Journal of New Ideas in The Geographical Sciences
Sanad.iau.ir/journal/ntigs
ISSN: 2981-1473
Volume 2, Issue 6, September 2024, P, 119

IAU Mahshahr Branch

Received: 14/07/2024 Accepted: 18/09/2024

Determining the Most Suitable Academic Days for Students in Ahvaz City Based on the Results of the Climate Advisor Index

Nasrin Ordo Zadeh
Ph,D Student in Climatology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University of Ahvaz, Iran
Reza Borna[1]
Associate Professor Department of Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University of Ahvaz, Iran
Jebrail Ghorbaniyan
Assistant Professor Department of Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University of Ahvaz, Iran
Jafar Morshedi
Assistant Professor Department of Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Abstract

Education, training, and upbringing are highly complex processes. As a result, multiple factors and elements are involved in its formation. The physical environment is one of the important elements in desirable education. By providing a suitable physical environment, students will engage in learning with better mental and emotional conditions and more tranquility.In this study, the bioclimatic conditions of Ahvaz city were evaluated using climate consultant software Based on the results of these indices, a total of 12 to 15percent of the training period hours were in comfortable bioclimatic conditions. In 45 to 50percent of the study hours, the climatic conditions were warm and undesirable for students, and in 30 to 35percent of the study hours, the air temperature was below the comfort threshold. Therefore, in more than 80to 85percent of the days when students are present at school, the temperature and climatic conditions are not conducive to their learning and comfort. In this 7 to 8month period, the number of hot and cold hours is approximately equal. However, since the undesirability of cold and discomfort conditions is less than that of hot undesirable conditions, and the cost of heating is lower than the cost of cooling, it is recommended to focus the study period on cool to cold months of autumn and winter. Based on the results of the bioclimatic consultant index, from 15 to 20days in the month of Mehr and from mid-Ardibehesht month, the thermal conditions exceed the tolerance threshold of students, and their health may be at risk. It is better to remove this period from the academic calendar. However, in other months of the study period, by considering appropriate strategies in the design and construction of schools, the climatic undesirability of this period can be addressed.

Key words: **Climate Consultant, Desired Educational Period, Ahvaz, Student, School**

1. Corresponding Author: bornareza@yahoo.com

نشریه علمی اندیشه‌های نو در علوم‌جغرافیایی، دوره ۲، شماره ٦، زمستان ۱٤۰۳، صفحات: ۲۹-٤۸
شاپا: ۱٤۷۳-۲۹۸۱

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰٤/۲٤ تاریخ پذیرش نهایی: ۱٤۰۳/۰٦/۲۸

تعیین مناسب‌ترین ایام تحصیلی دانش‌آموزان شهر اهواز براساس نتایج شاخص مشاور اقلیم

نسرین اردوزاده

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

رضا برنا[۱]

دانشیار گروه جغرافیا، واحداهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

جبرائیل قربانیان

استایارگروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

جعفر مرشدی

استادیار گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

آموزش، تعلیم و تربیت فرآیند بسیار پیچیده‌ای است. در نتیجه عوامل و عناصر متعددی در شکل‌گیری آن دخالت دارند. محیط فیزیکی یکی از عناصر مهم در یک آموزش مطلوب می‌باشد. در صورت تامین یک محیط فیزیکی مناسب، دانش آموز با شرایط روحی و روانی و آرامش بیشتری به یادگیری خواهد پرداخت. در این تحقیق با استفاده از نرم افزار مشاور اقلیم شرایط زیست–اقلیمی شهر اهواز مورد ارزیابی قرار گرفته است. براساس نتایج این شاخص‌ها در مجموع بین ۱۲ تا ۱۵ درصد از ساعات دوره آموزش، در شرایط آسایش زیستی قرار داشت. در ٤۵ تا ۵۰ درصد از ساعات دوره تحصیل، شرایط اقلیمی برای دانش‌آموزان گرم و نامطلوب و در ۳۰ تا ۳۵ درصد از ساعات ایام تحصیل دمای هوا در زیر آستانه آسایش قرار داشته است. بنابراین در بیش از ۸۰ تا ۸۵ درصد از ایام حضور دانش‌آموزان در مدرسه شرایط دمایی و اقلیمی مطلوب یادگیری و آسایش آنان نیست. در این دوره ۷ تا ۸ ماهه، تعداد روزها یا ساعات گرم مزاحم و ساعات سرد مزاحم تقریباً همسان می‌باشد. ولی چون میزان نامطلوبیت سرد و دوری از شرایط عدم آسایش از شرایط نامطلوبی گرم کمتر می‌باشد و هزینه گرمایش کمتر از هزینه سرمایش است، توصیه می‌شود دوره تحصیل در ماه‌های خنک تا سرد پاییز و زمستان متمرکز شود. براساس نتایج حاصل از شاخص مشاور اقلیم شرایط زیست–اقلیمی در ۱۵ تا ۲۰ روز مهرماه و از اواسط اردیبهشت‌ماه شرایط گرمایی خارج از آستانه تحمل دانش‌آموزان قراردارد و ممکن است سلامت دانش‌آموزان به خطر بیفتد، بهتر است این دوره از تقویم تحصیلی حذف شود. ولی در سایر ماه‌های دوره تحصیل می‌توان با رعایت استراتژی‌های مناسب در طراحی و احداث مدارس، نامطلوبی های اقلیمی این دوره را برطرف کرد.

کلمات کلیدی: مشاور اقلیم، دوره تحصیل مطلوب، اهواز، دانش آموز، مدرسه.

---

[۱] . نویسنده مسئول

مقدمه

انسان برای زیست و فعالیت روزانه نیازمند شرایطی است که باید در یک بستر جغرافیایی فراهم شده باشد. بنابراین سکونتگاه های اولیه بشر در محیط ها و بسترهای جغرافیایی خوش آب و هوا، با خاک های حاصلخیز و پرآب شکل گرفت. نگاهی به پراکنش سکونتگاه های کهن و باستانی و آثار بجا مانده از این تمدن‌ها در قالب آثار مصنوع بشر اولیه و مطالعات زمین‌شناسی و اقلیم دیرینه موید این مساله است. آسایش اقلیمی برای یک انسان یکی از شرایط بسیار ضروری برای زیست و فعالیت است. این آسایش اقلیمی نه تنها یکی از شرایط زیست سالم و ایمن می‌باشد بلکه در کیفیت فعالیت و بازدهی کار او نیز بسیار موثر است. در یک شرایط اقلیمی مطلوب زیست سالم و توام با آرامش روانی حاصل می‌شود و آرامش روانی مهمترین شرط برای نیل به یک آموزش و یادگیری ماندگار و پویا می‌باشد. چون در هیچ اقلیمی، تمام فصول و ایام شبانه‌روز در محدوده آسایش زیستی انسان قرار ندارد. بشر از گذشته‌های دور با پناه بردن به غارها و سازه هایی که مسکن اولیه نامیده می‌شد و به‌تدریج تکامل پیدا کرد، تلاش کرده است این شرایط مطلوب زیستی را در فضاهای مصنوع بشری فراهم نماید. بنابراین سازه‌هایی که در درون آن آموزش صورت می‌گیرد، برای فراهم نمودن فضایی مطلوب برای آموزش و یادگیری، بسیار مهم‌تر و حساس‌تر از محیط کار و حتی مکان سکونت اوست. از زیر مجموعه‌های آسایش محیطی، آسایش حرارتی بر پایهٔ 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. در واقع تنها یک خصوصیت اقلیمی، بیان کننده‌ی میزان آسایش حرارتی از محیط نیست، مانند بدن که برای درک دمای محیط، گیرنده‌ای جدا ندارد و همه ی متغیرهای اقلیمی با یکدیگر تلقی آدمی از شرایط محیطی را می‌سازند. از این رو به منظور سنجش آسایش حرارتی، تعیین شاخصه های حرارتی ضروری است.

پیشینه تحقیق

طبق بسیاری از مطالعات، مدارس نقش تعیین کننده‌تری در مصرف انرژی کشور در بین واحدهای ساختمانی دارند (ستوده مرام[1]، ۱۹۹۹؛ ۱). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که فرصت کنترل یک محیط داخلی بر ادراک حرارتی ساکنان تأثیر می‌گذارد و آن‌ها را از نظر آسایش حرارتی پذیرای محیط آموزشی می‌کند (هامفریس و همکاران[2]، ۱۹۷۷، ۲۳۱). دانش آموزان بیشترین اوقات خود را در کلاس‌های درس می‌گذرانند و کلاس‌های درس با توجه به ازدحام نسبی در مقایسه با سایر فضاهای آموزشی دارای اهمیت دو چندان می‌باشند. با توجه به این نکته نیاز به تهویه مناسب امری ضروری تلقی خواهد شد. همچنین وجود دانش آموزان به عنوان منابع انرژی نهفته حرارتی نیازمند توجه ویژه در فصل گرما می‌باشد و از سوی دیگر همین منبع حرارتی می‌تواند در فصل سرما نقش موثری در ایجاد شرایط آسایش ایفا کند (تئودوسیو و اردومپوزانیس[3]، ۲۰۰۸؛ ۲۲۰۷). کلاس‌های درس اساسی‌ترین و مهمترین واحدهای ساختمان‌های آموزشی در خصوص مصرف انرژی و آسایش حرارتی می‌باشند (پرز و کاپلوتو[4]، ۲۰۰۹؛ ۳۴۰). دانش‌آموزان بیش از ۳۰ درصد جمعیت ایران

---

1 - Sotode Maram
2- Humphreys
3- Theodosiou and Ordoumpozani
4- Perez and Capeluto

