

تحلیل و رتبه بندی عوامل موثر بر اقلیم و ارائه راهکار توسط نرم افزار تحلیلی اقلیمی Climate Consultant؛ مطالعه موردی: استان تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۲

کد مقاله: ۱۷۳۵۷

سحر لبافان^۱

چکیده

اهداف: این پژوهش به شناسایی نقش طراحی پایدار در حفاظت از محیط زیست، کنترل و کاهش مصرف انرژی، توجه به انرژی‌های تجدید پذیر، امکان بهره‌وری و کاربردهای آن‌ها و در نهایت نقش معمار و معماری در راستای توسعه پایدار پرداخته است. اهداف اصلی این پژوهش در دو راستای کلی «بررسی امکان تامین آسایش انسان با حداقل مصرف انرژی و کاهش آسیب به محیط زیست» و «انتخاب الگوی صحیح و ارائه پیشنهاداتی در زمینه‌ی طراحی اقلیمی» طبقه‌بندی می‌شوند.

روش‌ها: این پژوهش بر آن است که با توجه به پدیده‌ی تغییر اقلیم و گرم شدن زمین، با به کارگیری مولفه‌های اقلیمی مربوط به آمار سال‌های اخیر و با استفاده از نرم افزار تحلیلی اقلیمی و مدل آسایش حرارتی اشری ۵۵ به بررسی تغییرات اقلیمی در یک بازه‌ی زمانی حدود ۳۰ ساله، پرداخته و مشخص می‌کند که راهکارهای اقلیمی قبلی تا چه اندازه قابلیت استناد و استفاده در ساختمان را دارد.

یافته‌ها: در این پژوهش شهر تهران به عنوان مطالعه موردی، انتخاب و اهم نتایج نشان می‌دهد که تعداد ماه‌هایی که شرایط آسایش در آن برقرار بوده، کمتر شده و ماه‌هایی که نیاز به تدابیر گرمایشی و سرمایشی دارند به بیشترین میزان خود رسیده است. مسائل اقلیمی، امکانات و راهکارهایی توسط نرم افزار تحلیلی اقلیمی شناسایی و گردآوری شده است تا در طی انجام بررسی‌های توصیفی، تحلیلی، کمی و کیفی، ویژگی‌های عناصر شاکله که در هر یک از دو حوزه واکاوی شده؛ و آن دسته از داده‌هایی که اعتبار و روایی آن‌ها اثبات گشته، به منظور ارائه راهکارهایی در جهت طراحی همساز با اقلیم، با هدف افزایش سطح آسایش ارائه گردد.

نتیجه‌گیری: وجود شرایط آسایش از نظر دما و رطوبت، تراکم مناسب خاک و قابلیت بهره‌گیری از انرژی زمین گرمایی، خاک نسبتاً غنی و امکان استفاده از گونه‌های متنوع گیاهی، امکان بهره‌گیری مناسب از نور آفتاب و وزش باد مطلوب از جبهه شمال غربی در تابستان را می‌توان در حیطه امکانات شرایط اقلیمی شهر تهران و عواملی چون گرما و خشکی هوا در تابستان، وزش بادهای سرد در زمستان و بادهای گرم در تابستان، میزان کم بارش نزولات آسمانی و سرمای هوا در زمستان را می‌توان جزو محدودیت‌ها دانست.

واژگان کلیدی: طراحی اقلیمی، آسایش حرارتی، رتبه بندی عوامل اقلیمی، عوامل موثر بر اقلیم

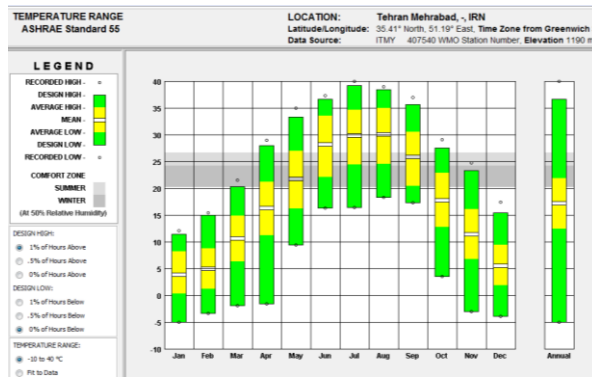
۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد معماری و انرژی، گروه معماری و انرژی، دانشگاه هنر و معماری پارس، تهران، ایران
sahar.labafan@pu.ac.ir

امروزه پیامدهایی نظیر آلودگی روزافزون هوا و محیط زیست، کاهش منابع طبیعی و بحران انرژی که ناشی از زندگی در دنیای صنعتی امروز می‌باشد، باعث گردیده تا حفظ و پاسداری از منابع طبیعی به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های انسان عصر حاضر تبدیل گردد. این دغدغه زمانی که با سلامتی انسان‌ها در ارتباط باشد اهمیت بیشتری می‌یابد. در این میان، نگرش به رویکرد معماری اقلیمی در بین متخصصان معماری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. طراحی اقلیمی برای رسیدن به این هدف از طریق افزایش کارایی ساختمان، صرفه جویی در مصرف انرژی، گام برداشتن در جهت استفاده از انرژی‌های نو و به طور کلی هم سو شدن با طبیعت، نقش مهمی ایفا می‌کند. انسان به عنوان بخشی از طبیعت اگر به اندازه کافی از قانون‌مندی محیط و طبیعت آگاه باشد و زندگی خود را با جریان دائمی طبیعت هم‌سو سازد؛ ضمن راحتی، آسایش، صرفه‌های مالی و اقتصادی و پایداری در توسعه، محیطی مطبوع، متنوع و دلپذیر در تمام فصول سال خواهد داشت در غیر این صورت با عدم توجه به شرایط اقلیمی در طرح، باعث بروز مشکلات بسیار و هزینه‌های اقتصادی و نیز بروز مسائل زیست محیطی و اجتماعی خواهد شد. اگر انسان‌ها خواهان زندگی همساز با محیط خود هستند؛ باید از آن‌چه که نیاکانشان در پس سال‌ها تجربه با طراحی اقلیمی و حس مکان به دست آورده‌اند استفاده نمایند؛ در غیر این صورت بخش عظیمی از کیفیات پایدار به دست آمده از تجارب بشری را از دست خواهند داد. بنابراین شناخت این تجارب علاوه بر کمک به توسعه پایدار، می‌تواند در بازه تولید فضاهای معماری در منطقه به کار گرفته شود.

