Winter (2023) 8(4): 89-110

DOI: 10.30473/psp.2024.57641.2437

Received: 12/Feb/2021 Accepted: 23/May/2023

Physical Social Planning Open Access

ORIGINAL ARTICLE

Measuring the Desirability of the Comfort Level of Public Primary Schools in Karoun Town based on Bioclimatic Indicators

Mohammad Bafghizadeh[1]

1. Assistant Professor, Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Correspondence
Mohammad Bafghizadeh
Email: mobafghizadeh@gmail.com

ABSTRACT

The main purpose of the current research is to measure the comfort level of public primary schools in Karoun town based on Mahani and Gioni bioclimatic index. In this research, the meteorological data of temperature, precipitation, humidity and prevailing wind in a period of 30 years (1988-2018) have been used. The graphs are drawn with Climate Consultant and Excel software, and the maps are drawn with ArcGIS software. The results of the monthly index tables show that from June to August (3 months), the A1 dry index conditions prevail, which indicates the high fluctuation of daytime heat (more than 10 degrees Celsius) and low relative humidity, which causes discomfort. To solve this problem, it is suggested that materials with medium to high heat capacity should be used in the design of buildings. On the other hand, in the months of June to August (3 months), the A2 dry index prevails, which indicates warm or moderate nights with relatively low humidity in the environment. For the months of December, January and February (3 months), the A3 dry index prevails, which indicates cold climatic conditions in the region. To deal with these conditions, it is necessary to use energy to heat the interior spaces of buildings. Of course, the studied area does not fall under the conditions of H1, H2 and H3 humid conditions in any of the months of the year. Also, according to the results of Giuni's method, in three months of the year (June, July and August) the changes in air thermal conditions is completely out of comfort zone. In September, the weather is comfortable only for a short period of time (midnight to before sunrise). The final control of the building's air, especially during the hottest hours of the day in the months of May to August, is only possible by using air conditioners. According to the studies carried out and their compliance with the school construction standards of the country and taking into account the climatic conditions of the region, the results show that the necessary standards for the construction of schools in the study area and taking into account the climatic conditions of the region are not considered and all the studied schools do not have the necessary standards.

KEYWORDS

Climatic Comfort, Mahani Index, Gioni Index, Public Primary Schools, Karoun Town.

How to cite

Bafghizadeh, M (2023). Measuring the Desirability of the Comfort Level of Public Primary Schools in Karoun Town based on Bioclimatic Indicators, Physical Social Planning, 8 (4), 32, 89-110.

© 2023, by the author(s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

سال هشتم، شماره چهارم، پیاپی سی و دوم، زمستان ۱۴۰۲ (۱۱۰-۸۹)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۳

DOI: 10.30473/psp.2024.57641.2437

نشریه علمی

برنامه‌ریزی توسعه کالبدی

«مقاله پژوهشی»

سنجش میزان مطلوبیت آسایش مدارس ابتدایی دولتی شهر کارون بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی

محمد بافقی‌زاده[۱]

۱. استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده

هدف کلی از انجام این تحقیق، سنجش میزان مطلوبیت آسایش مدارس ابتدایی دولتی شهر کارون بر اساس شاخص زیست اقلیمی ماهانی و گیونی است. در این پژوهش از داده های هواشناسی دما و بارش، رطوبت و باد غالب در دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۳۹۷- ۱۳۶۷) ،برای ترسیم نمودارهای مربوطه از نرم افزار Climate Consultant و Excel و نیز جهت ترسیم نقشه‌های مربوط از نرم افزار ArcGis استفاده شده است. نتایج حاصل از بررسی جداول شاخص ماهانی نشان می‌دهد که ماه خرداد تا مرداد (۳ ماه) دارای شرایط شاخص خشکی A1که بیانگر وضعیت نوسان زیاد گرمای روز (بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد) و رطوبت نسبی کم است و باعث ایجاد ناراحتی می‌شود، می‌باشند. برای رفع این مشکل، پیشنهاد می‌گردد در طراحی ساختمان‌ها باید از مصالح با ظرفیت گرمایی متوسط به بالا استفاده شود. از سوی دیگر، ماه‌های خرداد تا مرداد (۳ ماه) شاخص خشکی A2که بیانگر شب‌های گرم یا معتدل همراه با رطوبت نسبی کم در محیط است. برای ماه‌های آذر، دی و بهمن (۳ ماه) شاخص خشکی A3 که نشانگر شرایط اقلیمی سرد در منطقه است. برای مقابله با این شرایط استفاده از انرژی در جهت گرمایش فضاهای داخلی ساختمان‌ها ضروری است. البته در منطقه مورد مطالعه هیچ یک از ماه‌های سال درشرایط شاخص وضعیتی مرطوب H1 ، H2 و H3 قرار نمی‌گیرند.همچنین، با توجه به نتایج حاصل از روش گیونی، در سه ماه از سال (خرداد، تیر و مرداد) حدود تغییرات شرایط حرارتی هوا کاملاً خارج از محدوده آسایش، در ماه شهریور نیز تنها در مدت کوتاهی از شبانه روز (نیمه شب تا قبل از طلوع آفتاب) هوا در محدوده آسایش قرار گرفته است. کنترل نهایی هوای ساختمان به ویژه در گرم‌ترین ساعات روز در ماه‌های اردیبهشت تا مرداد ماه تنها با استفاده از سیستم تهویه مطبوع و کولر گازی امکان پذیر است. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته و انطباق آن‌ها با استانداردهای ساخت و ساز مدارس کشور و در نظر گرفتن شرایط اقلیمی منطقه، نتایج نشان می‌دهد که استانداردهای لازم برای ساخت مدارس در منطقه مورد مطالعه و توجه به شرایط اقلیمی منطقه در نظر گرفته نشده و تمامی مدارس مورد مطالعه، استانداردهای لازم را ندارند.

واژه‌های کلیدی

آسایش اقلیمی، شاخص ماهانی، شاخص گیونی، مدارس ابتدایی دولتی، شهر کارون.

نویسنده مسئول: محمد بافقی‌زاده

رایانامه: mobafghizadeh@gmail.com

استناد به این مقاله:

بافقی‌زاده، محمد (۱۴۰۲). سنجش میزان مطلوبیت آسایش مدارس ابتدایی دولتی شهر کارون بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی، فصلنامه علمی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، ۸ (۴)، ۳۲، ۱۱۰-۸۹.

https://psp.journals.pnu.ac.ir/

مقدمه

در عصر حاضر، مدرسه از مهم‌ترین نهادهای اجتماعی، تربیتی و آموزشی، و اصلی‌ترین رکن تعلیم و تربیت است؛ هدف ساختمان‌های آموزشی، فراهم کردن بهترین شرایط یادگیری برای دانش‌آموزان و معلمان است (Mendell, M. and et.al, 2005)، کلاس‌های درس باید برای بهبود تمرکز و تحریک فرآیند یادگیری طراحی شوند (De Giuli, and et al. 2012)، اما در عین حال پاسخگوی شرایط آب و هوایی نیز باشند (Fantozzi, and et al. 2019). از طرفی دانش‌آموزان بخش زیادی از روز را در مدارس می‌گذرانند و در معرض کیفیت نامطلوب محیط داخلی (IEQ) قرار می‌گیرند (Bluyssen, P.M. 2016). روابط بین ویژگی‌های کلاس درس و راحتی باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد (Bluyssen, P.M. and et al. 2018). لذا به منظور تربیت صحیح دانش آموزان، نیاز به فضاهای آموزشی مناسب اقلیمی و فرهنگی مطابق با هر مکان احساس می‌شود. فضایی که از یکسو با الگو قرار دادن به معماری بومی همساز با شرایط اقلیمی گوناگون ایران می‌تواند اثری پایدار ایجاد کند و از سویی دیگر سبب ایجاد حس تعلق و خاطره جمعی و هویت و فرهنگ ایرانی در دانش‌آموزان گردد و هم نماد حرکت رو به جلوی مدرسه‌سازی همگام با تکنولوژی روز جهان باشد. مؤلفه‌های آب وهوایی در طراحی و کیفیت محیطی فضاهای آموزشی و اجزاء و عناصر آن نقش تعیین کننده‌ای دارند، ویژگی‌های اقلیمی از خصوصیات کمی وکیفی برخوردارند که آشنایی با اثرات آن‌ها می‌تواند در بهینه‌گزینی ساخت‌های فضایی کمک‌های فراوانی بنماید. از جمله اثرات این عوامل در طراحی فضاهای آموزشی بعنوان یکی از عناصر کالبدی مؤثر در فرآیندهای یادگیری نیازمند تعمق است، چراکه اگر طراحی فضاهای آموزشی منطبق و همساز با ویژگی‌های اقلیمی چون دما، بارش، فشار هوا، رطوبت یا نم نسبی، باد، تابش خورشید، تبخیر و مقدار ابرناکی هوا نباشد، علاوه بر هدر رفتن هزینه‌های مالی، موجبات اتلاف انرژی نیروی انسانی بهره‌مند از آن که شامل جامعه معلمان وجمعیت دانش آموزان است می‌شود. از سوی دیگر علاوه برهدر رفتن این سرمایه‌های معنوی، مادی و انسانی، هدر رفتن هزینه‌های خانوار را نیز به دنبال خواهد داشت. اگر فضاهای انسان ساخت با مدنظر قرار دادن اصول اقلیمی تدوین نگردند به اهداف طراحی محیط (رفاه، بهزیستی، آسایش و ایمنی و...) منتهی نخواهد شد. از آنجایی که محیط حرارتی می‌تواند تا حد زیادی بر رفاه دانش‌آموزان تأثیر بگذارد، اطمینان از آسایش حرارتی در کلاس‌ها برای بهبود سلامت و بهره‌وری دانش‌آموزان نیز ضروری است (Lamberti, G. and et al. 2020).

بر اساس مطالعات انجام شده از سه منظر کالبد، فضا و زمینه میتوان بنای فضاهای آموزش را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. از منظر کالبد، فرم و ویژگی‌های فیزیکی بنا مورد تحلیل قرار می‌گیرد. از منظر فضایی، روابط فضا، چیدمان فضاها نسبت به یکدیگر و کاربری آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و از منظر زمینه، ویژگی‌های اقلیمی و تأثیر آن بر فضا و کالبد مطالعه می‌شود. از آنجا که در مدارس همساز با اقلیم، زمینه بنا مبنای طراحی به شمار می‌آید، لذا می‌توان تأثیر آن را در کالبد و فضا نیز مشاهده نمود. در واقع ساختمان‌های آموزشی به دلیل تفاوت در زمان اشغال فضا نسبت به فضاهای مسکونی و تجاری به نحو چشمگیری در برابر شرایط اقلیمی عکس العمل نشان داده و تحت تاثیر شرایط اقلیم قرار می‌گیرند. شرایط اقلیمی مناسب در داخل فضاهای آموزشی سبب بالا رفتن کیفیت آسایش و بهداشت و همچنین صرفه جویی در مصرف سوخت و انرژی در طول سال می‌شود. با توجه به زمان اشغال فضاهای ساختمان‌های آموزشی علاوه بر مسائل ایمنی و آسایش داخلی فضا می توان جهت همسان‌سازی بیشتر، حداکثر استفاده از نیروهای طبیعی در فصل گرم و سرد سال برای روشنایی ساختمان، رنگ، حفظ انرژی و غیره بهره گرفت. چراکه مطالعات قبلی نشان داده است که عدم هماهنگی بین شرایط اقلیمی با شرایط آسایش فضاهای آموزشی سبب افت تحصیلی می‌شود. هدف کلی از انجام این پژوهش، بررسی نقش عناصر اقلیمی در طراحی و ساخت فضاهای آموزشی (مدارس) شهر کارون است. لذا در این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال هستیم که آیا هماهنگی بین عناصر اقلیمی و طراحی و ساخت مدارس در شهر کارون وجود دارد؟ و میزان مطلوبیت آسایش زیست- اقلیمی در فضای داخلی مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون چگونه است؟

در بیان مبانی نظری اصولا یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در شکل‌گیری بافت‌های شهری هر منطقه‌ای، شرایط اقلیمی است. این عامل از دیرباز در فرهنگ، رفتار انسانی، ساخت و سازها و به‌طور کلی شیوه زندگی انسان‌ها مؤثر بوده است. مطالعه تأثیر شرایط اقلیمی بر ساختمان‌ها مخصوصا مدارس که مورد استفاده مستقیم انسان قرار می‌گیرند، حائز اهمیت است. ساختار چیدمان فضا در بناهای آموزشی همساز با اقلیم علاوه بر اینکه به کاهش مصرف منابع منتج می‌شود، به صورت عمده به منظور

ایجاد فرصت برای دانش‌آموزان در راستای پرورش استعدادها و یادگیری از محیط پیرامون نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. از این رو شناخت الگوهای مطلوب طراحی فضای آموزشی ضروری می‌نماید. باتوجه به شرایط آب و هوایی شهر کارون و دارا بودن تابستان‌های بسیار گرم ومرطوب و لزوم توجه به این امر در طراحی و ساخت و ساز مدارس و همچنین صرفه‌جویی در مصرف سوخت انجام این پژوهش حائز اهمیت است.