را تشکیل می‌دهند و به نظر می‌رسد تامین آسایش آنها عامل مهمی در رسیدن به اهداف آموزشی باشد. راه حل‌های 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 (امیدوار و همکاران[1]، ۲۰۱۱؛۱۰۱). 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. بررسی های میدانی نشان می‌دهد که مدارس به انرژی بیشتری نیاز دارند (دیوید وهمکاران[2]، ۲۰۱۱؛۱٤۸۹). با توجه به ارزیابی آسایش حرارتی و آستانه گرمای بیش از حد، استانداردی برای ارزیابی خطرات حرارتی ساختمان در مناطق مختلف آب و هوایی استفاده می‌شود. به عنوان مثال(موروگیانی وهمکاران[3]، ۲۰۱۷؛ گائتانی وهمکاران[4]، ۲۰۱۷؛ بیرچمور وهمکاران[5]، ۲۰۱۷ وهوانگ و همکاران[6]، ۲۰۱۵) برای ارزیابی خطرات حرارتی منازل مسکونی استفاده کردند. 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 (میشرا وهمکاران[7]، ۲۰۱۷؛ آلاب و همکاران[8]،۲۰۱۷؛). عدم وجود استاندارد یا سند مرجع مرتبط با طراحی کلاس‌های درس مناسب به وضعیت فعلی کمک می‌کند(سینگ وهمکاران[9]، ۲۰۱۸). فضای کلاس درس زمینه‌ای اساسی از تعامل است که در آن می‌توان کلیه فعالیت های مبادله‌ای و تعیین کننده بین فرد و محیط اجتماعی را توسعه داد(گکلومپو وآلمانوس[10]،۲۰۲۲). تأثیر پارامترهای طراحی ساختمان‌های معماری بر آسایش حرارتی و مصرف انرژی در ساختمان‌های آموزش عالی را مورد بررسی قرار دادند و نوع سقف و تنظیم دمای خنک کنندگی تأثیر قابل‌توجهی بر آسایش حرارتی و مصرف انرژی دارد (الغامدی وهمکاران[11]، ۲۰۲۲). تأثیر عوامل محیطی و استفاده از روش‌های تطبیقی را بر آسایش حرارتی ساکنان در ساختمان‌های آموزشی با تهویه طبیعی در آب و هوای گرم و خشک مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند و به نقش پنجره در تهویه مطلوب و ایجاد آسایش حرارتی اشاره نمودند (گانگراد و شارما[12]،۲۰۲۲؛ ۱۲۲). 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. توجه به بحث آسایش حرارتی می‌تواند تاثیر شگرفی در بالا بردن کیفیت یادگیری دانش پژوهان داشته باشد (عصاری

---

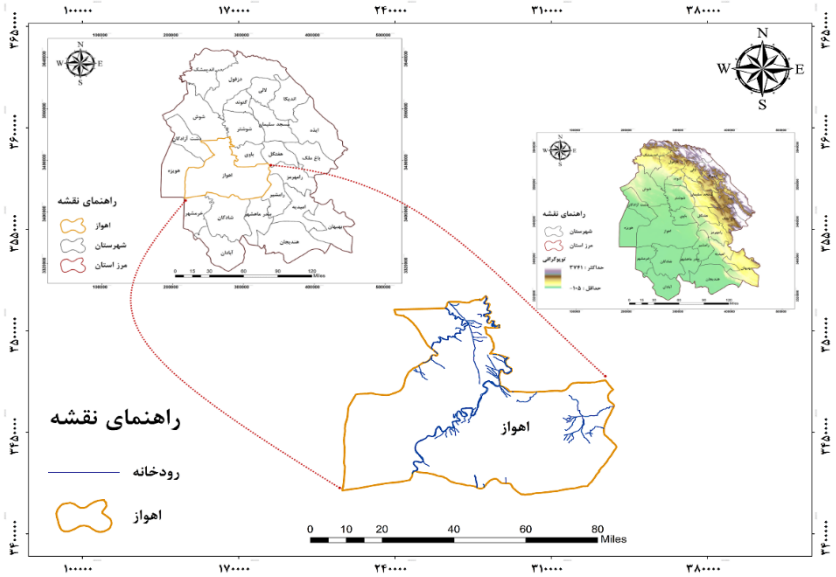
1 -Omidvar et al
2 -David et al
3 - Mavrogianni et al
4 - Gaetani et al
5- Birchmore et al
6 - Huang et al
7 - Mishra et al
8 - Allab et al
9 - Singh et al
10 - Gkloumpou and Germanos
11 - Alghamdi et al
12 - Gangrade and Sharma

و همکاران، ۱۳۹۳). قنبران و حسین پور (۱۳۹۵) به بررسی عوامل مؤثر در بهره وری انرژی در فضاهای آموزشی در اقلیم شهر تهران پرداختند و براساس نتایج بدست آمده ادعا کردند که در صورت طراحی مناسب فضاهای آموزشی می‌توان ضمن تامین شرایط آسایش حرارتی و بصری، در مصرف انرژی فضاهای آموزشی تا ۵۵٪ صرفه جویی نمود. زمردیان و پوردیهیمی (۱۳۹٦) به ارزیابی عملکرد حرارتی و بصری پنجره در کلاس‌های درس در اقلیم شهر تهران پرداختند و با توجه به نتایج پنجره‌های با عملکرد بالا، که ضریب انتقال حرارت پایین و شیشه‌هایی با ضریب دریافت تابش پایین و میزان عبور نور بالا دارند. دوست‌زاده (۱٤۰۰) به بررسی شرایط مناسب فضاهای آموزشی و فرهنگی همساز با اقلیم (مطالعه موردی: شهر بجنورد) پرداخت و نتایج نشان داد که فضاهای آموزشی و فرهنگی شهر بجنورد همساز با اقلیم نبوده است. کریم زاده 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 موثر می‌توان نیازهای حرارتی و آسایش اقلیمی شهر سقز را در طول سال به صورت ساعت به ساعت تعیین نمود. نتاج انصار و همکاران (۱٤۰۱) به بررسی تدوین استراتژی‌های طراحی اقلیمی برای ساختمان‌های آموزشی در شرایط اقلیمی شهر دزفول پرداختند و نتایج نشان داد که نرم‌افزار مشاور اقلیم برای کشف ایده‌های طراحی اقلیمی در ساختمان‌های آموزشی از کارآیی بالایی برای طراحی فضاهای آموزشی دارد. لذا استفاده از این نرم افزار برای طراحی فضاهای آموزشی سایر شهرهای استان نیز استفاده شود. در مورد آسایش اقلیمی و اقلیم و معماری شهر اهواز مطالعات پراکنده ای انجام شده است. ولی توجه به میزان انطباق مراکز آموزشی با شرایط اقلیمی و رویکرد جدیدی که در این مطالعه مدنظر می‌باشد تحقیق جدید و نوآورانه می‌باشد.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

شهر اهواز از نظر موقعیت جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ٤۸ درجه و ٤۰ دقیقه شرقی و از لحاظ پستی و بلندی و توپوگرافی در بخش جلگه‌ای استان خوزستان و با ارتفاع متوسط ۱۸ متر از سطح دریا واقع شده است. مساحت شهر اهواز درمحدوده‌ی قانونی شهر (بعدازجدا شدن کوت عبدالله) در حدود۱۹٦۹۰ هکتار و جمعیت براساس آمار رسمی سرشماری سال ۱۳۹۵ در این محدوده، معادل ۱۱۳٦۸۹۱ نفر است (طرح توسعه و عمران (جامع) شهر اهواز،۱۳۹۷؛ ۱).



شکل ۱: موقعیت قرارگیری شهر اهواز در استان خوزستان و شهرستان اهواز

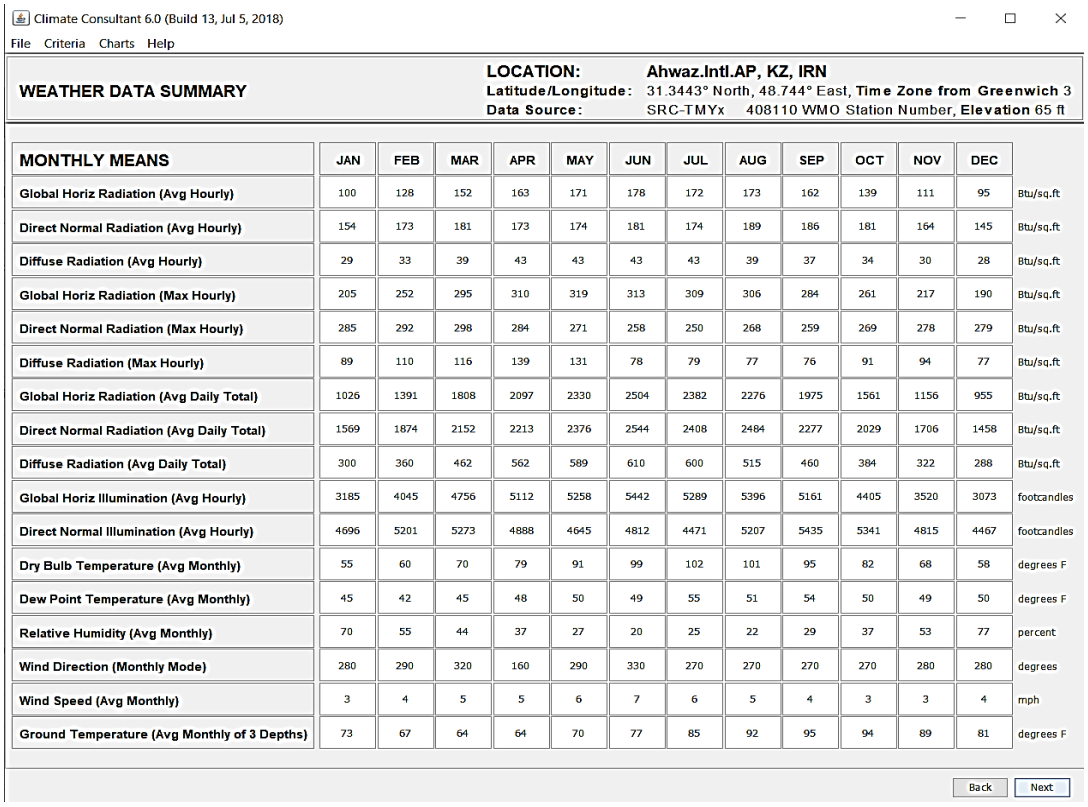
ماخذ: نگارندگان

داده و روش کار

در این پژوهش، روش تحقیق ترکیبی از توصیفی-تحلیلی است. با برداشت‌های میدانی و انتخاب نمونه‌های تصادفی از مدارس شهر اهواز، جهت‌گیری ساختمان مدارس با استفاده از جهت‌یاب و عکس‌برداری تعیین گردید و مناسب‌ترین الگو برای طراحی ساختمان‌های آموزشی با استفاده از نرم افزار مشاوره اقلیم[1]استخراج گردید.

در این بخش از داده‌های EPW[2] که توسط دپارتمان انرژی ایالات متحده آمریکا تهیه شده است و به آدرس (https:://climate. o nebuilding. org/news/default. html) داده‌های ایستگاه اهواز دانلود شده است و توسط ابزار مشاوره آب و هوایی در طراحی و معماری شرایط مربوط به آسایش در هر ماه استخراج گردید. فایل EPW شامل داده‌های ساعتی برای تمام ۸۷۶۰ ساعت در سال، براساس ثبت داده‌های واقعی از سایت است (میلن و همکاران[3]، ۲۰۰۷). تمامی محاسبات بر حسب واحدهای متریک انجام شده است و برای هر مدل انتخاب شده یک معیار تعریف شده است. در این تحقیق از استاندارد اشری[4]برای تعریف آسایش حرارتی استفاده شده است. تحلیل‌های جاری مقادیر پیش‌فرض موجود برای هر مدل آسایش حرارتی انسان را در نرم افزار مشاوره اقلیم ارائه می‌دهد. پس از ورود داده‌ها به نرم افزار مشاوره اقلیم خلاصه پارامترهای مربوط به ایستگاه اهواز نمایش داده می‌شود شکل ۲ نمایش داده‌های ورودی به نرم افزار مشاور اقلیم می‌باشد.

