

Geographic Notion  
Vol. ۱۶, spring ۲۰۱۷  
Zanjan University  
No. ۱۱۴

اندیشه جغرافیایی  
سال نهم، شماره شانزدهم، بهار ۱۳۹۶  
دانشگاه زنجان  
مقاله شماره ۱۱۴

## بهینه‌سازی جهت‌گیری ساختمان‌ها در برابر تابش (مطالعه موردی: شهر شیراز)

فیروزه کرمی کرد علیوند<sup>۱</sup>، مهدی نارنگی فرد\*<sup>۲</sup>

### چکیده

با توجه به رشد جمعیت، افزایش شهرنشینی و بهبود روز افزون سطح و تغییر سبک زندگی، مصرف انرژی در ساختمان‌های شهری به ویژه در کشورهای در حال توسعه به شدت دستخوش افزایش است. در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی در طراحی ساختمان می‌تواند بدون کاهش کیفیت زیستی به کاهش مصرف انرژی و پیامد آن کاهش آلودگی‌ها کمک فراوانی نماید. هدف از این پژوهش جهت‌یابی بهینه بنا به عنوان راهکاری موثر جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت در شهر شیراز می‌باشد. در همین رابطه نخست با بکارگیری داده‌های هواشناسی میانگین کمینه و بیشینه دما و کمینه و بیشینه رطوبت نسبی روزانه در بازه زمانی ۵۵ ساله (۱۹۵۹-۲۰۱۳)، با استفاده از شاخص دمای مؤثر و رسم منحنی‌های همدمای دو ساعته به نیاز سنجی زیست اقلیمی ساختمانی در شهر شیراز پرداخته شد. سپس با استفاده از روش محاسباتی قانون کسینوس میزان انرژی دریافتی از سطوح قائم طی ماه‌های سال برآورد شد. بر اساس یافته‌های پژوهش بررسی وضعیت زیست اقلیمی در ۳۷ درصد موارد در سرزمین پژوهش نیاز به گرمایش احساس و تنها در ۹ درصد موارد نیاز به سرمایش در ساختمان احساس شده است. با در نظر گرفتن این نکته که نیاز اصلی در شهر شیراز نیاز به گرمایش می‌باشد جهت‌های بهینه برای استقرار ساختمان جهات جنوب، جنوب خاوری و جنوب باختری برآورد شد. از میان این جهت‌ها نیز جهت جنوب به دلیل جذب حداکثر انرژی در مواقع سرد سال و جذب کم‌تر انرژی در مواقع گرم سال به عنوان جهت بهینه مشخص شد. همچنین فاصله بهینه ساختمان‌ها به جهت پرهیز از سایه‌اندازی محاسبه شد که نشان می‌دهد در شرایط موجود رعایت چنین فاصله‌ای امکان پذیر نمی‌نماید اما در مورد بناهای نوساز رعایت آن می‌تواند سودمند باشد.

**کلید واژه‌ها:** طراحی اقلیمی، ساختمان، جهت ساختمان، تابش، شهر شیراز

<sup>۱</sup> - دانشجوی دکترای جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی. اردبیل، ایران، firuzehkarami@yahoo.com

<sup>۲</sup> - دانشجوی دکترای آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، نویسنده مسول،

email:Mahdi.narangifard@gmail.com شماره همراه: ۰۹۱۷۷۰۹۷۴۵۴



## مقدمه

موضوع آب و هوا در بحث توسعه پایدار، از مباحث اساسی و تعیین کننده می‌باشد. چرا که موضوع توسعه پایدار، صرفه جویی در مصرف انرژی، خصوصاً انرژی‌های فسیلی و تجدید ناپذیر بوده و بنابراین، طراحی اقلیمی بناها و کالبد شهرها، نقش به سزا و تعیین کننده‌ای در کاهش مصرف سوخت و در نتیجه حفظ آن برای نسل‌های آینده خواهد داشت (شقاقی و مفیدی، ۱۳۸۷: ۱۰۶). انرژی شالوده حرکت و توسعه هر جامعه است. به این معنا که هر گاه انرژی به مقدار کافی و به موقع در دسترس باشد، توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد شد (سجادیان و سجادیان، ۱۳۸۸: ۱۳۳). انرژی یکی از مهم‌ترین نهاد-های توسعه و از عوامل اصلی تولید است. تأمین امنیت عرضه انرژی در دنیا از مسائل راهبردی پیش روی تمامی دولت‌ها می‌باشد. در کنار محور مدیریت سمت عرضه انرژی، بخشی که کم‌تر از آن نامی به میان می‌آید، مدیریت سمت تقاضای انرژی است (مبینی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۷۲).

یکی از ضروری‌ترین نیازهای انسان، سرپناه مناسب و مسکن است تا از وی در شرایط سخت آب و هوایی حفاظت نماید. از آغاز یکجانشینی بشر همواره تلاش نموده تا بیش‌ترین سازگاری بنا با آب و هوا را فراهم سازد و از عوامل و عناصر آب و هوا در جهت تامین آسایش استفاده کند (مدیری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۴۲). اگر بناهای انسان ساخت با این عوامل مهم هماهنگ باشند، هم آسایش انسان را فراهم می‌کنند، هم کاهش مصرف انرژی را در پی خواهد داشت (سعیدی و طولابی‌نژاد، ۱۳۹۳: ۲۲۹). همسازي مسکن با اقلیم موجب می‌شود که اندام‌های انسانی بتواند بیلان حرارتی خود را در حد مطلوب حفظ کرده و دچار مازاد یا کمبود انرژی نشود (حیدری و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۴). ساختمان‌هایی که بر اساس اصول طراحی اقلیمی ساخته شده‌اند ضرورت گرمایش و سرمایش مکانیکی را به حداقل کاهش می‌دهند و در عوض از انرژی طبیعی موجود در اطراف ساختمان استفاده می‌کنند (عیوضی، ۱۳۸۵: ۱). حتی در اقلیم‌های

بسیار نامساعد می‌توان از طریق سازه و شکل ساختمان و محیط خارجی نزدیک ساختمان، مصرف انرژی را پایین نگه داشت (صفایی‌پور و طاهری، ۱۳۸۹: ۱۰۴). از جمله الگوهای طراحی اقلیمی که نقشی بسزا در کاهش مصرف انرژی دارد، جهت‌گیری بهینه بنا در برابر تابش خورشید است. جهت‌گیری ساختمان می‌تواند مقدار جذب تابش خورشید را تعیین کند (مدیری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۴۲).

یکی از ویژگی‌های اساسی محیط‌های شهری پایدار، سازگاری و هماهنگی بودن آن‌ها با ویژگی‌های اقلیم محلی است (شیخ‌بیگلو و محمدی، ۱۳۸۹: ۶۳). مطالعات نشان داده که عدم توجه به اقلیم و عدم بازتاب آن در ابنیه، استفاده از سیستم مکانیکی برای تامین شرایط آسایش در ساختمان‌ها را بلامانع ساخته که این امر نه تنها سبب افزایش هزینه خانوار بوده، تخریب محیط زیست را نیز به همراه داشته است. با توجه به اینکه در حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد کل انرژی مصرفی هر کشور به مصرف فضاهای مسکونی می‌رسد، برداشتن گامی در جهت کاهش مصرف انرژی در این قسمت منوط به بهسازی بازده حرارتی ساختمان‌ها است که منجر به صرفه جویی در منابع محدود طبیعی و حفظ محیط زیست خواهد شد (افشاری و تقوایی، ۱۳۹۲: ۷۲). بنابراین، شناخت، درک و کنترل تاثیرات اقلیمی مناطق شهری، پیش‌نیازی اساسی برای برنامه‌ریزی و طراحی فضاهای شهری به شمار می‌رود که لازم است قبل از عملیاتی کردن طرح‌ها، مورد توجه ویژه برنامه‌ریزان و طراحان قرار گیرد (شیخ‌بیگلو و محمدی، ۱۳۸۹: ۶۳). با در نظر گرفتن این مسئله که نخستین گام در طراحی شهری، کاربست ملاحظات آب و هوایی است و در دهه اخیر مسئله تغییر اقلیم نیز به عنوان یک عامل مضاعف عمل می‌نماید. صرف نظر از علل تغییرات آب و هوایی، نیاز به سازگاری ساختمان به طوری که بتواند با دماهای بالاتر و تغییرات در میزان بارش انطباق پیدا کند وجود دارد (Barbhuiya et al., ۲۰۱۳: ۱۹۴).

پژوهش‌های بسیاری تاکنون در زمینه مباحث مربوط به شرایط آسایش درون بنا و طراحی بنای همساز با آب و هوا به ویژه با تأکید بر جهت‌گیری بنا در برابر تابش به انجام رسیده است.

الگی (۱۹۹۴)، روشی را ارائه داد که در آن با استفاده از مقاله محاسب انرژی خورشیدی و دیاگرام موقعیت خورشید، تغییرات انرژی‌ای که خورشید در هر ساعت از روز بر دیوارهای مختلف ساختمان تابش می‌کند را می‌توان برآورد کرد این روش به روش نموداری الگی نیز مشهور است (کسمایی، ۱۳۶۳). مالیک<sup>۱</sup> (۱۹۹۶) در مقاله‌ای با عنوان آسایش حرارتی و طراحی ساختمان در آب و هوای گرمسیری در زمینه مسکن بنگلادش نشان داد که طراحی ساختمان در مناطق شهری با افزایش ساختمان‌های چند طبقه همراه بوده است که در طراحی آن‌ها ضخامت دیوار و قرار گرفتن در معرض تابش سهم قابل توجهی را در آسایش محیط دارند. کلارک<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در رابطه با اقلیم معماری با محوریت کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای مطالعه‌ای را انجام داده‌اند. همچنین گوپتا و کالکانکار<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) جهت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی برای رسیدن درجه حرارت ساختمان به درجه حرارت آسایش در هند طرحی را ارائه دادند و تأکید کرده‌اند که این بهره‌گیری از شکل، جهت‌گیری و انتخاب مواد ساخت و ساز تأثیر می‌پذیرد.

