



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Climate Management, Sustainable Development Design of Educational Centers (Case Study: Qazvin City)

Pedram Hessari ⁽¹⁾ * , Mahdi Zandieh ⁽²⁾ 

1. Associate professor, Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Ayatollah Boroujerdi University, Boroujerd, Iran. (<https://orcid.org/0000-0002-1666-4245>)

2. Professor, Department of Architectural Engineering, Faculty of Architecture and Urban Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. (<https://orcid.org/0000-0001-7474-0333>)

Publisher: Iran University of Art

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received:24/08/2024 Revised:10/11/2024 Accepted:30/11/2024 PP. 39-57 Keywords: <i>Climate, Bio-Climate Index, Qazvin City, Newly Built Educational Centers, Architecture.</i> Use your device to scan and read the article online	Introduction: Bioclimatic comfort or bioclimatic comfort is one of the concepts that can be achieved in man-made architecture by observing it. Finding solutions to provide it in places that are not used around the clock can demonstrate the natural mechanisms of the building in dealing with climatic factors in a desirable way. This is of particular importance in the architecture of educational centers such as educational centers. Paying attention to climatic characteristics and the effects that climate has on the formation of such buildings will save energy in terms of thermal comfort and coordination of structures with climatic conditions, and will be healthier in terms of the environment and more suitable in terms of mental and physical health. In climatic design, the amount of money saved in the long run makes climatic design techniques the best investment for building owners. Many of them are completely free and only require the architect's knowledge and awareness of climatic design, and of course, the result they provide has a significant impact on reducing energy consumption, especially fossil, which is the most important energy source. In this type of design, the main source of energy supply is solar energy. Buildings built based on climatic design not only perform well against adverse weather factors, but also provide a healthy and beautiful human environment. The comfort zone is a situation in which about 80% of people feel comfortable. Accordingly, the six main factors of comfort are air temperature, humidity, radiation, air flow, coverage and activity level. The Purpose of the Research: This research was prepared to determine the desirability of the comfort conditions of educational centers in Qazvin city, and based on this, bio-climatic indicators were examined and, by using maximum environmental potentials, it is aimed at saving energy and increasing the quality of comfort in the educational environment and making the environment healthy. The aim of this research can be considered to determine the desirability of the comfort conditions of educational centers in Qazvin city using bio-climatic indicators, because educational centers have a significant share in energy consumption in the country's energy network. Perhaps it would be better if they themselves were involved in meeting its consumption needs, and this would not be possible except by carefully examining climatic factors and matching them with the needs of individuals, and as a result, an architectural design that makes the whole coherent in terms of details. This research is conducted to determine the desirability of the comfort conditions of educational centers in Qazvin city based on bio-climatic indicators, and the aim of conducting it is to use maximum environmental potentials to save energy, which results in a healthy environment, and to increase the quality of comfort in the educational environment, and this goal will be achieved with the analytical research method. Methodology: The method of work is analytical; in that the factors that affect the climatic conditions of a region, including the angle of the sun's rays, latitude (distance or proximity to the equator), the intensity and direction of seasonal winds, the presence of water, humidity and vegetation in the region, and finally the height above sea level and the unevenness of the earth's surface, must be examined in order to extract the relationship between human comfort and climate. The climatic elements used include wind, prevailing wind direction

ARTICLE INFO	ABSTRACT
	and adverse wind, prevailing wind speed, number of stormy days (temperature), average temperature, maximum and minimum monthly temperatures and number of freezing days, relative humidity, precipitation, sunshine and sunshine hours, which are obtained from the synoptic station of the studied city in different periods. Initially, the climatic comfort conditions in the interior of educational centers are determined by the methods of Guioni, Mahoni, Olgi, Evans using data tables and climograms. In order to identify the climatic comfort of educational centers using the above parameters, the permissible limits of night and day comfort are calculated and determined using the relevant standard tables and psychrometric charts of the model. Findings and Discussion: This research, by categorizing the criteria of architecture compatible with the climate in educational centers of Qazvin city, has tried to examine the information and issues affecting the design of educational buildings in this city. Solutions such as building orientation, dimensions of openings, canopy depth and height of the eaves, green space and building form in accordance with the climatic analyses conducted, have been discussed and examined, and in this respect, it is distinct from other research conducted. Conclusion: Considering the issues raised in this study, the reflection of the presented materials is summarized as follows: The limits of temperature and humidity changes in the city of Qazvin in relation to four methods (Giuni, Mahoni, Olga and Evans) show that the air of this city is outside the comfort range in most months of the year and with architectural design principles appropriate to the climate of the region, thermal comfort conditions can be easily provided in most times of the year. In examining the cold and heat ranges of this city, it can be said that in Qazvin city, it is possible to use the heat capacity of materials approximately 55% per year due to the difference in temperature between night and day. Therefore, it is possible to use materials with these characteristics. Funding: There is no funding support. Authors' Contribution: Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest. AI Usage Declaration: No AI-based tools were used in the writing or editing of this work. Acknowledgments: We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Highlight

- How climate affects the design of educational building openings
- Climatic structure and its application in the architectural design of educational spaces
- Climatic indicators and their application in providing design solutions



This paper is an open access and licensed under the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license

©2024, AGM. All rights reserved.

Cite This Article: Hessari, P. and Zandieh, M. (2024). Climate Management, Sustainable Development Design of Educational Centers (Case Study: Qazvin City). *Art of Green Management*, 2(3), 39-57. 10.30480/agm.2026.6261.1054



<http://doi.org/10.30480/agm.2026.6261.1054>



http://agm.journal.art.ac.ir/article_1511.html



*. Corresponding Author (Email: p.hessari@abru.ac.ir) / (Phone: +989121237615)



مدیریت اقلیمی طراحی توسعه‌ی پایدار مراکز آموزشی (مطالعه‌ی موردی: شهرستان قزوین)

پدرام حصاری^(۱)، مهدی زندیه^(۲)

۱- دانشیار، گروه مهندسی معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آیت الله بروجردی، بروجرد، ایران. (<https://orcid.org/0000-0002-1666-4245>)

۲- استاد، گروه مهندسی معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. (<https://orcid.org/0000-0001-7474-0333>)

ناشر: دانشگاه هنر ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۳ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰ صص. ۵۷-۳۹ واژگان کلیدی: اقلیم، شاخص زیست-اقلیمی، شهرستان قزوین، مراکز آموزشی نوساز، معماری 	مقدمه: آسایش زیست-اقلیمی یا بیوکلیماتیک از جمله معقولهایی است که با رعایت آن در معماری ساخته بشر می‌توان به ساختاری سالم دست یافت، یافتن راهکارهای ارائه آن در مکان‌هایی که دارای استفاده شبانه‌روزی نیستند می‌تواند سازوکارهای طبیعی ساختمان را در برخورد با عوامل اقلیمی به نحو مطلوبی به نمایش بگذارد. این مهم در معماری مراکز آموزشی مانند مراکز آموزشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. توجه به خصوصیات اقلیمی و اثراتی که اقلیم در شکل‌گیری این گونه ساختمان‌ها می‌گذارد، از نظر آسایش حرارتی و هماهنگی ساختمان، با شرایط اقلیمی موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی شده و از لحاظ زیست‌محیطی، سالم‌تر و از لحاظ سلامت روحی و جسمانی مناسب‌تر خواهد بود. هدف پژوهش: این پژوهش، به‌منظور بررسی تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مراکز آموزشی شهر قزوین تهیه شده و بر این اساس شاخص‌های زیست-اقلیمی بررسی شده و با استفاده حداکثر از پتانسیل‌های محیطی در جهت صرفه‌جویی انرژی و بالا بردن کیفیت آسایشی در محیط آموزشی و سالم‌سازی محیط زیست است. روش‌شناسی: روش پژوهش تحلیلی بوده و مطالعات پایه با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و مجازی و مطالعات تکمیلی نیز در تکمیل مطالعات پایه با محاسبات و بررسی‌های مقایسه‌ای جمع‌آوری شده است، این پژوهش از حیث نوع، از هر لحاظ کاربردی بوده و شامل دو بخش اقلیمی و معماری می‌شود. در مطالعه‌ی معماری همساز با اقلیم مراکز آموزشی در شهرستان قزوین است که با توجه به اطلاعات هواشناسی از پایگاه‌های مربوطه به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته شده است. یافته‌ها و بحث: این پژوهش با دسته‌بندی معیارهای معماری همساز با اقلیم در مراکز آموزشی شهرستان قزوین راهکارهایی از جمله جهت ساختمان، ابعاد بازشوها، عمق سایبان و ارتفاع پنجره، فضای سبز و فرم بنا متناسب با تحلیل‌های اقلیمی انجام شده، مورد بحث و بررسی قرار داده و از این حیث با سایر پژوهش‌های انجام گرفته متمایز است. نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق بیان‌گر راهکارهایی جهت استفاده بهینه از انرژی‌های پاک ارائه می‌دهد که در این خصوص می‌توان به برخی موارد از جمله فرم‌های ساختمان فشرده و متراکم با پلان مربع، دقت بر اندازه تعداد بازشوها، کلاس‌های یک‌طرفه به‌طوریکه کلاس‌ها در سمت جنوب باشد، اشاره داشت.
نکات برجسته: - چگونگی تاثیر اقلیم بر روی طراحی بازشوهای ساختمان آموزشی؛ - ساختار اقلیمی و بکارگیری آن در طراحی معماری فضاهای آموزشی؛ - شاخص‌های اقلیمی و کاربرد آن در ارائه راهکار طراحی.	ارجاع به این مقاله: حصاری، پدرام و زندیه، مهدی (۱۴۰۵). مدیریت اقلیمی طراحی توسعه پایدار مراکز آموزشی (مطالعه موردی: شهرستان قزوین). هنر مدیریت سبز، ۲(۳)، ۳۹-۵۷. 10.30480/agm.2026.6261.1054 doi http://doi.org/10.30480/agm.2026.6261.1054 OPEN ACCESS این مقاله به صورت دسترسی باز و با مجوز Creative Commons CC BY-NC 4.0 قابل استفاده است. ©2024, UST. All rights reserved.

