

الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران

نرگس نوروزیان^۱

چکیده

بحران انرژی از مهمترین بحران های قرن بیستم محسوب می شود که در این میان معماری معاصر کشورهای در حال توسعه از اهمیت و ضرورت ویژه ای برخوردار است. رشد شتابان شهرنشینی پیامدهای مختلف ناشی از آن در کنار افزایش میزان و شکل ساخت و سازهای جدید شهری، موجب افزایش مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه بخصوص منطقه غرب آسیا شده است. صنعت ساختمان به عنوان یکی از صنایع مهم و تاثیرگذار کشور، بیش از هر زمان دیگر، اهمیت یافته است. این تغییرات در صنعت ساختمان، افزایش مصرف انرژی را به دنبال داشته است. به عبارت دیگر صنعت ساختمان یکی از مهمترین و فعال ترین صنایع موجود در کشور محسوب می شود که بهره وری در مصرف انرژی در آن از اهمیت و ضرورت ویژه ای برخوردار است. هدف از پژوهش طراحی و تدوین الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران می باشد. به عبارت دیگر هدف عملیاتی این پژوهش ارزیابی و سنجش کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران، و ارایه الگویی عملی و کاربردی برای سنجش کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران می باشد. برای انجام تحلیل ها، از الگوی سنجش کیفیت مقادیر با استفاده تکنیک مقایسه تطبیقی در روش تحقیق توصیفی تحلیلی در راهبرد استدلال منطقی استفاده شده است. در نهایت با بررسی و سنجش کارایی انرژی، پیشنهادات و توصیه های لازم برای بهبود روش ارزیابی کارایی انرژی با نگاه بومی پیشنهاد می شود.

واژه های کلیدی: کارایی انرژی، روش ارزیابی کارایی انرژی، طراحی معماری، شهر تهران، نگاه بومی، ساختمان های اداری.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۲۴

۶۳

شماره ۳-۶
پاییز ۱۳۹۵

فصلنامه
علمی-پژوهشی

نقش
جهان

الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران

۱. مقدمه

اساسی ترین عاملی که بر معماری تاثیر گذاشته و به آن جهت می دهد مردمی هستند که استفاده کنندگان آنند. به همین جهت ارزش، اعتبار و موفقیت یک اثر معماری به این اصل وابسته است که این اثر معماری تا چه اندازه در تامین آسایش و راحتی مردم موفق بوده و توانسته نیازهای آن ها را برآورد. بنابراین اثری که نتواند آسایش استفاده کنندگان خویش را برآورده سازد، نمی توان به عنوان معماری به شمار آورد. از مهم ترین انواع آسایش برای استفاده کنندگان یک بنا، آسایش حرارتی می باشد. در واقع حتی می توان گفت این مسئله، پیش نیاز اصلی برای ایجاد انواع دیگر آسایش در یک ساختمان می باشد. یعنی بحث در باب آسایش روانی، روابط و استانداردها، همه و همه در صورتی قابل بحث و تعیین کننده است که اول آسایش حرارتی ساکنین فراهم شده باشد. این آیتم در اقلیم هایی که بسیار سرد یا بسیار گرم یا بسیار خشک یا بسیار مرطوب می باشند و عوامل اقلیمی آزار دهنده ای دارند، شدت می یابد و طراح باید به دنبال راهی برای هرچه کمتر کردن شدت تاثیر این عامل برای رسیدن به حد آسایش باشد.

از طرفی ایران به عنوان یکی از بزرگترین منابع ذخیره سوخت های فسیلی در جهان شناخته شده است، ولی به علت سوء مدیریت در مصرف آن از این جهت دچار مشکلاتی ست و در نتیجه در سال های اخیر نگرانی ها را از این بابت دوچندان کرده است [۱]. در حالی که موقعیت جغرافیایی ایران موجب شده که امکان دریافت میزان قابل توجهی انرژی تابشی خورشید فراهم باشد. کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده ها قرار دارد. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاتر از سطح متوسط جهانی است. در ایران به طور متوسط سالانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده که بسیار قابل توجه است. در این شرایط، با توجه به محدود بودن ذخایر سوخت های فسیلی و آلودگی های زیست محیطی ناشی از سوزاندن آنها، طراحی معماری مناسب می تواند با استفاده از راه کارهای سامانه های غیرفعال، به کاهش انرژی مصرفی نهایی ساختمان منجر شود. [۲] مصرف انرژی وابستگی شدیدی با اقلیم منطقه دارد. نمونه موردی انتخاب شده در این پژوهش شهر تهران می باشد که دارای اقلیم گرم و خشک و میزان بالای انرژی دریافتی خورشید است که پتانسیل استفاده

از این انرژی جهت کاهش مصرف نهایی ساختمان را به شدت داراست. از سوی دیگر تهران به سبب قرارگیری در اقلیم BSK تا حد قابل قبولی با سایر نمونه های کشور، شبیه است و نتایج می تواند در سایر شهرها هم استفاده شود.

۲. بیان مساله پژوهش

یکی از مهمترین عوامل آلوده کننده محیط زیست در جهان و به خصوص در کشور ما ایران، مصرف انرژی فسیلی در فضاهای مسکونی، برای تهیه آب گرم مصرفی و تامین گرمای فضای خانه است، که با هجوم روز افزون انسانها از روستاها به شهرها به تعداد مصرف کنندگان سوخت های فسیلی (که در واقع پایه های صنعت نوین جهان و از جمله ایران را شامل می شود) افزوده می شود. در ایران، مصرف انرژی در بخش مسکونی با ۳۷٪، بیشترین سهم را در مقایسه با دیگر بخش ها داراست. به عبارت دیگر در سال های اخیر، مصرف انرژی در واحدهای مسکونی افزایش پیدا کرده و در دوره ی سال های بین ۲۰۰۸ تا ۱۹۹۸ دو برابر شده است [۱]. مطابق برآوردهای انجام شده کل انرژی مصرفی کشور در سال ۱۳۷۱ بیش از ۱۲ میلیارد دلار بوده است. در سال ۱۳۸۱ این مقدار بالغ بر ۲۰ میلیارد دلار شده و پیش بینی می شود چنانچه روند مصرف انرژی به همین گونه ادامه یابد، در سال ۱۳۹۶ میزان مصرف انرژی در کشور با میزان تولید آن برابر شده و دیگر توانی برای صادرات انرژی وجود نخواهد داشت. این شرایط در تمام بخش ها از جمله بخش ساختمان صادق است. اکثر قریب به اتفاق ساختن نهادهای کشور فاقد ضوابط فنی شناخته شده برای جلوگیری از هدر رفتن انرژی سرمایی یا گرمایی هستند. و با وجود اینکه شدت مصرف انرژی به ازای هر مترمربع در کشور ۲ تا ۳ برابر استانداردهای جهانی است، شرایط آسایش حرارتی در داخل ساختمانها محقق نشده است [۲].

