

## آسایش حرارتی و معماری همساز با اقلیم شهرستان خرم‌آباد

علی سعیدی<sup>۱</sup>، میثم طولابی‌نژاد<sup>۲</sup>

### چکیده

آب و هوا، یکی از عوامل مهم و اثرگذار بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان، بویژه سلامت و آسایش انسان است؛ اگر بناهای انسان ساخت با این عامل مهم هماهنگ باشند، هم آسایش انسان را فراهم می‌کنند، هم کاهش مصرف انرژی را در پی خواهند داشت. جهت بررسی آسایش اقلیمی و معماری همساز با اقلیم شهر خرم‌آباد، از آمار و اطلاعات ۵۸ ساله این شهر از جمله: دما، بارش، باد و رطوبت نسبی، همچنین از شاخص‌های اقلیم معماری دمای مؤثر، اولگی، ماهانی و گیونی استفاده شده است. در این تحقیق مشخص شد که آسایش حرارتی در خرم‌آباد در بیشتر شب‌ها مناسب نیست، ولی در بیشتر ماه‌های سال آسایش حرارتی در روز مناسب می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده، ماه‌های فروردین، دی، بهمن، اسفند و آذر خارج از محدوده آسایش بوده و سرما حاکم است و استفاده از وسایل گرمازا و سیستم‌های مکانیکی حرارت‌زا الزامی است. ماه‌های اردیبهشت، آبان و مهر دارای شرایط آسایش و راحتی هستند و ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور نیز گرم بوده و در روز شرایط آسایش وجود ندارد و باید از سیستم‌های تهویه‌کننده و سیستم مکانیکی خنک‌کننده استفاده نمود. در پایان نیز برای نمایش آسایش حرارتی در هریک از شاخص‌ها، جدول مقایسه‌ای ترسیم شده است.

کلیدواژگان: اقلیم، معماری، آسایش، شهر خرم‌آباد، شاخص ماهانی.

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین (ع) - تهران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی کاربردی، دانشگاه تربیت مدرس

## مقدمه

آب و هوا، یکی از عوامل مهم و اثرگذار بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان، به‌ویژه سلامت و آسایش انسان است. اقلیم و معماری یکی از علوم جدیدی است که جهت بهره‌برداری از مواهب طبیعی و با هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر از جمله نفت و گاز و ایجاد شرایط رفاه و آسایش برای انسان در ساختمان و مسکن می‌باشد در این راستا وظیفه آب و هواشناسان جمع‌آوری و تنظیم داده‌ها به‌منظور تعیین آب و هوای حاکم بر محل و توصیه‌های مناسب در زمینه فعالیت‌های انسانی مطلوب و سازگار با آن شرایط است. گرچه تکنیک‌های معماری امروزه دامنه بسیار وسیع‌تر از تکنیک‌های گذشته دارد، اما همسویی آن با اقلیم نقش بسیار مؤثرتری می‌تواند داشته باشد. بنابراین در برنامه‌ریزی‌های توسعه عمران یک منطقه، آب و هوا نقش اصلی هدایت را برعهده دارد و علم آب و هواشناسی کاربردی‌ترین علم محسوب می‌شود (علی‌جانی، ۱۳۷۳: ۴۶). اغلب شکل‌هایی که امروزه برای ساختمان‌ها استفاده می‌شود، از نظر ایجاد شرایط درون ساختمان‌ها کارایی لازم را ندارند. متخصصان ساختمان‌سازی روزبه‌روز بیشتر از این موضوع آگاهی پیدا می‌کنند و چنانچه در برنامه‌ریزی زمین دقت لازم اعمال گردد، حتی در اقلیم‌های بسیار نامساعد می‌توان از طریق سازه و شکل ساختمان و محیط خارجی نزدیک ساختمان مصرف انرژی را پایین نگه داشت. برنامه‌ریز باید از رابطه بین مصرف انرژی و اقلیم محلی به‌خصوص اگر بخواهد هزینه را برای مصرف‌کننده به حداقل برساند آگاهی داشته باشد (بحرینی و کریمی، ۱۳۸۱: ۸۹).

## پیشینه تحقیق

### الف. خارج از کشور

در زمینه انطباق معماری و طراحی مسکن با شرایط اقلیمی و آسایش حرارتی انسان از زمان‌های دور در بسیاری از نقاط دنیا صورت گرفته است. سام و چنگ (۱۹۹۷)، در هنگ‌کنگ بررسی‌های مهمی برای استفاده از عناصر اقلیمی در طراحی معماری و انرژی ساختمان انجام دادند و استفاده از شرایط اقلیم محلی را برای بهبود طراحی‌های اقلیمی و شبیه‌سازی انرژی ساختمان توصیه کردند. جانسون (۱۹۹۸)، در مقاله‌ای به تشریح نقش معماری سنتی خاورمیانه در انطباق با اقلیم پرداته و نمونه‌های متعددی را ذکر می‌نماید که بیانگر به‌کارگیری معماری

همساز با اقلیم این ناحیه است. بوگا و اولا (۲۰۰۳)، به‌منظور تعیین شاخص‌های قابل اطمینان - برای حفاظت از فشارهای حرارتی در نیجریه، شاخص‌های مختلف از جمله شاخص ماهانی - آوانز، نمودار زیست اقلیم و حرارت مؤثر را با هم مقایسه کردند. امانوئل (۲۰۰۵)، به بررسی تأثیر تغییرات پوشش زمین در آسایش حرارتی شهر کلمبو سریلانکا پرداخت و نتیجه گرفت که روند افزایش آسایش حرارتی ناشی از تغییرات پوشش زمین بویژه ساختمان‌ها و جاده‌ها می‌باشد. توی و همکاران (۲۰۰۷)، به مطالعه و تعیین شرایط آسایش بیوکلیماتیک در شهر ارزروم در سه منطقه روستایی، شهری و منطقه شهری جنگلی ترکیه پرداختند و نتیجه گرفتند که مناطق شهری جنگلی سازگاری بیشتری با شاخص آسایش حرارتی مورد استفاده دارد.

### ب. داخل کشور

در ایران نیز مطالعات متعددی برای شناخت ویژگی‌های معماری مسکن در نواحی مختلف انجام شده است. جهانبخش (۱۳۷۲)، به ارزیابی زیست اقلیم و نیازهای حرارتی ساختمان در شهر تبریز پرداخت. وی با استفاده از روش بیکرا<sup>۱</sup> و مؤلفه‌های دما و باد، فشار بیوکلیمایی را در این شهر تعیین و سپس با استفاده از روش دمای مؤثر با رسم نمودار ترموایزوپلیت به تعیین محدوده‌های زمانی آسایش و تعیین محدوده‌های نیاز به سایه و آفتاب در شهر پرداخته است. علیجانی (۱۳۷۳)، نیز ضمن استفاده از مدل‌های گیونی، دمای مؤثر و رابطه‌های محاسبه ارتفاع خورشید و سایه و تعیین انرژی تابشی خورشید به تعیین محدوده‌های آسایش و نیازمندی حرارتی شهر تبریز پرداخته و بر نقش و اهمیت اقلیم‌شناسان در مطالعات معماری همساز با اقلیم تأکید کرده است. آسیایی و همکاران (۱۳۸۳)، به صورت کلی به مطالعه ویژگی‌های اقلیمی و نقش آن در معماری همساز در جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی در ایران پرداخته‌اند. رنجبر و آزادی (۱۳۸۴)، در یک بررسی از ساختمان‌های تهران به این نتیجه رسیدند که، انطباق هر چه بیشتر ساختمانها با شرایط اقلیمی جهت ایجاد حداکثر آسایش از ضروریات امروزی است. فرج‌زاده و همکاران (۱۳۸۶)، در پژوهشی در مورد شهر سنندج به این نتیجه رسیدند که، بر اساس معیار ماهانی، بافت قدیم شهر بیشترین سازگاری با اقلیم محلی و بافت

