

بهینه سازی جهت ساختمان های شهر قیر در رابطه با تابش آفتاب

با استفاده از روش روابط کسینوس

دکتر منوچهر فرج زاده^۱، محمد حسین عباسی^۲

۱- دانشیار گروه سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۲- دانش اموزته کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان

چکیده:

هدف این پژوهش تعیین جهت مناسب ساختمان در شهر قیر در رابطه با تابش آفتاب است. موقعیت جغرافیایی شهر مورد پژوهش سبب شده که در غالب ایام سال اقلیم گرم و خشک حاکم باشد. لذا در جهت گیری بنا، حفظ ساختمان از تابش آفتاب در مواقع گرم در اولویت نخست و استفاده حداکثری از تابش آفتاب در مواقع سرد در مرحله بعد قرار گرفت. جهت تحقق اهداف فوق ابتدا محاسبه مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطوح قائم ساختمان بصورت نظری و واقعی با روش محاسباتی قانون کسینوس صورت پذیرفت. سپس با استفاده از جدول تقویم نیاز به سایه و آفتاب و نمودار محاسب دمای موثر، مواقع گرم و سرد سال مشخص و با استفاده از جداول حصول شده تعیین بهترین جهت مناسب ساختمان برای شهر مورد پژوهش محقق شد. جهت 150° تا 165° برای ساختمان های یک طرفه و جهت 165° و 15° برای ساختمان های دو طرفه ایده ال ترین و جهت 180° جهت پذیرفتنی انتخاب شد.

واژگان کلیدی: جهت ساختمان، قیر، تابش آفتاب، روش کسینوس

مقدمه:

افزایش بهای نفت و حامل های انرژی از یک طرف، مشکلات و بحران های جهانی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی از طرف دیگر، نیز افزایش جمعیت کره زمین و نیاز روزافزون به منابع انرژی تجدید ناپذیر، سبب شد تا انسان دست به مطالعه و تحقیق گسترده در سازگاری اقلیمی و استفاده حداکثری از منابع انرژی های لایزال چون آفتاب و باد بزند. امروزه هر گونه صرفه جویی در مصرف انرژی با بهره گیری از روش های غیرفعال و فعال و تغییر عادت در رفتار مصرف کنندگان می تواند رقم قابل توجهی در حفظ منابع کشور از یک سو و جلوگیری از آلودگی محیط و ضایعات انسانی از سوی دیگر و کاهش بار مالی خانواده ها را در برداشته باشد. از راهکارهای اساسی در

جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان طراحی اقلیمی و جهت گیری مناسب سازه در رابطه با تابش آفتاب است. در سالهای اخیر مطالعات گسترده ای توسط صاحب نظران در جهان و ایران صورت گرفته است. سام و چنگ (Sam & Cheng. ۱۹۹۷) در هنگام مطالعات موثری در مورد طراحی اقلیمی برای کاهش مصرف انرژی انجام دادند و استفاده از شرایط اقلیم محلی را برای بهبود طراحیهای اقلیمی و شبیه سازی انرژی ساختمان توصیه کردند. اوک (Oke. ۱۹۹۸) اصول طراحی خیابان و سایبان با توجه به عوامل اقلیمی و تابش بیان می دارد. الی (Ely. ۱۹۹۸) استراتژی های طراحی خورشیدی منفعل در ساختمان های مسکونی ارائه کرده است. کیفا (Keifa. ۲۰۰۴) به منظور تهیه اطلاعات کلی و مناسب برای استفاده از انرژی غیرفعال خورشیدی در برنامه ریزی های شهری و طراحی ساختمان، با استفاده از جدول ماهانی دوره ۲۵ ساله عناصر اقلیمی را برای شهر نیکوزیا در قبرس مورد تحلیل قرار داد و استراتژی های پیش طراحی را محاسبه و ارائه کرده است. فیوچی و همکاران (Fiocchi et al. ۲۰۱۱) طراحی اقلیمی فعال را مورد بحث قرار داده اند. در ایران، طاووسی (۱۳۸۱) در مقاله خود به بررسی ویژگیهای تابش خورشید، ارتفاع یا زاویه تابش، سمت و جهت تابش خورشید، زاویه ساعتی و محاسبه طول سایه در شهر اصفهان پرداخته است. هدف از این پژوهش بررسی تابش زمستانی خورشید در شهر اصفهان است تا براساس آن بتوان راهکارهای مناسب جهت ایجاد آسایش راحت و ارزان بدون مصرف انرژی را در ساختمان فراهم کرد و با توجه به چگونگی تابش مکانیابی صحیح کاربریها را مشخص کرده است. سلیقه (۱۳۸۳) با توجه به نیروهای زوال ناپذیر چون آفتاب و باد و استفاده از آنها در بهبود شرایط حرارتی و چگونگی تابش آفتاب در منطقه چابهار به جهت گیری مناسب ساختمان دست یافته است. کمالی و مرادی (۱۳۸۵) در زمینه تابش خورشید به ویژه بررسی داده های ایستگاههای تابش سنجی مطالبی مطرح نموده است. او در اثر خود درباره اصول تابش خورشید، روابط هندسی زمین، روشها و ابزارهای اندازه گیری تابش و برآورد تابش خورشید با استفاده از سایر متغیرهای هواشناسی و کاربرد انرژی خورشید در زمینه های مختلف و مهمتر برآورد تابش بر روی سطوح شیب دار در ایران پرداخته است. وی تابش خورشید را مهمترین متغیر هواشناسی و منشا انرژی برای تمامی تحولات در جو و سطح زمین دانسته است. نیلسن (Nielsen. ۱۳۸۵) به جهت گیری ساختمان در رابطه با تابش آفتاب اشاراتی دارد. این کتاب در سال مذکور توسط احمدی نژاد به فارسی ترجمه شده است. وی پیشنهادات عملی و کاربردی در طراحی اقلیمی برای کاهش مصرف انرژی و استفاده از انرژی های پاک در اقلیم مختلف ارائه نموده است. بهادری نژاد و یعقوبی (۱۳۸۵) مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی آن و انرژی مورد نیاز ساختمان، شرح داده است. روحی زاده (۱۳۸۷) به بررسی انرژی خورشیدی و گرمایش و سرمایش ساختمان پرداخته است و راهکارهای برای استفاده حداکثری از انرژیهای پاک ارائه کرده است. رازجویان (۱۳۸۸) به طراحی ساختمان با توجه به موقعیت خورشید و محاسبه موقعیت آن از طریق نمودار تشریح کرده است و پیشنهادات عملی جهت طراحی بنای مناسب در محیطهای جغرافیایی گوناگون با توجه به تابش آفتاب و باد ارائه کرده است. کسمایی (۱۳۸۹) به محاسبه مقدار انرژی خورشیدی بر سطوح قائم به روش تجربی پرداخته است و نتیجه عملی تحقیقات خود را برای شهرهای بزرگ ایران به شکل نمودار مقدار دریافت انرژی خورشیدی در ماههای مختلف سال در یک کتاب جمع بندی کرده است. مسکن و شهرسازی (۱۳۸۹) در