۲- مواد و روش‌ها

بر این اساس، در این پژوهش شهر تهران به عنوان نمونه موردی، مورد مطالعه قرار گرفته شده و توسط نرم افزار تحلیلی اقلیمی عوامل تاثیر گذار اصلی چون درجه حرارت، دمای تر و خشک، میزان انرژی دریافتی در ساعات آفتابی، انرژی زمین گرمایی، رطوبت نسبی و دمای خشک، نمودار خورشیدی و زاویه سایبان متناسب، سرعت وزش باد، مقایسه و توصیف گلباد در ماه‌های مختلف سال، بررسی و سپس به تحلیل نمودارهای شرایط آسایش و رتبه بندی عوامل تاثیر گذار در تابستان و زمستان بر اساس داده‌های خروجی حاصل از نرم افزار پرداخته شده است. پس از بررسی موشکافانه، اهداف طراحی اقلیمی استخراج و راهکارهایی برای بهبود محدودیت‌ها ارائه و از این میان، شاخصه‌های قابل انطباق با طراحی برگزیده شده است؛ تا در حد امکان ساختمان‌هایی با کم‌ترین نیاز به سیستم‌های مکانیکی و در پی آن کاهش آلودگی‌های زیست محیطی را شکل دهد.

۳- بررسی نمودارهای اقلیمی شهر تهران بر اساس نرم افزار تحلیلی اقلیمی^۱

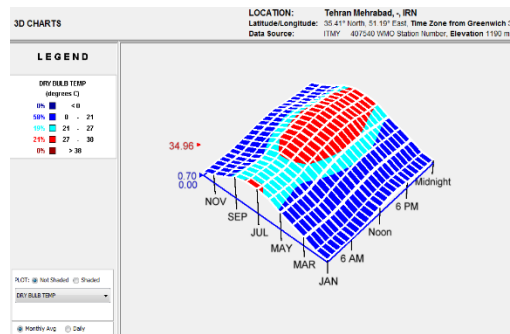
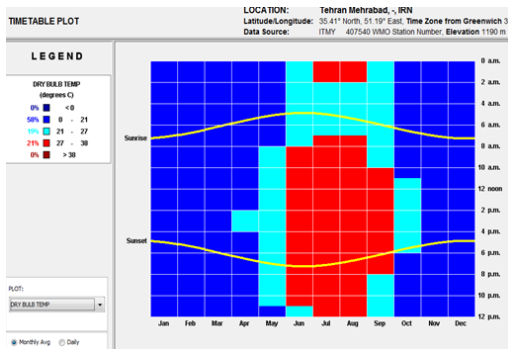


نمودار ۱: نمودار درجه حرارت- ماخذ: Climate consultant

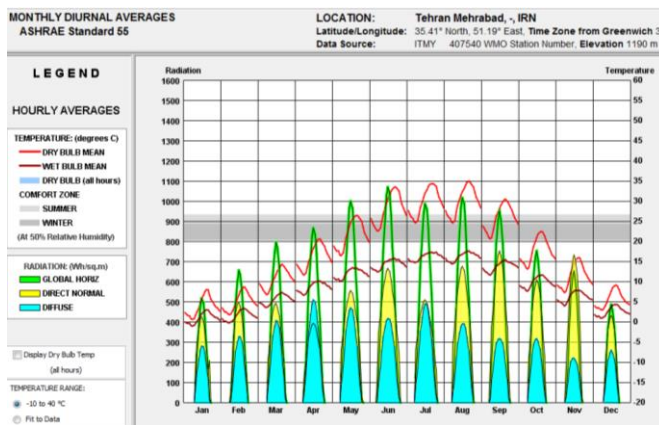
خرداد، تیر، مرداد گرم‌ترین ماه‌های سال؛ آذر، دی، بهمن، اسفند جزو سردترین ماه‌های سال؛ فروردین، اردیبهشت، شهریور، مهر معتدل‌ترین ماه‌های سال می‌باشند. شرایط آسایش در اردیبهشت ماه در روز و شهریور ماه در شب برقرار می‌باشد.

۲-۱- تحلیل نمودارهای دمای تر و دمای خشک

از نمودار ۲ می‌توان نتیجه گرفت که شهر تهران ۱۹٪ از اوقات سال در شرایط آسایش می‌باشد، ۵۸٪ از اوقات سال هوا سرد و ۲۱٪ از اوقات سال هوا گرم می‌باشد. در ماه‌های دی، بهمن، اسفند، آبان و آذر دما بین صفر تا ۲۱ درجه، در فروردین به جز در ساعت ۲ تا ۴ بعدازظهر (شرایط آسایش) بقیه اوقات دما بین صفر تا ۲۱ می‌باشد. در خرداد ماه از ۸ صبح تا ۱۱ شب هوا گرم و بقیه اوقات روز در آسایش قرار دارد. در تیر و مرداد ماه از ۷ صبح تا ۲ صبح هوا گرم و بقیه اوقات روز و در شهریور ماه از ۱۰ صبح تا ۸ شب هوا گرم و بقیه اوقات روز در آسایش قرار دارد.



نمودار ۲: دمای تر و دمای خشک در اوقات مختلف سال - ماخذ: Climate consultant



نمودار ۳: مقایسه دمای تر و دمای خشک در اوقات مختلف سال - ماخذ: Climate consultant

جدول ۱: مقایسه دمای تر و دمای خشک - جمع‌آوری: نگارنده

اختلاف دو دما	حداکثر دمای خشک	حداکثر دمای تر	ماه‌های سال	اختلاف دو دما	حداکثر دمای خشک	حداکثر دمای تر	ماه‌های سال
۱۷	۳۴	۱۷	تیر	۳	۷	۴	دی
۱۹	۳۵	۱۶	مرداد	۳	۷	۴	بهمن
۱۵	۳۰	۱۵	شهریور	۷	۱۴	۷	اسفند
۱۰	۲۲	۱۲	مهر	۱۱	۲۱	۱۰	فروردین
۹	۱۶	۷	آبان	۱۳	۲۶	۱۳	اردیبهشت
۵	۹	۴	آذر	۱۷	۳۳	۱۶	خرداد

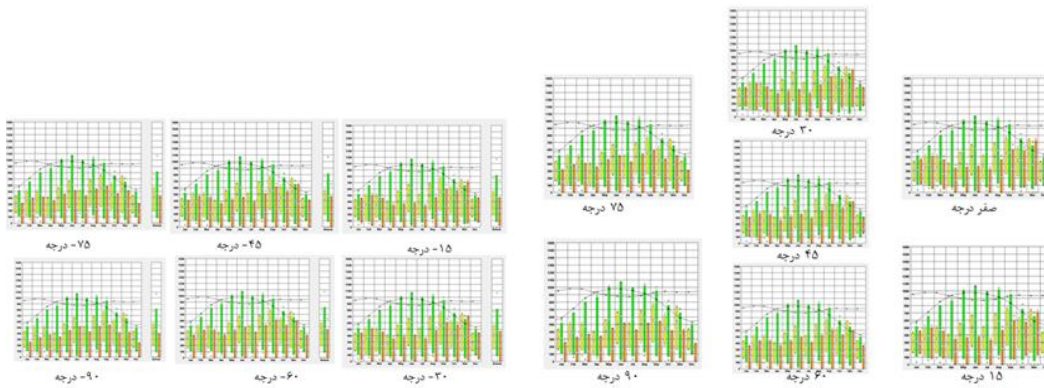
با توجه به نمودار ۳ در ماه‌های گرم سال در تهران با استفاده از برودت تبخیری می‌توان به شرایط آسایش دست یافت.