یکی از مهم ترین فاکتورهای مختلفی که بر مصرف انرژی ساختمان تاثیر می گذارد، فرم ساختمان است. از این رو، نقش رشته ی معماری در رسیدن به هدف صرفه جویی در مصرف انرژی، مشخص و غیرقابل انکار است [۴]. هم چنین طراحی معماری نقش بنیادینی در رسیدن به آسایش حرارتی ایفا می کند. مصرف انرژی یک ساختمان به شدت وابسته به اقلیم قرار گرفته در آن است که اثر عمده ای نیز بر عملکرد حرارتی آن دارد. از این رو اقلیم باید به عنوان یکی از مهم ترین ضوابط طراحی در طراحی بهینه ساختمان در نظر گرفته شود [۵].

۳. اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

از طرفی محدود بودن ذخایر سوخت های فسیلی و همچنین آلودگی های زیست محیطی ناشی از سوزاندن آن ها باعث گسترش مباحث مربوط به محیط زیست و انرژی شده است. از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی، بحران انرژی و تخریب لایه ازن و گرم شدن کره زمین موجبات اعمال قوانین برای کنترل مصرف انرژی را فراهم آورد [۶]. بنا بر اطلاعات منتشر شده در ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۴، در کشور ما بیشترین میزان مصرف انرژی به ترتیب در بخش های خانگی، تجاری، حمل و نقل، صنعت و کشاورزی است. بر اساس این آمار، مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری ۴۴/۳۵ درصد، حمل و نقل ۲۹/۷۳ درصد و کشاورزی ۳/۹ درصد بوده است. به عبارت دیگر، بیشترین سهم مصرف انرژی به بخش خانگی و تجاری تعلق دارد و این در حالی است که در کشورهای توسعه یافته این بخش بمراتب سهم کمتری را نسبت به بخش صنعت به خود اختصاص می دهد [۳]. به عبارت دیگر از نظر اهمیت محیط زیست و حفظ منابع انرژی، پرداختن به این موضوع می تواند دغدغه اصلی طراحان معماری در اقلیم تهران باشد. برای گونه موضوع، ساختمان های شهر تهران انتخاب شده است. از میان کاربری های گوناگون هم کاربری اداری به عنوان اصلی ترین کاربری جهت حضور و گردهمایی و ارتباط افراد در طول روز و مکانی که غالباً بیشترین ساعات روز هر فرد در آن رخ می دهد و مکان اصلی انجام امور اداری و رسمی، برای مطالعه انتخاب شد.

۴. مبانی نظری

ساختمان به تعبیری عنصری جدا کننده میان محیط بیرون و داخل هستند تا آسایش حرارتی را در داخل آن برای ساکنین ایجاد کنند. برای ایجاد آسایش حرارتی از روش های متفاوتی استفاده می گردد. تابش اشعه خورشید به صورت مستقیم بر سطوح شفاف یک ساختمان باعث توزیع نامناسب انرژی گرمایی و عدم تعادل حرارت در ساختمان می گردد. [۷] استفاده از سایه بان ها، به عنوان عضو الحاقی بر پوسته ساختمان ها گرمای می تواند باعث کم شدن گرمای خورشیدی در ساختمان شود.

سایبان های خارجی نسبت به سایبان های داخلی عملکرد بهتری دارند زیرا سایبان های خارجی از ورود اشعه خورشید به داخل ساختمان جلوگیری می کنند، اما با استفاده از سایبان های داخلی اشعه خورشیدی، به داخل ساختمان راه میابد و در نتیجه حرارت نیز به محیط

داخلی نفوذ می کند. [۷] علاوه بر این به وجود آمدن فضای هوایی میان سایبان و سطح نما نیز به جلوگیری از جریان حرارتی کمک می کند. [۸] سایبان های پره ای افقی یا عمودی به عنوان روشی غیر فعال برای تعدیل بارهای حرارتی، شناخته شده اند. این پره ها به عنوان اجزای ثابت در نمای ساختمان، اشعه های دریافتی مستقیم خورشید را بازتاب می کند و در نتیجه بار گرمایی وارد شده در ساختمان کم می شود. [۸] سایبان های خورشیدی تاثیر به سزایی بر میزان مصرف انرژی و در نتیجه کاهش مصرف سوخت های فسیلی دارند. ساختمان ها بیش از ۴۰ درصد از میزان کل منابع انرژی را مصرف می کنند که بیش از نیمی از این مصرف صرف تعدیل بارهای گرمایی و سرمایی ساختمان ها می شوند. بیشترین میزان بارهای گرمایی بر روی پوسته در بهار و پاییز و در جبهه جنوبی شرقی و جنوب غربی هستند. [۹] سایبان های ثابت بر روی نما معمولاً بر روی سطوح شیشه ای استفاده می شوند تا میزان دریافت انرژی خورشیدی را به حداقل برسانند.

نمای جنوبی بیشترین دریافت انرژی خورشیدی را دارد. در این جبهه استفاده از عناصر افقی مانع از نفوذ انرژی خورشیدی می شود و استفاده از عناصر عمودی بی فایده خواهد بود. [۱۰] سایبان استفاده شده در این مطالعه نیز بر روی جبهه جنوبی به صورت افقی قرار گرفته است. مطالعات زیادی به صورت های مستقیم یا غیر مستقیم با موضوع مرتبط اند. تمرکز بر نقش فضا های جمعی [۱۱] و بهره وری در مصرف انرژی [۱۲، ۱۳] و یا استفاده از فناوری های روزآمد و پیشرفته در بهره وری و مصرف هوشمندانه انرژی [۱۴، ۱۵] و یا نقش مفاهیم پایه [۱۶] در معماری پایدار و هماهنگ با محیط زیست؛ بخش عمده ای از ادبیات تخصصی موضوع را مورد نظر قرار داده است. توجه به ارزیابی بعد از استفاده [۱۷] و یا الگوهای برنامه ریزی و برنامه دهی برای افزایش کارایی مجموعه های ساختمانی و صنعت ساختمان [۱۸]، بخشی از پیشینه پژوهش است. به طور کلی فضاهای باز مجموعه های مسکونی و مجتمع های ساختمانی [۱۹] و همچنین الگوهای نوین معماری و شهرسازی، هدایت شهرداری و مدیریت شهری [۲۰] و یا سایر الگوهای مربوط، به نحوی بر معماری پایدار و هماهنگ با محیط زیست و کیفیت ارزیابی آن ها تاثیر گذارند.