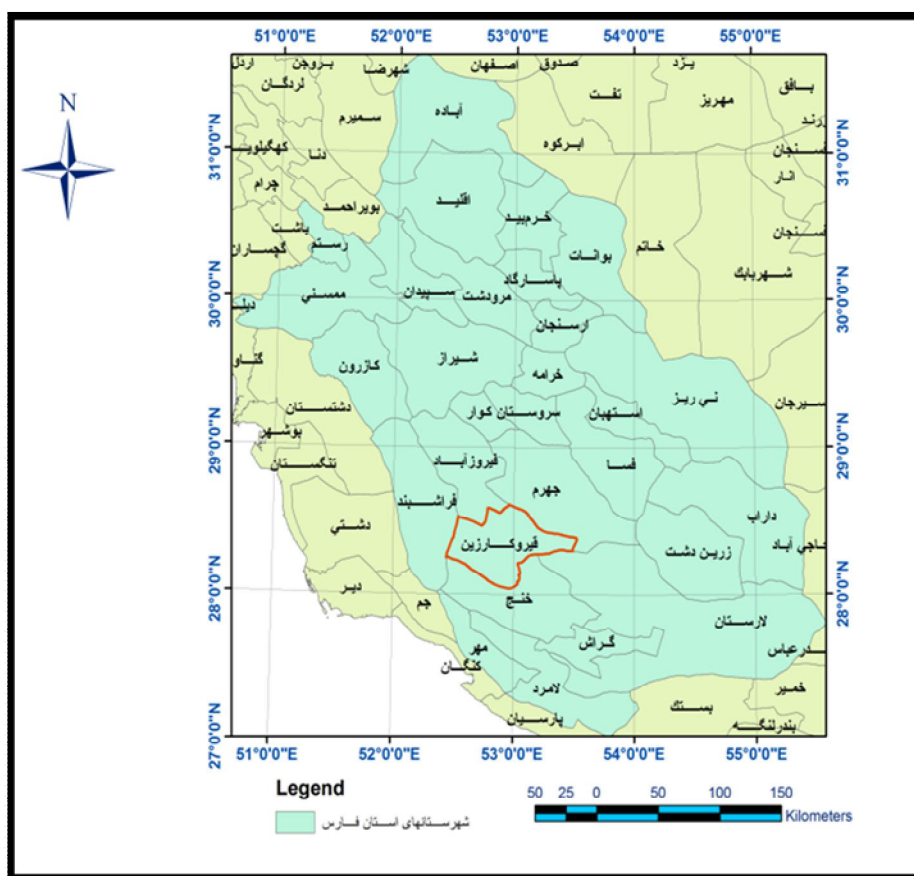
مقررات ملی ساختمان مبحث نوزدهم، به اصول کلی و توصیه ها در زمینه طراحی ساختمان به منظور استفاده حداکثری از انرژی خورشیدی و کاهش مصرف انرژی مباحث مفصلی ارائه نموده است. میکایل (۱۳۸۹) اشارات بسیار خوبی به گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها، استفاده از انرژی خورشیدی و باد در ساختمان دارد. قنبری و همکاران (۱۳۸۹) برای فراهم نمودن آسایش انسانی بدون مصرف انرژی در لارستان به بررسی شرایط زیست اقلیمی پرداخته‌اند. طاووسی (۱۳۹۰) بار دیگر در اثر ارزشمند خود به مطالعه انرژی خورشید و محاسبه تابش با استفاده از استریوگراف پرداخته است. کاربرد انرژی تابشی خورشید در کشاورزی و معماری و شهرسازی و چشم‌انداز فناوری استفاده از انرژی خورشید در برنامه‌ریزی محیطی بخش دیگری از این اثر جاودان است. واتسون و لیز (۱۳۹۰) درباره اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان و محاسبه مقدار انرژی خورشیدی بر دیوار قائم به روش تجربی مفصل شرح داده است. اخترکاو (۱۳۹۰) تاثیر تابش خورشیدی بر معماری و منطقه آسایش و روشهای کسب انرژی از خورشید مباحثی عنوان نموده است. حسین‌آبادی و همکاران (۱۳۹۱) نیز به محاسبه تجربی مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطوح قائم برای شهر سبزوار پرداخته و جهت‌گیری مناسب ساختمان با توجه به تابش آفتاب برای شهر مزبور را شرح داده است. وی بهترین جهت برای استفاده حداکثری از تابش آفتاب در دوره سرد سال را جهت جنوب غرب دانسته است. سلکی و همکاران (۱۳۹۱) به جهت‌گیری ساختمان در رابطه با تابش آفتاب برای شهر سقز از طریق محاسبات تجربی دست‌یافته است. او نیز جهت جنوب غرب را برای استفاده بیشتر از انرژی خورشید برای شهر سقز مناسب دانسته است. خسروی و همکاران (۱۳۹۲) نیز به محاسبه میزان تابش کل رسیده به سطح افق با استفاده از پارامترهای اقلیمی و پهنه‌بندی آن در گستره استان آذربایجان شرقی پرداخته است. نتایج اخذ شده نشان داده کمترین میزان تابش مربوط به ماه ژانویه و بیشترین میزان آن مربوط به ماه ژوئن و توزیع تابش سالانه استان از جنوب غربی به شمال و شمال شرقی روند کاهشی نشان می‌دهد.

شهر مورد مطالعه از شهرهای نوین‌پدید است که پس از زلزله سال ۱۳۵۱ احداث شده و ساختار کالبدی آن با اکثر شهرهای جنوبی و گرم و خشک ایران متفاوت است. شهر در یک منطقه خاص جغرافیایی با تابستان‌های طولانی و فوق‌العاده گرم، شرایط معماری خاصی را در ساخت و ساز بناهای شهری طلب می‌نماید. امروزه هزینه برای ایجاد سرمایش در ساختمان بسی سنگین تر از هزینه گرمایش در ساختمان است؛ لذا طراحی ساختمان‌ها در مناطق گرم بسیار مهمتر از طراحی در نواحی سرد است. هدف این پژوهش استفاده حداکثری از انرژی های پاک از طریق طراحی همساز با اقلیم گرم منطقه است تا نهایت آسایش انسانی با صرف کمترین هزینه میسر گردد.

مواد و روش‌ها

شهرستان قیروکارزین در گستره جغرافیایی $28^{\circ} 28' 28''$ تا $28^{\circ} 28' 28''$ عرض شمالی و $30^{\circ} 53'$ تا $25^{\circ} 32'$ طول شرقی، در جنوب استان فارس واقع شده است. وسعت آن 3403 کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا حدود 750 متر است. دارای ایستگاه هواشناسی سینوپتیک است که در عرض جغرافیایی $29^{\circ} N$ و $28^{\circ} E$ و در ارتفاع 769 متری از سطح دریا قرار دارد. شکل شماره (۱) بر اساس دوره‌ی آماری ده ساله 2005 تا

۲۰۱۴ نگاهشته شده در این ایستگاه، دامنه نوسان سالانه از میانگین حداقل دمای ثبت شده ماهانه در بهمن ماه (۷/۱) درجه و حداکثر میانگین ماهانه در تیرماه (۴۴/۵) درجه سانتیگراد در سایه، در نوسان است. براساس دوره‌ی آماری مذکور دمای میانگین سالانه (۲۵/۶) درجه سانتیگراد است که نشان می دهد تعداد روزهای گرم سال نسبت به روزهای سرد سال بیشتر است. شهر مورد پژوهش بر اساس طبقه بندی کوپن در گروه اقلیمی BSH (آب و هوای نیمه بیابانی حاره ای) براساس اقلیم نمای آمبرژه در اقلیم بیابانی گرم میانه و بر اساس فرمول دومارتن، در اقلیم خشک قرار گرفت.



شکل ۱: موقعیت شهرستان قزوین در استان فارس

داده های هواشناسی استفاده شده در پژوهش، یک دوره‌ی آماری ۱۰ ساله پیوسته از عناصر جوی، شامل دمای هوا، رطوبت نسبی، بارش، تبخیر، باد و ساعت آفتابی، از ابتدای سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ است که توسط کارشناسان ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهر مورد پژوهش که مشخصات آن ذکر شد، به ثبت و پس از دریافت در فضای نرم افزار اکسل^۱ به داده‌های مورد نیاز پژوهش، میانگین‌های متعارف ماهیانه شامل متوسط ماهانه، متوسط حداکثر و متوسط حداقل ماهانه تبدیل شد. بعلاوه فقدان ایستگاه هواشناسی سینوپتیک قبل از سال ۲۰۰۵ در شهرستان مورد پژوهش،

excel-^۱

دوره‌ی آماری مطمئن و بلند مدت‌تر وجود ندارد و اجباراً این کار براساس داده‌های آماری ده ساله اما مطمئن صورت گرفته است. ضمناً داده‌های برخی از عناصر مانند بارش به لحاظ دارا بودن منطقه از ایستگاه باران سنجی در گذشته مربوط به دوره‌ی آماری بلند مدت ۴۴ ساله (۲۰۱۴-۱۹۷۰) است.

نتایج حاصل از کاربرد روشهای زیست اقلیمی ماهانی و اوانز نیز به شرح جدول پیوست شد. جدول شماره (۱)

جدول ۱: وضعیت آسایش شب و روز در شهر قیر بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی ماهانی و اوانز

روز	شب	روز	شب	روز	شب	روز	شب	روز	شب	روز	شب
س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س
م	م	م	م	م	م	م	م	م	م	م	م
گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ
گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ
س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س

س=سرد م=مطلوب گ=گرم

روش محاسبه انرژی تابشی خورشید:

شدت تابش آفتاب و حرارت حاصل از آن در زمین به وضعیت آب و هوا، موقعیت خورشید و ارتفاع محل مورد نظر بستگی دارد. ولی مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده به یک سطح، علاوه بر موارد فوق به زاویه برخورد پرتو خورشید به سطح مورد نظر نیز بستگی دارد. یعنی در یک نقطه از سطح زمین و در یک زمان معین، مقدار انرژی خورشیدی تابیده به سطوحی که نسبت به پرتو خورشید زوایای مختلفی دارند، کاملاً متفاوت است. برای محاسبه مقدار انرژی تابیده شده خورشید بر روی سطوح قائم روشهای متعددی وجود دارد. کسمایی (۱۳۸۹) در این تحقیق روش محاسباتی قانون کسینوس استیونسن انتخاب گردید.

$$I_s = I_n \cos \theta$$

در رابطه فوق:

$$I_s = \text{شدت تابش بر روی سطح}$$

$$I_n = \text{شدت تابش خورشیدی بر روی سطح عمود بر پرتو خورشیدی}$$

θ = زاویه تلاقی میان پرتوی خورشید و خط عمود بر یک سطح عمودی (دیوار) می باشد که به وسیله معادله کسینوس کروی معین می شود.

$$\cos \theta = \cos \beta \cos(\phi - \varphi)$$

ϕ = زاویه تابش (ارتفاع خورشید)

ϕ = زاویه جهت تابش (زاویه آزیموت) در مسیر گردش عقربه های ساعت، از طرف شمال و بر حسب درجه اندازه گیری می شود.