۳-۱- نمودار انرژی دریافتی در ساعات آفتابی

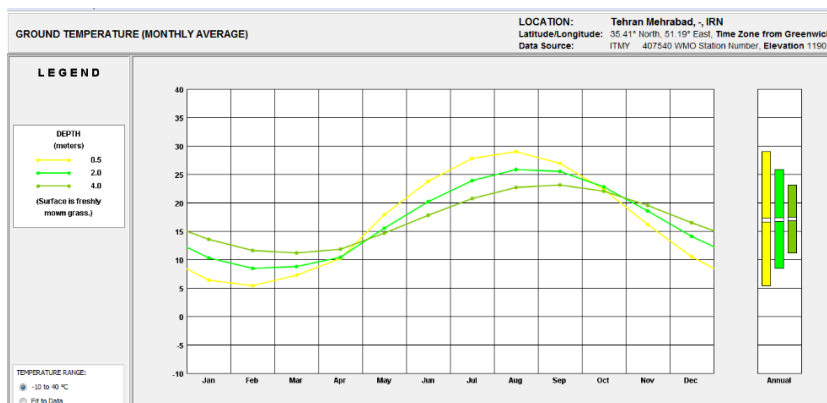
از نمودار ۴ می‌توان نتیجه گرفت که جبهه جنوب (تا ۱۵ درجه گردش به سمت شرق) در تهران مناسب‌ترین جبهه برای جهت‌دهی دیوارهاست. (بیشترین جذب انرژی در زمستان و کمترین جذب انرژی در تابستان) را دارد.

۴-۱- نمودار انرژی زمین گرمایی

با توجه به نمودار انرژی زمین گرمایی (نمودار ۵) می‌توان نتیجه گرفت که در عمق ۴ متری زمین در شهر تهران زمستان‌های گرم‌تر و تابستان‌های خنک‌تری نسبت به عمق ۰/۵ و ۲ متری وجود دارد. هرچقدر عمق زمین افزایش یابد نوسان دمایی کمتر می‌شود و دمای هوای عمق زمین با روند نامحسوس‌تری تغییر می‌کند.

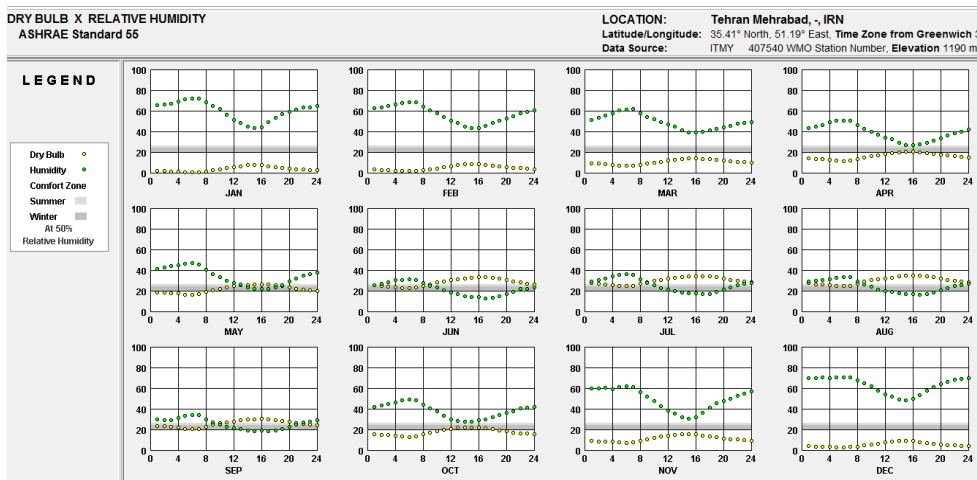


نمودار ۴: مقایسه میزان انرژی دریافتی از دیوارهای مختلف در تهران (سطوح نارنجی رنگ نمودار) - ماخذ: Climate consultant



نمودار ۵: مقایسه انرژی زمین گرمایی در سه عمق ۴، ۲ و ۰,۵ متری - ماخذ: Climate consultant

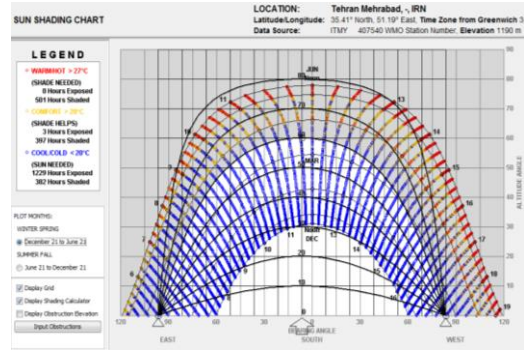
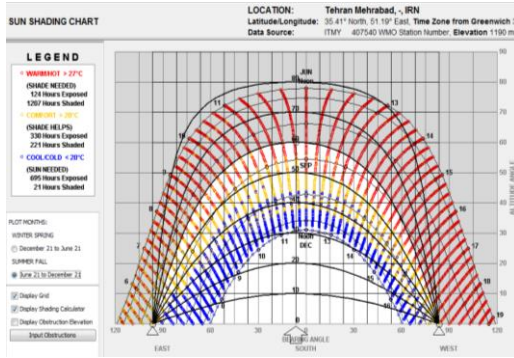
۵-۱- نمودار رطوبت نسبی و دمای خشک



نمودار ۶: رطوبت نسبی و دمای خشک - ماخذ: Climate consultant

مرطوب‌ترین ماه‌های سال آذر، دی، بهمن که رطوبت نسبی در آن بین ۵۵ تا ۸۵ درصد می باشد. و خشک‌ترین ماه‌های سال خرداد، تیر، مرداد که رطوبت نسبی بین ۲۵ تا ۵۵ درصد می باشد. در ماه‌های آبان، آذر، دی و بهمن دمای خشک کم بوده و رطوبت نسبی حدوداً از ساعت ۱۰ صبح به بعد مناسب می‌باشد (رطوبت مناسب حدود ۳۰-۶۰ درصد). در ماه‌های مرداد، شهریور، تیر و خرداد دمای خشک بین ۲۰ تا ۴۰ درجه و رطوبت نسبی به کمتر از ۲۰ درصد نیز رسیده است که نامناسب می‌باشد. در ماه‌های مهر، اسفند، فروردین اردیبهشت دما و رطوبت نسبی به شرایط آسایش نزدیک‌تر است.