1 - Climate Consultant
2 - Energy Plus Weather (EPW)
3 - Milne et al
4 - ASHRAE 55



Climate Consultant 6.0 (Build 13, Jul 5, 2018)

File Criteria Charts Help

WEATHER DATA SUMMARY

LOCATION: Ahwaz.Intl.AP, KZ, IRN
Latitude/Longitude: 31.3443° North, 48.744° East, **Time Zone from Greenwich** 3
Data Source: SRC-TMYx 408110 WMO Station Number, **Elevation** 65 ft

MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	100	128	152	163	171	178	172	173	162	139	111	95	Btu/sq.ft
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	154	173	181	173	174	181	174	189	186	181	164	145	Btu/sq.ft
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	29	33	39	43	43	43	43	39	37	34	30	28	Btu/sq.ft
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	205	252	295	310	319	313	309	306	284	261	217	190	Btu/sq.ft
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	285	292	298	284	271	258	250	268	259	269	278	279	Btu/sq.ft
Diffuse Radiation (Max Hourly)	89	110	116	139	131	78	79	77	76	91	94	77	Btu/sq.ft
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	1026	1391	1808	2097	2330	2504	2382	2276	1975	1561	1156	955	Btu/sq.ft
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	1569	1874	2152	2213	2376	2544	2408	2484	2277	2029	1706	1458	Btu/sq.ft
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	300	360	462	562	589	610	600	515	460	384	322	288	Btu/sq.ft
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	3185	4045	4756	5112	5258	5442	5289	5396	5161	4405	3520	3073	footcandles
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	4696	5201	5273	4888	4645	4812	4471	5207	5435	5341	4815	4467	footcandles
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	55	60	70	79	91	99	102	101	95	82	68	58	degrees F
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	45	42	45	48	50	49	55	51	54	50	49	50	degrees F
Relative Humidity (Avg Monthly)	70	55	44	37	27	20	25	22	29	37	53	77	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	280	290	320	160	290	330	270	270	270	270	280	280	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	3	4	5	5	6	7	6	5	4	3	3	4	mph
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	73	67	64	64	70	77	85	92	95	94	89	81	degrees F

Back Next

شکل ۲: نمایش داده‌های ورودی به نرم افزار مشاور اقلیم

ماخذ: نگارندگان

نتایج

تحلیل شرایط آسایش حرارتی شهر اهواز

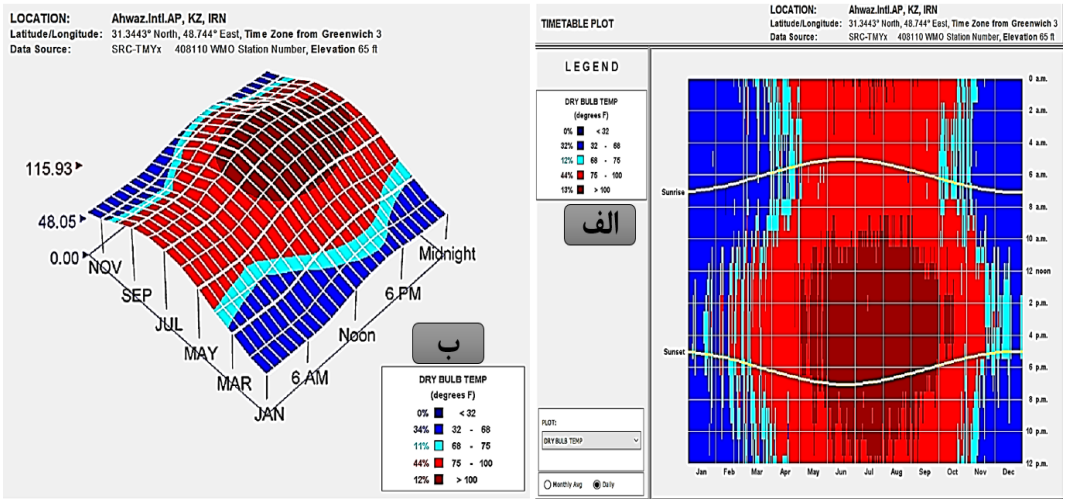
نتایج این تحقیق بر اساس خروجی‌های نرم افزار مشاور اقلیم در چند بخش به تفصیل ارائه شده است.

آسایش حرارتی

در این بخش شرایط زیست اقلیمی شهر اهواز بر اساس دمای خشک یا همان دمای معمولی جو مورد ارزیابی قرار گرفته است. شکل ۳ نتایج این ارزیابی را بصورت روزانه و ماهانه نشان می‌دهد. در این نمودار ستون عمودی سمت راست ساعات شبانه روز و ردیف افقی پایین ماه‌های سال را نشان می‌دهد. بر اساس معیار تقسیم بندی دمایی این نرم افزار سهم هر طبقه دمایی از کل ساعات سال نیز مشخص شده است. هم طور که شکل (۳ الف) نشان می‌دهد در مجموع در ماه‌های می (اردیبهشت) تا سپتامبر (شهریور)، شرایط عدم آسایش بسیار نامطلوب از ساعت ۱۰ صبح شروع شده و تا ساعت ۲۲ ادامه دارد. این شرایط براساس تقسیم‌بندی نرم افزار مشاور اقلیم دماهای بیش از ۱۰۰ درجه فارنهایت یا (۳۸ درجه سانتی‌گراد) را شامل می‌شود. این شرایط ۱۳ درصد ساعات شبانه روز را در ماه‌های می (اردیبهشت) تا سپتامبر (شهریور) به خود اختصاص داده است. با توجه به تقویم آموزشی مدارس این شرایط دمایی حدود یک ماه از دوره تحصیل دانش آموزان مقاطع پایین و حدود یک ماه و نیم از دوره تحصیل مقاطع بالاتر را در بر می‌گیرد. این دما با توجه به شرایط

فیزیولوژیکی دانش آموزان، بخصوص مقاطع تحصیلی پایین‌تر می‌تواند خطر آفرین باشد. با توجه به این که این دمای شدید از ساعات ۱۰ صبح به بعد تشدید شده است، توصیه می‌شود امتحانات این مقطع قبل از این ساعت برگزار گردد. دمای ۲۳ درجه سانتی گراد یا ۷۵ درجه فارنهایت دمای آسایش حرارتی برای انسان در نظر گرفته می‌شود. این شرایط دمایی برای یک انسان در حالت استراحت یا فعالیت بدنی سبک، دمای مطلوبی می‌باشد. در صورتی که فرد در حال انجام فعالیت بدنی سنگین باشد این دما برای آن فرد نیز دمای نامطلوب خواهد بود. همان طور که نمودار نشان می‌دهد در تمام ساعات شبانه روز ماه های آوریل (فروردین) تا اکتبر (مهر) و در ماه‌های مارس (اسفند) و نوامبر (آبان) از ساعات ۱۰ تا ۲۲ دمای شهر اهواز بالاتر از این دما قرار می‌گیرد. به این ترتیب در ٤٤ درصد از ساعات سال دمای هوا بالاتر از شرایط زیست انسانی قرار دارد. به این ترتیب در دو ماه تحصیلی اردیبهشت و خرداد در تمام ایام فعالیت مدارس چه در نوبت صبح و چه در نوبت بعد از ظهر (در مدارس دو نوبته) دانش آموزان در فضای باز در شرایط عدم آسایش قرار دارند. در دو ماه مارس و اکتبر (ماه های اسفند و مهر) این شرایط عدم آسایش از ساعات ۹ تا ده صبح شروع شده و تا ساعات ۹ تا ۱۰ شب ادامه دارد. لذا به دلیل فعالیت بدنی و دمای اضافی تولیدی بر اثر فعالت فیزیکی دانش آموزان بهتر است از بدو ورود در فضاهای مسقف قرار گرفته و حداقل از تابش مستقیم خورشید در امان باشند. همچنان که با طراحی مناسب پنجره ها از تابش مستقیم آفتاب به درون کلاس ها ممانعت کرد. تنها ۱۲ درصد از ساعات سال دمای هوا بین ۲۰ تا ٢٤ درجه سانتی‌گراد (٦٨ تا ٧٦ درجه فارنهایت) قرار دارد. به عبارت دیگر شرایط زیست اقلیمی مطلوب فعالیت دانش آموزان است. این شرایط بصورت پراکنده در ساعاتی از روز در ماه های نوامبر، دسامبر و فوریه (ماه های آبان، آذر و بهمن) قرار دارد، که این ساعات آسایش عموماً خارج از زمان های حضور دانش آموزان در مدرسه است. در باقیمانده ایام سال دمای هوای زیر محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد. در این ایام دمای هوا بین ۳۲ تا ٦٨ درجه فارنهایت قرار می‌گیرد که به زیر محدوده آسایش انسانی وارد می‌شود. ماه ژانویه (دی) تقریبا در تمام ایام شبانه روز و ماه های فوریه (بهمن) و دسامبر (آذر) بجز ساعات محدودی از اواسط روز در این شرایط قرار می‌گیرند یا به عبارت دیگر، هوا برای دانش آموزان سرد تا بسیار خنک می باشد. در یک جمع بندی کلی می‌توان گفت بجز ساعات محدودی از ایام فعالیت آموزشی که هوا برای دانش آموزان در محدوده مطلوب قرار می‌گیرد در سایر ایام حضور دانش آموزان در مدرسه شرایط اقلیمی یا بالاتر از محدوده آسایش انسانی یا پایین تر از آن قرار دارد. ولی با توجه به این که تقویم آموزشی مدارس از اوایل مهر آغاز شده و تا اوایل یا اواسط خرداد (با توجه به مقطع تحصیلی) ادامه دارد، مشکل سرما یا دمای پایین آسایش، به همان اندازه ی مشکل گرما، دانش آموزان را درگیر می‌نماید. در صورتی که برای عموم مردم مشکل عدم آسایش گرمایی بیش از ۸ ماه از سال مردم را درگیر خود می‌نماید. به همین دلیل در طراحی مدارس باید به الگوهای معماری غیر از الگوی معماری مساکن توجه گردد. بنابراین در طراحی الگوی معماری مدارس به همان اندازه که به استفاده از تابش خورشیدی برای ایجاد آسایش گرمایی داخل کلاس ها توجه می شود، می بایست به همان اندازه به استفاده از عایق حرارتی برای ممانعت از ورود گرمای اضافی فضاهای بیرونی به داخل کلاس ها توجه گردد. شکل (۳ ب) نیز نشان‌دهنده این است که تابش کلی دریافتی در بازه ماه‌های فروردین تا آگوست (مرداد) به حداکثر مقدار خود می‌رسد. بنابراین در طراحی ساختمان‌ها، نیاز است که به این نکات توجه شود و تدابیر پیشگیرانه‌ای برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی مناسب در داخل ساختمان

آموزشی اتخاذ شود. به عنوان مثال، استفاده از سیستم‌های خنک کننده، سایه‌بانی، عایق‌بندی مناسب و طراحی مناسب فضاهای داخلی ساختمان می‌تواند بهبود شرایط آسایش حرارتی را به دنبال داشته باشد.

