

آسایش در خارج و داخل بنا براساس شاخص پن واردن و ماهانی، نمونه موردی شهراهوآز^۱

دکتر حسن لشکری

دانشیار دانشگاه شهید بهشتی تهران

سارا موزرمی^۲

کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

دکتر کورش لطفی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

چکیده

شهر اهواز به دلیل واقع شدن در یک موقعیت جغرافیایی خاص، شرایط توپوگرافی و سامانه‌های اقلیمی مؤثر بر منطقه از اقلیم نسبتاً گرمی برخوردار است. به طوری که دمای هوا در سردترین ماه سال به $7/2$ درجه سانتیگراد می‌رسد و در گرمترین ماه سال نیز گاهی از $46/3$ درجه سانتیگراد فراتر می‌رود. به همین جهت شرایط زیست اقلیمی ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است، لذا لزوم بررسی شرایط اقلیمی در رابطه با طراحی جهت استقرار ساختمان‌ها در فصول سرد سال برای کاستن مشکلات مربوطه ضروریست که در این رابطه با استفاده از داده‌های هواشناسی سینوپتیک وضعیت زیست اقلیمی شهر اهواز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر حاصل شد:

بر اساس معیار راحتی بافت (پن واردن) مشخص گردید که در صورت وزش باد با سرعت کمتر از $1/5$ متر بر ثانیه و شرایط سایه شرایط مطبوعی در این فضاها ایجاد می‌گردد.

بر اساس جداول چهار گانه ماهانی در شرایط اقلیمی اهواز 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. از لحاظ شکل گیری ساختمان باید جهت شمالی - جنوبی داشته باشد، یعنی محور طویل‌تر ساختمان در جهت شرقی - غربی باشد تا امکان بهره‌گیری حداقل از انرژی تابشی خورشید در مواقع گرم سال فراهم گردد. ابعاد پنجره‌ها باید مساحتی در حدود 15 تا 25 درصد مساحت نمای ساختمان را داشته باشد. مصالح ساختمانی دیوارهای داخلی و خارجی و بام‌ها بایستی سنگین و با زمان تأخیر بیش از 8 ساعت باشد و همچنین محلی برای خوابیدن در فضاهای آزاد در طی 2 ماه از سال لازم می‌باشد.

واژگان کلیدی: اقلیم و معماری، اهواز، پن واردن، ماهانی.

۱- این مقاله برگرفته شده از پایان نامه خانم سارا موزرمی، کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز است.

sara.moozarmi@gmail.com

۲- سارا موزرمی

مقدمه

امروزه اهمیت و ضرورت توجه به شرایط اقلیمی در طراحی و ساخت کلیه ساختمان‌ها، به‌خصوص ساختمان‌هایی که به طور مستقیم مورد استفاده انسان و موجودات زنده قرار می‌گیرند ثابت شده است. توجه به خصوصیات اقلیمی و تاثیری که این خصوصیات در شکل‌گیری ساختمان می‌گذارند از دو جهت حائز اهمیت است. از یکسو ساختمان‌های هماهنگ با اقلیم یا ساختمان‌هایی با طراحی اقلیمی، از نظر آسایش حرارتی انسان کیفیت بهتری دارند. شرایط محیطی این گونه ساختمان‌ها سالمتر و بهتر است، تنوع و تغییر روزانه و فصلی نور، حرارت و جریان هوا در این ساختمان‌ها فضاهای متنوع و دل‌پذیری ایجاد می‌کند. از سوی دیگر هماهنگی ساختمان با شرایط اقلیمی موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت مورد نیاز جهت کنترل شرایط محیطی این گونه ساختمان‌ها می‌شود.

باتوجه به اینکه فعالیت‌های روزمره انسانی معمولاً در دو نوع فضای باز و محصور صورت می‌گیرد تأثیر شرایط اقلیمی نیز بر فیزیولوژی انسانی در این دو محیط متفاوت می‌باشد. به‌طوری که در فضای آزاد عناصر مختلف اقلیمی، از قبیل دمای هوا، رطوبت، جریان هوا، تابش آفتاب و بارندگی به طور مستقیم بر انسان تأثیر می‌گذارند و تنها عامل جدا کننده بدن انسان از شرایط محیطی، نوع لباس و میزان فعالیت وی می‌باشد، مضاف بر این‌که شرایط اقلیمی محیط‌های باز تأثیر زیادی در شرایط اقلیمی محیط داخل ساختمان دارد. بنابراین بدیهی است که در ایجاد محیطی سالم و مناسب برای فعالیت انسان، تأمین نیازهای حرارتی انسان در هر دو نوع فضای یاد شده ضروری است.

سابقه فعالیت‌های علمی در این زمینه متعدد است از جمله کارهای انجام شده در این زمینه در سطح جهانی کار گرفتس (۱۹۷۴) نقش محیط بیرونی (فضای سبز) را در کنترل دمای فضای داخل ساختمان توضیح داده و روش‌های برودت تبخیری را پیشنهاد کرده است.