۶-۱- نمودار خورشیدی با سایبان



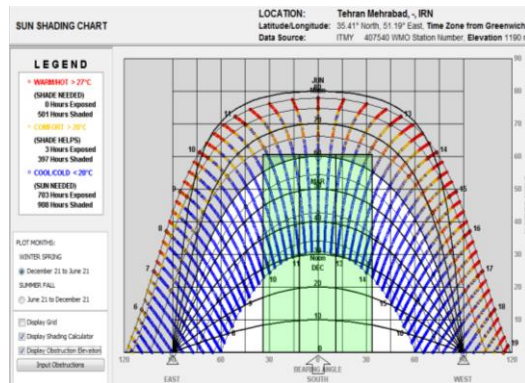
نمودار ۸: زاویه سایبان متناسب با فصل پاییز و تابستان -

ماخذ: Climate consultant

نمودار ۷: زاویه سایبان متناسب با فصل بهار و زمستان -

ماخذ: Climate consultant

با توجه به نمودارهای پیشین (بهترین زاویه سایبان متناسب با فصل پاییز و تابستان و بهترین زاویه سایبان متناسب با بهار و زمستان) و مقایسه آن‌ها، سایبان افقی با زاویه ۶۰ درجه برای پنجره‌های جنوبی در تهران مناسب است.



نمودار ۹: تاثیر کاشت گیاهان خزان‌پذیر و برگ ریز در ضلع جنوبی در مجاورت بنا - ماخذ: Climate consultant

کاشت گیاهان خزان‌پذیر و برگ ریز در محدوده ضلع جنوبی در مجاورت بنا نقشی هم‌چون سایبان را ایفا کرده و از ورود نور خورشید به داخل بنا در فصل تابستان جلوگیری به عمل می‌آورد.

۷-۱- نمودار گلباد

جدول ۲: مقایسه و توصیف گلباد شهر تهران - جمع‌آوری: نگارنده

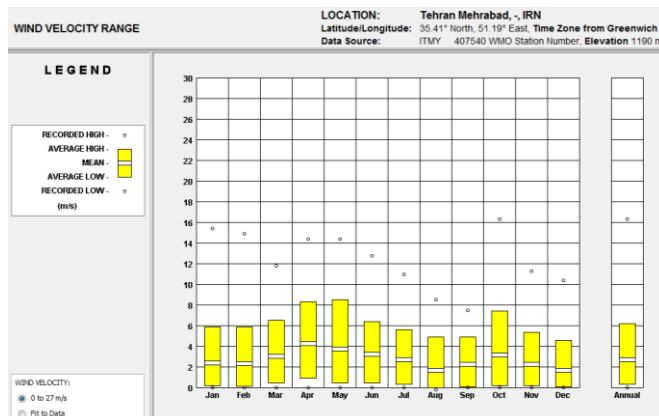
نمودار گلباد	توصیف	ماه	نمودار گلباد	توصیف	ماه
	- باد غالب از شمال غربی - دمای آن ۲۷ تا ۳۸ درجه (گرم) - در اکثر اوقات هوا خشک است.	تیر		- باد غالب از طرف غرب می‌وزد. - بیشترین سرعت ۱۶ متر بر ثانیه - دمای آن زیر ۲۱ درجه (سرد و نامطلوب) - رطوبت نسبی مناسب	دی
	- باد غالب از جنوب و جنوب شرقی - سرعت ۸ متر بر ثانیه - دمای زیاد - گرم و خیلی خشک	مرداد		- باد غالب از غرب و شمال غربی می‌وزد - سرعت بالایی دارد، ۱۵ متر بر ثانیه - تواتر زیاد - دمای زیر ۲۱ درجه - رطوبت نسبی مناسبی دارد.	بهمن

ماه	توصیف	نمودار گلباد	ماه	توصیف	نمودار گلباد
اسفند	<ul style="list-style-type: none"> - باد غالب از غرب (تا حدودی شمال غربی و جنوب غربی) - سرعت زیاد - تواتر زیاد - دمای زیر ۲۱ درجه - رطوبت نسبی مناسبی دارد. 		شهریور	<ul style="list-style-type: none"> - باد غالب از جنوب - دمای بالا ولی در بعضی اوقات خنک تر - باد دیگری هم از شمال وزیده می شود که تواتر قابل توجهی دارد و خنک است ولی سرعت کمی دارد 	
فروردین	<ul style="list-style-type: none"> - باد غالب از غرب (تا حدودی شمال غربی و جنوب غربی) - سرعت زیاد - دمای زیر ۲۱ درجه - رطوبت نسبی مناسبی دارد. 		مهر	<ul style="list-style-type: none"> - باد غالب از غرب و تا حدودی از شمال غربی - خنک و مرطوب - سرعت بالا ۱۶ متر بر ثانیه و تواتر زیاد 	
اردیبهشت	<ul style="list-style-type: none"> - باد غالب از غرب - سرعت زیاد - دمای آن ۲۱ تا ۲۷ درجه است. - رطوبت نسبی مناسبی دارد. 		آبان	<ul style="list-style-type: none"> - باد شمالی: تواتر زیاد و سرعت کم ۶ متر بر ثانیه - باد غرب: تواتر زیاد و سرعت بیشتر - هر دو باد خنک و مرطوب 	
خرداد	<ul style="list-style-type: none"> - باد غالب از غرب - سرعت زیاد - تواتر زیاد - دمای آن ۲۷ تا ۳۸ درجه (گرم) - هوا خشک است. 		آذر	<ul style="list-style-type: none"> - باد غالب از غرب و تا حدودی از شمال غربی - بادی شمالی خنک و مرطوب است. 	

از جدول فوق می توان نتیجه گرفت که در فصل تابستان جهت وزش باد از شمال غربی که در برخی اوقات خشک می باشد و دمای مطلوب و سرعت متوسط دارد و بادی که از جبهه جنوب شرقی می وزد خشک و گرم با سرعت متوسط و باد نامطلوبی است. در زمستان باد غربی مرطوب، سرد با سرعت زیاد و نامناسب می باشد.