برخی از محققین بر این باورند که استفاده از سایبان های خارجی موثرترین و ارزان ترین راهکار برای کنترل شرایط داخلی ساختمان است. پژوهشگران معماری پایدار و

هماهنگ با محیط زیست در سال ۲۰۱۵ بیان کرده است که تابش خورشیدی توسط پره های سایبان بازتاب و یا جذب می‌گردد و در نتیجه مانع از نفوذ بارهای گرمایی خورشیدی به داخل ساختمان و کاهش نیاز به تهویه و بارهای سرمایی در ساختمان خواهد شد. [۲۱] در این مطالعه بر ساختمان های اداری تمرکز شده است زیرا استفاده از سایبان ها در ساختمان های اداری بیشترین اهمیت را دارد. در این ساختمان ها سایبانها می توانند علاوه بر تاثیرات حرارتی میزان آسایش بصری را نیز بهبود بخشند و در نتیجه از میزان چشم زدگی و روشنایی بیش از حد داخلی نیز جلوگیری می کند.

۵. مقایسه تطبیقی

۱۵. لید

لید به عنوان یکی از مهم ترین سیستم های ارزیابی در ایالات متحده تأثیر زیادی در طراحی و ساخت بنا در ده گذشته داشته است. از نظر تاریخی عنوان می شود که در سال ۱۹۹۳ شورای ساختمان سبز ایالات متحده بنیان های اولیه لید را مطرح ساخت؛ [۲۲] به عنوان گامی اساسی در پیشبرد پایداری و ارائه محصولات سبز به بازار در صنعت ساختمان. [۲۱] در این میان، گروهی از کارشناسان طراحی محیطی و انرژی مشارکت فعال داشتند. برای تنظیم سند نهایی، شورای ساختمان سبز ایالات متحده، ساختاری از کمیته های متوازن، شفاف و گروه های مشاوره فنی را فراهم آورد. [۲۲] این شورا به بررسی ابداعات علمی، فرصت ها، نظرات ذینفعان حوزه ساختمان و همچنین رای گیری اعضا برای امتیازدهی می پردازند. یک ساختمان می تواند بسته به امتیاز کسب شده پلانیتوم، طلایی، نقره ای و یا تأیید شده، ارزیابی شود.

۲۵. بریم

روش موسسه تحقیقاتی روش ارزیابی محیطی ساختمان در اصل یکی از قدیمی ترین و متداول ترین روش های ارزیابی پایداری ساختمان است. [۲۳] این روش، استانداردهایی را برای بهترین عملکرد در طراحی پایدار در چندین سطح فراهم نموده و به یکی از معیارهای مهم در عملکرد محیطی ساختمان تبدیل شده است. [۲۱] مهمترین اولویت های شناخته شده در این حوزه عبارتند از: ۱ ارزیابی خانه های جدید و بازسازی شده شامل آپارتمان یا خانه ۲ ابزاری برای ارزیابی و کنترل عملکرد محیطی خانه های موجود ۳ ارزیابی ساختمان های جدید و بازسازی شده دادگاه ها ۴ ارزیابی تمامی

ساختمان های درمانی در فازهای مختلف چرخه عمر ۵ تأثیر ساخت و سازهای جدید، مرمت ها و بازسازی های کلی ۶ ایجاد هماهنگی در پیشبرد پایداری کارگاه ها، کارخانه ها و واحدهای صنعتی ۷ تأکید بر ساختمان های چند منظوره ۸ مراحل طراحی و پس از ساخت برای مسکن سالخوردگان و خوابگاه ۹ طراحی زندان ها، موسسات بازپروری جوانان، زندان های با امنیت بالا ۱۰ مراحل طراحی و پس از ساخت مورد ارزیابی زندان های محلی بخصوص برای زنان ۱۱ تأکید بر ساختمان های جدید، مرمت و بازسازی ادارات در مراحل طراحی ۱۲ ارزیابی انواع خرده فروشان شامل نمایش و فروش کالاها، تهی هی مواد غذایی ۱۳ ارزیابی ساختمان های جدید، بازسازی و رسمیت شناختن پیشنهادات توسعه در مرحله برنامه ریزی و توسعه.

۱۶. ارزیابی بازدهی محیطی ساختمان

تأسیس شورای ساختمان سبز در ژاپن در سال ۲۰۰۱، نتیجه تلاش مشترک دولت، دانشگاه و بخش صنعتی بود. نکته قابل توجه آن است که ارزیابی بازدهی محیطی ساختمان مراحل مختلف عمر ساختمان را ارزیابی می کند. [۱۳] پیش از طراحی ساختمان جدید و یا بازسازی ساختمان موجود، سامانه ارزیابی بازدهی محیطی ساختمان نسبت به برچسب گذاری اقدام می نماید.

۱۶. ساختمان پایدار

ابزار ساختمان پایدار در اصل یک چارچوب کلی بر پایه نرم افزار، برای ارزیابی عملکرد پایداری و محیطی ساختمان هاست که توسط سازمان منابع طبیعی کانادا راه اندازی شد. در کنار آن بایست به جریان «چالش ساختمان سبز» (GBC) اشاره کرد که از سال ۱۹۹۶ پا به عرصه حرفه ای نهاد. [۲۲] چالش ساختمان سبز فرآیندی ابتکاری برای سنجش و ارزیابی عملکرد پایداری و محیطی ساختمان ها بر پایه نرم افزارهای رایانه ای دارد. [۲۴] مهمترین معیارهای ارزیابی مربوط عبارتند از: ۱ انتخاب سایت، ۲ برنامه ریزی پروژه و توسعه، ۳ مصرف انرژی و منابع، ۴ بارها و فشارهای محیطی، ۵ کیفیت محیط داخلی ساختمان، ۶ جنبه های اجتماعی و اقتصادی، ۷ برنامه ریزی پروژه و توسعه.