نگرانی‌های موجود در زمینه کاهش و پایان‌پذیری منابع تجدیدناپذیر انرژی در ایران نیز زمینه‌ساز انجام پژوهش‌های بسیاری در راستای بهره‌گیری از شرایط آب و هوایی در بهینه‌سازی مصرف انرژی بوده است. بخشی از این پژوهش‌ها توجه خود را به جهت-گیری بهینه ساختمان‌ها معطوف داشته‌اند.

طاهباز (۱۳۶۱) در ارتباط با جهت‌گیری ساختمان و بررسی جهت مناسب بنا در برابر تابش و بهره‌گیری از گرمای تابشی پژوهشی را به انجام رسانده است. در این پژوهش

<sup>۱</sup> - Mallik

<sup>۲</sup> - Clarke

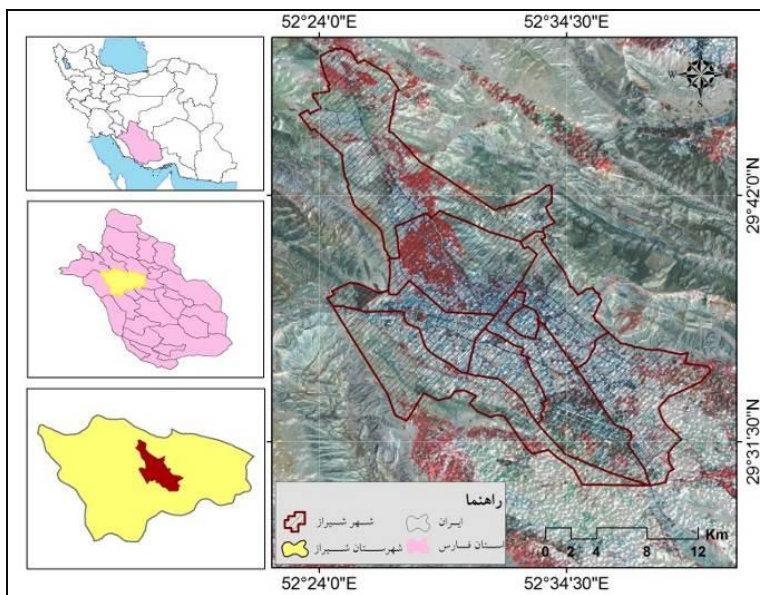
<sup>۳</sup> - Gupta and Kaleqankar

جهت بهینه ساختمان برای تعدادی از شهرهای ایران مورد بررسی قرار گرفته است. قبادیان (۱۳۷۲) در پژوهشی تحت عنوان طراحی اقلیمی به بررسی عناصر و عوامل آب و هوایی مؤثر در آسایش بنا پرداخته است و از شاخص‌ترین بررسی‌های او در این زمینه پرداختن به جهت‌گیری بهینه بنا در برابر تابش می‌باشد. رازجویان (۱۳۸۸) نیز در پژوهشی تحت عنوان آسایش در پناه معماری همساز با آب و هوا افزون بر بررسی مواردی چون دماهای مؤثر در آسایش درون بنا به جهت‌گیری ساختمان در برابر تابش آفتاب و باد پرداخته است. در همین راستا می‌توان به کارهای (لشکری و پورخادم‌نمین، ۱۳۸۴؛ موزرمی و لشکری، ۱۳۹۰؛ حسین‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ لشکری و همکاران، ۱۳۹۱)، به ترتیب در پیوند با جهت‌گیری بهینه بناهای ساختمانی شهرهای اردبیل، اهواز، سبزوار و سقز در برابر تابش اشاره کرد. در هر سه مورد پس از نیازسنجی حرارتی ساختمان و تعیین آستانه‌های دمایی آسایش در فضاهای درون بنا، الگوی مناسب برای جهت‌گیری ساختمان ارائه شده است. پروانه و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی به ارزیابی وضعیت آسایش آب و هوایی در درون ساختمان شهر الیگودرز پرداختند، یافته‌های پژوهش نشان داد با رعایت اصول معماری همساز با اقلیم، نیاز گرمایشی قابل تامین است، اما نیاز به وسایل گرمایشی ضروری است. مدیری و همکاران (۱۳۹۱) جهت استقرار مناسب ساختمان‌ها در شهر گرگان را بررسی کرده‌اند. در این پژوهش از شیوه نموداری الگی جهت برآورد ساعتی تابش بر سطوح قائم شهر گرگان استفاده شده است. حبیبی خامنه و محمدی (۱۳۹۳) به بررسی معماری ساختمان‌های منطقه پنج شهرداری تهران بر اساس عناصر آب و هوایی پرداختند، یافته‌های پژوهش نشان داد که جهت استقرار مناسب ساختمان جهت شمالی-جنوبی با کشیدگی در راستای خاوری-باختری می‌باشد. کامیابی و همکاران (۱۳۹۳) شرایط حرارتی در مناطق گرم و خشک و همچنین تاثیر آن بر معماری شهر گرمسار را مورد بررسی قرار دادند. لشکری و محمدی (۱۳۹۴) در پژوهشی به تحلیل رابطه جهت و زاویه تابش خورشید و جهت‌گیری دیوار در انتقال انرژی گرمایی به داخل ساختمان در شهر گرمسیری لار پرداختند.

با توجه به مطالب بیان شده هدف این پژوهش محاسبه بهترین جهت استقرار بنای ساختمان برای رسیدن به بالاترین میزان آسایش حرارتی (سرمايشی و گرمایشی) در طول سال در شهر شیراز می‌باشد.

### روش تحقیق

شهر شیراز مرکز استان فارس با طول جغرافیایی ۵۲ درجه ۳۳ دقیقه خاوری و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی قرار گرفته است. این شهر با میانگین ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا، بر اساس طول دوره آماری سال ۱۹۵۱ الی ۲۰۱۰ با میانگین سالانه بارش ۳۳۷ میلی‌متر و میانگین سالانه دمایی ۱۸ درجه سانتی‌گراد، بر اساس آخرین سرشماری سال (۱۳۹۰) با جمعیتی بالغ بر ۱۵۴۹۴۵۳ در جنوب باختری ایران واقع است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۵۸). موقعیت منطقه مورد مطالعه در (شکل ۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

برای بررسی شرایط زیست اقلیمی ساختمان‌های منطقه مورد مطالعه، نخست آمار مربوط به فراسنج‌های آب و هوایی میانگین کمینه و بیشینه دما و همچنین میانگین کمینه و بیشینه رطوبت نسبی طی دوره ۵۵ ساله (۱۹۵۹-۲۰۱۳) از ایستگاه همدید شهر شیراز از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. سپس میزان انرژی دریافتی توسط سطوح قائم، زاویه و جهت تابش آفتاب در جهت‌های و ساعات مختلف، بر اساس طول و عرض جغرافیایی محل محاسبه گردید.

روش تحقیق در این بررسی، با استفاده از روابط ریاضی و شاخص‌های زیست اقلیمی است که در زیر به آن اشاره می‌شود.

شناسایی وضعیت اقلیمی یک محل و تحلیل نیازهای اقلیمی از نظر آسایش انسان و کاربرد مصالح ساختمانی یکی از مقدمات طراحی همساز با اقلیم است (طاهباز، ۱۳۸۸: ۶۱). یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال رایج‌ترین شاخص‌های وضعیت گرمایی دمای مؤثر<sup>۱</sup> می‌باشد که نخست در دهه دوم قرن بیستم توسط انجمن مهندسان تأسیسات امریکا<sup>۲</sup> ارائه شد (رازجویان، ۱۳۶۷) به همین منظور جهت دستیابی به وضعیت زیست اقلیمی ساختمانی از شاخص دمای مؤثر استفاده شد. در این راستا با انتقال داده‌های مربوط به میانگین کمینه و بیشینه دمای روزانه طی دوره مورد مطالعه بر نمودار زمان-دما، دماهای دوساعته برای ماه‌های سال محاسبه شد.

پس از محاسبه مقادیر دماهای دو ساعته با استفاده از رابطه (۱) دماهای مؤثر بیشینه و کمینه برای هر ماه محاسبه شد و به مانند روش پیشین دماهای مؤثر دو ساعته استخراج گردید.

$$ET = t - 0.4(t - 10) \left(1 - \frac{RH}{100}\right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

<sup>۱</sup> - Effective Temperature

<sup>۲</sup> - American Society of Plumbing Engineers (ASPE)



که ET، دمای مؤثر بر حسب درجه سانتی‌گراد، T، میانگین دما (بیشینه و کمینه) بر حسب درجه سانتی‌گراد، RH، رطوبت نسبی بر حسب درصد می‌باشد (رازجویان، ۱۳۶۷).