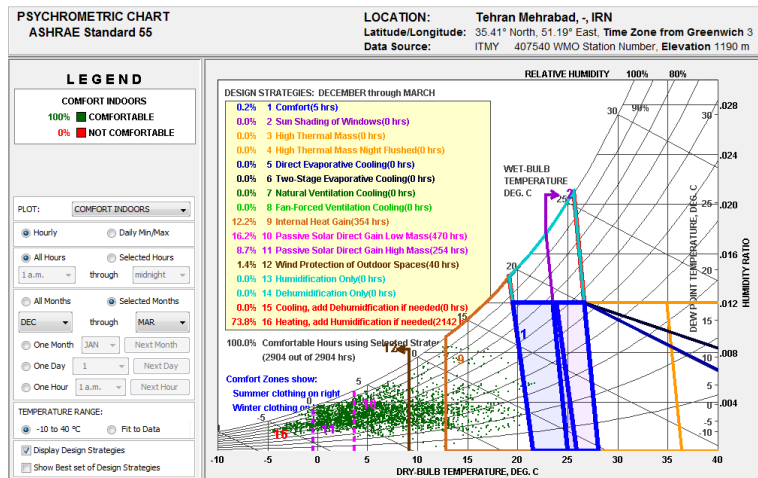
۸-۱- نمودار سرعت باد

از نمودارها و جداول گلباد شهر تهران می توان نتیجه گیری کرد که با تعبیه پنجره و یا بادگیر در جبهه شمال غربی و محافظت از بنا با قرار دادن فضاهایی چون انباری، پارکینگ در برابر وزش باد غرب و جنوب شرقی می توان بهترین بهره گیری را از وزش بادها کرد.



نمودار ۱۰- سرعت باد در ماه های مختلف سال - ماخذ: Climate consultant

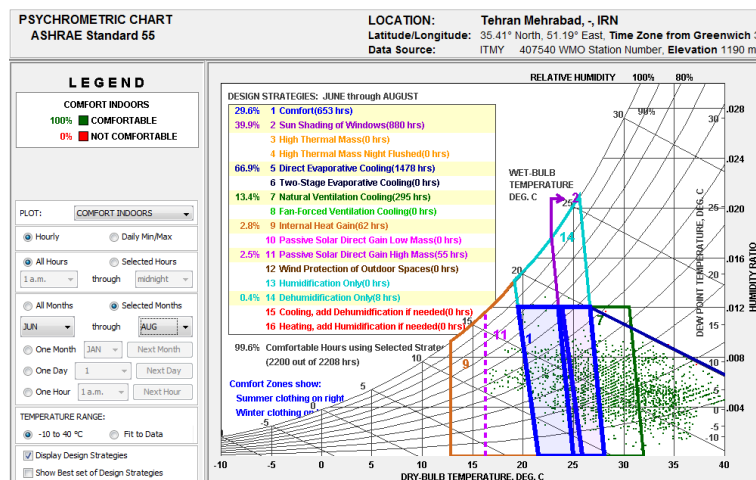
۲- بررسی نمودارهای شرایط آسایش و تحلیل و رتبه بندی آن‌ها در تابستان و زمستان بر اساس داده‌های خروجی حاصل از تحلیل نرم افزار عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش در اقلیم تهران، در چهار فصل گرم و سرد سال بر اساس داده‌های نرم افزار تحلیلی اقلیمی (Climate Consultant) در نمودارهای زیر مشخص گردیده است.



نمودار ۱۱: شرایط آسایش در شهر تهران در ۴ ماه سرد سال (آذر، دی، بهمن، اسفند) - ماخذ: Climate consultant

جدول ۳: دسته بندی عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش (داده های خروجی از نرم افزار) در شهر تهران در ۴ ماه سرد سال (آذر، دی، بهمن، اسفند) - جمع آوری: نگارنده

میزان اثرگذاری	عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش	میزان اثرگذاری	عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش
۱۲,۲٪	۹- طراحی پنجره‌های رو به خورشید	۰,۲٪	۱- آسایش در شرایط عادی
۱۶,۲٪	۱۰- استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی کم	۰٪	۲- استفاده از سایبان برای پنجره‌ها
۸,۷٪	۱۱- استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی بالا	۰٪	۳- مصالح با جرم حرارتی بالا
۱,۴٪	۱۲- محافظت در برابر باد	۰٪	۴- مصالح با جرم حرارتی بالا که در شب انرژی جذب شده را منتقل می‌کند
۰٪	۱۳- ایجاد رطوبت با دستگاه	۰٪	۵- برودت تبخیری مستقیم
۰٪	۱۴- رطوبت زدایی	۰٪	۶- استفاده از برودت تبخیری دو مرحله‌ای
۰٪	۱۵- خنک کردن با رطوبت زدایی	۰٪	۷- ایجاد تهویه طبیعی
۷۳,۸٪	۱۶- گرم کردن همراه با افزایش رطوبت	۰٪	۸- تهویه با استفاده از دستگاه



نمودار ۱۲: نمایش شرایط آسایش در شهر تهران در ۳ ماه گرم سال (خرداد، تیر، مرداد) - ماخذ: Climate consultant

جدول ۴: دسته بندی عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش در شهر تهران در ۳ ماه گرم سال (خرداد، تیر، مرداد) -

جمع آوری: نگارنده

عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش	میزان اثرگذاری	عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش	میزان اثرگذاری
۱- آسایش در شرایط عادی	۲۹,۶٪	۹- طراحی پنجره‌های رو به خورشید	۲,۸٪
۲- استفاده از سایبان برای پنجره‌ها	۳۹,۹٪	۱۰- استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی کم	-
۳- مصالح با جرم حرارتی بالا	-	۱۱- استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی بالا	۲,۵٪
۴- مصالح با جرم حرارتی بالا که در شب انرژی جذب شده را منتقل می‌کند	-	۱۲- محافظت در برابر باد	-
۵- بروود تبخیری مستقیم	۶۶,۹٪	۱۳- ایجاد رطوبت با دستگاه	-
۶- استفاده از بروود تبخیری دو مرحله‌ای	-	۱۴- رطوبت زدایی	۰,۳٪
۷- ایجاد تهویه طبیعی	۱۳,۴٪	۱۵- خنک کردن با رطوبت زدایی	-
۸- تهویه با استفاده از دستگاه	-	۱۶- گرم کردن همراه با افزایش رطوبت	-

۳- توصیف، تجزیه و تحلیل و بررسی نمودارهای شرایط آسایش در تابستان و زمستان

با توجه به نتایج تحلیل نمودارهای فوق در شهر تهران در ۴ ماه سرد سال آذر، دی، بهمن و اسفند، ۰,۲٪ در شرایط عادی در آسایش هستیم و برای ایجاد بیشتر این شرایط می‌توان از راهکارهایی چون طراحی پنجره‌های رو به خورشید، استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی کم، استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی بالا، محافظت ساختمان در برابر باد، گرم کردن همراه با افزایش رطوبت در صورت نیاز استفاده نمود.