۲۶. ستاره سبز

سیستم ارزیابی محیطی ستاره سبز در سال ۲۰۰۳ توسط شورای ساختمان سبز استرالیا را اندازی شد. این سیستم

ارزیابی در ابتدا برای ساختمان های اداری و سپس در بخش های صنعتی، آموزشی، سلامت و بهداشت، آپارتمان ها، ساختمان های خرده فروشی و ادارات توسعه یافت. [۲۴] تمرکز بر ساختمان سبز و کمک به این بکارگیری این طرح ها در توسعه صنعت ساختمان از مهمترین اهداف سیستم ارزیابی محیطی ستاره سبز استرالیا بود که در عمل تعاملی از لید (LEED) و بریم (BREEAM) به شمار می آمد. مهمترین محورهای ارزیابی در این سامانه عبارتند از: ۱) مدیریت، ۲) کیفیت فضای داخلی، ۳) انرژی، ۴) حمل و نقل، ۵) آب، ۶) مواد، ۷) استفاده از زمین و اکولوژی، ۸) انتشار آلودگی و ۹) نوآوری.

بحث و تحلیل نتایج

بهره وری و مصرف هوشمندانه انرژی در بخش مهمی از خود به موضوع سرمایه گذاری ساختمانی مربوط است. برای دست یابی به آسایش حرارتی در تابستان به گونه ای پایدار، باید از رویکرد سه مرحله ای استفاده کرد. مرحله اول پرهیز از گرما یعنی استفاده از انواع تکنیک ها برای به حداقل رساندن جذب گرما در ساختمان است. راهبردهای طراحی در این سطح شامل استفاده مناسب از سایه اندازی، جهت گیری، رنگ، سبزیگی، عایق بندی و کنترل منابع داخلی گرما می باشد. از آنجا که پرهیز از گرما معمولا برای پایین نگه داشتن دما در تمامی تابستان، به تنهایی کافی نمی باشد، از مرحله دوم یعنی سرمایه گذاری ایستا استفاده می شود. در صورتی که ترکیب مرحله اول و دوم برای حفظ آسایش حرارتی کافی نباشد، معمولا نیاز به استفاده از مرحله سوم یعنی تجهیزات مکانیکی خواهیم داشت.

انواع سامانه های سرمایه گذاری ایستا بر اساس تعریف در حوزه بهره وری و مصرف هوشمندانه انرژی به ۵ دسته اصلی [۲۶] تقسیم می شوند:

سرمایش از طریق تهویه: اساس سرمایه گذاری ایستا، جابجایی هواست که با افزایش قدرت تبخیر باعث ایجاد سرما می

شود. این روش شامل تهویه با نیروی باد، تهویه با اثر دودکشی، کلاهک تهویه باد و روش بام دوجداره است

سرمایش تبخیری: تبادل گرمای هوا، با گرمای نهان قطرات آب در سطوح مرطوب.

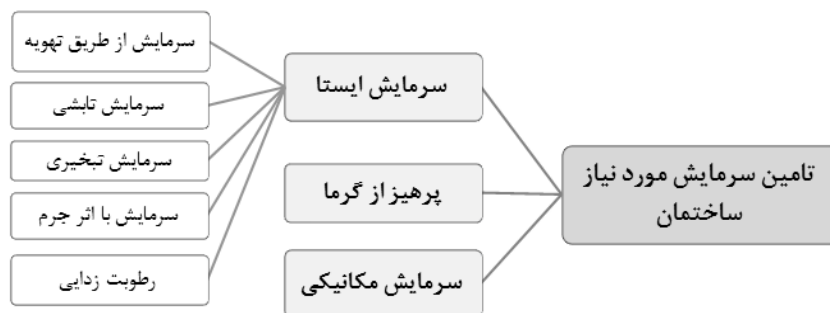
سرمایش تابشی: انتقال گرما از یک سطح گرم تر به سطوح خنک اطراف.

سرمایش با اثر جرم: استفاده از دمای ثابت زمین برای خنک ساختن بنا.

سرمایش از طریق رطوبت زدایی: استفاده از سه روش رقیق ساختن با استفاده از هوای خشک، تقطیر و خشک کنندگی، برای خارج ساختن بخار آب از هوای اتاق.

با توجه به اینکه قسمت وسیعی از کشور ایران در اقلیم گرم واقع شده، در معماری سنتی این سرزمین سرمایه گذاری از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. معماران سنتی از راهکارها و عناصر معماری متعدد برای ایجاد آسایش به صورت ایستا بهره برده اند [۲۵]. از مهم ترین سیستم های سرمایه گذاری ایستا که در معماری بومی ایران مورد استفاده قرار گرفته است می توان به موارد زیر اشاره نمود.

فرم و ساختار کالبدی بناهای سنتی، در کنار تامین عملکردها و نیازهای ساکنین، به عنوان یک سیستم سرمایه گذاری ایستا عمل نموده و در تامین سرمایه گذاری تابستانی نقش مهمی ایفا می کرده اند. در حال حاضر به دلیل تغییرات ایجاد شده در ساختار کالبدی بناها، شرایط زمانی و مکانی و... امکان استفاده از بسیاری از این سیستم ها در ساختمان ها وجود ندارد. با این حال می توان با بهره مندی از شرایط و امکانات موجود، به جای طراحی تک عنصر الحاقی، فرم پوسته ها و ساختار کلی بناها را به سمت ساختارهایی کارا از نظر میزان دریافت انرژی پیش برد.



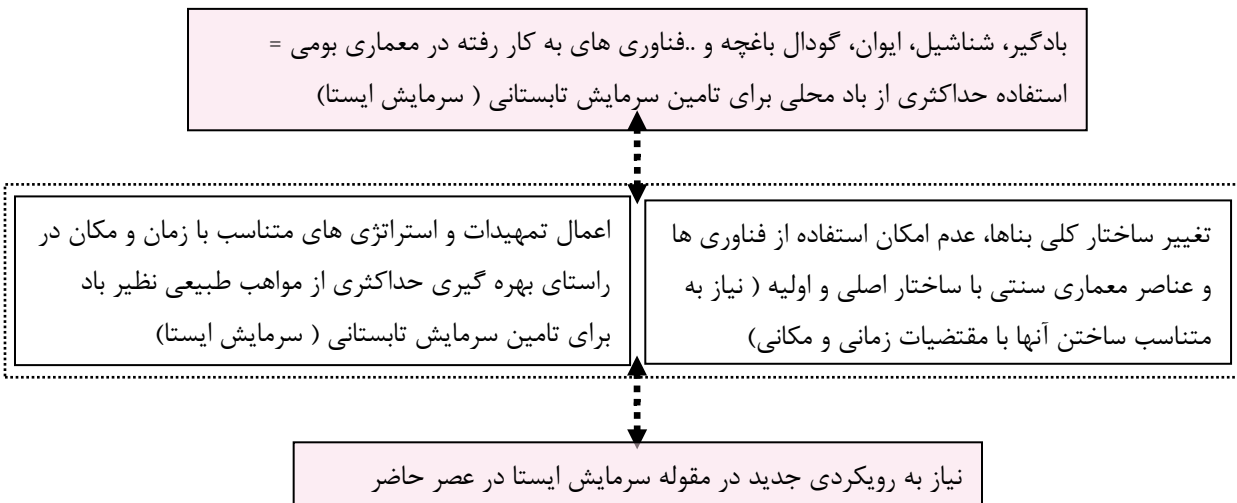
نمودار ۱) مراحل سه گانه تامین سرمایه گذاری ساختمانی ها. [۲۵]