در بازشناسی به شرایط جوی معین و موقت که برای مدت کوتاهی در یک منطقه غالب شود، اختصارا هوا یا وضعیت جوی گفته می‌شود (فرجی، ۱۳۷۸) در حالی که آب و هوا مطالعه پراکندگی آب و هواهای روی زمین است که از واژه یونانی Clima به معنی شیب یا میل گرفته شده است (جوانمرد و همکاران؛ ۱۳۸۳). آب و هوا (اقلیم) در قدیم به صورت توصیف در قالب میانگین و تغییرپذیری متغیرهای اقلیمی مربوط مانند دما، بارش و باد تعریف می‌شد. لذا اقلیم می‌تواند به عنوان ترکیب یا مجموعه‌ای از آب و هوا نگریسته شود. این امر نشان می‌دهد که توصیف آب و هوا در یک منطقه خاص باید حاوی آنالیز میانگین شرایط، آنالیز چرخه فصلی، آنالیز احتمال رویدادهای شدید مانند یخبندان شدید، طوفان و... باشد. بر اساس تعریف سازمان جهانی هواشناسی،۳۰ سال عبارت از دوره کلاسیک برای اجرای آماری است که برای تعریف اقلیم استفاده می‌شود. این موضوع به خوبی برای مطالعه دهه‌های اخیر پذیرفته شده است، زیرا نیازمند مقدار منطقی داده می‌باشد، در حالی که همچنان نمونه خوبی از انواع مختلف آب و هوا را ارائه می‌دهد که می‌تواند در منطقه خاصی روی دهد، اما در زمان تجزیه و تحلیل بیشتر ایام گذشته دور، مانند یخبندان گذشته که حدود ۲۰۰۰۰ سال پیش روی داده است، اقلیم‌شناسان غالباً به خصوصیات متغیرهای فواصل زمانی طولانی‌تر علاقه‌مند هستند. در نتیجه، دوره ۳۰ ساله که توسط سازمان جهانی هواشناسی مطرح شده است، باید بیشتر به عنوان یک شاخص در نظر گرفته شود تا یک قاعده که باید در تمامی موارد دنبال شود. این تعریف از اقلیم به عنوان نماینده شرایط در طول چندین دهه نباید این واقعیت را پنهان نماید که اقلیم می‌تواند به سرعت تغییر کند. با این وجود، یک فاصله زمانی قابل توجه لازم است تا تفاوت اقلیم بین دو دوره مشاهده شود. به طور کلی، هر چه تفاوت بین دو دوره کمتر باشد، زمان لازم برای شناسایی هر گونه تغییر در اقلیم بین آن‌ها طولانی‌تر است (جوی زاده و همکاران، ۱۳۹۷).

در باب آسایش حرارتی نیز گفتنی است که آسایش حرارتی درک رضایت بخش یک فرد از محیط حرارتی را توصیف می کند (Weirich, T. L. 2008)و یکی از بحرانی ترین شرایط برای بهبود آسایش و رضایت افراد در محیط داخلی محسوب می‌شود (Feng Yuan and et.al,2022). منطقه آسایش یک حالت روانی است که در آن فرد احساس راحتی می‌کند، زیرا مورد آزمایش قرار نمی‌گیرد. در داخل منطقه آسایش، افراد معمولاً درگیر تجربیات جدید یا چالشی نیستند. آن‌ها فقط در فعالیت‌هایی شرکت می‌کنند که آشنا هستند و باعث می‌شوند که احساس کنند بر محیط خود «کنترل» دارند. افراد در منطقه آسایش خود می مانند تا از احساس اضطراب یا استرس و درد جلوگیری کنند. هر چیزی خارج از منطقه آسایش باعث ایجاد عدم اطمینان می شود و عدم اطمینان باعث می‌شود ما احساس اضطراب کنیم. طبیعتاً انسان‌ها برای دوری از این احساسات طراحی شده‌اند. این باعث می‌شود که آن‌ها تمایلی به ترک منطقه امن خود نداشته باشند (Wooll, Maggie, 2022). واکنش بدن در برابر شرایط اقلیمی پدیده‌ای تجربی است و در فرهنگ‌ها و مناطق جغرافیایی مختلف، متفاوت است. اگر حدود تغییرات این ارقام را در جدولی که رطوبت نسبی بر محور افقی و درجه حرارت بر محور عمودی آن مشخص شده ترسیم کنیم، محدود ای به دست می‌آید که به آن « منطقه آسایش» می‌گویند (کسمائی، مرتضی، ۱۳۸۲). در منطقه آسایش، تغییرات رطوبت هوا بیشتر از تغییرات دمای آن برای انسان قابل تحمل است. به همین دلیل دمای هوای فضاهای داخلی ساختمان باید با دقت بیشتری کنترل شود. البته میزان رطوبت نسبی هوا نیز باید در نظر گرفته شود، زیرا رطوبت بیش از حد در فصل زمستان باعث ایجاد تعریق بر روی سطوح سرد داخلی مانند سطح شیشه پنجره‌ها و رطوبت کم باعث ایجاد الکتریسیته ساکن می‌شود (کسمایی،مرتضی،۱۳۷۳).

در طراحی ساختمان‌های شهری، روستایی و صنعتی باید آب و هوای محل به طور کامل مورد نظر باشد و نسبت به عرض‌های جغرافیایی، وضع توپوگرافی، سمت شیب زمین در جهات جغرافیایی و مقدار دریافت انرژی خورشیدی در فصل تابستان و سرمای زمستان طراحی مناسب ارائه شود. اگر بنا و ساختمانی در برابر عناصر و عوامل اقلیمی خوب طراحی شود و شکل و پلان آن به گونه‌ای باشد که موارد بالا را تأمین نماید نه تنها ضریب ایمنی و مقاومت سازه بالا می‌رود بلکه راحتی و آسایش ساکنین بنا نیز از نظر بیوکلیمای انسانی فراهم می‌شود (محمدی ،۱۳۸۵). به طور کلی عواملی مانند چگونگی تابش آفتاب، دمای حاصله از تابش خورشید، رطوبت هوا و میزان

بارندگی و وزش بادهای مختلف در مسائل اقلیم دخالت دارد و محیط زندگی ما را تحت الشعاع قرار می‌دهد. در بین این عوامل تابش آفتاب که به وجود آورنده نور و حرارت طبیعی است، مهم‌ترین عامل محسوب می‌شود (زمردیان، ۱۳۸۰).

در ارتباط با تاثیر دما و رطوبت بر ساختمان اصولا رطوبت نسبی در کنار عوامل دیگری از قبیل دمای هوا، دمای تشعشع متوسط، سرعت هوا، نرخ سوخت و ساز بدن و میزان پوشش و لباس، نقش بسیار مهمی در آسایش گرمایی انسان دارد. رطوبت نسبی آسایش انسان معمولاً بین ۳۰ تا ۶۰ درصد در نظر گرفته می‌شود (Wolkoff, P.,and et al. 2007). در حالت کلی، برای رسیدن به آسایش گرمایی، در دماهای بالاتر نیاز به داشتن رطوبت نسبی کمتری داریم. با اینکه رطوبت نسبی در داشتن آسایش گرمایی نقش دارد، اما معمولاً انسان‌ها به تغییرات دما حساسیت بیشتری دارند (Fanger, P. O. 1970). زمانی‌که دمای هوا پایین است رطوبت نسبی نقش بسیار کمی در آسایش گرمایی دارد، ولی تأثیر این عامل با افزایش دما، بیشتر می‌شود و در دماهای بالا رطوبت نسبی در آسایش گرمایی بسیار با اهمیت است (Bröde, Peter; and et al. 2011). تمام پارامترهای انتقال و ذخیره حرارت و رطوبت مصالح ساختمانی به دما و رطوبت بستگی دارد. این موضوع در طول دهه‌های گذشته بارها توسط بسیاری از محققین مورد تأیید قرار گرفته است. پارامترهای انتقال گرما و رطوبت معمولاً با دما افزایش می‌یابند، اما در محدوده دمایی مشخص برای مثال در شرایط آب و هوایی منطقه معتدل (برخلاف شرایط دمای بالا) تغییرات آن‌ها بسیار چشمگیر نبود، معمولاً تا ۲۰- درصد. وابستگی پارامترهای انتقال حرارت و رطوبت به میزان رطوبت بسیار مهم‌تر بود (Jerman, M. and et al. 2012). رطوبت در ساختمان ممکن است نتیجه عواملی چون نفوذ باران در دیوارها و سقف، نفوذ باران در سطوح داخلی از طریق درز و پنجره‌ها، ایجاد تعرق ناشی از وسایل رطوبت‌زای داخلی بر روی سطوح داخلی و نفوذ آب‌های زیر زمینی از کف و دیوارها باشد. دیوارهای مرطوب ممکن است باعث تداوم و تشدید بیماری‌هایی چون سرما خوردگی و رماتیسم شود. مقاومت حرارتی دیوارهای مرطوب نیز به دلیل آب موجود در آن‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه دمای سطح داخلی دیوارها پایین آمده امکان بروز تعرق بر روی چنین سطوحی افزایش می‌یابد که این خود می‌تواند باعث ناراحتی از نظر شرایط گرمایی هوای داخلی ساختمان و یا افزایش میزان سوخت مصرفی سیستم های مکانیکی گردد. همچنین رطوبت موجود در دیوارهای مرطوب باعث می‌شود املاح نمک موجود در مصالح حل شده و سپس به صورت شوره و سفیدک در سطح این دیوارها ظاهرگردد. این رطوبت مکان مناسبی برای رشد قارچ‌ها بوده و بوی ناخوشایندی نیز تولید می‌نماید (زمردیان،۱۳۷۶).

در خصوص تاثیر باد بر ساختمان، ساختمان‌ها موانع فیزیکی هستند که با ایجاد تلاطم و کاهش سرعت جریان هوا در محیط‌های شهری، مزایای باد را کاهش می‌دهند. گروهی از ساختمان‌ها، کارایی پراکندگی آلاینده‌ها، کیفیت هوا و سلامت فضای باز را تعیین می‌کنند (Borrego, C. and et al. 2006). کیفیت هوای بیرون و آسایش باد در یک محیط شهری تأثیرات اساسی بر سلامت انسان دارد و در سال‌های اخیر مکرراً مورد بحث قرار گرفته است. عواملی مانند سرعت باد و کافی بودن جریان هوا نقش حیاتی در رقیق کردن آلاینده‌های هوای تولید شده از ترافیک جاده‌ای یا سایر فعالیت‌های انسانی دارند. از یک طرف، تعامل پیچیده جریان جوی و جریان هوا در اطراف ساختمان‌ها ممکن است مانع پراکندگی آلاینده‌ها شود و بر کیفیت کلی هوا در مناطق شهری تأثیر بگذارد (Dai, Y.w. and et al. 2018). جریان باد کافی باعث افزایش راحتی و رقیق شدن آلاینده‌های هوا می‌شود. سرعت باد بالاتر غلظت آلاینده‌ها را به دلیل پراکندگی بهتر آلاینده‌ها کاهش می‌دهد (Chew, L.W. et al. 2018) با این حال، اثرات سودمند باد با اثرات انسداد ساختمان‌ها یا سایر سازه‌های شهری کاهش یافته و جبران می‌شود (Chen, K.W. et al. 2017) اثرات کاهش سرعت باد به ویژه در ساختمان‌ها یا در فضای مرکزی گروه‌های ساختمانی مشهود است. علاوه بر این، جریان هوای اتمسفر نیز بر توزیع آلاینده‌های هوا بر روی سطوح ساختمان تأثیر می‌گذارد، زیرا جریان‌های هوای درونی و بیرونی توسط اختلاف فشار تولید شده توسط باد یا اثرات شناوری هدایت می‌شوند (Padilla-Marcos, M.A. and et al. 2017). از این رو، کیفیت هوای داخل ساختمان در یک ساختمان با تهویه طبیعی نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بنابراین، اشکال ساختمان، آرایش آرایه‌های ساختمان و زوایای باد برخوردی بر شرایط محیطی و توزیع باد در یک محیط شهری تأثیر می‌گذارند (Lee, K. Y. and et al. 2021). توزیع نیروی باد در ساختمان علاوه بر ابعاد و شکل ظاهری آن، به موقعیت ساختمان (به لحاظ تراکم ساختمان‌ها و درخت‌های موجود در ناحیه) و بادخیز بودن منطقه نیز بستگی دارد. نخستین اثر باد به صورت فشارهای طبیعی بر سطوح بیرونی ساختمان، ظاهر می‌گردد. همچنین فشار درونی بر دیوارهای بیرونی، عمل مکش بر روی دیوارهای بیرونی، فشار بر سطح بام‌ها و فشارهای

همه جانبه بر ساختمان‌ها از دیگر آثار باد به شمار می‌آید (قبادیان،۱۳۸۴).