1 .Becker

ایران)

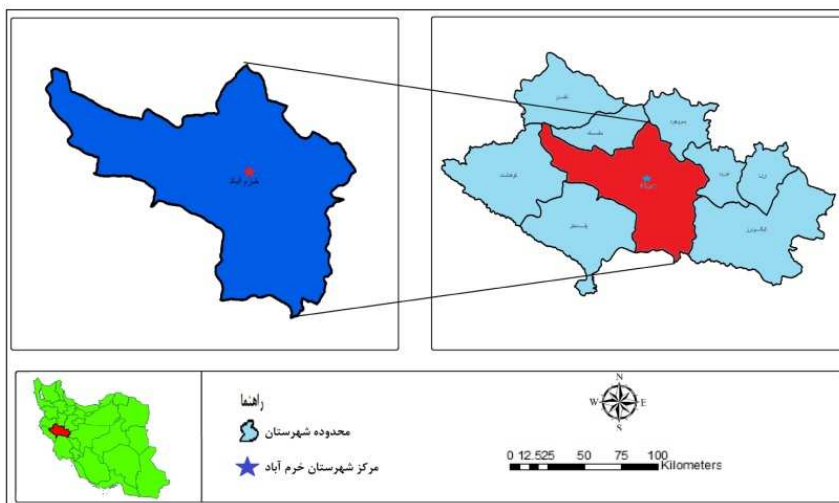
جدید کمترین سازگاری را دارد. در مجموع می‌توان گفت که حدود ۵۰ درصد از مسکن شهر سنندج با شرایط اقلیمی محل سازگار هستند. ملک حسینی و ملکی (۱۳۸۹)، در تحقیقی به بررسی وضعیت آسایش اقلیمی و معماری همساز با اقلیم دریافتند که، در شهر اراک نزدیک به ۴۰ درصد از مواقع سال برای گرم کردن فضای داخل ساختمان باید از گرمایش مکانیکی استفاده کرد و شرایط آسایش در حدود ۲۵ درصد از مواقع سال برقرار است و در بقیه مواقع سال (نزدیک به ۳۵ درصد از مواقع سال) هوا گرم بوده و باید از سرمایش مکانیکی استفاده نمود. صفایی‌پور و طاهری (۱۳۸۹)، با بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری شهر لالی به این نتیجه رسیدند که، بهترین جهت قرارگیری ساختمان‌ها جهت شمالی جنوبی با کشیدگی شرقی- غربی است، به طوری که و معماری ساختمان به صورت فشرده همراه با حیاط باشد و فاصله‌گذاری بین ساختمان‌ها بافت فشرده و متراکم مناسب‌تر است. لشکری و همکاران (۱۳۹۰)، با بررسی آسایش در خارج و داخل بنا براساس شاخص پن واردن و ماهانی در شرایط اقلیمی اهواز به این نتیجه رسیدند که، مجموعه‌های ساختمانی بهتر است که دارای بافت متراکم و فشرده باشند و در رابطه با فاصله بین ساختمان‌ها باید فاصله بین ساختمان‌ها بر اساس سایه تعیین شود. هدف این تحقیق ارائه راهکارهایی جهت ایجاد آسایش از طریق طراحی ساختمان‌های متناسب و سازگار با اقلیم منطقه و در نتیجه کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن است.

## مواد و روش‌ها

### الف. مواد

در بررسی اقلیمی شهر خرم‌آباد از آمار و داده‌های ۵۸ ساله (۱۳۳۱-۱۳۸۹)، عناصر آب و هوایی این شهر از جمله دما، بارندگی، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی، جهت و سرعت وزش باد ایستگاه سینوپتیک این شهر، به صورت پارامترهای حداکثر، حداقل و میانگین استفاده شده است. شهر خرم‌آباد مرکز استان لرستان در طول جغرافیایی ۴۵.۱۷ و عرض جغرافیایی ۳۳.۲۶ درجه قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۴۷ متر است. این شهرستان از شمال به شهرستان دلفان، از مشرق به شهرستانهای بروجرد، درود و الیگودرز، از جنوب به شهرستان‌های پلدختر و دره شهر، و از مغرب به شهرستان کوهدشت محدود شده است. این شهر در دره‌ای باصفا در میان

رشته کوه‌های زاگرس محصور است.



شکل ۱: محدوده منطقه مورد مطالعه خرم‌آباد (مأخذ: نگارنده)

ب. روشها

پس از جمع‌آوری، استانداردسازی و میانگین‌گیری پارامترهای ذکر شده با استفاده از نرم‌افزار Excel، نمودارهای مربوطه استخراج و ارائه شده‌اند. همچنین با استفاده از شاخص‌های اقلیمی دمای مؤثر، اولگی، گیونی، ماهانی پیشنهادهای لازم جهت طراحی و معماری همساز با اقلیم ارائه گردیده است.

### اقلیم شهر خرم‌آباد

دما، بارش و رطوبت

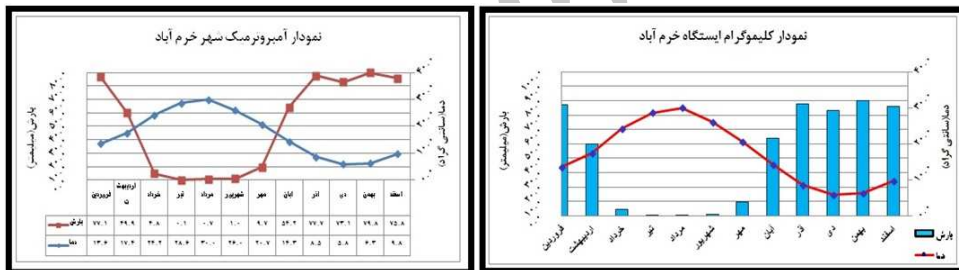
با بررسی مقدماتی مسئله و مطالعه ویژگی‌های اقلیمی شهر خرم‌آباد، مشخص می‌شود که دمای هوا در بخش بزرگی از سال بسیار سرد است و در سردترین مواقع حتی به ۱۵- درجه سانتی‌گراد نیز می‌رسد. در طول تابستان روزهای نسبتاً گرمی وجود دارد ولی شب‌ها دما به شدت افت می‌کند و سرد می‌شود (برنامه آمایش استان لرستان، ۲۱:۱۳۷۸). خلاصه وضعیت بارش و دمای شهر خرم‌آباد در جدول ۱ درج شده است. (آمار سازمان هواشناسی استان لرستان، ۱۳۸۹).

