Archive of SID

مطالعات ساختار و کارکرد شهری، سال ششم، شماره‌ی نوزدهم، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۹۳-۷۳

طراحی اقلیمی و جهت‌یابی بهینه مساکن
مطالعه موردی: شهر قائم‌شهر

مبینا قلی‌نژاد[۱]
دکتر طاهر صفرراد[۲]
دکتر سعید زنگنه شهرکی[۳]
دکترهمت اله رورده[۴]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۷/۰۷/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۵

چکیده

در سال‌های اخیر مصرف زیاد سوخت‌های فسیلی و پیامدهای ناشی از آن شهرها را با مشکلات عدیده‌ای مواجه کرده است. یکی از راهکارهایی که در این زمینه ارائه شده است، طراحی اقلیمی ساختمان‌ها است. اگر ساختمان‌ها مطابق با عوامل اقلیمی احداث شوند نیاز به مصرف سوخت‌های فسیلی به حداقل خواهد رسید. بنابراین ساختمان‌ها باید به‌گونه‌ای باشند که در دوره سرد بیشترین و در دوره گرم حداقل انرژی را دریافت دارند. تحقیق پیش‌رو، به‌منظور تعیین مناسب‌ترین جهت برای احداث ساختمان از اطلاعات اقلیمی ایستگاه سینوپتیک شهرستان قائم‌شهر در دوره آماری (۱۳۸۴-۱۳۶۳) بهره می‌گیرد. از طریق روش محاسباتی قانون کسینوس میزان انرژی تابشی بر سطوح قائم در جهات مختلف ساختمان برای ۵ نمونه موردی محاسبه گردید. شهرک نساجی (۳/۴۸ درجه انحراف به‌صورت شمال شرق-جنوب غرب) به دلیل دریافت حداقل انرژی در فصل گرم و حداکثر انرژی در فصل سرد به‌عنوان مناسب‌ترین جهت قراگیری مشخص شد. سایر موارد به ترتیب، بافت قدیم کوچکسرا، شهرک نیکان، شهرک فرهنگ شهر و بخش دوم شهرک نساجی (۳۹/۱۷ درجه انحراف به‌صورت شمال غرب-جنوب شرق) تشخص داده شدند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بهترین جهت به‌منظور احداث بنا در شهر قائم‌شهر با توجه به میزان تابش دریافتی، ۵ درجه انحراف از سمت جنوب به سمت شرق یا غرب است.

واژگان کلیدی: انرژی خورشید، جهت ساختمان، روش کسینوس، شهر قائم‌شهر

---

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران
[۲] استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه مازندران t.safarrad@umz.ac.ir
[۳] استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران
[۴] دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه مازندران

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

مسکن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دستاوردها و اساسی‌ترین نیازهای بشر مطرح است که از وی در برابر شرایط سخت آب‌وهوایی محافظت می‌کند. تأثیر عوامل اقلیمی در ایجاد فضاهای سکونتی ازجمله مباحثی است که از همان ابتدا موردتوجه بشر بوده و انسان‌ها همواره به دنبال ایجاد فضاهای سکونتی مطلوب و منطبق با شرایط اقلیمی بوده‌اند. در کشور ما مسائل مربوط به اقلیم و چگونگی انطباق ساختمان‌ها با شرایط آب‌وهوایی گوناگون از قدمت و سابقه بسیاری برخوردار است، به‌گونه‌ای که نمونه‌های موجود در سراسر کشور گواهی براین مدعاست. با بروز انقلاب صنعتی و پس از جنگ جهانی، مونتاژ سازی، یکسان‌سازی و تیپ‌سازی در شهرهای مختلف جهان سبب شده طراحی‌ها بدون توجه به اقلیم و فرهنگ صورت بگیرد (افشاری،۱۳۹۱: ۱۱). همین مسئله سبب افزایش مصرف انرژی، آلودگی محیط‌زیست و هم‌چنین افزایش هزینه خانوارها شده است. بخش اعظم مصرف انرژی در ساختمان‌ها، در مناطق شهری کشورهای درحال توسعه صورت می‌گیرد که اغلب به دلیل مدرن‌سازی ساخت‌وسازها در بخش ساختمانی، توجه به شرایط آب و هوایی و مصالح بومی مورد غفلت واقع می‌گردد (Bodach et al, 2014: 227) بی‌توجهی به شرایط محیطی و آب‌وهوایی توسط معماران سبب انتشار فزاینده کربن و هم‌چنین شکل‌گیری جزیره گرمایی و تبعات آن شده است (Min & Zhang, 2016: 108). البته رعایت اصول معماری اقلیمی می‌تواند در کاهش تبعات و پیامدهای آن مؤثر واقع گردد. در ساختمان‌های قدیمی فرم ساختمان و جهت‌گیری بنا، نوع مصالح و موقعیت قرارگیری پنجره‌ها به‌گونه‌ای طراحی‌شده که بیشترین هماهنگی با طبیعت را دارد. این اصل یعنی، تبعیت از شرایط طبیعی در ساخت بنا به‌منظور دستیابی به آسایش، معماری اقلیمی نامیده می‌شود. طراحی متناسب با اقلیم، بهترین و مؤثرترین راه به منظور حداکثر استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌باشد. این امر در عین حال که تأثیرات نامطلوب ساخت‌وساز ناسازگار با محیط را کاهش می‌دهد، سبب ایجاد هماهنگی با محیط پیرامون نیز خواهد شد (Motealleh et al, 2018: 215). طراحی اقلیمی، رویکردی از طراحی است که تلاش می‌کند با استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر موجود در طبیعت تا حد امکان شرایط محیطی مناسبی در فضاهای زیستی مورداستفاده انسان ایجاد نماید (کسمایی،۱۳۸۸: ۱۳۱).

امروزه اهمیت تأثیر اقلیم بر معماری بر کسی پوشیده نیست و همین امر انجام تحقیقات گسترده‌ای را در این زمینه ضروری نموده، به‌ویژه برای کشوری مانند ایران که از تنوع شرایط اقلیمی برخوردار بوده و انجام تحقیقات در این زمینه را اجتناب‌ناپذیر نموده است. طراحی سازه‌های متناسب با شرایط محیطی و آب و هوایی، خود به عنوان یک چالش مطرح می‌گردد، زیرا این امر نیاز به درک صحیح از فیزیک ساختمان و هم‌چنین نحوه طراحی و ساخت و استفاده از بنا دارد (Manu et al, 2019: 136). علاوه برآن، شناخت ویژگی‌های طبیعی و هم‌چنین نقش آب‌وهوا در کالبد شهر و زندگی روزمره ساکنان شهر نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آب‌وهوا یکی از عوامل