سپس توسط این ارقام و در محیط نرم‌افزار Surfer منحنی‌های همدمای دوساعته ترسیم گردید. با توجه به این منحنی به نیاز سنجی زیست اقلیمی ساختمانی در منطقه مورد مطالعه پرداخته شد و همچنین دماهای آستانه حرارتی مشخص گردید. محاسبه میزان انرژی دریافتی توسط سطوح قائم:

میزان تابش مورد نیاز هر ساختمان با توجه به نوع آن ساختمان و شرایط اقلیمی محل بایستی تعیین شود (کسمایی، ۱۳۷۸). جهت استقرار بنا در برابر تابش آفتاب از مهم‌ترین راه‌های دستیابی به آسایش در فضاهای داخلی است. از آن‌جا که شدت تابش خورشید در سطوح مختلف بنا متفاوت است، بنا باید طوری قرار گیرد که حداکثر تابش دریافتی را در زمستان و حداقل آن را در تابستان داشته باشد (نمازیان، ۱۳۸۹: ۲۰۰).  
به منظور محاسبه انرژی حرارتی خورشیدی حاصل در سطوح مختلف روش‌های گوناگونی تدوین شده است. از جمله این روش‌ها، روش محاسباتی است که به قانون کسینوس‌ها نیز مشهور است. این قانون برای میزان انرژی دریافتی توسط سطوح قائم پیشنهاد شده است و از رابطه (۲) قابل محاسبه است.

$$I_s = I_n \cdot \cos\theta \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه،  $I_s$  شدت تابش روی سطح،  $I_n$  شدت تابش روی سطح عمود بر تابش خورشید،  $\theta$  زاویه میان شعاع خورشید و خط عمود بر سطح برای محاسبه  $I_n$  در رابطه (۲)، از روش پیشنهادی استیفنسون استفاده شده است. این روش در رابطه (۳)، آورده شده است.

$$I_n = I \exp\left(-\frac{\alpha}{\sinh}\right) \quad \text{رابطه (۳)}$$



در رابطه بالا،  $I_n$ ، حرارت حاصل از تابش مستقیم و عمودی آفتاب بر حسب  $I$ ،  $BTU/h/ft^2$ ، رقم ثابت خورشیدی،  $\alpha$ ، ضریب خاموشی،  $h$ ، زاویه تابش خورشید، مقدار  $\theta$ ، که زاویه میان شعاع خورشید و خط عمود بر سطح است از رابطه (۴)، حاصل می‌شود،

$$\text{Cos } \theta = \cos(\beta) \cos(\Psi) - \cos(\Phi) \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه،  $\theta$ ، زاویه میان تلاقی پرتوهای خورشید با خط عمود بر سطح،  $\beta$ ، زاویه تابش خورشید،  $\Psi$ ، زاویه جهت دیوار که در جهت عقربه‌های ساعت از سمت شمال و بر حسب درجه اندازه‌گیری می‌شود،  $\Phi$ ، زاویه جهت تابش (قبادیان و فیض، ۱۳۸۰). تعیین حداقل فاصله بین ساختمان‌ها:

به منظور تعیین حداقل فاصله بین ساختمان‌ها برای جلوگیری از تشکیل سایه که به ویژه در مواقع سرد سال اثرات نامطلوبی ایجاد می‌کند از رابطه (۵) استفاده می‌شود.

$$X = \frac{h}{\tan \theta} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این رابطه،  $X$  فاصله بین بالاترین نقطه بام یک خانه تا نمای دیگر برای اجتناب از سایه اندازی با زاویه تابش معین،  $\theta$  ارتفاع خورشید،  $h$  ارتفاع تا بالاترین نقطه بام، در این رابطه مقدار  $\theta$  برای ظهر روز اول ماه ژانویه در نظر گرفته شده است.

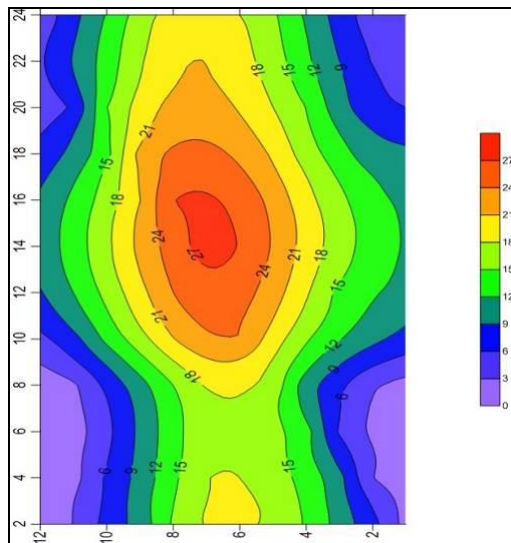
## یافته‌ها تحقیق

### بررسی وضعیت زیست اقلیمی

چنانچه اشاره شد وضعیت زیست اقلیمی منطقه از راه دستیابی به دماهای دو ساعته، محاسبه دماهای مؤثر دو ساعته و سپس ترسیم منحنی‌های همدمای دوساعته مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول (۱) بر اساس مقادیر دمای دو ساعته تنظیم شده است. همچنین شکل (۲) منحنی همدمای دو ساعته برای منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مقادیر دمای دو ساعته برای هر ماه بر حسب درجه سانتی گراد شهر شیراز

ساعت	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۲	۲	۳,۵	۷	۱۰,۸	۱۴,۷	۱۷,۱	۱۹	۱۸,۳	۱۵,۴	۱۰,۲	۷,۱	۳
۴	۱,۷	۲,۹	۶	۱۰	۱۳,۸	۱۶,۳	۱۸	۱۷,۹	۱۴,۳	۱۰	۶,۵	۲
۶	۰,۷	۲,۵	۵,۵	۹,۳	۱۳,۲	۱۵,۸	۱۷,۶	۱۷,۳	۱۳,۸	۹,۷	۵,۲	۱,۷
۸	۲	۳,۴	۶,۷	۱۰,۳	۱۴,۳	۱۶,۸	۱۸,۵	۱۸,۳	۱۵	۱۰,۸	۶,۸	۲,۵
۱۰	۸	۹,۸	۱۲,۲	۱۵,۴	۱۹,۵	۲۲,۲	۲۳,۹	۲۳,۴	۲۰,۹	۱۶,۸	۱۲,۸	۸
۱۲	۱۱	۱۲,۳	۱۴,۲	۱۸,۴	۲۲,۳	۲۵,۲	۲۶,۶	۲۶,۳	۲۴	۲۰	۱۵,۹	۱۲
۱۴	۱۱,۷	۱۳,۶	۱۶,۴	۱۹,۸	۲۳,۷	۲۶,۸	۲۸,۲	۲۷,۶	۲۵,۳	۲۱,۸	۱۷,۳	۱۳,۴
۱۶	۱۱,۴	۱۲,۸	۱۵,۸	۱۹	۲۳	۲۶	۲۷,۳	۲۷	۲۴,۷	۲۰,۸	۱۶,۵	۱۲,۷
۱۸	۹,۸	۱۰,۲	۱۳,۳	۱۶,۵	۲۰,۵	۲۳,۳	۲۴,۸	۲۴,۵	۲۲	۱۸	۱۴	۱۰
۲۰	۶	۷	۱۰,۲	۱۵	۱۸	۲۰,۷	۲۲,۲	۲۱,۹	۱۹,۱	۱۵	۱۱	۶,۳
۲۲	۴,۲	۵,۸	۹	۱۲,۶	۱۶,۵	۱۹,۱	۲۱	۲۰,۵	۱۷,۶	۱۳,۳	۹,۳	۴,۷
۲۴	۳	۴,۳	۷,۷	۱۱,۵	۱۵,۵	۱۸	۱۹,۸	۱۹,۵	۱۶,۴	۱۲,۲	۸,۱	۳,۹



شکل ۲: منحنی همدمای مؤثر دو ساعته شهر شیراز بر اساس درجه سانتی گراد طی دوره

آماري ۱۹۵۹-۲۰۱۳

شکل (۲) بیانگر آن است که در ۷/۹ درصد مواقع در منطقه مورد مطالعه نیاز به گرمایش مکانیکی احساس می‌شود، ۵/۱۲ درصد استفاده از انرژی فعال خورشیدی و ۳/۱۵ درصد نیز نیاز به گرمایش غیر فعال خورشیدی مورد نیاز

می‌باشد. ۹/۴۰ درصد مواقع شرایط مناسب در فضاهای بسته وجود داشته است. ۵/۱۲ درصد از اوقات بهره‌مندی از شرایط آسایش به صورت طبیعی غالب بوده و همچنین ۹ درصد نیز نیاز به سایه و ایجاد کوران و سرمایش ساختمان احساس شده است.

### جهت استقرار ساختمان در رابطه با تابش

همچنان‌که پیش‌تر گفته شد بهترین جهت استقرار بنا، جهتی است که بیش‌ترین میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم را برای فصل سرد و پیاورد آن کم‌ترین میزان انرژی در فصل گرم با توجه به زاویه تابش را دریافت کند. به عبارتی دیگر جهت بهینه قرارگیری بنا جهتی است که بتواند به صورت طبیعی نیازهای زیست اقلیمی ساکنان آن را فراهم نماید. به همین منظور انرژی دریافتی از سطوح قائم برای همه روزهای سال، مواقع گرم و سرد سال و در ۲۴ جهت اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده در جداول (۲) الی (۴) ارائه شده است.