در سرمایش ایستای ساختمان به روش تهویه طبیعی پارامترهای زیادی دخیلند و روش های متفاوتی برای دسته بندی این پارامترها وجود دارد. در یک روش عوامل موثر بر تهویه رامی توان به دو دسته عوامل مرتبط با بنا و عوامل مرتبط با سایت تقسیم بندی نمود. از پارامترهای مرتبط با بنا می توان به شکل پلان، ناهمواری های ناشی از تعبیه پنجره و سایبان در جهت رو به باد، طول مانع و کشیدگی ساختمان رو به باد، نسبت ارتفاع به طول مانع و ... را نام برد. از پارامترهای مرتبط با سایت می توان به نحوه استقرار ساختمان ها نسبت به یکدیگر، ارتفاع ساختمان ها [۲۱]، پراکندگی ساختمان ها، نحوه استقرار طولی یا عرضی بلوک ها، وجود خلل و فرج در بافت، فرم بدنه ساختمان ها، عوامل محیطی و مبلمان شهری و غیره اشاره نمود. تقسیم بندی دقیق تری در ارتباط با این عوامل صورت گرفته است که در آن پارامترهای

دخیل از منظر مقیاس تقسیم بندی شده اند. در این روش مجموع عوامل دخیل در سه مقیاس خرد، میانه و کلان جای می گیرند. [۲۸] پارامترهای مرتبط با مقیاس کلان در حوزه بافت شهری، مقیاس میانه در ارتباط با واحد همسایگی و مجموعه ای محدود از ساختمان ها و مقیاس ریز در رابطه با یک تک بنا و اجزای سازنده آن مطرح می شوند. در این تقسیم بندی عوامل دخیل در تهویه طبیعی از بالاترین مقیاس تا ریزترین اجزای تک بنا مورد بررسی قرار می گیرند.

عوامل مرتبط با مقیاس کلان هم در این میان از اهمیت و ضرورت ویژه ای برخوردار است. پارامترها و شاخصه های طبیعی سایت، ویژگی ها و ساختار شهری و شبکه بندی خیابان ها و .. از پارامترهای تاثیرگذار بر تهویه طبیعی در مقیاس کلان هستند. طرح یک شهر و فرم و ساختار خیابان ها می تواند به افزایش یا کاهش سرعت

نموداریک تحولات سیستم های سرمایشی سنتی ومدرن. ترسیم: نگارنده.



جدول یک) اصول سرمایش ایستا در عناصر معماری

عناصر معماری	اصول طراحی سرمایش ایستا
بادگیر	سرمایش از طریق تهویه (تهویه عبوری و تهویه دودکشی)
حیاط مرکزی	سرمایش تبخیری (مستقیم) سرمایش تابشی سرمایش از طریق تهویه (تهویه عبوری و تهویه دودکشی) سرمایش از طریق تهویه شبانه تابش شبانه، سرمایش تبخیری (مستقیم و غیر مستقیم)
گودال باغچه	سرمایش تبخیری (مستقیم) سرمایش تابشی سرمایش از طریق تهویه (تهویه عبوری و تهویه دودکشی) سرمایش از طریق تهویه شبانه تابش شبانه سرمایش تبخیری (مستقیم و غیر مستقیم) در ترکیب با بدنه های آب مجاور سایه اندازی تله سرمایی سرمایش با اثر جرم (تماس مستقیم)
ایوان	سرمایش از طریق تهویه (تهویه عبوری و تهویه دودکشی) سرمایش تبخیری (مستقیم و غیر مستقیم) در ترکیب با بدنه های آب مجاور سایه اندازی
حوضخانه	سرمایش از طریق تهویه (تهویه دودکشی) سرمایش تبخیری (مستقیم و غیر مستقیم)
شبستان	سرمایش با اثر جرم (تماس مستقیم) سرمایش از طریق تهویه (تهویه عبوری و تهویه دودکشی) ذخیره سازی فصلی حرارت
شوادان	سرمایش با اثر جرم (تماس مستقیم) سرمایش از طریق تهویه (تهویه عبوری و تهویه دودکشی) ذخیره سازی فصلی حرارت

باد و همچنین میزان نور و باد دریافتی توسط ساختمان ها کمک کند [۳۰، ۲۹] تا کنون پژوهش های متعددی در زمینه ساختار شهری و پتانسیل تهویه طبیعی انجام شده است. پژوهش های صورت گرفته در زمینه ارتباط ساختار شهری و تهویه طبیعی را می توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

عوامل مرتبط با مقیاس میانه در جای خود از اهمیت و ضرورت ویژه ای برخوردار است. همجواری ساختمان ها، نحوه چیدمان بلوک ها و عوامل محیطی از قبیل پوشش گیاهی و آب از جمله عوامل دخیل بر پتانسیل تهویه طبیعی در مقیاس میانه هستند [۳۳]. تعدادی از پژوهش های صورت گرفته در ارتباط با عوامل مرتبط با مقیاس میانه در جدول زیر ارائه شده اند.

جدول سه پژوهش های صورت گرفته در ارتباط با پارامترهای مقیاس میانه در ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان ها.