www.SID.ir

Archive of SID

مهم و تأثیرگذار در زندگی انسان است و عبارت است از هوای غالب یک منطقه در درازمدت (علیجانی و کاویانی،۱۳۷۱: ۳). تأثیر اقلیم بر ساختمان با اشکال گوناگونی نمود می‌یابد. تأثیر بر جهت‌گیری بنا، محل قرارگیری پنجره‌ها، نوع بام ساختمان و نوع مصالح بکار برده شده، ازجمله اثرات اقلیم بر معماری است. انتخاب جهت بهینه به‌منظور استقرار ساختمان به عواملی مانند وضع طبیعی زمین، باد و تابش آفتاب بستگی دارد. جهت بهینه جهتی است که بیشترین میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل سرد و متعاقب آن کم‌ترین میزان انرژی دریافتی را در فصل گرم با توجه به زاویه تابش دریافت نماید؛ به‌عبارت‌دیگر جهتی است که بتواند به‌صورت طبیعی نیازهای زیست‌اقلیمی ساکنان را تأمین نماید (کرمی و نارنگی فرد،۱۳۹۶: ۱۱). با توجه به این مسئله رویکرد طراحی اقلیمی به‌عنوان رویکردی از طراحی موردتوجه قرار می‌گیرد که تلاش می‌کند با بهره‌گیری هرچه بیشتر از انرژی‌های تجدید پذیر شرایط محیطی مناسبی را برای انسان ایجاد نماید (کسمایی،۱۳۸۸: ۱۳۱). طراحی اقلیمی به معنای طراحی پلان ساختمان متناسب با شرایط آب‌وهوایی حاکم بر محل است تا هزینه‌های گرمایش و سرمایش با استفاده از انرژی‌های طبیعی، کاهش یابد (طاوسی،۱۳۹۰: ۱۵۹). ساختمان‌هایی که مطابق اصول طراحی اقلیمی ساخته می‌شوند ضرورت گرمایش و سرمایش مکانیکی را به حداقل کاهش می‌دهند و در عوض از انرژی‌های طبیعی استفاده می‌کنند (قبادیان و مهدوی،۱۳۹۲: ۴). بنابراین می‌توان گفت که این نوع از طراحی، فضاهایی بهینه ازنظر آسایش انسان را به‌گونه‌ای که موجب کاهش مصرف انرژی شود، فراهم می‌آورد (پیرمحمدی و رفیعی،۱۳۹۴: ۳). عوامل اقلیمی بر فرم ساختمان‌ها نیز مؤثر هستند به‌گونه‌ای که مناسب‌ترین فرم ساختمان‌های مسکونی بر اساس اقلیم تعیین می‌شوند. این تأثیر در شکل‌گیری ساختمان‌های بومی و سنتی به‌خوبی نمایان است. معماری بومی در ایران، برگرفته از طبیعت و بخش اعظم آن انرژی‌های طبیعی همانند نور خورشید، آب، باد و خاک می‌باشد (Motealleh et al, 2018: 216). طراحی بنا موافق با جهت باد در طی فصول گرم سال و تعبیه پنجره‌های مقابل یکدیگر به‌منظور ایجاد کوران در فضای اتاق و بهره‌گیری از انرژی خورشید در طی فصول سرد، در معماری سنتی شهرستان قائم‌شهر مشاهده‌شده که نمونه‌ای از این تأثیرگذاری است (صفرراد و قلی نژاد،۱۳۹۶).

جهت بررسی تأثیر عوامل اقلیمی بر طراحی بنا و آسایش انسان تحقیقات متعددی انجام‌شده است. اوکه[۱] (۱۹۸۵) راهکارهایی را جهت طراحی خیابان و سایبان با در نظر گرفتن عوامل و شرایط اقلیمی بیان کرد. التمیمی[۲] (۱۹۹۵) در مقاله خود به طراحی اقلیمی جهت کاهش مصرف انرژی و مقایسه مساکن بومی و مدرن کویت پرداخته است. بوداچ[۳] و همکاران (۲۰۱۴) طراحی اقلیمی

[۱] Oke

[۲] Al-Temeemi

[۳] Bodach

www.SID.ir

Archive of SID

ساختمان و معماری بومی در نپال را موردبررسی و مطالعه قراردادند و بیان نمودند، معماری بومی به دنبال دستیابی به مساکنی متناسب با شرایط آب‌وهوایی و استفاده از مواد در دسترس برای ساخت‌وساز است. در معماری بومی از انرژی خورشیدی جهت دستیابی به آسایش دمایی استفاده می‌شود. آرونوا[۴] (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی طراحی مساکن با توجه به شرایط آب‌وهوایی و استفاده از تابش خورشیدی جهت تولید نیرو در مقدونیه پرداخت. علیان نژاد (۱۳۸۰) در پایان‌نامه خود، تأثیر عوامل و عناصر اقلیمی را بر آسایش و معماری شهر دامغان بررسی نمود و بیان می‌دارد که جهت ۱۵ درجه شرقی مناسب‌ترین جهت برای ساختمان در رابطه با تابش آفتاب و جهت ۳۰ درجه شرقی، جهت مناسب در رابطه با باد است. سلیقه (۱۳۸۳) با بررسی مسکن همساز با اقلیم چابهار با استفاده از داده‌ها و پارامترهای اقلیمی بیان می‌کند، جهت دستیابی به آسایش و بهبود شرایط حرارتی می‌توان از نیروهای زوال‌ناپذیر چون آفتاب و باد بهره برد. لشکری و سلکی (۱۳۸۸) جهت‌گیری فضای آزاد شهر سقز را بررسی نموده و جهت جنوب شرقی با کشیدگی در راستای شرقی-غربی را مناسب می‌دانند. طاووسی و عبدالهی (۱۳۸۸) با ارزیابی پارامترهای اقلیمی روانسر به این نتایج دست یافتند که جهت جنوب شرقی با کشیدگی در راستای شمال شرق-جنوب غرب جهتی مناسب به‌منظور احداث ساختمان است. صفایی پور و طاهری (۱۳۸۹) به‌منظور بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری شهر لالی از داده‌های اقلیمی بهره برده و جهت شمالی جنوبی با کشیدگی شرقی غربی را برای احداث ساختمان مناسب بیان می‌کند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۹) جهت ۳۰ درجه جنوب غرب تا ۷۰ درجه جنوب شرق را جهات قابل‌قبول به‌منظور احداث بناهای مسکونی شهر فیض‌آباد بیان می‌کنند. ملک حسینی و ملکی (۱۳۸۹) در مقاله‌ای اثرات اقلیم بر معماری سنتی و مدرن شهر اراک را بررسی نموده و نیاز به سرمایش و گرمایش برای مواقع مختلف سال را تعیین نمودند. ملک حسینی و درگاهی (۱۳۸۹) به تحلیل ویژگی‌ها و اصول معماری همساز با اقلیم سرد (همدان) پرداخته و استفاده از انرژی‌های طبیعی و نیز حفظ و جلوگیری از هدر رفتن انرژی تولیدی از سایر منابع و تنظیم تعادل حرارتی بین داخل و خارج ساختمان را جزء اهداف اصلی ساکنان اقلیم سرد بیان می‌کند. لشکری و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای جهت‌گیری بناهای ساختمانی در شهر اهواز را بررسی نموده و گرمای شدید را مشکلات عدیده‌ی ساکنان این شهر می‌داند. بدین منظور جهت شمال شرقی با کشیدگی در راستای شمالی-جنوبی را برای احداث ساختمان مناسب، پیشنهاد می‌دهند. فرجزاده و عباسی (۱۳۹۱) رابطه جهت ساختمان با تابش آفتاب را بررسی نموده و با استفاده از روش محاسباتی قانون کسینوس و دمای مؤثر به این نتایج دست یافتند که جهت ۱۵۰+ تا ۱۶۵+ مناسب‌ترین جهت برای احداث ساختمان متناسب با تابش در شهر قیر هست. حسین‌آبادی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیق خود با عنوان طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی، جهت ۱۵درجه و ۳۰درجه شرقی را به‌عنوان بهترین جهت برای قرارگیری