جدول ۱: خلاصه وضعیت بارش و دمای سالانه شهر خرم‌آباد طی دوره آماری ۵۸ ساله (۱۳۳۱-۱۳۸۹)

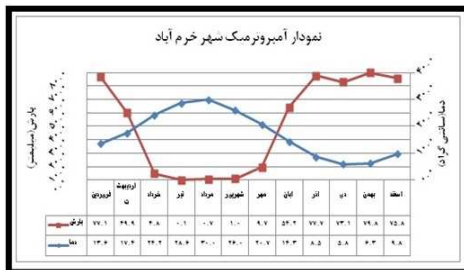
	میانگین بارش سالانه	میانگین حداکثر بارش سالانه	میانگین حداقل بارش سالانه	حداکثر بارش ۲۴ ساعته
میلیمتر	۵۰۹	۸۱۴/۶	۲۲۰/۸	۹۸
حداقل دمای مطلق (سانتی‌گراد)	حداکثر دمای مطلق (سانتی‌گراد)	حداقل دمای سالانه (سانتی‌گراد)	حداکثر دمای سالانه (سانتی‌گراد)	متوسط دمای سالانه (سانتی‌گراد)
-۱۴/۶	۴۷	۹/۱	۲۵/۳	۱۷/۲

منبع: سازمان هواشناسی استان لرستان (۱۳۸۹)

با نگاه به ارقام بارش متوسط ماهانه مندرج در جدول شماره (۱) و نمودار کلیموگرام شکل (۲)، وجود رژیم فصلی بارش در شهر خرم‌آباد مشخص است. این رژیم بارشی مانند سایر نواحی ایران به علت استیلای پرفشار جنب حارهٔ آزور در سطوح بالای جو در طول فصل گرم سال و خروج منطقه از تأثیرات جبههٔ قطبی و موج بادهای غربی است. همچنین با توجه به نمودار آمبروترمیک (شکل ۳)، ایستگاه خرم‌آباد، ماه‌های خشک این شهر از اواسط اردیبهشت ماه شروع شده و تا اواسط آبان ماه ادامه دارد.

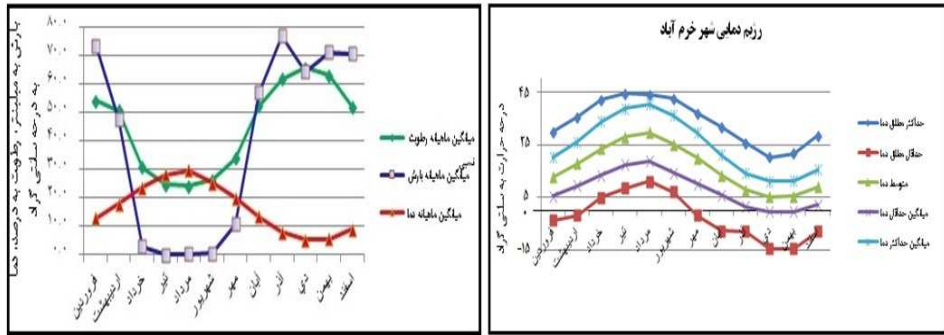


شکل ۲: نمودار کلیموگرام ایستگاه خرم‌آباد



شکل ۳: نمودار آمبروترمیک شهر خرم‌آباد

براساس شکل (۴)، می‌توان نتیجه گرفت ماه‌های دی و بهمن سردترین ماه‌های سال، و ماه‌های تیر و مرداد گرمترین ماه‌های سال در ایستگاه خرم‌آباد می‌باشد براساس شکل (۵)، چنین استنتاج گردید که میانگین حداکثر رطوبت نسبی ماهیانه به میزان ۶۶ درصد در دی ماه ثبت شده است و حداقل رطوبت نسبی در مقیاس ماهیانه معادل ۲۴ درصد در تیر و مرداد اتفاق افتاده است.



شکل ۴: پارامترهای اصلی پنجگانه دما برحسب درجه سانتی‌گراد خرم‌آباد

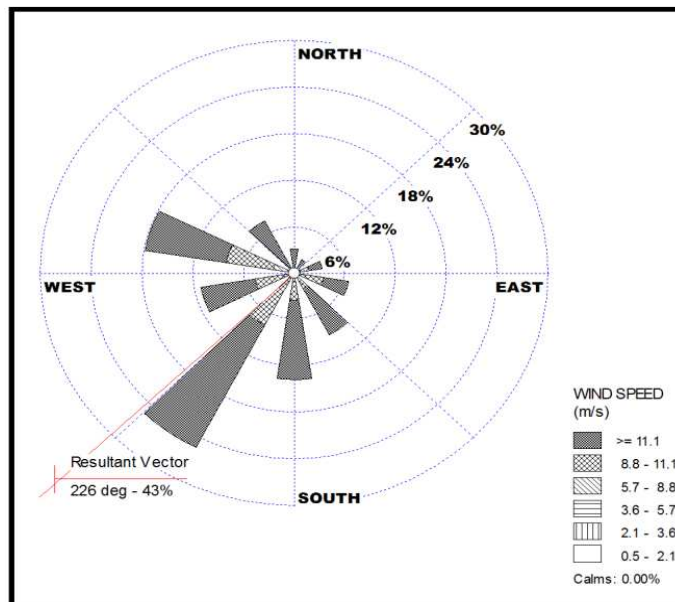
شکل ۵: مقایسه میانگین ماهیانه دما، بارندگی و رطوبت نسبی خرم‌آباد

### ساعات آفتابی و یخبندان

در ایستگاه خرم‌آباد روند تغییرات ساعات آفتابی از ماهی به ماه دیگر تغییرات زیادی را از خود نشان می‌دهد، به طوری که میانگین ماهانه بیشترین ساعات آفتابی مربوط به تیرماه با ۳۴۲ ساعت و کمترین ساعات آفتابی نیز با ۱۵۴ ساعت به دی ماه اختصاص دارد که تقریباً دو برابر کمتر از تیرماه است. همچنین روزهای یخبندان در ایستگاه خرم‌آباد، به طور سالانه بین ۴۷ تا ۹۷ روز در نوسان است، یعنی حدود ۱/۵ تا ۳ ماه در سال دارای یخبندان می‌باشد که بیشترین تعداد آن به میزان ۲۶ روز در دی ماه بوده است.

### اثر باد

بر اساس داده‌های باد ایستگاه خرم‌آباد (شکل شماره ۶)، بادهای عمومی منطقه عمدتاً از جنوب غربی و غرب می‌وزند که منشأ آنها اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه است. جهت وزش باد غالب در فصول پاییز و تابستان جنوب‌غربی است. در فصل زمستان سرعت بادهای اصولاً زیاد و جهت وزش باد غالب در ماه اول فصل (دی) و در اسفند ماه جنوبی است. در فصل پاییز بادهای نسبتاً شدید از سمت جنوب‌غربی و غرب می‌وزد. سرعت بادهای غالب در این شهر به طور نسبی در ماه‌های سرد بیشتر از ماه‌های گرم است و جهت باد غالب در این شهر جنوب‌غربی می‌باشد.