۱- مقدمه

از عواملی که به شدت وضعیت بناها را تحت تأثیر قرار داده‌اند، عوامل اقلیمی‌اند. باد، بارش، درجه‌ی حرارت، رطوبت و تابش خورشید از جمله عوامل مهم اقلیمی هستند که چشم‌اندازها را شکل داده و به‌طور تاریخی باعث سازگاری مردم با اقلیم شده‌اند. آسایش انسان و در بعضی موارد بقای او وابسته به مهارتی بوده که با آن ساختمان‌ها و فضایی منطبق با محیط‌های اقلیمی را به‌وجود می‌آورده است (دهقان، ۱۳۸۲، ۶۷). توجه به اهداف عمده‌ی طراحی اقلیمی در هر منطقه‌ی آب و هوایی و پیش‌بینی مواردی در جهت تحقق بخشیدن به این اهداف موجب سازگاری و هماهنگی ساختمان‌ها با شرایط اقلیمی و موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هویت یافتن معماری در هر اقلیم خواهد شد. یکی از مسایل جهان امروز، مسئله صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌هایی است که قابل تجدید نیستند و استفاده از نیروهای طبیعی نه تنها محیط زندگی را به فضایی آسوده تبدیل خواهد کرد، بلکه در کاهش مصرف انرژی نیز تأثیر فراوانی خواهد داشت (طاووسی و همکاران، ۱۳۸۷، ۹۸). در حقیقت استفاده از نیروهای طبیعی در ساختمان، به صرفه‌جویی در مصرف سوخت و مهم‌تر از آن افزایش کیفیت آسایش و بهداشت محیط و سالم‌سازی محیط‌زیست منتهی می‌شود. طراحی بر اساس شرایط آب و هوایی یک منطقه‌ی اولین خط دفاعی در مقابل عوامل خارجی ساختمان می‌شود (واتسون، ۱۳۷۶، ۳۶).

در این‌جا طراحی اقلیمی مطرح می‌شود، در طراحی اقلیمی مبالغی که در درازمدت صرفه‌جویی می‌شود، موجب می‌گردد که تکنیک‌های طراحی اقلیمی بهترین نوع سرمایه‌گذاری برای مالکین ساختمان‌ها باشد. خیلی از آن‌ها اصلاً هزینه‌ای ندارند و تنها مستلزم علم و آگاهی معمار راجع به طراحی اقلیمی است و البته نتیجه‌ای را که دربردارد در کاهش مصرف انرژی مخصوصاً فسیلی که مهم‌ترین منبع انرژی است تأثیر بسزایی دارد. در این نوع طراحی منبع اصلی تأمین انرژی، انرژی خورشیدی است. ساختمان‌های ساخته شده براساس اقلیم نه تنها در مقابل عوامل نامساعد جوی عملکرد خوبی دارند، بلکه یک محیط انسانی سالم و زیبا نیز فراهم می‌کنند. محدوده‌ی آسایش وضعیتی است که در آن حدود ۸۰ درصد مردم احساس راحتی کنند. بر این اساس شش فاکتور اصلی آسایش عبارتند از دمای هوا، رطوبت، تشعشع، جریان هوا، پوشش و سطح فعالیت. البته فاکتورهای دیگری از قبیل سن، جنس، فرم بدن، وضعیت سلامتی، رژیم غذایی، رنگ لباس، سازش با آب و هوای محیط و... بر میزان آسایش تأثیرگذار هستند (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۶۲). می‌توان هدف این پژوهش را تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مراکز آموزشی شهرستان قزوین، با استفاده از شاخص‌های زیست-اقلیمی دانست، زیرا که مراکز آموزشی سهم بسزایی در مصرف انرژی در شبکه انرژی کشور دارند چه بسا که بهتر خواهد بود که خود در تأمین نیازهای مصرفی آن دخیل باشد و این میسر نخواهد بود جز با بررسی دقیق عوامل اقلیمی و مطابقت آن با نیازهای افراد و در نتیجه طرح معماری که از لحاظ جزئیات کل را منبجم گرداند. این پژوهش، به‌منظور بررسی تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مراکز آموزشی شهرستان قزوین، بر اساس شاخص‌های زیست-اقلیمی تنظیم شده است و هدف از انجام آن، استفاده از حداکثر پتانسیل‌های محیطی در جهت صرفه‌جویی انرژی که نتیجه آن محیط‌زیست سالم است، بالا بردن کیفیت آسایشی در محیط آموزشی است و این هدف با روش پژوهش تحلیلی میسرخواهد شد.

در ادامه پیش از بررسی مبانی نظری، پیشینه‌ی پژوهش بررسی می‌شود. در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی فرم بهینه ساختمان آموزشی بر اساس میزان مصرف انرژی (مطالعه‌ی موردی: شهرستان تربت حیدریه) که به نگارش حساری و سیف شجاعی آمده است که در این تحقیق تلاش شده تا در مرحله طراحی ساختمان، راهکاری برای طراحی فرم ساختمان بر اساس میزان مصرف انرژی فضاهای آموزشی در اقلیم سرد و خشک، به ویژه شهرستان تربت حیدریه، ارائه شود. برای این منظور، اقلیم منطقه، شرایط آسایش در آن، معیارهای کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان و معیارها و استانداردهای طراحی دانشکده‌ی معماری بر اساس منابع و اسناد موجود بررسی و ارزیابی شده است. پس از انجام مطالعات، موقعیت هر فضا بر اساس کاربری و میزان انرژی خورشیدی دریافتی با استفاده از نرم‌افزارهای اکوتکت^۱ و رادیانس^۲ تحلیل و ارزیابی شده است. روش تحلیل فرم ساختمان آموزشی بر اساس مطالعات انجام شده و طرح و فرم اولیه در نرم‌افزار ریت^۳ مدل‌سازی و طرح بر اساس کیفیت فضایی اصلاح شده است. پس از بررسی راهکارهای کاهش مصرف، میزان مصرف انرژی در هر حالت با استفاده از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر^۴ اندازه‌گیری شده است. سپس، روشنایی هر فضا با استفاده از نرم‌افزارهای اکوتکت و رادیانس کنترل شده است.



در پایان، با ورود اطلاعات به نرم‌افزار مینا، از صحت نقشه بر اساس ضوابط مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران اطمینان حاصل شده است (Hessari & Seyf Shojaee, 2021).

در پژوهشی با عنوان تحلیل تطبیقی مصرف انرژی در معماری بومی اقلیم سرد با بهره‌گیری از شبیه‌سازی رایانه‌ای (مطالعه‌ی موردی: عمارت مفخم و عمارت جاجرمی‌های شهر بجنورد) با نویسندگی سیده راضیه هاشمی و رضا مرادپور، تحلیل تطبیقی عملکرد انرژی دو نمونه شاخص از معماری بومی اقلیم سرد شهر بجنورد انجام شده است. این پژوهش کاربردی بوده و دارای رویکرد کمی (شبیه‌سازی) است. ویژگی‌های کالبدی و اقلیمی دو بنا از طریق مطالعات اسنادی و میدانی مستندسازی شد؛ سپس با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز انرژی دیزاین‌بیلدر (نسخه‌ی ۷,۳,۱) با موتور انرژی‌پلاس (نسخه‌ی ۹,۴) وضعیت آسایش حرارتی براساس مدل پی‌ام‌وی/پی‌پی‌دی^۵ ارزیابی شد و به‌منظور افزایش دقت پژوهش، میزان دریافت روشنایی خورشیدی و پاسخ بنا به بادهای غالب زمستانی از طریق تحلیل سیم‌افدی^۶ بررسی شد و درنهایت، مصرف انرژی سالانه هر بنا برای سنجش کارایی انرژی بررسی شد. یافته‌ها نشان می‌دهد بالاترین نارضایتی حرارتی در زمستان، مربوط به عمارت جاجرمی‌ها و در تابستان، مربوط به عمارت مفخم است. عمارت مفخم در زمستان حدود ۱۱ درصد روشنایی طبیعی بیشتری دریافت می‌کند و از گرمایش غیرفعال مناسبی برخوردار است؛ اما در تابستان بار سرمایشی آن افزایش می‌یابد. در مقابل، فرم درون‌گرای عمارت جاجرمی‌ها توانسته مصرف سالانه انرژی را تقریباً ۳۰ درصد کاهش دهد. نتایج پژوهش بر اهمیت تلفیق دانش بومی با ابزارهای شبیه‌سازی نوین تأکید دارد و نشان می‌دهد که بازخوانی الگوهای سنتی در کنار فناوری‌های تحلیلی می‌تواند به طراحی اقلیمی کارآمدتر در مناطق سردسیر منجر شود (هاشمی و مرادپور، ۱۴۰۴).

مقاله‌ای با عنوان تأثیر چگونگی هم‌جواری ساختمان‌های مسکونی از طریق رابطه فرم و سایه‌اندازهای خارجی مبتنی بر کاهش مصرف انرژی سرمایشی (مورد پژوهی: بافت تاریخی بوشهر) با نگارش الناز حیدری و همکاران از طریق روش ترکیبی، اطلاعات ساختمان‌های منتخب را با استفاده از برداشت میدانی گردآوری و سپس به روش خوشه‌ای، دسته‌بندی کرده است. معیارهای مورد نظر جهت انتخاب نمونه‌های منتخب به روش دلفی اعتبار سنجی شده و به کمک نرم‌افزار دیزاین بیلدر میزان مصرف انرژی سالانه‌ی ساختمان‌ها محاسبه شده است که به بررسی ساختمان‌های منتخب به لحاظ فرم، شکل، هندسه و جزئیات پرداخته شده و فرم بهینه برای هر مدل استخراج، سپس با تلفیق مدل‌های بهینه انتخابی، ساختمان‌های مدنظر باز طراحی شده و میزان کاهش مصرف انرژی سرمایشی محاسبه شد. در انتها، به بررسی میزان تأثیر هم‌جواری ساختمان‌های منتخب بر کاهش مصرف انرژی سرمایشی پرداخته شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده در پژوهش مورد اشاره، نیاز به تلفیق فرم و سایه‌اندازهای خارجی در ساختمان‌های مسکونی معاصر واقع در دیواره ساحلی بافت تاریخی به‌منظور کاهش مصرف انرژی سرمایشی و دریافت نور غرب مشهود است (حیدری و همکاران، ۱۴۰۳).