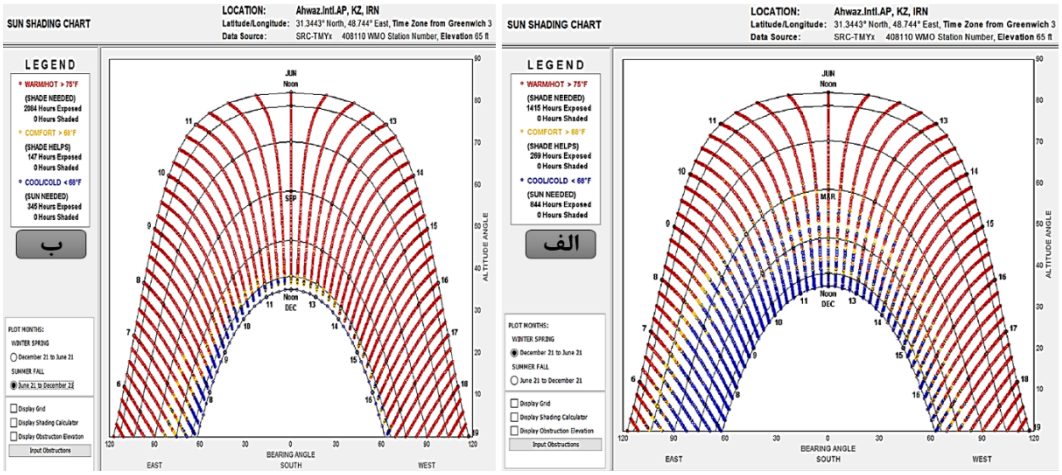


شکل ۳: الف) بررسی زمانی شرایط آسایش حرارتی قبل و بعد از طلوع آفتاب درشهر اهواز (روزانه) ب) بررسی زمانی شرایط آسایش حرارتی قبل و بعد از طلوع آفتاب در شهر اهواز (ماهانه)

ماخذ: خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم

در شکل‌های (٤ الف) و (٤ ب)، نیاز به سایه و آفتاب را در دو فصل تابستان و زمستان در شهر اهواز نشان می‌دهد. استفاده از آفتاب برای گرم کردن فضاهای داخلی کلاس های آموزشی و یا ممانعت از ورود آفتاب به داخل کلاس ها برای تقلیل شدت گرمای داخل کلاس ها از تمهیدات اقلیمی می‌باشد که برای سازگاری با اقلیم در مناطق اقلیمی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. رعایت الگوی مناسب و همساز با اقلیم در طراحی ساختمان ها و جهت‌گیری پنجره ها و بازشوها کمک شایانی به استفاده از توانمندی های اقلیمی برای ایجاد شرایط آسایش زیستی خواهد نمود. در این بخش دمای بالای ۷۵ درجه فارنهایت مرز خروج از آسایش حرارتی و گرما، محدوده دمایی ۷۵ تا ٦٨ درجه فارنهایت محدوده آسایش و زیر ٦٨ درجه فارنهایت مرز ورود به سرما انتخاب شده است. براین اساس درمحدوده زمانی دسامبرتا ژوئن (آذر تا خرداد) که سه ماه فصل زمستان و سه ماه فصل بهار را در بر می‌گیرد، ساختمان به مدت ١٤١٥ ساعت در معرض تابش آفتاب قرار دارد. لازم است برای این ساعات با سایه اندازی به روش های مختلف از تشدید گرمای درونی کلاس ها جلوگیری کرد. در مقابل در دوره های سرد این بازه زمانی دیواره ها و فضاهای درونی به مدت ٨٤٤ ساعت می‌تواند در معرض تابش آفتاب قرار بگیرد که با انتقال این مقدار تابش به فضاهای درونی بخش زیادی از کمبود دمای درونی را جبران کرد. در بازه زمانی ژوئن تا دسامبر (خرداد تا آذر) که سه ماه فصل تابستان و سه ماه فصل پاییز را در برمی‌گیرد ساختمان ها بمدت ٢٠٨٤ ساعت در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار دارد که با دوره گرم تابستان و اوایل پاییز منطبق است. در نتیجه برای رسیدن به آسایش دمایی و ممانعت از تشدید گرمای درونی با سایه اندازی بر روی دیوارها از طریق همجواری ساختمان های مجاور و به حداقل رساندن دیوارهای در معرض تابش، می توان این انتقال گرما را به حداقل رساند. درصورتیکه در این بازه زمانی فقط ٣٤٥ ساعت به دریافت تابش آفتاب برای گرم کردن فضاهای داخلی نیاز

می‌باشد. حال اگر نیاز به سایه و آفتاب مدارس شهر اهواز را در بازه زمانی اکتبر (مهر) تا ژوئن (خرداد) که دوره فعالیت آموزشی در مدارس می‌باشد، در نظر بگیریم، در مجموع امکان ورود و تابش ۱۱۸۹ ساعت تابش آفتاب بر روی دیوارها و فضاهای داخلی وجود دارد. که با یک طراحی مناسب در جهت‌گیری می‌توان از این انرژی پاک برای گرم کردن کلاس ها استفاده کرد. در عین حال در همین بازه زمانی حدود ۲۱۰۰ ساعت تابش مازاد وجود دارد که سبب تشدید گرمای داخل کلاس ها خواهد شد که لازم است با سایه اندازی مناسب مانع از ورود آن بر روی دیوارها و فضاهای داخلی شد.

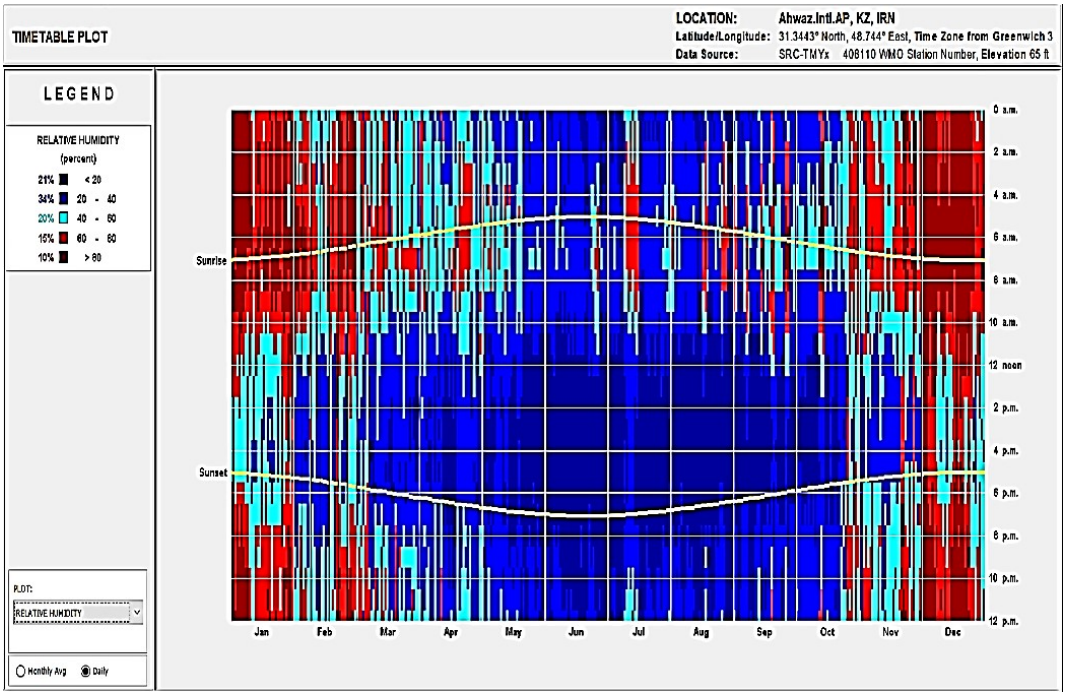


شکل ٤: الف) نیاز به سایه اندازی در فصل زمستان در اهواز ب) نیاز به سایه اندازی در فصل تابستان در اهواز

ماخذ: خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم

رطوبت یکی از عناصر مهم جوی در تامین و عدم تامین آسایش زیستی برای انسان ها می‌باشد. این عنصر جوی در ترکیب با سایر عناصر جوی و بخصوص دما احساس آسایش یا دما احساسی انسان را رقم می‌زند. در دماهای زیر محدوده آسایش، رطوبت هوا یکی از مهمترین عناصر تعدیل کننده شدت سرما و آسایش زیستی است. به عبارت دیگر سبب تلطیف هوا برای ساکنین می‌باشد. در حالیکه در دماهای بالا و بالاتر از آستانه آسایش انسانی شرایط را برای ساکنین خفقان آور می‌نماید. رطوبت بالا با اختلال در تبخیر و تعرق و تهویه طبیعی از روی پوست شرایط آسایشی محیط را برای ساکنین غیر قابل تحمل می‌نماید. شهر اهواز به دلیل نزدیکی به منابع آبی در دریاهای جنوبی و هورها و باتلاق‌های موجود در حواشی شهر از یک طرف و پایداری شدید هوا در دوره گرم سال به دلیل همجواری با سامانه پرفشار جنب حاره‌ای عربستان در روزهایی از سال با رطوبت بالا و دمای بسیار بالا همراه می‌باشد که شرایط را برای ساکنین خفقان آور و غیر قابل تحمل می‌نماید. در این ایام سلامت ساکنین و بخصوص کودکان و افراد کم سن بشدت در معرض خطر قرار دارد. شکل (۵) تغییرات زمانی رطوبت را در طول سال و در ایام شبانه روز نشان می‌دهد. همان طور که دیده می‌شود در ۲۱ درصد از ایام سال رطوبت نسبی هوا زیر ۲۰ درصد می‌باشد. این شرایط عموماً در ماه های گرم سال و در اواسط روز که دما به بالاترین حد خود می‌رسد رخ داده است. این پدیده در ایام نیمروز ماه های می تا اکتبر (اردیبهشت تا مهر) و بخصوص در ماه های جولای (تیر) و آگوست (مرداد) رخ می‌دهد. در ٣٤ درصد از ایام سال رطوبت نسبی در محدوده ۲۰ تا ٤٠ درصد قرار دارد. این شرایط در بیشتر ایام باقیمانده ماه های اکتبر تا می (مهر تا اردیبهشت) و بخصوص در ایام میانه روز در ماه های نوامبر تا آوریل (آبان تا فروردین) رخ می‌دهد. بنابراین در شهر اهواز در ماه های می تا اکتبر