θ = زاویه جهت دیوار که در مسیر عقربه های ساعت، از طرف شمال و بر حسب درجه اندازه گیری می شود. (واتسون و لبز، ۱۳۹۰. Watson & labs).

در رابطه فوق همچنین مقدار I_n با توجه به فرمول ذیل محاسبه گردید.

$$I_n = A / \exp B / \sin \phi$$

I_n = شدت تابش خورشید بر روی سطح عمود بر پرتوی خورشید.

A و B = به ترتیب ضریب خاموشی اتمسفری و ضریب در فرمول کدری انگسترم است، که از جدول ثابت استخراج می گردد. (بهادریان، ۱۳۸۵) جدول شماره (۲)

ϕ = زاویه تابش آفتاب

جدول ۲: مقدار ضریب خاموشی مربوط به ماههای مختلف سال در عرض ۲۸/۵ درجه شمالی

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
A	۳۹۰	۳۸۵	۳۷۶	۳۶۰	۳۵۰	۳۴۵	۳۴۴	۳۵۱	۳۶۵	۲۷۸	۳۸۷	۳۹۱
B	۰/۱۴۲	۰/۱۴۴	۰/۱۵۶	۰/۱۹۶	۰/۱۹۶	۰/۲۰۵	۰/۲۰۷	۰/۲۰۱	۰/۱۷۷	۰/۱۶۰	۰/۱۴۹	۰/۱۴۲

با استفاده از فرمولهای ارائه شده مقدار انرژی تابیده شده بر روی دیوار قائم برای ۱۲ ماه سال، ساعات مختلف روز و ۲۴ جغرافیایی جهت بصورت تئوری و نظری محاسبه و در جداولی که به همین منظور آماده شده بود ثبت شد. اعداد حاصله، مقدار انرژی تابیده شده کل در ساعات نظری بر مبنای $Btu/h/ft^2$ است. یعنی فرض بر این شده که در تمام طول ساعات روز هوا کاملاً آفتابی بوده است. حال اگر اعداد حاصل شده بر ضریب ساعت آفتابی هر ماه ضرب شود، مقدار انرژی تابشی تابیده شده قریب به واقعی حاصل خواهد شد. ضریب ساعات آفتابی هر یک از ماههای سال با توجه به مجموع ساعات آفتابی ایستگاه هواشناسی شهر مورد تحقیق، و طول متوسط روز محل، در هر ماه، محاسبه و در جدول شماره (۳) ارائه گردید.

جدول ۳: متوسط طول روز، مجموع ساعات آفتابی، متوسط ساعت آفتابی روزانه، ضریب ساعت آفتابی ماهانه

ماه	طول روز	مجموع ساعات آفتابی ماهانه ایستگاه	متوسط ساعت آفتابی روزانه	ضریب ساعت آفتابی ماهانه
ژانویه	۱۰/۲۵	۲۳۶/۵	۷/۸۸	۰/۷۶۸
فوریه	۱۰/۷۶	۲۲۵/۸	۷/۵۲	۰/۶۹۹
مارس	۱۱/۵۶	۲۳۱/۸	۷/۹۹	۰/۶۹۱
آوریل	۱۲/۴۴	۲۲۸/۹	۷/۴	۰/۵۹۵
می	۱۳/۲۲	۳۰۸/۹	۹/۹۶	۰/۷۵۳
ژوئن	۱۳/۷۵	۳۴۷/۶	۱۱/۲۱	۰/۸۱۵
ژوئیه	۱۳/۷۵	۳۴۶/۴	۱۱/۱۷	۰/۸۱۲
اگوست	۱۳/۲۲	۳۳۶/۶	۱۰/۸۶	۰/۸۲۱
سپتامبر	۱۲/۴۴	۳۲۰/۶	۱۰/۳۴	۰/۸۳۱
اکتبر	۱۱/۵۶	۳۰۶/۳	۱۰/۲۱	۰/۸۸۳
نوامبر	۱۰/۷۶	۲۹۱	۹/۷	۰/۹۰۲
دسامبر	۱۰/۲۵	۲۷۳/۱	۹/۱	۰/۸۸۸

احتساب

با سپس

ضریب ساعت آفتابی ماهانه مقدار انرژی تاییده شده کل به صورت واقعی محاسبه و در جدول شماره (۴) وارد شد.

جدول ۴: مقدار انرژی تاییده شده روی دیوار قائم در کل سال بصورت واقعی با احتساب ضریب ساعت آفتابی به

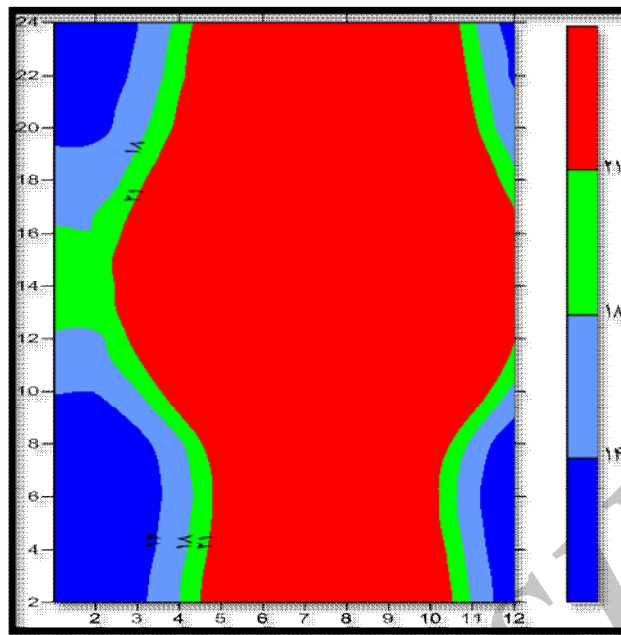
$$BTU/H/FT^2$$

سمت	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۰	۰	۰	۰	۰	۲۹/۳۸	۱۳۹/۶	۲۱۵/۲	۱۴۰/۴	۱۳/۹	۰	۰	۰
۱۵ و ۱۵-	۰	۰	۰	۱۱/۸	۹۵/۵	۲۱۳/۴	۲۷۱/۲	۲۱۶	۱۰/۹	۱۵/۶	۰	۰
۳۰ و ۳۰-	۰	۱/۴۵	۲۸/۵	۷۵	۲۲۰/۳	۳۵۸/۲	۴۱۵/۷	۳۶۶/۲	۲۶۴/۳	۹۵/۴	۳۷/۵	۱/۴۵
۴۵ و ۴۵-	۲۴/۷	۴۲/۷	۱۱۱/۳	۱۶۶/۶	۳۴۵/۲	۴۹۶/۷	۵۴۴	۵۰۹/۸	۴۲۹/۶	۲۰۹/۳	۱۴۸/۸	۵۰/۹
۶۰ و ۶۰-	۱۱۷/۸	۱۳۹/۹	۲۳۳/۶	۲۶۳/۶	۴۷۴/۴	۶۰۲/۵	۶۳۴/۲	۶۱۹	۵۸۷/۵	۳۳۰/۲	۳۱۳	۱۷۴/۹
۷۵ و ۷۵-	۲۵۹/۱	۲۶۹/۲	۳۶۷/۶	۳۶۵/۹	۵۵۷/۳	۶۶۶	۶۸۱/۳	۶۸۶/۴	۷۲۴/۶	۴۵۵/۶	۴۹۶/۱	۳۴۱/۹
۹۰ و ۹۰-	۴۱۷/۲	۴۱۴	۵۰۰/۳	۴۴۳/۹	۶۱۷/۵	۶۸۳/۷	۶۸۲/۱	۷۰۷/۷	۷۸۲/۸	۵۵۱	۶۷۵/۶	۵۳۰/۱
۱۰۵ و ۱۰۵-	۵۹۷/۸	۵۹۲/۳	۶۲۸/۸	۵۱۲/۹	۶۴۵/۵	۶۶۷/۱	۶۴۱/۵	۶۸۸/۳	۸۲۱/۹	۶۳۴	۸۵۴/۲	۷۳۶/۲
۱۲۰ و ۱۲۰-	۷۷۳/۴	۷۲۴/۹	۷۳۴/۵	۵۴۶/۲	۶۳۱/۷	۵۹۹/۸	۵۵۶/۲	۶۲۲/۲	۸۰۷/۷	۶۷۳/۷	۱۰۰۴/۸	۹۳۴/۲
۱۳۵ و ۱۳۵-	۹۶۴/۶	۸۷۰/۳	۸۲۷/۱	۵۶۷/۶	۵۸۸/۸	۴۹۳/۸	۴۳۳/۶	۵۱۴/۸	۷۴۷/۹	۶۹۶/۷	۱۱۲۸/۴	۱۱۲۶/۹
۱۵۰ و ۱۵۰-	۱۱۴۹/۷	۱۰۱۵/۷	۸۹۹	۵۶۵/۹	۴۹۷/۷	۳۵۵/۲	۲۸۱/۸	۳۷۱/۱	۶۴۹	۷۴۴/۴	۱۲۳۴/۸	۱۳۱۹/۶
۱۶۵ و ۱۶۵-	۱۲۸۲/۶	۱۱۳۱	۹۷۹/۶	۵۵۸/۷	۴۰۶	۲۰۷/۶	۱۲۰/۲	۲۲۲/۵	۵۳۸/۵	۷۰۶/۴	۱۳۳۷/۷	۱۴۶۸/۸
۱۸۰	۱۳۲۹/۴	۱۱۷۰/۸	۱۰۰۹/۶	۵۶۷	۳۵۱	۱۳۵/۴	۶۱/۵	۱۴۶/۶	۴۸۲/۸	۶۸۷/۹	۱۳۸۳/۷	۱۵۱۹/۴