[۴] Aronova

www.SID.ir

Archive of SID

ساختمان با توجه به تابش خورشید در شهر سبزوار، پیشنهاد می‌کنند. سهیلی فرد و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی اصول معماری ایرانی و انرژی خورشید پرداخته و عواملی مانند وضع طبیعی زمین، باد و تابش را از عوامل تأثیرگذار در معماری متناسب با اقلیم می‌دانند. افشاری و تقوایی (۱۳۹۲) به بررسی مسکن همساز با اقلیم پرداخته و جهت ۱۵ درجه شرقی برای ساختمان‌های یک‌طرفه و جهت جنوب را برای ساختمان‌های دوطرفه در خرمشهر، به‌عنوان جهت مناسب پیشنهاد می‌نمایند. محمد زاده و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق با عنوان مطالعه میزان انطباق مساکن شهر جلفا با زاویه تابش، بیان می‌نمایند در ماه‌های گرم سال جهت‌های شرقی و غربی و ماه‌های سرد سال جهت جنوبی بیشترین انرژی خورشید را دریافت می‌کنند درنتیجه جهت شرقی-غربی ازلحاظ دریافت کم انرژی در تابستان و حداکثر دریافت انرژی در زمستان برای ساختمان‌ها در جلفا در نظر گرفته می‌شود. اکبری و همکاران (۱۳۹۵) با بهره‌گیری از روش‌های محاسباتی میزان انرژی تابشی را محاسبه نموده و جهت‌های ۱۳۵درجه و ۲۲۵درجه را بهترین جهت استقرار ساختمان برای شهر زنجان معرفی می‌کنند. عیالی و موحد (۱۳۹۵) جهت بهینه حیاط مرکزی خانه‌های دوره قاجار شیراز را بررسی نموده و محدوده ۲۵ درجه چرخش نسبت به شمال را بهترین زاویه ازنظر میزان تابش دریافتی انرژی خورشید بیان می‌نماید. کرمی و نارنگی فرد (۱۳۹۶) در مقاله خود با عنوان بهینه‌سازی جهت‌گیری ساختمان‌ها در برابر تابش، جهت جنوب را به دلیل جذب حداکثری انرژی در مواقع سرد و جذب کم انرژی در مواقع گرم به‌عنوان جهت بهینه برای ساختمان‌های شهر شیراز پیشنهاد می‌کنند. موقعیت جغرافیایی ایران سبب شکل‌گیری شرایط آب‌وهوایی کاملاً متفاوتی در نقاط مختلف این کشور شده است، همین امر لزوم بررسی محیط‌های انسان‌ساخت را برای هریک از مناطق اقلیمی ضروری می‌سازد. شهرستان قائم‌شهر نیز از این قاعده و امر کلی مستثنا نبوده و جهت دستیابی به اهداف بیان‌شده به‌منظور کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و استفاده بیشتر از انرژی‌های پاک، به دنبال دستیابی به مناسب‌ترین جهت برای احداث ساختمان متناسب با اقلیم بوده تا بیشترین هماهنگی با آب‌وهوای منطقه و کمترین مصرف انرژی صورت گیرد.

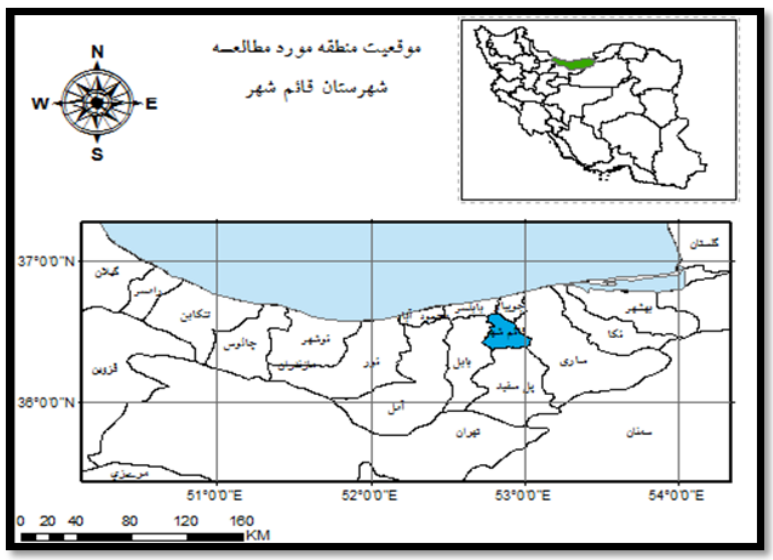
۲- مواد و روش

برای مطالعه شرایط زیست‌اقلیمی بهینه ساختمان در شهرستان قائم‌شهر آمار مربوط به داده‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک قائم‌شهر شامل داده‌های کمینه و بیشینه دما، رطوبت نسبی، دمای خشک در دوره آماری ۱۳۸۴-۱۳۶۳ جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از شاخص دمای مؤثر آستانه آسایش و نیاز حرارتی ساختمان در ماه‌های مختلف تعیین گردید. به‌منظور تعیین و انتخاب بهترین جهت برای احداث ساختمان ازلحاظ دریافت بهینه انرژی تابشی خورشید از روش محاسباتی قانون کسینوس استفاده‌شده که میزان انرژی تابشی بر روی سطوح قائم در جهات مختلف دیوار محاسبه شد. قرارگیری و موقعیت بناهای موردمطالعه در نرم‌افزار گوگل ارث بررسی شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

قائم‌شهر یکی از شهرستان‌های استان مازندران است که در محدوده‌ی جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این شهرستان از شمال به شهرستان جویبار، از جنوب به شهرستان سوادکوه، از غرب به شهرستان بابل و از شرق به شهرستان ساری محدود می‌شود (شکل ۱). بر اساس روش طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، این شهر جزء اقلیم مرطوب جنب حاره[۵] طبقه‌بندی می‌شود. فصل مرطوب در این شهرستان ۸ ماه (مهر تا اردیبهشت) و فصل خشک ۴ ماه (خرداد تا شهریور) به طول می‌انجامد (شکل ۲). بیشترین ارتفاع خورشید در فصل گرم سال معادل ۷۰/۰۲ درجه و کمترین ارتفاع در فصل سرد معادل ۳۲/۵۹ درجه است (شکل ۳).

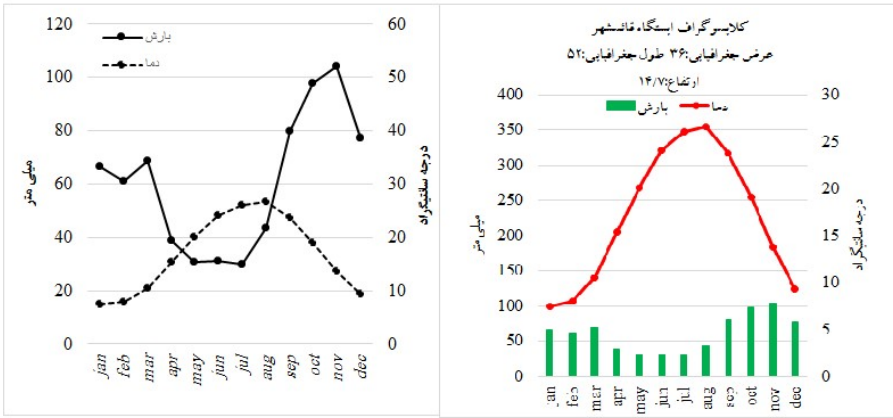


شکل ۱: نقشه موقعیت شهرستان قائم‌شهر

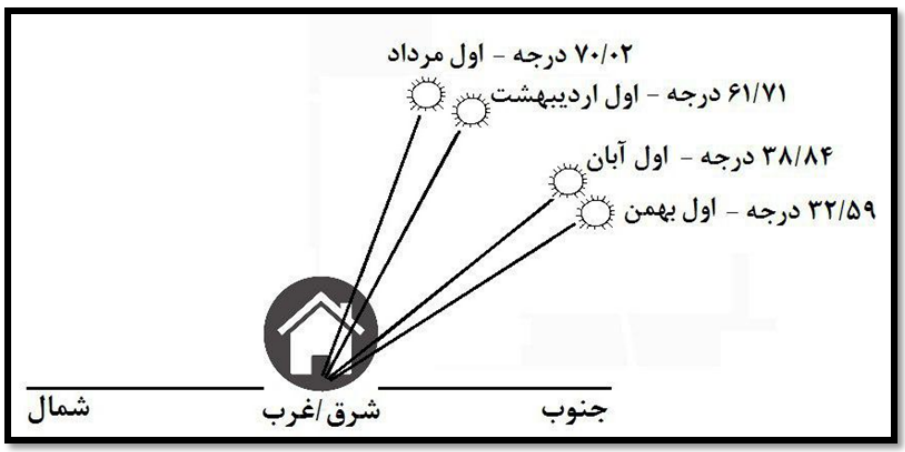
[۵] CFA

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: آمبروترمیک و کلایموگراف شهرستان قائم‌شهر طی دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۴