اکثر مطالعه انجام شده بر روابط پارامترهای کیفیت هوای داخل ساختمان، نقش محیط داخل مدرسه بر سلامت، آسایش و عملکرد کودکان در کلاس‌های درس متمرکز شده‌اند. چنانچه، چندین مطالعه در اروپا به‌صورت مقطعی (Csobod, E. and et al. 2014) عمدتاً کیفیت هوای داخل خانه و سلامت کودکان مدرسه‌ای را بررسی کرده‌اند. در ایالات متحده، نیز چندین مطالعه رابطه بین میزان تهویه و میزان حضور و غیاب و عملکرد دانش‌آموزان را مورد بررسی قرار گرفته است (Haverinen-Shaughnessy, U. and et al. 2015). نتایج پژوهشی در سطح ملی در کشورهای سوئد (Kim, J.L.E. and et al. 2005)، هلند (Dijken van, F. and et al. 2006)، انگلستان (Bak-Biro, Z. and et al. 2012)، یونان (Dorizas, P.V. and et al. 2015)، فنلاند (Haverinen-Shaughnessy, U. and et al. 2012)، دانمارک (Toftum, J. and et al.2015)، پرتغال (Madureira, J. and et al. 2015)، استرالیا (Laiman, R. and et al. 2014)، ژاپن (Takaoka, M. and et al. 2016) و در چین (Mi, Y.H.N. and et al. 2006)، اثرات سلامتی با استفاده از پرسشنامه (در چند مورد معاینه پزشکی، تست‌های عملکرد یا رتبه‌بندی غیبت)، همراه با نظارت محیطی داخل ساختمان از چندین غلظت آلاینده هوا، بازرسی از ساختمان‌ها با استفاده از چک لیست و یا چندین اندازه‌گیری فیزیکی (مانند دما و رطوبت نسبی) صورت پذیرفته است. این مطالعات تعدادی از مشکلات مربوط به محیط داخلی در کلاس‌های درس را شناسایی کردند که احتمالاً بر سلامت تأثیر می‌گذارد.

همچنین، مطالعه‌ای با تاکید بر تأثیر دمای کلاس بر احساسات گرمایی دانش‌آموزان، به دهه ۱۹۶۰ برمی‌گردد (Auliciems. A. 1969). اخیراً مطالعات متمرکز بر کیفیت حرارتی، حس و عملکرد در ژاپن (Kwok, A.G. and et al. 2003)، ایتالیا (Giuli de, V.and et al. 2015)، تایوان (Liang, H.H.and et al. 2012)، ایران (Haddad, S. and et al. 2014)، هلند (Ter Mors. S. 2011)، دانمارک (Wargocki, P. and et al. 2007)، ایالات متحده (Haverinen-Shaughnessy, U. and et al. 2015) انجام شده است. از اوایل دهه ۷۰ به بعد، مطالعاتی با تأکید بر نویز خارجی، مانند سر و صدای هواپیما، قطار و ترافیک و عملکرد کودکان مدرسه‌ای انجام گرفت (در ایالات متحده (Bronzaft, A.L. and et al. 1975)، در آلمان (Evans, G.W. and et al. 1995)، در سوئد (Hygge. S.2003) و انگلستان (Montazami, A. and et al. 2012)). در حالی که مطالعات روی سر و صدای داخلی، عمدتاً از خود کودکان، اخیراً شروع شده است (Mydlarz, C.A. and et al. 2013). از مطالعات انجام گرفته مشخص است که سر و صدا (خارجی یا داخلی) بر عملکرد کودکان مدرسه‌ای تأثیر می‌گذارد. تحقیقات در مورد روشنایی بر روی مسائل مربوط به نور ناکافی روز در رابطه با عملکرد و سلامت دانش آموزان (Heschong. L.2002)، نور زیاد روز در رابطه با تابش خیره‌کننده و گرمای بیش از حد (Winterbottom, M. and et al. 2009)، و انتخاب رنگ ها متمرکز شده است (Yildirim, K. and et al. 2015).

Bluyssen (۲۰۱۷) در پژوهش خود به بررسی دستورالعمل‌های جدید برای تحقیق در حوزه‌های سلامت، راحتی و عملکرد کودکان در کلاس‌های درس پرداخت. با توجه به اینکه کودکان بیش از هر مکان دیگری به جز خانه وقت خود را در مدارس می‌گذرانند. لذا بیشتر از بزرگسالان در معرض اثرات نامطلوب محیطی و شرایط صوتی ضعیف هستند. شرایط محیطی نامطلوب می‌تواند اثرات کوتاه مدت و بلندمدتی بر سلامت داشته باشد و بر بهره‌وری یا توانایی یادگیری کودکان تأثیر بگذارد. مطالعات زیربنایی بر نقش محیط مدرسه سرپوشیده بر سلامت، راحتی و عملکرد کودکان در کلاس‌های درس تمرکز دارد. در دهه‌های اخیر، مطالعات زیادی در سراسر جهان برای مستندسازی محیط داخلی کلاس‌ها و بررسی ارتباط با بیماری‌ها و اختلالات انجام شده است. در این پژوهش فهرستی از این مطالعات صورت گرفته تهیه شده و موضوعات اصلی شناسایی شده مورد بحث قرار گرفته است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که مطالعات تحقیقاتی نسل جدید باید بر مشارکت کودکان به شیوه‌ای فعال و ترجیحاً در محیط‌های نیمه آزمایشگاهی و در نظر گرفتن تمام جنبه‌ها و تعاملات بین آن‌ها متمرکز شود.

Michael و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه خود به بررسی عملکرد نور طبیعی در محل مدارس آموزشی معمولی در قبرس و ارائه راه‌حل‌هایی برای بهبود راحتی بصری در کلاس‌های درس پرداختند. نور طبیعی عامل مهمی در طراحی ساختمان‌های آموزشی است زیرا محیطی دلپذیر را ایجاد می‌کند، شرایط

سالم‌تری را ایجاد می‌کند و صرفه‌جویی در انرژی را تضمین می‌کند. برای اهداف تحقیق حاضر، تجزیه و تحلیل عملکرد روشنایی عمیق در یک کلاس درس معمولی در قبرس انجام شد. یک مطالعه میدانی که از طریق یک نظرسنجی مبتنی بر پرسشنامه و همچنین از طریق شبیه‌سازی استاتیک و پویا انجام شد، عملکرد نور و راحتی بصری را در ساختمان‌های آموزشی در قبرس ارزیابی کرد. این مطالعه سطوح روشنایی کافی را در کلاس‌های درس در همه جهت‌ها نشان می‌دهد. با این حال، کنتراست نور بالا و منبع نور مرئی روشن در میدان دید باعث ایجاد مشکلات تابش خیره کننده می‌شود، به ویژه در کلاس‌های درس با جهت شرق و غرب. نتیجه‌گیری در مورد پیشرفت‌های بالقوه به منظور دستیابی به راحتی بصری بهتر در محل‌های مدارس آموزشی معمولی در قبرس و در سایر مناطق جنوب اروپا با ویژگی‌های اقلیمی مشابه و گونه‌شناسی در معماری آموزشی پیشنهاد شده‌است.

Bluyssen و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه خود به بررسی رابطه بین ویژگی‌های کلاس درس با سلامت و راحتی دانش‌آموزان مدرسه‌ای پرداختند. در این مطالعه، پرسشنامه ای بین ۱۳۱۱ کودک مدرسه ای (۸ تا ۱۲ ساله، متوسط ۱۰ سال) از ۵۴ کلاس درس در ۲۱ مدرسه در هلند توزیع شد. علاوه بر این، این بررسی شامل بازرسی از مدرسه و تأسیسات آن و بازرسی کلاس‌های درس بررسی شده با استفاده از چک لیست و نظارت بر برخی پارامترهای محیطی (دما، رطوبت نسبی و غلظت CO2) در کلاس‌های درس بود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در میان کودکان مورد مطالعه، ۸۷ درصد از سر و صدا، ۶۳ درصد از بوها، ۴۲ درصد از نور خورشید هنگام تابش، ۳۵ درصد دمای کلاس را دوست نداشتند (خیلی سرد یا خیلی گرم) و ۳۴ درصد تغییرات دما را تجربه کردند. بیماری‌های اصلی گزارش شده شامل آلرژی (۲۶درصد)، رینیت (۱۷درصد)، تب یونجه (۱۶درصد) و اگزما (۱۶درصد) است. سلامت و آسایش در مدارس غیرسنتی بهتر از مدارس سنتی مورد مطالعه بود (مدرسه غیرسنتی مدرسه‌ای است که بر اساس نظریه آموزشی متفاوت، شیوه تربیت کودکان با شیوه‌های آموزشی سنتی متفاوت باشد). ویژگی‌های ساختمان فیزیکی کلاس‌های درس مورد مطالعه در مدارس سنتی با شاخص علائم کلاس درس (موقعیت ساختمان مدرسه، سیستم گرمایش، دستگاه‌های خورشیدی که مانع باز شدن پنجره‌ها یا تهویه می‌شوند) و شاخص راحتی کلاس (نوع تهویه، رنگ قاب پنجره، مواد کف) و فرکانس تمیز کردن با جاروبرقی مرتبط بود.

Lamberti و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی استانداردهای اصلی برای ارزیابی آسایش حرارتی با در نظر گرفتن دو رویکرد مختلف برای ارزیابی آسایش حرارتی پرداختند. سپس روشی را که باید در ساختمان‌های آموزشی برای تعیین شرایط محیطی به کار گرفته شود، تحلیل کرده و در نهایت، مروری بر مطالعات میدانی موجود ارائه داده، مشکلات کنونی را بررسی و تحقیقات آتی را که باید در ساختمان‌های آموزشی انجام شود برجسته کرده‌اند.

Rodríguez و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه خود به بررسی آسایش حرارتی در ساختمان‌های آموزشی در مدارس بوگوتا، کلمبیا پرداختند. هدف این تحقیق گسترش درک آسایش حرارتی در ساختمان‌های آموزشی با در نظر گرفتن متغیرهای اجتماعی و فرهنگی در مرحله تحلیل است. برای این منظور، ارزیابی آسایش حرارتی در دو مدرسه آزاد، با کودکان ۷-۱۶ ساله، در بوگوتا، کلمبیا به عنوان مطالعات موردی مورد استفاده قرار گرفت. برای جمع‌آوری اطلاعات از ساختمان‌ها و ساکنان، از طریق اندازه‌گیری‌های محیطی، پرسش‌نامه، گروه‌های تمرکز و دفترچه‌های ثبت مشاهده استفاده شد. این مطالعه به عوامل فیزیکی و محیطی و همچنین متغیرهای فیزیولوژیکی و روانی که بر آسایش حرارتی در ساختمان‌های مدرسه تأثیر می‌گذارند، پرداخت. نتایج نشان داد که یک همبستگی حداقلی بین میانگین دمای عملیاتی در کلاس‌های درس و حس حرارتی و رای راحتی حرارتی یافت شد. در عوض، عوامل مربوط به کدهای رفتاری، عملکرد مدرسه و طراحی ساختمان به نظر می‌رسد که تا حد زیادی بر آسایش حرارتی و همچنین اقداماتی که کودکان برای انطباق با محیط خود انجام می‌دهند، تأثیر می‌گذارند. متغیرهای دیگری مانند زمینه اجتماعی و باورهای رایج برای تأثیر بر نحوه درک دانش‌آموزان از محیط‌های حرارتی مشاهده شد. همچنین مشاهده شد که آگاهی از محیط حرارتی و اثرات آن بر شناخت با افزایش سن افزایش می‌یابد. در اینجا استدلال می‌شود که مدل تطبیقی یک معیار نامناسب برای مطالعه آسایش حرارتی در ساختمان‌های آموزشی در بافت محلی است.