پس از تعیین میزان کل انرژی دریافتی نظری و واقعی (با احتساب ضریب ساعات آفتابی) با توجه به اولویت در تعیین جهت ساختمان در شهر مورد پژوهش مانند دیگر مناطق گرم و خشک، کسب حداقل انرژی خورشیدی در مواقع گرم، جذب حداکثری در مواقع سرد و حفظ راحت ساختمان از نفوذ اشعه خورشیدی به درون ساختمان در مواقع گرم، تعیین مواقع مختلف (گرم، سرد) سال از نظر کسب انرژی ضرورت یافت. بنا به تعریف به مجموعه زمان هایی که ساختمان برای ایجاد شرایط حرارتی مناسب به انرژی خورشیدی نیاز دارد مواقع سرد، و به مجموعه زمان هایی که نفوذ آفتاب به فضاهای داخلی منجر به افزایش دمای ساختمان می گردد، مواقع گرم گفته می شود. ملاک تفکیک دوره سرد و گرم سال دمای ۲۱ درجه سانتیگراد (دمای کف یا حد پایین آسایش) ملاک عمل قرار گرفت. بنابراین دمای یاد شده به عنوان مرز نیاز و عدم نیاز به تابش آفتاب یا مرز تعیین کننده مواقع گرم و سرد سال محسوب شد. برای تحقق مواقع گرم و سرد سال ابتدا جدول تقویم نیاز آب و هوایی، جدول شماره (۵) با توجه به نمودار محاسب دمای موثر، تنظیم و سپس با استفاده از نرم افزار (*Surfer*) نمودار آستانه حرارتی آن نیز رسم شد. شکل شماره (۲)

جدول ۵: تقویم نیاز آب و هوایی (تغییرات دمای ۲ ساعته در شهر مورد مطالعه)

ساعت	دما (سرد)	دما (گرم)	دما (سرد)	دما (گرم)	دما (سرد)	دما (گرم)	دما (سرد)	دما (گرم)	دما (سرد)	دما (گرم)	دما (سرد)	دما (گرم)
۲۳	۲۹/۳	۳۷/۱	۴۱/۵	۴۳/۸	۴۴/۵	۴۲/۲	۳۶/۷	۲۹/۴	۲۴/۴	۱۸/۷	۱۹/۸	دمای حداکثر
۸/۵	۱۵/۱	۲۲/۲	۲۷/۵	۳۰/۳	۲۹/۸	۲۷/۶	۲۲/۴	۱۶/۱	۱۱/۵	۷/۱	۷/۲	دمای حداقل
۱۰/۵	۱۷/۵	۲۴/۵	۲۹/۲	۳۲/۱	۳۱/۵	۲۹/۴	۲۴/۲	۱۸	۱۳/۱	۹/۱	۹	۲
۹/۱	۱۶/۴	۲۳/۳	۲۸	۳۱	۳۰/۲	۲۸/۲	۲۳/۱	۱۷	۱۲/۱	۸	۸	۴
۸/۵	۱۵/۱	۲۲/۲	۲۷/۵	۳۰/۳	۲۹/۸	۲۷/۶	۲۲/۴	۱۶/۱	۱۱/۵	۷/۱	۷/۲	۶
۱۰	۱۷	۲۴	۲۸/۷	۳۱/۵	۳۱	۲۹	۲۴	۱۷/۴	۱۲/۵	۸/۶	۸/۵	۸
۱۶/۸	۲۳/۸	۳۱	۳۵/۳	۳۸	۳۸/۲	۳۶	۳۰/۸	۲۳/۸	۱۸	۱۴	۱۴/۴	۱۰
۲۱	۲۷/۶	۳۵/۳	۳۹/۳	۴۱/۸	۴۲/۲	۴۰/۲	۳۴/۴	۲۷/۲	۲۲/۵	۱۷	۱۸	۱۲
۲۳	۲۹/۳	۳۷/۱	۴۱/۵	۴۳/۸	۴۴/۵	۴۲/۲	۳۶/۷	۲۹/۴	۲۴/۴	۱۸/۷	۱۹/۸	۱۴
۲۱/۸	۲۸/۵	۳۶/۲	۴۰/۲	۴۲/۵	۴۳/۳	۴۱/۲	۳۵/۲	۲۸/۲	۲۳/۴	۱۸	۱۸/۶	۱۶
۱۸/۵	۲۵/۴	۳۲/۹	۳۷	۳۹/۵	۴۰	۳۷/۸	۳۲/۳	۲۵/۱	۲۰/۳	۱۵/۲	۱۶	۱۸
۱۴/۸	۲۱/۸	۲۹	۳۵/۵	۳۶	۳۶	۳۴	۲۸/۶	۲۲	۱۷	۱۲/۵	۱۳/۸	۲۰
۱۳	۲۰	۲۷/۱	۳۲	۳۴/۵	۳۴/۲	۳۲/۲	۲۷	۲۰/۲	۱۵/۲	۱۱/۱	۱۲	۲۲
۱۱/۴	۱۸/۵	۲۸/۵	۳۰/۳	۳۳/۲	۳۲/۸	۳۰/۵	۲۵/۵	۱۹	۱۴	۱۰	۱۰	۲۴



شکل ۲: نمودار آستانه حرارتی شهر مورد پژوهش

بر اساس جدول شماره (۵) و شکل شماره (۲) انرژی مجموع ساعاتی که دما بالای ۲۱ درجه سانتی گراد بود (۶۲/۵ درصد اوقات سالانه) را دوره گرم وعدم نیاز به تابش آفتاب و انرژی مجموع ساعاتی که دما زیر ۲۱ درجه سانتی گراد بود (۳۷/۵ درصد اوقات سالانه) را بعنوان انرژی دریافتی در دوره سرد و نیاز به تابش آفتاب در سال از جداول محاسباتی انرژی خورشیدی تاییده شده بر سطوح قائم مربوط به ماه های مختلف سال استخراج شد. سپس با عمل ضرب ساعت آفتابی ناشی از تقلیل شدت انرژی تابشی در نتیجه ابرناکی آسمان یا آلودگی هوا، مقدار واقعی انرژی تاییده شده در دوره سرد و گرم سال در جداول شماره (۶) و (۷) آورده شد.