شکل ۶: جهت وزش سالانه باد غالب شهر خرم‌آباد (مأخذ: نگارنده)

### تعیین اقلیم شهر خرم‌آباد

با بررسی آمار و داده‌های ایستگاه هواشناسی شهر خرم‌آباد، مشخص شد که آب و هوای شهر خرم‌آباد خصوصیات اقلیمی سرد و کوهستانی ایران را داراست. اقلیم شهر خرم‌آباد با توجه به روش دومارتن در گروه نیمه‌خشک و با توجه به روش اقلیمی آمبرژه محدوده اقلیم نیمه مرطوب سرد، و براساس طبقه‌بندی کوپن در منطقه آب و هوای مدیترانه‌ای با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب (CSA) قرار می‌گیرد (پروانه و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۳).

### بحث و بررسی (روش‌های تحلیل منطقه آسایش حرارتی در ایستگاه خرم‌آباد)

#### شاخص دمای مؤثر

دمای مؤثر یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده محدوده آسایش محسوب می‌شود که به دمای خشک و تر وابسته است و شرایط راحتی و آسایش انسان را متناسب با جهت وزیدن باد نشان می‌دهد (کسمایی، ۱۳۶۸: ۸۵). برای به دست آوردن دمای مؤثر، به دمای تر (دمای مرطوب)، نیاز می‌باشد. دمای تر با استفاده از نمودار سایکروترمیک با وارد کردن میانگین دمای ماهانه هر ماه

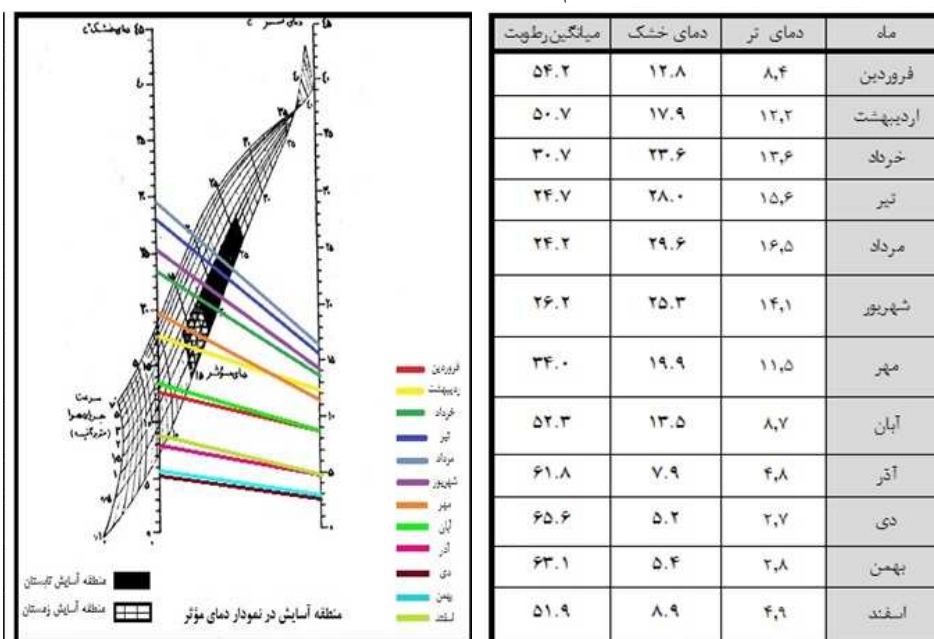


روی محور افقی و سپس وارد کردن رطوبت نسبی، از محل تلاقی با خط مورب دمای تر هر ماه بدست می‌آید (جدول شماره ۲). این کار برای تمام ماه‌ها انجام و نتیجه آن در شکل شماره ۷ درج شده است. با استفاده از این روش می‌توان سرعت باد مؤثر را نیز بدست آورد. بر اساس نمودار دمای مؤثر (شکل ۷)، وضعیت گرمایی محدوده آسایش حرارتی ایستگاه خرم‌آباد نتایج زیر را در پی داشت:

۱. بررسی نمودار دمای مؤثر نشان می‌دهد که، ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور، با دمای مؤثر و با سرعت تا ۱/۵ متر بر ثانیه، در منطقه آسایش قرار می‌گیرد.
۲. ماه مهر و اردیبهشت با دمای مؤثر و با سرعت ۱/۱ تا ۵/۵ متر بر ثانیه در منطقه آسایش قرار می‌گیرد و انسان با لباس درون خانه در حال استراحت و فعالیت سبک احساس راحتی می‌کند.
۳. ماه‌های فروردین و آبان، زیر منطقه آسایش، ولی نزدیک آن قرار دارند که با پوشش مناسب، فعالیت نیمه‌سنگین و انرژی تابشی خورشید می‌توان نیاز حرارتی انسان تأمین می‌شود.
۴. ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند، زیر منطقه آسایش قرار دارند و با پوشش لباس ضخیم، فعالیت سنگین، گرمای تابشی خورشید و یا مصرف انرژی، نیاز حرارتی انسان تأمین می‌شود. بنابراین در این ماه‌ها اقدامات معماری جهت جذب انرژی خورشید و نفوذ به درون ساختمان و جلوگیری از خروج دما، از ضروریات است.

با توجه به نتایج بالا محدوده دمایی منطقه آسایش در تابستان برای شهر خرم‌آباد، بین ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و برای فصل زمستان بین ۱۳/۵ تا ۱۹ درجه سانتی‌گراد خواهد بود که انسان در این دماها احساس آسایش می‌کند.

جدول ۲: محاسبه دمای تر ایستگاه خرم‌آباد



شکل ۷: نمودار دمای مؤثر شهر خرم‌آباد (مأخذ: نگارنده)

### شاخص زیست- اقلیمی اولگی

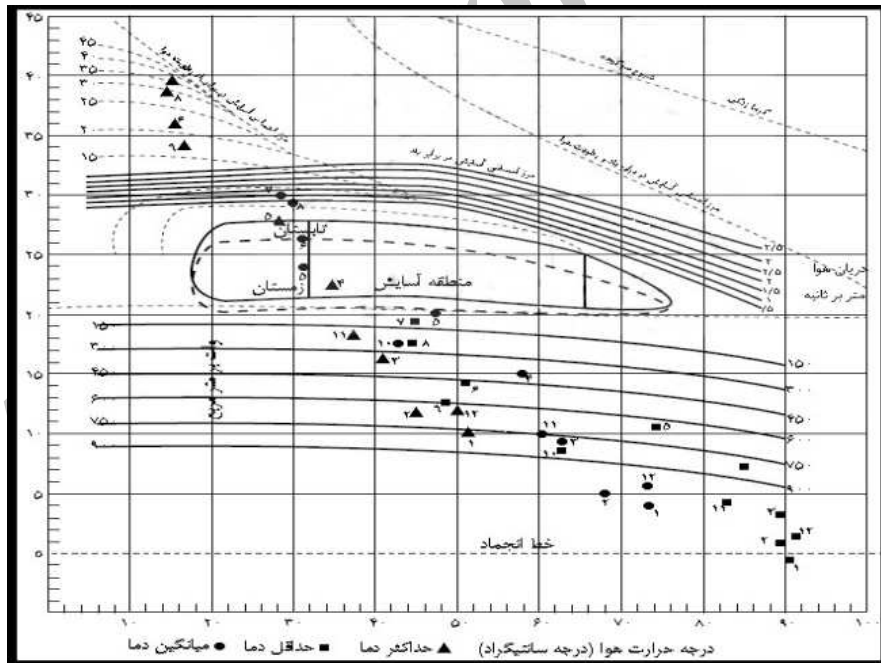
در این شاخص، با انتقال دما و رطوبت ماهانه در طول یک سال روی نمودار، ضمن مشخص شدن شرایط گرمایی هوای آن منطقه، می‌توان شرایط بحرانی هوا یا دوام سرما و گرمای سالانه هوا را نیز به دست آورد (رازجویان، ۱۳۶۷: ۳۸). در نمودار بیوکلیماتیک اولگی (شکل ۸)، و جدول شماره ۳، وضعیت حرارتی ماه‌های شهر خرم‌آباد مشخص شده است که بر اساس آن می‌توان شرایط بحرانی هوا یا دوام سرما و گرمای سالانه هوا را به شرح زیر به دست آورد:

۱. ماه‌های تیر و مرداد در بالای منطقه آسایش قرار دارند و لازم است هم به وسیله جریان هوا و هم تبخیر ذرات آب موجود در هوا، آسایش لازم را تأمین کرد.
۲. ماه‌های خرداد و شهریور داخل منطقه آسایش قرار می‌گیرند. در این حالت، انسان در سایه و در وضعیتی که سرعت هوا نامحسوس باشد (کمتر از یک متر بر ثانیه)، احساس راحتی می‌کند.

۳. اردیبهشت گرچه در پایین و نزدیکی منطقه آسایش قرار دارد، اما در این ماه در طول روز و با تابش مستقیم آفتاب و دریافت گرمای تابش ۱۵۰ وات بر متر مربع، در داخل منطقه آسایش قرار می‌گیرد.
۴. در ماه‌های مهر، فروردین و آبان، انسان به‌طور عادی شرایط دمایی ندارد، مگر در معرض دریافت مستقیم نور خورشید قرار گیرد.
۵. در ماه‌های اسفند، بهمن، دی و آذر، آسایش مورد نیاز فقط با استفاده از وسایل گرمایشی تأمین می‌شود (پروانه و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۶).

جدول ۳: مقادیر ماهانه دمای خشک و رطوبت نسبی در ایستگاه خرم‌آباد

شماره ماه در نمودار ماه	دی ۱	بهمن ۲	اسفند ۳	فروردین ۴	اردیبهشت ۵	خرداد ۶	تیر ۷	مرداد ۸	شهریور ۹	مهر ۱۰	آبان ۱۱	آذر ۱۲
دمای خشک	۵/۲	۵/۴	۸/۹	۱۲/۸	۱۷/۹	۲۳/۶	۲۸	۲۹/۶	۳۵/۳	۱۹/۹	۱۳/۵	۷/۹
رطوبت نسبی	۶۵/۶	۶۳/۱	۵۱/۹	۵۴/۲	۵۰/۷	۳۰/۷	۲۴/۷	۲۴/۲	۲۶/۳	۳۴	۵۲/۳	۶۱/۸



شکل ۸: وضعیت قرارگیری ماه‌های سال در نمودار اولگی (مأخذ: پروانه و همکاران، ۱۳۸۹)

روش جداول ماهانی<sup>۱</sup>

این شاخص برای نخستین بار در سال ۱۹۷۱ توسط کارل ماهانی عرضه و سپس تکمیل شد. در این روش، ابتدا با توجه به دما و رطوبت نسبی هوا در هر یک از ماه‌های سال، نوسان روزانه، نوسان سالانه، متوسط دمای هوا و وضعیت هوا در ارتباط با آسایش انسان بررسی می‌شود و سپس با به‌دست آوردن شاخص‌هایی، ویژگی‌های عناصر ساختمانی تعیین می‌شود. ماهانی منطقه آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به معدل سالیانه دمای محل مورد مطالعه و معدل رطوبت نسبی همان ماه طبق جدول ۴ تعیین کرد (رازجویان، ۱۳۶۷: ۷۱). در این روش بهتر است تمام اعداد، به اعداد صحیح (با اختلاف کمتر از  $0.5$  تا  $0.5$  - درجه) تبدیل شوند (کسمایی، ۱۳۶۸: ۳۸۳).

## جداول گروه اول ماهانی

این جداول شامل دمای ماهانه هوا، رطوبت نسبی ماهانه، بارندگی ماهانه و جهات باد غالب می‌باشد.

جدول ۴: میانگین دمای ماهانه هوا

نام محل	خرم‌آباد ایران
طول جغرافیایی	۴۵.۱۷ درجه طول شرقی
عرض جغرافیایی	۳۳.۳۶ درجه عرض شمالی
ارتفاع از سطح دریا	۱۱۴۷ متر

دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
متوسط حداکثر ماهانه	۲۰.۵	۲۶.۵	۳۴	۳۹	۴۰.۵	۳۶.۵	۳۰.۵	۲۲	۱۴.۵	۱۱.۵	۱۲	۱۶
متوسط حداقل ماهانه	۶.۵	۱۰.۵	۱۴.۵	۱۸.۵	۲۰	۱۵.۵	۱۱	۷	۲.۵	۰.۵	۰.۵	۳.۵
متوسط نوسان ماهانه	۱۴	۱۶	۲۰	۲۱.۵	۲۰.۵	۲۱	۱۹.۵	۱۴	۱۲	۱۱	۱۱.۵	۱۲.۵

متوسط سالانه (AMT)	۲۰/۵	بالاترین	۴۰/۵
متوسط نوسان سالانه (AMR)	۴۰	پایین‌ترین	۰/۵

مأخذ: کسمایی، ۱۳۶۸

### رطوبت

در این مرحله باید جدول (جدول شماره ۵)، بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی، متوسط حداکثر (برداشتهای صبح زود) و متوسط حداقل (برداشتهای اوایل بعدازظهر)، ماهانه رطوبت نسبی (RH)، تکمیل و مورد تحلیل قرار گیرد.

جدول ۵: جدول گروه رطوبتی ماهانی

رطوبت نسبی (درصد)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
متوسط حداکثر ماهانه	۷۰	۶۴	۴۴	۳۵	۳۳	۳۶	۴۵	۶۵	۷۴	۷۸	۷۷	۷۲
متوسط حداقل ماهانه	۳۰	۲۴.۵	۱۴	۱۱.۵	۱۱.۵	۱۲	۱۷	۲۸.۵	۳۸.۵	۴۴	۴۱.۵	۳۳
متوسط	۵۰	۴۴.۵	۲۹	۲۳.۵	۲۲.۵	۲۴	۳۱	۴۷	۵۶.۵	۶۱	۵۹.۵	۵۲.۵
گروه رطوبتی	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۳	۳

در صورتی که رطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد باشد	۱	گروه رطوبتی
۳۰-۵۰ درصد	۲	
۵۰-۷۰ درصد	۳	
بیش از ۷۰ درصد	۴	

مأخذ: کسمایی، ۱۳۶۸

### بارندگی و باد

در این مرحله داده‌های مربوط به متوسط بارندگی ماهانه (جدول ۶)، را وارد و سپس مجموع آن را محاسبه کرده تا بارش سالانه ایستگاه مشخص شود. بعد از این مرحله، برای مشخص شدن نوسان وزش باد، جهت اولین و دومین حداکثر به ترتیب عنوان به جهت وزش باد غالب و بادهای درجه دوم (جدول ۷)، را وارد جدول می‌کنیم. بهتر است در صورت امکان ۱۶ جهت اصلی جغرافیایی تعیین شود. مثلاً: شمال، شمال شمال شرقی، شمال شرقی، شرق شمال شرقی و غیره (کسمایی، ۱۳۶۸: ۳۸۵).

