Website: https://www.Sepehr.org Online ISSN: 2588-3879; Print ISSN: 2588-3860

Scientific - Research Quarterly

Geographical Data (SEPEHR) Vo.34,No.133, Spring 2025

P.P 173-193

Research paper

https://doi.org/10.22131/SEPEHR.2024.2025234.3071

Impact of Ahvaz's climatic conditions on student learning using bioclimatic indices

Nasrin Ordouzadeh[1], Reza Borna*[2], Gabraeel Ghorbanian[3], Jafar Morshedi[4], Azadeh Amiri[5]

1- Ph.D Student, Department of geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. Email: nasrin.ordou1342@gmail.com

2- (*Corresponding author) Associate professor, Department of geography, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: bornareza@yahoo.com

3- Assistant professor, Department of geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. Email: ghrghr1391@gmail.com

4- Assistant professor, Department of urban planning, Shoshtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran. Email: jafarmorshedi@gmail.com

5- Assistant professor, Department of geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. Email: azadehamiri45@gmail.com

Article Info

Date of receive:

2024/04/08

Date of last review:

2024/11/26

Date of accept:

2024/11/26

Date of online publication:

2024/11/27

Keywords:

Bioclimatic indices, Ahvaz thermal comfort, Schools in Ahvaz City, Students' education

Extended Abstract

Introduction

Humans require specific conditions for life, work, and activities, many of which are met through food, water, and air. However, daily activities are significantly influenced by the environment at home and work. An environment that can provide both physical and mental comfort allows individuals to enjoy life while maximizing their work efficiency. Climatic conditions such as temperature, humidity, and light, collectively known as bioclimatic conditions, are crucial in this context. Optimal learning and educational outcomes are achieved in a calm environment with conditions that align with human physiology. Schools are the primary settings for this process. Any adverse or incompatible conditions in the physical learning environment can significantly hinder effective learning. This research aims to investigate the bioclimatic conditions of Ahvaz during the academic year and assess their suitability for education.

Methods and Materials

For this study, climatic data including temperature, humidity, wind, radiation, and precipitation was collected from the Iran Meteorological Organization's automated services center. Data for a 22-year period (1999-2020) at the Ahvaz station was extracted and corrected. The bioclimatic conditions of Ahvaz were then assessed using two indices: the Givoni index and the Algie index. Additionally, the architectural climate of Ahvaz was evaluated using the Mahani index and the Climate Consultant software. ... **Page 174**

How to Cite:

Ordouzadeh, N. Borna, R. Ghorbanian, G. Morshedi, J. Amiri, A. (2025). Impact of Ahvaz's climatic conditions on student learning using bioclimatic indices. Scientific - Research Quarterly Geographical Data (SEPEHR). 34 (133), 173-193.

Results & Discussion

According to both bioclimatic indices, October and March offer the most suitable daytime bioclimatic conditions in Ahvaz. Based on the Algie index, February provides favorable daytime conditions, but according to the Givoni index, the month is categorized as cold. December and January are assessed as cold by both indices, while the remaining months are hot and sometimes extremely hot. Given the research objective of examining educational conditions in schools during the academic year, the study focused on the period from September to June according to the Iranian academic calendar. Approximately three months of the academic year offer suitable climatic conditions for students, two months are cold, and four months are hot. Thus, unfavorable hot conditions are twice as prevalent as cold conditions. Results from the Mahani architectural climate index suggest that an east-west orientation is the most suitable for buildings. This orientation allows for openings and windows to face south.

Conclusion

The question arises: how can architects design schools to mitigate the adverse effects of hot conditions and improve cold conditions using heating systems? Alternatively, should the design focus on winter conditions, maximizing the use of solar radiation and light to regulate indoor classroom temperatures? Based on the results of the Mahani climate-architectural index, it is recommended that buildings be oriented east-west to take advantage of southern sunlight during the day. In other words, a winter-oriented architectural design is proposed for schools. Buildings with a southern orientation and openings facing south are recommended. In addition to providing direct sunlight in classrooms for several hours during the school day, the use of natural light for illumination offers visual and psychological benefits, contributing to improved learning outcomes. Conversely, adapting school designs to summer conditions to eliminate excess heat from the surrounding environment is costly. To avoid additional costs for cooling classrooms during hot months and to protect students' health, especially younger students, the academic year could be shortened to end in mid-May. This one to two-month reduction can be compensated by increasing class hours, particularly in November and December of the first semester and February and March of the second semester.

شاپای الکترونیکی: 2588-3879 / شاپای چاپی: 2588-3860
تارنمای نشریه https://www.Sepehr.org

فصلنامه علمی - پژوهشی
اطلاعات جغرافیایی (سپهر) دوره ۳۴، شماره ۱۳۳، بهار ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

صفحات ۱۹۳ - ۱۷۳

https://doi.org/10.22131/SEPEHR.2024.2025234.3071

تأثیر شرایط اقلیمی شهر اهواز بر تحصیل دانش‌آموزان با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی

نسرین اردوزاده[۱]، رضا برنا*[۲]، جبرائیل قربانیان[۳]، جعفر مرشدی[٤]، آزاده امیری[٥]

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران nasrin.ordou1342@gmail.com
۲- (*نویسنده مسئول) دانشیارگروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران bornareza@yahoo.com
۳- استادیارگروه جغرافیا ، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران ghrghr1391@gmail.com
٤- استادیارگروه شهرسازی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران jafarmorshedi@gmail.com
٥- استادیارگروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران azadehamiri45@gmail.com

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:
۱٤۰۳/۰۱/۲۰
تاریخ آخرین بازنگری:
۱٤۰۳/۰۹/۰٦
تاریخ پذیرش:
۱٤۰۳/۰۹/۰٦
تاریخ انتشار:
۱٤۰۳/۰۹/۰۷

واژه‌های کلیدی:

شاخص‌های زیست‌اقلیمی؛
آسایش حرارتی اهواز؛
مدارس شهر اهواز؛
تحصیل دانش‌آموزان

چکیده

افزایش بازدهی آموزشی و یادگیری دانش آموزان در شرایط محیطی سازگار با فیزیولوژی بدنی آنان امکان‌پذیر است. بخش عمده این فرایند در محیطی به نام مدرسه شکل می‌گیرد. درنتیجه، وجود هرگونه شرایط نامطلوب و ناسازگار درمحیط فیزیکی آموزش، به‌شدت بر یادگیری مطلوب دانش آموز تأثیر می‌گذارد. هدف این تحقیق بررسی شرایط زیست‌اقلیمی شهر اهواز در دوره تحصیلی و میزان مطلوبیت و یا نامطلوبی این شرایط برای آموزش است. به همین منظور پس از استخراج داده‌های اقلیمی(دما، رطوبت نسبی، بارش، ساعات آفتابی و باد) شهر اهواز در یک دوره ۲۲ ساله (۲۰۲۲-۲۰۰۰)، با استفاده از دو شاخص زیست‌اقلیمی گیونی و اولگی و شاخص زیست‌اقلیمی – معماری ماهانی دوره‌های مطلوبی و نامطلوبی آسایش در ماه‌های مختلف سال استخراج شد. همچنین با استفاده از شاخص اقلیم – معماری ماهانی، الگوی مناسب جهت‌گیری و معماری شهر اهواز بر اساس شرایط اقلیمی این شهر استخراج شد. نتایج این تحقیق نشان داد، در سه ماه آبان، بهمن و اسفند شرایط زیستی برای دانش آموزان در طول روز مطلوب است. در دو ماه آذر و دی، هوا در طول روز برای دانش آموزان سرد است. چهار ماه باقیمانده سال تحصیلی(مهر، فروردین، اردیبهشت و خرداد) هوا گرم و گاه داغ است. با توجه به شرایط دمایی و سایر عناصر اقلیمی حاکم در شهر توصیه می‌شود الگوی معماری مدارس به سمت الگوی زمستانه سوق پیدا کند. به‌عبارت‌دیگر الگویی طراحی شود که بتواند حداکثر استفاده را از تابش و نور خورشید برای ایجاد آسایش زمستانه فراهم نماید. بنابراین جهت‌گیری رو به جنوب مناسب‌ترین جهت‌گیری برای مدارس است. با توجه به پرهزینه بودن سازگاری الگوی معماری با شرایط تابستانه و حذف یا تعدیل تابش ورودی به داخل کلاس‌ها و ایجاد سرمایش برای خنک کردن کلاس‌ها، رعایت الگوی زمستانه در مدارس اهواز مناسب‌ترین الگو است.

استناد به این مقاله:

اردوزاده، ن؛ برنا، ر؛ قربانیان، ج؛ مرشدی، ج؛ امیری، آ (۱٤۰٤) تأثیر شرایط اقلیمی شهر اهواز بر تحصیل دانش‌آموزان با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی؛ فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی(سپهر)، ۳٤ (۱۳۳)، ۱۹۳-۱۷۳