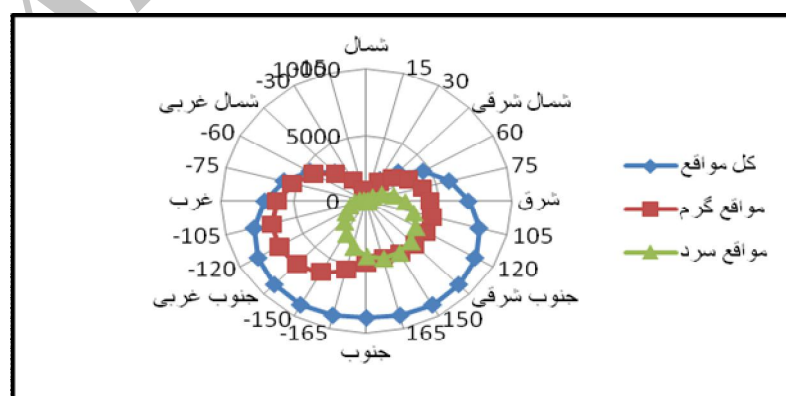
با استفاده از جداول کل واقعی، دوره سرد واقعی و دوره گرم واقعی، جداول شماره (۴) و (۶) و (۷)، ابتدا شکل شماره (۳) بنام نمودار مقدار تابش آفتاب بر جهات مختلف ساختمان در مواقع مختلف سال با استفاده از نرم افزار *Excel* طراحی گردید. سپس مقدار انرژی تاییده شده بر انواع ساختمانهای یک طرفه، دوطرفه در مواقع گرم، یک طرفه، دوطرفه در مواقع سرد و بر ساختمان های چهار طرفه در مواقع سرد و گرم سال تنظیم شد. با استفاده از مقادیر بدست آمده و با توجه به نمودار ارائه شده، کشف مناسب ترین جهت استقرار ساختمان از نظر شرایط تابشی در شهر مورد پژوهش امکان پذیر شد.

جدول ۶: مقدار انرژی تابیده شده روی دیوار قائم در دوره سرد سال بصورت واقعی به $BTU/H/FT^2$

دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اگوست	ژوئای	ژوئن	مئی	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	سنت
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱/۸	۰	۰	۰	۱۵
۱/۵	۳۷/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۵	۲۸/۵	۱/۴	۰	۳۰
۵۰/۹	۱۴۸/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵۶	۱۱۱/۳	۴۲/۶	۲۴/۸	۴۵
۱۷۵	۲۷۶/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۲۵/۷	۲۳۳/۶	۱۳۹/۹	۱۱۷/۸	۶۰
۳۴۱/۹	۳۸۴/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۸۱/۳	۳۶۷/۶	۲۶۹/۲	۲۵۹/۲	۷۵
۵۳۰/۱	۴۶۷/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۱۷/۱	۵۰۰/۳	۴۱۳/۹	۴۱۷/۲	۹۰
۷۳۶/۲	۵۱۷/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۳۱/۲	۵۹۲/۷	۵۷۲/۳	۴۹۷/۸	۱۰۵
۸۹۰/۱	۵۳۳/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۲۲/۹	۶۴۷/۶	۷۲۴/۹	۷۷۳/۴	۱۲۰
۹۸۷	۵۱۲/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۹۲/۵	۶۶۲/۷	۸۷۰/۳	۹۶۴/۶	۱۳۵
۱۰۱۵/۲	۴۵۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴۲/۱	۶۲۷/۴	۱۰۱۵/۷	۱۱۴۹/۷	۱۵۰
۹۷۵/۶	۳۶۹/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۷۵/۲	۵۵۳/۱	۱۳۱	۱۲۸۲/۶	۱۶۵
۸۷۰/۱	۲۵۷/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۶/۵	۴۳۷/۲	۱۷۰/۸	۱۳۲۹/۴	۱۸۰
۷۱۰	۱۲۷/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱/۹	۲۹۵/۲	۱۳۱	۱۲۸۲/۶	-۱۶۵
۵۰۰/۸	۲۵/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵۴/۸	۱۰۱۵/۷	۱۱۴۹/۷	-۱۵۰
۳۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶۹/۱	۸۷۰/۳	۹۶۴/۶	-۱۳۵
۱۶۶/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸/۷	۷۲۴/۹	۷۷۳/۴	-۱۲۰
۷۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۷۲/۳	۵۹۷/۸	-۱۰۵
۱۵/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۱۳/۹	۴۱۷/۲	-۹۰
۱۳/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۹۶/۲	۲۵۹/۲	-۷۵
۹/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳۹/۹	۱۱۷/۸	-۶۰
۵/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۲/۶	۲۴/۸	-۴۵
۱/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۴	۰	-۳۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱۵

جدول ۷: مقدار انرژی تابیده شده روی دیوار قائم در دوره گرم سال بصورت واقعی به $BTU/H/FT^2$

دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اگوست	ژوئیه	ژوئن	مژ	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	مجموع
۰	۰	۰	۱۳/۹	۱۴۰/۴	۲۱۵/۲	۱۳۹/۶	۲۹/۴	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۱۵/۶	۱۰۸/۹	۲۱۶	۲۷۱/۲	۲۱۳/۴	۹۵/۵	۰	۰	۰	۰	۱۵
۰	۰	۹۵/۴	۲۶۴/۳	۳۶۶/۲	۴۱۵/۷	۳۵۸/۲	۲۲۰/۳	۰	۰	۰	۰	۳۰
۰	۰	۲۰۹/۳	۴۲۹/۶	۵۹/۸	۵۴۴	۴۹۶/۷	۳۴۵/۲	۱۰/۶	۰	۰	۰	۴۵
۰	۳۶/۳	۳۳۰/۲	۵۸۷/۵	۶۱۹	۶۳۴/۲	۶۰۲/۵	۴۷۴/۴	۳۷/۸	۰	۰	۰	۶۰
۰	۱۱۱/۸	۴۵۵/۶	۷۲۴/۶	۶۸۶/۴	۶۸۱/۳	۶۶۶	۵۵۷/۳	۸۴/۶	۰	۰	۰	۷۵
۰	۲۰۷/۷	۵۵۱	۷۸۲/۸	۷۰۷/۷	۶۸۲/۱	۶۸۳/۷	۶۱۷/۵	۱۲۶/۸	۰	۰	۰	۹۰
۰	۳۳۶/۹	۶۳۴	۸۲۱/۹	۶۸۸/۸	۶۴۱/۵	۶۶۷/۱	۶۴۵/۵	۱۸۱/۷	۳۶/۱	۰	۰	۱۰۵
۴۴/۱	۴۷۱/۲	۶۷۳/۷	۸۰۷/۷	۶۲۲/۳	۵۵۶/۲	۵۹۹/۸	۶۳۱/۷	۲۲۳/۴	۸۶/۹	۰	۰	۱۲۰
۱۳۹/۹	۶۱۵/۶	۶۹۶/۷	۷۴۷/۹	۵۱۴/۸	۴۳۳/۶	۴۹۳/۸	۵۸۸/۸	۲۷۵/۱	۱۶۴/۵	۰	۰	۱۳۵
۳۰۴/۴	۷۷۷/۹	۷۴۴/۴	۶۴۹	۳۷۱/۱	۲۸۱/۸	۳۵۵/۲	۴۹۷/۷	۳۲۳/۷	۲۷۱/۶	۰	۰	۱۵۰
۴۹۳/۲	۹۶۷/۹	۷۰۶/۴	۵۳۸/۵	۲۲۲/۵	۱۲۰/۲	۲۰۷/۶	۴۰۶	۳۸۳/۵	۴۲۶/۵	۰	۰	۱۶۵
۶۴۹/۳	۱۱۲۶/۲	۶۸۷/۹	۴۸۲/۸	۱۴۷	۶۱/۵	۱۳۵/۴	۳۵۱	۴۷۰/۵	۵۷۲/۴	۰	۰	۱۸۰
۷۵۸/۸	۱۲۰۹/۹	۷۰۶/۴	۵۳۸/۵	۲۲۲/۵	۱۲۰/۲	۲۰۷/۶	۴۰۶	۵۳۶/۸	۶۸۴/۴	۰	۰	-۱۶۵
۸۱۸/۷	۱۲۰۹/۵	۷۴۴/۴	۶۴۹	۳۷۱/۱	۲۸۱/۸	۳۵۵/۲	۴۹۷/۷	۵۶۵/۸	۷۴۴/۲	۰	۰	-۱۵۰
۸۲۱/۹	۱۱۲۸/۴	۶۹۶/۷	۷۴۷/۹	۵۱۴/۸	۴۳۳/۶	۴۹۳/۸	۵۸۸/۸	۵۶۷/۶	۷۵۸	۰	۰	-۱۳۵
۷۶۸/۱	۱۰۰۴/۸	۶۷۳/۷	۸۰۷/۷	۶۲۲/۳	۵۵۶/۲	۵۹۹/۸	۶۳۱/۷	۵۴۶/۲	۷۱۵/۵	۰	۰	-۱۲۰
۶۶۴/۸	۸۵۴/۲	۶۳۴	۸۲۱/۹	۶۸۸/۸	۶۴۱/۵	۶۶۷/۱	۶۴۵/۵	۵۱۲/۹	۶۲۸/۸	۰	۰	-۱۰۵
۵۱۴/۶	۶۷۵/۶	۵۵۱	۷۸۱/۸	۷۰۷/۷	۶۸۲/۱	۶۸۳/۷	۶۱۷/۵	۴۴۳/۹	۵۰۰/۳	۰	۰	-۹۰
۳۲۸/۷	۴۹۶/۱	۴۵۵/۶	۷۲۴/۶	۶۸۶/۴	۶۸۱/۳	۶۶۶	۵۵۷/۳	۳۶۵/۹	۳۶۷/۶	۰	۰	-۷۵
۱۶۵/۴	۳۱۳	۳۳۰/۲	۵۸۷/۵	۶۱۹	۶۳۴/۲	۶۰۲/۵	۴۷۴/۴	۲۶۳/۶	۲۳۳/۶	۰	۰	-۶۰
۴۵/۱	۱۴۸/۸	۲۰۹/۳	۴۲۹/۶	۵۰۹/۴	۵۴۴	۴۹۶/۷	۳۴۵/۲	۱۶۶/۶	۱۱۱/۳	۰	۰	-۴۵
۰	۳۷/۵	۹۵/۴	۲۶۴/۳	۳۶۶/۲	۴۱۵/۷	۳۵۸/۲	۲۲۰/۳	۷۵	۲۸/۵	۰	۰	-۳۰
۰	۰	۱۵/۶	۱۰۸/۹	۲۱۶	۲۷۱/۲	۲۱۳/۴	۹۵/۵	۱۱/۸	۰	۰	۰	-۱۵