در ۳ ماه گرم سال خرداد، تیر و مرداد در حالت عادی ۲۹,۶٪ در شرایط آسایش هستیم. با استفاده از راهکارهای ایستای چون استفاده از سایبان برای پنجره‌ها، استفاده از بروود تبخیری مستقیم، ایجاد تهویه طبیعی، طراحی پنجره‌های رو به خورشید، استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی بالا، رطوبت زدایی می‌توان در سه فصل گرم سال به شرایط آسایش رسید. با استفاده از راهکارهای ایستای چون: استفاده از سایبان برای پنجره‌ها، مصالح با جرم حرارتی بالا، استفاده از بروود تبخیری مستقیم، ایجاد تهویه طبیعی، طراحی پنجره‌های رو به خورشید، استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی کم، استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی با جرم حرارتی بالا و محافظت ساختمان در برابر باد ۸۹,۵٪ به شرایط آسایش خواهیم رسید.

۴- عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش در اقلیم شهر تهران

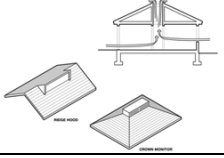
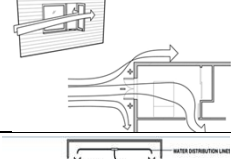
استفاده از مصالح با جرم حرارتی بالا، استفاده از سامانه‌های ایستای خورشیدی، استفاده از سایبان برای پنجره‌ها، بروود تبخیری مستقیم، استفاده از بروود تبخیری دو مرحله‌ای، ایجاد تهویه طبیعی، تهویه با استفاده از دستگاه، طراحی پنجره‌های رو به خورشید، محافظت در برابر باد، ایجاد رطوبت با دستگاه، رطوبت زدایی، گرم کردن همراه با افزایش رطوبت در زمستان.

۵- اولویت دهی عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش در شهر تهران

کاهش اتلاف حرارت ساختمان، کاهش تاثیر باد در اتلاف حرارتی، بهره‌گیری از انرژی خورشید در گرمایش، محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب، محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج، افزایش رطوبت هوا، بهره‌گیری از بادهای خنک کننده شمالی در فصول گرم، بهره‌گیری از نوسان روزانه دما.

۶- راهکارهای اقلیمی پیشنهادی برای شهر تهران توسط نرم افزار

جدول ۵: راهکارهای پیشنهادی برای اقلیم شهر تهران - ماخذ: Climate consultant

توضیحات تصویری	راهکارها	توضیحات تصویری	راهکارها
	ناهمواری‌های روی زمین در مجاورت ساختمان، بارهای گرمایی را در آب و هوای خیلی گرم و خشک کاهش می‌دهد.		به وجود آوردن تهویه عمودی
	استفاده از شیشه در جبهه‌ی جنوبی برای به حداکثر رساندن تابش خورشیدی در زمستان و طراحی سایبان به منظور ایجاد سایه		قرار دادن پارکینگ یا انبار به عنوان عایق در سمتی از ساختمان که باد سرد می‌وزد.
	استفاده‌ی مجدد از گرمای تابشی ناشی از چراغ، انسان و تجهیزات در زمستان		مرطوب کردن هوای خشک از طریق فواره‌ی آب یا آبفشان قبل از آن که وارد ساختمان شود.
	به کار گیری سقف مسطح با رنگ روشن		پنجره‌ها یا بیرون زدگی (ایجاد فضای نیمه باز و ایجاد سایبان) برای جلوگیری از نفوذ گرمای تابستان به داخل
	استفاده از مصالح با جرم حرارتی بالا و کم شدن سطح خارجی ساختمان و ایجاد سایه		نفوذ گرمای خورشید به فضاهای داخلی در زمستان و تعبیه درخت و سایبان در تابستان
	جهت گیری مناسب پنجره‌ها و استفاده از سایبان به منظور ایجاد تهویه طبیعی مناسب		استفاده از مصالح با رنگ روشن و مواد با جرم حرارتی بالا
	استفاده از سامانه‌ی خنک کننده‌ی تخییری		استفاده از پلان داخلی باز (پنجره و درهای کرکره‌دار) به منظور ایجاد تهویه
	به کار گیری حیاط مرکزی درخت کاری شده با حوض آب		تعبیه شیشه در جبهه‌های جنوبی ساختمان

۷- امکانات و محدودیت‌های اقلیمی در شهر تهران

امکانات: وجود شرایط آسایش هم از نظر دما و هم از نظر رطوبت، تراکم مناسب خاک و قابلیت و بهره‌گیری از انرژی زمین گرمایی، خاک نسبتاً غنی و امکان استفاده از گونه‌های متنوع گیاهی، امکان بهره‌گیری مناسب از نور آفتاب، وزش باد مطلوب از جبهه شمال غربی در تابستان
 محدودیت‌ها: گرما و خشکی هوا در تابستان، وزش بادهای سرد در زمستان و بادهای گرم در تابستان، میزان کم بارش نزولات آسمانی، سرمای هوا در زمستان

۸- طرح کلی اقلیمی شهر تهران

با توجه به امکانات و محدودیت‌های اقلیمی موجود در شهر تهران که در بخش‌های قبلی به آن اشاره شد و دسته بندی اهداف ۸ حوزه که شامل کاهش اتلاف حرارت ساختمان، بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب، محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج، افزایش رطوبت هوا، بهره‌گیری از بادهای خنک‌کننده شمالی در فصول گرم، بهره‌گیری از نوسان روزانه دما می‌باشد؛ طرح کلی اقلیمی شهر تهران به منظور طراحی هرچه هماهنگ تر با مسائل اقلیمی در پنج زیر مجموعه شامل نحوه‌ی جهت گیری و قرار گیری حجم، شکل و تشکل و تناسبات کلی فضاها، شکل و تناسبات و محل استقرار فضاها، مصالح، رنگ و اجزاء، شکل و تناسبات و محل استقرار فضاها، به تفصیل گرد آوری شده است.