در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی تناسبات بازشو و جبهه نورگیری با رویکرد کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری به نویسندگی محمد مهدی مولایی و همکاران به بهینه‌سازی بازشو در فضای اداری در شهر تهران از نظر دریافت نور کافی و کاهش مصرف انرژی پرداخته شده است. که با استفاده از روش شبیه‌سازی و بهینه‌سازی بازشو به‌صورت پارامتریک در گرس‌هاپر و آنالیز اهداف با استفاده از پلاگین هانیبی و لیدیباگ صورت گرفته است. اتونومی فضایی نور روز و شدت مصرف انرژی برای تناسبات و موقعیت‌های متنوع پنجره در هشت جهت متغیر محاسبه شده است و بر این اساس پنجره در جبهه‌ی شمال شرقی و بعد از آن در شرق، بهترین نتایج را داشته‌اند. نسبت پنجره به دیوار ۲۰٪ تا ۲۸٪ با طول و عرض به‌ترتیب به‌طور میانگین ۶/۵۳ و ۰/۹ متر برای مدل پژوهش ایده‌آل‌ترین پاسخ ممکن بود. فاصله‌ی جداره پنجره‌ها از لبه‌ی دیوار و فاصله‌ی لبه‌ی بالای پنجره از کف به‌ترتیب به‌طور میانگین ۰/۶۵ و ۲/۲۲ متر بوده است (مولایی و همکاران، ۱۳۹۸). نوآوری پژوهش حاضر بر آن است که به بررسی و ارائه‌ی راهکار جهت طراحی معماری فضاهای آموزشی شهرستان قزوین که دارای پهنه‌بندی سه‌گانه اقلیمی است می‌پردازد که اسناد و مدارک در دسترسی که توسط نگارندگان، تا زمان تنظیم این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است به این مهم پرداخته نشده است.

۲- مبانی نظری

۲-۱- معماری و اقلیم

معماری یک پدیده‌ی ساخته‌ی دست بشر و تلاشی تاریخی برای درک و تولید ساختارهای قابل سکونت برای جوامع است. درحالی‌که اقلیم محصول طبیعت و دینامیک در حال جریان فرآیندهای جوی است که الگوها و ساختارهای آنی تحت تأثیر قوانین فیزیکی است. هدف اصلی معماری ارائه پناهگاهی از چندین عنصر است که به‌طور هدفمند، اقلیم فیزیکی، اجتماعی و زیبایی‌شناختی را شکل می‌دهد که انسان در آن زندگی می‌کند (پروانه و همکاران، ۱۳۹۰، ۱۱۸). در فرآیند ساختمان‌سازی امروزی، تحت عنوان ساختمان‌سازی مدرن، بعضی از طرح‌های ساختمانی با افراط و تفریط در توجه به زیبایی، مقرون به صرفه بودن و...، اصل طراحی پایدار که همسازی ساختار با اقلیم و شرایط آب و هوایی است را نادیده می‌گیرند و نتیجه‌ی آن به‌وجود آمدن ساختمان‌هایی است که در عین زیبایی و دوام در برابر عوامل اقلیمی غالب بر منطقه هیچ‌گونه تفکری در آن‌ها نشده است که برخی از پیامدهای این اشتباهات عبارتند از: مکان‌یابی نادرست توده، عدم توازن در راه‌یابی تابش به درون ساختمان که در نهایت با رعایت نکردن آن‌ها به ناچار به استفاده از وسایل مکانیکی گرمایش و سرمایش با هزینه‌های بالا و با مضرات زیست‌محیطی روی آورده می‌شود. اما تا جایی که می‌دانیم تا قبل از انقلاب صنعتی، ساختمان‌ها، شهرستان‌ها، فرم‌ها، اشکال و الگوهای ابداعی در هماهنگی با محیط و به طریقی طراحی می‌شدند که حداکثر بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر آفتاب، باد، آب داشتند، پس از انقلاب صنعتی استفاده از انرژی‌های فسیلی جایگزین انرژی‌های تجدیدپذیر شد. هدف از معماری طراحی پایدار، یافتن راه‌حل‌های معمارانه است که مانند معماران گذشته شرایط زیست‌محیطی مناسب را در ۳ گروه مرتبط سازد (بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵، ۱۵):

- صرفه‌جویی در مصرف منابع؛
- طراحی بر اساس چرخه محیط‌زیست؛
- طراحی سازگار با انسان.

امروزه ساختمان‌ها به منزله‌ی بخشی از محیط‌زیست، تولیدکننده بخش فراوانی از آلودگی‌های زیست‌محیطی است. به‌طوری‌که با تفکر در طراحی و برنامه‌ریزی دقیق، می‌توان بناهایی را پدید آورد که کم‌ترین تأثیر منفی را بر محیط زیست داشته باشد. معماری پایدار یکی از ایده‌های برنامه‌ریزی و طراحی برای ساخت چنین ساختمان‌هایی است. از طرف دیگر، مفهوم معماری پایدار، چه به‌مثابه‌ی خلق فضای انسانی و تنظیم رابطه انسان و محیط فیزیکی و چه به منزله‌ی محصول این فرایند، همواره با محیط پایدار در آمیخته است و در چارچوبی کلی می‌توان از آن به خلق محیط پایدار انسان ساخت تعبیر کرد. به‌طوری‌که توسعه‌ی پایدار را می‌توان بر جنبه‌های اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی و فرهنگی استوار دانست و از ترکیب این سه جنبه می‌توان به نقطه مشترک توسعه پایدار دست یافت (محمدی مرزعه، ۱۴۰۲، ۳۹).

۲-۲- توسعه‌ی پایدار

توسعه‌ی پایدار و محیط‌زیست در فعالیت‌های صنعت ساختمان توجه متخصصان را در اغلب کشورهای جهان به خود جلب کرده است. از مشخصه‌های بارز و مشکل‌ساز صنعت ساختمان‌سازی کشور به‌کارگیری مصالح ساختمانی مدرن با استفاده از روش‌های ساخت‌وساز سنتی است (فلاح، ۱۳۸۴، ۶۴). اهداف توسعه‌ی پایدار در سال ۲۰۱۵ مورد اجماع همه‌ی کشورهای عضو سازمان ملل قرار گرفتند. تأمین نیازهای نسل حاضر به‌صورتی که توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیاز خودشان به مخاطره نیافتد را توسعه‌ی پایدار می‌گویند (وصال، ۱۴۰۱، ۱). پایداری موضوعی جامع و به همین سبب پیچیده است. پایداری برای همه از اهمیت والایی برخوردار است چراکه با بقای گونه‌های انسانی و تقریباً هر موجود زنده در این سیاره در ارتباط است. معماری پایدار و دوست‌دار محیط‌زیست یکی از اهداف اصلی است که بشر برای ایجاد زندگی بهتر آن را الگوی نهایی کلیه فعالیت هایش کرده است. به‌همین دلیل، حرکت به سمت معماری سبزتر به‌عنوان هدف اصلی معماری کنونی عصر ما شناخته می‌شود. در مورد نیازهای توسعه‌ای این جهان که استفاده از منابع کمیاب و محدود روی زمین است، این موضوع آشکار می‌شود که جز موقعی که تغییرات بزرگی در تفکر و رفتار بشر وجود داشته باشد، آینده‌ی تمدن همانند امروز ما مشکوک است. این موضوع پیچیده هیچ راه‌حل ساده‌ای ندارد به ویژه با توجه به اینکه پایداری هدفی برای همه‌ی انسان‌هاست چراکه همگی به‌طور مستمر



می‌کوشند تا به آن برسند (رتوفی و همکاران، ۱۴۰۳، ۶۱). مفهوم پایداری در معماری، توجه به شرایط اقلیمی و طبیعی و موقعیت مکانی ساختمان در تعریف معماری اهمیت ویژه‌ای دارد و به کاهش مصرف منابع طبیعی و انرژی با به‌کارگیری هم‌سازی محیط و بنا با یکدیگر و استفاده از مصالح قابل بازیافت و انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره می‌کند. هدف اصلی توسعه‌ی پایدار، تأمین نیازهای اساسی، بهبود و ارتقای سطح زندگی همه، حفظ و اداره بهتر اکوسیستم‌ها و آینده امن‌تر و سعادت‌مندتر ذکر شده است. از دیگر اهداف توسعه‌ی پایدار می‌توان به کاهش اتلاف و پخش انرژی به محیط، کاهش تولید آلاینده‌ها، استفاده از مواد و مصالح قابل بازگشت به چرخه‌ی طبیعت و بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی باد-خورشید و انرژی زمین- گرمایی اشاره کرد (محمودی و نیوی، ۱۳۹۰، ۳۶).

۲-۳- معماری همساز با اقلیم

معماری همساز با اقلیم با کم‌ترین تأثیرات مخرب بر محیط اطراف خود و توجه به منابع طبیعی موجود و صرفه‌جویی در مصرف منابع تجدیدناپذیر و حفظ آن برای آیندگان و تأثیرپذیری آن از شرایط محیطی اطراف، گامی اساسی در جهت توسعه پایدار است. بر هیچ‌کس پوشیده نیست که موضوع معماری همساز با اقلیم در کشور ایران، از سابقه‌ای طولانی برخوردار است. معماری تاریخی ایران را می‌توان مصداق بارز معماری همساز با اقلیم برشمرد اما در معماری معاصر ایران با برخوردهای سطحی و شعارگونه که ناشی از فهم نادرست و بنیادین مبانی و مفاهیم معماری اقلیمی در این حوزه است، جایگاه آن را تا حد سبک و یا حتی مدهای زودگذر تقلیل و در تقابل با محیط‌زیست و اقلیم قرار داده است. لذا برنامه‌ریزی و طراحی بر پایه‌ی اقلیم و پیروی از الگوهای مناسب شرایط اقلیمی هر منطقه از الزامات دستیابی به معماری پایدار و در پی آن توسعه‌ی پایدار است (مسگران و همکاران، ۱۴۰۱، ۱۳۵).