شکل ۳: نمودار مقدار تابش آفتاب بر جهات مختلف ساختمان در کل مواقع گرم، مواقع سرد

یافته ها:

یافته های حاصل از روش محاسبه مقدار انرژی خورشیدی تاییده شده بر سطوح قائم به روش روابط کسینوس بصورت جداول و توضیحات ذیل مطرح می گردد.

جدول ۸: کل میزان انرژی خورشیدی تاییده شده برنمای اصلی ساختمان های یکطرفه در مواقع مختلف سال به

$$BTU/H/FT^2$$

مواقع سال جهت	کل سال		مواقع گرم		مواقع سرد	
	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد
شمال	۵۳۸/۴۴	۰/۳۸	۵۳۸/۴۴	۱۰۰	۰	۰
۱۵	۹۳۲/۵۳	۰/۶۵	۹۲۰/۵۳	۹۸/۷۳	۱۱/۸۰	۱/۲۷
۳۰	۱۸۶۳/۹۰	۱/۳	۱۷۲۰/۰۴	۹۲/۳	۱۴۳/۸۶	۷/۷
شمال شرق	۳۰۷۹/۶	۲/۱۵	۲۵۴۳/۳	۸۲/۶۵	۵۳۴/۳	۱۷/۳۵
۶۰	۴۴۹۰/۶۰	۳/۱۴	۳۳۲۲/۰۱	۷۴	۱۱۶۸/۷۵	۲۶
۷۵	۵۸۷۱/۰۶	۴/۱	۳۹۶۷/۵۶	۶۷/۶	۱۹۰۳/۵	۳۲/۴
شرق	۷۰۰۵/۸۳	۴/۹	۴۳۵۹/۲۵	۶۲/۲۲	۲۶۴۶/۵۸	۳۷/۷۸
۱۰۵	۸۰۰۰/۸۷	۵/۶	۴۶۵۳/۲۷	۵۸/۱۶	۳۳۴۷/۶۰	۴۱/۸۴
۱۲۰	۸۶۰۹/۴۴	۶	۴۷۱۷/۰۵	۵۵	۳۸۹۲/۳۹	۴۵
جنوب شرق	۸۹۶۰/۴۱	۶/۳	۴۶۷۰/۶	۵۲	۴۲۸۹/۸۱	۴۸
۱۵۰	۹۰۸۳/۳۷	۶/۳۵	۴۵۷۶/۶۸	۵۰/۳۸	۴۵۰۷/۰۲	۴۹/۶۲
۱۶۵	۸۹۵۹/۵۲	۶/۲۶	۴۴۷۲/۲۹	۴۹	۴۴۸۷/۲۳	۵۱
جنوب	۸۸۴۵/۲۹	۶/۱۸	۴۶۸۳/۸۶	۵۳	۴۱۶۱/۴۴	۴۷
-۱۶۵	۸۹۵۹/۴۳	۶/۲۶	۵۳۹۱/۰۶	۶۰/۱۷	۳۵۶۸/۳۷	۳۹/۸۳
-۱۵۰	۹۰۸۳/۷۵	۶/۳۵	۶۲۳۷/۴۸	۶۸/۷	۲۸۴۶/۲۱	۳۱/۳
جنوب غرب	۸۹۶۰/۴۱	۶/۳	۶۷۵۱/۵۰	۷۵/۳	۲۲۰۸/۹۴	۲۴/۷
-۱۲۰	۸۶۰۹/۴۴	۶	۶۹۲۶/۲۴	۸۰/۴	۱۶۸۳/۲	۱۹/۶
-۱۰۵	۸۰۰۰/۸۷	۵/۶	۶۷۵۹/۳۳	۸۴/۵	۱۲۴۱/۵۴	۱۵/۵
غرب	۷۰۰۵/۸۳	۴/۹	۶۱۵۹/۱۴	۸۷/۹	۸۴۶/۶۹	۱۲/۱
-۷۵	۵۸۷۱/۰۶	۴/۱	۵۳۲۹/۵۱	۹۰/۸	۵۴۱/۵۵	۹/۲
-۶۰	۴۴۹۰/۶۰	۳/۱۴	۴۲۲۳/۴۴	۹۴/۱	۲۶۷/۱۶	۵/۹
شمال غرب	۳۰۷۹/۶۰	۲/۱۵	۳۰۰۶/۴۷	۹۷/۶	۷۳/۱۳	۲/۴
-۳۰	۱۸۶۳/۹۰	۱/۳	۱۸۶۱	۹۹/۸۴	۲/۹۰	۰/۱۶
-۱۵	۹۳۲/۳	۰/۶۵	۹۳۲/۳	۱۰۰	۰	۰

جدول ۹: کل انرژی خورشیدی تابیده شده بر نمای اصلی ساختمانهای دو طرفه در مواقع گرم و سرد سال^۱

$BTU/H/FT^2$

ردیف	زاویه دریافت انرژی	زاویه استقرار ساختمان	مواقع گرم	درصدگرم	مواقع سرد	درصدسرد
۱	شمال - جنوب	S	۵۲۲۲/۳	۵۵/۶۵	۴۱۶۱/۴۴	۴۴/۳۵
۲	+۱۵ و -۱۶۵	۱۵ W	۶۳۱۱/۵۹	۶۳/۸	۳۵۸۰/۱۷	۳۶/۲
۳	+۳۰ و -۱۵۰	۳۰ W	۷۹۵۷/۵۲	۷۲/۷	۲۹۹۰/۰۷	۲۷/۳
۴	شمال شرقی - جنوب غربی	۴۵ W	۹۲۹۶/۸	۷۷/۲۲	۲۷۴۳/۲۴	۲۲/۷۸
۵	+۶۰ و -۱۲۰	۶۰ W	۱۰۲۴۸/۲۵	۷۸/۲۳	۲۸۵۱/۷۷	۲۱/۷۷
۶	+۷۵ و -۱۰۵	۷۵ W	۱۰۷۲۶/۸۹	۷۷/۳۳	۳۱۴۵/۰۴	۲۲/۶۷
۷	شرق - غرب	W یا E	۱۰۵۱۸/۳۹	۷۵/۰۷	۳۴۹۳/۲۷	۲۴/۹۳
۸	+۱۰۵ و -۷۵	۷۵ E	۹۹۸۲/۷۸	۷۱/۹۶	۳۸۸۹/۱۵	۲۸/۰۴
۹	+۱۲۰ و -۶۰	۶۰ E	۸۹۴۰/۴۹	۶۷/۲۵	۴۱۵۹/۵۵	۳۱/۷۵
۱۰	جنوب شرقی - شمال غربی	۴۵ E	۷۶۷۷/۰۷	۶۳/۷۶	۴۳۶۲/۹۴	۳۶/۲۴
۱۱	+۱۵۰ و -۳۰	۳۰ E	۶۴۳۷/۶۸	۵۸/۸	۴۵۰۹/۹۲	۴۱/۲
۱۲	+۱۶۵ و -۱۵	۱۵ E	۵۴۰۴/۵۹	۵۴/۶۴	۴۴۸۷/۲۳	۴۵/۳۶

جدول ۱۰: کل انرژی خورشیدی تابیده شده بر نماهای اصلی ساختمان چهارطرفه در مواقع گرم و سرد سال به