(اردیبهشت تا مهر) رطوبت نسبی عموماً در محدوده زیر ٤٠ درصد قرار دارد. در ساعات محدودی ازنیمه شب تا ساعات ۱۲ ظهر رطوبت نسبی ٤٠ تا ٦٠ درصد و ٦٠ تا ٨٠ درصد نیز به چشم می‌خورد. به طور خاص در اواسط ماه جولای (تیر)، گاه در محدوده ساعات صبح تا ظهر رطوبت ٦٠ تا ٨٠ درصد به چشم می‌خورد که قطعا بیانگر هوای شرجی بالایی است. در سایر ماه ها و بخصوص ماه های دسامبر و ژانویه (آذر و دی) و بصورت ضعیف تر در ماه های فوریه و مارس (بهمن و اسفند) رطوبت نسبی بالا ٨٠ درصد رخ داده است. در سایر اوقات روز در این ماه ها رطوبت در محدوده ۲۰ تا ٦٠ درصد قرار دارد و به ندرت به زیر ۲۰ درصد رسیده است. به هر حال به دلیل دمای پایین هوا این رطوبت نسبی بالا مشکلی از لحاظ آسایش انسانی فراهم نمی‌کند بلکه باعث تلطیف هوا خواهد شده و از سوز سرما کم خواهد کرد. با توجه به دوره فعالیت مدارس به نظر می‌رسد پدیده شرجی یک پدیده اتفاقی در این بازه زمانی خواهد بود و رطوبت، عامل محدود کننده جدی برای فعالیت های آموزشی نخواهد بود.



شکل ۵: تغییرات زمانی رطوبت نسبی هوا در شهر اهواز

ماخذ: خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم

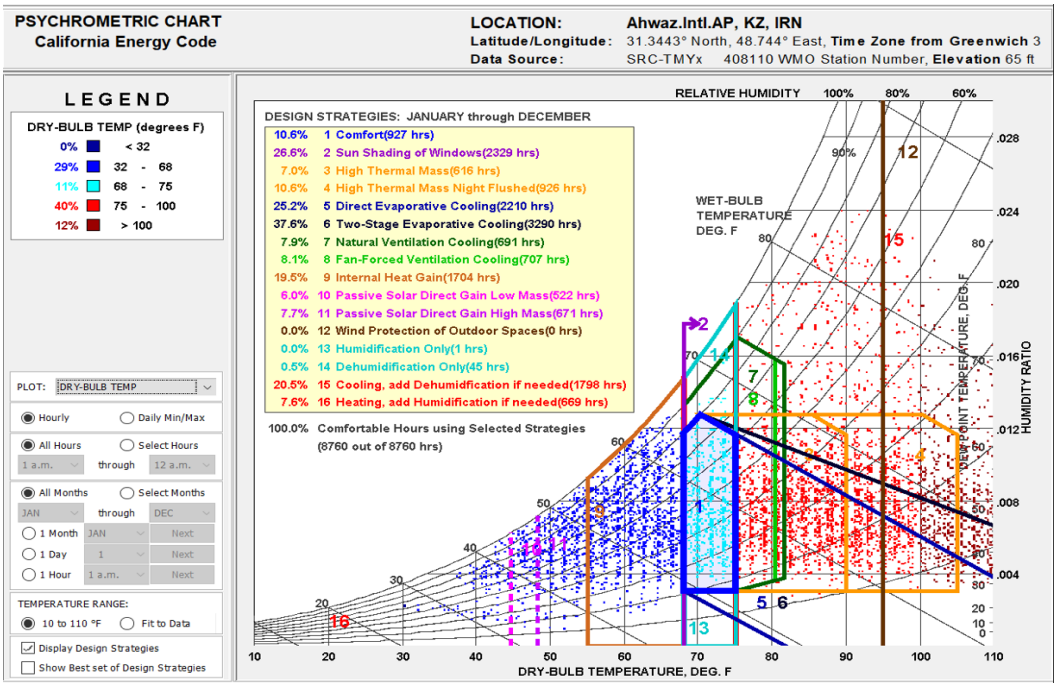
تحلیل شرایط زیست اقلیمی معماری شهر اهواز بر اساس شاخص سایکرومتریک

شکل ٦، نمودار سایکرومتریک به نوعی مهمترین خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم است. با توجه به این نمودار می‌توان تعیین کرد که شرایط آسایش در چه فصلی از سال به طور طبیعی در شهر اهواز تامین می‌شود ودر کدام فصل یا بازه زمانی رسیدن به شرایط آسایش با استفاده از سیستم های مکانیکی سرمایشی و گرمایشی حاصل خواهد شد. همان طور که بر روی این نمودار نشان داده شده است، در شهر اهواز فقط در ۱۷,۳ درصد از ایام سال شرایط جوی برای ساکنین درحالت مطلوب یا راحت قرار دارد. این شرایط در ۱۵۱۵ ساعات از سال را به خود اختصاص می‌دهد.

منطقه ۲ ناظر به شرایطی است که شرایط آسایشی را با کمک گرفتن از سایبان های مناسب و ممانعت از ورود تابش مستقیم فراهم نمود. با این اقدام در ۲۳,٤ درصد از ایام سال یا ۲۰٥٤ ساعت از ایام سال را در برمی‌گیرد. شرایط ۳ یا استفاده از ذخیره گرما در دیوارها و ممانعت از ورود این گرما از طریق دیوارها ٦,۷ درصد از ایام سال یا معادل ٥۸۹ ساعت از ایام سال و شرایط ٤ یا تابش شبانه گرمای داخل اتاق ها از طریق تهویه و باز کردن پنجره ها و بازشوها ۹,٦ درصد از ایام سال یا ۸۳۹ ساعت از طول سال را در بر می‌گیرد. استفاده از دیوارهای سنگین برای ذخیره گرمای تابشی آفتاب در دیوارها سهم زیادی در کاهش گرمای ورودی در ساختمان های شهر اهواز ندارد. شرایط ٥ و ٦ که بیان کننده خنک کردن هوا با استفاده از تبخیر آب چه بصورت تبخیر مستقیم و چه بصورت تبخیر دو مرحله ای در مجموع ٥۹,٦ درصد از ایام سال را در بر می‌گیرد. به عبارت دیگر حدود ٦۰ درصد ایام شبانه روز در شهر اهواز هوا باید به شکلی خنک شود تا شرایط زیستی برای ساکنین فراهم شود. در حدود ۲٥ درصد از ایام سال که عموما ماه های گرم سال را در بر می‌گیرد، این خنک کردن می‌تواند از طریق تبخیر مستقیم آب انجام گیرد ولی در ۳٤ درصد موارد خنک کردن باید دو مرحله‌ای انجام شود که در این ایام بهتر است از وسایل سرمایشی مانند کولرهای گازی استفاده شود. بنابراین گرما بخصوص در ایام روز یک مساله اساسی در معماری و زیست ساکنین در شهر اهواز می‌باشد. با توجه به این که مدارس عموما در طول روز در حال فعالیت هستند مساله سرمایش کلاس‌ها یک مساله مهم برای سلامت دانش آموزان و بخصوص فرایند آموزش و یادگیری می‌باشد.

شرایط ۷ یا خنک کردن فضاها با استفاده از توانمندی‌های اقلیمی منطقه در ٤,۹ درصد از موارد سال امکان پذیر است. بنابراین عوامل اقلیمی همانند باد کمک زیادی به خنک کردن فضاهای داخلی نمی‌کند. شرایط ۸ یا استفاده از فن‌ها و هواکش‌ها برای تهویه منازل یا فضاهای بسته فقط در ۲,۸ درصد از ایام امکان پذیر است. در نتیجه این روش نیز کمک زیادی به تهویه و خنک کردن محیط اتاق‌ها نمی‌نماید. شرایط ۹ همان طور که قبلا نیز بیان شد در این شرایط دمای تولیدی از طریق پخت و پز و تشعشات بدنی ساکنین می‌تواند فضای نسبتا سرد یا خنک اتاق ها را برای زیست و فعالیت در داخل اتاق ها متعادل نماید. در ماه‌های اولیه فصول سرد فعالیت‌های روزمره در داخل اتاق‌ها بدون نیاز به وسایل گرمایشی هوای داخل اتاق‌ها را متعادل نماید. در مدارس که عموما تعداد زیادی دانش آموز در داخل یک کلاس به فعالیت مشغول هستند بطور طبیعی گرمایش لازم برای گرم کردن کلاس‌ها فراهم می‌کنند و نیازی با روشن کردن بخاری نمی‌باشد. این شرایط در ۲۱ درصد از ایام سال که عموما با دوره فعالیت مدارس هماهنگ است تامین می‌شود. منطقه ۱۰ ناظر به شرایطی است که با انتقال تابش مستقیم آفتاب در قالب امواج با طول موج کوتاه بدرون اتاق‌ها از طریق پنجره‌ها میتوان شرایط آسایشی را فراهم نمود. این شرایط در شهر اهواز ٦,۸ درصد از روزها یا ٥۹٥ ساعت از ایام سال را در برمی‌گیرد. منطقه ۱۱ ناظر به شرایطی از سال می‌باشد که با ذخیره گرمای تابشی در دیوارها در طول روز و انتقال آن در طول شب در قالب امواج با طول موج بلند شرایط دمایی شب را در درون اتاق‌ها به شرایط آسایشی رساند. این اقدام در حدود ۸ درصد یا ۷۰٤ ساعت از ساعات شبانه در فصول سرد را تامین می‌کند. منطقه ۱۲ یا اقدام برای ممانعت از ورود باد از فضاهای بیرونی طبق ارزیابی شاخص فیزیوگرافیکی سهمی در معماری شهر اهواز ندارد.