زمینه پژوهش	عنوان پژوهش	سال	محقق	زمینه اصلی پژوهش
ارتباط پارامترهای مقیاس میانه و تهویه طبیعی	Settlement patterns and site planning, in Climate responsive architecture	۲۰۰۱	Meir, I.A	بررسی تاثیر متقابل الگوی مجاورت و همنشینی ساختمان ها و پتانسیل تهویه طبیعی
	Natural ventilation in buildings : a design handbook	۱۹۹۸	Allard, F	بررسی تاثیر متقابل موقعیت بلوک های ساختمانی نسبت به هم و دریافت تهویه طبیعی
	Multicriteria optimisation of the building arrangement with application of numerical simulation	۲۰۰۰	Klemm, K., W. Marks, and A.J. Klemm	ارائه و تبیین بهترین موقعیت قرارگیری بلوک های ساختمانی بر اساس دریافت و بهره مندی از تهویه طبیعی
	Environmental site layout planning	۲۰۰۰	Littlefair, P., M. Santamouris, S. Alvarez	طراحی سایت و جانمایی ساختمان ها بر اساس مقوله تهویه و استفاده از نیروی باد
	Policies and technical guidelines for urban planning of high density cities air ventilation assessment	۲۰۰۹	Ng, E	ارائه رهنمودهای طراحی شهرهایی با تراکم بالا بر اساس دریافت تهویه طبیعی
	Planning and building cities in hot regions	۱۹۹۲	.Rimsha, A.H	طراحی تک بنا و طراحی شهری در اقلیم های گرم با توجه به شرایط اقلیمی (با تاکید بر جریان باد و استفاده از تهویه طبیعی)
	Passive cooling of buildings	۱۹۹۶	Asimakopoulous, D. and M. Santamouris	ایجاد ارتباط میان دریافت تهویه طبیعی ساختمان ها و اختلاف ارتفاع میان بلوک ها
	The influence of urban vegetation on air flow	۲۰۰۳	Vogt, J., H. Lauerbach, M. Meurer	بررسی ارتباط میان استفاده از پوشش گیاهی در ایجاد جریان مطلوب و افزایش پتانسیل های سایت برای

جدول دو پژوهش های صورت گرفته در ارتباط با پارامترهای مقیاس کلان در ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان ها. [۳۱، ۳۲] ترسیم: نگارنده.

زمینه پژوهش	عنوان پژوهش	سال	محقق	زمینه اصلی پژوهش
ارتباط پارامترهای مقیاس کلان و تهویه طبیعی	Passive design for urban thermal comfort : A comparison between different urban forms in Cairo	۲۰۰۸	Fahmy, M. and S. Sharples	بررسی جریان هوا، تهویه طبیعی و آسایش حرارتی در سه گونه بافت شهری فشرده، خوشه ای و پراکنده و معرفی ساختار شهری با بهترین عملکرد اقلیمی
	The compact city : A sustainable urban form	۱۹۹۶	.Jenks, M., Burton E	بررسی میزان سایه اندازی و سرمایه طبیعی در بافت شهری متراکم و معایب این نوع بافت شهری از منظر پتانسیل تهویه طبیعی
	Sun, wind and light : Architectural design strategies	۲۰۰۱	Brown and Dekay	بررسی اثر استفاده از پوشش گیاهی در مقیاس شهری بر کارآمدی سرمایه به روش تهویه طبیعی + بررسی توزیع فضاهای باز در ساختار خوشه ای و نقش آن در افزایش پتانسیل تهویه طبیعی
	Climate responsive architecture : A design handbook for energy efficient buildings	۲۰۰۱	Krishan, A., N. Baker, S. Yannas	بررسی پتانسیل تهویه طبیعی بر اساس جهت گیری خیابان های شهر نسبت به جهت وزش باد غالب
	Climatic aspects of urban design in tropical regions	۱۹۹۲	Givoni, B	تعیین بهینه ترین زاویه چرخش خیابان ها و معابر نسبت به راستای باد غالب به منظور دستیابی به بالاترین پتانسیل تهویه طبیعی

جدول چهارم پژوهش های صورت گرفته در ارتباط با پارامترهای مقیاس خرد در ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان

عنوان پژوهش	محقق	زمینه اصلی پژوهش
Ventilation problems in hot countries	Givoni, B.	بررسی نحوه تقسیم بندی فضاهای داخلی در الگوی جریان هوا در داخل ساختمان
Natural ventilation design for houses in Thailand	Tantasavadi, C., J. Srebric, and Q. Chen	بررسی کارامدی ساختمان های پلان آزاد در بهره مندی از تهویه طبیعی و توصیه به استفاده از پارتنیشن ها در موارد بسیار ضروری
Climatic building design : Energy efficient building principles and practice	Watson, D. and K. Labs	تبیین راهکارهای معمارانه به منظور ایجاد تعامل میان عملکردهای معماری و بهره گیری حداکثری از جریان و تهویه هوا در فضاهای داخلی ساختمان
Natural ventilation in buildings	Allard, F	تبیین راهکارهایی برای جانمایی و چینش فضاهای متعدد داخل پلان یک فضای مسکونی در راستای بهبود کارایی جریان هوا و تهویه طبیعی
Tropical architecture	Kukreja, C.P	تبیین الگوهای و طرح های پلان داری حداکثر پتانسیل استفاده از تهویه طبیعی و حداکثر جریان هوای داخلی در مناطق معتدل
Natural ventilation design	Heiselberg, P	بررسی نقش افزایش ارتفاع فضاهای داخلی در کاهش دما و ایجاد آسایش اقلیمی در تابستان
Passive cooling of buildings	Asimakopoulous, D. and M. Santamouris	بررسی نقش افزایش ارتفاع فضاهای داخلی در کاهش دما و ایجاد آسایش اقلیمی در تابستان
An approach for analysis of urban morphology	Yoshida, H. and O. M	بررسی ارتباط میان تناسبات، حجم، سطح و... ساختمان و جریان هوا در اطراف آن
Environmental site layout planning	Littlefair, P., M. Santamouris, S	تبیین ارتباط میان تراکم ساختمان و سرعت باد در اطراف آن (درصد سطح اشغال)
Wind tunnel tests on the relationship between building density and pedestrian level wind velocity	Kubota, T., M. Miura, Y. Tominaga	تبیین ارتباط میان تراکم ساختمان و سرعت باد در اطراف آن (درصد سطح اشغال)
Natural ventilation design	Heiselberg, P	بررسی ارتباط میان تناسبات ساختمان (طول به عرض) در کارامدی تهویه یک طرفه و دو طرفه
Aerodynamic properties of urban areas derived from analysis of surface form	Grimmond, C.S.B. and T.R. Oke	بررسی ارتباط مجموع سطوح پوسته / مساحت زمین و بهره وری از جریان طبیعی هوا
Airflow in courtyard and atrium buildings in the urban environment : A wind tunnel study	Sharples, S. and R. Bensalem	پتانسیل ساختمان های پاسیو و حیاط دار در بهره وری از تهویه طبیعی با باد
Natural ventilation of tall buildings	Etheridge, D.W. and B. Ford	بررسی موانع و مشکلات تهویه طبیعی در ساختمان های بلند مرتبه دارای پاسیو
The first line of defence : Passive design at an urban scale, in Air conditioning	. Taylor, B	بررسی تاثیر تناسبات و مورفولوژی حیاط و پاسیو در عملکرد اقلیمی آن ها
The influence of different courtyard configurations on natural ventilation	Bittencourt, L. and L. Peixoto	مطالعه ارتباط میان تناسبات، جهت وزش باد و تعبیه پیلوتی بر تهویه طبیعی ساختمان
Airflow in courtyard and atrium buildings	Sharples, S. and R. Bensalem	بررسی میزان تهویه طبیعی در ساختمان های حیاط دار و دارای آتریوم
A study on a porous residential building model in hot and humid regions	Hirano, T., S. Kato, S. Murakami	تاثیر درصد تخلخل در میزان پتانسیل آپارتمان ها در بهره گیری از تهویه طبیعی
Natural air flow around buildings, in Research report	Evans, B.H	مطالعه الگوی جریان هوا با توجه به ساختار کلی بلوک های آپارتمانی UL, T شکل