۸-۱- نحوه‌ی جهت گیری و قرار گیری حجم

به منظور دستیابی به اهداف:

کاهش اتلاف حرارت ساختمان: جهت گیری به سمت جنوب ۱۵ تا ۳۰ درجه به سمت شرق
کاهش تاثیر باد در اتلاف حرارتی: قرارگیری ساختمان در قسمت فوقانی شیب، قرارگیری در دامنه پشت به باد، قرارگیری در داخل زمین

بهره‌گیری از انرژی خورشیدی: طراحی دو جبهه باز روبه‌روی هم شمالی، جنوبی با حداکثر ۳۰ درجه انحراف به شرق و کشیدگی شرقی- غربی

محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب: فرو رفتن حیاط در زمین به صورت گودال باغچه- ایجاد زیرزمین

محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج: قرارگیری در پایین‌ترین نقطه شیب

افزایش رطوبت هوا: قرارگیری در پایین‌ترین نقطه شیب در جهت باد مطلوب- قرارگیری در جهت باد تابستان بعد از آب، ایجاد سرداب‌های عمیق- ایجاد حوضخانه- استفاده از برودت تبخیری- ایجاد آب انبار- استفاده از برودت تبخیری- ایجاد زیرزمین با دریچه‌هایی به سمت حیاط

۸-۲- کل، تشکل و تناسبات کلی فضاها

به منظور دستیابی به اهداف:

کاهش اتلاف حرارت ساختمان: طراحی پلان متراکم و فشرده - کم شدن سطح خارجی ساختمان، قرارگیری فضاها کم اهمیت مثل انبار و پارکینگ به عنوان عایق حرارتی در جداره‌های در تماس با وزش باد سرد زمستانی
کاهش تاثیر باد در اتلاف حرارتی: ساختمان‌های متراکم و فشرده، استفاده از فضای انبار در جبهه روبه باد
بهره‌گیری از انرژی خورشیدی: کشیدگی شرقی و غربی پلان- ایجاد پنجره در جبهه‌های شمالی و جنوبی
محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب: پلان متراکم و فشرده - کم شدن سطح خارجی ساختمان - استفاده از حیاط مرکزی، تشکل بسته در اطراف فضای باز و سیرکولاسیون در فضای باز مرکزی و استقرار فضاها کم اهمیت در حاشیه ساختمان
محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج: درونگرا - استفاده از حیاط مرکزی، تشکل بسته در اطراف فضای باز و سیرکولاسیون در فضای باز مرکزی

۸-۳- شکل و تناسبات و محل استقرار انواع فضاها

به منظور دستیابی به اهداف:

کاهش اتلاف حرارت ساختمان: طراحی فضای بسته در چهار طرف حیاط
بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش: تعبیه گلخانه در ضلع جنوبی بنا
محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب: طراحی فضای بسته در چهار طرف حیاط، ایجاد معابر پر پیچ و خم و تعبیه حیاط‌های کوچکتر به صورت نارنجستان- گشودن فضاها اصلی به حیاط‌های داخلی - گشودن فضاها اصلی به حیاط‌های داخلی یا فضاها باز داخل سایه
محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج: طراحی فضای بسته در چهار طرف حیاط
افزایش رطوبت هوا: حیاط مرکزی درختکاری شده، تعبیه حوض و فواره
بهره‌گیری از بادهای خنک‌کننده شمالی در فصول گرم: طراحی فضاها بسته در دو یا چند طبقه، طراحی فضاها نیمه باز مقابل فضاها بسته خصوصاً در جبهه رو به جنوب

۸-۴- مصالح، رنگ و اجزا

به منظور دستیابی به اهداف:

کاهش اتلاف حرارت ساختمان:

- دیوارها، سقف، کف: استفاده از عایق‌های حرارتی - استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا. محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب:
- دیوار: نمای روشن و سفید
- سقف: اجزای ساختمانی دو پوسته، ایجاد تهویه طبیعی، جان پناه بلند برای سایه‌اندازی، استفاده از عایق حرارتی رنگ روشن
- بهره‌گیری از نوسان روزانه دما: دیوار، سقف، کف: استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی و جرم بالا، استفاده از مصالح با زمان تاخیر مطلوب.

۸-۵- شکل و تناسبات و محل استقرار منافذ

به منظور دستیابی به اهداف:

- کاهش تاثیر باد در اتلاف حرارتی: طراحی منافذ رو به حیاط برای حفظ از طوفان‌های شن و باد سرد زمستانی - تعبیه ورودی در نمای پشت به باد
- بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش: تعبیه پنجره کشیده در جبهه طولی ساختمان
- محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب: حداقل مساحت پنجره‌ها در تمام جهات و قرارگیری در قسمت فوقانی - استفاده از پنجره‌های ارسی
- محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج: ایجاد هواکش و منفذ در راس زیر گنبد
- بهره‌گیری از بادهای خنک‌کننده شمالی در فصول گرم: استفاده از بادگیر در بخش تابستان‌نشین