۳- روش پژوهش

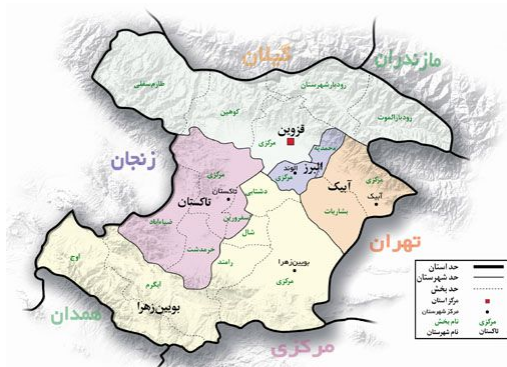
روش کار تحلیلی بوده؛ به این صورت که عواملی که بر شرایط اقلیمی یک منطقه تأثیر می‌گذارد؛ شامل زاویه تابش خورشید، عرض جغرافیایی (دوری یا نزدیکی از خط استوا)، شدت جریان و جهت بادهای فصلی، وجود آب، رطوبت و گیاه در منطقه و بالاخره ارتفاع از سطح دریا و ناهمواری‌های سطح زمین باید مورد بررسی قرار گیرد، تا رابطه میان آسایش انسان و اقلیم بدست آید. عناصر اقلیمی مورد استفاده شامل، باد، جهت وزش باد غالب و باد نامطلوب، سرعت وزش باد غالب، تعداد روزهای طوفانی (دما متوسط دما، حداکثر و حداقل دمای ماهانه و تعداد روزهای یخبندان، رطوبت نسبی، بارش، تابش آفتاب و ساعات آفتابی است که از ایستگاه ایستگاه سینوپتیک شهرستان مورد مطالعه در دوره‌های مختلف به‌دست می‌آید. در ابتدا شرایط آسایش زیست‌اقلیمی در فضای داخلی مراکز آموزشی با روش‌های گیونی، ماهونی، اولگی، اوانز با استفاده از جداول داده‌ها و کلیموگرام تعیین می‌شود. جهت شناخت آسایش زیست اقلیمی مراکز آموزشی با استفاده از پارامترهای فوق، محدوده‌های مجاز آسایش شب و روز با استفاده از جداول معیار مربوط و نمودارهای سایکرومتریک الگوی محاسبه و تعیین می‌شود. در مطالعه‌ی معماری همساز با اقلیم مراکز آموزشی در شهرستان قزوین با توجه به داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته شده است.

- **دما:** منظور از دما، دمای خشک است، در تحلیل دما در شهرستان قزوین پارامترهای متوسط حداکثر دما، متوسط حداقل دما، میانگین ماهانه و سالانه، مورد بررسی قرار گرفته است بالاترین میانگین دما مربوط به مردادماه و بالاترین بیشینه‌ی دما مربوط به تیرماه است و پایین‌ترین کمینه دما در دی‌ماه اتفاق افتاده است.
- **ساعات آفتابی:** یکی از روش‌های بررسی وضعیت تابش خورشید استفاده از ساعات آفتابی ماهانه و سالانه است. به‌طوری‌که تخمین و برآورد مقدار تابش در یک منطقه نیز به ارزیابی ساعات آفتابی بستگی دارد میانگین ساعات آفتابی ایران حدود ۳۰۴۰ ساعت است. در تحلیل ساعات آفتابی در شهرستان قزوین مشخص می‌شود که این میزان در شهرستان قزوین به ۳۰۳۳٫۷ ساعت می‌رسد. بیش‌ترین ساعات آفتابی مربوط به ماه‌های خرداد، تیر و مرداد و کم‌ترین ساعات آفتابی مربوط به آذر و دی است.

- **باد:** سرعت و جهت باد در یک منطقه در طول روز، ماه و سال متفاوت است. بنابراین ملاک سرعت متوسط و جهت غالب به صورت سالیانه تعیین می شود. چنانچه میانگین ساعتی جهت وزش باد در طول سال در یک جهت بیش از جهات دیگر باشد، این جهت، جهت غالب نامیده می شود و تأثیرات باد بر ساختمان هم از نظر فشار وارده و هم از نظر نفوذ هوای بیرون به داخل و همین طور تهویه طبیعی بر اساس سرعت باد در این جهت، پایه محاسبات قرار می گیرد. در محدوده مورد مطالعه جهت وزش باد غالب سالانه در شهرستان جنوب شرقی است و بادهای سرد زمستانی نیز از جنوب شرقی می وزند.
 - **یخبندان:** در ایران همبستگی بسیار قوی و معکوس بین دما و تعداد روزهای یخبندان دیده می شود. این ارتباط خصوصاً با دمای شبانه (میانگین کمینه دما) بسیار قوی تر از سایر عناصر خانواده دما است و نشان گر غلبه مکانیسم تابش های بلند شبانه در پیدایش یخبندان است (طاووسی و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۰۴). تعداد روزهای یخبندان شهرستان قزوین بطور متوسط حدود ۸۱ روز است که بیشترین فراوانی آن در دی پس از آن در بهمن دیده می شود. ماههای خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر تقریباً عاری از یخبندان است.
 - **رطوبت:** میانگین سالانه رطوبت نسبی در شهرستان قزوین، حدود ۵۲٫۹ درصد است. حداکثر رطوبت مربوط به ماه آذر با ۹۹٫۳ درصد و پس از آن ماههای دی و بهمن با ۹۸٫۵ و ۹۸٫۷ درصد و حداقل آن مربوط به تیر ماه با ۷٫۷ درصد است.
 - **بارش:** در این مورد می توان گفت که نیاز به حفاظت در برابر باران زمانی لازم و واجب است که بارش ماهیانه از ۲۰۰ میلی متر بیشتر شود. در شهرستان قزوین بارش ماهیانه به ۲۰۰ میلی لیتر نمی رسد.
- در این قسمت اطلاعات مربوط به عرض جغرافیایی، دما، بارش، ساعات آفتابی، رطوبت و یخبندان به منظور ایجاد محاسبات زاویه تابش، جهت تابش، میزان انرژی تابیده شده به سطوح قائم در قسمت های بعدی به کار گرفته خواهد شد.

۴- تحلیل داده ها و یافته ها

نمونه مطالعاتی، شهرستان قزوین با قرارگیری در طول جغرافیایی ۴۴-۴۵ تا ۵۱-۵۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۴-۳۶ تا ۳۹-۴۰ شمالی (پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور)، با مساحتی بالغ بر ۱۵۵۶۷ کیلومتر مربع در بخش شمال غربی کشور قرار گرفته است. این شهرستان از شمال با استان گیلان، از شمال شرقی با استان مازندران، از شرق با استان تهران، از جنوب با استان های مرکزی و همدان و از غرب با استان زنجان هم جوار است. قزوین یکی از شهرهای ایران است که در قسمت مرکزی این کشور واقع شده و در گذشته برای مدتی پایتخت ایران نیز بوده است. شهر قزوین، مرکز استان قزوین، در بلندای ۱۲۷۸ متری از سطح دریا واقع شده است. تاریخچه و ریشه شهر قزوین به دوران ساسانیان است زمانی که به دستور شاپور پادشاه ساسانی رونق یافت. قزوین شاهراه اقتصادی جاده ابریشم، سال ها محل گذر تجار و بازرگانانی بود که کالاهای خود را از شرق به غرب می بردند. قزوین در زمان حکومت صفوی از سال ۹۵۳ هجری قمری تا سال ۱۰۰۶ هجری قمری به مدت بیش از نیم قرن پایتخت ایران بوده و از همین رو دارای اماکن و موزه های تاریخی بسیاری است. قزوین پایتخت بزرگ خوشنویسی ایران است و از جمله خوشنویسان معروف خط پارسی می توان به میرعماد قزوینی اشاره کرد. قزوین به دلیل قرار گرفتن در مسیر ارتباطی شرق به غرب و جنوب به شمال کشور، نزدیکی به تهران و کرج، دارا بودن چندین شهرک صنعتی و نیز امکانات مناسب آموزشی و علمی از موقعیت مناسبی در ایران برخوردار است.



۵- بحث

- **نمودار اولگی^۷:** نمودار زیست- اقلیمی اولگی که مربوط به شرایط هوای خارج می‌شود تأثیرات دو عامل سرمایی ناشی از سرعت باد و گرمای ناشی از تابش آفتاب را نشان می‌دهد (واتسون، ۱۳۷۶، ۳۸).
- **شاخص اوانز^۸:** برای ارزیابی شرایط گرمایی ماهانه هر محل با روش اوانز، باید بر اساس میانگین کمینه رطوبت نسبی هر ماه، «محدوده‌ی منطقه‌ی آسایش روزانه» تعیین شود و با میانگین بیشینه دمای هوای آن ماه مقایسه شود.
- **شاخص ماهانی^۹:** کارل ماهونی در جدولی محدوده‌های آسایش در روز و شب را بر اساس دما و رطوبت نسبی تعیین کرده است.

- **نمودار اولگی^۷:** نمودار زیست- اقلیمی اولگی که مربوط به شرایط هوای خارج می‌شود تأثیرات دو عامل سرمازای ناشی از سرعت باد و گرمزای ناشی از تابش آفتاب را نشان می‌دهد (واتسون، ۱۳۷۶، ۳۸).
- **شاخص اوانز^۸:** برای ارزیابی شرایط گرمایی ماهانه هر محل با روش اوانز، باید بر اساس میانگین کمینه رطوبت نسبی هر ماه، «محدوده‌ی منطقه‌ی آسایش روزانه» تعیین شود و با میانگین بیشینه دمای هوای آن ماه مقایسه شود.
- **شاخص ماهانی^۹:** کارل ماهونی در جدولی محدوده‌های آسایش در روز و شب را بر اساس دما و رطوبت نسبی تعیین کرده است.
- **نمودار گیونی^{۱۰}:** گیونی ۱۹۶۹ با ترسیم منحنی‌هایی بر روی جدول سایکرومتریک میزان سودمندی و حدود استفاده از تهویه‌ی طبیعی، خصوصیات مصالح ساختمانی، افزودن رطوبت به هوای داخلی و همچنین ضرورت استفاده از دستگاه‌های مکانیکی را در رابطه با شرایط گرمایی گوناگون هوای پیرامون ساختمان مشخص نموده است. (سلطان‌دوست، ۱۳۹۰، ۳۳).