ارتباط پارامترهای مقیاس خرد و تهویه طبیعی



شماره ۳-۶
پاییز ۱۳۹۵
فصلنامه
علمی-پژوهشی

نظریات

الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران



دیاگرام نهایی الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران

های مذکور صورت گرفته است. با این تفاوت که تعداد و تکثیر پژوهش ها در برخی از حوزه ها بیشتر و در برخی دیگر کمتر است. از این رو مطالعه پیشینه پژوهش، مقدمه ای بر شناسایی قدرت و ضعف پژوهش های صورت گرفته در این حوزه می باشد و خلاهای موجود و زمینه های مناسب برای تحقیق و انجام پژوهش در حوزه معماری و سرمایش ساختمان را نشان می دهد. جدول زیر به بررسی تعدادی از پژوهش های صورت گرفته در زمینه های مختلف (مقیاس خرد) را نشان می دهد.

در نهایت عوامل مرتبط با مقیاس خرد هم بخصوص در صنعت ساختمان از اهمیت و ضرورت ویژه ای برخوردار است. مجموعه پارامترها و عوامل مرتبط با حوزه معماری، در مقیاس خرد دسته بندی می شوند. از مهم ترین پارامترهای تاثیرگذار بر پتانسیل تهویه طبیعی در مقیاس خرد و حوزه معماری می توان به فرم پلان، ارتفاع ساختمان، جهت گیری بنا، ساختار پوسته، فرم و .. اشاره کرد. تا کنون پژوهش های متعددی در زمینه های مختلف ارتباط معماری و تهویه طبیعی در زمینه

نتیجه گیری

پرسش های پیش رو برای پژوهش های آینده:

با استفاده از چه مکانیزم های اندازه گیری و چگونه می توان یک چارچوب کمی و هماهنگ را در ارزیابی پایداری بنا، با تاکید بر یکپارچگی ابعاد پایداری تبیین کرد؟ شاخص ها، محورها و چارچوب های مناسب در شکل گیری ابزار ارزیابی بنای پایدار کدام اند؟

سایر الگوهای مربوط صنعت ساختمان و یا بناهای مربوط در حوزه های مسکونی، تجاری، تفریحی و غیره، چگونه می توانند در مدل طراحی شده مورد تحلیل قرار گیرند؟ و امتیاز قابل قبول برای هر یک از گونه ها چگونه قابل محاسبه است؟

فهرست منابع

1. Faizi, Foad, Noorani, Marzieh, Ghaedi, Abdolkarim, Mahdavinejad, Mohammadjavad (2011). Design an Optimum Pattern of Orientation in Residential Complexes by Analyzing the Level of Energy Consumption (Case Study: Maskan Mehr Complexes, Tehran, Iran), Vols. 11871179, 21.
2. Medhat M. A. Osman, 2011, Evaluating and Enhancing Design for Natural Ventilation in Walkup Public Housing Blocks in the Egyptian Desert Climatic Design Region, PhD Thesis, University of Dundee.
3. Ghiabaklou, Zahra. "Fundamentals of Building Physics 4 Passive Cooling." Tehran: University Jihad Organization Publications, 2013.
4. Mahdavinejad, Mohammadjavad, Ghasempourabadi, Mohammadhossein, Ghaedi, Hojat (2012). The Role of Form Compositions in Energy Consumption of Highrise Buildings (Case Study: Iran, Tehran), Advanced Materials Research, Vols. 489488, pp. 181175.
5. Mahdavinejad, Mohammadjavad, Ghaedi, Abdolkarim, Ghasempourabadi, Mohammadhossein, Ghaedi, Hojat (2012). The

این پژوهش با هدف الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران، با نگاهی تطبیقی به بررسی روش های تبیین مدل های ارزیابی پایداری پرداخته است. به عبارت دیگر نتایج این پژوهش مبتنی است بر توسعه چارچوب ارزیابی کمی معماری پایدار، با در نظر گرفتن یکپارچگی و برهم کنش ابعاد سه گانه پایداری در بناست. این هدف به وسیله تعیین شاخص ها و معیارها در تلاش است که میزان پایداری بنا را به صورت کمی تعیین کند.

دستاوردهای پژوهش نشان دهنده آن است که الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران شامل موارد ذیل می باشند:

۱- بررسی چارچوب های ارزیابی پایداری میان رشته ای موجود و شناسایی چارچوب مناسب برای ارزیابی یکپارچه پایداری در بنا.

۲- تدوین شاخص های پایداری در بنا، با رویکرد کنگر به تمامی ابعاد پایداری.

۳- تعیین معیارهای کمی برای شاخص های تعیین شده.

۴- ارزیابی چارچوب و معیارهای تدوین شده در بناهای مسکونی.

با تاکید بر الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران، نتایج تحقیق نشان می دهد که تدوین مرجع ارزیابی پایداری بنا، لازمه ی یکپارچگی و بهره گیری از نتایج تلاش ها در این حوزه است؛ با توسعه ی آن می توان پیشنهادات و دستورالعمل های پایداری را سنجیده و توسعه داد. همچنین می توان به اهداف، راهبردها و راهکارهای ارائه شده در ایجاد شرایط پایدار بنا، با ارائه چارچوب و معیارهای مناسب قابلیت ارزیابی داد. از سوی دیگر، رویکردهای یک بعدی ارزیابی (رویکرد جزءنگر به هر یک از مسائل محیطی، اقتصادی و اجتماعی) در دستیابی به اهداف پایداری ضعیفند؛ ارائه ی چارچوبی یکپارچه (با در نظر گرفتن رابطه ابعاد سه گانه پایداری و کلنگر) و نگاه کمی به راه حل ها، محدودیت ها و نواقص را برطرف می کند. و در نهایت با تدوین چارچوب مناسب ارزیابی، می توان شاخص ها و معیارهای پایداری منتج از پژوهشها را یکپارچگی بخشید.