Lamberti و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه خود به بررسی آسایش حرارتی در ساختمان‌های آموزشی پرداختند. با توجه به اینکه دانش‌آموزان زمان قابل توجهی را در کلاس‌های درس می‌گذرانند، محیط حرارتی در ساختمان‌های آموزشی برای بهبود سلامت و بهره‌وری دانش‌آموزان بسیار مهم است. در این پژوهش، مرحله آموزشی، منطقه آب و هوایی، مدل اتخاذ شده

برای بررسی آسایش و حالت عملیات به عنوان پارامترهای مخدوش کننده انتخاب شدند. نتایج نشان داد که کودکان اغلب دارای احساسات حرارتی متفاوتی نسبت به بزرگسالان هستند که باید در طراحی محیط‌های آموزشی کم‌مصرف و راحت مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، استفاده از مدل‌های مختلف برای تحلیل راحتی می‌تواند بر نتایج مطالعات میدانی تأثیر بگذارد و نتیجه‌گیری می‌شود که مطالعات آینده باید بر ارزیابی منطقی‌تر آسایش حرارتی تمرکز کنند، همچنین با توجه به تأثیری که ناراحتی محلی می‌تواند بر ادراک یک محیط داشته باشد. لذا، ارزیابی دقیق روابط احتمالی بین سیستم‌های HVAC، پوشش ساختمان و آسایش حرارتی، از جمله تأثیر آن‌ها بر مصرف انرژی مهم است.

در ایران نیز مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

حبیبی نوخندان (۱۳۷۶)، در مقاله خود تحت عنوان اقلیم و معماری با تاکید بر معماری سنتی خاورمیانه، بیان داشته: ایجاد رابطه منطقی بین عناصر سازه‌ای و به طور اخص فضاهای آموزشی با عناصر اقلیمی علاوه بر صرفه اقتصادی دارای اثرات تعیین‌کننده بر فعالیت‌های آموزشی و فرایندهای یادگیری دانش‌آموزان دارد. شواهد تجربی بیانگر این واقعیت است که هرچه عناصر سازه‌ای با معیارهای استاندارد اقلیمی سازگارتر باشد. اثر بخشی آن فضا بر انسان و فعالیت‌های او بیشتر است.

رمضانی گورابی (۱۳۸۸)، در مقاله خود با عنوان شناخت درصد همسازی فضاهای آموزشی با شرایط استاندارد آسایش زیست اقلیمی در بخش سنگر بیان داشته: عدم هماهنگی بین شرایط اقلیمی با شرایط آسایش فضاهای آموزشی سبب افت تحصیلی گشته و از ۷۹ فضای آموزشی موجود در بخش سنگر و از تعداد ۳۳ عنصر مؤثر در شرایط همسازی بین فضاهای آموزشی و شرایط محیط اقلیمی ۴۲/۴ درصد فضاها همساز و ۳۳/۲ درصد حدودا همساز و در ۲۴/۳ درصد فضاهای آموزشی ناهمساز بوده است.

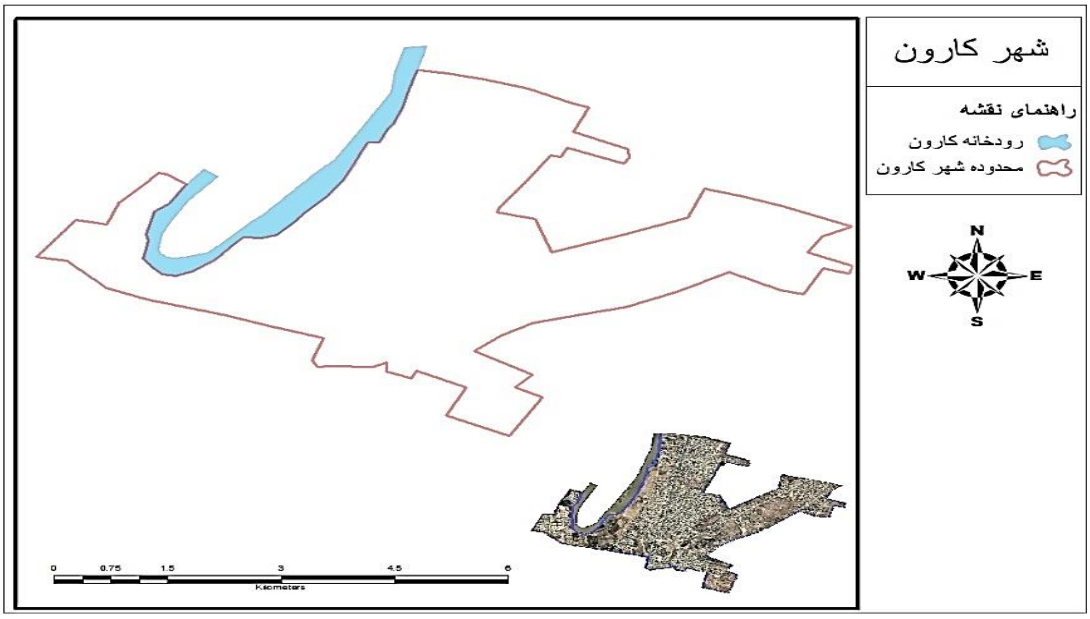
امیدوار و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهش خود به بررسی تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مدارس یزد، بر اساس شاخص‌های زیست- اقلیمی پرداختند و هدف آن، استفاده حداکثر از پتانسیل‌های محیطی در جهت صرفه‌جویی انرژی و بالا بردن کیفیت آسایشی در محیط آموزشی و سالم‌سازی محیط‌زیست است. روش پژوهش توصیفی- تحلیلی و از حیث نوع تحقیق کاربردی است و شامل دو بخش اقلیمی و معماری می‌شود که جداگانه مطرح و نتیجه‌گیری شده است . در این راستا، با استفاده از آمار ۲۰ ساله اقلیمی به بررسی عناصر مهم آب و هوایی مانند دما، بارش، رطوبت، باد و تابش پرداخته و به کمک شاخص‌های زیست- اقلیمی ماهانی، گیونی، ترجونگ و با استفاده از الگوی سایکرومتریک به روش اوانز، آسایش اقلیمی در شهر یزد تعیین شد. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که حدود ۵۵ درصد طول سال، هوای شهر یزد از لحاظ دمایی و رطوبتی، خارج از محدوده آسایش قرار دارد.

زمردیان و همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی ضوابط طراحی معماری اقلیمی مدارس در اقلیم گرم و خشک ایران با هدف کاهش مصرف انرژی پرداخته و مطالعات در بحث بهینه‌سازی ساختمان مدارس را در سه گروه دسته‌بندی کرده اند و اظهار داشته‌اند که سازمان نوسازی مدارس به عنوان متولی امر مدرسه‌سازی در ایران توجهی به ضوابط طراحی معماری اقلیمی خصوصا در اقلیم گرم وخشک ایران نداشته است. این در حالی است که مصرف انرژی مدارس این اقلیم ۴۱/۹۱ درصد مصرف انرژی مدارس کل کشور است.

داده ها و روش‌کار

شهرستان کارون یکی از شهرستان‌های استان خوزستان است که با مساحتی بالغ بر ۵ هزار کیلومتر مربع و جمعیتی بیش از ۲۰۰ هزار نفر چهارمین شهرستان استان خوزستان است (شکل ۱). این شهرستان از طرف شمال به شهرستان اهواز، از طرف جنوب به شهرستان شادگان، از طرف غرب به رودخانه کارون و از طرف شرق به شهرستان اهواز منتهی شده است (دفتر آمار و اطلاعات، ۱۳۹۵). این شهرستان دارای آب و هوای گرم و مرطوب است که در فصل گرم تابستان درجه حرارت آن تا بالای ۵۰ درجه سانتی گراد می‌رسد (سالنامه هواشناسی استان خوزستان،۱۳۹۵). شهرستان کارون در بهمن ۱۳۹۱ از شهرستان اهواز انتزاع ضمیمه و مرکز این شهرستان از ادغام روستاهای کوت عبداله، استیشن، خزامی، درویش آباد، شریعتی یک، کوت نواصر، کوی منتظری، گاومیش آباد، گندمکار و هادی آباد تشکیل شده است (آمارنامه کلانشهر اهواز، ۱۳۹۵). جغرافیای شهرستان به گونه ایست که قریب به ۱۲۰۰۰۰ نفر از جمعیت شهرستان در شهر کوت عبداله جای گرفته‌اند و مابقی جمعیت در روستاهای پیرامونی که به‌صورت طولی در دو طرف اتوبان کارون_ آبادان واقع شده‌اند. ترکیب جمعیت شهری و روستایی نزدیک به نصف است به عبارتی ۵۰ درصد مردم در شهر و ۵۰ درصد مردم در ۵۶ روستای تابعه در بخش‌های

مرکزی و سویسه زندگی می‌کنند (سالنامهٔ آماری استان خوزستان، ۱۳۹۵).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر کارون

هدف کلی از انجام این تحقیق، سنجش میزان مطلوبیت آسایش مدارس ابتدایی دولتی شهر کارون بر اساس شاخص زیست اقلیمی ماهانی و گیونی است. شاخص ماهونی یکی از قدیمی‌ترین جداولی است که برای ارزیابی وضعیت گرمایی یک منطقه و تشخیص مسائل معماری آن استفاده می شود. این جدول را کارل ماهانی در سال ۱۹۷۱ تهیه و عرضه کرد که بعدها تکمیل شد. جدول ماهانی منطقه آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به میانگین سالیانه دمای محل مورد مطالعه و میانگین رطوبت نسبی همان ماه تعیین می‌کند. جدول ماهانی وسیله ارزیابی آب و هوایی و دستورالعمل‌های معماری را به سادگی و وضوح تمام در اختیار طراح می‌گذارد. همچنین، گیونی در سال ۱۹۶۹ به منظور بدست آوردن کلیه اطلاعات مورد نیاز در طراحی و تعیین سیستم‌های مکانیک ساختمان روشی را طراحی کرد تا خصوصیات مورد نیاز یک ساختمان را در ارتباط با شرایط و تغییرات هوای پیرامون ساختمان، تحت تأثیر شرایط اقلیمی در منطقه آسایش مشخص نماید. بدین منظور از جدول سایکرومتریک (رابطه آسایش انسان و شرایط گرمایی محیط اطرافش را با دقت بیشتری مشخص می‌نماید) استفاده شده است (حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷).

در این پژوهش از داده‌های هواشناسی دما و بارش، رطوبت و باد غالب دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۳۹۷– ۱۳۶۷) استفاده شد و برای ترسیم نمودارهای مربوطه از نرم افزار Climate Consultant و Excel و نیز جهت ترسیم نقشه های مورد نیاز از نرم افزار ArcGis استفاده شده است. ارزیابی وضعیت گرمایی محدوده مورد مطالعه نیز با استفاده از مدل ماهانی و گیونی، به این شرح صورت پذیرفته است:

تعیین میانگین سالیانه دما و میانگین دمای بیشینه و کمینه هر ماه منطقه یا مکان مورد مطالعه

محاسبه میانگین رطوبت نسبی هر ماه

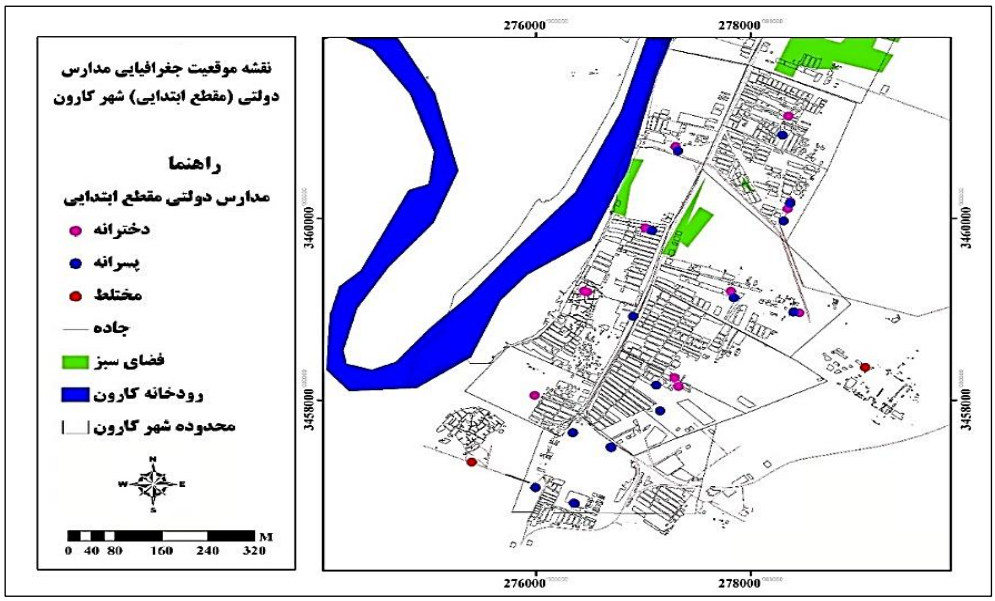
تعیین محدوده منطقه آسایش شب و روز محدوده مورد مطالعه بر اساس میانگین سالیانه دما و رطوبت نسبی هر ماه و به کمک جدول ۲ گروه اقلیمی ماه مورد مطالعه

مقایسه میانگین دمای بیشینه هر ماه را با منطقه آسایش روز و میانگین دمای کمینه هر ماه با منطقه آسایش شب.