منطقه ۱۳ و ۱۴ نمودار، ناظر به شرایطی است که فقط با مرطوب کردن هوا یا فقط از طریق رطوبت زدایی می‌توان هوای درونی را به حد آسایش رساند. همان طور که بر روی نمودار نیز پیداست ساعات بسیار کمی از ساعات و روزهای ماه در این دو منطقه اقلیمی قرار دارند. تقریبا این دو منطقه بر روی نمودار سفید است که بیانگر این این است که در هیچ ماهی از سال و یا ساعات روز در شهر اهواز در این منطقه قرار نمی‌گیرند. چون هوای شهر اهواز نه آنقدر خشک است که بایستی هوا را مرطوب نمود یا آنقدر مرطوب است که رطوبت زدایی نمود. منطقه ۱۵ ناظر بر شرایطی است که ایجاد سرمایش برای رسیدن به آسایش حرارتی با استفاده از وسایل مکانیکی ضرورت پیدا می‌کند. گاه این سرمایش بایستی با رطوبت زدایی نیز همراه باشد. گاه در شهر اهواز بخصوص در دوره گرم سال بدلیل انتقال رطوبت از دریاهای جنوبی همراه با شرجی جوی همراه می‌باشد. در این صورت وسایل سرمایشی که همراه با سرمایش رطوبت زدایی نیز انجام می‌دهند ضرورت پیدا می‌کند. در ۱۵,۵ درصد از ایام تابستان یا ۱۳۵۸ ساعت از ایام تابستان چنین شرایطی حاکم شده و اقدامات سرمایشی ضرورت می‌یابد. منطقه ۱۶ که عموما دوره سرد سال بخصوص ماه‌های دسامبر (آذر) و ژانویه (دی) را در بر می‌گیرد باید از وسایل گرمایشی برای گرم کردن اتاق‌ها و مدارس استفاده کرد. گاه هوا ضمن اینکه سرد است، دارای رطوبت کمی نیز هست. در این شرایط بهتر است با گذاشتن کاسه‌های آب در کنار وسایل گرمایشی و تبخیر آب، از شدت خشکی فضاهای بسته کاسته شود. موقعیت مکانی هر یک از ماه‌های دوازده گانه را بر روی نمودار فیزیومتریک و مناطق ۱۶ گانه این نمودار نشان می‌دهد.



شکل ٦: موقعیت ساعتی و ماهانه شهر اهواز بر روی نمودار فیزیوگرافیک و سهم‌بندی استراتژی‌های طراحی ۱۶ گانه

ماخذ: خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم

راهکارهای مناسب معماری همساز با اقلیم با در نظر گرفتن خورشید، باد و نور در ساختمان‌های آموزشی اهواز

طراحی اقلیمی به روشی اطلاق می‌شود که با جایگزینی منابع انرژی فسیلی با منابع انرژی طبیعی منطقه‌ای، بهترین روش استفاده از انرژی‌های طبیعی را به منظور رفع نیازهای گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها در شرایط نامساعد جوی برآورد می‌کند (نتاج انصار و همکاران،١٤٠١؛١٣٦). با توجه به شرایط آب و هوایی شهر اهواز، طراحی ساختمان‌های آموزشی نیازمند برنامه‌ریزی جامع در این زمینه است. برای طراحی ساختمان آموزشی مناسب در شهر اهواز، پس از ارزیابی شرایط آسایشی با استفاده از پارامترهای اقلیمی مختلف با نرم‌افزار مشاوره اقلیم، راهکارها و استراتژی‌هایی جهت استفاده بهینه از انرژی‌های طبیعی در برابر شرایط نامساعد جوی در نظر گرفته می‌شوند. این راهکارها شامل موارد زیر می‌باشند:

١. استفاده از سیستم‌های خنک کننده و گرم کننده با کارایی بالا

٢. طراحی مناسب فضاهای داخلی ساختمان با توجه به شرایط آب و هوایی

٣. استفاده از سیستم‌های هوشمند جهت کاهش مصرف انرژی

٤. استفاده از سایه‌بانی مناسب، در فصل تابستان و طراحی معماری مناسب جهت بهره‌وری از تابش آفتاب در فصل زمستان

٥. استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع با کارایی بالا

٦. استفاده از پنجره‌ها و درهای با عایق‌بندی مناسب

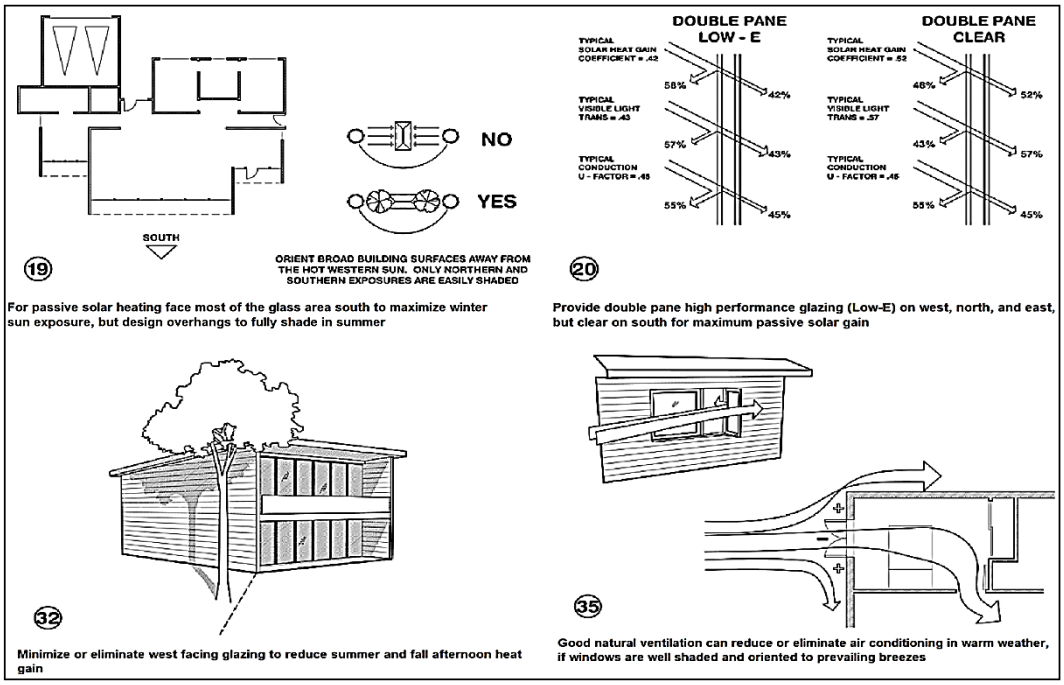
بنابراین برای طراحی ساختمان آموزشی در شهر اهواز نیاز است که به این نکات توجه شود و با استفاده از راهکارهای ذکر شده، به بهبود شرایط آسایش حرارتی و سرمایشی در داخل ساختمان‌ها کمک شود. با توجه به شکل (٧) چهار استراتژی مختلف در زمینه طراحی ساختمان های آموزشی و بهینه‌سازی مصرف انرژی به ما معرفی شده است.

استراتژی ١٩، یکی از استراتژی‌های نحوه جهت‌گیری ساختمان در هر اقلیم است. انتخاب جهت مناسب برای یک ساختمان می‌تواند بر کارایی انرژی و عملکرد کلی آن تأثیر قابل توجهی داشته باشد. همانطور که در روش ماهانی نیز بیان شد، جهت‌گیری شرقی-غربی برای شهر اهواز مناسب است و در استراتژی ١٩ نیز این مورد تأیید شده است. به عبارت دیگر جهت‌گیری شرقی-غربی برای ساختمان مناسب‌تر است نسبت به جهت‌گیری شمالی-جنوبی. در قسمت پایین استراتژی، یکی از روش‌ها برای جهت‌گیری ساختمان پیشنهاد شده است که براساس آن، سمت جنوبی ساختمان قابلیت بیشتری برای پنجره‌داری دارد و می‌توانیم سطوح نورگذری را در قسمت‌های جنوبی ساختمان تمرکز کنیم تا از دریافت بیشتر نور خورشید و استفاده از گرمایش خورشید بهره ببریم. در ادامه استراتژی ٢٠ به ما توصیه می‌کند که با توجه به جهت و موقعیت ساختمان، در قسمت‌های شرقی، غربی و شمالی از شیشه‌های با لایه کم گسیل استفاده کنیم تا اتلاف انرژی حرارتی کمتری داشته باشیم. اما در قسمت‌های جنوبی، بهتر است از شیشه‌های شفاف استفاده کنیم تا بیشترین دریافت انرژی را داشته باشیم. این راهکار می‌تواند در کاهش مصرف انرژی ساختمان تأثیر مهمی داشته باشد.

استراتژی ٣٢، به ما توصیه می‌کند که در طراحی ساختمان به گونه‌ای عمل کنیم که بتوانیم در زمستان از دریافت نور خورشید بهره ببریم و در تابستان از جلوگیری از دریافت اضافه انرژی استفاده کنیم. همچنین، طراحی فضای سبز ما باید به گونه‌ای باشد که بتوانیم از درختان خزان دار در قسمت جنوبی ساختمان استفاده کنیم که در زمستان برگ‌ریز و در تابستان جلوی دریافت اضافه انرژی را بگیرد. این راهکار می‌تواند در کاهش مصرف انرژی مربوط به سیستم‌های تهویه

مطبوع و روشنایی ساختمان تأثیر داشته باشد. در واقع استراتژی ۳۲ به ما توصیه می‌کند که طراحی ساختمان به گونه‌ای باشد که در زمستان بتوانیم از دریافت نور خورشید بهره ببریم و در تابستان از جلوگیری از دریافت اضافه انرژی استفاده کنیم. به عبارت دیگر، در طراحی ساختمان، باید به این نکته توجه شود که بتوانیم در فصول مختلف سال، بهینه‌ترین کاربرد نور خورشید را داشته باشیم.

استراتژی ۳۵، با استفاده از پنجره‌ها و سایه‌اندازها، می‌تواند جریان باد را تغییر داده و وارد ساختمان کند. این راهکار می‌تواند در بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان و کاهش مصرف انرژی ناشی از سیستم‌های تهویه مطبوع تأثیر داشته باشد.