جدول ۲. انرژی دریافتی توسط سطوح قائم شهر شیراز در همه روزهای سال بر اساس

#### ساعات نظری (BTU/H/FT<sup>2</sup>)

جهت دیوار	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال						۲۰,۰۲	۱۹,۳۶					
۱۵					۵۶,۷۷	۷۰,۰۳	۱۶۹,۶	۶۱,۹۸				
۳۰				۷۵,۷۸	۲۰۱,۶	۲۹۹,۶	۳۰۸,۴	۲۰۶,۶	۳۱,۲			
۴۵			۲۱,۵۵	۲۶۴,۶	۳۳۲,۷	۴۱۳,۳	۴۲۶,۱	۳۳۷,۲	۱۷۲,۳			
۶۰	۴۷,۱	۶۶,۵۲	۱۶۹,۸	۴۳۵,۴	۴۴۱,۱۸	۴۹۸,۹	۵۱۴,۸	۴۴۴,۸	۳۰۱,۷	۲۲,۰۲	۷۲,۲۳	۳۶,۱۴
۷۵	۱۸۹,۵۴	۱۹۵,۹	۳۰۶,۶	۵۷۶,۵	۵۱۹,۵	۵۵۰,۵	۵۶۸,۴	۵۲۲,۱	۴۱۰,۵	۱۷۰,۶	۲۱۰,۸	۱۷۸,۱
خاوری	۳۱۹,۰۸	۳۱۲,۰	۴۲۲,۴	۶۷۸,۴	۵۶۲,۵	۵۶۴,۵	۵۸۳,۲	۵۶۳,۸	۴۹۱,۳	۳۰۷,۶	۳۳۵	۳۰۸,۱
۱۰۵	۴۲۶,۸۷	۴۰۶,۸	۵۰۹,۵	۷۳۴	۵۶۷	۵۴۰,۱	۵۵۸,۳	۵۶۷,۱	۵۳۸,۷	۴۲۳,۶	۴۳۶,۴	۴۱۷,۰
۱۲۰	۵۰۵,۵۸	۴۷۳,۹	۵۶۱,۸	۷۳۹,۶	۵۳۳,۱	۴۷۸,۹	۴۹۵,۴	۵۳۱,۷	۵۴۹,۳	۵۱۰,۸	۵۰۸	۴۹۷,۵
۱۳۵	۵۴۹,۸۳	۵۰۸,۷	۵۷۵,۸	۶۹۴,۸	۸۷۰,۸	۳۸۵,۰	۳۹۸,۷	۴۶۰,۱	۵۲۲,۵	۵۶۳,۱	۵۴۵,۰	۵۴۴,۱
۱۵۰	۵۵۶,۶۱	۵۰۸,۹	۵۵۰,۶	۶۰۲,۶	۳۶۰,۸	۲۶۴,۹	۲۷۴,۸	۳۵۷,۱	۴۶۰,۱	۵۷۷,۱	۵۴۴,۹	۵۵۳,۶
۱۶۵	۵۲۵,۴۵	۴۷۴,۳	۴۸۷,۹	۴۶۹,۴	۲۳۴,۴	۱۲۶,۷	۱۳۲,۲	۲۱۹,۸	۳۶۶,۳	۵۵۱,۷	۵۰۷,۶	۵۲۵,۴
جنوب	۴۵۸,۴۹	۴۰۷,۴	۳۹۱,۹	۳۰۴,۱	۹۱,۹۵			۸۶,۹۱	۲۴۷,۶	۴۸۸,۸	۴۳۵,۸	۴۶۱,۳
-۱۶۵	۵۲۵,۴۵	۴۷۴,۳	۴۸۷,۹	۴۶۹,۴	۲۳۴,۴	۱۲۶,۷	۱۳۲,۲	۲۱۹,۸	۳۶۶,۳	۵۵۱,۷	۵۰۷,۶	۵۲۵,۴
-۱۵۰	۵۵۶,۶۱	۵۰۸,۹	۵۵۰,۶	۶۰۲,۶	۳۶۰,۸	۲۶۴,۹	۲۷۴,۸	۳۵۷,۱	۴۶۰,۱	۵۷۷,۱	۵۴۴,۹	۵۵۳,۶
-۱۳۵	۵۴۹,۸۳	۵۰۸,۷	۵۷۵,۸	۶۹۴,۸	۸۷۰,۸	۳۸۵,۰	۳۹۸,۷	۴۶۰,۱	۵۲۲,۵	۵۶۳,۱	۵۴۵,۰	۵۴۴,۱



۴۹۷,۵	۵۰۸	۵۱۰,۸	۵۴۹,۳	۵۳۱,۷	۴۹۵,۴	۴۷۸,۹	۵۳۳,۱	۷۳۹,۶	۵۶۱,۸	۴۷۳,۹	۵۰۵,۵۸	-۱۲۰
۴۱۷	۴۳۶,۴	۴۲۳,۶	۵۳۸,۷	۵۶۷,۱	۵۵۸,۳	۵۴۰,۱	۵۶۷,۱	۷۳۴,۰	۵۰۹,۵	۴۰۶,۸	۴۲۶,۸۷	-۱۰۵
۳۰۸,۱	۳۳۵,۰	۳۰۷,۶	۴۹۱,۳	۵۳۲,۸	۵۸۳,۲	۵۶۴,۵	۵۶۲,۵	۶۷۸,۴	۴۲۲,۴	۳۱۲	۳۱۹,۰۸	باختری
۱۷۸,۱	۲۱۰,۸	۱۷۰,۶	۴۱۰,۵	۵۲۱,۱	۵۶۸,۴	۵۵۰,۵	۵۱۹,۵	۵۷۶,۵	۳۰۶,۶	۱۹۵,۹	۱۸۹,۵۴	-۷۵
۳۶,۱۴	۷۲,۲	۲۲	۳۰۱,۷	۴۴۴,۸	۵۱۴,۸	۴۹۸,۹	۴۴۱,۱	۴۳۵,۴	۱۶۹,۸	۶۶,۵۲	۴۷,۱	-۶۰
			۱۷۲,۳	۳۳۷,۲	۴۲۶,۱	۴۱۳,۳	۳۳۲,۷	۲۶۴,۶	۲۱,۵۵			-۴۵
			۳۱,۲	۲۰۶,۶	۳۰۸,۴	۲۹۹,۶	۲۰۱,۶	۷۵,۷۸				-۳۰
				۶۱,۹۸	۱۶۹,۶	۷۰,۰۳	۵۶,۷۷					-۱۵

جدول ۳: میزان انرژی دریافتی توسط سطوح قائم در مواقع گرم سال بر اساس ساعات

نظری (بر حسب  $\text{BTU}/\text{H}/\text{FT}^2$ )

جهت دیوار	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال						۲۰	۱۹					
۱۵					۵۷	۷۰	۱۷۰	۶۲				
۳۰				۶۹	۲۰۲	۳۰۰	۳۰۸	۲۰۷	۳۱	۷		
۴۵				۱۶۲	۳۳۳	۴۱۳	۴۲۶	۳۳۷	۱۷۲	۱۰۶		
۶۰				۲۴۴	۴۴۱	۴۹۹	۵۱۵	۴۴۵	۳۰۲	۱۹۸		
۷۵				۳۱۰	۵۲۰	۵۵۱	۵۶۸	۵۲۲	۴۱۱	۲۷۶		
خاور				۳۵۴	۵۶۳	۵۶۵	۵۸۳	۵۶۴	۴۹۱	۳۳۵		
۱۰۵				۳۷۵	۵۶۷	۵۴۰	۵۵۸	۵۶۷	۵۳۹	۳۷۲		
۱۲۰				۳۶۹	۵۳۳	۴۷۹	۴۹۵	۵۳۲	۵۴۹	۳۸۳		
۱۳۵				۳۳۹	۸۷۱	۳۸۵	۳۹۹	۴۶۰	۵۲۳	۳۶۸		
۱۵۰				۲۸۵	۳۶۱	۲۶۵	۲۷۵	۳۵۷	۴۶۰	۳۲۸		
۱۶۵				۲۱۲	۲۳۴	۱۲۷	۱۳۲	۲۳۰	۳۶۶	۲۶۶		
جنوب				۱۲۵	۹۲			۸۷	۲۴۸	۱۸۵		
-۱۶۵				۲۱۲	۲۳۴	۱۲۷	۱۳۲	۲۳۰	۳۶۶	۲۶۶		
-۱۵۰				۲۸۵	۳۶۱	۲۶۵	۲۷۵	۳۵۷	۴۶۰	۳۲۸		
-۱۳۵				۳۳۹	۸۷۱	۳۸۵	۳۹۹	۴۶۰	۵۲۳	۳۶۸		
-۱۲۰				۳۶۹	۵۳۳	۴۷۹	۴۹۵	۵۳۲	۵۴۹	۳۸۳		
-۱۰۵				۳۷۵	۵۶۷	۵۴۰	۵۵۸	۵۶۷	۵۳۹	۳۷۲		
باختری				۳۵۴	۵۶۳	۵۶۵	۵۸۳	۵۶۴	۴۹۱	۳۳۵		
-۷۵				۳۱۰	۵۲۰	۵۵۱	۵۶۸	۵۲۲	۴۱۱	۲۷۶		
-۶۰				۲۴۴	۴۴۱	۴۹۹	۵۱۵	۴۴۵	۳۰۲	۱۹۸		
-۴۵				۱۶۲	۳۳۳	۴۱۳	۴۲۶	۳۳۷	۱۷۲	۱۰۶		
-۳۰				۶۹	۲۰۲	۳۰۰	۳۰۸	۲۰۷	۳۱	۷		
-۱۵					۵۷	۷۰	۱۷۰	۶۲				

جدول ۴: انرژی دریافتی از سطوح قائم مواقع سرد سال در شهر شیراز بر اساس ساعات نظری (BTU/H/FT<sup>2</sup>)