شرح و تفسیر نتایج

پس از شناسایی و تعیین موقعیت هر یک از مدارس دولتی مقطع ابتدایی که با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ شهری و همچنین با

انجام عملیات میدانی صورت گرفت، اقدام به تهیه لایه مدارس دولتی شهر کارون شد. جامعه آماری این پژوهش، شامل ۳۰ مدرسه ابتدایی دخترانه، پسرانه و مختلط در سطح شهر کارون است (شکل۲) (سالنامهٔ آماری مدارس شهر اهواز، ۱۳۹۸).



شکل ۲. نقشه موقعیت جغرافیایی مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون

بر اساس بررسی‌های میدانی صورت گرفته در مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون، جهت و ارتفاع پنجره‌ها با استانداردهای اقلیمی این شهر هماهنگ است. در بعضی از مدارس مورد مطالعه، اندازه بازشوها و ابعاد پنجره‌های مدارس بزرگتر از حد استاندارد است که این باعث اتلاف انرژی (گرما در زمستان و سرما در مواقع گرم سال تحصیلی) می‌شود. در رابطه با دریافت انرژی طبیعی خورشید و میزان خیرگی چشم از پنجره کلاس می‌توان گفت که وضعیت استقرار پنجره‌ها به‌گونه‌ای است که کلاس‌ها نور زیادی دریافت کرده و اغلب باعث خیرگی چشم می‌شود. مدارس مطالعاتی از نظر ضخامت دیوار به دلیل استفاده از شناژهای افقی و قائم به ۳۰-۲۵ سانتیمتر در دیوارهای باربر و حدود ۲۰ سانتیمتر در دیوارهای حایل کاهش می‌یابد. ارتفاع دیوارها تا سقف کلاس‌ها در تمام مدارس مناسب بوده و به طول ۳ متر است که در حد استاندارد می‌باشند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، اغلب پنجره‌های مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون دارای سایه‌بان می‌باشند. ولی برخی از این سایه‌بان ها نامناسب بوده و به طور مطلوب از ورود تابش خورشید جلوگیری نمی‌کنند. این سایه‌بان ها بیشتر از جنس آجر هستند که در مدارس قدیمی شهر کارون به شکل ایوان دیده می‌شوند و در مدارس جدید و نوساز در بالای هر پنجره سایه بان طراحی شده است (جدول ۱).

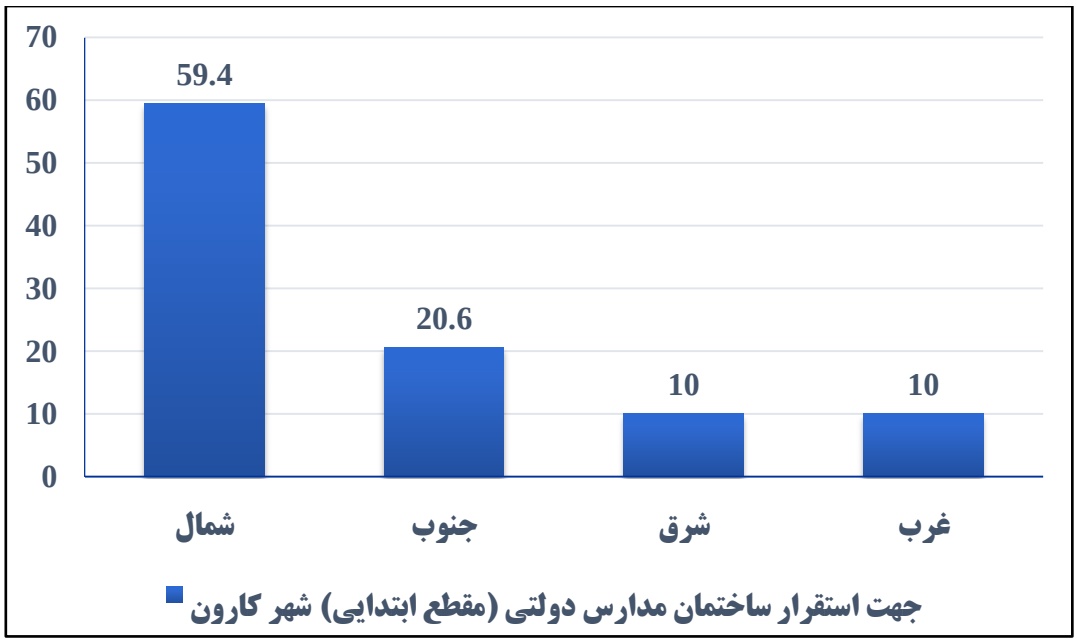
جدول ۱. تعداد و درصد برخورداری از سایه بان مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون

سایه بان	مدارس فاقد سایه بان	مدارس دارای سایه بان	جمع
تعداد	۹	۲۱	۳۰
درصد	۳۰	۷۰	۱۰۰

منبع: اداره کل آموزش و پرورش استان خوزستان، (۱۳۹۸)

سقف مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون، با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مطالعاتی از نوع بام‌های یکپارچه، یعنی تمام سقف‌های مدارس به شکل مسطح ساخته شده و نوع مصالح استفاده شده نیز از جنس بتن و آجر می‌باشد. استفاده از آسفالت در بام مدارس نیز به علت تولید بیش از حد گرما در تابستان مناسب نیست. در سال‌های اخیر در بام مدارس از

ایزوگام ساده و سیاه رنگ و یا ایزوگام با پوشش آلومینیومی استفاده می‌کنند که سطحی براق داشته و جذب انرژی خورشیدی در آن کمتر است، زیرا بیشتر آن را منعکس می‌کند در حالی که نوع ساده و تیره آن در جذب انرژی خورشیدی و انتقال آن به فضاهای داخلی و گرمایش آن مؤثر است. بر اساس بررسی‌های حاصل از جهت استقرار ساختمان مدارس مطالعاتی شهر کارون، ۵۹/۴درصد مدارس به صورت شمالی، ۲۰/۶درصد به سمت جنوب، ۱۰درصد در جهت شرقی و ۱۰درصد دیگر جهتی غربی دارند (شکل ۳).



شکل ۳. جهت استقرار ساختمان مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون

مصالح ساختمانی به کار رفته در مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون با توجه به اقلیم منطقه، عمدتاً از جنس آجر یا بتن می‌باشد که در دیوارها و سقف آن‌ها به کار گرفته می‌شود. استفاده از آجر در بنا سهم بیشتری دارد زیرا نمای فضاهای آموزشی با توجه به اقلیم منطقه عمدتاً آجری است (جدول ۲).

جدول ۲. نوع جنس مصالح به کار رفته در مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون

جنس مصالح	تیرچه و آجر	آجر و آهن	تیرچه و بلوک	جمع
تعداد	۱۹	۷	۴	۳۰
درصد	۶۳/۳۳	۲۳/۳۳	۱۳/۳۳	۱۰۰

منبع: اداره کل آموزش و پرورش استان خوزستان، (۱۳۹۸)

کف حیاط همه مدارس مطالعاتی از نوع آسفالت و با توجه به اقلیم منطقه در ماه‌های زیادی از سال بالاتر از حداکثر آسایش است. مدارس مقطع ابتدایی مورد مطالعه شهر کارون از نظر کیفیت ابنیه به دسته نوساز، قابل قبول و مرمتی تقسیم می‌شوند. مدارس نوساز مطالعاتی، عمر آن‌ها کمتر از ۱۲ سال و توسط سازمان نوسازی و تجهیز مدارس ساخته شده‌اند. جدول (۳)

جدول ۳. کیفیت ابنیه مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون

کیفیت	نوساز	قابل قبول	مرمتی	جمع
تعداد	۸	۱۶	۶	۳۰
درصد	۲۶/۶۷	۵۳/۳۳	۲۰	۱۰۰

منبع: اداره کل آموزش و پرورش استان خوزستان، (۱۳۹۸)

برای تعیین بهترین روش سنجش میزان مطلوبیت آسایش زیست- اقلیمی در فضای داخلی مدارس دولتی (مقطع ابتدایی) شهر کارون، از روش ماهانی استفاده شده است.

در روش ماهانی با استفاده از ۴ گروه جدول ماهانی، تأثیر شرایط اقلیمی در شکل‌گیری ساختمان و پاره‌ای از جزئیات

معماری مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین‌منظور ابتدا تغییرات پارامترهای درجه حرارت، پارامترهای رطوبتی، پارامترهای بارندگی و جهت بادهای غالب به‌صورت ماهانه طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷ انجام گرفت (جداول ۴، ۵، ۶ و ۷)

جدول ۴. تغییرات پارامترهای درجه حرارت ماهانه ایستگاه سینوپتیک اهواز طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

پارامترهای اقلیمی	ماه											
	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
متوسط حداکثر ماهانه	۲۲/۷۵	۱۹/۹۶	۱۷/۴۱	۲۱	۲۸/۹۴	۳۶/۷۸	۴۴/۵۶	۴۵/۹۹	۴۶/۲۵	۴۳/۷۷	۳۷/۴۰	۳۰/۴۵
متوسط نوسان ماهانه	۱۶/۴۰	۱۴/۲۳	۱۲/۴۷	۱۵/۴۱	۲۱/۷۷	۲۸/۲۵	۳۴/۹۹	۳۶/۹۱	۳۷/۱۲	۳۴/۷۵	۲۹/۴۹	۲۳/۱۵
متوسط حداقل ماهانه	۱۰/۵۵	۸/۵۰	۷/۵۲	۹/۸۲	۱۴/۶۱	۱۹/۷۴	۲۵/۴۱	۲۷/۸۲	۲۷/۹۹	۲۵/۷۵	۲۱/۵۹	۱۶/۱۲

منبع: اداره کل هواشناسی استان خوزستان، (۱۳۹۸)

جدول ۵. تغییرات پارامترهای رطوبتی ماهانه ایستگاه سینوپتیک اهواز طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

پارامترهای اقلیمی	ماه											
	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
متوسط حداکثر ماهانه	۶۹/۱۱	/۰۷ ۸۲	/۸۱ ۸۰	/۰۷ ۷۷	/۱۰ ۶۸	.۷۹ ۴۷	۴۳ /۶۰	۴۰ /۹۰	/۰۶ ۳۷	۳۸ .۸۰	۴۹ /۱۶	۶۱/۴۸
متوسط نوسان ماهانه	/۲۶ ۵۷	/۳۹ ۷۰	/۴۵ ۷۱	/۷۴ ۶۵	۵۰/۸۳	.۹۲ ۳۷	۳۳ /۱۸	۲۹ /۹۲	/۲۲ ۲۷	۲۸ .۴۰	۳۶ /۶۰	۴۹/۳۷
متوسط حداقل ماهانه	۴۳,۴۸	۵۶,۰۲	۵۶,۴۶	۴۷,۱ ۵	/۶۵ ۴۲	.۹۵ ۲۹	۲۵ /۳۷	۲۳ /۶۳	/۳۴ ۲۰	۲۰ .۷۷	۲۳ /۳۹	/۹۹ ۳۱
گروه رطوبتی	۳	۴	۴	۳	۳	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۲

منبع: اداره کل هواشناسی استان خوزستان، (۱۳۹۸)

جدول ۶. تغییرات پارامترهای بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک اهواز طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

سالانه	ماه											پارامترهای اقلیمی
	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
۲۱۶/۴۳	۲۵/۳۷	۳۰/۷۳	۴۶/۷۰	۵۱/۹۰	۲۷/۲۴	۲/۳۲	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۸	۹/۶۶	۲۲/۱۶	متوسط نوسان ماهانه

منبع: اداره کل هواشناسی استان خوزستان، (۱۳۹۸)

جدول ۷. جهت بادهای غالب ماهانه ایستگاه سینوپتیک اهواز طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

پارامترهای اقلیمی	ماه											
	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
جهت بادهای غالب	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
جهت 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

منبع: اداره کل هواشناسی استان خوزستان، (۱۳۹۸)

سپس به منظور تعیین راحتی یا عدم راحتی ماه های مختلف از لحاظ آسایش انسان در روز و شب، وضعیت حرارتی ماه های مختلف سال در روز و شب طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷ مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۸).