۱- مقدمه

انسان برای زیست و فعالیت روزانه نیازمند شرایطی است که باید در یک بستر جغرافیایی فراهم شده باشد. از این‌رو، سکونتگاه‌های اولیه بشر در محیط ها و بسترهای جغرافیایی خوش آب‌وهوا، با خاک‌های حاصلخیز و پر آب شکل گرفت. نگاهی به پراکنش سکونتگاه‌های کهن و باستانی و آثار به‌جا مانده از این تمدن‌ها در قالب آثار مصنوع بشر اولیه و مطالعات زمین‌شناسی و اقلیم دیرینه مؤید این ادعا است. آسایش اقلیمی برای یک انسان از شرایط بسیار ضروری زیست و فعالیت است. آسایش اقلیمی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن محیط و شرایط آب و هوایی برای زندگی، فعالیت و رفاه انسان مناسب است. این مفهوم با هدف تعیین میزان مطلوبیت یک منطقه برای زندگی یا فعالیت‌های خاص به‌کار می‌رود. آسایش اقلیمی تحت‌تأثیر عواملی همچون دما، رطوبت، سرعت باد و تابش خورشید قرار دارد. یکی از اهداف مطالعات آسایش اقلیمی، بهینه‌سازی طراحی شهری و معماری سازگار با اقلیم هر منطقه است، به‌گونه‌ای که نیاز به استفاده از منابع انرژی اضافی کاهش یابد. در یک شرایط اقلیمی مطلوب زیست سالم توأم با آرامش روانی حاصل می‌شود و آرامش روانی مهم‌ترین شرط برای نیل به یک آموزش و یادگیری ماندگار و پویا به‌شمار می‌رود. چون در هیچ اقلیمی، تمام فصول و ایام شبانه‌روز در محدوده آسایش زیستی انسان قرار ندارند، بشر از گذشته‌های دور با پناه بردن به غارها و سازه‌هایی که مسکن اولیه نامیده می‌شد و به‌تدریج تکامل یافت، تلاش کرده است شرایط مطلوب زیستی را در فضاهای مصنوع بشری فراهم نماید. بنابراین سازه‌هایی که در درون آن‌ها آموزش صورت می‌گیرد، برای فراهم نمودن فضایی مطلوب به‌منظور یادگیری بسیار مهم‌تر و حساس‌تر از محیط‌های کار و حتی مکان سکونت انسان است. از زیرمجموعه‌های آسایش محیطی، آسایش حرارتی بر پایه شرایط اقلیمی است که بحثی پایه‌ای و پیچیده قلمداد می‌شود. سنجش میزان آسایش، نیازمند شاخصه‌هایی برای مقایسه با مجموع شرایط اقلیمی حادث بر فرد است. درواقع تنها یک خصوصیت اقلیمی، بیان‌کننده میزان آسایش حرارتی از محیط نیست، مانند بدن که برای درک دمای محیط، گیرنده‌ای جدا ندارد و همۀمتغیرهای اقلیمی با یکدیگر تلقی آدمی از شرایط محیطی را می‌سازند. ازاین‌رو به‌منظور سنجش آسایش حرارتی، تعیین شاخص‌های حرارتی ضروری است.

زیست و فعالیت انسان در تمام ساعات شبانه‌روز در محیطی اتفاق می‌افتد که به‌ناچار از شرایط جوّی اطراف متأثر می‌شود. چراکه تمام‌اندام‌های انسان در محاصره عناصر جوی قرار دارند. این عناصر هر یک با ویژگی و انرژی خود تمام عناصر درون خود را متأثر می‌کنند. دما به‌گونه‌ای، رطوبت هوا به‌گونه‌ای دیگر و سایر عناصر نیز به‌گونه‌ای دیگر فعالیت، استراحت، تمرکز و یادگیری انسان را متأثر می‌سازند. هر عنصر جانداری آستانه تحمل مشخصی از دما، رطوبت، تابش و سایر عناصر جوی را دارد. درنتیجه هیچ اقلیمی به‌طور کامل تمام نیازهای زیستی یک جاندار را تأمین نمی‌کند، بلکه فقط در بخش معینی از سال شرایط هر عنصر جوی برای آن جاندار در شرایط ایده‌آل یا نرمال قرار دارد. در سایر اوقات سال یا حتی شبانه‌روز از محدوده آسایش جاندار خارج است. در این اوقات تلاش می‌شود این شرایط مطلوب یا ایده‌آل به‌صورت مصنوعی برای جاندار تأمین شود. این شرایط مصنوع با استفاده از پناهگاه یا مسکن مناسب و وسایل گرمایشی و سرمایشی و سایر ابزارها تأمین می‌شود. درنتیجه ابتدا لازم است دوره‌های سه‌گانۀ مطلوب، گرم و سرد برای هر جاندار در طول سال و در هر اقلیمی به‌دقت تفکیک و ارائه شود. در این صورت با شناخت دقیق از شرایط زیستی اقدامات لازم برای به حداقل رساندن آثار نامطلوب شرایط اقلیمی بر زیست جاندار صورت گرفته و حتی می‌توان با طراحی پناهگاه و مسکن مناسب برای در امان ماندن از اثرات نامطلوب اقلیمی از تأسیسات لازم برای ایجاد سرمایش و گرمایش مناسب و نزدیک کردن شرایط محیطی به شرایط ایده‌آل جاندار استفاده کرد.

طبق بسیاری از مطالعات، مدارس نقش تعیین‌کننده‌تری در مصرف انرژی کشور در بین واحدهای ساختمانی دارند (SotodeMaram,1999;1). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که فرصت کنترل یک محیط داخلی بر ادراک حرارتی ساکنان تأثیر می‌گذارد و آن‌ها را ازنظر آسایش حرارتی پذیرای محیط آموزشی می‌کند (Humphreys,1977;231). دانش‌آموزان بیشترین اوقات خود را در کلاس‌های درس می‌گذرانند و کلاس‌های درس با توجه به ازدحام نسبی در مقایسه با سایر فضاهای آموزشی دارای اهمیت دوچندان هستند. با توجه به این نکته نیاز به تهویه مناسب امری ضروری تلقی خواهد شد. همچنین وجود دانش‌آموزان به‌عنوان منابع انرژی نهفته حرارتی نیازمند توجه ویژه در فصل گرما هست و از سوی دیگر همین منبع حرارتی می‌تواند در فصل سرما نقش مؤثری در ایجاد شرایط آسایش ایفا کند (Theodosiou and Ordoumpozanis, 2008;2207). کلاس‌های درس اساسی‌ترین و مهم‌ترین واحدهای ساختمان‌های آموزشی در خصوص مصرف انرژی و آسایش حرارتی به‌شمار می‌روند (Perez and Capeluto, 2009;340). دانش‌آموزان بیش از ۳۰ درصد جمعیت ایران را تشکیل می‌دهند و به نظر می‌رسد تأمین آسایش آن‌ها عامل مهمی دررسیدن به اهداف آموزشی باشد. راه‌حل‌های اقلیمی در ساختمان‌ها باعث افزایش صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بهبود کیفیت محیط می‌شود و علاوه بر بهبود عملکرد آموزشی دانش آموزان، منجر به ارتقاء فرهنگی و آگاهی در مورد اتلاف انرژی می‌شود (Omidvar et al,2011;101). چندین استاندارد برای بهره‌وری انرژی ارائه شده است، اما به دلیل الگوهای مصرف متفاوت در مدارس، نمی‌توان از دستورالعمل‌های موجود برای ساختمان‌های مسکونی یا اداری در کلاس‌ها استفاده کرد. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهند که مدارس به انرژی بیشتری نیاز دارند (David et al,2011;1489). با توجه به ارزیابی آسایش حرارتی و آستانه گرمای بیش‌ازحد، از استاندارد بهره‌وری انرژی برای ارزیابی خطرات حرارتی ساختمان در مناطق مختلف آب و هوایی استفاده می‌شود (Mavrogianni et al,2017؛ Gaetani et al,2017؛ Birchmore et al,2017; Huang et al,2015;). در سال‌های اخیر، بسیاری از مطالعات استدلال کرده‌اند که سطوح بالای نارضایتی حرارتی دانش‌آموزان در ساختمان‌های آموزشی و آسایش حرارتی دانش‌آموزان دقیقاً در الزامات استانداردهای آسایش حرارتی مربوطه منعکس نشده است (Mishra et al,2017؛ Allab et al,2017). عدم وجود استاندارد یا سند مرجع در رابطه با طراحی کلاس‌های درس مناسب، براساس مراحل آموزش، وضعیت فعلی را بدتر می‌کند (Singh et al,2018). فضای کلاس درس زمینه‌ای اساسی از تعامل است که در آن می‌توان کلیه فعالیت‌های مبادله‌ای و تعیین‌کننده بین فرد و محیط اجتماعی را توسعه داد (Gkloumpou and Germanos,2022) .

(Alghamdi et al,2022) تأثیر پارامترهای اقلیمی در معماری و طراحی ساختمان‌ها و نقش آن را برآسایش حرارتی و مصرف انرژی در ساختمان‌های آموزش عالی موردبررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که نوع سقف و تنظیم دمای خنک‌کنندگی تأثیر قابل‌توجهی برآسایش حرارتی و مصرف انرژی دارد (Gangrade and Sharma,2022;122). تأثیر عوامل محیطی و استفاده از روش‌های تطبیقی آسایش حرارتی ساکنان در ساختمان‌های آموزشی با تهویه طبیعی در آب‌وهوای گرم و خشک را بررسی کرده و به نقش پنجره در تهویه مطلوب و ایجاد آسایش حرارتی تأکید نمودند.

در ایران مفیدی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی به الگوهای چیدمان فضا در بناهای آموزشی هم‌ساز با اقلیم معتدل و مرطوب پرداختند و نتایج کار ایشان نشان داد که الگوی مناسب چیدمان کلاس در ساختار بنا، الگوی قرارگیری کلاس‌ها در یک جداره محور اصلی بنا است. قنبران و حسین‌پور (۱۳۹۵) به بررسی عوامل مؤثر در بهره‌وری انرژی در فضاهای آموزشی در اقلیم شهر تهران پرداختند و بر اساس نتایج به‌دست آمده ادعا کردند که در صورت طراحی مناسب فضاهای آموزشی می‌توان ضمن تأمین شرایط آسایش حرارتی و بصری، در مصرف انرژی فضاهای آموزشی تا ۵۵٪ صرفه‌جویی نمود.