جهت دیوار	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال												
۱۵												
۳۰												
۴۵	۳۵	۹۶	۷۴	۷۶						۴۷	۳	۳۶
۶۰	۲۱۷	۱۷۲	۱۱۲	۱۷۲						۱۵۵	۱۸۳	۲۱۸
۷۵	۴۲۹	۳۶۷	۳۲۹	۲۷۲						۲۵۲	۴۹۲	۴۳۰
خاور	۶۵۷	۵۷۷	۵۶۳	۳۲۴						۳۳۳	۶۱۸	۶۵۷
۱۰۵	۸۸۴	۷۸۷	۷۹۶	۳۶۹						۳۹۱	۸۴۳	۸۸۴
۱۲۰	۱۰۹۰	۹۸۳	۱۰۱۳	۳۸۹						۴۲۲	۱۰۵۲	۱۰۹۶
۱۳۵	۱۳۴۸	۱۱۵۱	۱۱۹۹	۳۸۲						۴۲۴	۱۲۳۲	۱۲۷۸
۱۵۰	۱۴۱۸	۱۲۸۰	۱۳۴۳	۳۵۰						۳۹۸	۱۳۷۰	۱۴۱۸
۱۶۵	۱۵۰۰	۱۳۶۱	۱۴۳۳	۲۹۳						۳۴۴	۱۴۵۷	۱۵۰۵
جنوب	۱۵۳۰	۱۴۳۸	۱۴۶۳	۲۱۷						۲۶۷	۱۴۸۷	۱۵۳۵
-۱۶۵	۱۵۰۰	۱۳۶۱	۱۴۳۳	۲۹۳						۳۴۴	۱۴۵۷	۱۵۰۵
-۱۵۰	۱۴۱۸	۱۲۸۰	۱۳۴۳	۳۵۰						۳۹۸	۱۳۷۰	۱۴۱۷
-۱۳۵	۱۳۴۸	۱۱۵۱	۱۱۹۹	۳۸۲						۴۲۴	۱۲۳۲	۱۲۷۸
-۱۲۰	۱۰۹۰	۹۸۳	۱۰۱۳	۳۸۹						۴۲۲	۱۰۵۲	۱۰۹۶
-۱۰۵	۸۸۴	۷۸۷	۷۹۶	۳۶۹						۳۹۱	۸۴۳	۸۸۴
باختر	۶۵۷	۵۷۷	۵۶۳	۳۲۴						۳۳۳	۶۱۸	۶۵۷
-۷۵	۴۲۹	۳۶۷	۳۲۹	۲۷۲						۲۵۲	۴۹۲	۴۳۰
-۶۰	۲۱۷	۱۷۲	۱۱۲	۱۷۲						۱۵۵	۱۸۳	۲۱۸
-۴۵	۳۵	۹۶	۷۴	۷۶						۴۷	۳	۳۶
-۳۰												
-۱۵												

گفتنی است که اندازه‌های درج شده در جداول مذکور بیانگر مقادیر نظری دریافت انرژی در سطوح قائم است. مقادیر واقعی انرژی دریافتی تنها از راه نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری قابل محاسبه است. برای تعیین مقدار نزدیک به واقعیت، تعداد ساعات آفتابی به طول روز هر ماه تقسیم شده و درصد ساعات آفتابی برای هر ماه محاسبه شده



است (جدول ۵). با ضرب این مقدار در مقادیر نظری انرژی دریافتی (لشکری و همکاران، ۱۳۹۱: ۷۸)؛ مقادیر نزدیک به واقع دریافت انرژی سطوح قائم در عرض جغرافیایی شیراز بدست آمده است. نتایج به دست آمده در چارچوب جدول (۶) برای همه سال، جدول (۷) مواقع گرم سال و جدول (۸) مواقع سرد سال ارائه شده است.

جدول ۵: درصد ساعات آفتابی در شهر شیراز

دسام بر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	جولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
۲۲۹,۵	۲۲۱,۴	۲۹۹,۶	۲۹۳,۹	۲۵۹	۳۴۶	۳۴۷	۳۲۰	۲۵۷	۲۵۲,۴	۲۱۵,۷	۲۲۲,۸
۳۱۶	۳۲۰,۷۲	۳۵۷,۹۳	۳۷۴,۰۶	۴۰۳	۴۲۲	۴۱۵	۴۱۱	۳۷۳	۳۵۷	۲۹۹	۳۱۶
۰,۷۳	۰,۶۹	۰,۸۴	۰,۷۹	۰,۶۴	۰,۸۲	۰,۸۴	۰,۷۸	۰,۶۹	۰,۷۱	۰,۷۲	۰,۷۰

جدول ۶: انرژی دریافتی از سطوح قائم بر اساس ساعات آفتابی برای همه سال

(BTU/H/FT<sup>2</sup>)

جهت دیوار	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسام بر
شمال						۱۷	۱۲					
۱۵					۴۴	۵۸	۱۰۹	۴۹				
۳۰				۵۲	۱۵۷	۲۵۰	۱۹۷	۱۶۳	۲۴			
۴۵			۱۵	۱۸۳	۲۶۰	۳۴۵	۲۷۳	۲۶۵	۱۳۵			
۶۰	۳۳	۴۸	۱۲۰	۳۰۰	۳۴۴	۴۱۷	۳۲۹	۳۵۰	۲۲۷	۱۸	۵۰	۲۶
۷۵	۱۳۳	۱۴۳	۲۱۷	۳۹۸	۴۰۵	۴۶۰	۳۶۴	۴۱۱	۳۲۲	۱۴۳	۱۴۵	۱۲۹
خاور	۲۲۴	۲۲۷	۲۹۹	۴۶۸	۴۳۹	۴۷۱	۳۷۳	۴۴۴	۳۸۶	۲۵۸	۲۳۱	۲۲۴
۱۰۵	۳۰۰	۲۹۷	۳۶۰	۵۰۶	۴۴۲	۴۵۱	۳۵۷	۴۴۶	۴۲۳	۳۵۵	۳۰۱	۳۰۳
۱۲۰	۳۵۵	۳۴۶	۳۹۷	۵۱۰	۴۱۶	۴۰۰	۳۱۷	۴۱۸	۴۳۱	۴۲۸	۳۵۱	۳۶۱
۱۳۵	۳۸۷	۳۷۱	۴۰۷	۴۷۹	۶۷۹	۳۲۲	۲۵۵	۳۶۲	۴۱۰	۴۷۱	۳۷۶	۳۹۵
۱۵۰	۳۹۱	۳۷۱	۳۸۹	۴۱۶	۲۸۱	۲۲۱	۱۷۶	۲۸۱	۳۶۱	۴۸۳	۳۷۶	۴۰۲
۱۶۵	۳۶۹	۳۴۶	۳۴۵	۳۲۴	۱۸۳	۱۰۶	۸۵	۱۸۱	۲۸۸	۴۶۲	۳۵۰	۳۸۱
جنوب	۳۲۲	۲۹۷	۲۷۷	۲۱۰	۷۲	۰	۰	۶۸	۱۹۴	۴۰۹	۳۰۱	۳۳۵
-۱۶۵	۳۶۹	۳۴۶	۳۴۵	۳۲۴	۱۸۳	۱۰۶	۸۵	۱۸۱	۲۸۸	۴۶۲	۳۵۰	۳۸۱
-۱۵۰	۳۹۱	۳۷۱	۳۸۹	۴۱۶	۲۸۱	۲۲۱	۱۷۶	۲۸۱	۳۶۱	۴۸۳	۳۷۶	۴۰۲
-۱۳۵	۳۸۷	۳۷۱	۴۰۷	۴۷۹	۶۷۹	۳۲۲	۲۵۵	۳۶۲	۴۱۰	۴۷۱	۳۷۶	۳۹۵
-۱۲۰	۳۵۵	۳۴۶	۳۹۷	۵۱۰	۴۱۶	۴۰۰	۳۱۷	۴۱۸	۴۳۱	۴۲۸	۳۵۱	۳۶۱
-۱۰۵	۳۰۰	۲۹۷	۳۶۰	۵۰۶	۴۴۲	۴۵۱	۳۵۷	۴۴۶	۴۲۳	۳۵۵	۳۰۱	۳۰۳
باختر	۲۲۴	۲۲۷	۲۹۹	۴۶۸	۴۳۹	۴۷۱	۳۷۳	۴۴۴	۳۸۶	۲۵۸	۲۳۱	۲۲۴



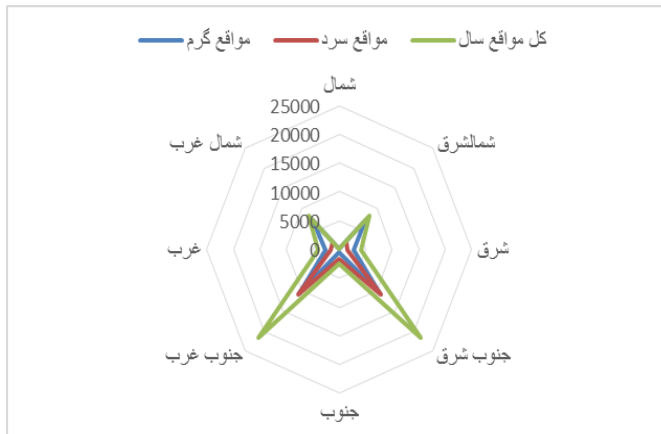
جدول ۸. انرژی دریافتی از سطوح قائم بر اساس ساعات آفتابی برای دوره گرم سال  
(BTU/H/FT<sup>2</sup>)