جدول ۶: متوسط بارندگی ماهانه ایستگاه خرم‌آباد

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
بارش (میلی‌متر)	۷۷	۵۰	۵	۰	۰	۰	۹/۵	۵۴/۵	۷۷/۵	۷۳	۷۹/۵	۷۶	۵۰۲

جدول ۷: جهت وزش باد غالب و بادهای درجه دوم

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
باد غالب	SW	S	SW	SW	SW	SW	SW	W	SW	W	SW	S
باد درجه دوم	W	SW	S	W	W	W	W	SW	W&SW	SW	W	SW

## جداول گروه دوم ماهانی

جداول این گروه شامل حدود آسایش و تشخیص حدود بالا و پایین آسایش در روز و شب می‌باشد. این آسایش به وسیله متوسط دمای سالانه و گروه رطوبتی هر ماه تعیین شده است (جدول ۸).

۱. گرم: در صورتی که متوسط دما بالای حد آسایش باشد.
۲. مناسب: در صورتی که متوسط دما بین حدود آسایش باشد.
۳. سرد: در صورتی که متوسط دما زیر حد آسایش باشد.

## جدول ۸: حدود آسایش حرارتی در شب و روز

دما درجه سانتی‌گراد	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	متوسط سالانه
متوسط حداکثر ماهانه	۲۰.۵	۲۶.۵	۳۴	۳۹	۴۰.۵	۳۶.۵	۳۰.۵	۲۲	۱۴.۵	۱۱.۵	۱۲	۱۶	۲۰.۵
حد بالای آسایش روز	۲۹	۲۹	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۱	۳۱	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	
حد پایین آسایش روز	۲۳	۲۳	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	
متوسط حداقل ماهانه	۶.۵	۱۰.۵	۱۴.۵	۱۸.۵	۲۰	۱۵.۵	۱۱	۷	۲.۵	۰.۵	۰.۵	۰.۵	۳.۵
حد بالای آسایش شب	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۴	۲۴	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	
حد پایین آسایش شب	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	
وضعیت حرارتی روز	سرد	مناسب	گرم	گرم	گرم	گرم	مناسب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	
وضعیت حرارتی شب	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	

مأخذ: کسمایی، ۱۳۶۱

## جداول گروه سوم

بعد از مشخص شدن وضعیت حرارتی ایستگاه و مشخص شدن راحتی یا عدم راحتی ماه‌های مختلف از لحاظ آسایش انسان، وضعیت خشک و یا مرطوب بودن هرماه مشخص و نتایج آن در جدول ۹ تدوین گردید. برطبق این جدول، ماه‌های اردیبهشت تا مهر شاخص خشکی A1 انتخاب شد. این شاخص بیانگر وضعیتی است که در آن به علت نوسان زیاد (بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) گرمای روز و رطوبت نسبی کم، نوسان زیاد موجب ناراحتی می‌شود. با توجه به این مشکل نیاز است در طراحی ساختمان‌ها به این نکته توجه کرده و از مصالح با ظرفیت گرمایی متوسط به بالا استفاده شود. برای ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور، شاخص خشکی A2 انتخاب شد که بیانگر وجود شب‌های گرم یا معتدل همراه با رطوبت نسبی کم در محیط می‌باشد.

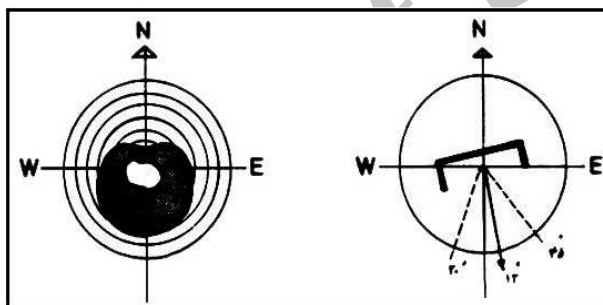
در این شرایط خوابیدن در هوای آزاد، یا استفاده از وسایل سرمازا (کولرو غیره)، از جمله راه‌های رهایی از عدم آسایش است. این حالت تقریباً به این علت است که منطقه در عرض جغرافیایی تقریباً پایین قرار دارد و کمبود رطوبت نسبی در محیط عامل ایجاد چنین وضعیتی در محیط شده است. برای اوایل فروردین و همچنین از آبان تا اسفندماه نیز شاخص خشکی A3 انتخاب شد که نشانگر شرایط اقلیمی سرد در محیط می‌باشد. راه مقابله با این شرایط، استفاده از انرژی در جهت گرمایش فضاهای داخلی ساختمان‌ها می‌باشد. این شاخص نماینده مواقعی است که دمای روز از حداقل دمای منطقه آسایش در معیار ماهانی پایین‌تر است و در نتیجه سرمای زیاد ایجاد ناراحتی می‌کند. در این ایستگاه مشخص شد که هیچکدام از فاکتورهای مربوط به شاخص وضعیت مرطوب انتخاب نشد. یعنی در ایستگاه خرم‌آباد همزمان با افزایش دما، رطوبت نسبی کاهش می‌یابد و این با شرایط محیطی منطقه مطابقت دارد.

جدول ۹: وضعیت خشک و یا مرطوب بودن هر ماه در ایستگاه خرم‌آباد

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	کل
رطوبت H1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
خشکی A1	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۶
A2	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۴
A3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۶

در مرحله بعدی تعداد ماه‌هایی را که بر اساس مفاهیم شاخص، خشک و مرطوب مشخص شدند، به پیشنهادات جزئیات ساختمان منتقل، و به تحلیل آنها پرداخته شد. که نتایج زیر را در پی داشت: به‌طور کلی، براساس جداول چهارگانه ماهانی در شرایط اقلیمی خرم‌آباد مجموعه‌های ساختمانی بهتر است که دارای بافت متراکم و فشرده باشند و در رابطه با فاصله بین ساختمان‌ها باید فاصله بین آن‌ها بر اساس سایه تعیین شود. از لحاظ شکل‌گیری ساختمان باید جهت شمالی - جنوبی داشته باشد، یعنی محور طولی‌تر ساختمان در جهت شرقی - غربی باشد تا امکان بهره‌گیری حداکثر از انرژی تابشی خورشید در مواقع سرد سال فراهم گردد (شکل شماره ۹). ابعاد بازشوهای کوچک باید مساحتی در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد مساحت نمای ساختمان یا برای در و پنجره‌ها را دربر داشته باشد. مصالح ساختمانی، دیوارهای داخلی و خارجی و باها بایستی

سنگین و با زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت باشد. محل مناسبی برای خوابیدن در فضاهای آزاد در طی ۳ تا ۴ ماه (خرداد تا اوایل شهریور) از سال در نظر گرفته شود. در شش ماه از سال که در شاخص A1 قرار می‌گیرند، باید جدار ساختمان‌ها از مصالحی با ظرفیت گرمایی متوسط تا زیاد انتخاب شوند. همچنین به‌منظور کاهش اتلاف حرارت فضاهای داخلی ساختمان، بهتر است فرمی فشرده و پلان آن نزدیک به مربع باشد. در چنین پلانی، بهتر است فضاهای گرم‌تر در مرکز پلان ساختمان و فضاهای کم‌اهمیت‌تر مانند؛ انباری به عنوان عایق حرارتی در قسمت‌های سرد، شمال یا غرب پلان قرار داده شود. همچنین در طراحی پلان ساختمان باید توجه داشت که فضاهای اصلی در سمت جنوب پلان واقع شود و امکان نفوذ آفتاب زمستانی به فضای داخلی وجود داشته باشد، اتاق‌ها به هم چسبیده، و برای جریان موقتی هوا پیش‌بینی‌های لازم صورت پذیرد.