زمردیان و پور دیهیمی (۱۳۹٦) به ارزیابی عملکرد حرارتی و بصری پنجره در کلاس‌های درس در اقلیم شهر تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که پنجره‌های با عملکرد بالا، که ضریب انتقال حرارت پایینی دارند و شیشه‌هایی که ضریب دریافت تابش پایین و میزان عبور نور بالا دارند، در همه جهات، آسایش حرارتی فضا-زمانی را با ۳۵٪ پنجره تأمین می‌کنند. (دوست‌زاده ۱٤۰۰)، به بررسی شرایط مناسب فضاهای آموزشی و فرهنگی همساز با اقلیم (مطالعه موردی: شهر بجنورد) پرداخت و نتایج پژوهش او نشان داد که فضاهای آموزشی و فرهنگی شهر بجنورد همساز با اقلیم نبوده است. (کریم‌زاده و همکاران،۱٤۰۰)، به بررسی میزان انطباق جهت معماری ساختمان‌های قدیم و جدید شهر سقز از منظر اقلیمی پرداختند و یافته‌های مقاله نشان داد که با استفاده از ویژگی‌های زیست -اقلیمی و طراحی و انطباق الگوی معماری شهر سقز بر اساس شاخص دمای مؤثر می‌توان نیازهای حرارتی و آسایش اقلیمی شهر سقز را در طول سال به‌صورت ساعت‌به‌ساعت تعیین نمود. انصار و همکاران (۱٤۰۱) به بررسی تدوین استراتژی‌های طراحی اقلیمی برای ساختمان‌های آموزشی در شرایط اقلیمی شهر دزفول پرداختند و پژوهش آن‌ها نتایج نشان داد که نرم‌افزار مشاور اقلیم برای کشف ایده‌های طراحی اقلیمی در ساختمان‌های آموزشی کارایی بالایی برای طراحی فضاهای آموزشی دارد. بنابراین لام است از این نرم‌افزار برای طراحی فضاهای آموزشی سایر شهرهای استان نیز استفاده شود. در مورد آسایش اقلیمی و اقلیم و معماری شهر اهواز مطالعات پراکنده‌ای انجام‌شده، ولی توجه به میزان انطباق مراکز آموزشی با شرایط اقلیمی و رویکرد جدید این مطالعه جدید و نوآورانه است.

۲- منطقه مورد مطالعه

شهر اهواز ازنظر موقعیت جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ٤۸ درجه و ٤۰ دقیقه شرقی و از لحاظ پستی‌وبلندی و توپوگرافی در بخش جلگه‌ای استان خوزستان، با ارتفاع متوسط ۱۸ متر از سطح دریا واقع‌شده

نگاره۱: موقعیت قرارگیری شهر اهواز در استان خوزستان و شهرستان اهواز

است. مساحت شهر اهواز در تقسیمات جدید (بعد از جدا شدن کوت عبدالله) در حدود ۱۹٦۹۰ هکتار و جمعیت آن بر اساس آمار رسمی سرشماری سال ۱۳۹۵در این محدوده، معادل ۱۱۳٦۸۹۱ نفر است *(طرح توسعه و عمران جامع شهر اهواز،۱۳۹۷؛ ۱)*. براساس آمار اداره کل آموزش و پرورش استان خوزستان در سال ۱٤۰۲، تعداد کل دانش‌آموزان تمامی مقاطع تحصیلی شهر اهواز به تفکیک دختر و پسر به ترتیب ٥۲٦۸٦٦ و ٥٥۸٥۳۱ نفر بوده است.

۳- روش تحقیق

در انجام این پژوهش ابتدا داده‌های جوّی مورد نیاز شامل دما، رطوبت نسبی، بارش، باد و ساعت آفتابی از ایستگاه سینوپتیک اهواز در دوره آماری (۲۰۲۲ - ۲۰۰۰) استخراج شدند. سپس با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی اولگی و گیونی و شاخص زیست اقلیم - معماری ماهانی، شرایط آسایش انسانی شهر اهواز طی ۱۲ ماه سال بررسی و بهترین زمان (ماه‌ها) برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های آموزشی مدارس مشخص شد. جدول (۱) داده‌های ایستگاه سینوپتیک اهواز را نشان می‌دهد.

۳-۱- شاخص گیونی

این شاخص اقلیمی بیشتر برای ارزیابی نقش اقلیم در بهبود شرایط نامطلوب داخلی ساختمان‌ها و توصیه‌هایی برای کارایی ساختمان در بهره‌مندی از شرایط اقلیمی استفاده می‌شود. در این شاخص آسایش انسان در داخل ساختمان با در نظر گرفتن تأثیر جداره‌ها به شرایط داخلی بنا و چگونگی دخالت عواملی چون برودت تبخیری آب، جریان هوا و ایجاد کوران در فضاهای داخلی و بهره‌گیری از انرژی حرارت تابش خورشید، موردبررسی قرارگرفته و مرز شرایطی که بعدازآن استفاده از وسایل گرماساز و سرماساز ضرورت دارد تعیین می‌شود. در این شاخص محدوده آسایش با فرض اینکه فرد ملبس به پوشاک درون خانه و سرگرم فعالیت سبک یا استراحت است، در محدوده دمایی ۲۱ تا ۲٥ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲۰ ، ۸۰ درصد تعیین شده است. در دمای پایین‌تر از ۲۰ درجه سلسیوس در صورت وجود تابش مستقیم خورشید و یا استفاده از مصالح مناسب آسایش تأمین می‌شود. لیکن در دماهای پایین‌تر از ۱۲ تا ۱۰ درجه، ایجاد آسایش بدون بهره‌گیری از وسایل گرمایشی میسر نیست. برای ارزیابی این شاخص بر روی ایستگاه اهواز از داده‌های میانگین دمای حداکثر و حداقل و رطوبت نسبی حداکثر و حداقل ۲۲ ساله استفاده شده است. با استفاده از داده‌های رطوبت و دما موقعیت هرماه از سال بر روی نمودار گیونی مشخص شده و شرایط زیست‌اقلیمی آن ماه تحلیل شده است.

جدول۱: معدل ۲۲ ساله داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک اهواز(۲۰۲۲-۲۰۰۰)

نام ایستگاه: اهواز	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
متوسط دمای حداکثر	۱۷/۹۸	۲۰/۹۸	۲٥/۹٦	۳۲/٦٤	۳۹/۹٦	٤٤/۸۳	٤٦/۹	٤٦/٥۲	٤۲/۸۹	۳٦/۳٤	۲٦/٤	۱۹/۷۸
متوسط دمای حداقل	۷/۹۱	۹/٥۷	۱۳/٥۳	۱۸/٦٤	۲٤/٦۷	۲۷/٦۸	۲۹/۹	۲۹/۳۳	۲٤/٦۷	۲۰/۳۹	۱۳/۹	۸/٥
نوسان دما	۱۰/۰۷	۱۱/٤۱	۱۲/٤۳	۱٤	۱٥/۲۹	۱۷/۱٥	۱۷	۱۷/۱۹	۱۸/۲۲	۱٥/۹٥	۱۲/٦	۱۱/۲۸
رطوبت نسبی حداکثر	۸۷/٤۲	۸۰/۷۹	۷۲/٥۲	٦۱/۹۱	٤٤/۱۳	۳٦/۱٥	۳۸/۷	٤۷/۱۲	٤۸/۲۹	٥۷/۸٦	۷٤/۳	۸٥/۷
رطوبت نسبی حداقل	٤۸/۸۲	۳٦/٤٤	۲۷/۸	۲۰/۷۱	۱۳/۸	۹/۹۱	۱۱/٦	۱۲/۷۱	۱۳/٤۱	۱۹/٤	۳۳/٦	٤۷/۷۲
معدل کل رطوبت نسبی	٦۸/۱۲	٥۸/٦۱	٥۰/۱٦	٤۱/۳۱	۲۸/۹٦٥	۲۳/۰۳	۲٥/۲	۲۹/۹۲	۳۰/۸٥	۳۸/٦۳	٥۳/۹	٦٦/۷۱
گروه رطوبت نسبی	۴	۳	۳	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۳	۳
بارندگی m/m	۳۹/۱۴	۲٥/۲۳	۲۴/۳۳	۱٥/۹۸	۱/۱	۰/۷	۰	۰	۰	٥/٥	۳۲	٤۹/۸٦

۳-۲- شاخص اولگی

نمودار یا شاخص زیست‌اقلیمی انسانی (بیوکلیماتیک انسانی) که به شاخص اولگی نیز معروف است، بیانگر شرایط آب و هوایی یک ایستگاه یا منطقه از نظر آسایش حرارتی است. این شاخص از چهار عنصر حداکثر دما و حداکثر رطوبت نسبی و حداقل دما و حداقل رطوبت نسبی تشکیل شده و برای دو بخش شرایط شبانه و شرایط روزانه محاسبه می‌شود. شرایط روزانه از طریق دو عنصر حداکثر دما و حداقل رطوبت نسبی و شرایط شبانه، از طریق دو عنصر حداقل دما و حداکثر رطوبت نسبی محاسبه می‌شود. نقطه تلاقی این دو عنصر در شرایط روزانه و شبانه در نمودار زیست اقلیمی انسانی تعیین می‌شوند. این نمودار از دو محور عمودی دما و محور افقی رطوبت نسبی تشکیل شده است. دو نقطه شرایط روزانه و شبانه به همدیگر متصل و پاره خطی را ترسیم می‌کند که محل قرارگیری آن، شرایط آسایش را برای آن ماه مشخص می‌کند. مرکز نمودار، منطقه آسایش بوده و به طرفین از میزان مطلوبیت کاسته می‌شود.

۳-۳- شاخص ماهانی

این شاخص توسط کارل ماهانی در سال ۱۹۷۱ طراحی شد که منطقه آسایش هر ماه را به تفکیک شب و روز و با توجه به میانگین سالیانه دما و میانگین ماهانه رطوبت نسبی با استفاده از جدولی تعیین می‌کند. برای این منظور، پس از محاسبه میانگین سالیانه دما و ماهانه رطوبت نسبی هر منطقه، گروه رطوبتی ماه‌های مختلف سال از طریق جدول (۲) محاسبه و از این طریق، حدود بالا و پایین آسایش شب و روز مشخص می‌شود. سپس منطقه آسایش روز از طریق میانگین ماهانه دمای بیشینه و منطقه آسایش شب از طریق میانگین ماهانه دمای کمینه، استخراج و منطقه آسایش هر ماه از این روش سنجیده می‌شود.