تعیین محدوده آسایش در شهرستان‌های مورد مطالعه

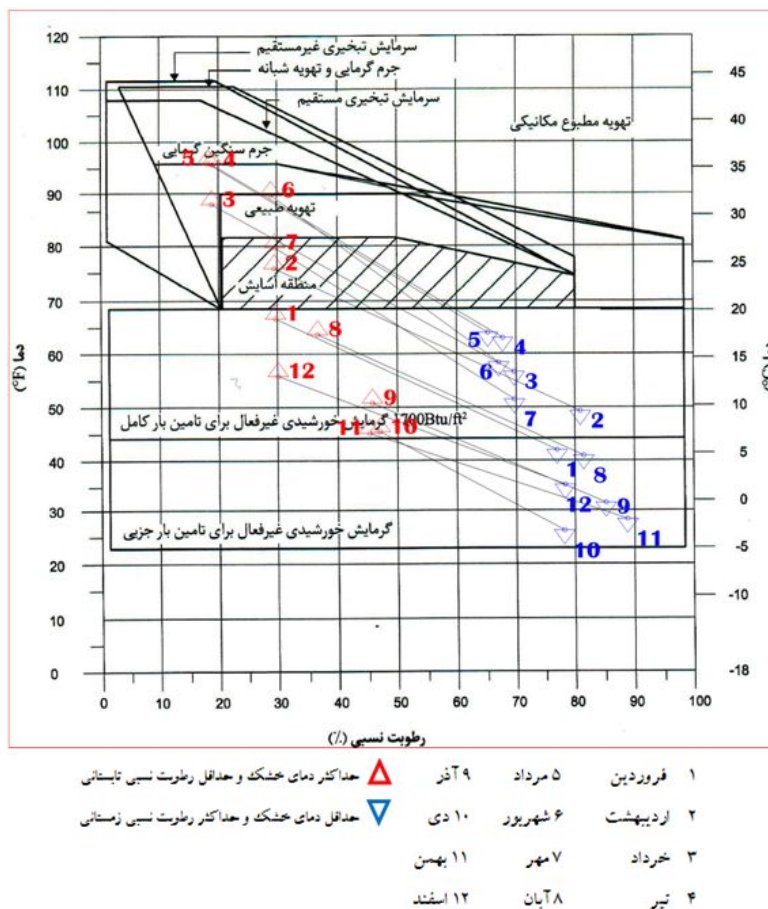
زمانی آسایش حرارتی انسان تحقق می‌یابد که از نظر ذهنی، فکری و جسمی در شرایط آسایش قرار داشته باشد. بسیاری از محققان بر این اعتقادند که خنثی بودن حرارتی تعبیری دقیق‌تر از آسایش حرارتی است، در چنین محیطی انسان نه احساس سرما می‌کند و نه احساس گرما و نه احساس ناراحتی موضعی ناشی از کوران هوا، اتاق سرد و لباس ناهمگون. برای تعیین بهترین روش زیست اقلیم در این شهرستان از روش‌های گیونی، ماهانی، اوانز و اولگی استفاده شده است.

مدل زیست اقلیم اولگی

ویکتور اولگی ثابت نمود که در موقع بسیار گرم که کمترین حرکت متابولیسمی بدن می‌تواند ایجاد ناراحتی نماید، رابطه‌ی دمای خشک هوا و احساس انسان از وضعیت گرمایی، محسوس‌تر از دمای مؤثر و وضعیت گرمایی است. وی جدول بیوکلیماتیکی ارائه داد که در آن حدود آسایش انسان بر اساس تغییرات دو عنصر اقلیمی دما و رطوبت نسبی هوا تعیین شده است (واتسون، ۱۳۷۶، ۳۸).

داده‌های اقلیمی بر روی شهرستان قزوین بر روی نمودار اولگی نشان می‌دهد که فقط در ماه‌های اردیبهشت و مهر در وضعیت سایه و سرعت هوای نامحسوس روزانه، انسان احساس راحتی خواهد نمود. دمای روزانه فروردین و آبان نیز در صورت استفاده از مصالح و روکار مناسب ساختمان می‌تواند داخل محدوده آسایش قرار گیرد. شرایط روزانه دمای هوا در خرداد، تیر، مرداد، شهریور گرم است و برای ایجاد آسایش، باید از تابش مستقیم آفتاب جلوگیری شود و از ویژگی سرمایی تبخیر آب مانند به‌کارگیری کولرهای آبی استفاده شود، زیرا تبخیر با جذب مقدار قابل توجهی از گرمای هوا بر وسعت منطقه‌ی آسایش می‌افزاید.

دمای روز هنگام آذر، دی، بهمن، اسفند و شبانه‌ی خرداد، شهریور، اردیبهشت، مهر، خرداد، تیر، مرداد در محدوده سرد قرار دارد. شب‌های فروردین، آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند در محدوده‌ی خیلی سرد قرار دارند. بنابراین در طراحی ساختمان باید امکان نفوذ پرتوهای خورشیدی در روزهای دوره‌ی سرد سال فراهم شود. برای ایجاد دمای آسایش در فضای درونی بنا در هوای سرد شبانه نیز بهره‌گرفتن از مصالح ساختمانی مناسب و امکان به‌کارگیری سیستم‌های گرمایشی برای گرم کردن ساختمان، در نقشه‌های معماری توصیه می‌شود.



تصویر ۲- نمودار زیست اقلیمی ساختمان منطبق بر نمودار اولگی برای شهرستان قزوین بر اساس حداکثر دمای خشک و حداقل رطوبت نسبی تابستانی و حداقل رطوبت نسبی زمستانی و حداکثر دمای خشک و حداکثر رطوبت نسبی زمستانی



شاخص اوانز

الف) تعیین منطقه آسایش با شاخص اوانز: برای ارزیابی شرایط گرمایی ماهانه هر محل با روش اوانز، باید بر اساس میانگین کمینه رطوبت نسبی هر ماه، «محدوده‌ی منطقه‌ی آسایش روزانه» تعیین شود و با میانگین بیشینه دمای هوای آن ماه مقایسه شود. محدوده منطقه‌ی آسایش شبانه در هر ماه نیز با توجه به میانگین بیشینه رطوبت نسبی ماهانه مشخص می‌شود و با ارتباط میانگین کمینه‌ی دمای هوای آن ماه سنجیده می‌شود.

با توجه به شاخص اوانز و با توجه به دامنه‌های گرمایی آن و در نظر گرفتن میانگین بیشینه دمای هوا و کمینه رطوبت نسبی، شرایط دمایی روزانه حالت های الف، ب، ج تعیین گردید.

- **سرد:** در حالت الف؛ ۷ ماه، حالت ب ۶ ماه، حالت ج ۵ ماه از سال را شامل می‌شود.
- **گرم:** در حالت الف؛ ۴ ماه، حالت ب ۴ ماه، حالت ج ۶ ماه از سال را شامل می‌شود.
- **راحت:** در حالت الف؛ ۱ ماه، حالت ب ۲ ماه، حالت ج ۱ ماه از سال را شامل می‌شود.

جدول ۱- شرایط دمایی روزانه و شبانه بر پایه دامنه آسایش شاخص اوانز در شهرستان قزوین

ماه‌های سال	شرایط دمایی هوای روزانه			شرایط دمایی هوای شبانه		
	الف	ب	ج	الف	ب	ج
فروردین	سرد	سرد	راحت	سرد	سرد	سرد
اردیبهشت	سرد	راحت	گرم	سرد	سرد	سرد
خرداد	گرم	گرم	گرم	سرد	سرد	سرد
تیر	گرم	گرم	گرم	سرد	سرد	راحت
مرداد	گرم	گرم	گرم	سرد	سرد	راحت
شهریور	گرم	گرم	گرم	سرد	سرد	سرد
مهر	راحت	راحت	گرم	سرد	سرد	سرد
آبان	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
آذر	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
دی	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
بهمن	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
اسفند	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد

با توجه به شاخص اوانز و با توجه به دامنه‌های گرمایی آن و در نظر گرفتن میانگین کمینه دمای هوا و بیشینه رطوبت نسبی، شرایط دمایی شبانه حالت‌های الف، ب، ج تعیین گردید.

- **سرد:** در حالت الف؛ ۱۲ ماه، حالت ب ۱۲ ماه، حالت ج ۱۰ ماه از سال را شامل می‌شود.
- **گرم:** در حالت الف؛ ب و ج دیده نمی‌شود.
- **راحت:** در حالت الف و ب دیده نشده و حالت ج ۲ ماه از سال را شامل می‌شود.

شاخص ماهانی

کارل ماهانی در جدولی محدوده‌های آسایش در روز و شب را بر اساس دما و رطوبت نسبی چنین تعیین کرده است: ماهانی منطقه آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به متوسط سالانه دما و متوسط رطوبت نسبی محل مورد مطالعه، تعیین نموده است. ماهونی نشانه و مفهوم کلی شاخص‌ها را در دو گروه «خشک» و «مرطوب» با تقسیم‌بندی انجام داده است که با توجه به شرایط خاص هر گروه پیش‌بینی‌ها و شرایط طراحی جداگانه‌ای طرح شده است. با توجه به شاخص ماهانی و با توجه به دامنه‌های گرمایی آن و در نظر گرفتن میانگین بیشینه دمای هوا و کمینه رطوبت نسبی، شرایط دمایی روزانه تعیین شد.

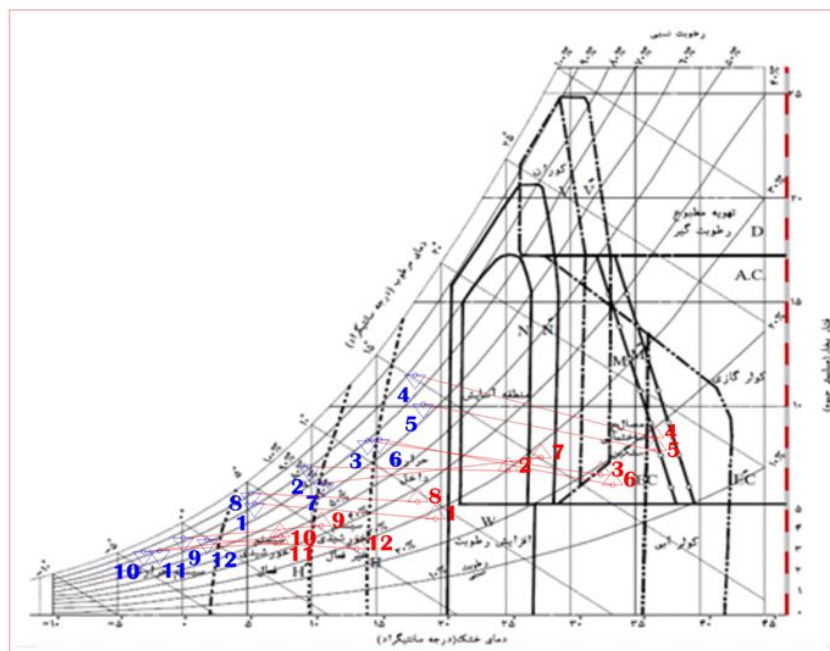
- **سرد:** ۷ ماه از سال را شامل می‌شود.