جدول ۸. تعیین وضعیت حرارتی ماه های مختلف سال در روز و شب طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

پارامترهای اقلیمی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
متوسط حداکثر دمای ماهانه	۳۰,۴۵	۳۷,۴۰	۴۳,۷۷	۴۶,۲۵	۴۵,۹۹	۴۴,۵۶	۳۶,۷۸	۲۸,۹۴	۲۱	۱۷,۴۱	۱۹,۹۶	۲۲,۷۵
حد بالای آسایش در روز	۳۱	۳۱	۳۴	۳۴	۳۱	۳۱	۳۱	۲۹	۲۹	۲۷	۲۹	۲۹
حد پایین آسایش در روز	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۲۵	۲۵	۲۵	۲۳	۲۳	۲۲	۲۳	۲۳
متوسط حداقل دمای ماهانه	۱۶,۱۲	۲۱,۵۹	۲۵,۷۵	۲۷,۹۹	۲۷,۸۲	۲۵,۴۱	۱۹,۷۴	۱۴,۶۱	۹,۸۲	۷,۵۲	۸,۵۰	۱۰,۵۵
حد بالای آسایش در شب	۲۲	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۲	۱۹	۱۹	۱۸	۱۹	۱۹
حد پایین آسایش در شب	۱۴	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۴	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
وضعیت حرارتی در روز	H	H	H	H	H	H	H	O	C	C	C	O
وضعیت حرارتی در شب	O	O	H	H	H	O	O	O	C	C	C	O

بر اساس جدول ۸، مشخص شد که وضعیت حرارتی هوا در روزهای ۲ ماه از سال (اسفند و آبان) و همچنین شب‌های ۶ ماه دیگر از سال (اسفند، فروردین، اردیبهشت، شهریور، مهر و آبان) از شرایط مطلوبی برخوردار است، و در روزها و شب‌های ۳ ماه از سال (دی، بهمن و آذر) از وضعیت سرد برخوردار است و بقیه ماه‌های سال گرم است.

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 هر ماه مشخص و نتایج آن در جدول ۹ تدوین شد. بر طبق این جدول برای ماه‌های خرداد، تیر، مرداد شاخص خشکی A1 انتخاب شد.

این شاخص بیانگر وضعیتی است که در آن به علت نوسان زیاد گرمای روز (بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد) و رطوبت نسبی کم، باعث ایجاد ناراحتی می‌شود. برای ماه‌های خرداد و تیر، مرداد شاخص خشکی A2 انتخاب شد. که بیانگر شب‌های گرم یا معتدل همراه با رطوبت نسبی کم در محیط است. برای ماه‌های آذر، دی و بهمن شاخص خشکی A3 انتخاب شد که نشانگر شرایط اقلیمی سرد در محیط می‌باشد. با توجه به بررسی داده‌های هواشناسی مربوط به دما، رطوبت، بارش و باد در منطقه مورد مطالعه هیچ یک از ماه‌های سال درشرایط شاخص وضعیتی مرطوب H1 ، H2 و H3 قرار نمی‌گیرند.

جدول ۹. وضعیت خشک یا مرطوب بودن هر ماه طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

پارامترهای اقلیمی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
ضرورت جریان هوا H1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
مطلوب بودن جریان هوا H2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ضرورت مقابله با باران H3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ضرورت انباشت گرما در جدار بنا A1	–	–	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–
خواب شبانه در هوای آزاد A2	–	–	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–
مشکل ماه های سرد A3	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	–

در مرحله بعد تعداد ماه‌هایی را که بر اساس مفاهیم شاخص، خشک و یا مرطوب مشخص شده‌اند را به جداول پیشنهادهای مقدماتی و جزئیات ساختمان ماهانی انتقال داده و به تحلیل آن‌ها پرداخته شد (جدول ۱۰ و ۱۱).

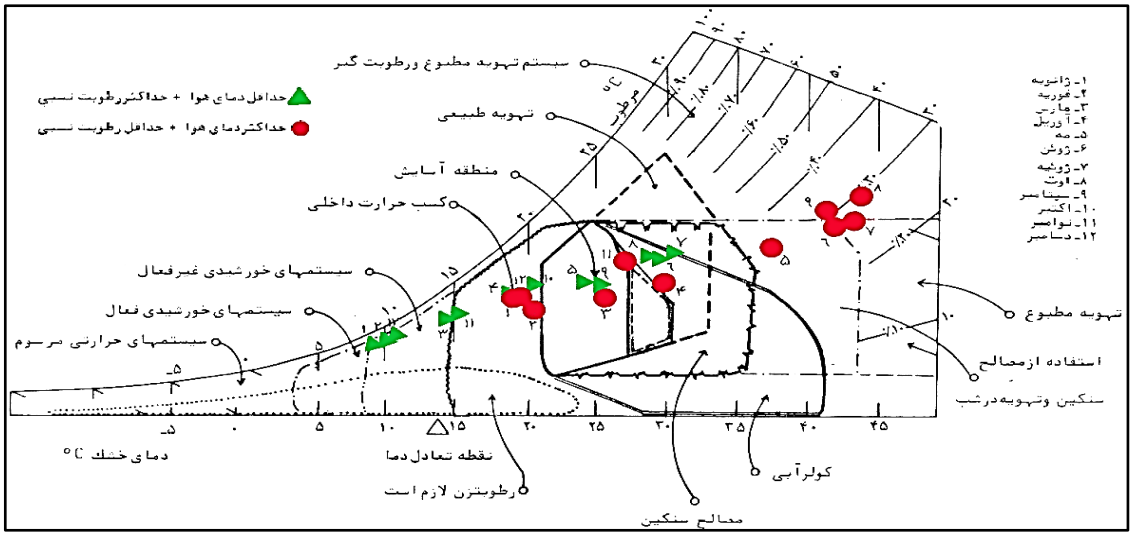
جدول ۱۰. پیشنهادهای مقدماتی معماری در مدارس دولتی شهر کارون (مقطع ابتدایی) طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

پیشنهادها	شاخص های وضعیت گرمایی					
پیشنهادهای مقدماتی معماری- ماهانی	A3	A2	A1	H3	H2	H1
	۳	۵	۱۱	۰	۱	۱
شیوه استقرار ساختمان						
۱- طول ساختمان در امتداد شرقی- غربی	۱	۵-۱۲	۰-۱۰ ×۱۱-۱۲			
۲- معماری فشرده با حیاط	۲	×۰-۴				
فضای بین ساختمانها						
۳- مجموعه گسترده و باز برای استفاده از حیاط	۳					۱۱ و ۱۲
۴- مانند بالا- به شرط استفاده از باد سرد گرم	۴					۲-۱۰
۵- مجموعه فشرده	۵					۱۰ و ۰
جریان هوا در ساختمان						
۶- اتاق‌های منفرد برای استفاده از کوران دائم هوا	۶		۰-۵			۳-۱۲ ×۱ و ۲
۷- اتاق‌های به هم چسبیده و پیش‌بینی جریان هوا به طور موقت در مواقع لزوم	۷		×۶-۱۲		۲-۱۲	۰
۸- جریان محسوس هوا لازم نیست	۸				۱ و ۰	
پنجره ها						
۹- پنجره‌های بزرگ ۴۰ تا ۸۰٪ دیوارهای شمالی و جنوبی	۹	۰		۱ و ۰		
۱۰- پنجره های بسیار کوچک ۱۰ تا ۲۰٪	۱۰	۱ و ۰		×۱۱ و ۱۲		
۱۱- پنجره های متوسط ۲۰ تا ۴۰٪	۱۱	کلیه شرایط دیگر×				
دیوارها						
۱۲- دیوارهای سبک، زمان تاخیر کوتاه	۱۲			۰-۲		
۱۳- دیوارهای سنگین- داخلی و خارجی	۱۳			×۳-۱۲		
سقف ها						
۱۴- سقف های سبک- عایق حرارتی	۱۴			۰-۵		
۱۵- سقف‌های سنگین، زمان تاخیر بیش از ۸ ساعت	۱۵			×۶-۱۲		
خواب شبانه در هوای آزاد						
۱۶- ضرورت تامین فضا برای خواب شبانه	۱۶		×۲-۱۲			
حفاظت از باران						
۱۷- ضرورت حفاظت در برابر باران شدید	۱۷			۳-۱۲		

جدول ۱۱. پیشنهادهای جزئیات معماری در مدارس دولتی شهر کارون (مقطع ابتدایی) طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

پیشنهاد در مورد جزئیات ساختمانی		شاخص وضعیت گرمایی					
		A3	A2	A1	H3	H2	H1
		۳	۵	۱۱	۰	۱	۱
وسعت روزنه، نورگیر، پنجره							
۱- وسیع: ۴۰ تا ۸۰٪ مساحت دیوارهای شمالی و جنوبی	۱	۰		۱ و ۰			
	۲	×۱-۱۲					
۲- متوسط: ۲۵ تا ۴۰٪ مساحت دیوار	۲			۵-۲			
۳- کوچک: ۱۵ تا ۲۵٪ مساحت دیوار	۳			۱۰-۴			
۴- بسیار کوچک: ۱۰ تا ۲۰٪ مساحت دیوار	۴	×۰-۳		×۱۱ و ۱۲			
۵- متوسط: ۲۵ تا ۴۰٪ مساحت دیوار	۵	۱۲-۴					
محل روزنه							
۶- در دیوارهای شمالی و جنوبی، ر وبه باد و در ارتفاع بدن انسان	۶		۵-۰				۱۲-۳
۷- مثل بالا- در دیوارهای داخلی نیز تعبیه شود.	۷		×۶-۱۲			×۱ و ۲	
						۱۲-۲	
حفاظت روزنه							
۸- از اشعه مستقیم خورشید محفوظ نگه داشته شود.	۸	۲-۰					
۹- در مقابل باران حفاظت شود.	۹				۱۲-۲		
دیوارها و کف ها							
۱۰- سبک، ظرفیت گرمایی کم	۱۰			۲-۰			
۱۱- سنگین، بیش از ۸ ساعت زمان تاخیر	۱۱			×۳-۱۲			
سقف ها							
۱۲- سبک، سطح منعکس کننده و دوجداره	۱۲			۲-۰			۱۲-۱۰
۱۳- سبک، عایق بندی خوب	۱۳			×۳-۱۲			
				۵-۰			×۰ و ۹
۱۴- سنگین، بیش از ۸ ساعت زمان تاخیر	۱۴			×۶-۱۲			
فضای خارجی							
۱۵- فضا برای خوابیدن در فضای آزاد	۱۵		×۱-۱۲				
۱۶- تدارکات کافی برای رد کردن آب باران	۱۶				۱۲-۱		