٤- یافته‌های تحقیق:

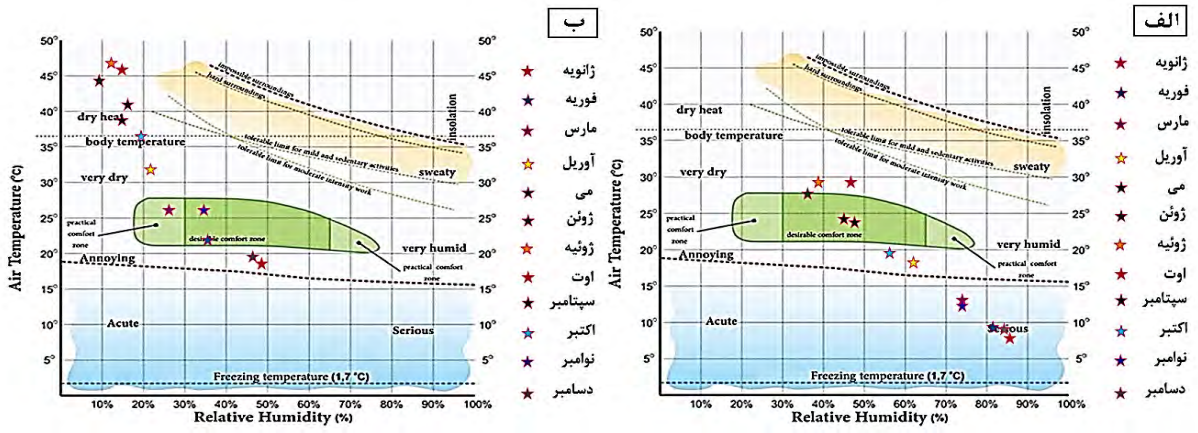
٤-۱- ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی شهر اهواز بر اساس شاخص اولگی

نگاره (۲-الف) ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی روزانه شهر اهواز را بر اساس شاخص اولگی نشان می‌دهد. بر اساس این شاخص سه ماه نوامبر(آبان)، فوریه (بهمن)و مارس(اسفند) در اوقات روز در شرایط مطلوب زیست انسانی قرار دارند. به عبارتی در این سه ماه روزها شرایط دمایی و رطوبتی در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. در دو ماه دسامبر(آذر) و ژانویه(دی) شرایط روز پایین‌تر از شرایط و محدوده زیستی انسان قرار دارد. به‌عبارت‌دیگر در این دو ماه روزها برای

جدول۲: ماهانی – منطقه آسایش شب و روز

گروه اقلیمی	معدل رطوبت نسبی به درصد	معدل دمای سالانه (درجه سلسیوس)					
		روز	شب	روز	شب	روز	شب
۱	۰-۳۰	۳٤ ۲٦	۲٥ ۱۷	۳۲ ۲۳	۲۳ ۱٤	۳۰ ۲۱	۲۱ ۱۲
۲	۳۰-٥۰	۳۱ ۲٥	۲٤ ۱۷	۳۰ ۲۲	۲۲ ۱٤	۲۷ ۲۰	۲۰ ۱۲
۳	٥۰-۷۰	۲۹ ۲۳	۲۳ ۱۷	۲۸ ۲۱	۲۱ ۱٤	۲٦ ۱۹	۱۹ ۱۲
٤	۷۰-۱۰۰	۲۷ ۲۲	۲۱ ۱۷	۲٥ ۲۰	۲۰ ۱٤	۲٤ ۱۸	۱۸ ۱۲

(منبع : گرگانلی دوجی ،۱۳۹۳؛۳۱)



نگاره۲: الف)دمای حداکثر و رطوبت نسبی حداقل روز، ب)دمای حداقل و رطوبت نسبی حداکثر شب

انسان سرد است. در ماه آوریل(فروردین) هوای روزانه گرم ولی پایین‌تر از دمای پوست یا دمای بدن قرار دارد. در سایر ماه‌های سال دمای هوا در طول روز نه‌تنها برای انسان گرم است بلکه از دمای بدن نیز بالاتر است. به‌خصوص در سه ماه ژوئن(خرداد)، ژوئیه(تیر) و اوت(مرداد) دمای هوای روزانه بسیار نامطلوب و در محدوده ٤٥ درجه سلسیوس قرار داشته و دما برای انسان مخاطره‌آمیز است. به‌طورقطع این شرایط برای دانش‌آموزان که آسیب‌پذیری بیشتری دارند می‌تواند مخاطره‌آمیز باشد.همان‌طور که مشاهده می‌شود در اقلیم شهر اهواز پدیده گرما پدیده غالب اقلیمی است. لذا این پدیده باید به‌عنوان یک مسئله در طراحی و الگوی معماری و سایر استراتژی‌های طراحی و ساخت مدارس مدنظر قرار بگیرد.

نگاره (۲-ب) ارزیابی حاصل از شاخص اولگی را در شرایط دمای شبانه یا دمای صبحگاهی نشان می‌دهد. در این اوقات از شبانه‌روز ماه‌های سپتامبر(شهریور)، می (اردیبهشت)و ژوئن(خرداد) در شرایط مطلوب زیستی یا شرایط راحت زیستی قرار دارند. دو ماه ژوئیه(تیر) و اوت(مرداد) هوا همچنان در شب نیز گرم است. دو ماه اکتبر(مهر) و آوریل(فروردین) ازلحاظ شرایط حرارتی در وضعیت خنک قرار دارند. در مقابل سایر ماه‌ها که پنج ماه نوامبر (آبان)تا مارس (اسفند)را شامل می‌شود هوای شبانه در اهواز سرد است. بنابراین در مورد شب‌های اهواز پدیده سرما پدیده غالب‌تر از سایر شرایط است.

٤-۲- ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی شهر اهواز بر اساس شاخص گیونی

جدول (۳) مفاهیم سمبل‌های به‌کار رفته در نمودارهای گیونی را نشان می‌دهد. برای ارزیابی شرایط بیوکلیماتیک شهر اهواز ابتدا با استفاده از دو عنصر دمای حداکثر و رطوبت نسبی حداقل موقعیت هرماه از سال بر روی نمودار روزانه شاخص مشخص‌شده و وضعیت روزانه هرماه تحلیل‌شده است. سپس با استفاده از دو عنصر دمای حداقل و رطوبت نسبی حداکثر موقعیت شبانه هرماه بر روی نمودار گیونی مشخص‌شده و وضعیت زیستی هرماه تحلیل شده است (نگاره‌های ۳ -الف و ب).

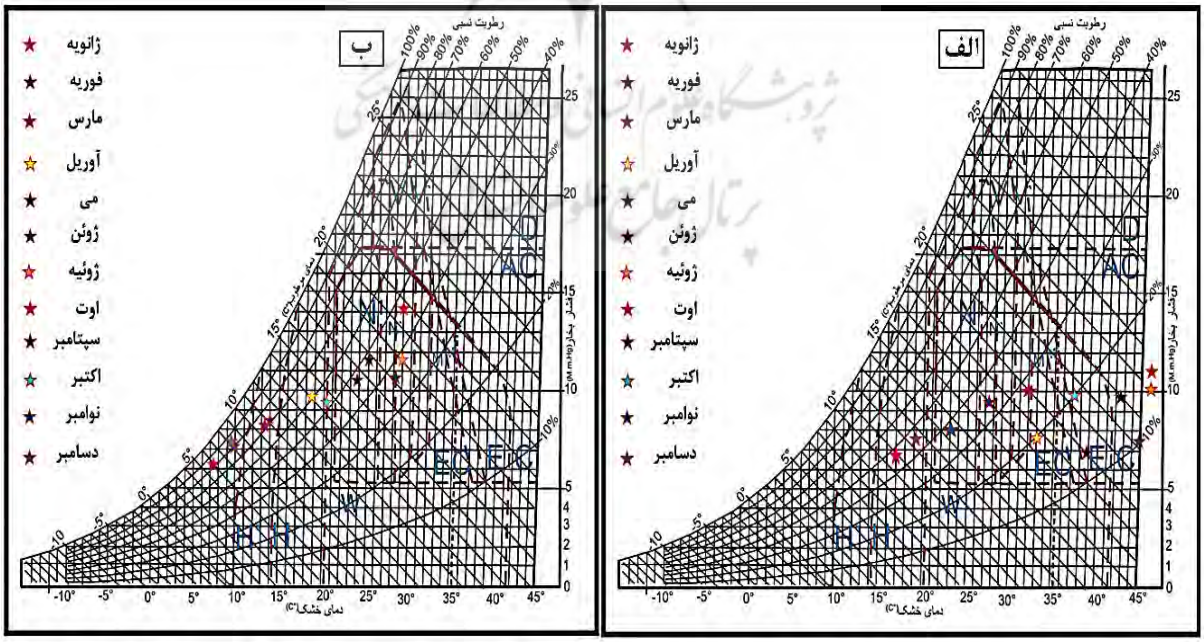
٤-۲-۱- شرایط روزانه در شاخص بیوکلیماتیک گیونی

بر اساس شاخص گیونی دو ماه نوامبر(آبان) و فوریه (بهمن) در طول روز به ترتیب در محدوده آسایش قابل تحمل و محدوده آسایش قرار دارند. ماه‌های دسامبر (آذر) و ژانویه (دی) استفاده از وسایل گرمایشی برای ایجاد آسایش درونی ساختمان لازم است. در ماه‌های مارس (اسفند) و آوریل (فروردین) در صورتی‌که مصالح استفاده‌شده در

ساختمان‌ها با شرایط اقلیمی متناسب باشد آسایش درونی حاصل خواهد شد. دو ماه می(اردیبهشت) و اکتبر(مهر) برای ایجاد آسایش در درون ساختمان استفاده از وسایل سرمایشی ضرورت پیدا می‌کند. البته در این ماه‌ها اگر دیوارها از عایق‌کاری مناسب برخوردار باشند با ممانعت از ورود تابش خورشیدی به درون فضاهای داخلی می‌توان آسایش دوره را فراهم نمود. در باقیمانده ماه‌های سال که چهار ماه ژوئن (خرداد) تا سپتامبر (شهریور) را شامل می‌شود ایجاد آسایش درونی ساختمان فقط با استفاده از وسایل سرمایشی در تمام طول سال ممکن می‌شود. البته همان‌طور که بر روی نمودار نیز دیده می‌شود دو ماه ژوئیه(تیر) و اوت(مرداد) خارج از دامنه نمودار گیونی قرار دارد و به عبارتی شاخص گیونی توانایی ارزیابی شرایط ایستگاه‌هایی که از دماهای بالای ۴۰ درجه سلسیوس برخوردار هستند را ندارد (نگاره ۳ -الف).