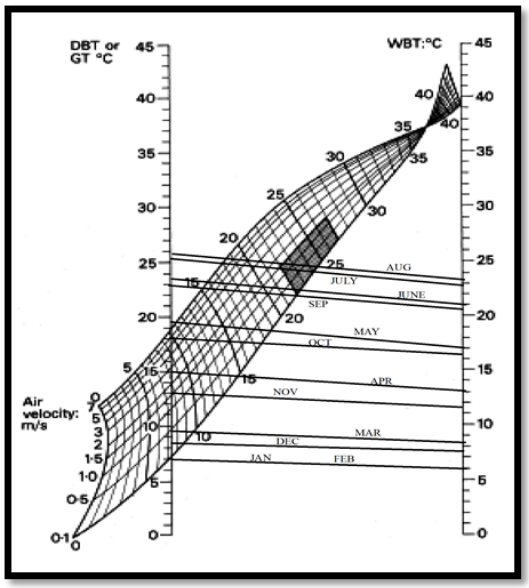
شکل ۳: ارتفاع خورشید در شهرستان قائم‌شهر

۳- یافته‌های پژوهش

شناسایی ویژگی‌ها و ارزیابی نیازهای اقلیمی یک محل به‌منظور دستیابی به آسایش برای انسان و کاربرد مصالح مناسب، ازجمله مقدمات طراحی همساز و هماهنگ با اقلیم محسوب می‌شود. یکی از قدیمی‌ترین و درعین‌حال رایج‌ترین شاخص‌های وضعیت گرمایی دمای مؤثر است که ابتدا انجمن مهندسان تأسیسات آمریکا آن را در دهه دوم قرن بیستم ارائه دادند (راز جویان،۱۳۸۸: ۲۴). به‌منظور دستیابی به وضعیت زیست‌اقلیمی ساختمانی شهرستان قائم‌شهر از شاخص دمای مؤثر استفاده‌شده که در این راستا با انتقال داده‌های دما خشک و دما تر بر روی نمو گرام دمای مؤثر، آستانه آسایش بر اساس این شاخص تعیین گردید (شکل ۴ و جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: نمو گرام تعیین دما مؤثر برای ایستگاه قائم‌شهر

مطابق شکل ۴ ماه‌های فصل زمستان و تابستان خارج از محدوده آسایش قرارگرفته و به وسایل گرمایشی و سرمایشی جهت دستیابی به آسایش نیاز دارند.

جدول ۱: دما مؤثر محاسبه‌شده از طریق نمو گرام

سرعت باد	۰/۱	۰/۵	۱	۱/۵	۲
JAN	۷/۱				
FEB	۷/۳				
MAR	۱۰	۷/۵			
APR	۱۴/۸	۱۳	۱۱/۵	۱۰	۹/۲
MAY	۱۸/۸	۱۷/۶	۱۶/۳	۱۵/۵	۱۵
JUNE	۲۲/۴	۲۱/۵	۲۰/۸	۲۰	۱۹/۳
JULY	۲۴/۲	۲۳/۳	۲۲/۸	۲۲	۲۱/۵
AUG	۲۴/۵	۲۳/۷	۲۳	۲۲/۵	۲۱/۹
SEP	۲۲	۲۱	۲۰/۳	۱۹/۵	۱۹
OCT	۱۷/۵	۱۶/۲	۱۵	۱۴	۱۳
NOV	۱۳	۱۱	۹	۷/۸	
DEC	۹				

پس از محاسبه دما مؤثر با استفاده از آمار ایستگاه سینوپتیک شهرستان قائم‌شهر، دماهای دوساعته برای ماه‌های سال محاسبه گردید. جدول ۲ بر اساس دماهای ۲ ساعته برای این شهرستان تنظیم شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

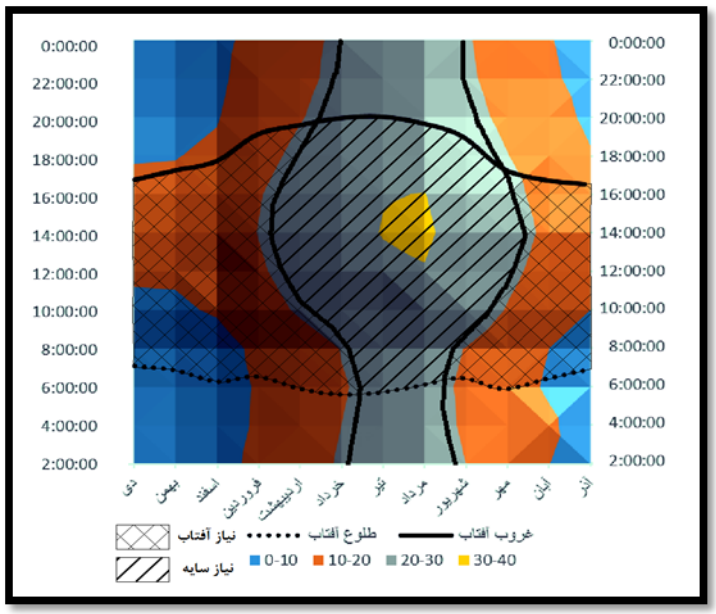
جدول ۲: مقادیر دمای دوساعته برای هر ماه برحسب درجه سانتی‌گراد شهرستان قائم‌شهر

ساعت	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
۲	۴/۵	۴/۷	۷/۱	۱۲	۱۶/۵	۲۰/۸	۲۲/۵	۲۳	۲۰	۱۴/۹	۱۰/۱	۵/۹
۴	۳/۸	۳/۹	۶/۴	۱۱	۱۶	۲۰	۲۲	۲۲/۵	۱۹/۳	۱۴/۴	۱۱/۵	۵/۱
۶	۳	۳/۴	۶	۱۰/۸	۱۵/۶	۱۹/۶	۲۱/۷	۲۲/۱	۱۹/۱	۱۳/۹	۸/۹	۴/۷
۸	۴	۴/۲	۶/۵	۱۱/۸	۱۶/۳	۲۰/۲	۲۲/۲	۲۲/۸	۱۹/۸	۱۴/۵	۱۰	۵/۲
۱۰	۸/۵	۸/۷	۱۰/۹	۱۶/۵	۲۱	۲۳/۵	۲۵	۲۷/۲	۲۵/۸	۱۹/۵	۱۴/۵	۱۰
۱۲	۱۱	۱۱/۲	۱۱/۷	۱۹	۲۳/۲	۲۷	۲۹	۲۹/۸	۲۶/۶	۲۲	۱۶/۸	۱۲
۱۴	۱۲/۲	۱۲/۳	۱۴/۲	۲۰/۲	۲۴/۴	۲۸/۲	۳۰/۲	۳۰/۷	۲۸/۱	۲۳/۷	۱۸/۳	۱۳/۸
۱۶	۱۱/۸	۱۱/۹	۱۳/۹	۱۹/۵	۲۳/۹	۲۷/۸	۲۹/۸	۳۰/۱	۲۷/۵	۲۲/۸	۱۶/۴	۱۲/۳
۱۸	۹/۵	۹/۷	۱۱/۴	۱۷/۳	۲۱/۹	۲۵/۸	۲۷/۵	۲۸	۲۵/۳	۲۰/۲	۱۵/۱	۱۰/۵
۲۰	۷	۷/۲	۹/۵	۱۵	۱۹/۵	۲۳/۵	۲۵/۲	۲۵/۸	۲۲/۸	۱۸	۱۳	۸/۵
۲۲	۵/۷	۶	۸/۴	۱۳/۹	۱۸/۲	۲۲	۲۴	۲۴/۵	۲۱/۵	۱۶/۲	۱۱/۲	۷/۴
۲۴	۴/۸	۵/۲	۷/۸	۱۲/۸	۱۷/۵	۲۱/۷	۲۳	۲۳/۵	۲۰/۸	۱۵/۶	۱۰/۵	۶/۲