- **گرم:** ۲ ماه از سال را شامل می‌شود.
 - **راحت:** ۳ ماه از سال را شامل می‌شود.
- با توجه به شاخص ماهانی و با توجه به دامنه‌های گرمایی آن و در نظر گرفتن میانگین کیمینه دمای هوا و بیشینه رطوبت نسبی، شرایط دمایی شبانه تعیین شد.
- **سرد:** ۸ ماه از سال را شامل می‌شود.
 - **گرم:** در هیچ ماهی از سال دیده نمی‌شود.
 - **راحت:** ۴ ماه از سال را شامل می‌شود.
- جدول ۲-** جدول زیست‌اقلیمی ماهانی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند نیاز به حفاظت از سرما و ضرورت استفاده از ظرفیت گرمایی (انباشت گرما در جداره‌ی ساختمان) وجود دارد، و در خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر شرایط آسایش حکم فرماست.

ماه سال	شرایط دمای هوای روزانه	شرایط دمای هوای شبانه
فروردین	سرد	سرد
اردیبهشت	سرد	سرد
خرداد	راحت	راحت
تیر	گرم	راحت
مرداد	گرم	راحت
شهریور	راحت	راحت
مهر	راحت	سرد
آبان	سرد	سرد
آذر	سرد	سرد
دی	سرد	سرد
بهمن	سرد	سرد
اسفند	سرد	سرد

تعیین منطقه‌ی آسایش با شاخص گیونی

گیونی (۱۹۶۹) با ترسیم منحنی‌هایی بر روی جدول سایکرومتریک میزان سودمندی و حدود استفاده از تهویه طبیعی، خصوصیات مصالح ساختمانی، افزودن رطوبت به هوای داخلی و همچنین ضرورت استفاده از دستگاه‌های مکانیکی را در رابطه با شرایط گرمایی گوناگون هوای پیرامون ساختمان مشخص نموده است. در سال ۱۹۸۱ استفاده از سیستم‌های خورشیدی فعال و غیر فعال به نمودار افزوده شد. تغییر نقاط بر روی نمودار سایکرومتریک به معنای تغییر شرایط است (سلطان‌دوست، ۱۳۹۰، ۳۳).



- ۱ فروردین ۵ مرداد ۹ آذر
 ۲ اردیبهشت ۶ شهریور ۱۰ دی
 ۳ خرداد ۷ مهر ۱۱ بهمن
 ۴ تیر ۸ آبان ۱۲ اسفند
- ▲ حداکثر دمای خشک و حداقل رطوبت نسبی تابستانی
 ▼ حداقل دمای خشک و حداکثر رطوبت نسبی زمستانی

تصویر ۳- نمودار زیست - اقلیمی ساختمان منطبق بر نمودار گیونی^{۱۰} بر ای قزوین بر اساس حداکثر دمای خشک و حداقل رطوبت نسبی تابستانی و حداقل دمای خشک و حداکثر رطوبت نسبی زمستانی

روزهای ماه اردیبهشت در محدوده‌ی آسایش قرار دارد در این محدوده انسان در طی روز به‌طور طبیعی دارای آسایش است و هوای داخل ساختمان از نظر آسایش مطبوع و مطلوب است. در مواقعی از ساعات شب تا طلوع آفتاب دمای هوا از محدوده‌ی آسایش خارج و از محدوده‌ی H' نیز خارج می‌شود. در این مواقع از شب می‌توان با کسب حرارت، هوای داخل ساختمان را به حد آسایش رساند. روزهای فروردین و آبان و شب‌های تیر، مرداد و شهریور شرایط حرارتی هوای داخل ساختمان در محدوده‌ی H قرار دارد. در این روزها اگر چه دمای هوای بیرون برای انسان سرد است و تا حدی غیرقابل تحمل است، اما دمای داخل ساختمان گرم‌تر از بیرون و برای انسان مطبوع و مناسب است. شرایط دمایی روزانه دی، بهمن و شبانه آبان تا اردیبهشت خارج از محدوده H قرار دارد و بیان‌گر این مطلب است که شرایط دمایی فضای اندرونی ساختمان سرد است. برای ایجاد آسایش در داخل ساختمان باید از وسایل گرمایشی مکانیکی استفاده کرد. روزهای ماه مهر نیز در محدوده شرایط قابل تحمل بوده و در روزهای ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهرستان شرایط حرارتی در منطقه‌ی M قرار دارد با استفاده از مصالح متناسب می‌توان منطقه آسایش را در داخل ساختمان مؤثر دانست. روزهای ماه تیر و مرداد از کولر آبی نیز می‌توان استفاده نمود. در شب‌های ماه‌های خرداد، مهر با استفاده از مصالح مناسب می‌توان منطقه آسایش را در داخل ساختمان ایجاد نمود. شرایط روزانه آذر و اسفند را می‌توان با مصالح مناسب و بدون استفاده از وسایل گرمازا تأمین نمود.

جدول ۳- حدود عملکرد مصالح مختلف بر اساس نمودار زیست‌اقلیمی گیونی برای شهرستان قزوین

ماه سال	حدود عملکرد مصالح مختلف در روز	حدود عملکرد مصالح مختلف در شب
فروردین	محدوده ای تأثیر مصالح	وسایل گرمازا
اردیبهشت	آسایش	وسایل گرمازا



محدوده‌ای که استفاده از مصالح مناسب ساختمانی متناسب با اقلیم	محدوده‌ای تأثیر مصالح	خرداد
محدوده‌ای که استفاده از مصالح مناسب ساختمانی متناسب با اقلیم و کولر آبی (وسایل سرمایشی)	محدوده‌ای تأثیر مصالح	تیر
محدوده‌ای که استفاده از مصالح مناسب ساختمانی متناسب با اقلیم و کولر آبی (وسایل سرمایشی)	محدوده‌ای تأثیر مصالح	مرداد
محدوده‌ای که استفاده از مصالح مناسب ساختمانی متناسب با اقلیم	محدوده‌ای تأثیر مصالح	شهریور
قابل تحمل	محدوده‌ای تأثیر مصالح	مهر
محدوده‌ای تأثیر مصالح	وسایل گرمازا	آبان
محدوده‌ای تأثیر مصالح	وسایل گرمازا	آذر
وسایل گرمازا	وسایل گرمازا	دی
وسایل گرمازا	وسایل گرمازا	بهمن
محدوده‌ای تأثیر مصالح	وسایل گرمازا	اسفند

با توجه به نمودار گیونی تنها دو ماه از سال (تیر و مرداد) در روز وسایل سرمایشی مورد نیاز است و در زمستان ۲ ماه در روز و ۷ ماه در شب وسایل مکانیکی تولید گرما مورد نیاز است.

جدول ۴- حدود منطقه آسایش بر اساس نمودارهای زیست اقلیمی برای شهرستان قزوین

ماه سال	شاخص اولگی	شاخص اوانز	شاخص ماهانی	شاخص گیونی	کلی
فروردین	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
اردیبهشت	آسایش	سرد	سرد	آسایش	آسایش
خرداد	گرم	گرم	راحت	گرم	گرم
مهر	آسایش	راحت	راحت	سرد	آسایش
آبان	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
آذر	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
دی	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
بهمن	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
اسفند	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد

با توجه به جدول بالا در هیچ یک از ماه‌های سال بجز دی و بهمن ماه در مراکز آموزشی در صورت استفاده از مصالح مناسب نیازی به وسایل سرمایشی و گرمایشی نیست (رنگ آبی نشانگر استفاده از وسایل سرمایشی است).

معیارهای معماری همساز با اقلیم در مراکز آموزشی شهرستان قزوین

جهت ساختمان: در تعیین جهت جهت استقرار برای ساختمان‌های آموزشی می‌بایست شرایط اقلیمی با موقعیت ساختمان نسبت به مراکز تولید سرو صدا شیب زمین و دسترسی‌های در نظر گرفته شود. در ارتباط با تأثیر بادهای محلی آن چه به تعیین جهت مربوط می‌شود، جلوگیری از اتلاف حرارت ایجاد شده در فضای داخلی است.

در محاسبات زاویه تابش خورشید در روزهای سال با توجه به عرض جغرافیایی قزوین با نمود اعشاری ۳۶،۲۵، در ساعات مختلف روز، حداکثر زاویه تابش در ۲۹ خرداد ماه یعنی روز ۹۱ ام سال و حداقل زاویه تابش در ۲۸ آذر یعنی روز ۲۷۴ ام سال با توجه به رابطه ذکر شده در بالا تعیین شد. به دلیل زیاد بودن حجم محاسبات باقی مانده روزها ذکر نشده است. برای محاسبه انرژی حرارتی خورشیدی حاصل در سطوح مختلف روش نمودار الگی (دیاگرام) و روش‌های محاسباتی مختلفی وجود دارد که در این پژوهش از روش محاسباتی زیر استفاده شد. این روش، به روش محاسباتی قانون کسینوس معروف است.

$$L_s = L_N \cos \alpha \quad \cos \alpha = \cos \beta \cos (Z - N) \quad , \quad L_N = I \cdot \exp(-A / SI N \beta)$$

L_s شدت تابش بر روی سطح، L_N شدت تابش خورشید بر روی سطح عمود بر پرتوی خورشید، α زاویه میان شعاع خورشید و خط عمود بر سطح است. β زاویه تابش، Z زاویه جهت تابش، N زاویه جهت دیوار که در مسیر عقربه‌های ساعت از طرف شمال و بر حسب درجه اندازه‌گیری می‌شود، است.

$I \cdot$ ثابت خورشیدی، A ضریب خاموشی، β زاویه تابش خورشید است.



میزان انرژی تابیده شده بر دیوارهای قائم در جهات مختلف جغرافیایی به تفکیک مواقع سرد و گرم سال در ساعات تئوری نمی‌تواند مبنای قضاوت درست در تعیین جهت ساختمان باشد. باید با ضرب اعداد بدست آمده در ضریب ساعات آفتابی آن ماه (تعداد ساعات آفتابی هر ماه تقسیم بر طول روز هر ماه) مقادیر واقعی به‌دست می‌آید.