٤-۲-۲- شرایط شبانه در شاخص بیوکلیماتیک گیونی

بر اساس شاخص گیونی در شهر اهواز برای سه ماه دسامبر(آذر) تا فوریه (بهمن) برای ایجاد آسایش در فضاهای داخلی استفاده از وسایل گرمازا ضرورت دارد. به‌عبارت‌دیگر حتی اگر از مناسب‌ترین مصالح و الگوی معماری نیز استفاده شود، عوامل اقلیمی به‌تنهایی تأمین انرژی داخلی برای رسیدن به مرز آسایش را نمی‌توانند فراهم نمایند و استفاده از وسایل گرمازا برای رسیدن به شرایط مطلوب حرارتی، لازم است. در دو ماه مارس(اسفند) و نوامبر(آبان) شرایط اقلیمی حاکم در فضای بیرونی به‌گونه‌ای است که اگر مصالح به‌کار رفته در سازه‌ها و الگوی معماری با شرایط اقلیمی منطقه سازگاری داشته باشد استفاده از پتانسیل‌های اقلیمی محیط همانند تابش خورشیدی در انتقال و ذخیره در دیوارها می‌توانند به مقدار قابل‌توجهی در حفظ انرژی تولیدی به‌وسیله وسایل گرمایشی مؤثر باشند. در این صورت به مقدار زیادی در مصرف انرژی صرفه‌جویی خواهد شد. همان‌طور که در توصیه‌های معماری شاخص ماهانی نیز بیان‌شده است در شهر اهواز استفاده از دیوارهای سنگین برای به حداقل رساندن تبادل انرژی بسیار ضرورت دارد. این دیوارها، ظرفیت حرارتی بالایی دارند و زمان حرکت گرما را افزایش



نگاره۳: وضعیت ماهانه هر یک از ماه‌های سال بر روی نمودار گیونی الف)شرایط روزانه، ب) شرایط شبانه

داده و در عبور گرما تأخیر به‌وجود می‌آورند. در ماه‌های آوریل(فروردین) و اکتبر (مهر)شب‌ها در شهر اهواز قدری گرم‌تر شده درنتیجه در ساختمان‌هایی که از تهویه مطبوع برخوردار هستند انرژی روزانه تولیدشده درمحیط به‌وسیله تابش خورشیدی برای ایجاد آسایش شبانه کفایت می‌کند و در بسیاری از موارد به استفاده از وسایل گرمایشی نیازی نیست. دو ماه می (اردیبهشت) و سپتامبر (شهریور)در اهواز در طول شب در شرایط آسایش قرار دارند. به عبارتی در این دو ماه شب‌های شهر اهواز کاملاً در شرایط مطلوب قرار دارند. در سه ماه باقیمانده که ماه‌های ژوئن(خرداد) تا اوت(مرداد) را شامل می‌شود، در صورتی‌که مصالح و الگوی معماری سازگار با اقلیم طراحی‌شده باشد شرایط داخلی اتاق‌ها برای زیست انسانی قابل‌تحمل خواهد بود. در صورتی‌که این شرایط رعایت نشده باشد ایجاد شرایط آسایشی فقط با استفاده از وسایل سرمایش مکانیکی حاصل خواهد شد. هم‌اکنون در بسیاری از منازل جدید این شرایط حاکمیت دارد.

٤-۳- تحلیل شرایط اقلیم - معماری شهر اهواز براساس شاخص ماهانی

شاخص‌های زیست‌اقلیمی توانایی تفکیک دوره‌های مطلوب و نامطلوب اقلیمی را در اقلیم‌های مختلف دارند. بر اساس این شاخص‌ها می‌توان دوره‌های گرم و دوره‌های نامطلوب سرد را مشخص نمود. با مشخص شدن دوره‌های غالب سرد یا گرم باید تلاش نمود با اتخاذ تدابیر لازم و با استفاده از توانمندی‌های اقلیمی محیط و یا ممانعت از ورود یا تأثیر برخی عناصر نامطلوب اقلیمی شرایط محیطی را به محدوده آسایش اقلیمی انسان نزدیک‌تر نمود. بخش قابل‌توجهی از این اقدامات به الگوی طراحی مسکن مربوط می‌شود. در این مرحله با استفاده از مصالح مناسب در سازه‌ها، جهت‌گیری دیوارها، ابعاد و جهت پنجره‌ها و بازشوها می‌توان با کنترل ورود و خروج انرژی تابشی خورشید شرایط درونی ساختمان را به شرایط مطلوب زیستی نزدیک‌تر نمود. در این بخش با استفاده از شاخص‌های ماهانی و اوانز الگوهای معماری مناسب براساس این دو شاخص ارائه خواهد شد. این شاخص یک شاخص ترکیبی زیست‌اقلیمی و معماری است. در بخش اول شرایط زیست‌اقلیمی محیط بررسی‌شده و در ادامه الگوهای معماری متناظر با شرایط زیست‌محیطی حاکم ارائه خواهد شد.

٤-۳-۱- شرایط زیست اقلیمی شهر اهواز براساس شاخص ماهانی

جدول(۱) اطلاعات کلی ایستگاه اهواز شامل دما، رطوبت و بارش را برای یک دوره آماری ۲۲ ساله نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اصولاً شهر اهواز یک شهر گرمسیری ولی پر نوسان است. به‌طوری که حداقل در طول چهار ماه ژوئن (خرداد) تا سپتامبر (شهریور)دمای ظهر گاهی به بیش از ٤۰ درجه سلسیوس و حتی در ماه‌های ژوئیه و اوت به بیش از ٤٥ درجه سلسیوس هم می‌رسد. درعین‌حال در همین شهر در ماه‌های دسامبر و ژانویه دمای ظهر گاهی به کمتر از ۲۰ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد. به‌این‌ترتیب نوسان دما در ظهرهای گرم تابستانه تا ظهرهای زمستانه به حدود ۲۹ درجه سلسیوس می‌رسد. در همین حال دماهای حداقل میانگین یا دماهای صبحگاهی در تابستان در محدوده ۳۰ درجه سلسیوس و در صبحگاهی سه ماه دسامبر تا فوریه به زیر ده درجه سلسیوس نزول می‌کند. به عبارتی شب‌های کاملاً خنک بر شهر حاکم می‌شود. بنابراین شهر اهواز به دلیل غلبه سامانه‌های اقلیمی یا توده‌های هوایی متنوع در طول دوره گرم و سرد سال از نوسان دما و رطوبت شدیدی برخوردار است. نوسان دمای ماهانه در این شهر در تمام ماه‌ها بیش از ۱۰ درجه سلسیوس بوده و در ماه‌های گرم سال این نوسان تشدید شده و به بیش از ۱۸ درجه سلسیوس می‌رسد. درمجموع نوسان دمای شبانه‌روزی در شهر اهواز در ماه‌های گرم سال شدیدتر از ماه‌های سرد سال است. پرباران‌ترین ماه سال در این شهر ماه دسامبر(آذر) است و اصولاً در شش ماه سال یعنی از ماه

جدول۳: راهنمای سمبل‌های نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی گیونی

سمبل	مفهوم
N	محدوده منطقه آسایش
N´	محدوده شرایط قابل‌تحمل
M	حد شرایطی که استفاده از مصالح ساختمانی متناسب با اقلیم در ایجاد منطقه آسایش در داخل ساختمان مؤثر است
M´	حد شرایط قابل‌تحمل در صورت استفاده از مصالح متناسب با اقلیم
V	حد استفاده از کوران در ساختمان‌های معمولی
V´	حد استفاده از کوران در ساختمان‌های معمولی بدون تهویه
H	حد استفاده از کوران در ساختمان‌هایی که برای استفاده از کوران در تهویه مطبوع طراحی‌شده‌اند
H´	حد تأثیر مصالح در گرم نمودن ساختمان
EC	حد استفاده از مصالح متناسب با اقلیم در گرم نمودن ساختمان
EC´	حد استفاده از کولرآبی در ساختمان‌هایی با عایق‌کاری مناسب
AC	حدود شرایطی که تنها استفاده از تهویه مطبوع مؤثر است
D	محدوده‌ای که علاوه بر استفاده از تهویه مطبوع به دستگاه رطوبت‌گیر نیز احتیاج است
W	محدوده‌ای که در آن دستگاه رطوبت زن احتیاج است
S	محدوده استفاده از وسایل گرمازا

(منبع: جامع، عبدالکریم ،۱۳۹۲)

نوامبر(آبان) بارش‌ها شروع‌شده تا ماه آوریل(فروردین) ادامه دارد. باوجود اینکه در ماه‌های اکتبر(مهر) و می(اردیبهشت) نیز احتمال وقوع بارش وجود دارد. ولی درمجموع از ماه ژوئن(خرداد) تا سپتامبر(شهریور) وقوع پدیده بارش کاملاً اتفاقی و دور از انتظار است. جدول (٤) ارزیابی اولیه را بر اساس معیارهای انتخابی ماهانی نشان می‌دهد. در این جدول ردیف‌های دوم و سوم محدوده آسایش روزانه را نشان می‌دهد. در شهر اهواز با توجه به شرایط اقلیمی حاکم و فیزیولوژی شکل‌گرفته برای ساکنین در این شرایط اقلیمی انسان‌ها در دوره سرد سال در دماهایی در محدوده ۲۲تا ۲۷ یا ۲۳ تا ۲۹ درجه سلسیوس احساس راحتی دارند. در صورتی‌که در ماه‌های دوره گرم سال در محدوده دمایی ۲٦ تا ۳٤ یا ۲۵ تا ۳۱ درجه سلسیوس احساس راحتی دارند. ردیف‌های پنجم و ششم جدول محدوده آسایش را برای دوره شبانه شهر اهواز نشان می‌دهد. بر اساس فیزیولوژی ساکنین شهر متأثر از شرایط اقلیمی حد پایین دمای شبانه برای آسایش دمای ۱۷ درجه سلسیوس تعیین‌شده است. این عدد برای حد بالای آسایش در ماهای سرد ۲۱ تا ۲۳ و در ماه‌های گرم سال ۲٤ تا ۲۵ تعیین شده است. بر اساس این محدوده‌های آسایش در شهر اهواز ساکنین در سه ماه دسامبر (آذر) تا فوریه(بهمن) روزها نیز احساس سرما دارند. در دو ماه نوامبر(آبان) و مارس(اسفند) مردم در شهر اهواز در طول روز هوای مطبوعی را تجربه خواهند نمود. در سایر ماه‌های سال یعنی در هفت ماه آوریل (فروردین) تا اکتبر (مهر) مردم در طول روز یا حداقل در بخش زیادی از روز احساس گرما خواهند داشت که بیش از نیمی از ماه‌های سال را در برمی‌گیرد.