از طریق انتقال داده‌های دمای دوساعته بر روی نمودار، نیاز سایه و آفتاب برای شهرستان قائم‌شهر ترسیم گردید. به‌منظور تعیین مواقع گرم و سرد سال دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان حد آسایش ملاک عمل قرارگرفته است. مجموع ساعاتی که دما به بالای ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌رسد را مواقع گرم سال و عدم نیاز به تابش آفتاب و ساعاتی را که دما به پایین‌تر از ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، مواقع سرد سال و نیاز به دریافت تابش جهت گرمایش، گفته می‌شود. مطابق شکل ۵ شهرستان قائم‌شهر از ماه اردیبهشت تا مهر در زمان مشخص در محدوده نیاز به سایه قرار می‌گیرد به‌ویژه در ساعات بعدازظهر که دریافت تابش سبب سلب آسایش خواهد شد. در طی ماه‌های خرداد، تیر و مرداد دما به حداکثر رسیده و عدم دریافت تابش جهت دستیابی به آسایش دمایی ضروری است. در طی ماه‌های یادشده تابش آفتاب از ساعات اولیه صبح تا غروب، آزاردهنده بوده و نیاز به سایه از اصول اساسی برای طراحی ساختمان است. ساختمان باید به گونه طراحی و جهت‌گیری شود که در طی فصل گرم که عدم دریافت تابش از ضروریات آن است، رعایت شده و کسب حداقلی انرژی صورت گیرد. در مقابل در طی ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند و اوایل فروردین دمای هوا کاهش یافته و دریافت انرژی به‌ویژه در ساعات اولیه روز از ۷ تا ۱۱ صبح ضروری است. درنتیجه ساختمان باید در طی ماه‌های بیان‌شده (فصل سرد سال) به‌گونه‌ای جهت‌گیری شود تا حداکثر انرژی خورشید توسط بنا جذب شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: نیاز سایه و آفتاب در ایستگاه قائم‌شهر

زاویه تابش در فصول مختلف سال درنتیجه تغییر حرکت زمین نسبت به خورشید متفاوت است و همین امر سبب تفاوت در میزان دریافت انرژی خورشید در طول سال می‌شود؛ بنابراین مقدار انرژی دریافتی در سطوحی که نسبت به پرتو خورشید زوایای مختلفی دارند، متفاوت است. ازاین‌رو تعیین جهت مناسب بنا به‌منظور دریافت حداکثر انرژی در فصول سرد و هم‌چنین حداقل انرژی در فصول گرم از اهمیت به سزایی برخوردار است. به‌منظور محاسبه مقدار انرژی دریافتی در سطوح قائم روش‌های متعددی مورداستفاده قرار می‌گیرد. روش مورداستفاده در این مقاله، روش محاسباتی قانون کسینوس است.

$$Is = In * cos\theta$$

Is = شدت تابش بر روی سطح

In = شدت تابش خورشید بر روی سطح عمود بر پرتوی خورشید

$\emptyset$= زاویه تلاقی میان پرتوی خورشید و خط عمود بر یک سطح عمودی (دیوار) هست که به‌وسیله معادله کسینوس کروی معین می‌شود (قبادیان و مهدوی،۱۳۹۲).

$$cos\theta = cos\beta\ cos(\emptyset - \psi)$$

β= زاویه تابش

$\emptyset$= زاویه جهت تابش که در مسیر گردش عقربه‌های ساعت، از طرف شمال و برحسب درجه اندازه‌گیری می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

Ψ= زاویه جهت دیوار که در مسیر عقربه‌های ساعت از طرف شمال و برحسب درجه اندازه‌گیری می‌شود (قبادیان و مهدوی،۱۳۹۲: ۴۵).

$$I\,Dn = I^{o}\exp(-\alpha/\sin h)$$

IDn= حرارت حاصل از تابش مستقیم و عمودی آفتاب، I^{o}= رقم ثابت خورشیدی ضریب خاموشی = زاویه تابش (کسمایی،۱۳۸۷: ۲۸).

شکل ۶: جهت ساختمان در نمونه‌های موردمطالعه، الف: فرهنگ شهر، ب: کوچکسرا، ج: شهرک نساجی و د: شهرک نیکان

بر اساس رابطه فوق میزان دریافت انرژی در سطوح قائم برای ۵ نمونه موردی در شهرستان قائم‌شهر محاسبه گردید. جدول ۳ و ۴ میزان دریافت انرژی برای شهرک فرهنگ شهر به تفکیک فصول سرد و گرم را نشان می‌دهد که به‌صورت ساعتی محاسبه‌شده است.

جدول ۳: میزان دریافت انرژی در سطوح قائم در فصل سرد سال

غرب	جنوب	شرق	شمال	ساعت
۰	۵۰/۶	۳۷۴/۴	۰	۶
۰	۱۶۴/۶	۳۴۸/۷	۰	۸
۰	۲۶۲/۷	۲۳۳	۰	۱۰
۰	۳۱۸/۷۶	۵۸/۲	۰	۱۲
۱۲۸/۸	۳۱۷/۵۶	۰	۰	۱۴
۲۷۸/۲	۲۵۹/۳۷	۰	۰	۱۶
۳۴۹/۸۹	۱۵۹/۸۹	۰	۰	۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: میزان دریافت انرژی در سطوح قائم در فصل گرم سال

ساعت	شمال	شرق	جنوب	غرب
۴	۲۴۹	۲۷۰/۶	۰	۰
۶	۱۵۲/۴	۳۳۵/۴	۰	۰
۸	۴۲/۹	۳۷۰	۰	۰
۱۰	۰	۱۹۳/۱۹	۵۰	۰
۱۲	۰	۲۴/۱۸	۱۰۱/۸	۰
۱۴	۰	۰	۹۸/۴	۱۵۴/۶۵
۱۶	۰	۰	۴۰/۸	۲۹۵/۲۷
۱۸	۵۵/۵	۰	۰	۳۶۰/۱۲
۲۰	۱۶۴/۹	۰	۰	۳۳۱/۸۷
۲۱	۰	۲۹۱/۴۸	۲۰۵/۱۶	۰

شکل ۷ میزان دریافت انرژی به‌صورت میانگین برای ۴ جهت دیوار ساختمان در طی فصول گرم و سرد سال برای شهرک فرهنگ شهر را نشان می‌دهد. مطابق شکل در مواقع سرد سال که دریافت انرژی از اولویت‌های جهت‌گیری بناست، جهت جنوب بیشترین میزان انرژی را دریافت می‌کند. متقابلاً کمترین میزان انرژی در فصل گرم که به سایه جهت تأمین آسایش نیازمندیم را دریافت می‌نماید. این اختلاف انرژی برای فصول گرم و سرد سال برای سایر موارد موردمطالعه نیز صدق می‌کند اما این اختلاف برای همه ساختمان‌ها به یک اندازه نبوده و میزان آن برای سایر موارد متفاوت است.

شکل ۷: میانگین انرژی دریافتی برای فصول گرم و سرد سال

جدول ۵ و ۶ میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در طی مواقع سرد و گرم سال برای شهرک نیکان به‌صورت ساعتی محاسبه‌شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

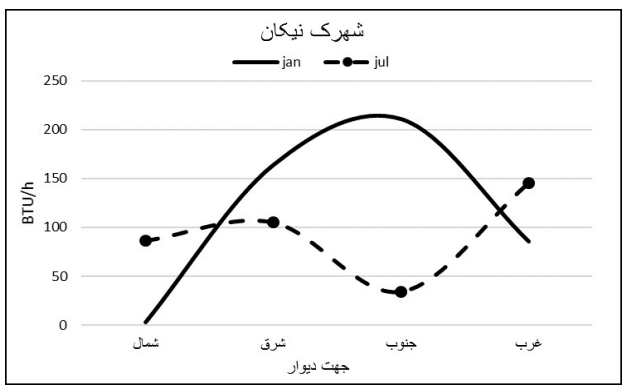
جدول ۵: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل سرد سال

ساعت	شمال	شرق	جنوب	غرب
۶	۲۲/۳۴	۳۷۷/۱۵	۰	۰
۸	۰	۳۷۳/۸۶	۹۴/۴۶	۰
۱۰	۰	۲۷۹/۲۲	۲۱۳/۰۲	۰
۱۲	۰	۱۱۸/۴۴	۳۰۱/۶۱	۰
۱۴	۰	۰	۳۳۶/۴۲	۶۵/۳۹
۱۶	۰	۰	۳۰۸/۰۵	۲۲۳/۱۵
۱۸	۰	۰	۲۲۴/۲۱	۳۱۲/۶

جدول ۶: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل گرم سال

ساعت	شمال	شرق	جنوب	غرب
۴	۲۹۶/۴۲	۲۱۷/۷۴	۰	۰
۶	۲۱۴/۱	۲۹۹/۸۲	۰	۰
۸	۱۰۱/۲۶	۲۹۳/۰۷	۰	۰
۱۰	۰	۱۹۹/۲۱	۱۱/۹۴	۰
۱۲	۰	۴۳/۳۲	۹۵/۲۸	۰
۱۴	۰	۰	۱۲۶/۳۵	۱۳۲/۸۲
۱۶	۰	۰	۹۶/۸۴	۲۸۱/۹۱
۱۸	۰	۰	۱۴/۷۵	۳۶۴/۰۸
۲۰	۹۸/۰۴	۰	۰	۳۵۷/۴
۲۱	۱۵۶/۵۳	۰	۰	۳۲۰/۲۳

شکل ۸ میانگین دریافت انرژی برای سطوح قائم در ۴ جهت دیوار ساختمان شهرک نیکان در طی فصول سرد و گرم سال را نشان می‌دهد.