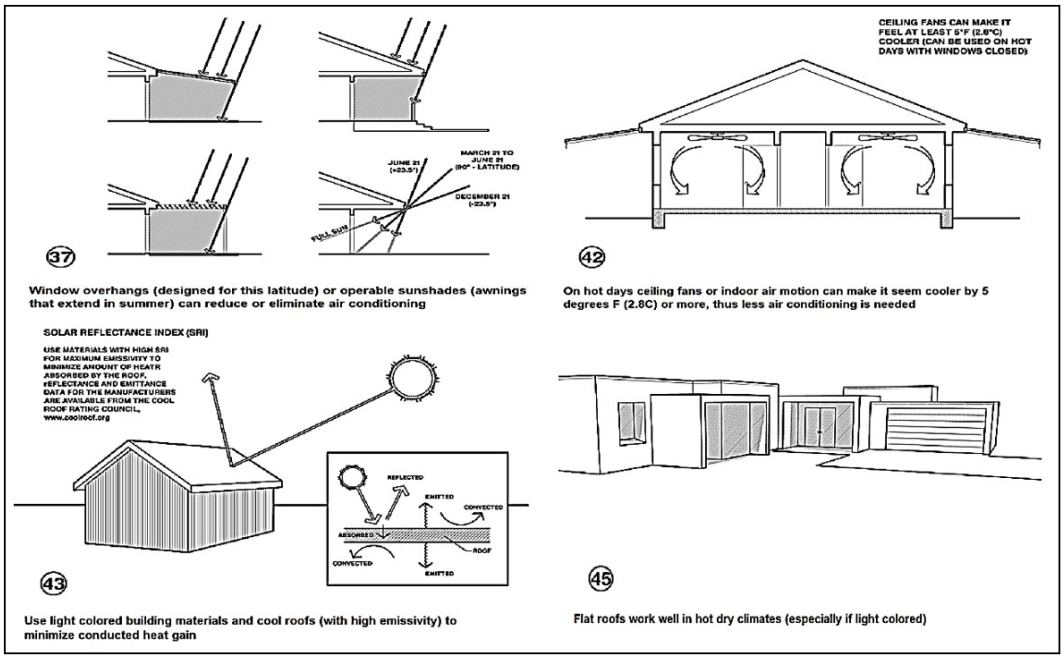
شکل ۷: استراتژی‌های ۱۹، ۲۰، ۳۲ و ۳۵ درطراحی اقلیمی ساختمان‌های آموزشی شهر اهواز

ماخذ: خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم

با توجه به شکل (۸)، استراتژی ۳۷ به ما راهکارهایی را برای سایه‌اندازی در قسمت‌های مختلف ساختمان ارائه می‌دهد. با توجه به این استراتژی، بهتر است در طراحی ساختمان، از سایه‌بانی بهینه‌ای استفاده کنیم تا بار حرارتی را کاهش دهیم. این راهکار باید به گونه‌ای باشد که در فصل زمستان، از دریافت انرژی تابشی خورشید جلوگیری نشود. استراتژی ۴۲، در این قسمت، به ما امکان فراهم کردن شرایط مناسب با استفاده از تهویه مکانیکی در ماه‌های گرم سال را می‌دهد. این راهکار می‌تواند در بهبود راحتی ساکنین و کاهش مصرف انرژی مربوط به سیستم‌های تهویه مطبوع تأثیر داشته باشد. به عبارت دیگراستراتژی ۴۲ به ما توصیه می‌کند که در ماه‌های گرم سال، با استفاده از تهویه مکانیکی، شرایط مناسب را فراهم کنیم. به عبارت دیگر، باید از سیستم‌های تهویه مطبوع استفاده کنیم تا در روزهای گرم و خشک، داخل ساختمان را خنک و خشک نگه داریم.

استراتژی ٤٣، استفاده از رنگ‌ها در سقف و یا پوشش‌ها استفاده می‌کند که دریافت انرژی حرارتی کمتری داشته باشد. این راهکار باعث می‌شود که ساختمان کمتر گرم شود و در نتیجه، مصرف انرژی مربوط به سیستم‌های گرمایش کاهش یابد. در نهایت، استراتژی ٤٣ نقش مواد و پوشش‌های ساختمان در کاهش جذب حرارت و بهبود کارایی انرژی را برجسته می‌کند. علاوه بر انتخاب مواد با هدایت حرارتی کم، طراحان می‌توانند از پوشش‌هایی با بازتابندگی بالا یا رنگ‌های روشن استفاده کنند تا جذب حرارت را کاهش داده و نیاز به تهویه هوا را کاهش دهند.

استراتژی ٤٥، به ما توصیه می‌کند که در این اقلیم، از سقف‌های صاف استفاده کنیم. این راهکار می‌تواند در بهبود کارایی ساختمان و کاهش مصرف انرژی تأثیر داشته باشد.

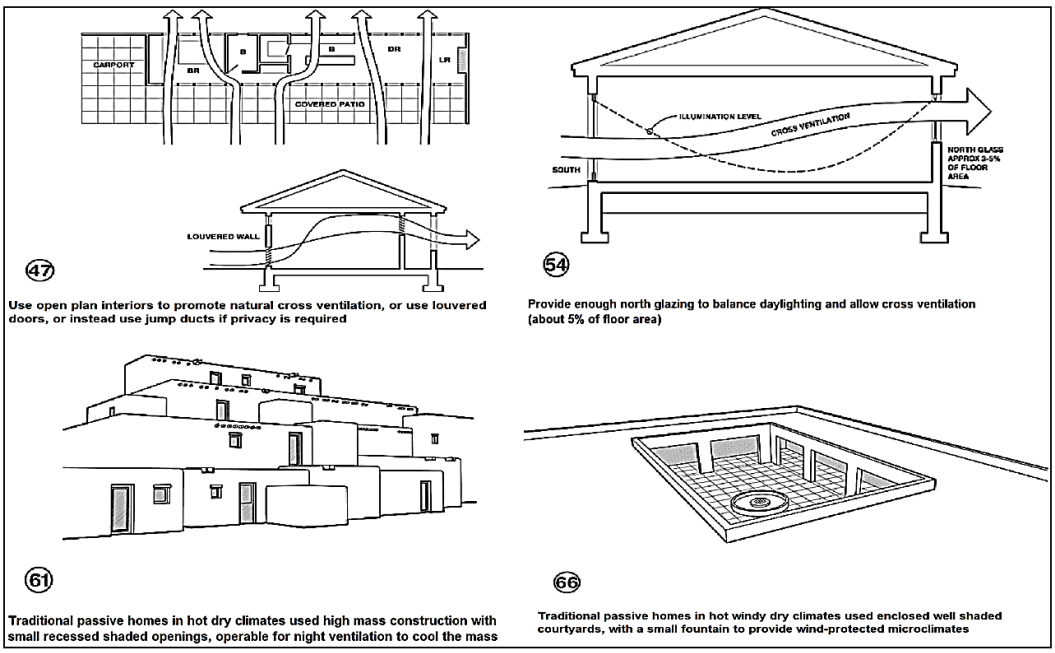


شکل ۸: استراتژی‌های ۳۷، ٤۲، ٤۳ و ٤٥ در طراحی اقلیمی ساختمان‌های آموزشی شهر اهواز

ماخذ: خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم

در شکل (۹)، استراتژی ٤۷، یکی از راهکارهای مهم اقلیمی، استفاده از تهویه عبوری است. در این راهکار، ساختمان به گونه‌ای طراحی می‌شود که بتوان از بادها برای تهویه استفاده کرد. یکی از روش‌های ایجاد امکان تهویه عبوری، استفاده از دیوارهای همراه با روزنه‌ها و یا عمق فضا به صورتی است که امکان تهویه عبوری فراهم شود. به عبارت دیگر استراتژی ٤۷ بر اهمیت تهویه طبیعی در کاهش مصرف انرژی و بهبود کیفیت هوای داخلی تأکید می‌کند. علاوه بر استفاده از ویژگی‌هایی مانند پنجره‌های قابل باز شدن و فن‌های تهویه، طراحی ساختمان می‌تواند از ویژگی‌هایی مانند آتریوم و حیاط‌ها نیز برای تسهیل جریان هوا و تشویق به تهویه طبیعی استفاده کند. استراتژی ٥٤ به ما توصیه می‌کند که برای تعدیل سطح روشنایی در داخل ساختمان، علاوه بر پنجره‌های جنوبی، از پنجره‌های شمالی نیز استفاده کنیم. در واقع استفاده از پنجره‌های شمالی و جنوبی برای نورافزایی می‌تواند راهی موثر برای بهبود نورپردازی داخلی و کاهش مصرف

انرژی باشد. همچنین نرم‌افزار پیشنهاد می‌دهد که حدود ۵ درصد از مساحت کف ساختمان را به پنجره‌های شمالی اختصاص دهیم تا تعدیل هوا در داخل ساختمان بهبود یابد. استراتژی ٦١ با استفاده از ظرفیت حرارتی مصالح، می‌تواند در برخی اوقات سال، شرایط آسایش را فراهم کند. همچنین استراتژی ٦٦ به ما نشان می‌دهد که با استفاده از حیاط مرکزی، می‌توانیم یک خرداقلیم را ایجاد کنیم که فضایی تقریباً کنترل‌شده را به ما ارائه می‌دهد. این راهکار می‌تواند مصرف انرژی ساختمان را کاهش داده و فضایی محافظت شده از باد را فراهم کند.



شکل ۹: استراتژی‌های ٤٧، ٥٤، ٦١ و ٦٦ در طراحی اقلیمی ساختمان‌های آموزشی شهر اهواز

ماخذ: خروجی نرم افزار مشاوره اقلیم

نتیجه‌گیری

تعلیم و تربیت فرایند پیچیده‌ای است که عناصر و عوامل متعددی در شکل‌گیری آن دخیل هستند. معلم، دانش‌آموز، وسایل کمک آموزشی، کلاس درس و فضای فیزیکی آن و بسیاری عوامل و عناصر مرتبط با آن، از اجزاء جدایی ناپذیر این فرآیند می‌باشند. در بعد فضای فیزیکی مدرسه و کلاس، نور و روشنایی کلاس، دما، رطوبت، جریان هوا که در مجموع شرایط اقلیمی یک محیط را می‌سازند، نقش مهمی در ارائه یک آموزش با کیفیت توسط دبیر و یادگیری ماندگار توسط دانش آموز دارند. زمانی یک معلم آموزشی با کیفیت ارائه خواهد نمود که به لحاظ روحی و روانی تحت فشار شرایط جوی قرار نداشته باشد. هرگونه عدم آسایش زیستی مانند دمای بالا، نور کم یا زیاد و رطوبت نامتعارف بر تمرکز او تاثیر منفی خواهد گذاشت. در نتیجه آموزش مطلوبی ارائه نخواهد شد. همچنان که وقتی دانش آموز به لحاظ زیستی در آرامش قرار نداشته باشد و به لحاظ فیزیولوژیکی تحت فشار باشد یادگیری مناسبی اتفاق نخواهد افتاد. با توجه به این که شرایط اقلیمی حاکم بر یک محیط جغرافیایی به آسانی قابل تغییر نمی‌باشد، بنابراین بهترین راهکار سازگار نمودن خود با شرایط