در شرایط شبانه ساکنین شهر در ماه نوامبر (آبان) تا مارس(اسفند) شب‌های سردی را تجربه خواهند کرد. در سه ماه سپتامبر(شهریور)، اکتبر (مهر) و آوریل (فروردین)

جدول۴: جداول ماهانی –گروه دوم اقلیمی

نام ایستگاه: اهواز	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
معدل دمای حداکثر	۱۷/۹۸	۲۰/۹۸	۲۵/۹۶	۳۲/٦٤	۳۹/۹٦	٤٤/۸۳	٤٦/۹	٤٦/۵۲	٤۲/۸۹	۳٦/۳٤	۲٦/٤	۱۹/۷۸
منطقه راحت روز حداکثر	۲۷	۲۹	۲۹	۳۱	۳۱	۳٤	۳٤	۳۱	۳۱	۳۱	۲۹	۲۹
منطقه راحت روز حداقل	۲۲	۲۳	۲۳	۲۵	۲۵	۲٦	۲٦	۲۵	۲۵	۲۵	۲۳	۲۳
معدل دمای حداقل	۷/۹۱	۹/۵۷	۱۳/۵۳	۱۸/٦٤	۲٤/٦۷	۲۷/٦۸	۲۹/۹	۲۹/۳۳	۲٤/٦۷	۲۰/۳۹	۱۳/۹	۸/۵
منطقه راحت شب حداکثر	۲۱	۲۳	۲۳	۲٤	۲٤	۲۵	۲۵	۲٤	۲٤	۲٤	۲۳	۲۳
منطقه راحت شب حداقل	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
وضعیت گرمایی روز	سرد	سرد	معتدل	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	معتدل	سرد
وضعیت گرمایی شب	سرد	سرد	سرد	معتدل	گرم	گرم	گرم	گرم	معتدل	معتدل	سرد	سرد

شب‌ها برای ساکنین مطبوع و دلپذیر خواهد بود. در چهار ماه می (اردیبهشت)تا اوت(مرداد) شب‌ها برای ساکنین گرم خواهد بود. بنابراین مشاهده می‌شود باوجود اینکه در طول روزها شهر اهواز بیشتر با پدیده گرما و گاه به‌خصوص با گرمای مضاعف و آزاردهنده مواجه است ولی در همین شهر در زمستان و به‌خصوص در شب‌ها، پدیده شب‌های سرد پدیده غالب شهر است.

تا این مرحله از بحث وضع موجود شهر اهواز به لحاظ زیست و آسایش انسانی تحلیل شد. در شاخص ماهانی تلاش شده است توصیه‌هایی بر اساس توانمندی‌های اقلیمی محیط برای کاهش شرایط نامطلوب موجود ارائه شود. به‌عنوان‌مثال با استفاده از توان خنک‌کنندگی باد، تابش شبانه، استفاده از تابش آفتاب و انرژی تابشی به درون فضاهای بسته تأثیر شرایط نامطلوب زیستی بر روی ساکنین به حداقل برسد. جدول(۵) نتیجه این ارزیابی را با توجه وضعیت اقلیمی شهر اهواز ارائه نموده است.

در ردیف اول این جدول ضرورت استفاده از جریان باد برای تقلیل اثرات نامطلوب گرمای مضاعف بر روی زیست را نشان می‌دهد. با توجه به شرایط دمایی و رطوبتی شهر اهواز در دوره گرم سال استفاده از جریان باد از طریق کوران باد در داخل اتاق‌ها توصیه نمی‌شود. چراکه اولاً دمای هوایی که جریان باد با خود حمل می‌کند بیش از دمای پوست انسان است. درنتیجه جریان باد نه‌تنها به خنک شدن پوست کمکی نخواهد کرد بلکه شرایط موجود را بدتر نیز خواهد نمود. در عین اینکه درصورت وجود چنین بادی آثار فیزیکی آن در داخل منزل باعث بر هم زدن آرامش ساکنین و وسایل داخل منزل خواهد شد.

ردیف دوم جدول میزان مطلوبیت باد را در شرایطی که دمای روز برای شهر اهواز در محدوده مطلوب قرار داشته باشد نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در ردیف

جدول۵: ارزیابی شاخص‌ها گرمایی – گروه سوم اقلیمی

شاخص‌های گرمایی	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	جمع
H1													۰
H2													۰
H3													۰
A1				❊	❊	❊	❊	❊	❊	❊			۷
A2					❊	❊	❊	❊					٤
A3	❊	❊										❊	۳

دوم جدول نیز این شرایط برای هیچ ماهی از سال تأیید نشده است. چون‌که در همان ماه‌هایی که (مارس و نوامبر) هوای روز در شرایط مطلوب زیستی قرار دارد شب‌ها هوای سردی را تجربه می‌کند. لذا جریان باد ممکن است شرایط سرد شبانه را تشدید نموده و شرایط مطلوب روز را نیز به سمت سردی سوق دهد. چون این جریان باد برای رطوبت نسبی‌های بالای ۷۰ درصد مطلوب است. درحالی‌که هوای شهر اهواز در این دو ماه خشک بوده و رطوبت نسبی روزبه ترتیب ۲۷ و ۳۳ درصد است.

ردیف سوم این جدول تغییر الگوی معماری به شرایط شهرهای با اقلیم مرطوب را نشان می‌دهد، تا الگوی معماری مناسب با دفع سریع بارش از سقف‌ها و نماها مانع از آسیب بنا از آثار بارش‌های طولانی و شدید باشد. درصورتی‌که شهر اهواز به لحاظ بارشی در اقلیمی خشک تا نیمه‌خشک قرار دارد. بنابراین شرایط ذکرشده، برای هیچ ماهی از سال تأیید نشده است.

در ردیف چهارم شرایط مسکن ازلحاظ ذخیره و دفع انرژی تابشی خورشید از طریق دیوار ساختمان‌ها در طول روز ارزیابی‌شده است. این شرایط برای شهرهایی لازم است که در طول روز هوای درونی اتاق‌ها به لحاظ زیستی گرم و نامطلوب است. در این شرایط انتقال گرمای تابشی ایجادشده از تابش خورشید بر روی دیوارها به درون فضاهای بسته درونی سبب تشدید گرما و نامطلوبی هر چه بیشتر هوای اتاق‌ها خواهد شد.

براساس شاخص ماهانی این شرایط برای هفت ماه از سال تأییدشده است. به عبارتی از ماه آوریل(فروردین) تا اکتبر(مهر) باید فضاهای درونی ازلحاظ انتقال تابشی محافظت شوند. با توجه به اینکه این شرایط در بیش از نیمی از سال تأیید شده، لازم است الگوی معماری ازلحاظ جهت‌گیری دیوارهای قائم و مصالح استفاده‌شده به لحاظ عدم انتقال و تأخیر گرمایی بالا موردتوجه جدی قرار گیرد.

ردیف پنجم جدول بیانگر وضعیتی است که در صورت حاکمیت هوای خشک یا رطوبت نسبی کمتر از ۵۰ درصد در فضای بیرون از اتاق و فضاهای بسته به‌دلیل تابش شبانه استقرار در محیط‌های باز و بهارخواب و حیاط منزل هوای مطبوعی را برای زیست فراهم می‌کند. همان‌طور که جدول نشان می‌دهد بر اساس ارزیابی ماهانی در چهار ماه می(اردیبهشت) تا اوت(مرداد) در شهر اهواز به دلیل رطوبت نسبی پایین شبانه امکان استقرار در فضاهای باز و خوابیدن در فضای باز وجود دارد. البته باید در نظر داشت که مصالح کف بهارخواب یا حیاط تشعشع مناسبی را داشته باشد و ساختمان‌های هم‌جوار امکان تهویه و جریان هوا را فراهم نموده باشند.

ردیف ششم جدول بیانگر شرایطی است که هوای سرد شبانه و روز وضعیتی را فراهم می‌کند که استفاده از تابش آفتاب نیز مشکل سرما را برطرف نمی‌کند. در این ماه‌ها استفاده از وسایل گرمایشی برای ایجاد آسایش ضرورت دارد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود در سه ماه از سال این شرایط برای شهر اهواز بر اساس شاخص ماهانی تأییدشده است. ماه‌های دسامبر(آذر) تا فوریه(بهمن) این شرایط حاکمیت دارد.

٤-۳-۲- خصوصیات اقلیم - ساختمان در شهر اهواز بر اساس پیشنهادات ماهانی

جداول ٦ و ٧ توصیه‌های معماری برای شهر اهواز را بر اساس شاخص ماهانی نشان می‌دهند. بر اساس شرایط اقلیمی شهر اهواز برای استفاده از تابش آفتاب برای دوره سرد سال و ممانعت از ورود اشعه‌های تابشی به درون اتاق‌ها از طریق بازشوها و دیوارهای قائم ، بهتر است امتداد کلی ساختمان‌ها در جهت غربی - شرقی باشد. در این صورت با توجه به زاویه تابش آفتاب در دوره سرد سال امکان انتقال اشعه‌های خورشیدی به درون اتاق‌ها از طریق بازشوها و پنجره‌هایی که به سمت جنوب تعبیه شده‌اند، وجود دارد و می‌توان از انرژی پاک خورشیدی برای گرم کردن منازل و کلاس‌های درسی استفاده کرد. درحالی‌که در دوره گرم سال به دلیل افزایش ارتفاع خورشید و زاویه تابش اشعه‌های تابشی کمتر وارد اتاق‌ها شده و زاویه تابش برای دیوارهای قائم کمتر می‌شود. به عبارتی دیوارهای قائم رو به جنوب با زاویه کمتری در معرض تابش خورشیدی قرار می‌گیرند.

