فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی، سال سوم، شماره هشتم، زمستان ۱۳۹۹

تدوین اصول طراحی مراکز آموزشی- تحقیقاتی با بهره‌گیری از راهکارهای اقلیمی مناطق کویری و بیابانی

علی امین[۱]

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۹/۱۸

چکیده

از شاخصه‌های اصلی معماری ایرانی-اسلامی توجه به اصول اقلیمی در طراحی است. کمبود مطالعات اقلیمی پیرامون مراکز آموزشی و اهمیت آسایش و الگوهای مصرف انرژی در این ساختمان‌ها، لزوم دستیابی به راهکارهای اقلیمیِ قابل اجرا در معماری امروز را آشکار می‌سازد. راهکارهای اقلیمی بیان شده در منابع موجود برای طراحی این مراکز به‌صورت کیفی و کلی و با استفاده از روش‌هایی سنتی همراه بوده‌اند. در این مقاله برای دستیابی به راهکارهایی ملموس و قابل اجرا (کمی) برای معماری امروزی، در ابتدا پرسشنامه‌ای بازپاسخ میان صاحب‌نظران توزیع و پاسخ‌های کسب شده بررسی و لیست اولیه راهکارها استخراج گردید. سپس برای تعیین میزان تأثیرگذاری راهکارها، با روش دلفی و با نرم‌افزار SPSS پاسخ‌ها تحلیل و لیست نهایی راهکارها الویت‌بندی شدند. در ادامه با بررسی داده‌های آب‌وهوایی ۵۰ سال گذشته در ۶ شهر کویری ایران به عنوان نمونه‌هایی قابل اتکا برای این اقلیم، داده‌های موردنیاز برای تعیین منطقه‌ی آسایش این اقلیم بدست‌آمد. در پایان عوامل بیوکلیماتیک و راهکارهای طراحیِ اقلیمی، در نرم‌افزار eQUEST مدل‌سازی شدند. بدین‌صورت که با شبیه‌سازی کامپیوتری فضای یک کلاس درسِ استاندارد برای اقلیم کویری و بیابانی، نتایج پرسشنامه و داده‌های آب‌وهوایی در نرم‌افزار نام‌برده اعمال و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند تا بهینه‌ترین شرایط برای طراحی اقلیمی نظیر زاویه‌ی جهت‌گیری ساختمان، ابعاد و جهت پنجره‌ها، عمق و اندازه سایبان‌ها، جنس مصالح و... بدست‌آید. در پایان این نتیجه حاصل شد که با به کارگیری شرایط مناسب در طراحی فضای درس می‌توان مصرف انرژی را تا ٪۶۵ کاهش داد.

[۱] کارشناس ارشد رشته مطالعات معماری ایران، دانشگاه تهران- دانشکده معماری و نویسنده مسئول، صندوق الکترونیکی: ali.amin@ut.ac.ir

کلمات کلیدی: طراحی اقلیمی، کویر، مدل‌سازی، مراکز آموزشی، معماری ایرانی.

۱- مقدمه

آب و هوا و مذهب بیش از هر عامل دیگری در نوع و شکل زندگی انسان تأثیر دارد (محمدی، ۱۳۹۰: ۱۱۴). همچنین تفکر پیش از هر اقدامی از ارزش‌های پسندیده در معماری ایرانی– اسلامی است. تأمل بیشتر در این موضوع حاکی از آن است که مفهوم توجه به اقلیم در دین اسلام و فرهنگ ایرانی ریشه داشته و در قالب تکریم منابع طبیعی جلوه‌گر شده است؛ به قسمی که پاسخگویی و سازگاری با شرایط آب‌وهوایی به‌عنوان اصلی‌ترین عامل در شکل دادن و شاخصه‌ای هویت‌بخش به این معماری در سطح جهان مطرح می‌گردد. اما متأسفانه امروزه در طرح‌های معماری، کمترین زمان و هزینه به برنامه‌ریزی عملکردی و مطالعه‌ی نیازهای اقلیمی نظیر رعایت شرایط جغرافیایی و فرهنگی و سازگاری با اقلیم و غیره اختصاص می‌یابد.

نظر به ویژگی‌های خاص و محدودکننده‌ی اقلیم گرم‌وخشک کویری و بیابانی ایران و نیز اینکه این پهنه بیشترین مساحت را نسبت به سایر پهنه‌های دیگر دارد، لذا تأکید اصلی پژوهش در این حوزه و نیل به راهکارهای اقلیمی برای معماری این منطقه است.

از دیگر منظر، یکی از مسئله‌های چالش برانگیز در طراحی مراکز آموزشی، عدم وجود شرایط آسایش اقلیمی در آن‌ها است. این امر باعث آسیب رساندن به طبیعت و عدم پاسخگویی به نیازهای عملکردی و عدم دستیابی به یک طرح پایدار و انعطاف‌پذیر در جهت کاهش مصرف منابع انرژی و خلق آسایش حرارتی طبیعی شده‌است.

طراحی هر ساختمان به‌ویژه مراکز آموزشی مستلزم شناخت شرایط محیطی و اقلیمی، ویژگی معماری سنتی و فناوری مناسب ساخت‌وساز و افزایش کیفیت محیط داخلی و کاهش مصرف انرژی و تأمین آسایش حرارتی است (Zhang et al, 2007: 23-24). تنظیم شرایط محیطی فضاهای آموزشی نظیر نور، صدا، تهویه و دما و... از مهم‌ترین اصول و لازمه‌ی آموزش صحیح

است. اصول طراحی یک مرکز آموزشی با رویکرد اقلیمی، خلق مکانی است که نسبت به شرایط مکانی پاسخگو و کنش‌مند باشد و از قابلیت‌های محیط بستر خود در راستای ایجاد شرایط محیطی مطلوب استفاده‌ی بهینه کند. بدین ترتیب نه تنها از تعادل بوم‌شناختی برخوردار خواهد بود، بلکه کمینه‌ی صدمات را به محیط زیست وارد می‌سازد.

از آنجا که در اقلیم گرم‌وخشک، میزان قابل‌توجهی از مصرف انرژی به تهویه مطبوع جهت تأمین شرایط آسایش افراد اختصاص داده می‌شود، در این مقاله سعی گردیده به بررسی اصول معماری اقلیمی مناطق کویری و بیابانی در مراکز آموزشی به منظور کاهش مصرف انرژی و تأمین آسایش حرارتی پرداخته شود.

۱-۱- پیشینه تحقیق

مطالعاتی که در ارتباط با معماری و اقلیم صورت گرفته است به راهکارهای اقلیمی در ساخت ابنیه تأکید داشته‌اند. برخی از این تحقیقات عبارت‌اند از: کسمایی و احمدی‌نژاد (۱۳۹۲) که در کتاب «اقلیم و معماری» اصول طراحی ساختمان را در ارتباط با اقلیم نواحی مختلف ایران بررسی کرده‌اند. کاویانی (۱۳۷۲) با استفاده از عناصر مهم اقلیمی، به تهیه‌ی نقشه‌ی زیست‌اقلیم و انسانی ایران پرداخته است. کسمایی (۱۳۷۲) منطقه آسایش و شرایط زیست‌اقلیمی مختلف را در ارتباط با دما و رطوبت نسبی مشخص نموده است.

کمبود مطالعات اقلیمی در خصوص ساختمان‌های آموزشی و همچنین اهمیت بحث آسایش در کنار لزوم بهره‌گیری از الگوهای بهینه مصرفی در ساختمان‌های آموزشی، لزوم انجام تحقیقات گسترده در این زمینه را مستلزم می‌سازد (Lanniello E., Ambrosio Alfano, FR, 2010: 35-38).

با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده، تاکنون به راهکارهای اقلیمی مؤثر و قابل اجرا برای ایجاد شرایط آسایش در مدارس پرداخته نشده است. لذا در این مقاله تلاش شده است این امر به صورتی کارآمد موردبررسی قرار گیرد.

۲-۱- سؤال و اهداف تحقیق

هدف از انتخاب این موضوع، حساسیت طراحی فضاهای آموزشی در وضعیت کنونی و مسأله‌ی صرفه‌جویی در زمینه‌ی انرژی است؛ زیرا یکی از مهم‌ترین اهدافی که در طراحی فضای آموزشی- تحقیقاتی باید مدنظر قرار گیرد، مسئله‌ی اقلیم و معماری سنتی و نقش آن در ایجاد آسایش حرارتی است.

در این تحقیق سعی شده با مرور گذرا بر مفاهیم و مبانی معماری اقلیمی در مناطق کویری و بیابانی ایران به راهکارهایی ملموس و قابل اجرا در قالب معماری امروزی برای رسیدن به ایده‌آل‌ترین شرایط از نظر کاهش مصرف انرژی و تأمین آسایش حرارتی دست یابیم تا ضرورت استفاده از سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی را به حداقل برسانیم.

در نهایت تلاش شده به تعیین اصول و ضوابط طراحی جهت طراحی فضاهای آموزشی در این اقلیم نائل شویم. برای رسیدن به این هدف، پاسخ به دو سؤال اساسی زیر راهگشا خواهد بود:

- آیا عناصر اقلیمی در معماری کهن ایران می‌تواند الگوی مناسبی جهت طراحی‌های امروزی برای مراکز آموزشی امروزی باشند؟

- چگونه می‌توان از داده‌های اقلیمی در طراحی‌های امروزی به ایده‌آل‌ترین وجه ممکن بهره جست؟

۳-۱- روش تحقیق

فرآیند مطالعه این تحقیق از چهار بخش مختلف و درعین‌حال مکمل و متناسب با هدف مراحل تحقیق تشکیل شده است:

در بخش اول تحقیق (چارچوب نظری مطالعه) به‌منظور شناخت اولیه اصول طراحی اقلیمی در مناطق کویری و بیابانی از روش قیاسی استفاده شده و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، اطلاعات نظری مربوط به راهکارهای معماری سنتی برای این اقلیم گردآوری شد.

در مراحل بعد سعی گردید پارامترهای مهم معماری اقلیمی از طریق پرسشنامه‌ی بازپاسخ میان صاحب‌نظران توزیع و پاسخ‌ها بررسی و لیست اولیه‌ی راهکارها استخراج گردد. در این مرحله، روش تحقیق، پیمایشی است که با استفاده از تکنیک دلفی[۱] انجام شده است و با استفاده از نرم افزار SPSS به تجزیه و تحلیل محتوای نتایج و ارزش‌گذاری هر یک از راهکارها انجامید.

در مرحله سوم به جمع‌آوری داده‌های آب‌وهوایی شش شهر یزد، کرمان، طبس، بیرجند، کاشان و اصفهان به عنوان نمونه‌های قابل اتکا برای جامعه آماری اقلیم کویری، از سایت سازمان هواشناسی استخراج گردید و با تکنیک تحلیل محتوا، اطلاعات موردنیاز به‌دست آمد.

در پایان به‌منظور بررسی عملکرد اصول و داده‌های اقلیمی و آب‌وهوایی، تصمیم گرفته شد که یک کلاس با ابعاد استاندارد برای اقلیم کویری و بیابانی به‌عنوان نمونه‌ی پایه در فضای

[۱] تکنیک دلفی یک روش پذیرفته‌شده با کاربرد گسترده، برای جمع‌آوری اطلاعات از پاسخ‌دهندگان در حوزه تخصصیشان است. این تکنیک به‌عنوان یک فرآیند ارتباط گروهی که با هدف دستیابی به همگرایی نظر و عقیده در یک موضوع خاص در دنیای واقعی طراحی شده است.

نرم‌افزار eQUEST شبیه‌سازی شود که تأثیر متغیرهای آب‌وهوایی و اصول طراحی اقلیمی برای دستیابی به طراحی ایده‌آل تجزیه و تحلیل شود.

۲- ضرورت کاربست عوامل اقلیمی در مراکز آموزشی

شناخت توان زیست‌اقلیمی یا بیوکلیماتی در معماری مراکز آموزشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی و از لحاظ زیست‌محیطی باعث آسایش حرارتی کاربران آن می‌شود. تبعیت از معیارهای زندگی مدرن موجب ایجاد ساختمان‌هایی شده است که با اقلیم منطقه مطابقت نداشته که برای ایجاد شرایط آسایش محیطی در آن، مصرف انرژی زیادی را مطالبه می‌کند؛ بنابراین حرکت به سوی بهره‌گیری از منابع طبیعی و پتانسیل‌های اقلیمی منطقه جهت فراهم آوردن آسایش و رفاه، ضرورتی انکارناپذیر است.

۱-۲-توصیه‌های طراحی اقلیمی در مناطق بیابانی و کویر

حدود ۹۰ درصد ایران را مناطق خشک تشکیل می‌دهد و عرصه‌های وسیعی از آن‌ها را نواحی مختلف کویری و بیابانی شامل می‌شوند. درجه حرارت بالا هنگام روز و گاهی هم شب‌ها، رطوبت نسبی بسیارپایین و بادهای غبارآلود و خشک از مشکلات عمده اقلیمی این مناطق به شمار می‌روند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۶-۱۲).

با این اوصاف ارزش معماری اقلیمی و سنتی در شهرهای کویری و بیابانی دو چندان است؛ زیرا آن‌ها خواسته‌های محیطی بیابان و ارزش‌های فرهنگی انسان نظیر آسایش خانواده را تبدیل به معماری کرده‌اند که نه تنها احتیاجات مادی بلکه نیازهای اجتماعی را نیز در بر می‌گیرد. معماران این شهرها از روشی استفاده کرده‌اند که به وسیله‌ی شرایط آب‌وهوایی بیابانی تعیین

می‌گردد. در هر صورت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، کاهش اتلاف حرارت ساختمان و جلوگیری از تأثیر هوای گرم خارج، از اهداف عمده طراحی اقلیمی در این پهنه‌ی اقلیمی است. در ادامه اصلی‌ترین راهکار معماری اقلیمی این مناطق تشریح شده است.

۱-۱-۲- جهت‌گیری ساختمان

چگونگی تابش خورشید و جهت وزش باد همواره برای استقرار صحیح بنا موردتوجه بوده است. در این اقلیم، جهت استقرار ساختمان باید به گونه‌ای باشد که در مواقع گرم سال حداقل انرژی خورشیدی و در ماه‌های سرد، حداکثر انرژی کسب شود(حافظیان، ۱۳۹۰: ۱۳-۱۷). توجه ویژه به لحاظ نمودن ساختمان به گونه‌ای که مانع ورود بادهای مزاحم شود و نحوه استقرار ساختمان‌های آموزشی و... در برخورد با این پدیده نیز قابل بررسی و اعمال نظر است (نظام‌نامه طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی، ۱۳۸۸: ۱-۴).

با توجه به تمامی این عوامل، فرم‌های کشیده‌ی شرقی- غربی نسبت به فرم‌های کشیده‌ی شمالی- جنوبی به دلیل کاهش سطوح خارجی مشرف به شرق- غرب از لحاظ کاهش مصرف انرژی ارجحیت دارند. جهت‌های ۱۵ و ۳۰ درجه شرقی مناسب‌ترین جهات استقرار و جهت‌های ۱۵ درجه غربی تا شمال نامناسب و جهت‌های ۳۰ تا ۶۰ درجه غربی نامناسب‌ترین جهات استقرار در این اقلیم محسوب می‌گردد (نظام‌نامه طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی، ۱۳۸۸: ۱-۴).

۲-۱-۲- فرم ساختمان

روش دیگر صرفه‌جویی در مصرف انرژی تقلیل سطوح در معرض تابش است. این امر از طریق ایجاد فشردگی صورت می‌پذیرد. این اصل در سازمان کالبدی شهرهای کویری ایران از

طریق در هم فشرده بودن رعایت شده است (گلکار، ۱۳۷۹: ۴۳-۵۲). به‌طورکلی هر چه ساختمان فشرده‌تر باشد میزان اتلاف انرژی حرارتی کمتر می‌شود (قطبی، ۱۳۸۱: ۴). همچنین بر لزوم طراحی فضاهای نیمه‌باز در ترکیب با فضاهای باز و بسته در مدارس این اقلیم جهت ایجاد فضاهای سایه و خنک به‌عنوان فضاهای جمعی تأکید شده است.

۳-۱-۲- گودال باغچه

یکی از عمده ویژگی‌های مراکز آموزشی در مناطق کویری و بیابانی پایین‌تر بودن سطح حیاط‌ها نسبت به معابر شهری بود که خود نتیجه‌ی عوامل مختلفی همچون مقابله با نیروی زلزله و کاهش تبادل حرارتی و تعدیل نوسان درجه حرارت در داخل بنا در طی شبانه‌روز بوده است. همچنین استفاده از خاک موجود برای تهیه‌ی خشت و احداث ساختمان و همچنین مهم‌ترین اصل تأمین آب بوده است. در این مناطق با ایجاد یک حیاط مرکزی در وسط ساختمان و تعبیه حوض آب و احداث باغچه باعث افزایش رطوبت در فضای زیستی ساختمان شده است (فلامکی، ۱۳۸۴: ۱۷۵).

۴-۱-۲- بازشوها

از میان تمامی عناصری که می‌توانند کارایی فضاهای آموزشی را بالا ببرند هیچ یک به اندازه نور روز بر کیفیت یادگیری مؤثر نیست (کامل‌نیا، ۱۳۹۳: ۲۲۸). استفاده حداکثر از نور طبیعی به جای نور مصنوعی برای کلاس‌ها و سایر فضاهای جمعی ضرورت دارد. از منظر روانشناسی نیز نور طبیعی باعث ایجاد نشاط و سرزندگی بیشتری نسبت به نور مصنوعی می‌شود.

با این وجود سطوح و تعداد بازشوها در این مناطق باید به حداقل ممکن کاهش یافته و در قسمت‌های فوقانی دیوار نصب گردند. از ایجاد پنجره‌های شرقی و به خصوص غربی اجتناب شود و در صورت اجبار سایبان‌های عمودی پیش‌بینی گردد (هاشمی، ۱۳۹۵: ۶۳). برای پنجره‌های جنوبی از سایبان برای ایجاد سایه بر روی پنجره در ماه‌های مهر و آبان استفاده شود

(ضوابط و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی، ۱۳۸۴: ۵۲). همچنین به‌دلیل اینکه تابش آفتاب در تابستان تقریباً عمودی است ولی در زمستان آفتاب با زاویه کمتری می‌تابد، با قرار دادن یک سایبان بالای پنجره‌های ضلع جنوبی، می‌توان از ورود تابش آفتاب و گرم شدن ساختمان در تابستان جلوگیری کرد (قبادیان، ۱۳۹۷: ۱۲۷). در این اقلیم نباید از نورگیرهای سقفی استفاده کرد زیرا باعث تابش مستقیم به فضاهای داخلی می‌شود و شرایط آسایش را برهم می‌زند.

۵-۱-۲- سایه‌اندازی

بهتر است برای ایجاد سایه در فضاهای باز و نیز ورودی‌های ساختمان از بالکن استفاده شود. در این اقلیم از پوشش گیاهی خزان‌پذیر در مجاورت ساختمان استفاده شود؛ زیرا در تابستان سایه‌اندازی کرده و مانع نفوذ حرارت خورشید به داخل بنا می‌شود و در زمستان، تابش نور خورشید به داخل ممکن خواهد بود.

۶-۱-۲- تهویه

به منظور ایجاد کوران در فضای داخلی مراکز آموزشی و استفاده از انرژی باد برای تهویه، راهکارهایی می‌توان در نظر گرفت مانند استفاده از تأثیر دودکش‌ها (افزایش ارتفاع بخشی از فضای مرکزی) یا بادگیرها، طراحی عناصر محوطه مدرسه به نحوی که گیاهان و بناهای مجاور باعث هدایت بادهای مطلوب به ساختمان شود، استفاده از سقف‌های بلند، طرح و سازماندهی پلان به نحوی باشد که امکان گردش هوا در اطراف ساختمان ایجاد شود (هاشمی، ۱۳۹۵).

یکی دیگر از نیازهای ساختمان، خروج هوای گرم بیش از اندازه و ورود هوای تازه به داخل ساختمان می‌باشد. به‌همین منظور می‌توان با قرار دادن دریچه‌هایی در بالای دیوارها یا درها در نزدیکی سقف و یا دودکش‌هایی در بالای راه‌پله‌های ساختمان، گرمای اضافی را از فضای اصلی خارج کرد. البته خروج هوای گرم نیز به کنترل و تنظیم نیاز دارد، پس بهتر است با قرار دادن درپوش‌هایی در بالای دودکش‌ها یا دریچه‌های قابل تنظیم در بالای درها، این میزان

خروج هوا را تحت کنترل در آورد. در طراحی پنجره‌ها به جای طراحی یک پنجره بزرگ از دو پنجره با همان سطوح و در دورترین فاصله ممکن از هم طراحی گردد (ادوارد، ۱۳۸۹).

۷-۱-۲- مصالح

انتخاب خشت به‌عنوان مصالح اصلی ساخت‌وساز در این معماری و اولویت دادن به آن به‌جای چوب، سنگ و حتی آجر ناشی از عللی مانند کمبود چوب و موریانه‌خیز بودن این ناحیه است. کمبود سنگ و مقاومت نسبتاً کم سطوح سنگی در اثر اختلاف زیاد درجه حرارت شبانه‌روز نیز استفاده از این نوع مصالح را توجیه‌ناپذیر می‌کند.

وجود خاک فراوان جهت تولید خشت و مهم‌تر از آن خصوصیت ویژه بناهای خشتی و مقاومت حرارتی مطلوب آن، که هم در زمستان و هم تابستان آسایش حرارتی در این اقلیم را فراهم آورده، عامل اصلی استفاده از این نوع متریال جهت ساخت‌وساز بوده است.

دیوارهای خشتی و آجری که به لحاظ تحمل بار سنگین طاق‌های قوسی و گنبدی با ضخامت نسبتاً زیاد ساخته می‌شوند، مانند یک خازن حرارتی، نوسان درجه حرارت در طی شبانه‌روز را کاهش می‌دهند (فلامکی، ۱۳۸۴: ۱۷۵). برای استفاده از گرمایش هنگام شب در بیابان، معماران چیزی را به عنوان خازن یا توده حرارتی به‌کار می‌گیرند. مواد سنگین و متراکمی چون خاک می‌تواند مقدار قابل‌توجهی از گرمای خورشید را در روز جذب کند. خاک‌ها توده حرارتی بسیار بالا دارند و سقف‌ها و دیوارهای ضخیم ساخته شده با آن‌ها گرما را در طی روز نگه داشته و آن را تا شب در خود حفظ می‌کنند. در صبح که توده حرارتی ساختمان‌ها خنک شده است، عامل خنک شدن فضای داخل می‌شود. این عمل در طی روز که درجه حرارت بیرون بالا می‌رود مؤثر واقع می‌شود.

۳- کمی‌سازی داده‌های کیفیِ راهکارهای اقلیمی

همانطور که در تمامی منابع مشاهده می‌شود، راهکارهای ارائه شده برای طراحی اقلیمی مناسب شرایط آب‌وهوایی گرم‌وخشک کویری و بیابانی، به صورت توصیفات کیفی و کلی بیان شده‌اند و به توضیح این موضوع پرداخته نشده است که این راهکارهای سنتی که رعایت همه موارد آن‌ها ضرورت یا امکان ندارد و یا ممکن است در نتیجه نهایی کار تأثیر زیادی نداشته باشد، به چه میزان و حدودی باید در طراحی‌های امروزی گنجانده شود؛ بنابراین در مرحله اول می‌بایست راهکارهای اقلیمی استخراج شده را به روشی علمی و قابل اتکا، اولویت‌بندی و ارزش‌گذاری کرد. در مرحله بعد و پس از اولویت‌بندی راهکارهای کیفی، به منظور رسیدن به پیمانه‌ای قابل اجرا، حدود و میزان کمی هر یک از راهکارها مشخص شود، مانند میزان چرخش کشیدگی بنا، ابعاد و جهت ایده‌آل پنجره و....

برای مثال راهکارهای سنتی فراوانی برای افزایش عایق یا توده حرارتی جداره‌ها بیان شده است که در بالا به آن‌ها پرداخته شد؛ ولی بسیاری از این راهکارها، برای معماری امروز یا قابلیت اجرا را ندارد و یا میزان و حدود رعایت و اجرای آن مشخص نیست. به بیان دیگر تا چه میزانی باید راهکارهای فوق را رعایت کرد تا معماری ایده‌آل برای شرایط اقلیمی حاصل شود.

برای این منظور بعد از ارزش‌گذاری راهکارها، باید داده‌های آب‌وهوایی بستر و محل معماری را به دست آورد و با توجه به شرایط آسایش حرارتی متناسب با این داده‌ها، با شبیه‌سازی این راهکارهای اقلیمی در نرم‌افزارهای مرتبط و اعمال داده‌های اقلیمی و آب‌وهوایی در آن، به خروجی کمی و ایده‌آل برای توصیفات کیفی به‌منظور رسیدن به دستاوردهای ملموس و قابل اجرا دست یافت.

۱-۳- مرحله ۱: پرسش‌نامه به منظور ارزش‌گذاری به راهکارهای اقلیمی با روش دلفی و نرم‌افزار SPSS

راهکارهای اقلیمی ذکرشده در بالا به صورت توصیفات کیفی و کلی و عموماً به‌صورت راهکارهای سنتی هستند و همان‌گونه که بیان شد رعایت همه این موارد ضرورت یا امکان ندارد و یا ممکن است در نتیجه نهایی کار تأثیر زیادی نداشته باشد؛ بنابراین در قدم اول می‌بایست راهکارهای اقلیمی استخراج شده به صورتی علمی و قابل اتکا، اولویت‌بندی و ارزش‌گذاری شوند. بدین‌منظور ابتدا پرسشنامه بازپاسخ همراه با چک‌لیست پیشنهادی برای طراحی اقلیمی میان صاحب‌نظران توزیع و پاسخ‌ها بررسی و لیست اولیه راهکارها استخراج گردید. در مرحله بعد، تأثیرگذاری راهکارها با توجه به فراوانی داده‌ها برای راهکارهای مختلف به‌وسیله نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند و دوباره نتایج در اختیار آن‌ها قرار گرفت و با توجه به نتایج حاصله، لیست نهایی راهکارهای اقلیمی را بیان کردند.

۱-۱-۳- جامعه آماری

انتخاب جامعه آماری، یک جنبه حیاتی در نظرسنجی دلفی دارد و معمولاً از افراد واجد شرایط در نظرسنجی استفاده می‌شود؛ بنابراین برای شرکت دادن افراد در جامعه آماری، ملاک، داشتن زمینه تخصصی در زمینه مورد بحث قرارداده شد که برای این کار ۲۰ الی ۱۵ نفر، متداول است. بدین منظور از استادان معماری با تجربه در این زمینه در دانشگاه‌های تهران، یزد و شیراز استفاده شد.

۲-۱-۳- تدوین پرسشنامه و نتایج حاصله

از افراد شرکت‌کننده در پرسشنامه خواسته شده هر یک از راهکارهای ارائه شده و راهکارهای پیشنهادی خود را، از ۱ تا ۵ (از اولویت کم: ۱ به زیاد: ۵)، ارزش‌گذاری کنند. سپس با توجه به دو مقوله «فراوانی راهکارها» و «میانگین نمره ارزش‌گذاری شده برای هر

راهکار»، داده‌های جمع‌آوری شده مورد تجزیه‌وتحلیل و آنالیز قرار گرفتند. در مرحله پایانی، نتایج بار دیگر در اختیار آن‌ها قرارگرفته شد تا در صورت نیاز در نظرات خود تجدیدنظر کنند. صاحب‌نظران با در نظر گرفتن نمرات و نتایج آماری هر عنوان، اهمیت آن را تعیین و عوامل نامربوط را حذف کردند. در مرحله آخر صاحب‌نظران نتایج آماری را تأیید کرده و به توافق و اجماع رسیدند. بدین ترتیب ابتدا لیست اولیه راهکارهای اقلیمی همراه با شاخصه و جزئیات مربوطه ارائه گردید، سپس به توضیح میانگین درصد پاسخگویان به سؤالات پرسشنامه پرداخته شد. در مرحله بعد فرضیات مطرح شده و موردبررسی قرارگرفته و ابتدا تأثیرگذاری هرکدام از سؤالات، با نرم‌افزار SPSS مورد آزمون قرارگرفت. از میان عوامل مربوطه، جهت‌گیری ساختمان با توجه به زاویه تابش آفتاب، بهره‌گیری از انرژی خورشید در ساعات آفتابی فصل سرما و جهت‌گیری ساختمان با توجه به جهت وزش باد در زمستان، دارای بیشترین تأثیر هستند.

جدول شماره ۱. ارزش‌گذاری راهکارهای اقلیمی با روش دلفی و نرم‌افزار SPSS حال از پرسشنامه (مأخذ: نگارنده)

شاخص	پتانسیل اقلیمی	شماره سؤال	راهکار اقلیمی	امتیاز از ۵
فرم و الگوی سازمان‌دهی ساختمان	• توجه به تابش آفتاب • توجه به جریان باد مطلوب و نامطلوب • توجه به محل قرارگیری سایبان	۱	کشیدگی در امتداد شرقی– غربی	۴/۸
		۲	استفاده از الگوی سازمان‌دهی حیاط مرکزی	۴/۸
		۳	استفاده بهینه از انرژی خورشید در فصول سرد و کاهش تابش در فصول گرم	۴/۲
		۴	جلوگیری از ورود بادهای نامطلوب سرد زمستانی و ورود باد مطلوب در تابستان	۴
		۵	به حداقل رساندن سطوح خارجی در برابر حجم	۳/۷
		۶	توجه به محل قرارگیری سایبان در جبهه‌های مختلف با توجه به جهت‌گیری ساختمان	۳/۴

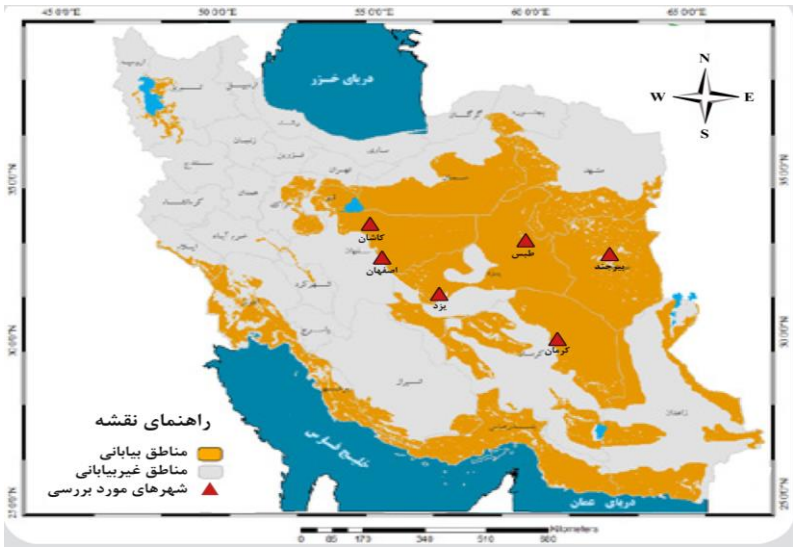
ارتباط با زمینه و بستر طرح	• ارتباط با زمین • مکان‌یابی مجموعه	۷	استفاده از گودال باغچه	۴/۱
		۸	تراکم و فشردگی در بافت	۳/۶
		۹	فرورفتن بنا در زمین	۳/۵
عناصر و اجزای ساختمان	• عایق حرارتی • تهویه • نقاب سایه پنجره • استفاده از مصالح بومی • ایجاد رطوبت در ساختمان	۱۰	استفاده از مصالح با مقاومت و ظرفیت حرارتی بالا	۴/۴
		۱۱	طراحی نقاب سایه برای پنجره‌ها	۴/۳
		۱۲	استفاده از عایق حرارتی در سطوح خارجی، دیوارهای داخلی، کف و سقف	۴/۳
		۱۳	بهره‌گیری از تهویه طبیعی	۴/۲
		۱۴	حضور آب و فضای سبز	۴/۱
		۱۵	استفاده از مصالح با رنگ روشن	۳/۶
		۱۶	چندلایه بودن بام و ضخامت آن	۳/۱
		۱۷	کاهش تابش آفتاب بر بام با کمک سقف گنبدی	۳

۲-۳- مرحله ۲: بررسی داده‌های اقلیمی

در مرحله دوم با بررسی عناصر اقلیمی مانند دما، باد، رطوبت و ... و ترسیم دیاگرام‌های مربوطه برای میانگین داده‌های شهرهای یزد، کرمان، بیرجند، طبس، اصفهان و کاشان که در میان شهرهای کویری بررسی شده، به علت نوع معماری، وسعت، گستردگی و مشمولیت اقلیمی، این ۶ شهر، به عنوان جامعه آماری و نمونه‌های انتخابی و مورد تحلیل برای شهرهای کویری و خشک ایران برگزیده شدند. در این مرحله با بررسی داده‌های هواشناسی ۵۰ سال گذشته این شهرها (در بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵) و ترسیم نمودارهای آب‌وهواشناسی (مانند تابش خورشید، بردار رطوبت، دما و باد و ...) و برای میانگین داده‌های این ۶ شهر، تلاش شد تا داده‌هایی قابل تعمیم برای اقلیم گرم‌وخشک و بیابانی ایران تبیین شود.

سپس با ترسیم جداول بیوکلیماتیک و نمودار منطقه آسایش بر اساس داده‌های حاصله از این ۶ شهر وبا توجه به توصیه‌های اقلیمی برای معماری متناسب با اقلیم گرم‌وخشک و بیابانی،

جهت مناسب ساختمان، عمق نقاب سایه و دیگر راهکارها در ارتباط با عوامل اقلیمی به‌دست آمد. در مرحله بعد این داده‌ها در نرم افزار eQUEST شبیه‌سازی و تأثیر این عامل اقلیمی در آن ارزیابی شد تا بهینه‌ترین شرایط طراحی اقلیمی برای اقلیم گرم‌وخشک و بیابانی به‌دست آید.



تصویر شماره ۱. شهرهای انتخابی در محدوده مناطق کویری و بیابانی
مأخذ: برگرفته از نقشه‌های سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور بخش تحقیقات بیابان، ۱۳۹۷

۱-۲-۳- ضرورت بررسی داده‌های اقلیمی

بوم‌شناسی ساختمان بر قابلیت ساختمان برای تلفیق عوامل محیطی و جوی و تبدیل آنها به صورت کیفیت‌های فضایی و آسایش فرم تأکید دارد (جودت، ۱۳۸۰: ۵).

لذا پس از تعیین شاخص‌های معماری متناسب با اقلیم گرم‌وخشک و بیابانی ایران، برای اینکه بتوان این شاخصه‌ها را به صورت ضوابطی قابل اجرا در فضاهای آموزشی در آورد، نیاز است با بررسی داده‌های اقلیمی، میزان و حدود اجرایی این ضوابط را به محدوده آسایشی نزدیک‌تر نمود تا نهایتاً امکان صرفه‌جویی در منابع انرژی فراهم شود. برای این کار با استفاده

از داده‌های سازمان هواشناسی و ترسیم دیاگرام‌های مربوطه؛ تیپ اقلیمی تعیین و سپس به تشخیص محدوده‌های آسایشی در طول سال با تجزیه و تحلیل داده‌های معماری برای اقلیم گرم‌وخشک کویری ایران انجام پذیرفت و با کمک جداول بیوکلیماتیک و نمودار منطقه آسایش، جهت مناسب ساختمان، عمق نقاب سایه و دیگر راهکارها به صورت ضوابطی قابل اجرا در آمدند.

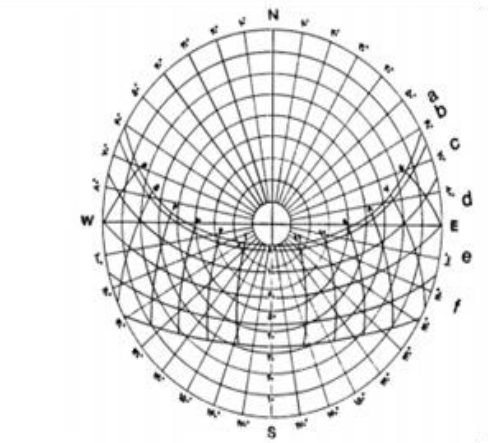
۲-۲-۳- داده‌های اقلیمی

طراحی اقلیمی که تأثیر شرایط اقلیمی را در مراحل اتلاف حرارت بدن تعیین می‌کند باید چهار عامل متغیر اقلیمی تابش، باد، دما و رطوبت را هم‌زمان با هم در نظر بگیرد که در بین عناصر آب‌وهوایی، دما و رطوبت تأثیر بیشتری در آسایش انسان دارد (کسمایی، ۱۳۹۷: ۳۵). بدین‌منظور داده‌های آماری سازمان هواشناسی طی ۵۰ سال گذشته برای ۶ شهر یزد، کرمان، بیرجند، طبس، اصفهان و کاشان به عنوان شاخصه‌هایی برای شهرهای گرم‌وخشک و کویری ایران تهیه و مورد استفاده قرار گرفته است که میانگین داده‌های حاصله برای این شهرها به قرار زیر است:

جدول شماره ۲. میانگین شاخص‌های مربوط به میانگین تابش در شهرهای یزد، کرمان، طبس، بیرجند، کاشان و اصفهان در بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵
مأخذ: برگرفته از داده‌های سازمان هواشناسی کل کشور ۱۳۹۷

زمان	میل خورشید	ارتفاع	تابش
اول فروردین	۰,۴۲	۵۹,۴۱	۲۰۹,۴
اول تیر	۲۳,۷۴	۸۴,۴۴	۲۳۹,۳۲
اول مهر	-۲,۸۶	۵۷,۱۴	۱۹۹,۹۳
اول دی	-۲۳,۳۲	۳۸,۶۸	۱۳۹,۵۵

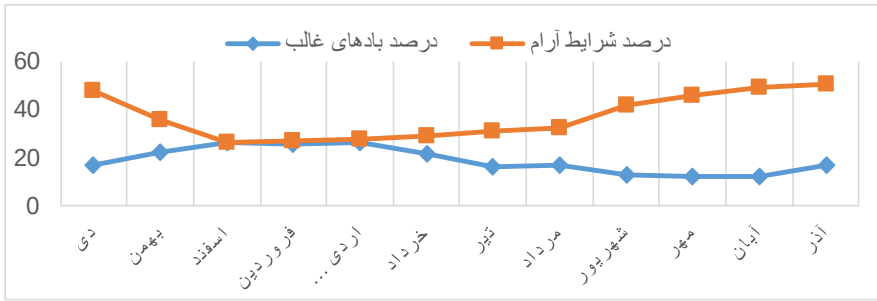
۱-۲-۲-۳- تابش



تصویر ۲- موقعیت و زوایای خورشید مربوط به میانگین شهرهای جامعه آماری در بین سالهای ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵
مأخذ: محاسبات نگارنده

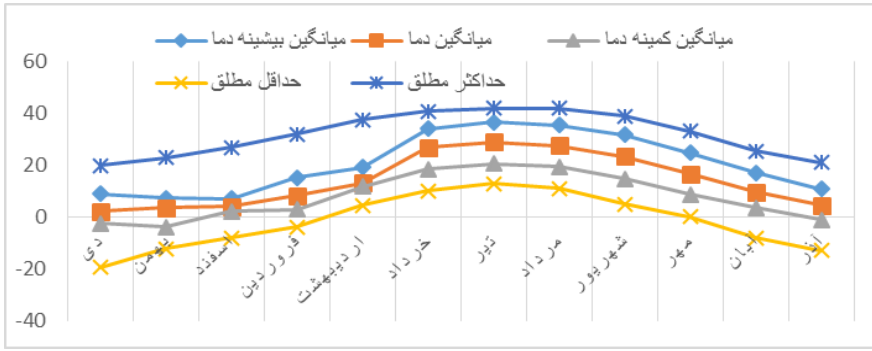
۲-۲-۲-۳- باد

باد غالب در مقیاس سالیانه‌ی غربی و میانگین سرعت آن ۳/۹ متر بر ثانیه است.



تصویر شماره ۳. درصد بادهای غالب و شرایط آرام باد مربوط به میانگین شهرهای جامعه آماری در بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵
مأخذ: داده‌های سازمان هواشناسی کل کشور ۱۳۹۷

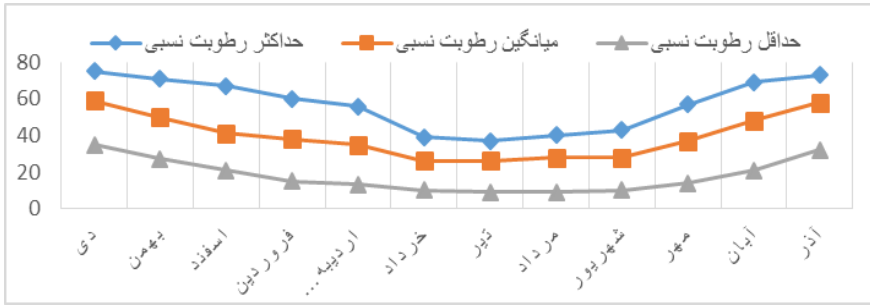
۳-۲-۲-۳- دما



تصویر شماره ۴. میانگین، حداقل و حداکثر مطلق ماهانه‌ی دما مربوط به میانگین شهرهای جامعه آماری در بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵

مأخذ: داده‌های سازمان هواشناسی کل کشور ۱۳۹۷

۲-۲-۳-۴- رطوبت نسبی

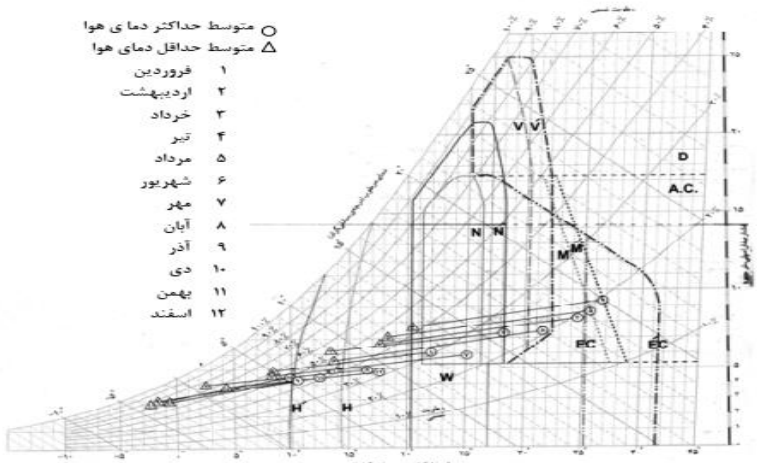


تصویر شماره ۵. حداقل، میانگین و حداکثر رطوبت نسبی مربوط به میانگین شهرهای جامعه آماری در بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵

مأخذ: داده‌های سازمان هواشناسی کل کشور ۱۳۹۷

۳-۲-۳- تعیین محدوده آسایش

در کشور ایران آزمایش‌ها و مطالعاتی که مشخص‌کننده‌ی شرایط مطلوب هوا از نظر دما و رطوبت باشد براساس روش پیشنهادی اولگی در سال ۱۳۷۸ انجام شده است. بدین‌منظور باید برای هر ۵ درجه کاهش عرض جغرافیایی نسبت به ۴۰ درجه‌ی شمالی به نسبت ۳/۴ درجه فارنهایت حد پایین منطقه آسایش تابستانی را در جدول بیوکلیماتیک افزایش داد. حد بالای منطقه‌ی آسایش نیز باید به همین میزان افزایش یابد (کسمایی، ۱۳۹۷: ۳).



تصویر شماره ۶. نمودار بیوکلیماتیک به‌دست‌آمده برای شهرهای نمونه
مأخذ: نگارنده

میانگین مشخصات اقلیمی ۶ شهر نام برده شده:

عرض جغرافیایی: ۳۳ تبخیر سالانه: ۷۷۴/۲ میلی‌متر
طول جغرافیایی: ۴۱ ارتفاع از سطح دریا (متر): ۱۵۹۰
معدل میزان بارندگی: ۸۷ میلی‌متر معدل دمای شهر: ۱۶/۲ درجه سلسیوس
تعداد روزهای یخبندان: ۷۴ روز
جهت غالب باد: غرب
متوسط سرعت باد: ۳/۹ متر بر ثانیه

حدود تغییرات دما و رطوبت هوا در رابطه با جدول بیوکلیماتیک نشان می‌دهند که هوای منطقه گرم‌وخشک کویری و بیابانی ایران در اکثر ماه‌های سال خارج از منطقه‌ی آسایش قرار

دارد و اصول طراحی معماری باید به گونه‌ای لحاظ گردد تا در ماه‌های گرم سال با کاهش درجه‌ی حرارت و در ماه‌های سرد سال با افزایش درجه‌ی حرارت فضای داخلی، این محیط‌ها را به آستانه‌ی آسایش نزدیک‌تر نمود. با توجه به جدول بیوکلیماتیک طراحی باید به گونه‌ای انجام شود که در فصل گرم سال از تابش مستقیم آفتاب به درون فضاهای داخلی جلوگیری کرده و از پتانسیل خنک‌کننده‌ی باد برای ایجاد شرایط مطلوب استفاده برد و در فصل سرد سال حداکثر استفاده از انرژی تابشی خورشید صورت گرفته و ساختمان را به آستانه‌های آسایشی انسان نزدیک نمود.

۳-۳- مرحله ۳: مدل‌سازی در نرم‌افزار eQUEST

در این تحقیق برای فراهم کردن الگویی جهت طراحی مناسب فضاهای آموزشی در اقلیم گرم‌وخشک بیابانی، سعی شده است که متغیرهای اقلیمی تأثیرگذار بر فضای کلاس درس مورد تجزیه وتحلیل قرار گیرد. در این راستا، مدل‌های مختلفی به کمک نرم‌افزار eQUEST شبیه‌سازی شده که در هر یک از آن‌ها، بهینه‌ترین حالت برای ایجاد شرایط آسایش و عملکرد با کمک اصول معماری و داده‌ها و متغیرهای اقلیمی حاصله، شناسایی شود.

۱-۳-۳- فضای مدل‌سازی شده

ابعاد کلاس درس شبیه‌سازی شده مطابق با ضوابط سازمان راه و شهرسازی و تجهیز مدارس کشور به ابعاد ۷ متر در ۸ متر و ارتفاع کف تا سقف ۳/۲۰ متر در نظر گرفته شده است[۱] با توجه به استانداردهای موجود و نوع پوشش دانش‌آموزان در کلاس حداقل دما جهت گرمایش ۲۱ درجه سانتیگراد و حداکثر دما جهت سرمایش ۲۴ درجه در نظر گرفته شده است. میزان

[۱] حداقل عرض مفید کلاس (برای این‌که در کلاس درس قابلیت اجرای فعالیت‌های مختلف فراهم گردد) برابر ۶/۵ متر و اندازه بهینه آن هفت تا هشت متر است. اگر عرض کلاس بیشتر از هشت متر باشد، باید بیش از یک سمت کلاس پنجره وجود داشته باشد. حداقل طول کلاس هفت متر و اندازه بهینه آن هشت تا نه متر است. ارتفاع کلاس در مناطق گرم‌وخشک می‌تواند از ۳/۲۰ تا ۳/۵۰ متر متغیر باشد.

روشنایی موردنیاز در ساعات درس نیز ۳۰۰ لوکس در شبیه‌سازی لحاظ گردیده است (CIBSE, 1999: 135). تعداد دانش‌آموزان کلاس ۳۰ نفر و ساعات بهره‌گیری از کلاس از ساعت ۸ صبح تا ۳ بعدازظهر در نظر گرفته شده است.

۲-۳-۳- نتایج حاصل از مدل‌سازی

در این راستا در این قسمت داده‌های آب‌وهوایی و اطلاعات به‌دست آمده از جدول بیوکلیماتیک به همراه نتایج منتج شده از اصول طراحی اقلیمی برای منطقه گرم‌وخشک مناطق کویری، در فضای آموزشی مدل‌سازی شده در این نرم‌افزار به صورت ترکیب‌های گوناگون حاصل از مقادیر مختلف متغیرها در نرم‌افزار، شبیه‌سازی و موردبررسی قرار گرفتند.

۱-۲-۳-۳- جهت‌گیری ساختمان

بر اساس داده‌های اقلیمی مانند جهت باد غالب که غربی است و همچنین نمودار خورشیدی، جهت‌های ۱۵ و ۳۰ درجه شرقی و رو به سمت جنوب بهترین جهت برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی در مدل‌های مختلف شبیه‌سازی به‌دست آمد.

۲-۲-۳-۳- تعویض هوا

با توجه به میانگین سرعت باد که برابر ۳/۹ متر بر ثانیه و بالاترین و پایین‌ترین سرعت باد و داده‌های جدول بیوکلیماتیک، به‌منظور تأمین هوا، ۴ بار تعویض هوا در ساعت باتوجه به تعداد دانش‌آموزان و ابعاد کلاس به‌دست آمد. در این قسمت متغیر میزان نفوذ ناخواسته هوا به میزان یک بار تعویض هوا در طی یک ساعت به عنوان عامل غیرقابل‌کنترل در نظر گرفته شده است.

۳-۲-۳-۳- عایق‌بندی حرارتی جداره‌ها

در این گام از تحقیق در نمونه شبیه‌سازی شده از لایه عایق حرارتی با ضریب حرارتی‌های مختلف و ضخامت‌های مختلف برای رسیدن به شرایط ایده‌آل استفاده گردید. در این بخش با تغییر ضخامت لایه عایق حرارتی دیوارهای خارجی، میزان ضریب انتقال حرارتی تغییر می‌کند،

به همین منظور ضخامت لایه عایق حرارتی در حالت‌های ۱ تا ۷ سانتی‌متر شبیه‌سازی شده است. با تغییر میزان ضریب انتقال حرارتی، میزان مصرف انرژی موردنیاز کلاس درس نیز در چهار جهت اصلی تغییر خواهد یافت. به طریق مشابه فوق، این بار تأثیر لایه عایق حرارتی در سقف کلاس موردبررسی قرار گرفت. با توجه به داده‌های اقلیمی و جدول بیوکلیماتیک، میزان ضخامت عایق حرارتی دیوار ۶ سانتی‌متر با ضریب حرارتی w/m2k ۰/۴۸ و برای عایق حرارتی سقف ۷ سانتی‌متر عایق حرارتی با ضریب حرارتی w/m2k ۰/۵۱ به دست آمد.

۴-۲-۳-۳- ابعاد و موقعیت قرارگیری پنجره‌ها

برای محاسبه‌ی نور طبیعی موردنیاز ساختمان در فضاهای آموزشی مقدار تقریبی سطح پنجره بر اساس ضوابط موجود در حدود ۱/۳ تا ۱/۸ سطح جانبی در نظر گرفته شده است (قاضی‌زاده، ۱۳۷۲: ۱۹۰).

با توجه به اهمیت بسیارزیاد پنجره‌ها در کنترل میزان مصرف انرژی ساختمان، بررسی‌های مفصلی بر اساس مشخصات مختلف پنجره انجام گرفته است. به همین منظور پنجره‌هایی با ابعاد گوناگون در محدوده تعیین‌شده موردبررسی قرارگرفته است. با علم بر این که با افزایش مساحت پنجره، نیاز به نور مصنوعی کاهش می‌یابد اما از طرف دیگر، انرژی متوسط سالیانه موردنیاز جهت گرمایش و سرمایش افزایش خواهد یافت.

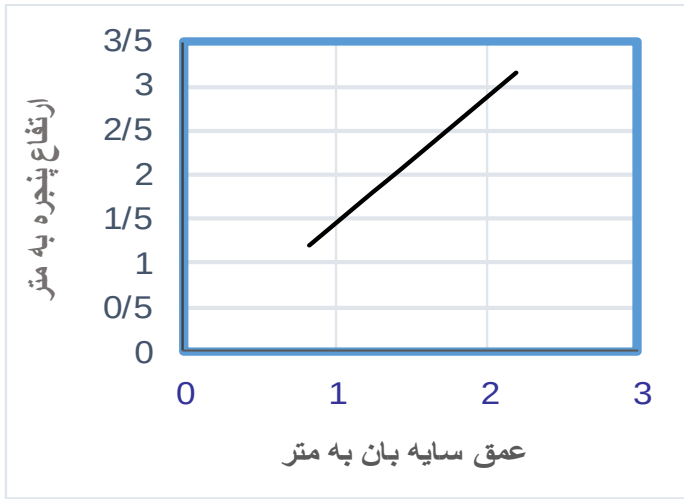
پنجره‌های شمالی و جنوبی با ابعاد تقریبی ۱۲ درصد مساحت سطح کلاس بهترین عملکرد انرژی را خواهند داشت، درحالی‌که مساحت پنجره‌های شرقی و غربی به دلیل تابش مستقیم آفتاب بهتر است از ۱۰٪ سطح کلاس افزایش پیدا نکند. پنجره‌هایی با ابعاد بیشتر از ۱۲٪ سطح کلاس باعث افزایش چشمگیر مصرف انرژی خواهد شد. همچنین قرارگیری پنجره در ارتفاع

بالاتر از دیوار ضمن امکان بهره‌گیری بهتر از نور روز در عمق کلاس، باعث ایجاد شرایط آسایش بصری دانش آموزان خواهد شد.

۳-۵-۲-۳- ابعاد و موقعیت قرارگیری سایه‌بان

با توجه به زاویه کمتر تابش و ایجاد پدیده درخشندگی در ساعات اولیه صبح و همچنین در ماه‌های مهر و آبان، توصیه می‌گردد حتماً از سایه‌اندازهای داخلی یا خارجی استفاده گردد. باتوجه به اطلاعات نمودار موقعیت و زوایای مربوط به خورشید، عمق سایه‌بان ۰/۷ برابر ارتفاع پنجره بدست آمد.

بر این اساس با به کارگیری شرایط مناسب در طراحی فضای درس می‌توان مصرف انرژی این فضا را تا ۶۵ درصد کاهش داد (نسبت به عدم رعایت موارد و اعمال هم‌زمان متغیرها).



تصویر شماره ۷. رابطه عمق مناسب سایه‌بان با توجه به ارتفاع پنجره‌های جنوبی (مهر و آبان)
مأخذ: محاسبات نگارنده

جدول شماره ۳. حالت‌های ایده‌آل ضوابط طراحی اقلیمی در مناطق کویری و بیابانی

راهکار	حالت ایده‌آل برای اقلیم کویری و بیابانی
جهت‌گیری ساختمان	جهت‌های ۱۵ و ۳۰ درجه شرقی و رو به سمت جنوب
عایق حرارتی دیوار	۶ سانتی‌متر عایق حرارتی با ضریب حرارتی ۰/۴۸ w/m2k
عایق حرارتی بام	۷ سانتی‌متر عایق حرارتی با ضریب حرارتی ۰/۵۱ w/m2k
میزان تعویض هوا	۴ بار در ساعت
جهات گودال باغچه	به ترتیب اولویت، قرار دادن بخشی از سطوح شمالی، شرقی و غربی در داخل زمین باعث بیشترین کاهش پرت حرارتی فضا می‌شود.
ابعاد پنجره	پنجره‌های شمالی و جنوبی ۱۲ درصد مساحت کلاس پنجره‌های شرقی و غربی ۱۰ درصد مساحت کلاس
عمق نقاب سایه	برای ماه‌های مهر تا آبان عمق سایه‌بان ۰/۷ برابر ارتفاع پنجره‌های جنوبی

مأخذ: نگارنده

۴- نتیجه‌گیری

با نگاهی به تحقیقات انجام‌گرفته در خصوص نقش اقلیم در معماری ایران می‌توان دریافت که شناخت عناصر اقلیمی نظیر سرعت و جهت باد، تابش خورشید، دمای هوا، میزان و شدت بارندگی و رطوبت، نقشی کلیدی در ایجاد آسایش حرارتی دارند. از سوی دیگر با نظر به هزینه‌بر بودن مصرف انرژی در ساختمان و همچنین رویکرد جهانی برای استفاده از انرژی‌های پاک، امروزه ضرورت معماری متناسب با اقلیم بیشتر احساس می‌شود. با این اوصاف در ارتباط با طراحی اقلیمی ساختمان‌های مراکز آموزشی- تحقیقاتی، عملاً با در نظر گرفتن و اعمال ضوابط در طراحی همساز با اقلیم از قبیل جهت‌گیری مناسب ساختمان در جهت باد مطلوب منطقه، استفاده صحیح و جایگذاری بازشوها در جبهه مناسب، استفاده از عوامل پیرامونی در سایت جهت ارتقاء کیفیت تهویه مانند درختان و انتخاب مصالح سازگار با محیط، طراحی مناسب جداره و نظارت در اجرای صحیح کلیه موارد می‌توان از مزیت‌های آن به‌عنوان ارائه راهکارهایی اقلیمی در مناطق کویری و بیابانی بهره جست.

در این مقاله مشخص گردید که در مسیر تبیین اصول طراحی مراکز آموزشی- تحقیقاتی با بهره‌گیری از راهکارهای اقلیمی مناطق کویری با دو چالش مهم روبرو هستیم؛ اول اولویت و ارزش‌گذاری به راهکارهای اقلیمی به‌منظور کاربست بهینه آن در طرح‌ها و دوم تعیین اعمال حد و حدود هر یک از راهکارها.

در ادامه مشخص گردید که از میان عوامل نامبرده، جهت‌گیری ساختمان با توجه به زاویه تابش آفتاب و جهت وزش باد در زمستان به‌صورت کشیدگی شرقی- غربی، استفاده از الگوی حیاط مرکزی و استفاده از عایق حرارتی در جداره‌ها بیشترین تأثیر را دارند و نقش پنجره و نقاب سایه و گودال باغچه در رتبه‌های بعدی قرار دارد. همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی عوامل فوق و داده‌های آب‌وهوایی در نرم‌افزار eQUEST، میزان دقیق راهکارهای اقلیمی برای رسیدن به طراحی ایده‌آل مشخص گردید و این نتیجه به‌دست آمد که با به کارگیری شرایط مناسب در طراحی فضای یک کلاس درس می‌توان مصرف انرژی این فضا را تا ۶۵ درصد کاهش داد.

۴-۱- پیشنهادها

از آنجا که در اقلیم گرم‌وخشک، میزان قابل‌توجهی از مصرف انرژی به تهویه مطبوع جهت تأمین شرایط آسایش افراد اختصاص داده می‌شود، پیشنهاد می‌گردیده که اصول به‌کار رفته در این پژوهش را متناسب با شهر مدنظر به کار گرفته شود تا موجبات کاهش مصرف انرژی و تأمین آسایش حرارتی فراهم آید.

منابع

احمدی، زهرا و همکاران (۱۳۹۱)، هم‌نشینی فضاهای باز و بسته در معماری مدارس، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، اداره کل نوسازی مدارس استان تهران.

ادوارد، برایان (۱۳۹۳)، رهنمون‌هایی به‌سوی معماری پایدار، ترجمه ایرج شهروز، تهران: نشر مهرازان.

جودت، محمدرضا (۱۳۸۰)، معماری پایدار، فصلنامه معماری ایران، شماره ۵.

حافظیان. طیبه (۱۳۹۰)، معماری محوطه و طراحی فضاهای سبز با رویکرد به فضاهای آموزشی، سازمان نوسازی مدارس.

ضوابط و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی (۱۳۸۴)، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، معاونت فنی و نظارت، دفتر فنی.

فلامکی، محمدمنصور و دیگران (۱۳۸۴)، معماری بومی، تهران: نشر فضا.

قاضی‌زاده، بهرام (۱۳۷۲)، اصول و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی، سازمان نوسازی و تجهیز مدارس کشور، چاپ اول.

قبادیان، وحید (۱۳۹۷)، بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، چاپ دهم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

قطبی، مریم (۱۳۸۱)، طراحی اقلیمی ساختمان در جهت کاهش مصرف سوخت (خودکفاسازی ساختمان از نظر انرژی گرمایشی موردنیاز با استفاده از انرژی مستقیم خورشیدی)، دومین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان.

کامل‌نیا، حامد (۱۳۹۳)، طراحی محیط‌های یادگیری، انتشارات صبحان نور، چاپ سوم.

کسمایی، مرتضی (۱۳۹۷)، اقلیم و معماری، تهران: انتشارات خاک، چاپ هفتم.

گلکار، کوروش (۱۳۷۹)، طراحی شهری پایدار در شهرهای حاشیه کویر، مجله هنرهای زیبا، شماره ۸ ، ص ۴۳-۵۲.

محمدی، حسین (۱۳۹۰)، آب‌وهواشناسی کاربردی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

نظام‌نامه طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی(۱۳۸۸)، سازمان توسعه و تجهیز و نوسازی مدارس کشور، معاونت فنی و نظارت، دفتر فنی.
هاشمی، یوسف (۱۳۹۵)، تنظیم شرایط محیطی در معماری، تهران: انتشارات صانعی.

CIBSE Guide (1999); Chartered Institution of Building Services Engineers: A Environmental design.
Lanniello E., Ambrosio Alfano FR. (2010); WS10: the REHVA guidebook on indoor environment and energy efficiency in schools e Part 1. Principles; The REHVA European HVAC Journal; pp.: 38-35
Zhang, G; C. Zhenga et al. (2007), Thermal Comfort Investigation of Naturally Ventilated Classrooms in a Subtropical Region, Indoor a Built Environment, 16(2), pp.148–158.