اقلیمی حاکم می‌باشد. گرما و انرژی تولید شده بوسیله آفتاب، جریان باد، رطوبت جابجا شده توسط جریان هوا یک فرصت مناسب برای تعدیل شرایط اقلیمی درون فضاهای داخلی یک محیط آموزشی می‌باشد. حال گاه باید این انرژی کنترل شده و مانع از ورود آن به داخل فضاهای آموزشی شد و گاه با انتقال آن به درون فضاهای آموزشی شرایط نامطلوب را به شرایط آسایش و مطلوب تغییر داد. همسازی و سازگاری با شرایط اقلیمی محیط و استفاده بهینه از پتانسیل های اقلیمی محیط با طراحی مناسب ساختمان های آموزشی از لحاظ جهت گیری کلی ساختمان، جهت‌گیری پنجره‌ها و بازشوها و اندازه و ابعاد آنها، مصالح استفاده شده برای دیوارها و سقف‌ها امکان پذیر است. نتایج حاصل از نرم افزار مشاور اقلیم براساس دمای خشک یا دمای معمولی به جز ساعات محدودی از تقویم آموزشی که دمای هوا برای دانش آموزان در محدوده مطلوب قرار می‌گیرد، در سایر ایام حضور دانش آموزان در مدرسه، شرایط اقلیمی یا بالاتر از محدوده آسایش انسانی یا پایین‌تر از آن قرار دارد. ولی با توجه به این که تقویم آموزشی مدارس از اوایل اکتبر یا مهر آغاز شده و تا اوایل یا اواسط خرداد (با توجه به مقطع تحصیلی) ادامه دارد، مشکل سرما یا دمای پایین آسایش به همان اندازه مشکل گرما دانش آموزان را درگیر می‌نماید. در صورتی که برای عموم مردم مشکل عدم آسایش گرمایی در بیش از ۸ ماه از سال مردم را درگیر خود می‌نماید. به همین دلیل در طراحی مدارس باید به الگوهای معماری غیر از الگوی معماری مساکن توجه گردد. بنابراین در طراحی الگوی معماری مدارس به همان اندازه که به استفاده از تابش خورشیدی برای ایجاد آسایش گرمایی داخل کلاس ها توجه شود به همان اندازه به استفاده از عایق حرارتی برای ممانعت از ورود گرمای اضافی فضاهای بیرونی به داخل کلاس ها توجه گردد.

تابش آفتاب یکی از مهمترین عناصر اقلیمی در تامین آسایش حرارتی یا برهم زننده آسایش می‌باشد. چرا که تابش منبع اصلی گرما و انرژی روزانه هر محیط می‌باشد. بنابراین در روزهای گرم این عنصر می‌تواند شرایط را تشدید کرده و در مقابل در روزهای سرد با انتقال تابش به درون فضاهای بسته از طریق انتقال غیر مستقیم (دیوارها) و مستقیم (پنجره ها) بخش زیادی از کمبود گرمایی را جبران نموده و شرایط را به دامنه آسایش رساند. نتایج حاصل از داده های مشاور اقلیم نشان داد که اگر نیاز به سایه و آفتاب مدارس شهر اهواز را در بازه زمانی اکتبر (مهر) تا ژوئن (خرداد) در نظر بگیریم، در این دوره امکان ورود ۱۱۸۹ ساعت تابش آفتاب بر روی دیوارها و فضاهای داخلی وجود دارد. که با یک طراحی مناسب در جهت‌گیری درست می‌توان از این انرژی پاک برای گرم کردن کلاس‌ها استفاده کرد. در عین حال در همین بازه زمانی حدود ۲۱۰۰ ساعت تابش مازاد وجود دارد که سبب تشدید گرمای داخل کلاس‌ها خواهد شد که لازم است با سایه اندازی مناسب مانع از ورود آن بر روی دیوارها و فضاهای داخلی شد.

در مجموع براساس شاخص‌های مختلف فقط در ساعات محدودی از سال شرایط دمایی و اقلیمی در شرایط مطلوب برای آموزش و یادگیری دانش آموزان قرار دارد. این بازه زمانی فقط ۱۲ تا ۱۵ درصد از ایام سال را به خود اختصاص می‌دهد. در مقابل در ۳۰ تا ۳۵ درصد از ایام سال و به خصوص منطبق با دوره آموزشی مدارس، دما پایین‌تر از آستانه آسایشی دانش آموزان قرار دارد. همچنان که در بین ۵۵ تا ٦۰ درصد از ایام سال و ۳۰ تا ۳۵ درصد از ایام منطبق با دوره فعالیت مدارس، دمای هوا بالاتر از آستانه آسایش دانش آموزان قرار دارد. بنابراین مشکل اساسی در آسایش زیستی دانش آموزان در درجه اول دمای بالای کلاس‌ها می‌باشد. نیل به آستانه آسایش در ماه های اکتبر (مهر)، آوریل (فروردین)، می

(اردیبهشت) و ژوئن (خرداد) ممانعت از تابش آفتاب به دیوارها و سقف‌ها و کنترل ورود نور و آفتاب شدید به داخل کلاس‌ها می‌باشد. این مساله نیازمند طراحی صحیح کلاس‌های درس و جهت‌گیری مناسب پنجره‌ها و بازشوها می‌باشد. بنابراین سایه اندازی ساختمان‌ها در طراحی مدارس مساله مهمی می‌باشد. تقریبا بین ۳۰ تا ۳۵ درصد از ایام تحصیل دانش آموزان به خصوص در ماه های دسامبر (آذر)، ژانویه (دی) و فوریه (بهمن) دمای هوا و کلاس‌ها به زیر دمای آسایش دانش آموزان نزول می‌کند. با توجه به این که این کاهش دما بسیار زیاد نیست بخش زیادی از این فاصله دمایی را می‌توان با انتقال تابش خورشید به درون فضاهای داخلی جبران نمود. تا ضمن صرفه جویی در مصرف انرژی فسیلی با انتقال نور و تابش خورشید به داخل کلاس‌ها شرایط روحی روانی خوبی را برای دانش آموزان فراهم نمود. بطور مثال، دبیرستان دخترانه دولتی فرهیختگان که ساختمان آن در جهت جنوب واقع شده است و پنجره‌ها از یک سایبان ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متری برخوردارند، ابعاد پنجره‌ها و بازشوها کوچک انتخاب شده‌اند. با توجه به زاویه تابش ۷۰ تا ۸۰ درجه در ماه‌های اردیبهشت و خرداد در هنگام ظهر و حدود ٦٠ تا ٦٥ درجه در ایام صبح تا ظهر و جهت تابش در این ساعات از روز عموما خورشید به پنجره‌های رو به جنوب نمی‌تابد و دیوارهای جنوبی نیز، مدت زیادی در معرض تابش نیستند و در تمام ساعات فعالیت، نور کافی برای کلاس‌ها تامین می‌شود. اشعه های خورشید ضمن تامین نور و گرمای داخل کلاس‌ها شرایط بصری و روانی خوبی را برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند. با توجه به زاویه تابش آفتاب در فصل سرد سال جهت‌های جنوب و جنوب شرق جهت‌های مناسبی برای انتقال تابش به فضاهای درونی می‌باشد.

منابع و مآخذ

۱) دوست‌زاده، عذرا (۱٤۰۰). بررسی شرایط مناسب فضاهای آموزشی و فرهنگی همساز با اقلیم (مطالعه موردی: شهر بجنورد). *چهاردهمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری*، بابل.

۲) زمردیان، زهراسادات، وپوردیهیمی، شهرام (۱۳۹٦). ارزیابی عملکرد حرارتی و بصری پنجره در کلاسهای درس در اقلیم شهر تهران. *صفه*، ۲۷(۳)، ۵-۲٤.

۳) عصاری، مسعود، طیاری، حسین، وآزمون، فیروزه (۱۳۹۳). بررسی نقش اقلیم بر طراحی مراکز آموزشی در نواحی کویری ایران، *چهارمین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی*، تهران.

٤) قنبران، عبدالحمید، وحسین‌پور، محمد امین (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر در بهره وری انرژی در فضاهای آموزشی در اقلیم شهر تهران. *نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی*، ٦(۳)، ۵۱-٦۲.

۵) کریم زاده، سارا، لشکری، حسن، برنا، رضا، وولی شریعت پناهی، مجید (۱٤۰۰). بررسی میزان انطباق جهت معماری ساختمان های قدیم و جدید شهر سقز از منظر اقلیمی. *فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)*، ۱۱(٤) ۱۸۳-۲۰۹.

٦) مفیدی، سید مجید، فاضلی، مهدی، وفلاح، الهام (۱۳۹۳). الگوهای چیدمان فضا در بناهای آموزشی همساز با اقلیم معتدل و مرطوب Cf، *نشریه علمی – پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران*، ۵ (۷): ۸۳-۹٤.

۷) نتاج انصار، ژاله، برنا، رضا، ومرشدی، جعفر (۱٤۰۱). تدوین استراتژی های طراحی اقلیمی برای ساختمان های آموزشی در شرایط اقلیمی شهر دزفول، *توسعه پایدار محیط جغرافیایی*، ۷ (٤): ۱۲۹-۱٤۱.

8) 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.

9) 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*, 202-219.

10) 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), 157-175.

11) David, M., Donn, M., Garde, F., & Lenoir, A. (2011). Assessment of the thermal and visual efficiency of solar shades. *Building and Environment*, *46*(7), 1489-1496.

12) 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), 601-611.

13) 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), 122-146.

14) 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), 61-75.

15) 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*, 141-150.

16) Humphreys, M. A. (1977). A study of the thermal comfort of primary school children in summer. *Building and Environment*, *12*(4), 231-239.
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), 119-142.
18) Milne, M., Liggett, R., & Al-Shaali, R. (2007, July). Climate consultant 3.0: A tool for visualizing building energy implications of climates. In *proceedings of the Solar Conference* (Vol. 1, p. 466). 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*, 464-474.
20) Omidvar, K. Alizade Shoraki, Y. Zareshahi, A., (2011), Determination of comfortable condition according to climate-environmental index in Yazd. *Journal City Climate Architects*, 1, 101–107.
21) 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), 340-348.
22) Singh, M. K., Ooka, R., & Rijal, H. B. (2018, April). Thermal comfort in Classrooms: A critical review. In *Proceedings of the 10th Windsor Conference—Rethinking Comfort, Windsor, UK* (pp. 12-15).
23) Sotode Maram, K., (1999), The investigation the using of flowing nature wind for heating and cooling in various climates in Iran. Master'sThesis, *Shiraz University*, Shiraz, Iran.
24) 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*(12), 2207-2214.