زمانی ۱ دقیقه بیان می کند که با توجه به آنالیز بالاترین عدد ضریب مکش در بین ۴ حالت آنالیز را دارا می باشد.	 **شکل۶- آنالیز شماره ۳** Figure 6. Analysis number 3

www.SID.ir

Archive of SID

در آنالیز شماره ۴	
در آنالیز ۴ تراز بازشوهای ورودی و خروجی در ارتفاع ۱ متری در نظر گرفته شد و نرم افزار ضریب مکش ۱/۰۹ و نیروی مکش ۱۱/۲۰ نیوتن برای فاصله ۱ دقیقه بیان می کند که بر همین اساس گردش هوا در بالای ساختمان و زیر سقف انجام می گیرد و میزان نسبتا کمی به سطح پایین منتقل می شود و با توجه به عدد نسبتا خوب ضریب مکش عبور باد به صورت مستقیم با سرعت زیاد به دلیل مکش باعث نارضایتی می شود.	 **شکل۷- آنالیز شماره ۴** Figure 7. Analysis number 4

نتیجه گیری

در اقلیم معتدل و مرطوب به دلیل وجود رطوبت زیاد هوا در تمام فصل های سال از جمله فصل تابستان برای ایجاد آسایش نیاز به کوران در فضای داخلی می باشد. از جمله عوامل مهم برای ایجاد کوران ، استفاده از باد به عنوان یک منبع انرژی تجدید پذیر برای به حرکت درآوردن هوا و تهویه طبیعی است. از جمله عوامل مهم اولیه برای ایجاد کوران حداکثری در فضای داخلی ، جانمایی مناسب بازشوها بر روی دیوار عمود به جهت وزش باد می باشد. برای بررسی دقیق تر، فصل تابستان به دلیل نیاز بیشتر به کوران در نظر گرفته شد. در این فصل سرعت باد ۲ متر بر ثانیه و جهت وزش جنوب غربی با استفاده از نرم افزار Climate Consultant به دست آمد. برای ایجاد کوران در ساختمانی به ابعاد ۵ متر در ۱۰ متر با سقف شبیدار به ارتفاع ۴/۷ متر و ارتفاع دیوار ۲/۷ متر ، بر روی دو دیوار رو به روی هم با فاصله ۵ متر از هم دو بازشویی به ابعاد ۱ متر مربع هم در نرم افزار Flow Design شبیه سازی و در تونل بادی با مشخصات سرعت و جهت ارائه شده در نرم افزار Climate Consultant آنالیز انجام یافت که با تغییر ارتفاع بازشوها در ارتفاع ۱ متری و ۱/۷ متری از کف ساختمان ۴ حالت مورد بررسی قرار گرفت. از این بین با در نظر گرفتن بالاترین ضریب مکش باد ، قرارگیری دو بازشو در ارتفاع ۱/۷ متری زیر سقف شیبدار با ضریب مکش ۱/۱۹ و نیروی مکش ۱۳/۲۸ نیوتن بیشترین گردش هوا را در بنا طبق تصویر و نمودار آنالیز شماره ۳ نشان می دهد. در نتیجه ارائه این الگو در فصل تابستان موجب حرکت هوا و رطوبت موجود می شود و در نهایت منجر به کاهش هزینه و مصرف سوخت های تجدید ناپذیر می گردد.

Reference

1. Shahrouz Tehrani, Iraj , Guides to Sustainability Architecture , Edward , Brian , First Edition , Tehran , Mehrzan Publications , 2011. (In Persian)
2. Khoshnevis , Mohammad hosein , Basic concepts in sustainable architecture , Friedman , Evi , second edition , Tehran , Intuitive book , 2016. (In Persian)
3. Rezaian , Rozita , Concepts and reviews of theories and components of sustainability in architecture and building , The first national conference of the city, life, peace , 2015 , Feb , Islamic Azad University, Minoodasht Branch. (In Persian)
4. Sayadi , Ehsan , Madahi , Seyed Mahdi , Mohammad pour , Ali , Sustainable Architecture , Second Edition , Tehran , Lotes Publishing , September 2012. (In Persian)
5. Yazdi , Mohammad , Structural architecture with two approach of nature and architectural geometry , Master's Thesis , Tehran , University of Tehran , College of Fine Arts ,

www.SID.ir

College of Architecture , 2012. (In Persian)
6. Golabchi , Mahmood and Morteza khorsandi , Bionic architecture , First Edition , Tehran , Tehran University Publishing , 2014. (In Persian)
7. Melatparast , Mohammad , Sustainable architecture in desert cities of Iran , Aramshahr , 2009 , Number 3 , Autumn and Winter , 121-128. (In Persian)
8. Ghobadian , Vahid , Feyz Mahdavi , Mohammad , Climatic design (Theoretical and Applied Principles of Energy Use in Building) , Watson , Donald , Labs , Kenneth , Fifteenth Edition , Tehran , Tehran University Publishing , 2014. (In Persian)
9. Attmann, Osman (2010), Green Architecture: Advanced Technologies and Materials ,McGraw-Hill-Yoga Studio Press.
10. Frank LIoyd Wright, Writings and Buildings, Cleveland world Publishing Company, 1960, p.294.
11. Ebrahimzadeh , Siamak , Modern Building Technologies , First Edition , Tehran , Water City Publishing , 342-365 , 2017. (In Persian)
12. Mclennan, Jason F. The philosophy of sustainable design: The future of architecture. Kansas city,Mo : Ecotone, 2004.
13. Johnston,David and Scott Gibson. Green from ground up: Sustainable, Healthy and Energy – Efficient home construction Newtown, CT: Taunton,2008.
14. Amato.A, Haase. M,(2008)An investigation of the potential for natural ventilation and building orientation to achieve thermal comfort in warm and humid climates
15. GUIRGUIS. N.M,HASSAN. M.A,(2009) Investigation of effects of window combinations on ventilation characteristics for thermal comfort in buildings
16. Gao, C.F. Lee ,W.L,(2011), Evaluating the influence of openings configuration on natural ventilation.
17. Telatar, B. Bostancioglu , E (2013) Effect of Window Size on Residential Buildings 'Energy Costs
18. AmirKamali , Zahra , Mahmoodi Zarandi , Mahnaz , The principles of the design of openings to increase natural ventilation and reduce energy consumption in a moderate and humid climate , Third International Conference on Applied Research in Civil Engineering, Architecture and Urban Management , 2015. (In Persian)

www.SID.ir