$BTU/H/FT^2$

ردیف	زاویه دریافت انرژی	زاویه استقرار ساختمان	مواقع گرم	درصدگرم	مواقع سرد	درصدسرد
۱	شمال، جنوب، شرق، غرب	N.S.E.W	۱۵۷۴۰/۶۹	۶۷/۲۸	۷۶۵۴/۷۱	۳۲/۷۲
۲	+۱۵، -۱۶۵، +۱۰۵، -۷۵	۱۵ SW	۱۶۲۹۴/۳۷	۶۸/۵۷	۷۴۶۹/۳۲	۳۱/۴۳
۳	+۳۰، -۱۵۰، +۱۲۰، -۶۰	۳۰ SW	۱۶۸۹۸/۰۱	۷۰/۲۷	۷۱۴۹/۶۲	۲۹/۷۳
۴	+۴۵، -۱۳۵، +۱۳۵، -۴۵	۴۵ SW	۱۶۹۷۳/۸۷	۷۰/۵	۷۱۰۶/۱۸	۲۹/۵
۵	+۶۰، -۱۲۰، +۱۵۰، -۳۰	۶۰ SW	۱۶۶۸۵/۹۳	۶۹/۳۹	۷۳۶۱/۶۹	۳۰/۶۱
۶	+۷۵، -۱۰۵، +۱۶۵، -۱۵	۷۵ SW	۱۶۱۳۱/۴۸	۶۷/۸۸	۷۶۳۲/۲۷	۳۲/۱۲

براساس جدول شماره (۸) و شکل شماره (۳) که میزان کل انرژی خورشیدی تابیده شده بر نماهای اصلی ساختمان های یکطرفه را نشان می دهند؛ کمترین مقدار انرژی تابیده شده مربوط به جهات شمال و +۱۵ و -۱۵- درجه و بیشترین مقدار انرژی مربوط به جهت +۱۵۰ و -۱۵۰- درجه است. اهمیت دریافت انرژی در افزایش یا کاهش آن نیست بلکه پراکنش آن در مواقع گرم و سرد است. زیرا هدف اصلی در تعیین جهت ساختمان کسب حداکثری در مواقع گرم و کسب حداکثری در مواقع سرد است. هر چند شهر مورد پژوهش براساس شاخص های

۳- برابر است با $BTU/H/0/0929M^2$. جهت تبدیل واحد مقدار انرژی دریافت شده در فوت مربع به میزان انرژی دریافت شده در یک مترمربع لازم است اعداد درون جداول را در عدد $۱۰/۷۶۴$ ضرب کرد تا مقدار انرژی در یک مترمربع حاصل شود. برای جلوگیری از گستردگی اعداد و پاشیدگی جداول از تبدیل آن به مقدار انرژی در مترمربع خوداری شد. در ضمن اساس محاسبات در فرمول استیونسن بر مبنای فوت مربع است

آسایش، بخصوص ماهانی در بیشتر ایام سال (شش ماه روز و چهار ماه شب) در شرایط گرم قرار دارد و بنظر می‌رسد جهات ۱۵- تا ۱۵+ درجه با کمترین انرژی دریافتی مناسب‌ترین جهت برای ساختمان‌های یکطرفه باشد لیکن با توجه به موارد زیر جهات یادشده هرگز انتخاب نمی‌گردد. زیرا: ۱- هر چند مقدار انرژی دریافتی در جهات مزبور کم بنظر می‌رسد اما همین مقدار کم مربوط به مواقع گرم سال است که اصلاً لزومی به دریافت انرژی دیده نمی‌شود. ۲- با انتخاب جهت یاد شده مشکل ماهای سرد افزایش می‌یابد زیرا جهات یاد شده در مواقع سرد سال اصلاً انرژی دریافت نمی‌کند. ۳- با توجه به زاویه جهت طلوع و غروب خورشید در مواقع گرم سال (شمال شرقی طلوع و شمال غربی غروب) جهات یادشده از اوایل صبح تا ساعت ۹ و عصرها از ساعت ۴ عصر تا غروب خورشید کاملاً مورد تابش شدید آفتاب قرار می‌گیرد و سبب افزایش دما در ساختمان می‌گردد. ۴- زاویه جهت برخورد پرتو خورشید در ساعت ۹ و ۴ عصر بر نمای شمالی ساختمان چنان است که حفظ بازشوها و پنجره‌های نمای شمالی ساختمان با سایه‌بان‌هایی به ابعاد ۲ متر مسیر است. یعنی بخش اعظم تراکم ساختمان مربوط به ایوان جلو ساختمان است. ۵- در ساختمان رو به شمال، بخش نشیمن رو به حیاط و در جلو ساختمان تعبیه می‌گردد. یعنی بخش جلو ساختمان در تابستان در معرض تابش و در فصل زمستان هرگز آفتاب نمی‌گیرد که خود سبب افزایش مصرف انرژی در زمستان و تابستان می‌گردد. ۶- با توجه به شیب زمین به سمت جنوب، تعبیه ساختمان رو به شمال در ضلع جنوبی زمین سبب افزایش هزینه ساخت و قیمت تمام شده ساختمان می‌گردد. لذا انتخاب جهت شمال و ۱۵+ تا ۱۵- درجه هر چند بنظر می‌رسد کمترین انرژی را دریافت می‌کنند ولی به لحاظ دریافت همین مقدار کم در زمان نامناسب و عدم دریافت در زمان مورد نیاز جهت مناسب برای شهر مورد پژوهش نمی‌باشد.

بنابراین ایده‌آل‌ترین جهت برای نمای اصلی ساختمان‌های یکطرفه جهتی است که در مواقع گرم کمترین انرژی و در مواقع سرد بیشترین انرژی دریافت دارد. براساس جدول شماره (۸) جهت ۱۶۵+ با دریافت ۵۱ درصد انرژی دریافتی در مواقع سرد و دریافت ۴۹ درصد کل انرژی در مواقع گرم جهت مناسب و جهت ۱۵۰+ با کسب ۵۰/۳۸ درصد انرژی در مواقع گرم و ۴۹/۶۲ درصد انرژی در مواقع سرد جهتی خوب و پذیرفتنی برای شهر مورد پژوهش انتخاب می‌گردد. نتایج اتخاذ شده با تصمیماتی که توسط صاحب‌نظران در مناطق گرم و خشک جهت تعیین بهترین نمای اصلی ساختمان در رابطه با تابش آفتاب صورت گرفته یکسان است. چنانچه کسمایی (۱۳۸۹، صص ۹۲-۱۲۵-۱۲۶-۱۲۷) نیلسن (۱۳۸۵، صص ۲۹) و قبادیان (۱۳۸۹، صص ۷-۶) بهترین جهت برای ساختمان در منطق گرم و خشک را جهت جنوب و برای حفظ ساختمان از گرمای بعدازظهر با ۱۵ تا ۳۰ درجه انحراف به سمت راست را مناسب دانسته‌اند. از بزرگترین امتیاز جهات یادشده حفظ راحت بازشوها و پنجره‌های ساختمان از تابش مستقیم آفتاب است چنانچه با یک سایه‌بان افقی حدود ۷ سانتی‌متری برای جهت ۱۵۰+ به راحتی می‌توان مانع از نفوذ آفتاب تابستان به داخل ساختمان شد و در زمستان با کاهش ارتفاع خورشید به راحتی از پرتو آن در ساختمان بهره جست.

با توجه به جدول شماره (۹) بهترین جهت مناسب برای ساختمان‌های دوطرفه نیز جهت $+165$ و -15 درجه است. زیرا $54/64$ درصد انرژی تابیده شده بر دو نمای اصلی ساختمان مربوط به مواقع گرم و $45/36$ درصد انرژی حصول شده در دو جهت یاد شده مربوط به فصل سرد سال است. جهت (شمال - جنوب) در اولویت دوم قرار گرفته و پذیرفتنی می‌باشد زیرا فقط $55/65$ درصد انرژی تابیده شده بر دو جهت اصلی ساختمان مربوط به مواقع گرم و $44/35$ درصد مربوط به دوره سرد سال است. پس از این نیز جهت $+150$ و -30 جهتی قابل قبول با $41/2$ درصد انرژی مربوط به مواقع سرد و $58/8$ انرژی کسب شده مربوط به مواقع گرم سال است. تأکید می‌گردد که در ساختمان‌های دوطرفه باز نمای اصلی بهتر است رو به جنوب باشد. براساس جدول مزبور بدترین جهت ساختمان‌های دوطرفه نیز در جهات $+45$ و -135 تا $+90$ و -90 است زیرا بخش اعظم انرژی دریافتی آنان مربوط به مواقع گرم سال و کمترین مقدار انرژی اکتسابی مربوط به مواقع سرد سال است. در بین جهات ذکر شده جهت $+60$ و -120 شرایط بدتری دارا است زیرا تنها $21/77$ درصد از انرژی حصول شده بر نمای آنان مربوط به مواقع سرد و $78/23$ درصد از انرژی دریافتی آن مربوط به فصل گرم سال است که نیازی به تابش آفتاب وجود ندارد.