شکل ۸: میانگین انرژی دریافتی برای فصول گرم و سرد سال

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۷ و ۸ میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم برای بخش دوم شهرک نساجی (۳۹/۱۷ درجه انحراف به‌صورت شمال غرب-جنوب شرق) در طی مواقع سرد و گرم سال به‌صورت ساعتی محاسبه گردید.

جدول ۷: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل سرد سال

غرب	جنوب	شرق	شمال	ساعت
۰	۳۰۳/۹۸	۲۲۴/۳۶	۰	۶
۰	۳۶۴/۹۱	۱۲۴/۶۵	۰	۸
۲۶/۳۳	۳۵۰/۲۲	۰	۰	۱۰
۱۸۸/۲۶	۲۶۳/۷۴	۰	۰	۱۲
۳۱۷/۶۷	۱۲۸/۶	۰	۰	۱۴
۳۷۹/۹۱	۰	۰	۱۹/۱	۱۶
۳۵۸/۳۹	۰	۰	۱۳۹/۸	۱۸

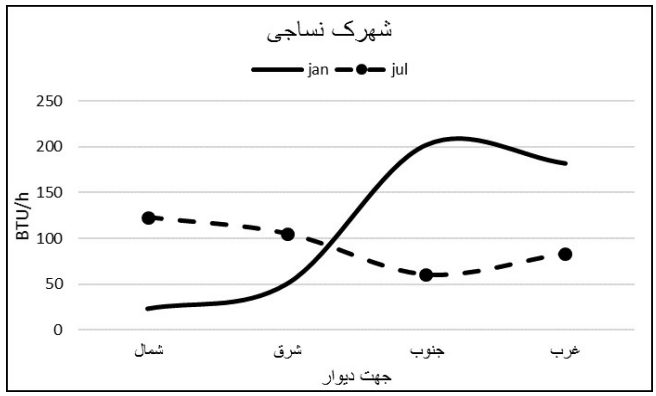
جدول ۸: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل گرم سال

غرب	جنوب	شرق	شمال	ساعت
۰	۲۰/۹۱	۳۶۷/۲	۰	۴
۰	۱۳۴/۶۱	۳۴۲/۹۵	۰	۶
۰	۱۹۰/۴۷	۲۴۴/۶۷	۰	۸
۰	۱۷۳/۵	۹۸/۶	۰	۱۰
۵۶/۲۵	۸۸/۲۶	۰	۰	۱۲
۱۷۸/۳۴	۰	۰	۴۲/۴۵	۱۴
۲۳۴/۸۹	۰	۰	۱۸۳/۵۱	۱۶
۲۱۰/۸۷	۰	۰	۲۹۷/۱۶	۱۸
۱۱۲/۶۷	۰	۰	۳۵۳/۰۶	۲۰
۴۳/۳۷	۰	۰	۳۵۳/۷۹	۲۱

میانگین انرژی دریافتی در ۴ جهت دیوار ساختمان برای بخش دوم شهرک نساجی در طی فصول سرد و گرم در شکل ۹ محاسبه‌شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹: میانگین انرژی دریافتی برای فصول گرم و سرد سال

جدول ۹ و ۱۰ انرژی دریافتی در سطوح قائم شهرک نساجی (۳/۴۸ درجه انحراف به‌صورت شمال شرق-جنوب غرب) را نشان می‌دهد.

جدول ۹: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل سرد سال

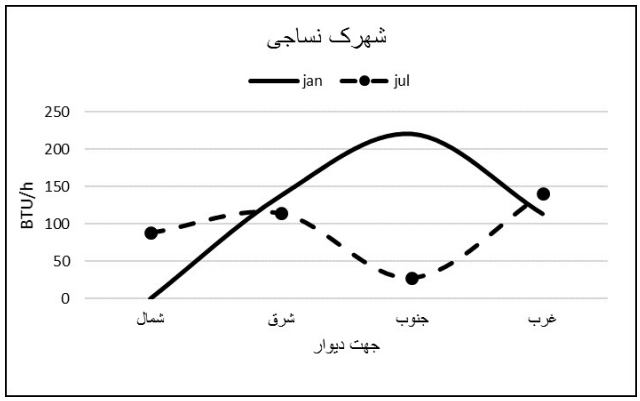
ساعت	شمال	شرق	جنوب	غرب
۶	۰	۳۷۰/۹۷	۷۱/۵۷	۰
۸	۰	۳۳۸/۹۱	۱۸۳/۹۳	۰
۱۰	۰	۲۱۷/۹۱	۲۷۵/۴۳	۰
۱۲	۰	۴۰/۲۲	۳۲۱/۵۳	۰
۱۴	۰	۰	۳۰۹/۸۲	۱۴۶/۵۱
۱۶	۰	۰	۲۴۳/۳۴	۲۹۲/۳۷
۱۸	۰	۰	۱۳۹/۹۹	۳۵۸/۳۲

جدول ۱۰: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل گرم سال

ساعت	شمال	شرق	جنوب	غرب
۴	۲۳۳/۴	۲۸۴/۲۵	۰	۰
۶	۱۳۳/۳۵	۳۴۳/۴۴	۰	۰
۸	۲۵/۶۷	۳۰۹/۰۱	۰	۰
۱۰	۰	۱۹۰/۰۸	۶۰/۸	۰
۱۲	۰	۱۸/۴۲	۱۰۳/۰۳	۰
۱۴	۰	۰	۸۹/۶	۱۵۹/۹۳
۱۶	۰	۰	۲۴/۱۶	۲۹۷/۱
۱۸	۷۵/۶۹	۰	۰	۳۵۶/۴۳
۲۰	۱۸۳/۳۴	۰	۰	۳۲۲/۰۸
۲۱	۲۳۰/۸۲	۰	۰	۲۷۱/۶

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰: میانگین انرژی دریافتی برای فصول گرم و سرد سال

جدول ۱۱ و ۱۲ میزان دریافت انرژی در سطوح قائم برای بافت قدیم کوچکسرا به تفکیک مواقع سرد و گرم سال به‌صورت ساعتی محاسبه گردید.