هاوارد. گریشفیلد (۱۹۷۹) به انتخاب محل ساختمان اشاره می‌کند و استفاده بهینه از حداکثر شرایط خرد اقلیم محلی را در آسایش مفید می‌داند. وی عوامل تابش، باد و جهت استقرار ساختمان را در کنترل حرارت فضای داخلی توضیح داده و راه‌حلی جهت استفاده از تابش خورشیدی برای گرم کردن ساختمان ارائه نموده است، (بیرقدار، ۱۳۷۷). بعد از این تحقیقات در سال ۱۹۷۵ «ویکتور و آلداری اولگی» به صورت علمی شرایط رطوبتی و حرارتی را در رابطه با احتیاجات انسان و طراحی اقلیمی مطرح نمودند و اقدام به ترسیم جدول بیوکلیماتیک نمودند. در دنباله کار الگی، «پاروچ گیونی» (۱۹۷۶) کار وی را تکمیل کرد و در آن حدود موثر بودن شیوه‌های ساختمان‌سازی در تأمین نیازهای رفاهی (بیوکلیماتیک) انسان را مشخص نمود و جدولی تحت عنوان جدول زیست - اقلیمی ساختمان فراهم نمود، (فیض و قبادیان، ۱۳۸۰) «کارل ماهانی» نیز (۱۹۷۱) برای ارزیابی جزئی‌تر شرایط بیوکلیمای ساختمانی محیط یک سری جداول تهیه کرد. «کارمونا» (۱۹۸۶)، احداث ساختمان در مناطق گرم و خشک را مورد بررسی قرار داد. و پیشنهادات ذیل را ارائه نموده است:

۱. ساختمان‌ها دو طبقه، بافت فشرده با حداقل دریافت آفتاب، در صورت احداث برج‌های مرتفع، ساختمان‌ها بایستی در کنار هم و به صورت انبوه ساخته شوند.

۲. هدف اصلی کاهش حرارت ساختمان در تابستان باشد و کسب حرارت در زمستان در اولویت دوم قرار می‌گیرد. از برودت تبخیری در اطراف ساختمان استفاده شود. سقف‌ها بلند و آشپزخانه و حمام که حرارت‌زا هستند از اتاق‌های مسکونی جدا باشد.

۳. از دیوارهای ضخیم با مصالح سنگین جهت ذخیره انرژی و ایجاد تعادل بین دمای بیرون و دمای فضای داخلی، دهلیز ورودی به ساختمان به صورت سرپوشیده و یا دهلیز ورودی در محوطه درخت‌کاری شده استفاده شود. «نئول» (۱۹۸۹)، تنش گرمایی را در سنگاپور مورد بررسی قرار داده و با توجه به باد غالب شهر پیشنهاداتی در مورد ارتفاع ساختمان‌ها ارائه کرده است. وی معتقد است احداث ساختمان‌های بلند با توجه به افزایش سرعت باد با ارتفاع، در کاهش تنش گرمایی برای ساکنین آن مفید به نظر می‌رسد. در زمینه صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان «ماکی» (۱۹۹۰)، در گزارش سازمان جهانی هواشناسی روش‌های ریاضی مناسب برای به حداقل رساندن میزان سوخت‌های فسیلی را با استفاده از طراحی اقلیمی ساختمان ارائه کرده است. همچنین سازمان جهانی هواشناسی در گزارش دیگری که توسط «دگری و فا ترسون» (۱۹۹۷) تنظیم شده، رابطه بین شرایط جوی و مصرف گاز را در ساختمان‌ها مورد بررسی قرار داده و کاهش مصرف سوخت گاز را در ساختمان‌ها مورد بررسی قرار داده و کاهش مصرف سوخت گاز را با کاربرد بهینه پتانسیل‌های اقلیمی توضیح داده است (بیرقدار، ۱۳۷۷).

در کشور ما نیز با توجه به کاهش ذخائر پایان‌پذیر نفت، آلودگی شهرها و صدمات جبران‌ناپذیر سوخت‌های فسیلی به محیط زیست توجه به اقلیم و طراحی اقلیمی از نیمه دوم دهه ۱۳۵۰هـ-ش مجدداً مورد توجه واقع گردید. از اولین کارها انجام شده، در این زمینه می‌توان به کار تحقیقاتی «مهندس عدل» (۱۳۴۹) اشاره نمود. وی با ایجاد تغییراتی در آستانه‌های حرارتی موجود در روش کوپن، شرایط اقلیمی شهرهای ایران را ارزیابی نمود و برای اولین بار نقشه بیوکلیماتیک ایران را ارائه نمود. «جمشید ریاضی» (۱۳۵۶) با استفاده از اطلاعات اقلیمی ۴۳ ایستگاه سینوپتیک کشور نقشه تقسیمات اقلیمی را در رابطه با کارهای ساختمانی بر اساس شاخص الگی تهیه نمود. متأسفانه چون نقش عناصر ساختمانی در کنترل شرایط حرارتی فضاها داخلی در پیشنهاد الگی مشخص نیست. کار جمشید ریاضی نتوانسته است مورد توجه کامل قرار گیرد. «مرتضی کسمایی» (۱۳۶۸) با استفاده از جداول بیوکلیمای ساختمانی و با استفاده از آمار ۴۳ دستگاه سینوپتیک، اقلیم‌های مختلف ایران را به منظور استفاده در مسکن و معماری تهیه نموده است. ولی همچنین در سال ۱۳۷۳ با استفاده از اطلاعات اقلیمی ۱۵۹۱ ایستگاه هواشناسی اولین پهنه‌بندی اقلیمی ایران را در رابطه با محیط‌های مسکونی با استفاده از روش ماهانی ارائه کرده است که براساس آن کشور به ۲۳ گروه اقلیمی تقسیم شده است. «محمود رازجویان» (۱۳۷۶) هم در کتب آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم، دستورالعمل‌های مناسبی برای استفاده بهینه از پتانسیل‌های اقلیمی ارائه نموده است. «محمد رضا کاویانی» (۱۳۷۲) با استفاده از داده‌های هواشناسی ۴۸ ایستگاه سینوپتیکی به بررسی و تهیه نقشه زیست اقلیم انسانی ایران بر اساس شاخص ترچونگ پرداخته و بیوکلیمای ایران را در ماه ژانویه به ۱۲ تیپ بیوکلیمایی و در ماه ژوئیه به ۱۹ نوع بیوکلیما تقسیم نموده است. «حسین عساکره و سعید موحدی» (۱۳۷۶) بر اساس آمار ۲۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی شهرهای مختلف خوزستان دمای موثر جهت طراحی اقلیمی در مناطق شمالی و جنوبی خوزستان محاسبه کرده‌اند. در ارتباط با بهره‌گیری از خاصیت گرمایی مصالح در رابطه با شرایط آسایش «سعید

موحدی، محمد مصیبی، (۱۳۷۵) طول روزهای موجود در محدوده آسایش خارج از محدوده آسایش استان چهارمحال و بختیاری را محاسبه و چگونگی افزایش محدوده آسایش با استفاده از مصالح مناسب را توضیح داده است. «محمد تقی رضائی حریری و مهندس ریما فیاض» با استفاده از داده‌های اقلیمی محدوده آسایش حرارتی را برای شهر تهران با هدف تامین شرایط مناسب داخلی ضمن کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی در اوقات سرد و نیروی برق در اوقات گرم سال مورد بررسی و ارزیابی قرار داده‌اند.

«سعید جهانبخش»، با استفاده از داده‌های اقلیمی به ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز ارائه نموده است. «رضا داوری، اسماعیل نصرآبادی» (۱۳۸۱) با استفاده از اطلاعات هواشناسی نقشه‌های پهنه‌بندی زیست اقلیمی را به ترتیب برای دو استان آذربایجان و کردستان تهیه کرده‌اند. «زهرا پورخادم نمین، مهدی آزاد واری» (۱۳۸۲) با استفاده از اطلاعات هواشناسی نقشه‌های پهنه‌بندی زیست اقلیمی را به ترتیب برای شهر اردبیل و نیشابور تهیه کرده، همچنین به پایان نامه‌های «جمال نجفی» (۱۳۸۲) درباره بررسی و تحلیل شرایط آب و هوای کرمانشاه با تاکید بر همسازی الگوی معماری مدارس، «عبدالرضا تقدیری» (۱۳۸۳) درباره میزان تبعیت الگوی معماری در استقرار واحدهای مسکونی شهر تربت حیدریه از شرایط اقلیمی، «غیائی» (۱۳۸۳) درباره مقایسه الگوی معماری قدیم و جدید از شرایط اقلیمی شهر کاشمر، «علی سعادت»، (۱۳۸۶) درباره اقلیم معماری شهر کوه‌دشت و «هیوا سلکی»، (۱۳۸۸) در باره اقلیم معماری شهر سقز می‌توان اشاره کرد.

روش مطالعه

برای مطالعه شرایط زیست اقلیمی بهینه جهت ساختمان شهر اهواز، آمار مربوط به فاکتورهای اقلیمی متوسط حداقل و حداکثر دما، متوسط حداقل و حداکثر رطوبت نسبی، یخبندان، بارش، تابش و سمت و سرعت باد از ایستگاه سینوپتیک اهواز در دوره آماری ۴۵ ساله (۲۰۰۵ - ۱۹۶۱) جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از شاخص پن‌واردن شرایط ساختمان‌های شهر اهواز مورد ارزیابی قرار گرفته و تیپ‌های بیوکلیماتیک خارج بنا، حاکم در دوره‌های سرد و گرم سال مشخص گردید. همچنین از شاخص‌های مرسوم در بیوکلیمای ساختمان، شاخص ماهانی در مورد شهر اهواز مورد بررسی قرار گرفت و ابتدا با توجه به متوسط سالانه دمای هوا و گروه رطوبتی هر ماه، حدود آسایش در روز و شب آن ماه به دست آمد و سپس با مقایسه متوسط حداکثر ماهانه با حدود آسایش در روز و متوسط حداقل ماهانه با حدود آسایش در شب، وضعیت حرارتی هوا در روزها و شب‌های هر یک از ماههای سال تعیین گردید. با توجه به وضعیت حرارتی هوا در هر ماه و اطلاعات ثبت شده، شاخص‌هایی برای کل سال، ارائه گردید و وضعیت حرارتی ایستگاه، راحتی یا عدم راحتی ماه‌های مختلف از لحاظ آسایش انسان، وضعیت خشک و یا مرطوب بودن هرماه مشخص و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری AutoCAD, SURFER اشکال و نمودارها ترسیم گردید.

یافته‌های تحقیق

در مبحث ارزیابی بیوکلیمای انسانی هدف تعیین درجه تأثیر فاکتورهای اقلیمی یک منطقه بر روی فیزیولوژی انسانی عموماً در فضاهای آزاد می‌باشد. در این خصوص با استفاده از شاخص پن‌واردن نتایج زیر حاصل گردید:

معیار راحتی بافت رابطه آسایش انسان را با دو گروه از عوامل:

الف: عوامل جوی چون باد، دما و تابش، ب: انسانی چون پوشاک و گرمای متابولیستی حاصل از قدم زدن (رفتار غالب انسان در محیط بیرون) را مطالعه کرده است که نتیجه به صورت نموداری ارائه می‌شود. یک دسته نمودارها، وضعیت آسایش انسان را در سایه و دسته دیگر شرایط آسایش او را در آفتاب به ازاء فاکتورهای زیر نمایش می‌دهند.

الف) لباس‌های تابستانی، پاییزی، بهاری و زمستانی

ب) دمای خشک هوا (محور قائم)

ج) سرعت جست باد موجود در بافت (محور افقی)

در معیار پن‌واردن سرعت جست باد (V_G) به جای سرعت متوسط باد (V_{G_0}) ملاک عمل قرار می‌گیرد زیرا به استناد تحقیقات کافی، مردم در کوچه و خیابان، به خصوص در گذرگاه‌های باریک، غالباً نسبت به توفندگی و تلاطم هوا یعنی سرعت و جهت ناگهانی آن که از خصوصیات جست است برعکس عمل نشان می‌دهند، سرعت جست از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\frac{V_{z'10}}{V_{z10}} = \frac{\left[\frac{z10}{zG1} \right] B_1}{\left[\frac{z10}{zG2} \right] B_2}$$

$$V_G = 1.35 V_{G_0}$$

V_G = سرعت جست در ارتفاع گرادیان بر حسب متر بر ثانیه

V_{G_0} = سرعت متوسط در ارفاع گرادیان بر حسب متر بر ثانیه

در روابط فوق V_{Z10} و $V_{Z'10}$ به ترتیب سرعت جست در ارتفاع گرادیان ایستگاه هواشناسی و بافت مورد مطالعه بر حسب متر بر ثانیه ارتفاع معین در ایستگاه و بافت مورد مطالعه بر حسب متر، $ZG1$ و $ZG2$ ارتفاع گرادیان باد در ایستگاه هواشناسی و بافت مورد مطالعه بر حسب متر و B_1 و B_2 قوه‌های عددی ایستگاه و بافت مورد مطالعه است که از جدول (۱) استخراج می‌گردد (رازجویان، ۱۳۷۹).

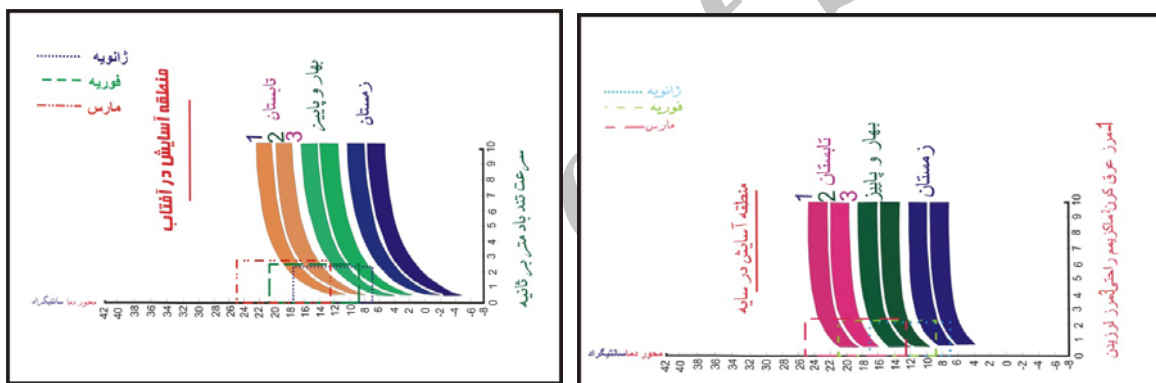
جدول ۱- مقدار B در بافت‌های مختلف، مأخذ: رازجویان، ۱۳۷۹

نوع بافت	مشخصات بافت	مقدار B (قوه جست)
گونه اول	دریای آزاد، بیابان، پهنه یخ	۰/۰۷
گونه دوم	روستای باز، درختان پراکنده، خارزار، بوته‌های کوتاه	۰/۰۹
گونه سوم	محیط حومه‌ای، شهرهای کوچک، محدوده کاملاً درخت‌کاری شده	۰/۱۴
گونه چهارم	ساختمان‌های بلند متعدد در مراکز شهری، محدوده‌های صنعتی توسعه یافته	۰/۲۰

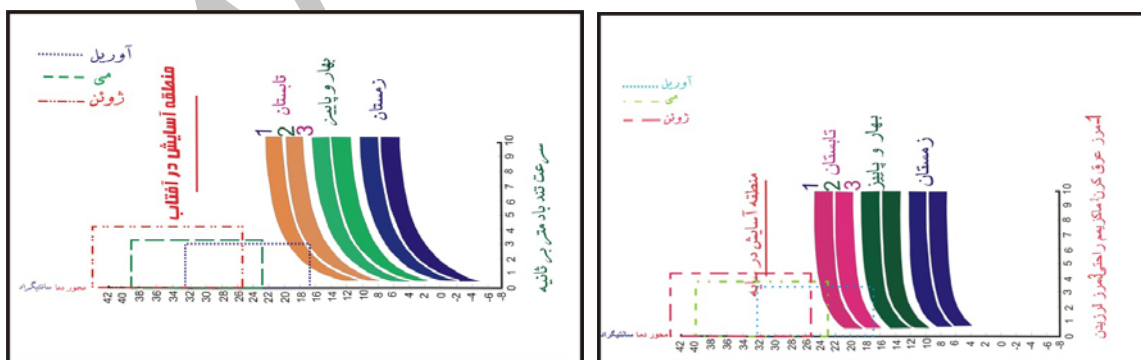
به منظور بررسی و تحلیل وضعیت گرمایی بافت شهری از معیار آسایش بافت استفاده شد. بدین منظور با انتقال معدل بیشینه و کمینه هر ماه بر محور افقی و سرعت تند باد موجود در بافت قائم کلیه ماه‌های سال به ارزیابی وضعیت گرمایی اهواز با توجه به منطقه آسایش سایه و آفتاب می‌پردازیم. نمودارهای اتا‌ارزیابی وضعیت گرمایی ماه‌های مختلف را با استفاده از روش پن‌واردن نشان می‌دهد.

باتوجه به اشکال مزبور هوای ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر از نظر عابر پیاده با پوشش زمستانی در هر دو حالت سایه و آفتاب سرد می‌باشد. لکن در شرایط آفتابی به شرط وزش باد با سرعت کمتر ۱/۵ متر بر ثانیه هوا برای عابر پیاده می‌تواند در نیمروز مطبوع باشد. با شروع فصل بهار و گرم شدن تدریجی هوا، در ماه‌های آوریل و می هوای صبح‌ها در سایه کمی سرد و نیمروز مطبوع می‌باشد در شرایط آفتابی نیمروز گرم و سایر اوقات مطبوع می‌باشد در ماه‌های ژوئن، ژولای و آگوست چه در سایه و چه در آفتاب فقط هوای صبح‌ها مطبوع می‌باشد و مابقی روز هوای گرم نامطلوب بر منطقه حاکم می‌باشد. در ماه‌های سپتامبر و اکتبر در شرایط آفتابی هوای صبح‌ها مطبوع و مابقی روز گرم و نامطبوع است و در سایه هوا کلاً مطلوب می‌باشد. در ماه‌های مارس و نوامبر در آفتاب هوای صبح‌ها سرد و نیمروز به شرط وزش باد با سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه هوا مطلوب می‌باشد و در سایه هوا سرد و باید از پوشش زمستانی استفاده کرد. بنابراین نتیجه می‌گیریم با توجه به گرمای اهواز در ماه‌های گرم سال به شرط وجود سایه و جریان محسوس هوا راحتی نسبی احساس خواهد شد. بنابراین در طراحی فضاهای آزاد باید سایه دار بودن مکان و دور بودن از تابش آفتاب فصول گرم در نظر گرفته شود.

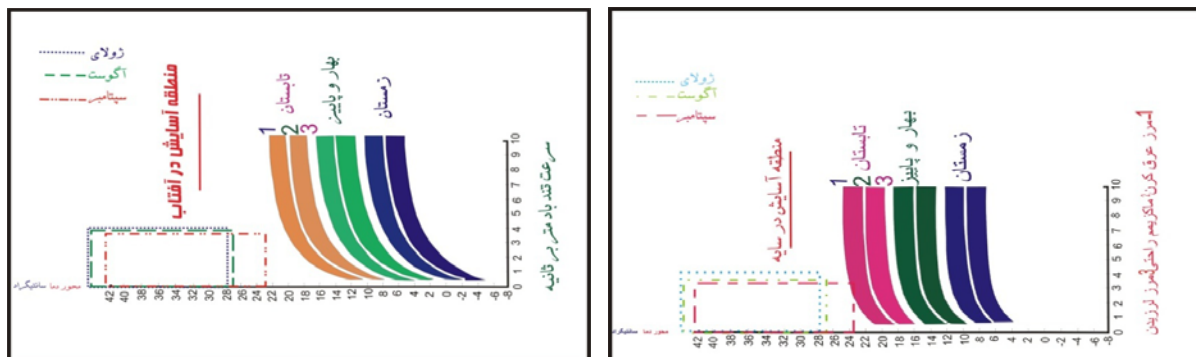
نمودار ۱- نمودار پن واردن فصل زمستان



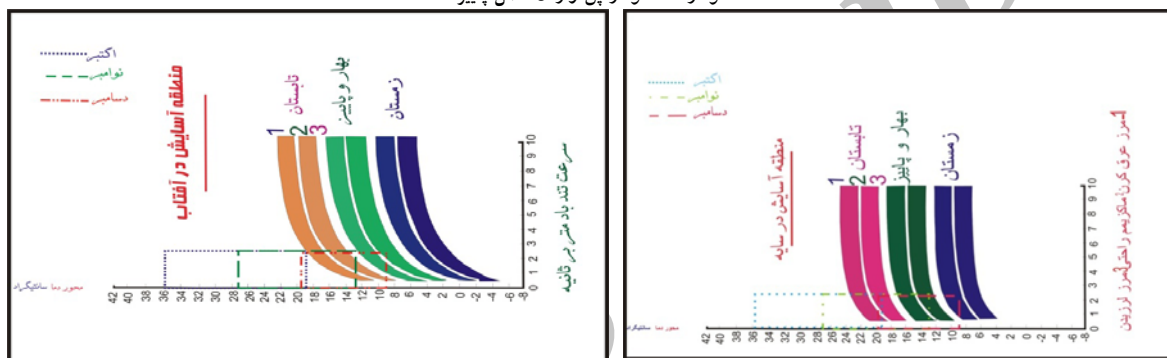
نمودار ۲- نمودار پن واردن فصل بهار



نمودار ۳- نمودار پن واردن فصل تابستان



نمودار ۴- نمودار پن واردن فصل پاییز



ارزیابی بیوکلیمایی ساختمان

وضعیت حرارتی هوای داخل ساختمان، صرف نظر از عملکرد عناصر حرارت‌زای داخلی یا سیستم‌های حرارتی، تابع شرایط اقلیمی است. میزان تأثیر شرایط اقلیمی در وضعیت حرارتی هوای داخل ساختمان، به نوع و مقیاس ساختمان و خصوصیات ساختمانی جدارهای خارجی آن بستگی دارد. به منظور بررسی شرایط آسایش انسان در داخل ساختمان و تأثیر شرایط اقلیمی در تعیین خصوصیات کالبدی ساختمان از دو معیار ماهانی و گیونی استفاده می‌شود. در این تحقیق با استفاده از روش ماهانی، به بررسی شرایط بیوکلیمایی ساختمانی در اهواز پرداخته شد.

شاخص ماهانی

در روش ماهانی با استفاده از ۴ گروه جدول، تأثیر شرایط اقلیمی در شکل‌گیری ساختمان و پاره‌ای از جزئیات معماری مورد ارزیابی قرار گرفت. که در ذیل به بررسی نتایج حاصل از این شاخص می‌پردازیم، بر اساس جدول شماره ۲ (گروه یک ماهانی) مشخص شد وضعیت حرارتی هوا در روزهای ۲امه از سال (مارس و نوامبر) و همچنین شب‌های ۴ ماه دیگر (آوریل، می، سپتامبر و اکتبر) از شرایط مطلوبی برخوردار است. و در روزهای ۳امه از سال (ژانویه، فوریه و دسامبر) و همچنین شب‌های (ژانویه، فوریه، نوامبر و دسامبر) از وضعیت سرد برخوردار است و بقیه ماه‌های سال گرم می‌باشد.

جدول ۲- جداول گروه یک ماهانی

نام محل	اهواز
طول جغرافیایی	۴۸ ۴۰
عرض جغرافیایی	۳۱ ۲۰
ارتفاع	۲۲/۵

ماهها عناصر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
متوسط حداکثر ماهانه	۱۷/۵	۲۰/۳	۲۵/۲	۳۲/۱	۳۹/۲	۴۴/۵	۴۶/۳	۴۵/۸	۴۲/۵	۳۵/۹	۲۶/۵	۱۹/۴
متوسط حداقل ماهانه	۷/۲	۸/۶	۱۲/۳	۱۷/۴	۲۲/۷	۲۵/۶	۲۷/۹	۲۷/۱	۲۳/۱	۱۸/۵	۱۲/۸	۸/۵
متوسط نوسان ماهانه	۱۰/۳	۱۱/۷	۱۲/۹	۱۴/۷	۱۶/۵	۱۸/۹	۱۸/۴	۱۸/۷	۱۹/۴	۱۷/۴	۱۳/۷	۱۰/۹

بالاترین	۴۶/۳
پایین ترین	۷/۲

رطوبت نسبی	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
متوسط حداکثر ماهانه	۸۸	۸۲	۷۵	۶۵	۴۹	۴۱	۴۴	۴۹	۵۱	۶۰	۷۳	۸۶
متوسط حداقل ماهانه	۵۳	۴۲	۳۳	۲۵	۱۷	۱۲	۱۳	۱۵	۱۵	۲۲	۳۵	۵۱
متوسط	۷۰/۵	۶۲	۵۴	۴۵	۳۳	۲۶/۵	۲۸/۵	۳۲	۳۳	۴۱	۵۴	۶۸/۵
گروه رطوبتی	۴	۳	۳	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۳	۳

گروه رطوبتی	
۱	در صورتی که رطوبت نسبی کمتر از ۰/۰۳۰ باشد
۲	۰/۰۵۰ - ۳۰
۳	۰/۰۷۰ - ۵۰
۴	بیشتر از ۰/۰۷۰

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
بارندگی mm	۴۹/۸	۲۷/۶	۲۸/۳	۱۵/۳	۴/۸	۰/۴	۰/۱	۰	۰/۱	۶/۶	۳۱/۵	۴۸/۵	۲۱۳/۴

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بادهای غالب	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
بادهای - درجه دوم	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W	N-W

جدول ۳- جداول گروه ۲ ماهانی

گروه رطوبت		متوسط سالانه دما بیش از ۲۰ C		۱۵-۲۰ C		کمتر از ۱۵ C	
روز	شب	روز	شب	روز	شب	روز	شب
۱	۲۶-۳۴	۱۷-۲۵	۲۳-۳۲	۱۴-۲۳	۲۱-۳۰	۱۲-۲۱	
۲	۲۵-۳۱	۱۷-۲۴	۲۲-۳۰	۱۴-۲۲	۲۰-۲۷	۱۲-۲۰	
۳	۲۳-۲۹	۱۷-۲۳	۲۱-۲۸	۱۴-۲۱	۱۹-۲۶	۱۲-۱۹	
۴	۲۲-۲۷	۱۷-۲۱	۲۰-۲۵	۱۴-۲۰	۱۸-۲۴	۱۲-۱۸	

دما درجه سلسیوس	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
متوسط حداکثر ماهانه	۱۷/۵	۲۰/۳	۲۵/۲	۳۲/۱	۳۹/۲	۴۴/۵	۴۶/۳	۴۵/۸	۴۲/۵	۳۵/۹	۲۶/۵	۱۹/۴
حد بالای آسایش روز	۲۷	۲۹	۲۹	۳۱	۳۱	۳۴	۳۴	۳۱	۳۱	۳۱	۲۹	۲۹
حد پایین آسایش روز	۲۲	۲۳	۲۳	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۵	۲۵	۲۵	۲۳	۲۳
متوسط حداقل ماهانه	۷/۲	۸/۶	۱۲/۳	۱۷/۴	۲۲/۷	۲۵/۶	۲۷/۹	۲۷/۱	۲۳/۱	۱۸/۵	۱۲/۸	۸/۵
حد بالای آسایش شب	۲۱	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۲۴	۲۴	۲۴	۲۳	۲۳
حد پایین آسایش شب	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
وضعیت حرارتی روز	C	C	O	H	H	H	H	H	H	H	O	C
وضعیت حرارتی شب	C	C	C	O	O	H	H	H	O	O	C	C

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 ۴ تدوین گردید. برطبق این جدول برای ماه‌های مارس، آوریل، می، ژوئن، جولای، اوت و سپتامبر 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 می، ژوئن و جولای شاخص خشکی A₂ انتخاب شد. که بیانگر وجود شب‌های گرم یا معتدل همراه با رطوبت نسبی کم در محیط می‌باشد و تقریباً به این علت است که منطقه در عرض جغرافیایی پایین و کمبود رطوبت نسبی در محیط عامل ایجاد چنین وضعیتی در محیط شده است. برای بقیه ماه‌های سال 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. در این ایستگاه مشخص شد که هیچکدام از فاکتورهای مربوط به شاخص وضعیت مرطوب انتخاب نشد، که این به لحاظ کاهش رطوبت نسبی در منطقه در وضعیت‌های گرم ایستگاه صورت می‌گیرد، یعنی در ایستگاه اهواز همزمان با افزایش دما، رطوبت نسبی کاهش می‌یابد و این با شرایط محیطی منطقه تطابق دارد.

جدول ۴- وضعیت خشک یا مرطوب بودن هر ماه

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
رطوبت H ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
خشکی A ₁	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
A ₂	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*
A ₃	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

در مرحله بعدی تعداد ماه‌هایی را که بر اساس مفاهیم شاخص، خشک و مرطوب مشخص شدند. به جداول پیشنهادات مقدماتی و پیشنهادات جزئیات ساختمان منتقل و به تحلیل آنها پرداخته شد.

جدول ۵- پیشنهادات مقدماتی ماهانی

شاخص‌های وضعیت گرمایی						مکان مورد مطالعه
H1	H2	H3	A1	A2	A3	پیشنهادهای مقدماتی معماری- ماهانی
0	0	0	۷	۳	۳	
شیوه استقرار ساختمان						
			۰-۱۰ ×			۱- طول ساختمان در امتداد شرقی ✓
			۱۱، ۱۲		۵-۱۲	✓ - غربی
					۰-۴ ×	۲- معماری فشرده با حیاط
فضای بین ساختمانها						
۱۱، ۱۲						۳- مجموعه گسترده و باز برای استفاده از حیاط
۲-۱۰						۴- مانند بالا- به شرط جلوگیری از باد سرد گرم
۰-۱۰ ×						۵- مجموعه فشرده ✓
جریان هوا در داخل ساختمان						
۳-۱۲						۶- طاق‌های منفرد برای استفاده از کوران هوا
۱، ۲			۰-۵			
			۶-۱۲ ×			۷- طاق‌های چسبیده و پیش‌بینی جریان هوا
۰ ×	۲-۱۲					
	۰، ۱ ×					۸- جریان محسوس هوا لازم نیست ✓
پنجره‌ها						

آسیایش در خارج و داخل بنا براساس شاخص... ۲۱۷

			۰،۱		۰	۹	۹- پنجره‌های بزرگ ۴۰ تا ۸۰ درصد
			۱۲،۱۱		۰،۱	۱۰	۱۰- پنجره‌های بسیار کوچک ۱۰ تا ۲۰ درصد
x کلیه شرایط دیگر						۱۱	۱۱- پنجره‌های متوسط ۲۰ تا ۴۰ درصد ✓
دیوارها							
			۰-۲			۱۲	۱۲- دیوارهای سبک- زمان تأخیر کوتاه
			x ۳-۱۲			۱۳	۱۳- دیوارهای سنگین- داخلی و خارجی ✓
سقف‌ها							
			۰-۵			۱۴	۱۴- سقف‌های سبک- عایق حرارتی
			x ۶-۱۲			۱۵	۱۵- سقف‌های سنگین- زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت ✓
خواب شبانه در هوای آزاد							
					x ۲-۱۲	۱۶	۱۶- فضا برای خواب شبانه ضروری است ✓
حفاظت از باران							
			۳-۱۲			۱۷	۱۷- حفاظت از باران ضروری است

جدول شماره ۶- پیشنهادات جزئیات معماری ماهانی

شاخص‌های وضعیت گرمایی						نام ایستگاه:	
H1	H2	H3	A1	A2	A3		
0	0	0	۷	۳	۳		
وسعت روزنه، نورگیر، پنجره							
			۰،۱		۰	۱	وسیع: ۴۰ تا ۸۰ درصد دیوارهای شمالی و جنوبی
					x ۱-۱۲	۲	متوسط: ۲۵ تا ۴۰ درصد مساحت دیوار
			۲-۵				
			x ۶-۱۰			۳	کوچک: ۱۵ تا ۲۵ درصد مساحت دیوار ✓
					x ۰-۳	۴	بسیار کوچک: ۱۰ تا ۲۰ درصد مساحت دیوار
			۱۱،۱۲				
					x ۴-۱۲	۵	متوسط: ۲۵ تا ۴۰ درصد دیوار
محل روزنه							
۳-۱۲							
			۰-۵			۶	در دیوارهای شمالی و جنوبی، رو به باد و در ارتفاع بدن انسان
۱-۲			x ۶-۱۲				مثل بالا- در دیوارهای داخلی نیز تعبیه شود ✓
x ۰	۲-۱۲					۷	
حفاظت روزنه							
					۰-۲	۸	از اشعه مستقیم آفتاب حفاظت شود
			۲-۱۲			۹	در مقابل باران حفاظت شود

						دیوارها و کفها
			۰-۲		۱	ظرفیت گرمایی کم - سبک
			۳-۱۲x		۱	✓ سنگین- بیش از ۸ ساعت
					۱	زمان تأخیر
سقفها						
			۰-۲		۱	سبک- سطح منعکس کننده- دوجداره
۱۰-۱۲					۲	
			۳-۱۲x		۱	سبک- عایق بندی خوب
			۰-۵		۳	
			۶-۱۲x		۱	✓ سنگین- بیش از ۸ ساعت
۰-۹x					۴	زمان تأخیر
فضای خارجی						
				۱۲-۱x	۱	✓ فضا برای خوابیدن در فضای آزاد
					۵	
		۱-۱۲			۱	تدارکات کافی برای رد کردن آب باران
					۶	

به طور کلی، براساس جداول چهار گانه ماهانی در شرایط اقلیمی اهواز مجموعه‌های ساختمانی بهتر است که دارای بافت مترکم و فشرده باشند و در رابطه با فاصله بین ساختمان‌ها باید فاصله بین آن‌ها بر اساس سایه تعیین شود. از لحاظ شکل گیری ساختمان باید جهت شمالی- جنوبی داشته باشد، یعنی محور طولی‌تر ساختمان در جهت شرقی - غربی باشد تا امکان بهره‌گیری حداقل از انرژی تابشی خورشید در مواقع گرم سال فراهم گردد. ابعاد پنجره‌ها باید مساحتی در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد مساحت نمای ساختمان را داشته باشد. مصالح ساختمانی دیوارهای داخلی و خارجی و بام‌ها بایستی سنگین و با زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت باشد و همچنین محلی برای خوابیدن در فضاهای آزاد در طی ۲ ماه از سال لازم می‌باشد.

نتیجه‌گیری

شهر اهواز به دلیل واقع شدن در یک موقعیت خاص جغرافیایی، شرایط توپوگرافی و سامانه‌های جوی مؤثر بر منطقه، شرایط زیست‌اقلیمی ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. به طوری که گرمای شدید مشکلات عدیده‌ای را برای ساکنین این شهر ایجاد می‌کند، پس از بررسی شرایط بیوکلیمایی شهر اهواز مشخص گردید که روزهای ۷ ماه از سال گرم و تنها ۲ ماه دارای شرایط مطلوبی است. همچنین در شب‌های ۴ ماه از سال نیز شرایط بیوکلیمایی گرم حاکم است. بنابراین با توجه به این نکته و غلبه مشکل گرما، حفظ سرمای حاصل از سیستم‌های برودتی ضروری می‌باشد. در گذشته ضخامت زیاد جداره‌ها و استفاده از مصالحی نظیر چوب و خشت مانع از انتقال سریع سرمایش می‌شدند، لکن امروزه با توجه به ساخت وسازه‌های گسترده شهری احداث این گونه مسکن امکان‌پذیر نیست. لذا تنها راه ممکن استفاده از عایق‌های حرارتی در جداره‌ها و سقف‌ها می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهادت زیر برای رسیدن به آسایش بیشتر در خارج و داخل بنا در شهر اهواز ارائه می‌گردد:

۴. بهترین نوع دیوارها در شهر اهواز، دیوارهای ترکیبی شامل یک لایه عایق نزدیک به سطح خارجی و یک لایه مصالح سنگین در قسمت داخلی است. اگر یک لایه مصالح ساختمانی سنگین به وسیله لایه ای از عایق حرارتی که با لایه ضد رطوبتی با رنگ سطح خارجی روشن پوشیده شده حفاظت شود، میزان جذب انرژی خورشیدی در سطح خارجی دیوار و انتقال آن از سطح خارجی به سطح داخلی به وسیله لایه عایق به حداقل میزان ممکن می رسد.

۵. تاثیر ترکیب مصالح ساختمانی سنگین و عایق حرارتی را در کاهش دمای هوای داخلی ساختمان تایید می کند.

۶. مصالح مفید برای خنک نگه داشتن ساختمان بصورت طبیعی عبارتند از: دیوارهای بتنی با ظرفیت حرارتی زیاد که سطح خارجی آنها بوسیله یک لایه عایق حرارتی مانند پشم سنگ یا پلاستیک منبسط شده که خود بوسیله مصالح ضد رطوبت پوشانده شده اند، پوشیده شده است.

۷. مصالح ساختمانی دیوارهای داخلی و خارجی و بامها بایستی سنگین و با زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت باشد.

۸. تمام سطوح خارجی باید به رنگ روشن و تاحد ممکن متمایل به سفید باشد.

۹. فاصله بین دو ساختمان باید در حدی باشد که امکان نفوذ آفتاب به فضاهای داخلی در فصل گرم وجود نداشته باشد.

۱۰. در شرایط اقلیمی اهواز مجموعه های ساختمانی بهتر است که دارای بافت متراکم و فشرده باشند.

۱۱. فاصله بین ساختمانها باید بر اساس سایه تعیین شود.

۱۲. با توجه به شاخص ماهانی، شکل گیری ساختمان باید جهت شمالی - جنوبی داشته باشد، یعنی محور طولی تر ساختمان در جهت شرقی - غربی باشد تا امکان بهره گیری حداقل از انرژی تابشی خورشید در مواقع گرم سال فراهم گردد.

۱۳. ابعاد پنجره ها باید مساحتی در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد مساحت نمای ساختمان را داشته باشد.

۱۴. همچنین محلی برای خوابیدن در فضاهای آزاد در طی ۲ ماه از سال لازم می باشد.

منابع

پوردیهیمی، شهرام (۱۳۷۱). بررسی تعیین اقلیم اصفهان و تعیین اصول و ضوابط طراحی مسکن. دفتر فنی دانشکده معماری و شهرسازی. تهران: دانشگاه شهید بهشتی،

توسلی، محمود (۱۳۶۰). ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران. تهران: دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران،

جهانبخش، سعید (۱۳۷۷). ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان، مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره نهم،

رازجویان، محمود (۱۳۶۷). آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران،

_____ (۱۳۷۹). شرایط کوران هوا. مجله صفا، شماره ۱۷، ۱۸،

رازجویان، محمود (۱۳۷۹). آسایش در پناه باد. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران،

روشن زائر، امانت الله (۱۳۴۵). فیزیک عمومی، استفاده از انرژی خورشیدی در خانه و کارخانه و مزرعه. تهران: دانشگاه تهران،

رهنمایی، محمد تقی (۱۳۶۹). مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی (جغرافیا). تهران: انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی،

ریاضی، جمشید (۱۳۷۴). اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمانی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۲۱۱،

- _____ (بی تا). اقلیم و آسایش در ساختمان، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۱۱، تهران. صمیمی، جلال (۱۳۶۵). انرژی خورشیدی برای ایران. مجله فیزیکی، جلد سوم، شماره ۲، طاوسی، تقی (۱۳۸۱). تابش زمستانی خورشید و شهرسازی اصفهان، مجله سپهر، شماره مسلسل چهل و سه، طاهباز، منصوره_ (بی تا) خورشید و جهت گیری ساختمان. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. عدل، احمد حسین (۱۳۳۹). تقسیمات اقلیمی و رستنی های ایران. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، غیور، حسنعلی (۱۳۷۲). اقلیم کاربردی دما و تشعشع در ارتباط با معماری، مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره مسلسل ۳۷، کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۲). بررسی زیست اقلیم انسانی ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۸، کسمایی، مرتضی (۱۳۶۳). اقلیم و معماری. تهران: انتشارات شرکت خانه سازی ایران، _____ (۱۳۷۲). پهنه بندی اقلیمی ایران مسکن و محیط های مسکونی. تهران: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، واتسون، داند و کنت، لب (۱۳۷۶). طراحی اقلیمی، ترجمه وحید قبادیان و فیض مهدوی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، WATSON, D & LABS, K (1983). CLIMATIC DESIGN. New York: Hill Book Company,