از لحاظ فاصله ساختمان‌ها با همدیگر، بهتر است ساختمان‌ها به هم چسبیده باشند. به عبارتی ساختمان‌ها از طرفین غرب و شرق به هم متصل باشند. چراکه کوران باد بین ساختمان‌ها نه در فصل گرم به دلیل گرمای مفرط هوا و نه در فصل سرد به دلیل سرمای هوا ضرورت ندارد. چسبیدگی ساختمان‌ها از طرفین غربی و شرقی از تابش شدید صبحگاهی و عصرگاهی به دیوارهای غربی و شرقی که در این مواقع از سال با زاویه تابش نزدیک به قائم دریافت می‌شوند جلوگیری می‌نماید.

با توجه به گرمای شدید هوا به‌خصوص در دوره گرم سال و از طرفی نیاز به تابش آفتاب برای تعدیل فضاهای داخلی در دوره سرد سال بهتر است ابعاد پنجره‌ها در شهر اهواز متوسط انتخاب شوند. به‌طوری‌که بین ۳۰ تا ٤۰ درصد دیوارهای جنوبی و در صورت ضرورت دیوارهای شمالی را اشغال کند. با توجه به گرمای شدید هوا در دوره گرم سال و عدم نیاز به انتقال گرما از طریق دیوارها در شهر اهواز بهتر است دیوارها از نوع سنگین و یا بازمان تأخیر زیاد با بیش از ۸ ساعت انتخاب شوند تا انتقال تابش از طریق دیوارها چه دوره گرم سال از بیرون به داخل و چه در دوره سرد سال از داخل به سمت بیرون به حداقل ممکن برسد. از این‌رو سقف‌ها نیز بهتر است سنگین انتخاب شوند تا زمان انتقال را به حداقل ممکن برسانند.

با توجه به شرایط خشکی هوا به‌خصوص در عمده شب‌های شهر اهواز به‌جز مواقع معدودی که هوا به دلیل جریانات از سمت دریا شرجی می‌گردد و همچنین به دلیل انرژی مصرفی بالا به‌وسیله وسایل سرمایشی و قطع شدن مکرر برق به دلیل دماهای بالای هوا در طول روزها که توان انتقال نیرو را با اختلال مواجه می‌سازد، تعبیه فضایی برای استراحت و خواب شبانه توصیه می‌شود تا از شرایط خفقان آورد اتاق‌های بسته رهایی یافت.

جدول٦: جدول گروه سه پیشنهادات مقدمات ماهانی

پیشنهادات شهر اهواز	شاخص‌های وضعیت گرمایی					
	وضعیت خشک			وضعیت مرطوب		
	A3	A2	A1	H_3	H_2	H_1
	۳	٤	۷			

شیوه استقرار ساختمان

طول ساختمان‌ها در امتداد شرق و غرب	۱	۵-۱۲		۱۱-۱۲		
معماری فشرده با حیاط	۲	۰-۲		۰-۱۰		

جدول٦: جدول گروه سه پیشنهادات مقدمات ماهانی

فضای بین ساختمان‌ها

مجموعه گسترده و باز برای استفاده از باد	۳						۱۲و۱۱
بالا به‌شرط جلوگیری از باد سرد و گرم	٤						۳-۱۰
مجموعه فشرده	٥						۰-۱

جریان هوا در داخل ساختمان

اتاق‌های منفرد برای استفاده از کوران دائم	٦						۳-۱۲
-اتاق‌های به هم چسبیده و پیش‌بینی جریان هوا به‌طور موقت در مواقع لازم	۷			۰-٥			۲و۱
				٦-۱۲		2-12	
جریان محسوس هوا لازم نیست	۸				0-1		۰

پنجره‌ها

پنجره‌های بزرگ ٤۰تا۸۰٪شمالی و جنوبی	۹	۰		۰-۱			
پنجره‌های بسیار بزرگ ۱۰تا۲۰٪	۱۰	۰-۱		۱۲و۱۱			
پنجره‌های متوسط ۲۰تا٤۰٪	11	کلیه	شرایط		دیگر		

دیوارها

دیوارهای سبک- زمان تاخیرکوتاه	۱۲			۰-۲			
دیوارهای سنگین اعم از داخلی و خارجی	13			۳-۱۲			

سقف‌ها

سقف‌های سبک با عایق حرارتی	۱٤			۰-٥			
سقف‌های سنگین-زمان تأخیر بیش از۸ساعت	۱٥			٦-۱۲			

خواب شبانه در هوای آزاد

فضا برای خواب شبانه ضروری است	۱٦			۳-۱۲			

حفاظت از باران

حفاظت در مقابل باران ضروری است	۱۷			۳-۱۲			

جدول۷: پیشنهادات جزئیات معماری ماهانی

شاخص های وضعیت گرمایی					
وضعیت خشک			وضعیت مرطوب		
A3	A2	A1	H3	H2	H1
۳	٤	۷			

نام ایستگاه:اهواز

وسعت روزنه نورگیر و پنجره

وسیع:۸۰- ٤۰٪ دیوارهای شمالی و جنوبی	۱	۰		۰-۱			
متوسط:٤۰- ۲۵٪ مساحت دیوار	۲	۱-۱۲					
				۲-۵			
کوچک:۲۵-۱۵٪ مساحت دیوار	۳	.....		٦-۱۰			
بسیارکوچک:۲۰-۱۰٪ مساحت دیوار	٤	۰-۳		۱۲و۱۱			
متوسط:٤۰- ۲۵٪ مساحت دیوار	۵	٤-۱۲					

محل روزنه

در دیوارهای شمالی و جنوبی روبه بادودرارتفاع بدن انسان	٦						۳-۱۲
			۰-۵				۰-۲
مثل بالادردیوارهای داخلی تعبیه شود	۷	.....	٦-۱۲				
						۳-۱۲	۰

حفاظت روزانه

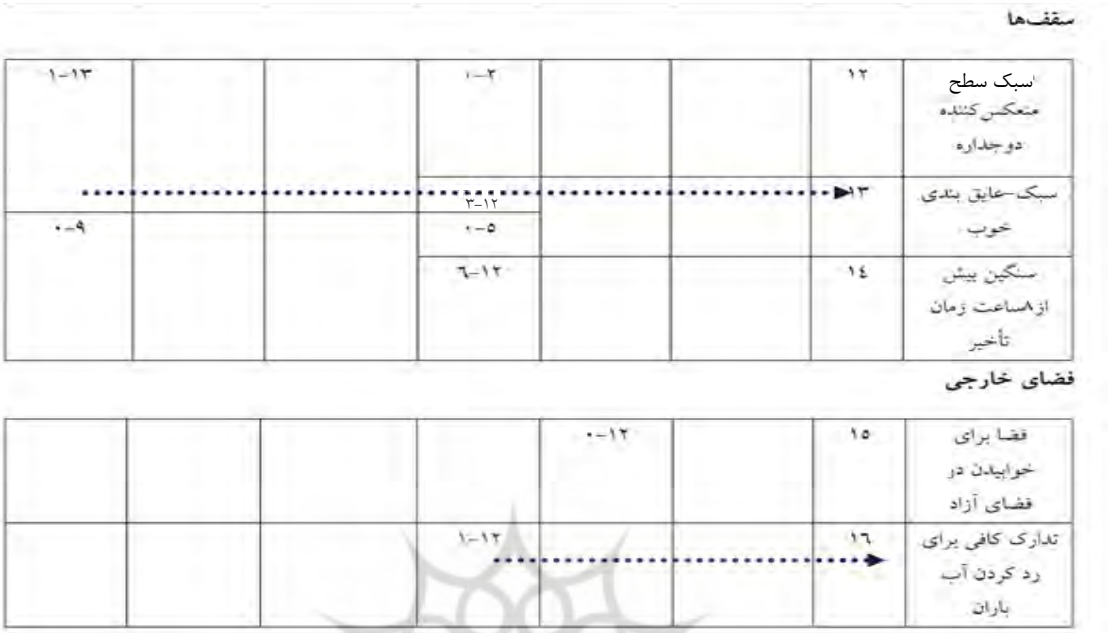
ارائه مستقیم خورشید محفوظ نگه‌داشته شود	۸	۰-۲					
درمقابل باران محافظت شود	۹			۲-۱۲			

دیوارها و کف ها

ظرفیت گرمایی کم-سبک	۱۰			۰-۲			
سنگین بیش از ۸ساعت زمان تأخیر	۱۱	.....		۳-۱۲			

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ادامه جدول۷: پیشنهادات جزئیات معماری ماهانی



٤-٤- جمع‌بندی و مقایسه نتایج سه شاخص

با توجه به موقعیت جغرافیایی و هم‌جواری با توده‌های هوایی مختلف و توپوگرافی حاکم، شهر اهواز از اقلیمی گرم و در عین‌حال متنوع برخوردار است. همان‌طور که در ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی شهر بر اساس شاخص‌های گیونی و اولگیی ملاحظه شد خلاصه شرایط زیستی شهر بر اساس نتایج دو شاخص به‌صورت جدول (۸) است.

همان‌طور که جدول نشان می‌دهد بر اساس ارزیابی هر دو شاخص زیست‌اقلیمی در ماه‌های آبان و اسفند مناسب‌ترین شرایط زیست‌اقلیمی در طول روز در شهر اهواز حاکم است. بر اساس شاخص اولگیی ماه بهمن در طول روز شرایط مطلوب ولی بر اساس شاخص گیونی این ماه سرد ارزیابی‌شده است. بر اساس ارزیابی هر دو شاخص ماه‌های آذر و دی‌ماه سرد و سایر ماه‌های باقیمانده هوا گرم و گاه فوق‌العاده گرم و به عبارتی داغ است.