جدول ۱۱: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل سرد سال

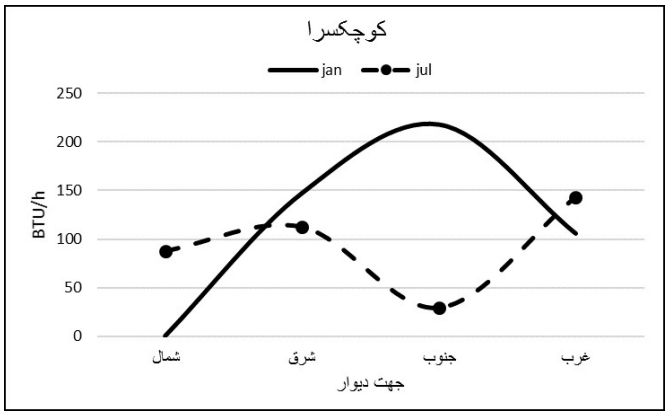
ساعت	شمال	شرق	جنوب	غرب
۶	۰	۳۷۵/۴۵	۴۲/۱۸	۰
۸	۰	۳۵۲/۳۳	۱۵۶/۷۲	۰
۱۰	۰	۲۳۸/۸۹	۲۵۷/۴۴	۰
۱۲	۰	۶۵/۳۷	۳۱۷/۳۷	۰
۱۴	۰	۰	۳۲۰/۳۸	۱۲۱/۷
۱۶	۰	۰	۲۶۵/۵۷	۲۷۲/۳۳
۱۸	۰	۰	۱۶۷/۷۳	۳۴۶/۲

جدول ۱۲: میزان انرژی دریافتی در سطوح قائم در فصل گرم سال

ساعت	شمال	شرق	جنوب	غرب
۴	۲۵۵/۰۳	۲۶۵/۰۲	۰	۰
۶	۱۵۹/۹۴	۳۳۱/۸۹	۰	۰
۸	۴۹/۸۹	۳۰۶/۰۳	۰	۰
۱۰	۰	۱۹۴/۲۷	۴۵/۶۷	۰
۱۲	۰	۲۶/۴۷	۱۰۱/۲۶	۰
۱۴	۰	۰	۱۰۱/۹	۱۵۲/۳۹
۱۶	۰	۰	۴۷/۴۵	۲۹۴/۲۸
۱۸	۴۷/۴۳	۰	۰	۳۶۱/۲۸
۲۰	۱۵۷/۴۴	۰	۰	۳۳۵/۵
۲۱	۲۰۸/۷۵	۰	۰	۲۸۸/۹۱

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱: میانگین انرژی دریافتی برای فصول گرم و سرد سال

از طریق بررسی مقدار انرژی کسب‌شده در ساعات مختلف در طی فصول گرم و سرد سال و میانگین انرژی دریافتی در ۴ جهت مختلف دیوار ساختمان‌های موردمطالعه که به‌صورت اشکال ۷ الی ۱۱ نشان داده‌شده، جهت جنوب با دریافت حداکثر انرژی در مواقع سرد و حداقل انرژی در مواقع گرم جهتی مناسب به‌منظور احداث ساختمان‌هایی با جهت‌گیری اقلیمی تعیین گردید؛ اما در این جهت برای ساختمان‌های مختلف که موردبررسی قرارگرفته‌اند به یک‌میزان انرژی دریافت نمی‌شود. هرکدام از این ساختمان‌ها با زوایای مختلفی نسبت به محور شمال-جنوب جهت‌گیری شده‌اند که این زاویه ایجادشده سبب تفاوت در مقدار انرژی دریافتی می‌شود. هدف این مقاله نیز مقایسه جهت‌گیری ساختمان‌ها به‌منظور تعیین مناسب‌ترین جهت ازلحاظ میزان تابش دریافتی است. در میان نمونه‌های موردمطالعه، شهرک نساجی (۳/۴۸ درجه انحراف به‌صورت شمال شرق-جنوب غرب) مناسب‌ترین ساختمان‌ها را ازنظر جهت‌گیری و دریافت بهینه انرژی دارد. این شهرک با دریافت بیشترین میزان انرژی در مواقع سرد و کمترین میزان در مواقع گرم سال (که دارای بیشترین میزان اختلاف دریافت انرژی در طی فصول گرم و سرد است (۱۹۳/۰۴ *BTU/h*)) به‌عنوان مناسب‌ترین شهرک در میان ۵ نمونه موردی تعیین گردید. بعد از شهرک نساجی سایر موارد به ترتیب اولویت: بافت قدیم کوچکسرا با ۱۸۸/۵۸ *BTU/h* اختلاف انرژی، شهرک نیکان با *BTU/h* ۱۷۶/۶ اختلاف انرژی، شهرک فرهنگ شهر با ۱۶۹/۳۸ *BTU/h* اختلاف انرژی و درنهایت بخش دوم شهرک نساجی (۳۹/۱۷ درجه انحراف به‌صورت شمال غرب-جنوب شرق) با ۱۴۰/۸۶ *BTU/h* اختلاف انرژی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که در تعیین زوایا، بافت قدیم کوچکسرا به‌طور متوسط ۶ تا ۱۰ درجه انحراف (به‌صورت شمال شرق-جنوب غرب) داشته که به‌صورت میانگین ۸ درجه مبنای محاسبات قرارگرفته است. به‌طورکلی بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، حدود ۵ درجه انحراف از سمت جنوب به سمت شرق و غرب به‌عنوان جهتی ایدئال برای احداث بنا و جهت قرارگیری ساختمان در شهر قائم‌شهر هست، این جهت به دلیل دریافت حداکثر انرژی در طی

www.SID.ir

Archive of SID

ماه‌های سرد سال و متقابلاً دریافت حداقل انرژی در طی ماه‌های گرم سال به‌عنوان جهتی مناسب در نظر گرفته می‌شود.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و پیامدها و تبعات ناشی از آن توجه به راهکارهایی جهت کاهش مصرف را ضروری می‌نماید. طراحی اقلیمی ازجمله این راهکارهاست که از منابع طبیعی جهت تأمین انرژی موردنیاز ساختمان استفاده‌شده و نیاز به مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد. ازاین‌رو در این مقاله به دنبال دستیابی به جهت بهینه قرارگیری ساختمان در شهر قائم‌شهر با توجه به تابش، به‌منظور دریافت حداکثر انرژی در مواقع سرد و حداقل انرژی در مواقع گرم سال بوده‌ایم. هم‌چنین با استفاده از تقویم نیاز سایه و آفتاب، مواقع گرم و سرد سال تعیین‌شده و از طریق محاسبات قانون کسینوس برای جهات مختلف بنا مقدار انرژی دریافتی برای ساختمان‌های موردمطالعه، بررسی گردید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جداول ۳ الی ۱۲ و اشکال ۷ الی ۱۱، جهت جنوب بیشترین میزان انرژی را در فصل سرد و کمترین میزان انرژی را در فصل گرم دریافت می‌کند و از این لحاظ جهتی بهینه برای احداث بنا محسوب می‌شود. زوایایی که ساختمان‌ها نسبت به محور شمال-جنوب دارند سبب تفاوت در میزان انرژی دریافتی می‌شود. پس از بررسی مقدار انرژی ۵ نمونه موردمطالعه نتایج زیر حاصل گردید:

شهرک نساجی (۳/۴۸ درجه انحراف به‌صورت شمال شرق-جنوب غرب) مناسب‌ترین ساختمان‌ها را ازنظر جهت‌گیری و دریافت بهینه انرژی دارد. پس‌ازآن بافت قدیم کوچکسرا، شهرک نیکان، شهرک فرهنگ شهر و درنهایت بخش دوم شهرک نساجی (۳۹/۱۷ درجه انحراف به‌صورت شمال غرب-جنوب شرق) قرار می‌گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. اسماعیلی، ر.؛ ادب، ح .؛ حاتمی نژاد، ح .(۱۳۸۹). معماری همساز با اقلیم (مطالعه موردی: شهر فیض‌آباد)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، **فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی**، سال دهم، شماره ۳۲، زمستان ۱۳۸۹، صفحات ۷۴-۵۳.

۲. افشاری، ه .(۱۳۹۱). **معماری همساز با اقلیم نواحی گرم و نیمه مرطوب ایران (نمونه موردی: شهر خرمشهر)**، چاپ اول، انتشارات طحان.

۳. افشاری، ه .؛ تقوایی، ع.ا .(۱۳۹۲). طراحی مجموعه مسکونی همساز با اقلیم خرمشهر، **فصلنامه ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی**، سال سیزدهم، شماره ۴۲، تابستان ۱۳۹۲، صص ۷۱-۱۰۲.