جهت دیوار	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شمال						۱۷	۱۲					
۱۵					۴۴	۵۸	۱۰۹	۴۹				
۳۰				۴۸	۱۵۷	۲۵۰	۱۹۷	۱۶۳	۲۴	۶		
۴۵				۱۱ ۴	۲۶۰	۳۴۵	۲۷۳	۲۶۵	۱۳۵	۸۸		
۶۰				۱۷ ۱	۳۴۴	۴۱۷	۳۲۹	۳۵۰	۲۳۷	۱۶۴		
۷۵				۲۱ ۷	۴۰۵	۴۶۰	۳۶۴	۴۱۱	۳۲۲	۲۲۹		
خاور				۲۴ ۸	۴۳۹	۴۷۱	۳۷۳	۴۴۴	۳۸۶	۲۷۸		
۱۰۵				۲۶ ۲	۴۴۲	۴۵۱	۳۵۷	۴۴۶	۴۲۳	۳۰۹		
۱۲۰				۲۵ ۸	۴۱۶	۴۰۰	۳۱۷	۴۱۸	۴۳۱	۳۱۸		
۱۳۵				۲۳ ۷	۶۷۹	۳۲۲	۲۵۵	۳۶۲	۴۱۰	۳۰۶		
۱۵۰				۲۰ ۰	۲۸۱	۲۲۱	۱۷۶	۲۸۱	۳۶۱	۲۷۲		
۱۶۵				۱۴ ۹	۱۸۳	۱۰۶	۸۵	۱۸۱	۲۸۸	۲۲۱		
جنوب				۸۷	۷۲			۶۸	۱۹۴	۱۵۴		
-۱۶۵				۱۴ ۹	۱۸۳	۱۰۶	۸۵	۱۸۱	۲۸۸	۲۲۱		
-۱۵۰				۲۰ ۰	۲۸۱	۲۲۱	۱۷۶	۲۸۱	۳۶۱	۲۷۲		
-۱۳۵				۲۳ ۷	۶۷۹	۳۲۲	۲۵۵	۳۶۲	۴۱۰	۳۰۶		
-۱۲۰				۲۵ ۸	۴۱۶	۴۰۰	۳۱۷	۴۱۸	۴۳۱	۳۱۸		
-۱۰۵				۲۶ ۲	۴۴۲	۴۵۱	۳۵۷	۴۴۶	۴۲۳	۳۰۹		
باختر				۲۴ ۸	۴۳۹	۴۷۱	۳۷۳	۴۴۴	۳۸۶	۲۷۸		
-۷۵				۲۱ ۷	۴۰۵	۴۶۰	۳۶۴	۴۱۱	۳۲۲	۲۲۹		



		۱۶۴	۲۳۷	۳۵۰	۳۲۹	۴۱۷	۳۴۴	۱۷ ۱					-۶۰
		۸۸	۱۳۵	۲۶۵	۲۷۳	۳۴۵	۲۶۰	۱۱ ۴					-۴۵
		۶	۲۴	۱۶۳	۱۹۷	۲۵۰	۱۵۷	۴۸					-۳۰
				۴۹	۱۰۹	۵۸	۴۴						-۱۵

جداولی که مقادیر نظری انرژی دریافتی از سطوح قائم را نشان می‌دهند، بیانگر این نکته است که جهت‌های جنوب خاوری و جنوب باختری، بیش‌ترین دریافت انرژی را به ویژه در مواقع سرد سال داشته‌اند. مواقع گرم به ویژه ماه جولای به دلیل عمودی‌تر بودن زاویه تابش انرژی بسیار کمی در سطوح عمودی به ویژه در جهت جنوب دریافت شده است، چنانچه در ماه‌های ژوئن و جولای مقدار تابش بر سطوح عمود در جهت جنوبی به صفر رسیده است، ولی مقدار دریافت در سطوح خاوری تا جنوب خاوری و باختری تا جنوب باختری به نسبت بیش‌تر بوده است. بیشینه دریافت انرژی توسط سطوح قائم در همه مواقع سال در جهت‌های جنوب خاوری و جنوب باختری مشاهده شده است. به ویژه در دیوارهایی که زاویه استقرار آن‌ها از ۱۳۵ درجه تا ۱۳۵- درجه است. مقادیر محاسبه شده بر اساس ساعات آفتابی برای همه سال، دوره گرم و دوره سرد سال نیز بیانگر تکرار همین روند در میزان انرژی‌های دریافتی توسط سطوح قائم در شهر شیراز است.



شکل ۳: انرژی دریافتی از سطوح قائم شهر شیراز در ۸ جهت جغرافیایی بر اساس ساعات آفتابی ( $BTU/H/FT^2$ )

همچنان که از نمودار بالا بر می‌آید چه در همه مواقع سال و چه در مواقع گرم و سرد، بیشینه دریافت انرژی در جهت‌های جنوب خاوری و جنوب باختری بوده است. جهت‌های شمال خاوری و شمال باختری پس از آن دارای بیش‌ترین تابش دریافتی در سطوح قائم بوده‌اند. برای شناخت بهترین جهت استقرار همچنین می‌توان از محاسبه میزان تفاوت انرژی مواقع گرم و سرد استفاده کرد؛ برآیند این تفریق هر چه عدد بزرگتری باشد نشان دهنده جهت مناسب‌تر ساختمان است (حسین‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱۰). نتایج در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول ۱۰: تفاوت انرژی دریافتی از سطوح عمودی در مواقع گرم و سرد ( $BTU/H/FT^2$ )

تفاوت	مواقع سرد	مواقع گرم	زاویه	تفاوت	مواقع سرد	مواقع گرم	زاویه
۷۳۵,۶۷	۱۷۵۰,۰۵	۵۷۵,۶۱	جنوب	-۲۹,۱۱		۲۹,۱۱	شمال
۸۹۴,۷۸	۲۱۰۵,۷۸	۱۲۱۱	-۱۶۵	-۲۶۰,۱۲		۲۶۰,۱۲	+۱۵
۵۲۵,۰۹	۲۳۱۸,۰۵	۱۷۹۲,۹۶	-۱۵۰	-۸۳۵,۲۸	۱۱,۱۱	۸۴۶,۳۹	+۳۰
-۱۹۸,۶۸	۲۳۷۲,۳۳	۲۵۷۱,۰۱	-۱۳۵	-۱۳۳۶,۱۴	۱۴۳,۷۳	۱۴۷۹,۸۷	+۴۵
-۲۹۴,۰۷	۲۲۶۴,۹۲	۲۵۵۸,۹۹	-۱۲۰	-۱۴۹۷,۵۹	۵۱۴,۸۹	۲۰۱۲,۴۸	+۶۰
-۶۸۷,۶۸	۲۰۰۳,۱۸	۲۶۹۰,۸۶	-۱۰۵	-۱۳۱۰,۶۸	۱۰۹۷,۲۹	۲۴۰۷,۹۷	+۷۵
-۱۰۳۴,۴۳	۱۶۰۴,۹۳	۲۶۳۹,۳۶	باختر	-۱۰۳۴,۴۳	۱۶۰۴,۹۳	۲۶۳۹,۳۶	خاور
-۱۳۱۰,۶۸	۱۰۹۷,۲۹	۲۴۰۷,۹۷	-۷۵	-۶۸۷,۶۸	۲۰۰۳,۱۸	۲۶۹۰,۸۶	+۱۰۵
-۱۴۹۷,۵۹	۵۱۴,۸۹	۲۰۱۲,۴۸	-۶۰	-۲۹۴,۰۷	۲۲۶۴,۹۲	۲۵۵۸,۹۹	+۱۲۰
-۱۳۳۶,۱۴	۱۴۳,۷۳	۱۴۷۹,۸۷	-۴۵	-۱۹۸,۶۸	۲۳۷۲,۳۳	۲۵۷۱,۰۱	+۱۳۵
-۸۳۵,۲۸	۱۱,۱۱	۸۴۶,۳۹	-۳۰	۵۲۵,۰۹	۲۳۱۸,۰۵	۱۷۹۲,۹۶	+۱۵۰
-۲۶۰,۱۲		۲۶۰,۱۲	-۱۵	۸۹۴,۷۸	۲۱۰۵,۷۸	۱۲۱۱	+۱۶۵

استفاده از این روش نیز نشان می‌دهد که جهت‌های بهینه استقرار برای بهره‌مندی از انرژی خورشیدی در مواقع سرد سال جهت‌های  $+150$ ،  $+165$  و  $-150$ ،  $-165$  درجه بوده‌اند. جهت جنوب در این میان کم‌ترین دریافت انرژی در فصول گرم را دارد.

### جهت‌یابی بهینه برای ساختمان‌های یک‌طرفه

منظور از ساختمان‌های یک‌طرفه، ساختمان‌هایی است که یک نمای اصلی دارند. میزان دریافت انرژی از ساختمان‌های یک‌طرفه در جدول (۱۱) آورده شده است.

جدول ۱۱. میزان انرژی دریافتی از سطوح عمودی ساختمان‌های یک‌طرفه شهر شیراز  
( $BTU/H/FT^2$ )

مواقع سرد	مواقع گرم	همه مواقع سال	زاویه استقرار ساختمان	جهت دریافت انرژی	مواقع سرد	مواقع گرم	همه مواقع سال	زاویه استقرار ساختمان	جهت دریافت انرژی
۲۶۳۹,۳۶	۱۶۰۴,۹۳	۴۰۴۳,۸۸	E	خاور	۱۷۵۰,۰۵	۵۷۵,۶۱	۲۴۸۵,۷۲	S	جنوب
۲۱۰۵,۷۸	۱۲۱۱	۳۴۱۹,۵۳	۱۵W	-۱۶۵	۲۱۰۵,۷۸	۱۲۱۱	۳۴۱۹,۵۳	۱۵E	+۱۶۵
۱۷۹۲,۹۶	۲۳۱۸,۰۵	۴۱۴۹,۴۲	۳۰W	-۱۵۰	۱۷۹۲,۹۶	۲۳۱۸,۰۵	۴۱۴۹,۴۲	۳۰E	+۱۵۰
۲۳۷۲,۳۳	۲۵۷۱,۰۱	۴۹۱۴,۸۲	۴۵W	جنوب باختری	۲۳۷۲,۳۳	۲۵۷۱,۰۱	۴۹۱۴,۸۲	۴۵E	جنوب خاوری
۲۵۵۸,۹۹	۲۲۶۴,۹۲	۴۷۳۰,۳۸	۶۰W	-۱۲۰	۲۵۵۸,۹۹	۲۲۶۴,۹۲	۴۷۳۰,۳۸	۶۰E	+۱۲۰
۲۶۹۰,۸۶	۲۰۰۳,۱۸	۴۵۴۱,۹	۷۵W	-۱۰۵	۲۶۹۰,۸۶	۲۰۰۳,۱۸	۴۵۴۱,۹	۷۵E	+۱۰۵

نتایج برای ۱۲ جهت محاسبه شده و بررسی آن‌ها بیانگر آن است که در کل سال جهت‌های جنوب خاوری و جنوب باختری بیش‌ترین دریافت انرژی را داشته‌اند. پس از آن جهت‌های شمال خاوری و شمال باختری انرژی بیش‌تری دریافت داشته‌اند، اما این جهت‌ها در فصول گرم سال نیز دارای بیشینه دریافت انرژی بوده و با توجه به آن که جهت بهینه استقرار ساختمان جهتی است که بتواند آسایش را در فصول سرد و گرم



توامان فراهم آورد برای استقرار بنا جهت‌های مطلوبی شمرده نمی‌شوند. بنابراین جهت جنوب گرچه در فصول سرد انرژی کمی را دریافت داشته است، اما در فصول گرم نیز مانع از جذب تابش دوچندان بر سطوح قائم بوده است. بنابراین می‌توان گفت در مورد جهت استقرار بنای یک طرفه پس از جهت جنوب به عنوان مطلوب‌ترین گزینه، جهت‌های ۱۶۵ و ۱۶۵- درجه شرایط بهتری نسبت به دیگر جهت‌ها دارند.

### جهت‌یابی بهینه برای ساختمان‌های دوطرفه

در ساختمان‌هایی که دارای دو نمای اصلی هستند مقدار انرژی دریافتی از سطوح عمودی هر دو نما باید در نظر گرفته شود. بر همین اساس جدول (۱۲) برای ساختمان‌های دو طرفه تنظیم شده است.

جدول ۱۲: انرژی دریافتی در سطوح عمودی ساختمان‌های دو طرفه شهر شیراز

(BTU/H/FT<sup>2</sup>)

موقع سرد	موقع گرم	همه مواقع سال	جهت استقرار ساختمان	جهت دریافت انرژی	موقع سرد	موقع گرم	همه مواقع سال	زاویه استقرار ساختمان	جهت دریافت انرژی
۳۲۰۹	۵۲۷۸	۸۰۸۷	E	خاور و باختر	۱۷۵۰	۶۰۴	۲۵۱۴	S	شمال و جنوب
۳۱۰۰	۵۰۹۸	۷۸۱۲	۷۵E	+۷۵ و +۱۰۵	۲۱۰۵	۱۴۷۱	۳۶۷۹	۱۵W	+۱۵ و -۱۶۵
۲۷۷۹	۴۵۷۱	۷۰۰۴	۶۰E	-۶۰ و +۱۲۰	۲۳۲۹	۲۶۳۹	۴۹۹۳	۳۰W	+۳۰ و -۱۵۰
۴۷۴۴	۵۱۴۲	۹۸۲۹	۴۵E	جنوب خاوری و شمال باختری	۴۷۴۴	۵۱۴۲	۹۸۲۹	۴۵W	شمال خاوری و جنوب باختری
۲۳۲۹	۲۶۳۹	۴۹۹۳	۳۰E	+۳۰ و +۱۵۰	۲۷۷۹	۴۵۷۱	۷۰۰۴	۶۰W	+۶۰ و -۱۲۰
۲۱۰۵	۱۴۷۱	۳۶۷۹	۱۵E	+۱۵ و +۱۶۵	۳۱۰۰	۵۰۹۸	۷۸۱۲	۷۵W	+۷۵ و -۱۰۵

همچنان که ملاحظه می‌شود، بیش‌ترین دریافت انرژی در مواقع سرد سال مربوط به ساختمان‌های با جهت استقرار ۴۵ درجه خاوری و باختری و با جهت‌های دریافت انرژی

شمال خاوری و جنوب باختری و جنوب خاوری و شمال باختری است. اما همچنین میزان انرژی دریافتی از این بنا در مواقع گرم سال نیز به بیشینه خود رسیده است. بنا با زاویه استقرار ۱۵ درجه خاوری و باختری و با دریافت انرژی در دو جهت ۱۵+ و ۱۶۵- درجه و همچنین ۱۵- و ۱۶۵+ درجه در فصول سرد سال دارای میزان انرژی دریافتی بیش از مواقع گرم سال است که این جهت را برای استقرار بنا مناسب نشان می‌دهد، با این وجود ساختمان با استقرار جهت جنوب و دریافت انرژی شمال و جنوب اگرچه در مواقع سرد سال انرژی کمتری را نسبت به این جهت و دیگر جهت‌ها داشته است ولی در مواقع گرم سال کمترین دریافت انرژی را داشته است که با توجه به آن که نیاز به تعدیل دریافت انرژی در مواقع گرم سال از نیازهای زیست اقلیمی منطقه می‌باشد، این جهت از مطلوبیت بیشتری برخوردار است.

### تعیین حداقل فاصله بین ساختمان‌ها

از مسائل مهم در ارتباط با دریافت انرژی توسط سطوح ساختمان، قرارگیری بناها در میان بافت است. شیوه قرارگیری آن‌ها باید به گونه‌ای باشد که کمترین سایه را در در مواقع سرد سال بر جدار واحدهای همسایه داشته باشند. با در نظر گرفتن ارتفاع خورشید در ظهر روز اول ماه ژانویه، و همچنین لحاظ کردن ارتفاع ساختمان‌های دو طبقه که بیشترین فراوانی را در میان بناهای منطقه داشته‌اند، فاصله ۷/۹۷ متر محاسبه شد. باید یادآور شد که رعایت چنین فاصله‌ای به دلیل استقرار پیشین ساختمان‌ها و همچنین ضوابط و مقررات شهرسازی به ویژه در بافت‌های متراکم چندان امکان‌پذیر نمی‌نماید.

### نتیجه‌گیری

شهر شیراز به عنوان پنجمین کلان‌شهر بزرگ ایران در طی سال‌های اخیر با رشد روز افزون جمعیت به همراه مهاجرت فزاینده، با توسعه شتابان شهرسازی مواجه بوده است؛



بدین جهت به ویژه در شهرک‌های نوساز و مناطقی که در معرض ساخت و ساز می‌باشند، توجه به طراحی بنا در راستایی که ملاحظات آب و هوایی در آن دیده شود بسیار پر اهمیت می‌باشد. از سویی با توجه به اینکه تغییرات آب و هوایی در حال حاضر و در آینده محتمل می‌نماید سازگاری هر چه بیش‌تر در طراحی ساختمان با ویژگی‌هایی آب و هوایی مهم‌تر و به عنوان یک الزام قطعی به نظر می‌رسد. بررسی وضعیت زیست اقلیمی ساختمانی منطقه مورد مطالعه توسط شاخص دمای مؤثر نشان داد که در مجموع در ۳۷/۵ درصد از مواقع در طول سال نیاز به گرمایش چه به صورت مکانیکی و چه به صورت جهت‌گیری بهینه در برابر عامل تابش وجود دارد. با توجه به موقعیت مکانی شهر شیراز با اعمال جهت‌گیری‌های مناسب در استقرار بنا می‌توان این میزان از نیاز به گرمایش را کاهش داد که خود موجب بهینه‌سازی هر چه بیشتر در مصرف انرژی خواهد بود. این مهم همچنین با توجه به نیاز به ایجاد کوران و سرمایه‌گذاری در مواقع گرم سال نیز قابل ملاحظه است. بنابراین با توجه به آن‌که در حدود ۴۰ درصد مواقع در این منطقه در فضاهای بسته با رعایت الزامات در جلوگیری از هدر رفت انرژی شرایط آسایش زیست اقلیمی درخور دستیابی است. همچنین نظر به اینکه منطقه تا ۱۲/۵ درصد از مواقع به صورت طبیعی دارای شرایط آسایشی است، رعایت جهت‌گیری صحیح بناها در برابر عامل تابش می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی چه در جهت گرمایش و چه در جهت سرمایه‌گذاری بنا شود. به همین جهت با بررسی جهت‌های بهینه استقرار بنا، جهت‌های  $+165$  و  $-165$  درجه و همچنین جهت جنوب از این نظر مناسب برای استقرار بنا تشخیص داده شد. از این میان و با در نظر گرفتن نمای یک طرفه و دو طرفه بناها، جهت جنوب به دلیل دریافت کم‌تر انرژی در مواقع گرم سال (تا آن‌جا که این جهت در ماه‌های ژوئن و جولای سراسر بدون دریافت تابش بوده است) و همچنین مقدار مناسب دریافت انرژی در فصل سرد سال جهت مطلوب تشخیص داده شد. در پژوهش‌های دیگر پژوهشگران در ایران هم بهترین جهت استقرار ساختمان به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی، محدوده جنوب تا جنوب غربی محاسبه شده است؛ از

جمله مدیری و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی، بهترین جهت استقرار ساختمان به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی در شهر گرگان، محدوده جنوب تا جنوب غربی محاسبه کرده‌اند. همچنین نتایج پژوهش هدایتیان و گودرزی (۱۳۹۵) نشان داد که بهترین جهت‌های استقرار ساختمان در شهر بروجرد به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی، جهت‌های جنوبی شمالی و پس از آن جهت ۱۵ درجه غربی است و بهترین جهت استقرار معابر نیز به منظور جلوگیری از ماندگاری یخ و برف در سطح خیابان‌ها، راستای جنوب غربی شمال شرقی و پس از آن جهت ۶۰ درجه غربی است.

### فهرست مراجع

۱. احمدی، محمود، عاشورلو، داوود، نارنگی فرد، مهدی (۱۳۹۱)، تغییرات زمانی - مکانی الگوهای حرارتی و کاربری شهر شیراز با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ & TM، سنجش از دور و GIS ایران، سال چهارم، شماره ۴، صص ۵۵-۶۸.
۲. افشاری، هدی، تقوایی، علی اکبر (۱۳۹۲)، طراحی مجموعه مسکونی همساز با اقلیم خرمشهر، فضای جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۵، صص ۷۱-۱۰۲.
۳. پروانه، بهروز، شاهرخوندی، منصور و نجم الدین نظری (۱۳۹۰)، تعیین وضعیت آسایش اقلیمی در مقیاس دهه ای بر اساس شاخص های زیست اقلیمی (مطالعه موردی، شهر الیگودرز)، آمایش محیط، سال چهارم، شماره ۱۴، صص ۱۱۷-۱۴۲.
۴. حبیبی خامنه، مارال و حسام محمدی (۱۳۹۳)، مطالعه معماری ساختمان‌های شهر تهران بر اساس عناصر اقلیمی (مطالعه موردی: منطقه ۵ شهرداری)، جغرافیایی سرزمین، سالی یازدهم، شماره ۴۱، صص ۵۱-۶۴.
۵. حسین آبادی، سعید، لشکری، حسن و محمد سلمانی مقدم (۱۳۹۰)، طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی شهر سبزوار با تأکید بر جهت‌گیری ساختمان و عمق سایبان، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۷، صص ۱۰۳-۱۱۶.



۶. حیدری، محمدجواد، پورمحمدی، محمدرضا، جمالی، فیروز، لطفی، فاطمه (۱۳۹۱)، ارزیابی زیست اقلیم انسانی شهر زنجان و نقش آن در طراحی مسکن، نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال چهارم، شماره ۲، صص ۸۳-۱۰۱.
۷. دانلد، واتسون (۱۳۷۲)، طراحی اقلیمی، اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان، ترجمه، وحید قبادیان و محمدفیض مهدوی، انتشارات دانشگاه تهران.
۸. رازجویان، محمود (۱۳۸۸)، آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۹. سجادیان، مهیار و ناهید سجادیان (۱۳۸۸)، پایش و مدیریت انرژی مصرفی توسط سنجش از دور حرارتی باتلفیق GIS در ممیزی انرژی و تعیین الگوی مصرف، همایش سراسری سامانه اطلاعات مکانی، تهران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر
۱۰. سعیدی، علی، طولابی‌نژاد، میثم (۱۳۹۳)، آسایش حرارتی و معماری همساز با اقلیم شهرستان خرم‌آباد، جغرافیا، سال دوازدهم، شماره ۴۰، صص ۲۲۹-۲۴۹.
۱۱. شقاقی، شهریار و مفیدی، مجید (۱۳۸۷)، رابطه توسعه پایدار و طراحی اقلیمی بناهای منطقه سرد و خشک (مورد مطالعاتی تبریز)، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره دهم، شماره سه، صص ۱۰۵-۱۲۰.
۱۲. شیخ‌بیگلو، رعنا، محمدی، جمال (۱۳۸۹)، تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری مطالعه موردی شهر اصفهان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره پیاپی ۳۹، شماره ۳، صص ۶۱-۸۲.
۱۳. صفایی‌پور، مسعود و هما طاهری (۱۳۸۹)، بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری شهری، مطالعه موردی شهر لالی، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره ۲، صص ۱۰۳-۱۱۶.
۱۴. طاهباز، منصوره (۱۳۸۸)، روش تحلیل آمار هواشناسی برای طراحی معماری همساز با اقلیم، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، شماره ۳۸، صص ۶۱-۷۲.
۱۵. عیوضی، زهرا (۱۳۸۵)، مطالعه و بررسی طراحی اقلیمی در ساختمان‌های مسکونی/تجاری منطقه ۲۲ شهرداری تهران و تأثیر آن در صرفه‌جویی انرژی و بهسازی محیط زیست، سومین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، تران.
۱۶. کامیابی، سعید، پهلوانی، عاطفه و ملیحه دوست محمد (۱۳۹۳)، شناسایی شرایط حرارتی در مناطق گرم و خشک و تأثیر آن بر معماری شهر گرمسار، فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال هفتم، شماره ۱، صص ۲۰۱-۲۱۶.



۱۷. کسمایی، مرتضی (۱۳۶۳)، اقلیم و معماری، شرکت خانه‌سازی ایران (گروه معماری) بخش تحقیق و بررسی و برنامه‌ریزی در امور بناهای درمانی، چاپ اول، تهران.
۱۸. کسمایی، مرتضی (۱۳۷۸)، اقلیم و معماری، انتشارات بازتاب با همکاری شرکت خانه‌سازی ایران، تهران.
۱۹. لشکری، حسن و زهرا پور خادم نمین (۱۳۸۴)، بهینه‌سازی جهت‌گیری فضاهای آزاد در شهر اردبیل بر اساس شرایط اقلیمی، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۹، صص ۱۹-۳۶.
۲۰. لشکری، حسن و زینب محمدی (۱۳۹۴)، تحلیل رابطه جهت و زاویه تابش خورشید و جهت‌گیری دیوار در انتقال انرژی گرمایی به داخل ساختمان در شهرهای گرمسیری (مطالعه موردی شهر لار)، فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال هفتم، شماره ۲، صص ۱-۲۰.
۲۱. لشکری، حسن، سلکی، هیوا و فاطمه طاهایی (۱۳۹۱)، بهینه‌سازی جهت‌گیری فضاهای ساختمانی در شهر سقز بر اساس شرایط اقلیمی، دو فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال دهم، شماره ۱۸، صص ۲۷-۴۱.
۲۲. لشکری، حسن، موزمی، سارا، سلکی، هیوا و کوروش لطفی (۱۳۹۰)، بهینه‌سازی جهت‌گیری بناهای ساختمانی در شهر اهواز بر اساس شرایط اقلیمی، جغرافیای طبیعی، سال چهارم، شماره ۱۲، صص ۴۵-۶۱.
۲۳. مبینی دهکردی، علی، حوری جعفری، حامد و حمیدی‌نژاد، عطیه (۱۳۸۸)، بررسی وضعیت شاخص‌های مدیریت انرژی در ایران و جهان، راهبرد، سال هجدهم، شماره ۵۱، صص ۲۷۱-۲۹۱.
۲۴. مدیری، مهدی، ذهاب ناظوری، سمیه، علی‌بخشی، زهرا، افشارمنش، حمیده و محمد عباسی (۱۳۹۱)، بررسی جهت مناسب استقرار ساختمان‌ها بر اساس تابش آفتاب و جهت باد (مطالعه موردی، شهر گرگان)، جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، سال دوم، شماره ۲، صص ۱۴۱-۱۵۶.
۲۵. نمازیان، علی (۱۳۸۹)، اصول استفاده از تابش خورشید در طراحی معماری (تنظیم شرایط محیطی)، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۲۶. هدایتیان، مهرداد و مرجان گودرزی (۱۳۹۵)، بهینه‌سازی جهت‌گیری فضاهای آزاد و بناهای ساختمانی اقلیم سرد با تأکید بر تابش آفتاب شهر بروجرد، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۲۴، صص ۵۹-۸۲.
۲۷. Barbhuiya, S., Barbhuiya, S., & Nikraz, H. (۲۰۱۳). Adaptation to the future climate: a low carbon building design challenge. *Procedia Engineering*, ۵۱, ۱۹۴-۱۹۹.

۲۸. Clarke, L., Edmonds, J., Krey, V., Richels, R., Rose, S., & Tavoni, M. (۲۰۰۹). International climate policy architectures: Overview of the EMF ۲۲ International Scenarios. *Energy Economics*, ۳۱, S۶۴-S۸۱.
۲۹. Mallick, F. H. (۱۹۹۶). Thermal comfort and building design in the tropical climates. *Energy and buildings*, ۲۳(۳), ۱۶۱-۱۶۷.
۳۰. Ralegaonkar, R. V., & Gupta, R. (۲۰۱۰). Review of intelligent building construction: A passive solar architecture approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ۱۴(۸), ۲۲۳۸-۲۲۴۲.

## **Optimize the orientation of buildings against radiation (Case Study: Shiraz)**

### **Abstract**

The energy consumption is sharply rising at urban building especially in developing countries due to the public growth, increasing of urbanization and improved lifestyle. Considering the climate condition in architecture of buildings can contribute to reduce energy consumption and the consequence could be to reduce the pollution without reducing the quality of life. The aim of this investigation is of optimal orientation of building as an effective way to optimize the fuel consumption in the Shiraz city. In this regard, first by using meteorological data for daily average of minimum and maximum temperature and minimum and maximum relative humidity in the period of ۵۵ years (۱۹۵۹-۲۰۱۳), and by using an Effective Temperature Index and drawing two hours isothermal curve the needs bioclimatic building assessment of was conducted in

Shiraz. Then by using the way of cosine computing, the energy intake level from vertical during the months of the year was estimated. Based on the results of our research checking the bioclimatic conditions, ۳۷% of the area need for heating and ۹% felt need for cooling considering the fact that the main need in Shiraz is to be heated, the optimal directions for building south, southeast and southwest to was estimated. Among these directions, the south direction was found optimal due to its maximum absorption of energy in cold times and lower absorption energy in warm times of the year. Also the optimal distance of buildings was calculated in order to prevent the shadow which shows that under current satiation, it impossible to have distance but it could useful for new buildings.

**Key word:** climatic design, building, building orientation, radiation, Shiraz city