براساس جدول شماره (۱۰) بهترین جهت مناسب برای ساختمان‌های چهارطرفه بخصوص مجموعه‌های آپارتمانی جهت (شمالی - جنوبی)، (غربی - شرقی) بطوری که ۴ جهت اصلی بنا در جهت ۴ طرف جغرافیایی و کشیدگی اصلی ساختمان در جهت غربی-شرقی باشد، انتخاب می‌گردد. زیرا تنها $67/28$ درصد انرژی اکتسابی مربوط به مواقع گرم و $32/72$ مربوط به مواقع سرد است. پس آن جهت $+75$ و $+165$ و -105 و -15 یعنی محور عمود بر شمالی - جنوبی ساختمان 15 درجه از جنوب به سمت شرق انحراف داشته باشد جهتی قابل قبول و پذیرفتنی محسوب می‌گردد. زیرا $32/12$ درصد انرژی دریافتی آن مربوط به مواقع سرد و $67/88$ درصد آن مربوط به مواقع گرم سال است. ذکر کشیدگی ساختمان در جهت شرق و غرب برای بیان کاهش سطوح دیوارهای شرقی و غربی ساختمان است زیرا سطوح شرق نما و غرب نما در مواقع گرم بیشترین انرژی تابیده شده بر ساختمان را در صبح و بعدظهر دریافت می‌دارند.

نتیجه گیری:

امروزه طراحی اقلیمی به منظور کاهش مصرف انرژی و استفاده حداکثری از انرژی‌های پاک چون آفتاب و باد از اصول بنیادی در برنامه‌ریزی منطقه‌ای بویژه آمایش سکونتگاه‌های شهری و روستایی است. از راهکارهای اساسی در تحقق اهداف فوق، تعیین جهت مناسب ساختمان براساس شرایط اقلیم محلی به خصوص تابش آفتاب و باد است. در شهر مورد پژوهش که بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی اعمال شده چون ماهانی و اوانز در شش ماه از سال روزها گرم و در دو ماه از سال مطلوب و در بقیه ماه‌های سال تقریباً شرایط سرد حاکم است، جهت قرارگیری ساختمان با هدف دریافت حداقل انرژی خورشیدی در فصل گرم تابستان و کسب حداکثر انرژی خورشیدی در فصل سرد زمستان و حفظ ساختمان از تابش شدید آفتاب و باد مزاحم مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا با استفاده از روش قانون کسینوس مقدار عددی تابش آفتاب بر جهات مختلف ساختمان محاسبه شد. سپس نتیجه گرفته شد که

با توجه به تابش آفتاب و باد بهترین جهت ساختمان با هدف کسب حداقل انرژی در مواقع گرم و کسب حداکثری در مواقع سرد، جهت ۱۵۰+ و ۱۶۵+ برای ساختمان های یکطرفه ایده آل ترین جهت و جهت ۱۸۰+ (جنوب) جهتی پذیرفتنی و قابل قبول، جهت ۱۶۵+ و ۱۵- برای ساختمان های دوطرفه جهتی ایده آل و جهت ۱۸۰+ جهتی قابل قبول، (شمالی - جنوبی) و جهت شمال، جنوب، شرق و غرب ایده آل ترین جهت برای ساختمان های چهارطرفه و پس از آن جهت ۱۶۵+، ۷۵+، ۱۰۵- و ۱۵- جهتی مناسب برای ساخت یاد شده، بخصوص مجموعه آپارتمانی در شهر مورد پژوهش است.

منابع:

- ۱- احمدی، م، ت و اردهالی، م، م، و حافظی، ح، ر و حریری، م، ت و فیاض، ر و محمدکاوی، پ (۱۳۹۰): مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، صرفه جویی در مصرف انرژی. تهران؛ نشر توسعه ایران.
- ۲- اختر کاوان، مهدی و صدیق، مرتضی و اختر کاوان، حمید (۱۳۹۰): تنظیم شرایط همساز با بوم و اقلیم ایران، اقلیم، معماری و انرژی. تهران؛ کلهر.
- ۳- بهادری نژاد، مهدی و یعقوبی، محمود (۱۳۸۵): تهویه و سرمایش طبیعی در ساختمان های سنتی ایران. تهران؛ مرکز نشر دانشگاهی.
- ۴- پورخادم نمین، زهرا و لشکری، حسن (۱۳۸۴): بهینه سازی جهت گیری فضاهای آزاد در شهر اردبیل براساس شرایط اقلیمی. نشریه تحقیقات جغرافیایی ۷۹، صص ۳۶-۱۹.
- ۵- حسین آبادی، سعید و لشکری، حسن و سلمانی مقدم، محمد (۱۳۹۱): طراحی اقلیمی ساختمانهای مسکونی شهر سبزوار با تاکید بر جهت گیری ساختمان و عمق سایبان. دانشگاه سیستان و بلوچستان. فصلنامه جغرافیا و توسعه. سال دهم. شماره ۲۷، صص ۱۱۶-۱۰۳.
- ۶- رازجویان، محمود (۱۳۸۶): آسایش در پناه باد. تهران؛ دانشگاه شهید بهشتی.
- ۷- رازجویان، محمود (۱۳۸۸): آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم. تهران؛ انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- ۸- روحی زاده، امیر رضا (۱۳۸۸): تنظیم شرایط محیطی ساختمان. تهران؛ عصر کنکاش.
- ۹- سلیقه، محمد (۱۳۸۳): مدل سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار. دانشگاه سیستان و بلوچستان. فصلنامه جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان ۸۳، صص ۱۴۷-۱۷۰.
- ۱۰- فرج زاده، منوچهر (۱۳۸۸): تکنیکهای اقلیم شناسی. تهران؛ سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)
- ۱۱- قبادیان، وحید (۱۳۸۹): بررسی ابنیه سنتی ایران. تهران؛ انتشارات دانشگاه تهران
- ۱۲- کسمایی، مرتضی (۱۳۸۹): اقلیم و معماری. اصفهان؛ نشر خاک.
- ۱۳- لشکری، حسن و سلکی، هیوا و طاهائی، فاطمه (۱۳۹۱): بهینه سازی جهت گیری بناهای ساختمانی در شهر سقز براساس شرایط اقلیمی. مجله، جغرافیا و توسعه ناحیه ای ۱۸، صص ۹۷-۷۵.

- ۱۴- لشکری، حسن(۱۳۸۹): جزوه میکروکیلیماتولوژی پیشرفته. دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، دانشکده علوم انسانی.
- ۱۵- لشکری، حسن(۱۳۹۰): جزوه کاربرد اقلیم در برنامه ریزی محیطی. دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، دانشکده علوم انسانی.
- ۱۶- میکاییل، رحیم نورافکن طالش(۱۳۸۹): تنظیم شرایط محیطی. تهران؛ دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی.
- ۱۷- نیلسن، هالگرکخ(۱۳۸۵): تهویه طبیعی، راهنمای طراحی اقلیم مناطق گرم. ترجمه: محمد احمدی نژاد. اصفهان؛ نشر خاک.
- ۱۸- واتسون، دونالد و لیز، کنت(۱۳۹۰): طراحی اقلیمی، اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان. ترجمه: وحید قبادیان و محمد فیض مهدوی. تهران؛ انتشارات دانشگاه تهران.
- 19- Kefa, Rabah. 2004, «Development of energy – efficient passive solar building design in Nicosia Cyprus», Department of physics, eastern Mediteranean university, Gazimagusa, North Cyprus, Via Mersinlo, Turkey
- 20- Al-Temeemi, Abdul-Salam, 1995, Climatic design techniques for reducing cooling energy consumption in Kuwaiti houses.
- 21- Eley, Charles, 1998, Passive solar design strategies: guidelines for home building, San Francisco, California, Passive solar Industries Council ,National Renewable Energy Laboratory.
- 22- Fiocchi, Carl, Simi Hogue, and Mohammad Shahadat, 2011, Climate Responsive Design and the Milam Residence, Sustainability, 3.
- 23- Hui, S.C.M and Chung, K.P, 1997, «Climatic data for building energy design in Hong Kong and Mainland China», in proc. of the CIBSE National Conference 1997, London.
- 24- Keifa, Rabah, 2004, «Development of energy – efficient passive solar building design in Nicosia Cyprus», Department of physics, eastern Mediteranean university, Gazimagusa, North Cyprus, Via Mersinlo, Turkey
- 25- Oke, 1988, Street design and urban canopy layer climate, Energy and Buildings, Volume 11, Issue 1.