شکل ۹: جهت مناسب استقرار ساختمان در مناطق سرد و کوهستانی (منبع: کسمایی، ۱۳۶۸)

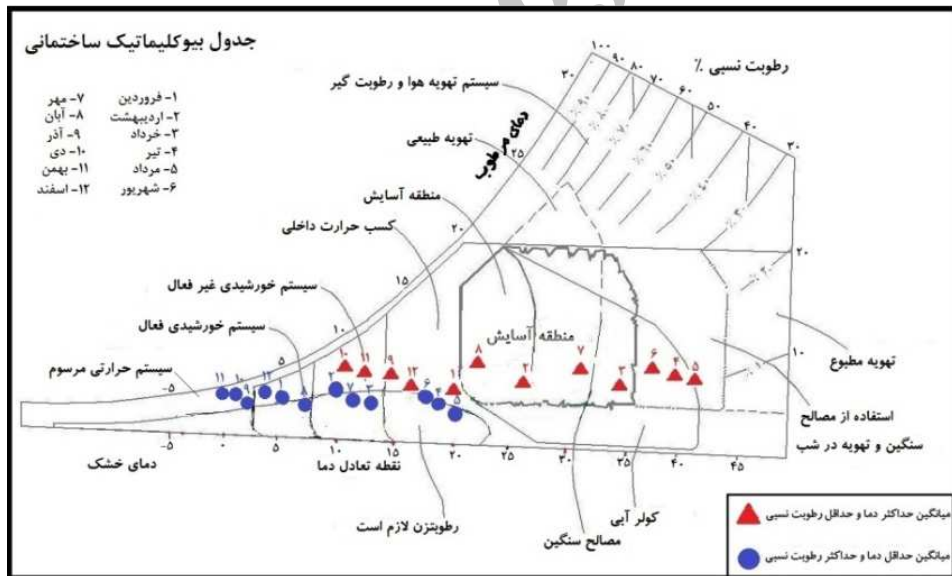
### شاخص بیوکلیماتیک گیونی

این روش، علاوه بر آنکه منطقه آسایش انسان را به‌طور دقیق‌تری در رابطه با دما و رطوبت هوا (به صورت دمای مرطوب، رطوبت نسبی و فشار بخار) نشان می‌دهد، حدود سودمندی عناصر متفاوت ساختمانی را هم در تنظیم شرایط حرارتی هوای داخل ساختمان، مشخص می‌سازد. با انتقال شرایط آب و هوایی شهرهای گوناگون روی جدول بیوکلیماتیک ساختمانی، می‌توان ویژگی‌های این شهرها را بررسی و آنها را بر این اساس طبقه‌بندی کرد (رازجویان، ۱۳۶۷: ۵۲). پس از تجزیه و تحلیل و وضعیت قرارگیری ماه‌های سال در نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی



گیونی (شکل شماره ۱۰) نتایج زیر حاصل شد:

- محل قرار گرفتن ماه‌های اردیبهشت و آبان گویای آن است که استفاده از مصالح متناسب با اقلیم (مصالح سنگین)، تأثیر زیادی در گرم کردن ساختمان خواهد داشت و استفاده از سیستم‌های خورشیدی غیرفعال نیز مؤثر می‌باشد.
- ماه‌های فروردین، اسفند و آذر در موقعیتی قرار دارند که برای ایجاد آسایش، باید از وسایل گرمایی برای کسب حرارت داخل ساختمان استفاده کرد. همچنین در این ماه‌ها سیستم‌های فعال خورشیدی نیز می‌تواند مؤثر باشد.
- ماه‌های گرم نظیر خرداد، تیر، مرداد و شهریور در محدوده‌ای قرار دارند که، کمبود رطوبت هوا باعث سوزش و خارش می‌شود. برای جلوگیری از این امر، استفاده از وسایلی مانند کولر آبی که رطوبت هوا را بالا می‌برند ضروری می‌باشد.
- قرار گرفتن ماه‌های دی و بهمن در محدوده سرد تنها با سیستم‌های حرارتی مرسوم، نظیر بخاری و غیره قابل آسایش خواهند بود.



شکل ۱۰: نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی شهر خرم‌آباد با روش گیونی (مأخذ، نگارنده)

با توجه به نتایج نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی گیونی برای شهر خرم‌آباد، پیشنهادهایی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

▪ **ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور، در شهر خرم‌آباد:**

- از نفوذ اشعه خورشید از قسمت‌های شفاف جدار (شیشه، پنجره و غیره)، به داخل ساختمان جلوگیری شود.
- از جذب اشعه خورشید به قسمت‌های تیره ساختمان (دیوار و سقف)، ممانعت به عمل آید.
- با استفاده از کاشت درختان مناسب در جلوی پنجره از شدت تابش اشعه خورشید به دیوارهای ساختمان کاسته شود.
- ساختمان را در جهاتی احداث نمود که خورشید در ساعات گرم روز، بر اتاق‌ها مستقیم نتابد. و از رنگ روشن برای دیوارها و پشت بام استفاده شود.
- **ماه‌های فروردین، آذر، دی، بهمن و اسفند که در خارج از محدوده آسایش قرار دارند:**
- برای ایجاد آسایش در داخل ساختمان، حتماً از وسایل گرمایشی استفاده شود.
- سطوح کم‌مقاوت گرمایی نظیر در و پنجره را نسبت به مجموع سطوح خارجی ساختمان به حجم آن را به حداقل تنزل داد یا پلان ساختمان را فشرده طراحی کرد.
- دیوارهای خارجی ساختمان را به عایق حرارتی مجهز ساخت تا بدین وسیله مبادله دما میان محیط داخل و خارج ساختمان کمتر شود.
- طراحی جهت و محیط ساختمان نسبت به باد، طوری باشد که فشار باد روی ساختمان به حداقل ممکن برسد.
- جهت ساختمان را طوری انتخاب کرد که در مواقع لزوم، آفتاب با میل کم به جهات اصلی آن بتابد.
- بهتر است سقف ساختمان به صورت مسطح بنا شود تا در مواقع برفی، برف روی آن به صورت عایق حرارتی در برابر سرما عمل کند.
- بهتر است برای نصب پنجره‌ها، جهتی عکس وزش جهت باد در نظر گرفته شود تا سوزباده‌ها باعث عدم آسایش نشوند.