۷۲

شماره ۳-۶
پاییز ۱۳۹۵
فصلنامه
علمی-پژوهشی

نقش
جهان

- han, 2016, Volume 6, Issue 2016) 1), Page 7965.
14. Evaluating The Effects of High rise building On Urban Heat Island by Sky View Factor: A case study of Narmak neighborhood, Tehran, Hadi Rezaei Rad; Mojtaba Rafieiana, Naqshejahan, 2016, Volume 5, Issue 4, Page 2213.
 15. Introduction of Interactive Architecture and Its Role in the Adaption of Architecture, Mohammadmehdi Moulaii; Mohammadreza Pourjafar; Mohammadreza Bemanian, Volume & Issue: Volume 5, Issue 4 2016)), Naqshejahan, 2016, Page 7061.
 16. Introducing an Innovative Variable Building Layers System (V.B.L.S), Masoume Taraz; Katayoun taghizade; Mehrdad Azizi Ghohroudi, Naqshejahan, 2015, Volume 5, Issue 2015) 2), Page 6455
 17. Deliberation of Utilization of Post Occupancy Evaluation Methods assessment of Health Care Facilities in Iran's Society, Sajjad Akbari Balderlou, Naqshejahan, 2013, Volume 3, Issue 2, Page 3323.
 18. Studying the Principles and Rules Governing the Urban Structure of Islamic Cities in order for Achieving and Creation of an IslamicIranian Utopia, Elaheh Kiaei; Mehdi Baba Abbasi, Naqshejahan, 2015, Volume 5, Issue 1, Page 7459.
 19. The Role of Traffic in Social Life in Outdoor Residential Spaces, Mojtaba Ansari; Peiman Pilechiha; Ehsan Heidarizadi, Naqshejahan, Volume 5, Issue 2015, (2015) 1, Page 165.
 20. Modern Urban Design: From Cue Approach to Practical Optical Illusions, Amir Shakibamanesh; Mehran Alalhesabi; Mostafa Behzadfar, Naqshejahan, 2016, Volume 5, Issue 3, Page 7968.
 - Role of Vernacular Architecture in Design of Green Sidewalk, Case Study: Iran, Shushtar, by Applied Mechanics and Materials, Vols. 261260, pp. 6865.
 6. Heydari, Shahin. "Energy efficiency in building base on new standard of thermal comfort in Iran." Tehran: Ministry of energy, 2006.
 7. Givoni, B., 1992, Climatic aspects of urban design in tropical regions. Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere, 3)26): p. 406397.
 8. Heydari, Shahin. "Thermal Adaptation in Architecture." Tehran: University of Tehran Press, 2014.
 9. M. Mahdavejad. Dilemma of Prosperity and Technology in Contemporary Architecture of Developing Countries, Naqshejahan, 5343 : (2)4 , 2014.
 10. Ghiabaklou, Zahra. Building Physics 2, Environmental Control, Jihad Amirkabir University, 2012.
 11. Redesign of Collective and Private Spaces of Public Apartments to Enhancing Social Health in Iranian Islamic Structure Case study: Baharestan 2 complex, Sanandaj, Rahmat Mohammadzade; Kavan Javanroudi, Naqshejahan, 2016, Volume 6, Issue 2, Page 4736.
 12. Modular Building Envelope Panel with Heating and Cooling Capability, Nooshin Abolhasani; Mohammad Javad Saghafi; Rima Fayaz; Behrouz Mohammad Kari, Naqshejahan, 2016, Volume 6, Issue 2016) 1), Page 4131.
 13. Indigenous Technology and Architectural Harmony with the Climate ; The case of rural housing in the three zones in Semnan province, Hosein Kalantari Khalil Abad; Mohammad Kazemi; Ali Akbar Heidari; Maryam Tabatabaian; Mehdi Haghi, Naqsheja-

- Technology and Sustainable Development, 324308 (2013) (4) 10.
31. Bittencourt, L. and L. Peixoto, 2001, The influence of different courtyard configurations on natural ventilation through lowrise school buildings. in Seventh international IBPSA conference. Rio de Janeiro, Brazil: Building simulation.
 32. Cibse, 1997, Application Manual A.M 10, Natural ventilation in nondomestic building, Chartered institution of building service engineers, London.
 33. Etheridge, D.W. and B. Ford, 2008, Natural ventilation of tall buildings – options and limitations, in CTBUH 8th World Congress: Dubai, United Arab Emirates.
 34. University of Tehran, 2016, Climate and architecture pamphlet, University of Tehran Academy.
 35. Difficult Financial Times, International Journal of Sustainable Economy, 7959, (1)2.
 21. Watson P, Jones D, Mitchell P, 2005, Redefining life cycle for a building sustainability assessment framework, Proceedings of the Fourth Australian LCA Conference, 25 – 23 February, Sydney.
 22. Ghiaus, C., Allard, F., Santamouris, M. Georgakis, others, 2006, Urban environment influence on natural ventilation potential, Building and Environment, 406395, 41.
 23. Smith, A.D, 2010, Growth of Corporate Social Responsibility as a Sustainable Business Strategy in Difficult Financial Times, International Journal of Sustainable Economy, 7959, (1)2.
 24. Zimmerman, A, 2006, the Integrated Design Process Guide, Prepared for Canada Mortgage and Housing Corporation. Retrieved on Aug. 2008, 22.
 25. Brown, G.Z. and M. Dekay, 2001, Sun, wind and light: Architectural design strategies. 2nd ed, New York ; Chichester: John Wiley & Sons, Inc.
 26. Allard, F., Natural ventilation in buildings: a design handbook. 1998: James & James.
 27. Ghiabaklou, Zahra. "Fundamentals of Building Physics 5 (Daylighting)." Tehran: University Jihad Organization Publications, 2013.
 28. Principles of passive cooling systems in vernacular architectural elements of Iran, Seyed Majid Mofidi Shemirani, Fatemeh Mehdizadeh Seradj, Roza Vakilinezhad, 20142015 Summer & Spring, No 5, pp. 160147.
 29. ASHRAE, 2006, ASHRAE green guide: The design, construction and operation of sustainable buildings. Burlington. Elsevier Publications.
 30. M. Mahdavejad, K. Javanroodi, L. H. Rafsanjani, Investigating Condensation Role in Defects and Moisture Problems in Historic Buildings. Case Study Varamin Friday Mosque in Iran, World Journal of Science,



شماره ۳-۶
پاییز ۱۳۹۵
فصلنامه
علمی-پژوهشی

نقش جهان

الگوی بومی سازی شده برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان های شهر تهران