جدول ۵- میزان انرژی تابیده شده بر سطوح قائم در شهرستان قزوین بر BTU/h/ft^2

زاویه	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت	زاویه	مواقع گرم	مواقع سرد	تفاوت
شمال	-	-	-	جنوب	۳۴۳۳	۴۴۶۰	۱۰۲۷
+۱۵	۲۱۳	۱۰۲	-۱۱۱	+۱۹۵	۳۹۴۴	۴۰۳۹	۹۵
+۳۰	۷۲۱	۳۳۸	-۳۸۳	+۲۱۰	۴۴۷۵	۳۴۹۸	-۹۷۷
+۴۵	۱۲۹۷	۷۷۴	-۵۲۳	+۲۲۵	۴۹۲۰	۳۰۹۹	-۱۸۲۱
+۶۰	۱۹۰۳	۱۳۵۹	-۵۴۴	+۲۴۰	۴۸۶۷	۳۱۰۸	-۱۷۵۹
+۷۵	۲۴۷۵	۲۱۹۶	-۲۷۹	+۲۵۵	۴۸۸۹	۱۸۷۴	-۳۰۱۵
شرق	۲۸۹۴	۲۶۶۱	-۲۳۳	غرب	۴۳۶۲	۱۳۰۵	-۳۰۵۷
+۱۰۵	۳۳۲۷	۲۳۱۸	-۹	+۲۸۵	۳۷۵۰	۱۰۱۸	-۲۷۳۲
+۱۲۰	۳۳۰۵	۳۶۹۸	۳۹۳	+۳۰۰	۲۹۰۷	۴۴۰	-۳۴۶۷
+۱۳۵	۳۴۲۵	۴۴۸۰	۱۰۵۵	+۳۱۵	۱۹۵۲	۱۶۸	-۱۷۸۳
+۱۵۰	۳۳۴۷	۴۵۴۰	۱۱۹۳	+۳۳۰	۱۰۶۷	۲۰	-۱۰۴۷
+۱۶۵	۳۳۴۴	۴۶۸۶	۱۴۴۲	+۳۴۵	۳۲۳	-	-۳۲۳

جدول ۶- محاسبه ضریب ساعات آفتابی در شهرستان قزوین

تعداد ساعات آفتابی در گرم‌ترین ماه	طول روز در گرم‌ترین ماه	ضریب ساعت آفتابی در گرم‌ترین ماه	تعداد ساعات آفتابی در سردترین ماه	طول روز در سردترین ماه	ضریب ساعت آفتابی در سردترین ماه
۳۵۷٫۴	۴۴۸٫۷۴	۰٫۷۹۶	۱۵۵٫۴	۲۸۵٫۷۶	۰٫۵۴۳

بر اساس انرژی دریافتی سطوح قائم در شهرستان قزوین جهت ۱۶۵ + بهترین جهت است؛ ولی با توجه به وزش باد غالب و زمستانی که هر دو از جانب جنوب شرقی می‌وزند می‌توان گفت که با در نظر گرفتن میزان تفاوت انرژی در مواقع سرد و گرم و جهت باد، جانب جنوب بهترین حالت است.

بازشوها: علاوه بر تأمین روشنایی طبیعی در فضاهای داخل به خصوص در فضاهای آموزشی، قرار دادن پنجره‌ها در جبهه‌ی مناسب و با مساحت مناسب می‌تواند تأثیر بسزایی در بهبود کیفیت شرایط داخلی فضاهای آموزشی داشته باشد. تهویه و نور طبیعی فضاهای داخلی مراکز آموزشی جامعه‌ی آماری برای محاسبه‌ی نورطبیعی مورد نیاز ساختمان در فضاهای آموزشی مقدار تقریبی سطح پنجره در حدود یک سوم تا یک هشتم سطح جانبی در نظر گرفته شده است (قاضی‌زاده، ۱۳۷۲، ۱۹۲).

رابطه‌ی عمق سایبان با ارتفاع پنجره: با توجه به ساعات استفاده از مراکز آموزشی، لذا چنانچه عمق سایبان‌ها برای ماه‌های مهر یا اردیبهشت و خرداد در نظر گرفته شود، در فصل گرم مانع نفوذ تابش خورشید شده و در فصول سرد از ورود انرژی تابشی خورشید جلوگیری نمی‌کند. ضمناً برای اطمینان از اینکه سایبان مزبور از نفوذ مستقیم ورود آفتاب به داخل ساختمان در زمستان جلوگیری نمی‌کند، باید ارتفاع سایه‌ای که در نتیجه این سایبان ایجاد می‌شود، محاسبه شود و همچنین عمق نفوذ آفتاب در سردترین روز سال را محاسبه و بررسی شود. برای به‌دست آوردن ارتفاع سایه ایجاد شده از فرمول زیر استفاده می‌شود (کسمائی، ۱۳۷، ۵۳):

$$H=(D \cdot tg \beta) / \cos (Z+N)$$

H ارتفاع سایه ایجاد شده در ۲۸ آذر، D پیش آمدگی سایبان افقی، β زاویه تابش در اول در ۲۸ آذر (در ساعت ۱۲) هنگام ظهر، Z زاویه سمت در ۲۸ آذر است. در ادامه با همین فرمول بالا برای یک متر ارتفاع پنجره، حداقل عمق سایبان تعیین می شود. که با بیشتر شدن ارتفاع پنجره عمق سایبان نیز بیشتر می شود و ارتفاع کف تا سقف کلاس ها ۲/۹۰ فرض شده است. لازم به ذکر است که مبنای محاسبات پایه در این قسمت جهت گیری ایده آل می باشد.

$$\text{عمق سایبان} = t g \beta / \cos(Z+N)$$

جدول ۷- زاویه و جهت تابش آفتاب در روز اول ماه های گرم سال در جهت جنوب در شهرستان قزوین

ساعت	زاویه تابش	جهت تابش	عمق سایبان
۱۰	۵۳/۹۳	۱۳۳/۹۲	۴۱
۱۱	۶۲/۵۰	۱۴۶/۷۹	۴۴
۱۲	۶۶/۰۵	۱۸۰	۴۵
۱۰	۵۹/۶۲	۱۱۲/۴۲	۲۲
۱۱	۶۹/۷۲	۱۳۵/۷۲	۲۶
۱۲	۷۴/۵۲	۱۸۰	۲۸
۱۰	۴۲/۷۸	۱۳۷/۰۸	۷۹
۱۱	۴۹/۴۴	۱۵۶/۵۵	۷۸
۱۲	۵۱/۹۳	۱۸۰	۷۸

بر اساس این جدول می توان نتیجه گرفت که با توجه به جهت گیری ایده آل ساختمان ها در شهرستان قزوین می توان با سایبانی به عمق ۲۲ سانتی متر از تابش آفتاب در ماه های گرم سال جلوگیری نمود. ضمناً برای اطمینان از اینکه سایبان مزبور از نفوذ مستقیم ورود آفتاب به داخل ساختمان در زمستان جلوگیری نمی کند، باید ارتفاع سایه ای که در نتیجه این سایبان ایجاد می شود، محاسبه شود و همچنین عمق نفوذ آفتاب در سردترین روز سال را محاسبه و مورد بررسی قرار داد:

$$t g \alpha = 0.128 / 0.22 = 0.583 \quad , \quad H = (0.22 * t g 30.25) / \cos(180+0) = 0.128$$

$$۴.۹۷ - ۰.۲۲ = ۴.۷۵ \quad , \quad \ell = 2.90 / .583 = 4.97 \quad , \quad \ell = h / t g \alpha$$

میزان نفوذ آفتاب به داخل کلاس در ۲۸ آذرماه برای جهت جنوب ۴/۷۵ متر است پس مناسب در زمستان است. در نتیجه این سایبان مانع نفوذ آفتاب به داخل کلاس نمی شود.

جدول ۸- رابطه میان ارتفاع پنجره و عمق سایبان در جهت جنوب مراکز آموزشی با جهت گیری جنوبی بنا در شهرستان قزوین

ارتفاع پنجره	عمق سایبان
۱	۰/۲۲
۱/۲۵	۰/۲۷
۱/۵	۰/۳۳

طراحی میزان فضای سبز: پوشش چمن یک سیستم حرارتی پیچیده ایجاد می کند که حداکثر مزایای آب و هوایی تابستان و زمستان را فراهم می کند. تأثیرات مفید آن را می توان در چند مورد توضیح داد (زندیه و حصاری، ۱۳۹۱، ۹۰):

- علف و پوشش های گیاهی انبوه مانع از جذب تشعشع خورشید توسط زمین می شود به طوری که ۲۰ تا ۳۰ درصد انرژی خورشید منعکس شده و بقیه جذب پوشش گیاهی می شود، بنابراین سطح بام سایه دار بوده و نسبت به یک بام معمولی خیلی کمتر انرژی حرارتی کسب می کند.
- یک پوشش گیاهی کوتاه که خوب آبیاری شده باشد، انرژی حرارتی خورشیدی در طول ماه های تابستان را حدوداً تا ۱۰۰۰ الی ۱۲۰۰ BTU/FT² (۱۱۳۵۰ تا ۱۳۶۳۰ متر مربع / کیلوژول) از طریق تبخیر در هر روز پراکنده می کند (حدود ۸۰٪ تابش رسیده به زمین). بنابراین انرژی خالص رسیده به خاک به سبب برودت محیط بسیار کاهش می یابد.



فرم بنا: در شهرستان مورد مطالعه با توجه به اطلاعات آسایش اقلیمی می‌توان نتیجه گرفت که بهتر است ساختمان‌ها به صورت مکعب و ترجیحاً مکعب مربع باشد تا بتواند از نور جنوب استفاده نماید و در این حالات ایده‌آل این است که در جبهه جنوبی کلاس‌ها و کارگاه‌ها مستقر و در جبهه شمالی سرویس‌ها، پله و فضاهایی با کاربری بدون نیاز به نور جنوب قرار گیرد. پژوهش حاضر بر آن است که به بررسی و ارائه راهکار جهت طراحی معماری فضاهای آموزشی شهرستان قزوین که دارای پهنه‌بندی سه‌گانه اقلیمی است پرداخت و در آن سعی شد بر مبنای اسناد و مدارک در دسترس به این مهم بپردازد که پیش از این توسط پژوهشگران دیگر به آن نپرداختند.

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به موضوعات مطرح شده در این پژوهش بازتاب مطالب ارائه شده به طور خلاصه به شرح زیر است. حدود تغییرات دما و رطوبت هوای شهرستان قزوین در رابطه با چهار روش (گیونی، ماهانی، اولگی و اوانز) نشان می‌دهند که هوای این شهرستان، در اکثر ماه‌های سال خارج از محدوده آسایش قرار دارد و با اصول طراحی معماری متناسب با اقلیم منطقه می‌توان در اکثر اوقات سال به راحتی، شرایط آسایش حرارتی را فراهم نمود. در بررسی محدوده‌های سرمایی و گرمایی این شهرستان می‌توان گفت که در شهرستان قزوین استفاده از خصوصیت ظرفیت گرمایی مصالح در تقریباً ۵۵٪ در سال به دلیل اختلاف دما شب و روز امکان‌پذیر است. پس می‌توان استفاده از مصالحی با این ویژگی‌ها را مد نظر داشت. تنها در صورت استفاده از حداکثر میزان توانایی‌ها و قابلیت‌های مصالح، نیاز به وسایل گرمایشی به میزان صفر می‌رسد و استفاده از وسایل سرمایشی در شهرستان و پایگاه مورد مطالعه به ۱۶٪ در سال می‌رسد.