## نتیجه‌گیری

آب و هوا، یکی از عوامل مهم و اثرگذار بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان، بویژه سلامت و آسایش انسان است. هدف اصلی این تحقیق ارائه راهکارهایی جهت ایجاد آسایش از طریق طراحی ساختمان‌های متناسب و سازگار با اقلیم منطقه و در نتیجه کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن است. برای انجام این کار از روش‌های تعیین آسایش دمای مؤثر، اولگی، ماهانی و گیونی استفاده شده است. با بررسی آمار و داده‌های ایستگاه هواشناسی شهر خرم‌آباد، مشخص شد که آب و هوای شهر خرم‌آباد خصوصیات اقلیمی سرد و کوهستانی ایران را داراست. زمستان‌ها سرد و تا حدودی مرطوب و تابستان‌ها نیمه‌خشک تا خشک است و زمستان‌ها اکثراً طولانی و از ۳ تا ۵ ماه به درازا می‌کشد. بهار و پاییز فصول کوتاهی هستند و تابستان در تیر و مرداد ظاهر می‌شود. به‌طور کلی اقلیم کوهستانی سرد همراه با بادهای خشک و ماه‌های خشک و بی باران در تابستان و زمستان‌های سرد از مشخصات کلی آب و هوایی شهر خرم‌آباد است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، آسایش حرارتی در خرم‌آباد در طی بیشتر شب‌ها مناسب نبوده، ولی در بیشتر ماه‌های سال آسایش حرارتی در روز مناسب بوده است. با توجه به تحلیل شاخص‌ها، در کل ماه‌های فروردین، دی، بهمن، اسفند و آذر خارج از محدوده آسایش بوده و سرما حاکم است و استفاده از وسایل گرمایی و سیستم‌های مکانیکی حرارت‌زا الزامی است. ماه‌های اردیبهشت، آبان و مهر دارای شرایط آسایش و راحتی می‌باشند و ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور نیز گرم بوده و در روز شرایط آسایش وجود ندارد و باید از سیستم‌های تهویه‌کننده و سیستم مکانیکی خنک‌کننده استفاده نمود. لذا می‌توان گفت که نزدیک به ۴۵ درصد از مواقع سال سرما حاکم بوده و برای گرم کردن فضای داخل ساختمان باید از گرمایش مکانیکی استفاده کرد، شرایط آسایش در حدود ۲۵ درصد از مواقع سال برقرار است و در بقیه مواقع سال (نزدیک به ۳۰ درصد از مواقع سال)، هوا گرم بوده و باید از سرمایش مکانیکی استفاده نمود.

در پایان با توجه به نتایج تمامی شاخص‌های مورد استفاده، برای نمایش بهتر آسایش حرارتی در هر یک از شاخص‌ها جدول مقایسه‌ای ترسیم گردید (جدول شماره ۱۱).

جدول ۱۱: محدوده‌های آسایش در شهر خرم‌آباد

شاخص‌ها	محدوده‌ی نیاز به وسایل حرارتی (ماه‌های سرد)	محدوده‌ی نیاز به وسایل تهویه مطبوع (ماه‌های گرم)	محدوده‌ی آسایش حرارتی (ماه‌های مناسب)
دمای مؤثر	آبان تا فروردین	خرداد - تیر - مرداد	مهر - اردیبهشت - شهریور
اولگی	آذر - دی - بهمن - اسفند	خرداد - تیر - مرداد	فروردین - مهر - آبان - اردیبهشت
ماهانی	آبان تا فروردین	خرداد تا شهریور	اردیبهشت - مهر
گیونی	آبان تا فروردین	خرداد تا شهریور	اردیبهشت - مهر

مأخذ: نگارنده

## منابع

۱. اداره کل هواشناسی استان لرستان (۱۳۸۹)، آمار ۵۸ ساله ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد؛
۲. بحرینی، حسین؛ کریمی، کامران (۱۳۸۱)، برنامه‌ریزی محیطی ایران برای توسعه زمین-راهنمایی برای برنامه‌ریزی و طراحی محلی پایدار، انتشارات دانشگاه تهران؛
۳. پروانه، بهروز؛ شاهرخوندی، منصور؛ میرضایی، داریوش (۱۳۸۹)، بررسی میزان سازگاری خانه‌های روستایی دشت خرم‌آباد با طرحی‌های اقلیمی، مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره بیست و چهارم، شماره ۴، صص ۴۲-۵۱؛
۴. جهانپخش، سعید (۱۳۷۷)، ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان، مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره نهم، صص ۶۷-۷۹؛
۵. رازجویان، محمود (۱۳۶۷)، آسایش به وسیله معماری هم ساز با اقلیم، تهران، دانشگاه شهید بهشتی؛
۶. صفایی‌پور، مسعود؛ طاهری، هما (۱۳۸۹)، بررسی عناصر اقلیمی در معماری شهری: مطالعه موردی شهر لالی، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره دوم، صص ۱۰۳-۱۱۶؛
۷. شرکت مهندسی مشاور سبز اندیش پایش (ساپ): (۱۳۸۷)، برنامه آمایش استان لرستان، مرحله اول: تحلیل وضعیت و ساختار موجود، معاونت برنامه‌ریزی استانداری لرستان؛
۸. عبدالحسینی، جواد (۱۳۸۹)، سازگار کردن طراحی خانه‌های مسکونی تبریز و باکو با فرهنگ و اقلیم بومی، شماره هجدهم، سال هشتم، صص ۱۳-۲۴؛
۹. علیجانی، بهلول (۱۳۷۳)، نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع کشور (نقش آب و هوا در طراحی مسکن)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۵، صص ۴۳-۵۴؛
۱۰. فرج‌زاده اصل، منوچهر؛ قربانی، احمد؛ لشکری، حسن (۱۳۷۸)، بررسی انطباق معماری ساختمانهای شهر سنندج با شرایط زیست اقلیمی آن به روش ماهانی، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۲، شماره ۲، صص ۱۶۱-۱۸۰؛
۱۱. کسمایی، مرتضی (۱۳۶۸)، راهنمای طراحی اقلیمی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، آذر ماه ۱۳۶۸؛
۱۲. کسمایی مرتضی (۱۳۷۲)، پهنه‌بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط‌های مسکونی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن؛
۱۳. لشکری، حسن؛ موزمی، سارا؛ لطفی، کوروش (۱۳۹۰)، آسایش در خارج و داخل بنا براساس شاخص پن واردن و ماهانی، نمونه موردی شهراواز، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیای انسانی - سال سوم، شماره دوم، صص ۲۰۷-۲۲۰؛
۱۴. ملک سینی، عباس؛ ملکی، علیرضا (۱۳۸۹)، اثرات اقلیم بر معماری سنتی و مدرن شهر اراک، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱۱، صص ۱۳۳-۱۵۵؛

15. Emmanuel R.(2005), Thermal comfort implications of urbanization in a warm humid city: The Colombo metropolitan region (CMR); Sri Lanka, Building and Environment, Vol.40;
16. Hui S.C.M., Chung, K.(1997), Climatic data for building energy design in Hong Kong and mainland China, In proc; of the CIBSE National Conference 1997, London;
17. Olu Ola O. Bogda M., Prucnal-O( 2003), Choice of thermal index for architectural design with climate in Nigeria; Habitat international, 44;
18. Toy S., Yilmaz S., Yilmaz h( 2007), Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey; Building and Environment, Vol. 42.

Archive of SID