۴. اکبری، ح.؛ هادوی، ف.؛ زمانی، م.؛ علیپور، ی. (۱۳۹۵). تعیین جهت‌های مناسب استقرار ساختمان به‌منظور دریافت بهینه تابش خورشید در شهر زنجان، **فصلنامه آمایش محیط**، شماره ۳۳، صص ۱۵۵-۱۷۳.

۵. پیر محمدی، م .؛ رفیعی و. (۱۳۹۴). تاثیر عوامل اقلیمی در طراحی ساختمان و راه رسیدن به طراحی پایدار، **همایش ملی عمران و معماری با رویکردی بر توسعه پایدار**.

۶. حسین‌آبادی، س .؛ لشکری، ح .؛ سلمانی مقدم، م. (۱۳۹۱). طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی شهر سبزوار با تأکید بر جهت‌گیری ساختمان و عمق سایه بان، **جغرافیا و توسعه**، شماره ۲۷، تابستان ۱۳۹۱، صص ۱۰۳-۱۱۶.

۷. رازجویان، م. (۱۳۸۸). **آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم**، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۸. سلیقه، م. (۱۳۸۳). مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم شهر چابهار، **مجله جغرافیا و توسعه**، پاییز و زمستان ۱۳۸۳، صص ۱۴۷-۱۷۰.

۹. سهیلی فرد، م .؛ اخترکاوان، ح .؛ فلاحی، س .؛ اخترکاوان، م .؛ مرادی، ا. (۱۳۹۲). بررسی تعامل اصول معماری ایرانی و انرژی خورشید از منظر فرم، تقارن و جهت‌گیری (نمونه موردی: خانه عباسیان کاشان)، **معماری‌وشهرسازی‌آرمان‌شهر**، شماره ۱۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۲، صص ۷۵-۹۰.

۱۰. صفایی پور، م .؛ طاهری، ه .(۱۳۸۹). بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری شهری: مطالعه موردی شهر لالی، **مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری**، سال اول، شماره دوم، پاییز ۱۳۸۹، صص ۱۰۳-۱۱۶.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۱. صفرراد، ط .؛ قلی نژاد، م. (۱۳۹۶). نقش عناصر اقلیمی در شکل‌گیری معماری بومی شهر قائم‌شهر، **دومین همایش ملی توسعه پایدار فضایی در سواحل خزر**، بابلسر، دانشگاه مازندران، صص ۵۲۰-۵۲۸.

۱۲. طاوسی، ت .؛ عبدالهی، آ. (۱۳۸۹). ارزیابی شاخص‌های آسایش دمایی و معماری همساز با اقلیم روانسر، **نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)**، سال ۱۵، شماره ۳۲ تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۵۰-۱۲۵.

۱۳. طاوسی، ت. (۱۳۹۰). **کاربرد اقلیمی تابش خورشیدی در برنامه ریزی محیطی**، انتشارات مرندیز.

۱۴. علیجانی، ب .؛ کاویانی، م. ر. (۱۳۷۱). **مبانی آب‌وهواشناسی**، انتشارات سمت.

۱۵. علیان نژاد، م. (۱۳۸۰). **تأثیر عوامل و عناصر اقلیمی بر آسایش و معماری شهر دامغان**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا

۱۶. عیالی، ح .؛ موحد، خ. (۱۳۹۵). تعیین جهت بهینه حیاط مرکزی خانه‌های دوره قاجار شیراز بر اساس میزان دریافت انرژی خورشید، **جغرافیا و توسعه**، شماره ۴۲، بهار ۱۳۹۵، صص ۱۶۱-۱۸۲.

۱۷. فرج زاده، م .؛ عباسی، م. ح. (۱۳۹۱). بهینه‌سازی جهت ساختمان‌های شهر قیر در رابطه با تابش آفتاب، **فصلنامه جغرافیایی سرزمین**، سال نهم، شماره ۳۵، پاییز ۱۳۹۱، صص ۴۳-۶۰.

۱۸. قبادیان و .؛ مهدوی فیض، م .(۱۳۹۲). **طراحی اقلیمی (اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان)**، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پانزدهم.

۱۹. کرمی کرد علیوند، ف .؛ نارنگی فرد، م. (۱۳۹۶). بهینه‌سازی جهت‌گیری ساختمانها در برابر تابش (مطالعه موردی: شهر شیراز)، **اندیشه جغرافیایی**، سال هشتم، شماره شانزده، بهار ۱۳۹۶، مقاله شماره ۱۱۴.

۲۰. کسمایی، م. (۱۳۸۷). **اقلیم و معماری**، ویراست محمد احمدی نژاد، انتشارات خاک.

۲۱. کسمایی، م. (۱۳۸۸). **پهنه بندی و راهنمای طراحی اقلیمی اقلیم معتدل و مرطوب (استان های گیلان و مازندران)**، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

۲۲. لشکری، ح .؛ موزرمی، س .؛ سلکی، ه .؛ لطفی، ک .(۱۳۹۰). بهینه‌سازی جهت‌گیری بناهای ساختمانی در شهر اهواز بر اساس شرایط اقلیمی، **فصلنامه جغرافیای طبیعی**، سال چهارم، شماره ۱۲، تابستان ۱۳۹۰، صص ۴۵-۶۱.

۲۳. لشکری، ح .؛ موزرمی، س .؛ لطفی، ک . (۱۳۹۰). آسایش در خارج و داخل بنا بر اساس شاخص پن واردن و ماهانی، نمونه موردی شهر اهواز، **فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیای انسانی**، سال سوم، شماره دوم، بهار ۱۳۹۰، صص ۲۰۷-۲۲۰.

www.SID.ir

Archive of SID

۲۴. لشکری، ح .؛ سلکی، ه .(۱۳۸۸). بهینه‌سازی جهت‌گیری فضاهای آزاد در شهر سقز بر اساس شرایط اقلیمی، **فصلنامه جغرافیای طبیعی**،سال اول،شماره ۳،بهار ۱۳۸۸، صص ۲۷-۴۱.

۲۵. محمد زاده، ر .؛ جهانی، م .؛ قراخانی شجاعی، ر. (۱۳۹۴). مطالعه میزان انطباق مساکن شهر جلفا با زاویه تابش آفتاب، **فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی**، سال پانزدهم،شماره ۵۲، زمستان ۱۳۹۴، صص ۱۱۷-۱۳۵.

۲۶. ملک حسینی، ع .؛ درگاهی، م . م. (۱۳۸۹). تحلیل ویژگی‌ها و اصول معماری همساز با اقلیم سرد (مطالعه موردی: شهر همدان)، **فصل‌نامه جغرافیایی چشم‌انداز زاگرس**، سال دوم، شماره ۴، تابستان ۱۳۸۹، صص ۲۳-۳۵.

۲۷. ملک حسینی، ع .؛ ملکی، ع .ر. (۱۳۸۹). اثرات اقلیم بر معماری سنتی و مدرن شهر اراک، **فصل‌نامه جغرافیایی آمایش محیط**، شماره ۱۱، صص ۱۳۳-۱۵۵.

28. Al-Temeemi, A. S. (1995). Climatic design techniques for reducing cooling energy consumption in Kuwaiti houses. **Energy and Buildings**, 23(1), 41-48.

29. Aronova, E., Vatin, N., & Murgul, V. (2015). Design energy-plus-house for the climatic conditions of Macedonia. **Procedia engineering**, 117, 766-774.

30. Bodach, S., Lang, W., & Hamhaber, J. (2014). Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. **Energy and Buildings**, 81, 227-242.

31. Manu, S., Brager, G., Rawal, R., Geronazzo, A., & Kumar, D. (2019). Performance evaluation of climate responsive buildings in India-Case studies from cooling dominated climate zones. **Building and Environment**, 148, 136-156.

32. Min, T., & Zhang, T. (2016). Study on the Climate Adaptability of Architectural Interface Opening in Suzhou's Regional Residences. **Procedia Engineering**, 169, 108-116.

33. Oke, T. R. (1988). Street design and urban canopy layer climate. **Energy and buildings**, 11(1-3), 103-113.

34. http://www.irimo.ir

35. https://www.esrl.noaa.gov

www.SID.ir