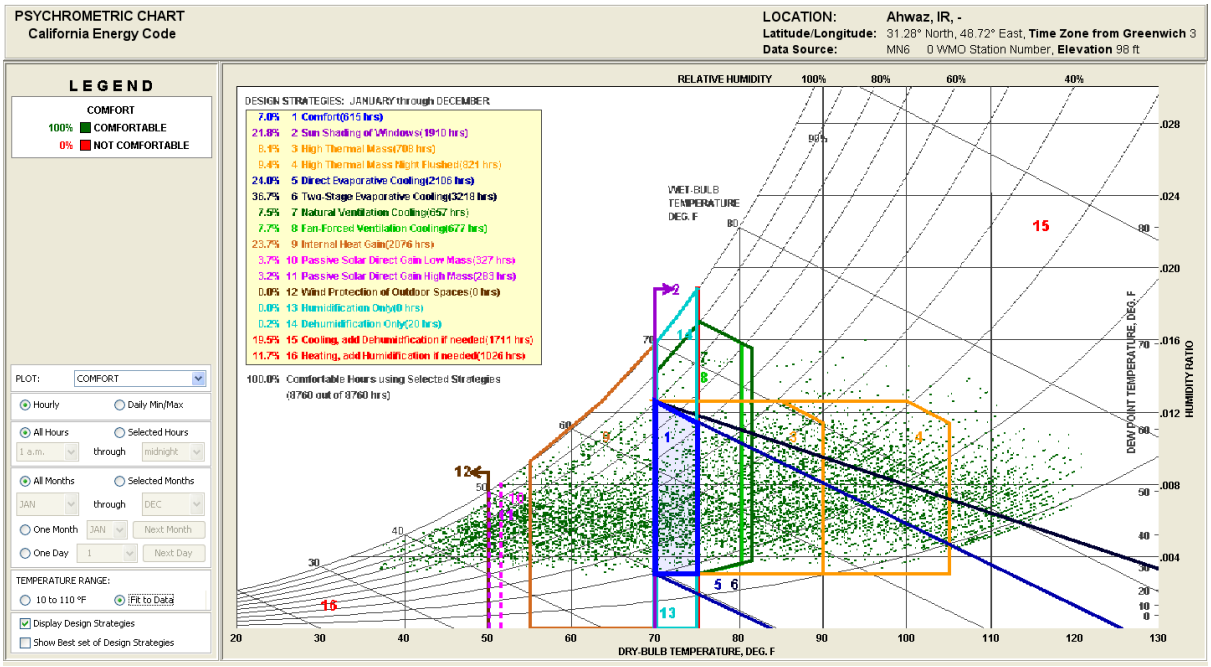
در روش گیونی نیز می‌توان با استفاده از متوسط دمای هوا و متوسط رطوبت نسبی برای هر یک از ماه‌های سال در نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی، محدوده‌های آسایش و غیرآسایش را تعیین نمود. با انتقال وضعیت حرارتی تمامی ماه‌های سال به جدول بیوکلیماتیک، شکل ۴ حاصل شد.



شکل ۴. نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی شهر کارون به روش گیونی

بر اساس شکل ۴ فقط در دو ماه از سال (اسفند و آبان ماه) و در گرم‌ترین ساعات روز هوا در منطقه آسایش قرار دارد. در ماه‌های گرم سال (اردیبهشت ماه تا مهر ماه) دمای هوا در حدی است که استفاده از وسایل و دستگاه‌های مطبوع کاملاً ضروری است.

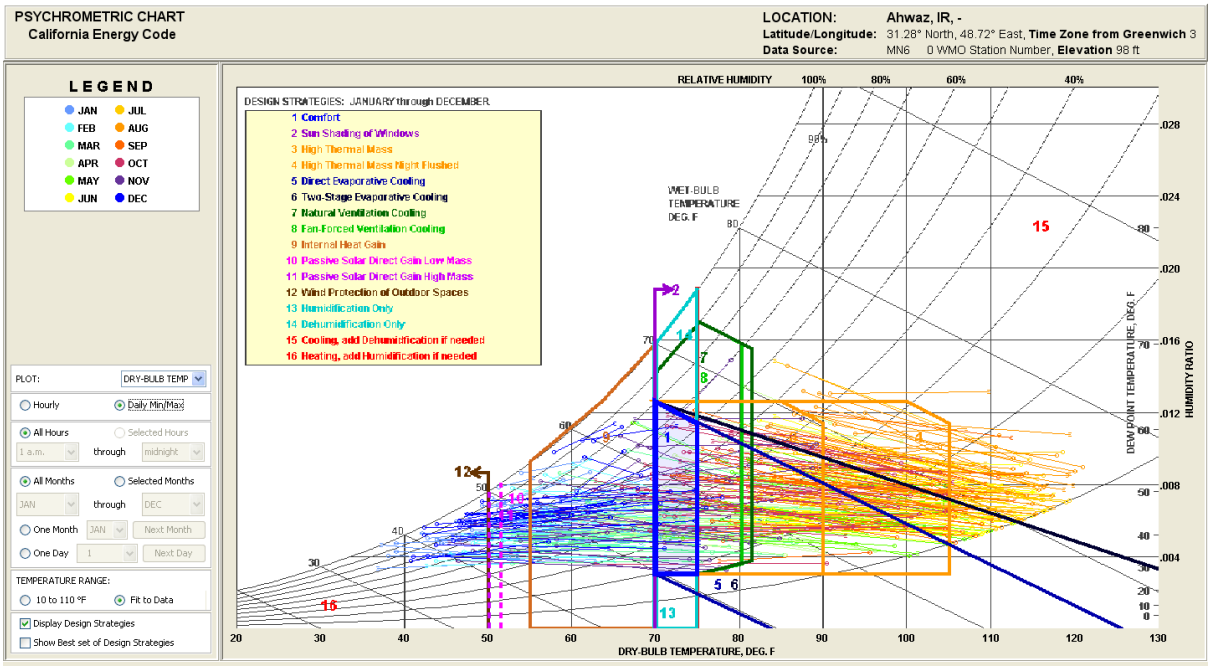
نمودار سایکرومتریک از مهم‌ترین نمودارهایی است که می‌توان با آن مشخص نمود که شهر کارون چه ساعتی در محدوده آسایش قرار دارد و در چه محدوده‌هایی نیاز به دستگاه‌های مکانیکی برای سرمایش و گرمایش دارد. با توجه به این نمودار، شهر کارون در ۶۱۵ ساعت در محدوده آسایش قرار گرفته است (شکل ۵).



شکل۵. نمودار سایکرومتریک شهر کارون در نرم افزار Climate Consultant

همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود برای دستیابی و تأمین شرایط آسایش حرارتی در فضایی داخلی استفاده از سیستم خورشیدی غیرفعال در ساختمان‌های مدارس دولتی شهر کارون امری بسیار ضروری است بر همین اساس نحوه طراحی بنا باید

به گونه‌ای الگو گذاری گردد تا در فصول زمستان بتوان از انرژی خورشیدی به شکل تابش مستقیم بر فضای داخلی و ذخیره آن در طول روز بهره جست و اما در فصول گرم مانع از ورود ناخواسته آن گردید. از این رو باید بیان نمود اولین پارامتر دست‌یابی به سیستم خورشیدی غیرفعال با تمامی جوانب در ساختمان‌های مدارس دولتی شهر کارون تعیین موقعیت قرارگیری بنا به منظور بهرمندی بهینه از انرژی تابشی است. تأمین اصل یاد شده در فضای مدارس دولتی شهر کارون در نهایت منجر به انطباق کامل عرصه مورد نظر در راستای تأمین آسایش حرارتی به سبب انطباق کامل با شرایط اقلیمی حاکم بر شهر کارون علاوه بر بهره‌گیری از سیستم تهویه طبیعی خواهد شد.



شکل ۶: نمودار زیست اقلیم ساختمانی شهر کارون بر اساس روزهای فصول سرد و گرم سال در نرم افزار Climate Consultant

جدول ۱۲. نتایج شاخص های زیست اقلیمی گیونی شهر کارون طی دوره آماری ۹۷-۱۳۶۷

شاخص	وضعیت حرارتی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
گیونی	در روز	H	H	H	H	H	H	H	O	C	C	C	O
	در شب	O	H	H	H	H	O	O	O	C	C	C	C

بحث و نتیجه گیری

عوامل اقلیمی بعد از مراکز جمعیتی، بیشترین تأثیر را در معماری و شهرسازی هر شهر دارد. بطوری که می‌توان گفت کالبدهای فیزیکی و معماری شهرها ارتباط مستقیم با شرایط آب و هوایی این شهرها دارد، زیرا معماری همساز با شرایط اقلیمی است که می‌تواند آسایش ساکنین را فراهم کند. بر اساس نتایج حاصل از بررسی جداول شاخص ماهانی از خرداد تا مرداد (۳ ماه) دارای شرایط شاخص خشکی A1 که بیانگر وضعیت نوسان زیاد گرمای روز (بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد) و رطوبت نسبی کم است واین امر باعث ایجاد ناراحتی می‌شود برای رفع این مشکل، پیشنهاد می‌شود در طراحی ساختمان‌ها باید از مصالح با ظرفیت گرمایی متوسط به بالا استفاده شود. همچنین، ماه‌های خرداد تا مرداد (۳ ماه) شاخص خشکی A2 که بیانگر شب‌های گرم یا معتدل همراه با رطوبت نسبی کم در محیط است، را شامل می‌شوند. برای ماه‌های آذر، دی و بهمن (۳ ماه) شاخص خشکی A3 که نشانگر شرایط اقلیمی سرد در منطقه است، که برای مقابله با این شرایط استفاده از انرژی در جهت گرمایش فضاهای داخلی ساختمان‌ها ضروری است. در منطقه مورد مطالعه

هیچ یک از ماه‌های سال درشرایط شاخص وضعیتی مرطوب H1 ، H2 و H3 قرار نمی‌گیرند. همچنین، با توجه به این نتایج حاصل از روش گیونی، در سه ماه از سال (خرداد، تیر و مرداد) حدود تغییرات شرایط حرارتی هوا کاملاً خارج از محدوده آسایش، در ماه شهریور نیز تنها در مدت کوتاهی از شبانه روز (نیمه شب تا قبل از طلوع آفتاب) هوا در محدوده آسایش قرار گرفته است. در مواقعی از ساعات روزهای ماه‌های گرم می‌توان با ایجاد جریان هوا در داخل ساختمان یا با استفاده از خاصیت زمان تاخیر مصالح ساختمان، عایق حرارتی در جداره‌ها، هوای داخل ساختمان را کنترل نمود، اما کنترل نهایی هوای ساختمان به ویژه در گرم‌ترین ساعات روز ماه‌های اردیبهشت تا مرداد ماه تنها با استفاده از سیستم تهویه مطبوع و کولرگازی امکان‌پذیر است. در زمستان برای گرم کردن ساختمان می‌توان به مقدار زیادی از انرژی حرارتی خورشید استفاده کرد و در سردترین ساعات ماه‌های آذر تا اسفند ماه سیستم‌های خورشیدی غیر فعال، یعنی اجزاء و عناصر ساختمانی طراحی شده به منظور جذب ذخیره‌سازی و استفاده از انرژی خورشیدی، می‌توانند حرارت مورد نیاز را تا حدودی برای گرم نگه داشتن ساختمان را تأمین کنند. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته و انطباق آن‌ها با استانداردهای ساخت و ساز مدارس کشور و در نظر گرفتن شرایط اقلیمی منطقه، نتایج نشان می‌دهد که استانداردهای لازم برای ساخت مدارس در منطقه مورد مطالعه و توجه به شرایط اقلیمی منطقه در نظر گرفته نشده و تمامی مدارس مورد مطالعه استانداردهای لازم را ندارند. در ادامه پیشنهادهای بشرح ذیل قابل توجه است.

مقابله با گرما با ایجاد سایه در ساختمان‌ها، از طریق ایجاد دیوارهای بلند ساختمان‌ها یا ایجاد فضای سبز مناسب با توجه به شرایط خاک و اقلیم منطقه.

استفاده از سایه بان‌های مناسب با طراحی مناسب از لحاظ شکل، اندازه و عمق آن متناسب با ویژگی‌های معماری و اقلیمی منطقه.

مساحت کل پنجره‌ها و بازشوهایی که در یک دیوار قرار گرفته است نباید از ۲۰ درصد مساحت آن دیوار تجاوز نماید.

تجهیز تمامی پنجره‌های مشرف به آفتاب تابستان به سایه بان مؤثر

استفاده از پنجره‌های دو جداره برای جلوگیری از انتقال گرما به داخل ساختمان.

سقف‌های دوجداره با جدار خالی بسیار مناسب است و رنگ‌های روشن برای سقف و دیوار مناسب است.

طول ساختمان در جهت شمالی- جنوبی قرار گیرد.

جریان هوا در ساختمان برای ایجاد آسایش به صورت موقت در برخی مواقع نیاز می‌باشد.

اندازه پنجره‌ها بهتر است متوسط بوده و مساحتی در حدود ۲۰٪ تا ۴۰٪ مساحت دیوار داشته باشد.

مصالح ساختمانی دیوارهای داخلی و خارجی و پشت‌بام‌ها به دلیل نگهداری حرارت برای مدتی بیش از ۲ ماه باید سنگین و با زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت باشند.

منابع

امیدوار، کمال، علیزاده شورکی، یحیی و زارعشاهی، عبدالنبی (۱۳۹۰).تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مدارس شهر یزد بر اساس شاخص‌های زیست- اقلیمی. نشریه شهر و معماری بومی، (۱)۱ ،۱۱۷-۱۰۷ .