۹- نتیجه گیری

- به طور کلی در این تحقیق سه هدف کلی شامل ۱- تحلیل و بررسی اقلیم شهر تهران ۲- شناسایی، تحلیل و رتبه بندی میزان اثر گذاری عوامل موثر در ایجاد شرایط آسایش ۳- ارائه راهکارها به منظور ایجاد آسایش حرارتی دنبال شده است. وجود شرایط آسایش هم از نظر دما و هم از نظر رطوبت، تراکم مناسب خاک و قابلیت بهره‌گیری از انرژی زمین گرمایی، خاک نسبتا غنی و امکان استفاده از گونه‌های متنوع گیاهی، امکان بهره‌گیری مناسب از نور آفتاب و وزش باد مطلوب از جبهه شمال غربی در تابستان را می‌توان در حیطة امکانات شرایط اقلیمی شهر تهران و عواملی چون گرما و خشکی هوا در تابستان، وزش بادهای سرد در زمستان و بادهای گرم در تابستان، میزان کم بارش نزولات آسمانی و سرمای هوا در زمستان را می‌توان جزو محدودیت‌ها دانست. ارائه راهکارها به منظور تبدیل این محدودیت‌ها به فرصت را می‌توان در پنج حیطة که شامل:
- ۱- نحوه‌ی جهت‌گیری و قرارگیری حجم که شامل: جهت‌گیری به سمت جنوب ۱۵ تا ۳۰ درجه به سمت شرق، قرارگیری در داخل زمین، طراحی دو جبهه باز روبه‌روی هم شمالی، جنوبی با حداکثر ۳۰ درجه انحراف به شرق و کشیدگی شرقی- غربی، فرو رفتن حیاط در زمین به صورت گودال باغچه، قرارگیری در جهت باد مطلوب تابستان بعد از آب، ایجاد سرداب‌های عمیق، ایجاد حوضخانه، استفاده از برودت تبخیری، ایجاد آب انبار، ایجاد زیرزمین با دریچه‌هایی به سمت حیاط.
 - ۲- شکل، تشکل و تناسبات کلی فضاها که شامل: پلان متراکم و فشرده، کم شدن سطح خارجی ساختمان، قرارگیری فضاهای کم اهمیت مثل انبار و پارکینگ به عنوان عایق حرارتی در جداره‌های در تماس با وزش باد سرد زمستانی، کشیدگی شرقی و غربی پلان، ایجاد پنجره در جبهه‌های شمالی و جنوبی، استفاده از حیاط مرکزی، درونگرایی و تشکل بسته در اطراف فضای باز، سیرکولاسیون در فضای باز مرکزی و استقرار فضاهای کم اهمیت در حاشیه ساختمان.
 - ۳- شکل و تناسبات و محل استقرار انواع فضاها که شامل: فضای بسته در چهار طرف حیاط، تعبیه گلخانه در ضلع جنوبی بنا، ایجاد معابر پر پیچ و خم و تعبیه حیاط‌های کوچکتر به صورت نارنجستان، گشودن فضاهای اصلی به حیاط‌های داخلی یا فضاهای باز داخل سایه، حیاط مرکزی درختکاری شده، تعبیه حوض و فواره، فضاهای بسته در دو یا چند طبقه، فضاهای نیمه باز مقابل فضاهای بسته خصوصا در جبهه رو به جنوب.
 - ۴- مصالح، رنگ و اجزا که شامل: استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی و جرم بالا در کف، سقف، دیوار، استفاده از عایق‌های حرارتی، سقف و نمای روشن و سفید، اجزای ساختمانی دو پوسته، جان پناه بلند برای سایه‌اندازی، استفاده از مصالح با زمان تاخیر مطلوب.
 - ۵- شکل و تناسبات و محل استقرار منافذ که شامل: منافذ رو به حیاط برای حفظ از طوفان‌های شن و باد سرد زمستانی، تعبیه ورودی در نمای پشت به باد، تعبیه پنجره کشیده در جبهه طولی ساختمان، حداقل مساحت پنجره‌ها در تمام جهات و قرارگیری در قسمت فوقانی، استفاده از پنجره‌های ارسی، ایجاد هواکش و منفذ در راس زیر گنبد، استفاده از بادگیر در بخش تابستان‌نشین تقسیم بندی نمود.

- ۱- امانی، سعید و باقری، محمد و توکلی، احمد رضا و زیاری، محمد تقی و میری، مطلب، ۱۳۸۳، صرفه جویی در مدیریت انرژی در سیستم‌های حرارتی، چاپ اول، تهران: سازمان بهره‌برای انرژی ایران
 - ۲- پایگاه ملی داده‌های علوم زمین شناسی
 - ۳- پرهیزگار، ترنم و جعفریان، هامون و کیلاشکی، یاسر و سبحی، یدالله، ۱۳۹۱، طراحی بهینه‌ی سایبان خورشیدی متحرک به همراه تولید برق و اثر آن روی جریان انرژی یک اتاق اداری مشخص، نشریه انرژی ایران، دوره ۱۵، شماره ۱، ۸۱ تا ۹۶
 - ۴- حاج ابوطالبی، الناز و گرجی مهلبانی، یوسف، ۱۳۸۸، مصالح هوشمند و نقش آن در معماری، فصلنامه مسکن و محیط و روستا، شماره ۱۲۷، ۶۶ تا ۸۱
 - ۵- حاج سقطی، اصغر، ۱۳۸۰، اصول و کاربرد انرژی خورشیدی، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور
 - ۶- زارعی، شایلان و نبی میبیدی، مرضیه، ۱۳۹۰، مصالح دوستدار محیط زیست، اولین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، ۱ تا ۱۰
 - ۷- صابری، ا و صانعی، پ، ۱۳۸۱، معماری با حداقل انرژی، شرکت نگاه شرقی سبز
 - ۸- صادق پی، ناهید، ۱۳۹۱، تاملی در مصالح بوم آورد روستا، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۳۹، ۱۷ تا ۳۲
 - ۹- صباغی، محمد علی، ۱۳۹۲، بهینه سازی و بررسی تاثیر پنجره‌های دو حداره در ساختمان از نظر مصرف انرژی، ماهنامه‌ی ساختمان، شماره ۹، ۳۲ تا ۳۸
 - ۱۰- طاهباز، منصوره و جلیلیان، شهربانو، اصول طراحی معماری همساز با اقلیم در ایران، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی
 - ۱۱- قبادیان، وحید و مهدوی، محمد، ۱۳۷۲، طراحی اقلیمی، انتشارات دانشگاه تهران
 - ۱۲- کسمایی، مرتضی، ۱۳۷۹، پهنه بندی و راهنمایی طراحی اقلیمی، نشریه ۳۲۲ انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول
 - ۱۳- مفیدی شمیرانی، مجید و سراج، فاطمه و وکیلی نژاد، رزا، ۱۳۹۱، اصول سامانه‌های سرمایه‌ی ایستا در عناصر معماری سنتی ایران، نشریه علمی-پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، شماره ۵، ۱۵۹-۱۴۷
 - ۱۴- مک کارتی، ب، ۱۳۸۱، بادخان (ملاحظات کالبدی باد در ساختمان)، ترجمه احمدی نژاد، م، نشر خاک
 - ۱۵- مور، ف، ۱۳۸۲، سیستم‌های کنترل محیط زیست و تنظیم شرایط محیطی در ساختمان، ترجمه کی نژاد. م و آذری. ر، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
 - ۱۶- مهدی زاده سراج، فاطمه، ۱۳۸۷، استفاده بهینه و موثر از انرژی‌های پاک تنها راه حل حفظ محیط زیست، همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست، تهران
1. Brown, G.Z&Dekay, 2001, Sun, Wind and Light ArchitecturalDesign Strategies, America
 - Givoni, Baruch, 1988, Copyright by Van NostrandReinhold, ClimateConsideration in Building and Urban Design, Printed in United States of America
 2. Herzog, Thomas, 1996, Solar Energy in Architecture and UrbanPlanning, New York
 3. Sinipoli, James, 2010, Smart Building System for Architects ,OwnersAnd Buildings , Printed in theUnited States
 4. www.greenbuilder.com
 5. www.wikidabiri.ir
 6. www.Ecogeek.ir
 7. www.energystar.ir
 8. www.google.com
 9. http://fa.Wikipedia.org
 10. elearning.rosd.ir