جدول ۹- حدود منطقه آسایش بر اساس نمودارهای زیست‌اقلیمی برای شهرستان قزوین

ماه سال		شاخص اولگی	شاخص اوانز	شاخص ماهانی	شاخص گیونی	کلی
فروردین	قزوین	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
اردیبهشت	قزوین	آسایش	سرد	سرد	آسایش	آسایش
خرداد	قزوین	گرم	گرم	راحت	گرم	گرم
مهر	قزوین	آسایش	راحت	راحت	سرد	آسایش
آبان	قزوین	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
آذر	قزوین	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
دی	قزوین	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
بهمن	قزوین	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
اسفند	قزوین	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد

در مجموع برای صرفه جویی در مصرف انرژی، و با توجه به کمبودها و نواقص موجود در ساختمان مراکز آموزشی شهرستان مطالعه، راهکارهای زیرجهت استفاده‌ی بهینه از انرژی‌های پاک ارائه می‌شود:

- با توجه به این که شهر مورد مطالعه اکثراً در محدوده‌های سرد در مدت زمان استفاده از مراکز آموزشی هستند، رنگ جداره‌ها به رنگ تیره باشد تا بتواند در فصول سرد سال از تابش استفاده نماید؛
- میزان پیش‌آمدگی در شهر قزوین ۴۰ سانتی‌متر برای پنجره‌های جنوبی است؛
- قرار دادن جبهه‌ی اصلی ساختمان مدرسه رو به جنوب برای قزوین است؛
- عدم سایه‌اندازی ضلع جنوبی روی خود ساختمان و همچنین جلوگیری از سایه‌اندازی دیگر ساختمان‌ها بر روی جبهه جنوبی؛
- فرم‌های ساختمان فشرده و متراکم با پلان مربع و حجم نزدیک به مکعب مربع؛
- دقت بر اندازه تعداد بازشوها و همچنین ابعاد آن به منظور کاهش تلفات انرژی؛

- کلاس‌های یک‌طرفه به‌طوری‌ه کلاس‌ها در سمت جنوب و راهروی محصور در شمال باشد؛
- پنجره‌های کلاس حدود ۱۵٪ مساحت کلاس در نظر گرفته شود؛
- تا حد امکان از درختان خزان‌پذیر در فضای سبز قرار گیرد؛
- استفاده از پنجره‌های دو یا سه جداره به منظور کمک به حفظ گرما در داخل؛
- استفاده از خاصیت ظرفیت گرمایی مصالح در ساختمان‌های مراکز آموزشی قزوین.

پی‌نوشت

- 1- Ecotect
- 2- Radiance
- 3- Revit
- 4- DesignBuilder
- 5- PMV/PPD
- 6- CFD
- 7- Olgy
- 8- Evanz
- 9- Mahani
- 10- Giyuni

حامیان مالی: موردی از طرف نویسندگان اعلام نشده است.

مشارکت نویسندگان: نویسندگان تأیید می‌کنند که هر دو نویسنده به‌صورت برابر در نگارش مقاله سهیم بوده‌اند.

اعلام عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

بیانیه شفافیت کاربست هوش مصنوعی: نویسندگان از هیچ یک از ابزارهای هوش مصنوعی استفاده نکرده‌اند.

قدردانی: ما از همه افراد برای مشاوره علمی در این مقاله سپاس‌گزاریم.

منابع

- بهادری‌نژاد، مهدی و یعقوبی، محمود. (۱۳۸۵). تهویه و سرمایش در ساختمان‌های سنتی ایران. تهران: مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول.
- پروانه، بهروز. شاه‌رخوندی، سید منصور و نظری، نجم الدین. (۱۳۹۰). تعیین وضعیت آسایش اقلیمی در مقیاس دهه‌ای بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی (مطالعه موردی: شهرستان الیگودرز). فصل‌نامه جغرافیایی آمایش محیط، ۱۴، ۱۴۲-۱۱۷.
- <https://www.magiran.com/p942434>
- حصاری، پدram و حافظی، سمیرا. (۱۴۰۲). واکاوی ویژگی‌های معماری انعطاف‌پذیر سکونت عشایر خراسان رضوی. مطالعات برنامه‌ریزی قلمرو کوچ نشینان، ۳(۲)، ۱۳-۲۲. [10.22034/jsnap.2023.399874.1060](https://www.magiran.com/p942434)
- حیدری، الناز. مهدی‌نژاد درزی، جمال الدین و دولابی، پویا. (۱۴۰۳). تأثیر چگونگی همجواری ساختمان‌های مسکونی از طریق رابطه فرم و سایه اندازه‌های خارجی مبتنی بر کاهش مصرف انرژی سرمایشی (مورد پژوهی: بافت تاریخی بوشهر). معماری و شهرسازی پایدار، ۱۲(۱)، ۱۲۷-۱۰۳.
- [10.22061/jsaud.2024.10158.2181](https://www.magiran.com/p942434)
- دهقان، مهدی. (۱۳۸۲). ابعاد اکولوژیکی مسکن سنتی در مناطق گرم و خشک ایران، مجله مسکن و انقلاب، شماره ۱۰۲، ۶۶-۷۵.
- <https://search.isc.ac/dl/search/defaultta.aspx?DTC=8&DC=372696>
- رتوفی ابوالفتح، نقدی، هادی و کیانیان، حمیدرضا. (۱۴۰۳). معماری سبز، مفهومی دیگر از توسعه پایدار. نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، ۸(۳۱)، ۶۰۱-۶۱۰. <https://www.majournal.ir/index.php/ma/article/view/3000>
- زندیه، مهدی و حصاری، پدram. (۱۳۹۱). تأثیر طراحی بام سبز بر بهینه‌سازی مصرف انرژی، ماهنامه شمس، شماره ۷۹-۸۰.
- زندیه، مهدی. حصاری، پدram و زندیه، عطیه. (۱۳۹۹). روش‌های انعطاف‌پذیری در به‌روزرسانی معماری و رویکردهای آموزشی مدارس. فناوری آموزش، ۱۵(۱)، ۱۸۱-۱۹۰. [doi.org/10.22061/jte.2019.3838.1947](https://www.majournal.ir/index.php/ma/article/view/3000)
- سلطان‌نوست، محمدرضا. (۱۳۹۰). اقلیم، معماری، تهویه مطبوع. تهران: انتشارات زرد، چاپ اول.
- طاوسی، تقی. عطایی، هوشمند و کاظمی، آریتا. (۱۳۸۷). اقلیم و معماری مدارس نوساز شهر اصفهان. مجله جغرافیا و توسعه، ۶(۱۱)، ۹۷-۱۱۴.
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۷۲). اقلیم و معماری، تهران: انتشارات خاک، چاپ دوم.
- فرج‌زاده اصل، منوچهر. قربانی، احمد و لشکری، حسن. (۱۳۸۷). بررسی انطباق معماری ساختمان‌های شهرستان سندج با شرایط زیست اقلیمی آن به روش ماهانی. فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۴، ۱۸۰-۱۶۱. https://hsm.sp.modares.ac.ir/article_14357.html

- فلاح، محمدحسن. (۱۳۸۴). صنعت ساختمان و توسعه پایدار. صفه، ۱۵ (۱)، ۶۴-۷۹. https://soffeh.sbu.ac.ir/article_99997.html
- محمدی مزرعه، حامد. (۱۴۰۲). تحلیل عناصر پایدار در معماری بومی بندرعباس. فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۱۴ (۳)، ۵-۷۳. [10.30473/grup.2023.9402](https://bsnt.modares.ac.ir/article_700.html)
- محمودی، محمدمهدی. و نیوی، سحر. (۱۳۹۰). روند توسعه فناوری اقلیمی با رویکرد توسعه پایدار. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی، ۱۱ (۱)، ۵۲-۳۵. https://bsnt.modares.ac.ir/article_700.html
- مسگران کرمانی، ریحانه. مفیدی شمیرانی، سید مجید و نیک قدم، نیلوفر. (۱۴۰۱). مدیریت اقلیمی فضاهای باز محلات شهری از طریق کنترل تناسبات پوسته‌ای. جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۱۳۷-۱۶۶ (۲)، ۱۰۸-۱۲۷. [10.22067/jgusd.2021.72067.1087](https://bsnt.modares.ac.ir/article_856.html)
- مولایی، محمدمهدی. پیله‌چی‌ها، پیمان و شادانفر، عطیه. (۱۳۹۸). بهینه‌سازی تناسبات بازشو و جبهه‌نورگیری با رویکرد کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی، ۹ (۲)، ۱۱۷-۱۲۳. https://bsnt.modares.ac.ir/article_856.html
- قبادیان، وحید. (۱۳۸۵). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران تهران: انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ چهارم.
- قاضی‌زاده، بهرام. (۱۳۷۲). اصول و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی، سازمان نوسازی و تجهیز مدارس کشور. <https://library.aui.ac.ir/inventory/100/2396.htm>
- سازمان هواشناسی کل کشور <https://www.irimo.ir/far/index.php>
- وصال، محمد. (۱۴۰۱). توسعه پایدار. دانشنامه اقتصاد، ۱۵ (۱)، ۱-۲. <https://jref.ir/97232>
- هاشمی، سیده راضیه و مرادی‌پور، رضا. (۱۴۰۴). تحلیل تطبیقی مصرف انرژی در معماری بومی اقلیم سرد با بهره‌گیری از شبیه‌سازی رایانه‌ای (مطالعه موردی: عمارت مختم و عمارت جاجرمی‌های شهر بجنورد). مطالعات میان‌رشته‌ای معماری ایران، ۴ (۸)، ۱۶۵-۱۹۲. [10.22133/isia.2026.540191.1248](https://www.irimo.ir/far/index.php)
- Hessari, P., Seyf shojaee, M. (2021). Evaluation of the optimal form of educational building based on energy consumption (Case study: Torbat Heydarieh city). *Journal of Urban Management and Energy Sustainability*, 2(4), 58-68 [10.22034/jumes.2021.558191.1081](https://www.irimo.ir/far/index.php)