جانسون،وارن (۱۳۷۶). اقلیم و معماری با تاکید بر معماری سنتی خاورمیانه حبیبی نوخندان، مجید فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، (۱۲)۴۶ ،۱۵۹-۱۵۲.

حجازی‌زاده، زهرا و کربلایی درئی، علیرضا (۱۳۹۷). مقدمه‌ای بر اقلیم اسایش حرارتی و شاخص‌های آن. تهران: انتشارات آکادمیک.

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

سازمان نوسازی و توسعه وتجهیز مدارس کشور (۱۳۹۳). اصول و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی.

سالنامهٔ آماری استان خوزستان (۱۳۹۵). سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خوزستان.

سالنامهٔ آماری مدارس شهر اهواز (۱۳۹۸). اداره کل آموزش و پرورش استان خوزستان.

سالنامهٔ آماری هواشناسی، (۱۳۹۸). اداره کل هواشناسی استان خوزستان.

قبادیان، وحید، فیض‌مهدوی، محمد، واتسون، دانلد، لب، کنت (۱۳۸۴). طراحی اقلیمی اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

کسمائی، مرتضی (۱۳۸۲). اقلیم و معماری، انتشارات شرکت سرمایه‌گذاری خانه‌سازی ایران.

کسمایی،مرتضی (۱۳۷۳). پهنه‌بندی اقیمی ایران، ساختمان‌های آموزشـی. انتشارات سازمان نوسازی و تجهیز مدارس کشور.

Auliciems. A. Thermal requirements of secondary schoolchildren in winter. J. Hyg., 67 (1969), pp. 59-65

Bak-Biro, Z.; D.J. Clements-Croome, N. Kochhar, H.B. Awbi, M.J. Williams. Ventilation rates in schools and pupils performance. Build. Environ, 48 (2012), 215-223

Bluyssen PM. Health, comfort and performance of children in classrooms – New directions for research. Indoor and Built Environment. 2017, 26(8):1040-1050. doi:10.1177/1420326X16661866

Bluyssen, P. M., Zhang, D., Kurvers, S., Overtoom, M., & Ortiz-Sanchez, M. (2018). Self-reported health and comfort of school children in 54 classrooms of 21 Dutch school buildings. Building and Environment, 138, 106–123.

Bluyssen, P.M. Health, Comfort and Performance of Children in Classrooms–New Directions for Research. Indoor Built Environ. 2016, 26, 1040–1050.

Bluyssen, P.M.; Zhang, D.; Kurvers, S.; Overtoom, M.; Ortiz-Sanchez, M. Self-Reported Health and Comfort of School Children in 54 Classrooms of 21 Dutch School Buildings. Build. Environ. 2018, 138, 106–123

Borrego, C.; H. Martins, O. Tchepel, L. Salmim, A. Monteiro, A.I. Miranda, How urban structure can affect city sustainability from an air quality perspective, Environ. Model. Software 21(4) (2006) 461–467.

Bröde, Peter; Fiala, Dusan; Błażejczyk, Krzysztof; Holmér, Ingvar; Jendritzky, Gerd; Kampmann, Bernhard; Tinz, Birger; Havenith, George (2011-05-31). "Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI)". International Journal of Biometeorology. 56 (3): 481–494. doi:10.1007/s00484-011-0454-1. ISSN 0020-7128. PMID 21626294.

Bronzaft, A.L.; D.P. McCarthy. The effect of elevated train noise on reading ability. Environ. Behav, 7 (1975), 517-527

Chen, K.W.; L. Norford, Evaluating urban forms for comparison studies in the massing design stage, Sustainability 9 (6) (2017) 987.

Chew, L.W.; L.K. Norford, Pedestrian-level wind speed enhancement in urban street canyons with void decks, Build. Environ. 146 (2018) 64–76.

Csobod, E.; I. Annesi-Maesano, P. Carrer, S. Kephalopoulos, J . Madureira, P. Rudnai, E. de Oliveira Fernandes SINPHONIE, Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe Final report European Union, Italy (2014)

Dai, Y.W.' C.M. Mak, Z.T. Ai, J. Hang, Evaluation of computational and physical parameters influencing CFD simulations of pollutant dispersion in building arrays, Build. Environ. 137 (2018) 90–107.

De Giuli, V.; Da Pos, O.; De Carli, M. Indoor Environmental Quality and Pupil Perception in Italian Primary Schools. Build. Environ. 2012, 56, 335–345

Dijken van, F.; J.E.M.H. Bronswijk van, J. Sundell. Indoor environment in Dutch primary schools and health of the pupils Build. Res. Inf., 34 (2006), 437-446

Dorizas, P.V.; M.N. Assimakopoulos, M. Santam ouris. A holistic approach for the assessment of the indoor environmental quality, student productivity, and energy consumption in primary schools Environ. Monit. Assess., 187 (2015), p. 259

Evans, G.W.; S. Hygge, M. Bullinger. Chronic noise and psychological stress. Psychol. Sci., 6 (1995), 333-338

Fanger, P. O. (1970). Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering. Danish Technical Press

Fantozzi, F.; Hamdi, H.; Rocca, M.; Vegnuti, S. Use of Automated Control

Systems and Advanced Energy Simulations in the Design of Climate Responsive Educational Building for Mediterranean Area. Sustainability 2019, 11, 1660.

Feng Yuan,Runming Yao,Sasan Sadrizadeh,Baiyi Li,Guangyu Cao,Shaoxing Zhang,Shan Zhou,Hong Liu,Anna Bogdan,Cristiana Croitoru,Arsen Melikov,C. Alan Short,Baizhan Li. Journal of Building Engineering. January 2022

Giuli de, V.; R. Zecchin, L. Corain, L. Salmasso. Measurements of indoor environmental conditions in Italian classrooms and their impact on children's comfort. Indoor Built Environ., 24 (2015), 689-712

Haddad, S.; P. Osmond, S. King, S. Heidari, Developing assumptions of metabolic rate estimation for primary school children in the calculation of the Fanger PMV model, Windsor, UK: Proc. of 8th Windsor conference 10–14 April 2014, NCEUB 2014, workshop 2 ‘schools and young people’.

Haverinen-Shaughnessy, U.; J. Turunen, J. Palonen, T. Putus, J. Kurn itski, R. Shaughnessy. Health and academic performance of sixth grade students and indoor environmental quality in Finnish elementary schools British. Journal of Educational Research, 2 (2012), 42-58

Haverinen-Shaughnessy, U.; R.J. Shaughnessy, E.C. Cole, O. Toyinb o, D.J. Moschandreas. An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance Build. Environ., 93 (2015), 35-40

Haverinen-Shaughnessy, U.; R.J. Shaughnessy. Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores PLoS One, 10 (2015, August 28), Article e0136165

Heschong. L.; Day lighting and student performance. ASHRAE J., 44 (2002), 65-67

Hygge. S. Classroom experiments on the effects of different noise sources and sound levels on long-term recall and recognition in children. Appl. Cognit. Psychol., 17 (2003), 895-914

Jerman, M., & Černý, R. (2012). Effect of moisture content on heat and moisture transport and storage properties of thermal insulation materials. Energy and Buildings, 53, 39–46. doi:10.1016/j.enbuild.2012.07.002

Kim, J.L.E.; L. Mi, Y. Johansson, M. Smedje, G. Nörback. Current asthma and respiratory symptoms among pupils in relation to dietary factors and allergens in the school environment Indoor Air, 15 (2005), 170-182

Kwok, A.G.; C. Chun. Thermal comfort in Japanese schools. Sol. Energy, 74 (2003), 245-252

Laiman, R.; C. He, M. Mazaherri, S. Clifford, F. Salimi, L.R. Crilley, M.A.M. Mokhtar, L. Morawska. Characteristics of ultrafine particle sources and deposition rates in primary school classrooms Atmos. Environ., 94 (2014), 28-35

Lamberti, G.; F. Fantozzi and G. Salvadori, "Thermal comfort in educational buildings: Future directions regarding the impact of environmental conditions on students' health and performance," 2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Madrid, Spain, 2020, 1-6,

Lamberti, G.; Fantozzi, F.; Salvadori, G. Thermal Comfort in Educational Buildings: Future Directions Regarding the Impact of Environmental Conditions on Students’ Health and Performance. In Proceedings of the 2020 IEEE

International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), Madrid, Spain, 9–12 June 2020; 1–6.

Lamberti, G.; Salvadori, G.; Leccese, F.; Fantozzi, F.; Bluyssen, P.M. Advancement on Thermal Comfort in Educational Buildings: Current Issues and Way Forward. Sustainability 2021, 13, 10315. https://doi.org/10.3390/su131810315

Lee, K. Y., & Mak, C. M. (2021). Effects of wind direction and building array arrangement on airflow and contaminant distributions in the central space of buildings. Building and Environment, 205, 108234. doi:10.1016/j.buildenv.2021.108234

Liang, H.H.; T.P. Lin, R.L. Hwang. Linking occupants' thermal perception and building thermal performance in naturally ventilated school buildings. Appl. Energy, 94 (2012), pp. 355-363

Madureira, J.; I. Paciencia, E. Ramos, H. Barros, C. Pereira, J.P. Teixeira, E. de Oliveira Fernandes. Children's Health and indoor air quality in Primary schools and homes in Portugal - study design J. Toxicol. Environ. Health, A78 (2015), 915-930

Mendell, M.; Heath, G. Do Indoor Pollutants and Thermal Conditions in Schools Influence Student Performance? A Critical Review of Literature. Indoor Air 2005, 15, 27–52.

Mi, Y.H.N.; D. Tao, J. Mi, Y.L. Ferm. Current asthma and respiratory symptoms among pupils in Shanghai, China: influence of building ventilation, nitrogen dioxide, ozone and formaldehyde in classrooms Indoor Air, 16 (2006), 454-464

Michael, A., & Heracleous, C. (2017). Assessment of natural lighting performance and visual comfort of educational architecture in Southern Europe: The case of typical educational school premises in Cyprus. Energy and Buildings, 140, 443–457.

Montazami, A.; M. Wilson, F. Nicol. Aircraft noise, overheating and poor air quality in classrooms in London primary schools. Build. Environ., 52 (2012), 139-141

Mydlarz, C.A.; R. Conetta, D. Connolly, T.J. Cox, J.E. Dockrell, B.M. Shield. Comparison of environmental and acoustical factors in occupied school classrooms for 11-16 year old students. Build. Environ., 60 (2013), 265-271

Padilla-Marcos, M.A.; A. Meiss, J. Feijo-Mu ´ noz, ˜ Proposal for a simplified CFD procedure for obtaining patterns of the age of air in outdoor spaces for the natural ventilation of buildings, Energies 10 (9) (2017) 1252.

Rodríguez, C. M., Coronado, M. C., & Medina, J. M. (2021). Thermal comfort in educational buildings: The Classroom-Comfort-Data method applied to schools in Bogotá, Colombia. Building and Environment, 194, 107682.

Takaoka, M.; K. Suzuki, D. Nörback. Sick building syndrome among junior high school students in Japan in relation to the home and school environment Global J. Health Sci., 8 (2016), 165-177

Ter Mors. S. Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: creating and validating PMV-based comfort charts. Build. Environ., 46 (2011), 2454-2461

Toftum, J.; B.U. Kjeldsen, P. Wargocki, H. Mena , E.M.N. Hansen, G. Clausen. Association between classroom ventilation mode and learning outcome in Danish schools Build. Environ., 92 (2015), 494-503

Wargocki, P.; D.P. Wyon. The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork

by children (RP-1257). HVAC R Res., 13 (2007), 193-220

Weirich, T. L. (2008). Hypothermia/ Warming Protocols: Why Are They Not Widely Used in the OR? AORN Journal, 87(2), 333–344. doi:10.1016/j.aorn.2007.08.021

Winterbottom, M.; A. Wilkins. Lighting and discomfort in the classroom. J. Environ. Psychol., 29 (2009), 63-75

Wolkoff, P., & Kjærgaard, S. K. (2007). The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. Environment International, 33(6), 850–857. doi:10.1016/j.envint.2007.04.004

Wooll, Maggie (2022), How to get out of your comfort zone (in 6 simple steps), March 11, 2022 – 22, https://www.betterup.com/blog/comfort-zone

Yildirim, K.; K. Cagatay, N. Ayalp. Effect of wall colour on the perception of classrooms. Indoor Built Environ., 24 (2015), 607-616.