۵- نتیجه‌گیری

شرایط مطلوب زیست اقلیمی انسان با اندک تغییرات در اقلیم های مختلف در محدوده‌های دمایی، رطوبتی، فشار، تابش و جریان هوای خاصی رخ می‌دهد. براساس شاخص اولگی، سه ماه آبان، بهمن و اسفند در ایام روز در شرایط مطلوب زیست انسانی قرار دارند. در دو ماه آذر و دی شرایط روز، پایین تر از محدوده زیستی انسان (شرایط سرد) قرار دارد. در ماه فروردین، هوای روزانه گرم ولی پایین‌تر از دمای پوست یا دمای بدن قرار دارد. در سایر ماه‌های سال به خصوص در سه ماه خرداد، تیر و مرداد

جدول۸: خلاصه شرایط زیستی شهر اهواز بر اساس نتایج دو شاخص اولگی و گیونی

ماه‌ها	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
اولگی	گرم	معتدل	سرد	سرد	معتدل	معتدل	گرم	گرم	گرم شدید	گرم شدید	گرم شدید	گرم
گیونی	گرم	معتدل	سرد	سرد	سرد	معتدل	گرم	گرم	گرم شدید	گرم شدید	گرم شدید	گرم

دمای هوای روزانه بسیار نامطلوب و در محدوده ٤٥ درجه سلسیوس قرار داشته و دما برای انسان مخاطره آمیز است. لذا این پدیده باید بعنوان یک مسئله مهم در طراحی و الگوی معماری مدارس شهر اهواز مدنظر قرار گیرد.

براساس شاخص گیونی، دوماه آبان و بهمن در طول روز به ترتیب در محدوده آسایش قابل تحمل و آسایش قراردارند. ماه‌های آذر و دی استفاده از وسایل گرمایشی برای ایجاد آسایش درونی ساختمان‌های آموزشی لازم است. در ماه‌های اسفند و فروردین در صورتی‌که مصالح استفاده شده در ساختمان‌ها متناسب با شرایط اقلیمی باشند، آسایش درونی در کلاس‌های درس حاصل خواهد شد. در دو ماه اردیبهشت و مهر برای ایجاد آسایش در درون ساختمان، استفاده از وسایل سرمایشی ضرورت پیدا می‌کند. در سایر ماه‌های باقیمانده که چهار ماه خرداد تا شهریور را شامل می‌شود، ایجاد آسایش درونی ساختمان های آموزشی فقط با استفاده از وسایل سرمایشی ممکن می‌شود.

براساس شاخص ماهانی و باتوجه به شرایط اقلیمی شهر اهواز، برای استفاده از تابش آفتاب در دوره سرد سال و ممانعت از ورود اشعه‌های تابشی به درون کلاس‌ها در دوره گرم سال بهتر است امتداد کلی ساختمان‌های آموزشی در جهت غربی - شرقی باشد. در این صورت با توجه به زاویه تابش آفتاب در دوره سرد سال، امکان انتقال اشعه‌های تابشی به درون کلاس‌ها از طریق بازشوها و پنجره‌هایی که به سمت جنوب تعبیه شده‌اند، میسر می‌شود.

از لحاظ اتصال ساختمان ها به همدیگر، بهتر است ساختمان‌های مجاور مکان‌های آموزشی به هم چسبیده باشند (از طرفین غرب و شرق). چرا که کوران باد بین ساختمان‌ها، هم در فصول گرم و هم در فصول سرد ضرورت ندارد. علاوه بر این، چسبیدگی ساختمان‌ها از طرفین غربی و شرقی از تابش شدید صبحگاهی و عصرگاهی به دیوارهای غربی و شرقی که در این موقع از سال با زاویه تابش نزدیک به قائم دریافت می‌شوند، جلوگیری می‌نماید.

با توجه به گرمای شدید هوا به‌خصوص در دوره گرم سال و از طرفی، نیاز به تابش آفتاب برای تعدیل فضاهای داخل کلاس‌ها در دوره سرد سال بهتر است ابعاد پنجره‌ها در کلاس‌های درس، متوسط انتخاب شوند. همچنین با توجه به گرمای شدید هوا در دوره گرم سال و عدم نیاز به انتقال گرما از طریق دیوارها، بهتر است دیوارها از نوع سنگین و یا با زمان تأخیر زیاد در انتقال گرما (با بیش از هشت ساعت) انتخاب شوند تا انتقال تابش از طریق دیوار ها چه در دوره گرم سال از بیرون به داخل و چه در دوره سرد سال از داخل به سمت بیرون به حداقل برسد.

تعارض منافع

در این پژوهش، حامی مالی و تعارض منافع وجود ندارد.

References

1. Alghamdi, S., Tang, W., Kanjanabootra, S., & Alterman, D. (2022). Effect of architectural building design parameters on thermal comfort and energy consumption in higher education buildings. Buildings, 12(3), 329.

2. Allab, Y., Pellegrino, M., Guo, X., Nefzaoui, E., & Kindinis, A. (2017). Energy and comfort assessment in educational building: Case study in a French university campus. Energy and Buildings, 143, (pp. 202-219).

3. Assari, M., Tayyari, H., & Azmoon, F. (1393). Investigating the role of climate in the design of educational centers in the desert regions of Iran. 4th International Conference on New Approaches in Energy Conservation, Tehran.

4. Birchmore, R., Davies, K., Etherington, P., Tait, R., & Pivac, A. (2017). Overheating in Auckland homes: testing and interventions in full-scale and simulated houses. Building Research & Information, 45(1-2), (pp. 157-175).

5. Comprehensive development and urban planning of Ahvaz city, 1397, p. 1.

6. David, M., Donn, M., Garde, F., & Lenoir, A. (2011). Assessment of the thermal and visual efficiency of solar

15. Kaviani, M. R. (1372). Investigation and preparation of a human bioclimatic map of Iran. Geographical Research Quarterly, 28, (pp. 77-120).
16. Mafidi, S. M., Fazli, M., & Fallah, E. (1393). Space arrangement patterns in educational buildings in harmony with the Cfb temperate and humid climate. Scientific-Research Journal of the Iranian Association of Architecture and Urban Planning, 5(7), (pp. 83-94).
17. Mavrogianni, A., Pathan, A., Oikonomou, E., Biddulph, P., Symonds, P., & Davies, M. (2017). Inhabitant actions and summer overheating risk in London dwellings. Building Research & Information, 45(1-2), (pp. 119-142).
18. Milne, M., et al. (2007). Climate Consultant 3.0: a tool for visualizing building energy implications of climates. Proceedings of The Solar Conference, American Solar Energy Society; American Institute of Architects.
19. Mishra, A. K., Derks, M. T. H., Kooi, L., Loomans, M. G. L. C., & Kort, H. S. M. (2017). Analysing thermal comfort perception of students through the class hour, during heating season, in a university classroom. Building and Environment, 125, (pp. 464-474).
20. Nattaj Ansar, Z., Barna, R., & Mershadi, J. (1401). Developing climatic design strategies for educational buildings in the climatic conditions of Dezful city. Sustainable Development of the Geographical Environment, 7(4), (pp 129-141).
21. Omidvar, K., Alizade Shoraki, Y., & Zareshahi, A. (2011). Determination of comfortable condition according to climate-environmental index in Yazd. Journal City Climate Architects, 1, (pp. 101–107).
22. Perez, Y. V., & Capeluto, I. G. (2009). Climatic considerations in school building design in the hot–humid climate for reducing energy consumption. Applied Energy, 86(3), (pp. 340-348).
23. Singh, M. K., Ooka, R., & Rijal, H. B. (2018). Thermal comfort in Classrooms: A critical review. In Proceedings of the 10th Windsor Conference Rethinking Comfort (pp. 12-15). Windsor, UK.
24. Sotode Maram, K. (1999). The investigation of the use of flowing natural wind for heating and cooling shades. Building and Environment, 46(7), (pp. 1489-1496).
7. Dostzadeh, E. (1400). Investigation of suitable conditions for educational and cultural spaces in harmony with the climate (Case study: Bojnord city). 14th National Conference on Civil Engineering, Architecture, and Urban Development, 6 January 2022, Babol.
8. Gaetani, I., Hoes, P. J., & Hensen, J. L. (2017). On the sensitivity to different aspects of occupant behaviour for selecting the appropriate modelling complexity in building performance predictions. Journal of Building Performance Simulation, 10(5-6), (pp. 601-611).
9. Gangrade, S., & Sharma, A. (2022). Study of thermal comfort in naturally ventilated educational buildings of hot and dry climate-a case study of Vadodara, Gujarat, India. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, 13(1), (pp. 122-146).
10. Ghanbaran, A., & Hosseinpour, M. A. (1395). Investigation of factors affecting energy efficiency in educational spaces in Tehran's climate. Nakhjavan - Theoretical Studies and New Technologies in Architecture and Urban Planning, 6(3), (pp. 51-62).
11. Gkloumpou, A., & Germanos, D. (2022). The importance of classroom cooperative learning space as an immediate environment for educational success. An action research study in Greek Kindergartens. Educational Action Research, 30(1), (pp. 61-75.)
12. Huang, K. T., Huang, W. P., Lin, T. P., & Hwang, R. L. (2015). Implementation of green building specification credits for better thermal conditions in naturally ventilated school buildings. Building and Environment, 86, (pp. 141-150).
13. Humphreys, M. A. (1977). A study of the thermal comfort of primary school children in summer. Building and Environment, 12(4), (pp. 231-239).
14. Karimzadeh, S., Lashkari, H., Barna, R., & Vali Shari'at Panahi, M. (1400). Investigating the level of conformity of the orientation of old and new buildings in Saqqez city from a climatic perspective. Geography Quarterly (Regional Planning), 11(4), (pp. 183-209).

in various climates in Iran. Master's Thesis, Shiraz University, Shiraz, Iran, p. 1.
25. Theodosiou, T. G., & Ordoumpozanis, K. T. (2008). Energy, comfort and indoor air quality in nursery and elementary school buildings in the cold climatic zone of Greece. Energy and Buildings, 40, (pp. 2207–2214).
26. Zameryan, Z. S., & Pourdiehimi, S. (1396). Evaluation of thermal and visual performance of windows in classrooms in Tehran's climate. Page, 27(3), (pp. 5-24).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

COPYRIGHTS

©2025 by the authors. Published by National Geographical Organization. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NoDerivs 4.0 International (CC BY-ND 4.0)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی