

ارزیابی میزان انطباق الگوی معماری مدارس شهر اهواز با الگوی معماری ایده‌آل و مطلوب حاصل از شاخص‌های اقلیمی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷

نسرین اردو زاده^۱ رضا برنا^{۲*} جبرائیل قربانیان^۳ جعفر مرشدی^۴ آزاده امیری^۵

۱. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. عضو هیأت علمی گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. عضو هیأت علمی گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۴. استادیار گروه شهرسازی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۵. عضو هیأت علمی گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

هدف پژوهش حاضر ارزیابی میزان انطباق الگوی معماری مدارس شهر اهواز با الگوی معماری ایده‌آل و مطلوب حاصل از شاخص‌های اقلیمی است. در این پژوهش، روش پژوهش ترکیبی از توصیفی-تحلیلی است. با توجه به داده‌های هواشناسی مورد استفاده در شاخص ماهانی و اوانز، می‌توان نتیجه گرفت وضعیت اقلیم آسایش در شهر اهواز در آبان و اسفندماه در بهترین حالت خود قرار دارد و در این دو ماه نیازی به وسایل گرمایشی و سرمایشی نیست. با برداشت‌های میدانی و انتخاب نمونه‌های تصادفی از مدارس شهر اهواز، جهت‌گیری ساختمان مدارس با استفاده از جهت یاب و عکسبرداری تعیین گردید و مناسب‌ترین الگو برای طراحی ساختمان‌های آموزشی با استفاده از نرم‌افزار مشاوره اقلیم استخراج گردید. نتایج پژوهش نشان داد جهات شمال و جنوب در مدارس قدیمی و با قدمت بیش از ۲۰ سال دو جهت غالب در مدارس نمونه انتخابی بودند ولی در مدارس جدیدالتأسیس و با قدمت کمتر از ۱۰ سال جهت جنوب به طور قابل توجهی بیش از سایر جهات بوده است. به طور کلی جهات شمال و جنوب به ترتیب با ۴۰ و ۳۷ درصد از نمونه‌های انتخابی، بیشترین سهم را در جهت‌گیری مدارس داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، الگوی معماری مدارس، شاخص‌های اقلیمی.

۱. مقدمه

انسان همواره برای بهتر زیستن به دنبال شرایط آب و هوایی مناسب اقلیمی است، زیرا بین انسان و محیط اطرافش وابستگی و رابطه پایداری وجود دارد (عظیمی پویا، ۱۳۹۲). مسکن به عنوان سرپناه از انسان که در برابر سرما و گرما و حوادث محیطی محافظت می‌نماید، پیوندی مستقیم با اقلید دارد (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴). انسان در ابتدا برای دستیابی به آسایش سعی در ایجاد تطابق سرپناه خود با شرایط اقلیمی نمود. اما پس از دستیابی به انرژی‌های فسیلی، تطابق با شرایط اقلیمی به فراموشی سپرده شد. این موضوع، موجب افزایش مصرف سوخت (معینی و همکاران، ۱۳۹۳) و انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها گردید (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴). مهم‌تر از آن آلودگی محیط زیستی ناشی از بهره‌گیری از وسایل مکانیکی تنظیم شرایط محیطی را سبب شد (قیابکلو، ۱۳۷۹). یکی از مهمترین عواملی که بر ساخت مسکن‌های انسانی تأثیر دارد خصوصیات اقلیمی و شرایط آب و هوایی است، به نحوی که بررسی چگونگی تأثیر این عناصر و بازخوردهای آن بر معماری امری اجتناب ناپذیر است و اهمیت اقلیم و تأثیر آن در زندگی انسان بر کسی پوشیده نیست (حویزاوی و مرشدی، ۱۳۹۴). از آنجایی که عوامل طبیعی، جغرافیایی و محیطی عواملی هستند که بستر و جایگاه اصلی محیط طرح را تشکیل داده و علاوه بر آن می‌توانند کلید عناصر و جزئیات طراحی، نظیر مکان، شکل و ساختار و مصالح بومی و غیره را تحت تأثیر خود قرار دهند. یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مراحل مداخله در سایت، شناخت محیط طرح است (زرین وفا و دهقان توران پشته، ۱۳۹۳). شناخت اقلیم یکی از اولین چالش‌ها برای رسیدن به یک طرح موفق است (ادی کریگیتل و بردلتی نیس^۱، ۲۰۰۸). ضرور شناخت طراحی اقلیمی، روشی برای کاهش هزینه در ساختمان می‌باشد (جهانی شام اسبی، ۱۳۹۲).

شهر اهواز به دلیل موقعیت جغرافیایی خود دارای اقلیمی گرم و گاه داغ می‌باشد. عرض جغرافیایی پایین، همجواری با بیابان‌های خشک و داغ عربستان، آب‌های گرم خلیج فارس و سایر دریاها گرم جنوبی از عوامل اصلی این شرایط اقلیمی هستند. به طوری که در بخش زیادی از سال تحصیلی شرایط دمایی بالاتر از آستانه آسایش دانش‌آموزان قرار دارد. وقتی این شرایط گرمایی در معرض رطوبت دریاها گرم جنوبی قرار می‌گیرد هوای شرجی شرایط زیستی را برای دانش‌آموزان بسیار نامطلوب‌تر خواهد نمود. در نتیجه برای ایجاد یک محیط مطلوب آموزشی برای دانش‌آموزان بایستی از وسایل سرمایشی و گرمایشی استفاده نمود. این در صورتی است برای تولید و انتقال این انرژی علاوه بر صرف هزینه زیاد، آلودگی‌های زیست محیطی زیادی را به دنبال خواهد داشت چرا که بخش زیادی از این انرژی به وسیله سوخت‌های فسیلی تأمین خواهد شد. در صورتی که با طراحی مناسب ساختمان‌های آموزشی و سازگار نمودن معماری این سازه‌ها با شرایط اقلیمی می‌توان ضمن صرفه جویی قابل توجه در مصرف انرژی، محیطی مطلوب و همراه با آرامش و دلپذیر را برای دانش‌آموزان فراهم نمود. وقتی شرایط اقلیمی بالاتر و پایین‌تر از شرایط آسایش زیستی دانش‌آموزان باشد، علاوه بر این که کیفیت آموزش پایین خواهد آمد بلکه سلامتی آن‌ها نیز در معرض خطر قرار خواهد گرفت. در این مقاله تلاش شد مدارس مقاطع مختلف تحصیلی از لحاظ میزان انطباق با الگوهای معماری منطبق با اقلیم شهر اهواز که بر اساس شاخص‌های مرسوم استخراج شده است مقایسه و ارزیابی قرار گرفته و نقاط قوت و ضعف آن‌ها بیان گردد.

¹ Eddy Krigiel & Brad Nies

۲. پیشینه پژوهش

موحد و فتاحی (۱۳۹۱) به بررسی نقش اقلیم و محیط در شکل‌دهی فرم سازه مسکن روستایی استان فارس پرداختند و نتایج نشان داد که واحدهای مسکونی روستایی در گونه‌های قدیمی روستاهای نمونه از پهنه مختلف استان فارس، ضمن برخورداری از تعدادی مشابهت‌های ساختاری، دارای هویت خاصی متناسب با خصوصیات اقلیمی و محیطی روستا می‌باشند. کریم‌زاده و همکاران (۱۴۰۰)، به بررسی میزان انطباق جهت معماری ساختمان‌های قدیم و جدید شهر سقز از منظر اقلیمی پرداختند و یافته‌های مقاله نشان داد که با استفاده از ویژگی‌های زیست-اقلیمی و طراحی و انطباق الگوی معماری شهر سقز بر اساس شاخص دمای مؤثر می‌توان نیازهای حرارتی و آسایش اقلیمی شهر سقز را در طول سال به صورت ساعت به ساعت تعیین نمود. نتایج انصار و همکاران (۱۴۰۱) 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 کارایی بالایی برای طراحی فضاهای آموزشی دارد لذا استفاده از این نرم‌افزار برای طراحی فضاهای آموزشی سایر شهرهای استان نیز استفاده شود.

کلاس‌های درس اساسی‌ترین و مهم‌ترین واحدهای ساختمان‌های آموزشی در خصوص مصرف انرژی و آسایش حرارتی می‌باشند (پرز و کاپلوتو^۱، ۲۰۰۹). دانش‌آموزان بیش از ۳۰ درصد جمعیت ایران را تشکیل می‌دهند و به نظر می‌رسد تأمین آسایش آنها عامل مهمی در رسیدن به اهداف آموزشی باشد. راه‌حل‌های اقلیمی در ساختمان‌ها باعث افزایش صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بهبود کیفیت محیط می‌شود. علاوه بر بهبود عملکرد آموزشی دانش‌آموزان، منجر به ارتقاء فرهنگی و آگاهی در مورد اتلاف انرژی می‌شود (امیدوار و همکاران، ۲۰۱۱). فضای کلاس درس زمینه‌ای اساسی از تعامل است که در آن می‌توان کلیه فعالیت‌های مبادله‌ای و تعیین کننده بین فرد و محیط اجتماعی را توسعه داد (گکلومپو و جرمانوس^۲، 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 قابل توجهی بر آسایش حرارتی و مصرف انرژی دارد (الغامدی و همکاران^۳، 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^۴، ۲۰۲۲).

همان‌طور که ملاحظه شد در میان مطالعات انجام شده دو نقصان اساسی در ارتباط با منطقه مورد مطالعه وجود دارد. اولاً در زمینه الگوی معماری و جهت‌گیری فضاهای آموزشی به لحاظ انطباق با ویژگی‌های اقلیمی منطقه مطالعات ویژه‌ای انجام نشده است. ثانیاً روش و شاخص‌های مورد استفاده با شاخص و نرم‌افزاری که در این تحقیق استفاده شد کمتر مورد توجه بوده است. در این مطالعه سعی شده است ابتدا با مطالعه میدانی و بازدید از فضاهای آموزشی موجود از لحاظ میزان انطباق با الگوهای معماری همساز با اقلیم شهر اهواز که براساس شاخص‌های مرسوم استخراج شده

¹ Perez & Capeluto

² Gkloumpou & Germanos

³ Alghamdi et al

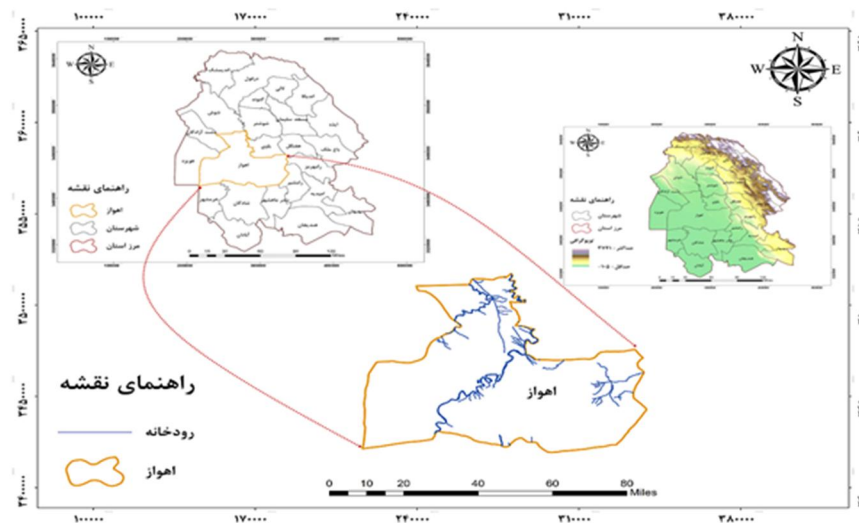
⁴ Gangrade & Sharma

است مقایسه و ارزیابی قرار گرفته و در نهایت الگوهای مطلوب برای مراکز آموزشی شهر اهواز ارائه شود.

۳. روش شناسی پژوهش

۱.۳. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

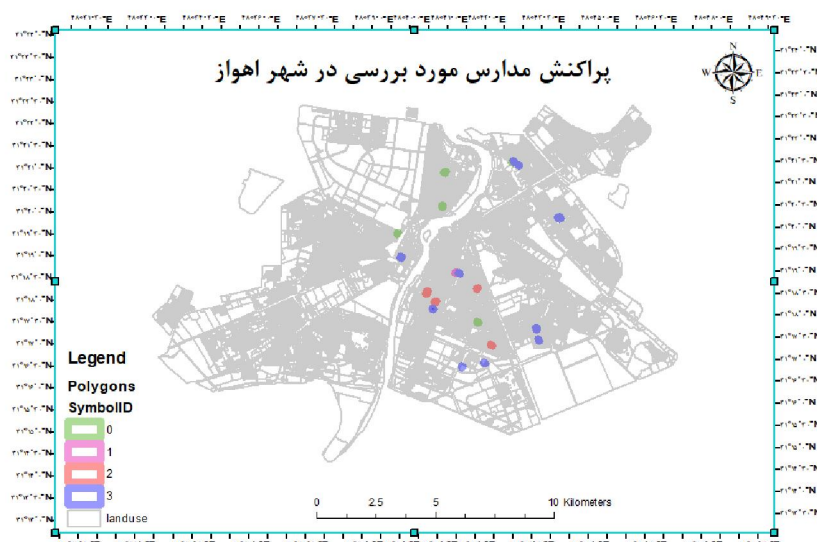
شهر اهواز از نظر موقعیت جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و از لحاظ پستی و بلندی و توپوگرافی در بخش جلگه‌ای استان خوزستان و با ارتفاع متوسط ۱۸ متر از سطح دریا واقع شده است. مساحت شهر اهواز در محدوده قانونی شهر (بعد از جدا شدن کوت عبدالله) در حدود ۱۹۶۹۰ هکتار و جمعیت براساس آمار رسمی سرشماری سال ۱۳۹۵ در این محدوده، معادل ۱۱۳۶۸۹۱ نفر است (طرح توسعه و عمران (جامع) شهر اهواز، ۱۳۹۷؛ ۱). براساس آمار اداره کل آموزش و پرورش استان خوزستان در سال ۱۴۰۲، تعداد کل دانش‌آموزان تمامی مقاطع تحصیلی شهر اهواز به تفکیک دختر و پسر به ترتیب ۵۲۶۸۶۶ و ۵۵۸۵۳۱ نفر می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت قرارگیری شهر اهواز در استان خوزستان؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۲.۳. روش کار

در این پژوهش، روش پژوهش 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 نرم‌افزار مشاوره اقلیم استخراج گردید.



شکل ۲: پراکنش مدارس مورد بررسی در شهر اهواز (منبع: یافته‌های تحقیق)

۳,۳. تحلیل شرایط اقلیم - معماری شهر اهواز

شاخص‌های زیست اقلیمی توانایی تفکیک دوره‌های مطلوب و نامطلوب اقلیمی را در اقلیم مختلف دارند. در این مرحله می‌توان دوره‌های گرم و دوره‌های نامطلوب سرد را مشخص نمود. بخش قابل توجهی از این اقدامات به الگوی طراحی مسکن مربوط می‌شود. در این مرحله با استفاده از مصالح مناسب در سازه‌ها، جهت‌گیری دیوارها، ابعاد و جهت پنجره‌ها و بازشوها می‌توان با کنترل ورود و خروج انرژی تابشی خورشید شرایط درونی ساختمان را به شرایط مطلوب زیستی نزدیک‌تر نمود.

۴,۳. خصوصیات اقلیمی ساختمان در شهر اهواز؛ پیشنهاد ماهانی

جدول ۱ توصیه‌های معماری برای شهر اهواز را بر اساس شاخص ماهانی نشان می‌دهد. بر اساس شرایط اقلیمی شهر اهواز برای استفاده از تابش آفتاب برای دوره سرد سال و ممانعت از ورود اشعه‌های تابشی به درون اطاق‌ها از طریق بازشوها و دیوارهای قائم بهتر است امتداد کلی ساختمان‌ها در جهت غربی-شرقی باشد. در این صورت با توجه به زاویه تابش آفتاب در دوره سرد سال امکان انتقال اشعه‌های خورشیدی بدرون اطاق‌ها از طریق بازشوها و پنجره‌هایی که به سمت جنوب تعبیه شده‌اند می‌توان از انرژی پاک خورشیدی برای گرم کردن منازل و کلاس‌های درسی استفاده کرد. در حالی که در دوره گرم سال به دلیل افزایش ارتفاع خورشید و زاویه تابش اشعه‌های تابشی کمتر وارد اطاق‌ها شده و زاویه تابش برای دیوارهای قائم کمتر می‌شود.

جدول ۱: جدول گروه سه پیشنهادات مقدمات ماهانی

پیشنهادهای شهر اهواز						شاخص‌های وضعیت گرمایی		
			وضعیت خشک			وضعیت مرطوب		
			A1	A2	A3	H ₁	H ₂	H ₃
			۷	۴	۳			

شیوه استقرار ساختمان

			۰-۱۰		۱	طول ساختمان‌ها در امتداد
			۱۱-۱۲	۵-۱۳		شرق و غرب
				۰-۲	۲	معماری فشرده باحیاط

فضای بین ساختمان‌ها

۱۱ و ۱۲					۳	مجموعه گسترده و باز برای استفاده از باد
۲-۱۰					۴	بالا به شرط جلوگیری از باد سرد و گرم
۰-۱					۵	مجموعه فشرده

جریان هوا در داخل ساختمان

۳-۱۲					۶	اتفاقی‌های منفرد برای استفاده از کوران دائم
۱و۲		۰-۵			۷	اتفاقی‌های به هم چسبیده و پیش‌بینی جریان هوا به‌طور موقت در مواقع لازم
	۱۲-۲				۸	جریان محسوس هوا لازم نیست

پنجرہ‌ها

پنجره‌های بزرگ ۴۰ تا ۸۰٪	۹	۰	۱۰۰		
شمالی و جنوبی					
پنجره‌های بسیار بزرگ ۱۰ تا ۲۰٪	۱۰	۱۰۰	۱۲ و ۱۱		
پنجره‌های متوسط ۲۰ تا ۴۰٪	۱۱		شرایط	کلیه	دیگر

دیوارها

دیوارهای سبک - زمان تاخیر کوتاه	۱۲	۲-۰			
دیوارهای سنگین اعم از داخلی و خارجی	۱۳	۳-۱۲			

سقفها

۱۴	سقف‌های سبک با عایق حرارتی
۱۵	سقف‌های سنگین-زمان تاخیر بیش از ۸ ساعت

خواب شبانه در هوای آزاد

				۱۶	۳-۱۲						فضا برای خواب شبانه ضروریست
--	--	--	--	----	------	-------	--	--	--	--	--------------------------------

حفاظت از باران

		۳-۱۲			۱۷	حفاظت در مقابل باران ضروریست
--	--	------	--	--	----	------------------------------

جدول ۲: پیشنهادات جزئیات معماری ماهانی؛ (منبع: نگارندگان)

شاخص‌های وضعیت گرمایی					
وضعیت مرطوب			وضعیت خشک		
H1	H2	H3	A1	A2	A3
			۷	۴	۳

نام ایستگاه:

اهواز

وسعت روزنه نورگیر و پنجره

			۰-۱		۰	۱	وسیع: ۸۰-۴۰٪ دیوارهای شمالی و جنوبی
					۱-۱۲	۲	متوسط: ۴۰-۲۵٪ مساحت دیوار
			۲-۵				
			۶-۱۰			۳	کوچک: ۲۵-۱۵٪ مساحت دیوار
			۱۱ و ۱۲		۰-۳	۴	بسیار کوچک: ۲۰-۱۰٪ مساحت دیوار
					۴-۱۲	۵	متوسط: ۴۰-۲۵٪ مساحت دیوار

حفاظت روزانه

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

دیوارها و کفها

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

سقفها

۱-۱۳			۰-۲			۱۲	سبک-سطح منعکس کننده دوجداره
			۳-۱۲			۱۳	سبک-عایق‌بندی خوب
۰-۹			۰-۵				
			۶-۱۲			۱۴	سنگین بیش از ۸ ساعت زمان تاخیر

فضای خارجی

				۰-۱۲		۱۵	فضای خوابیدن در فضای آزاد
			۱-۱۲			۱۶	تدارک کافی برای رد کردن آب باران

(منبع: نگارندگان)

۵.۳. ارزیابی مناسب‌ترین الگوی معماری بر اساس شاخص اوانز

این شاخص نیز همانند شاخص ماهانی شاخصی ترکیبی با ارزیابی زیست اقلیم انسانی و معماری می‌باشد با این تفاوت که شرایط زیستی بطور دقیق‌تری انجام خواهد شد. با ترکیب نتایج این دو شاخص به قضاوت بهتر در مورد توصیه‌های معماری در مورد مدارس شهر اهواز خواهد انجامید. بر اساس شاخص اوانز در صورتی که جریان هوایی معادل ۱ متر بر ثانیه وجود داشته باشد در ۵ ماه آبان (نوامبر) تا اسفند (مارس) هوا برای ساکنین در طول روز سرد احساس شد ولی همچنان در ۶ ماه از سال در ماه‌های اردیبهشت (می) تا مهر (اکتبر) هوا برای ساکنین گرم احساس خواهد شد. فقط در یک ماه فروردین (آوریل) هوا برای ساکنین مطبوع خواهد بود.

جدول ۳: شرایط آسایش بر اساس روش اوانز

پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
معدل حداکثر دما	۱۷٫۹۸	۲۰٫۹۸	۲۵٫۹۶	۳۲٫۶۴	۳۹٫۹۶	۴۴٫۸۳	۴۶٫۹	۴۶٫۵۲	۴۲٫۸۹	۳۶٫۳۴	۲۶٫۴	۱۸٫۱۹
معدل حداقل دما	۷٫۹۱	۹٫۵۷	۱۳٫۵۳	۱۸٫۶۴	۲۴٫۶۷	۲۷٫۶۸	۲۹٫۹	۲۹٫۳۳	۲۴٫۶۷	۲۰٫۳۹	۱۳٫۹	۸٫۵
معدل حداکثر رطوبت	۸۷٫۴۲	۸۰٫۷۹	۷۲٫۵۲	۶۱٫۹۱	۴۴٫۱۳	۳۶٫۱۵	۳۸٫۷	۴۷٫۱۲	۴۸٫۲۹	۵۷٫۸۶	۷۴٫۳	۸۵٫۷
معدل حداقل رطوبت	۴۸٫۸۲	۳۶٫۴۴	۲۷٫۸	۲۰٫۷۱	۱۳٫۸	۹٫۹۱	۱۱٫۶	۱۲٫۷۱	۱۳٫۴۱	۱۹٫۴	۳۳٫۶	۷۲٫۴۷
محدوده آسایش روز	۲۹٫۵	۳۰٫۵	۳۰٫۵	۳۲٫۵	۳۲٫۵	۳۲٫۵	۳۲٫۵	۳۲٫۵	۳۲٫۵	۳۲٫۵	۳۰٫۵	۲۹٫۵
الف	۲۷٫۵	۲۸٫۵	۲۸٫۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۸٫۵	۲۷٫۵
محدوده آسایش روز	۲۷٫۵	۲۸٫۵	۲۸٫۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۸٫۵	۲۷٫۵
ب	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵
محدوده آسایش روز	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵	۲۲٫۵
ج	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
محدوده آسایش شب	۲۸٫۵	۲۸٫۵	۲۸٫۵	۲۸٫۵	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۸٫۵	۲۸٫۵	۲۸٫۵	۲۸٫۵
الف	۲۵٫۵	۲۵٫۵	۲۵٫۵	۲۶	۲۶٫۵	۲۶٫۵	۲۶٫۵	۲۶٫۵	۲۶	۲۶	۲۵٫۵	۲۵٫۵
محدوده آسایش شب	۲۵٫۵	۲۵٫۵	۲۵٫۵	۲۶	۲۶٫۵	۲۶٫۵	۲۶٫۵	۲۶٫۵	۲۶	۲۶	۲۵٫۵	۲۵٫۵
ب	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
محدوده آسایش شب	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
ج	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
وضعیت آسایش روز												
الف	س	س	س	م	گ	گ	گ	گ	گ	گ	س	س
ب	س	س	م	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	م	س
ج	س	م	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	گ	م
وضعیت آسایش شب												
الف	س	س	س	س	م	م	م	م	س	س	س	س
ب	س	س	س	س	م	گ	گ	گ	م	س	س	س
ج	س	س	س	م	گ	گ	گ	گ	م	س	س	س
وضعیت نهایی آسایش روز	س	م	م	م	گ	گ	گ	گ	گ	گ	م	م
وضعیت نهایی آسایش شب	س	س	س	م	م	م	م	م	م	م	س	س

(منبع: نگارندگان)

۴. یافته‌های پژوهش

۱,۴. ارزیابی الگوی معماری مدار با قدمت ۲۰ ساله و بیشتر

جدول ۴، مدارس نمونه انتخابی از سراسر شهر اهواز با قدمت سازه بیش از ۲۰ سال را نشان می‌دهد.

جدول ۴: مشخصات مدارس نمونه انتخابی با قدمت بیش از ۲۰ سال

ردیف	نام مدرسه	سال تأسیس	جهت کلی ساختمان
۱	نمونه دولتی	۱۳۱۴	غرب
۲	بشارت	۱۳۴۵	شمال
۳	سمانه	۱۳۵۰	جنوب
۴	مهشاد شیرازی	۱۳۵۰	شمال
۵	هنرستان حضرت خدیجه	۱۳۶۴	جنوب
۶	خدیجه	۱۳۶۴	جنوب
۷	پور کیانی	۱۳۶۵	شمال
۸	هدی	۱۳۷۲	شمال
۹	کوشا	۱۳۷۵	جنوب
۱۰	امت	۱۳۷۵	شمال
۱۱	عفاف	۱۳۷۶	جنوب
۱۲	ریحانه	۱۳۷۶	جنوب
۱۳	شاهد فاطمیه	۱۳۷۷	شرق
۱۴	طالقانی	۱۳۷۸	غرب

(منبع: نگارندگان)

۱,۴. مدارس با جهت‌گیری رو غرب

در بین مدارس انتخابی با قدمت بیش از ۲۰ سال مدرسه نمونه دولتی قدیمی‌ترین مدرسه می‌باشد که در سال ۱۳۱۴ هجری شمسی تأسیس شده است. جهت غالب این مدرسه به سمت غرب بوده است.



شکل ۳: نمونه مدارس با جهت‌گیری رو به غرب (دبیرستان نمونه دولتی سال تأسیس ۱۳۱۴)؛

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۲,۱,۴. مدارس با جهت گیری رو به جنوب

۶ مدرسه از ۱۴ مدرسه نمونه انتخابی دارای جهت گیری جنوبی بوده‌اند. این نوع مدارس برخلاف مدارس با جهت گیری رو به غرب دارای عقب نشینی نیستند، بلکه پنجره‌ها همتراز با دیوار گذاشته شده‌اند چرا که پنجره‌های رو به جنوب در دوره گرم سال به دلیل بالا بودن ارتفاع خورشید به ندرت در معرض تابش قرار دارند.



شکل ۴: نمونه مدارس با جهت گیری رو به جنوب (دبیرستان ریحانه سال تأسیس ۱۳۷۶)

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۳,۱,۴. مدارس با جهت گیری رو به شمال

از بین ۱۴ نمونه انتخابی ۵ مدرسه دارای جهت گیری رو به شمال بودند. با وجود این که در بیشتر ایام سال و به خصوص در دوره تحصیلی به ندرت آفتاب از سمت شمال می‌تابد بنابراین عقب نشینی پنجره‌ها چندان توجیهی نداشته است. مزید بر این که با عقب نشینی پنجره‌ها نور کافی برای فضاهای درونی کلاس‌ها تأمین نمی‌شود و کلاس‌ها نور کافی نخواهند داشت. به خصوص کلاس‌های نوبت عصر و در دوره سرد سال با کمبود شدید نور مواجه شده و این کمبود نور باید از طریق برق تأمین گردد.



شکل ۵: نمونه مدارس با جهت‌گیری رو به شمال (دبیرستان مهشاد شیرازی تأسیس ۱۳۵۰)
منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۴،۱،۴. مدارس با جهت‌گیری رو به شرق

از بین نمونه‌های انتخابی فقط یک مدرسه دارای جهت‌گیری رو به شرق بوده است (شکل ۶). با توجه به این که خورشید از ابتدای شروع سال تحصیلی از سمت شرق طلوع کرده و به تدریج تا اوایل دی ماه به سمت جنوب شرق میل پیدا می‌کند بنابراین حداقل در ۴ ماه از ۶ ماه فصول پاییز و زمستان خورشید در اوایل صبح به پشت پنجره‌های رو به شرق می‌تابد. باید توجه داشت که فقط در ساعات محدودی از طول روز چنین شرایطی حاصل می‌شود و در بخش زیادی از طول روز و فعالیت تحصیلی پنجره‌ها از نور کافی محروم هستند. بنابراین پنجره‌های رو به شرق پنجره‌های مناسبی برای مدارس شهر اهواز نمی‌باشد.



شکل ۶: نمونه از مدارس با جهت‌گیری رو به شرق (دبیرستان شاهد فاطمیه سال تأسیس ۱۳۷۷)
منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

در یک جمع‌بندی کلی در بین مدارس انتخابی با قدمت بیش از ۲۰ سال جهت‌گیری رو به جنوب با ۶ نمونه و ۴۳ درصد از کل نمونه‌های انتخابی بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. جهت جنوب تا جنوب شرق و جنوب غرب (۱۳۵ تا ۲۲۵ درجه جغرافیایی) مناسب‌ترین جهت‌ها برای شهر اهواز می‌باشند.

۲,۴. ارزیابی الگوی معماری با قدمت ۱۰ ساله و بیشتر

در این گروه ۱۱ مدرسه از مدارس شهر اهواز از سراسر شهر انتخاب شده است. جدول ۵ مشخصات مدارس نمونه انتخابی با قدمت ۱۰ تا ۲۰ سال را نشان می‌دهد.

جدول ۵: مشخصات مدارس نمونه انتخابی با قدمت ۱۰ تا ۲۰ سال

ردیف	نام مدرسه	سال تأسیس	جهت کلی ساختمان
۱	سمیه	۱۳۸۵	جنوب
۲	بهمن	۱۳۸۵	شرق
۳	حجاب	۱۳۹۰	شرق
۴	خوارزمی	۱۳۸۵	جنوب
۵	دبیرستان مهر ولایت	۱۳۹۲	جنوب
۶	دبیرستان شهدای رضوی	۱۳۹۳	جنوب
۷	شهید بهشتی	۱۳۸۶	جنوب
۸	فرهیختگان	۱۳۸۶	جنوب
۹	ستارگان درخشان	۱۳۸۰	شمال
۱۰	شاهد عفاف	۱۳۸۹	شمال
۱۱	حضرت آمه	۱۳۸۴	شمال

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۱,۲,۴. مدارس با جهت‌گیری رو به غرب

همان طور که جدول ۵ نیز نشان می‌دهد در بین ۱۱ مدرسه انتخابی هیچ مدرسه‌ای دارای جهت‌گیری رو به غرب نبوده است.

۲,۲,۴. مدارس با جهت‌گیری رو به جنوب

با توجه به زاویه تابش خورشید (۷۰ تا ۸۰ درجه در ماه‌های اردیبهشت و خرداد) در هنگام ظهر و حدود ۶۰ تا ۶۵ درجه در ایام صبح تا ظهر و جهت تابش در این ساعات از روز عموماً تابش خورشید به پنجره‌های رو به جنوب تابشی ندارد و دیوارهای جنوبی نیز مدت زمان زیادی در معرض تابش نیستند.



شکل ۷: دبستان سمیه با نمای بدون عقب نشینی پنجره‌ها (سال تأسیس ۱۳۸۵)؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۳,۲,۴. مدارس با جهت‌گیری رو به شرق

از ۱۱ نمونه انتخابی، ۲ مدرسه دارای جهت‌گیری رو به شرق بوده‌اند. این جهت‌گیری با توجه به شرایط اقلیمی شهر و دوره فعالیت مدارس که حداقل در ۳ تا ۴ ماه از سال در دوره سرد فعالیت دارند برای ساختمان‌های مدارس جهت مناسبی نیست چرا که عملاً ساختمان کلاس‌ها را از دریافت انرژی تابشی آفتاب محروم می‌کند.



شکل ۸: دبیرستان دخترانه حجاب با جهت‌گیری رو به شرق با عقب نشینی پنجره‌ها
منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۴,۲,۴. مدارس با جهت‌گیری رو به شمال

از میان مدارس نمونه انتخابی ۳ مدرسه دارای جهت‌گیری رو به شمال بودند. اصولاً این جهت‌گیری‌ها بجز در ساعات محدودی از ماه‌های تابستان (تیر و مرداد) تحت تأثیر تابش آفتاب قرار ندارند. این در حالی است که در این دو ماه از سال اصولاً در این دوره از سال مدارس فعالیت آموزشی ندارند. بنابراین پنجره‌های این گونه مدارس در دوره فعالیت مدارس در معرض تابش نیستند. تابش آفتاب از طریق پنجره‌ها علاوه بر این که بخشی از گرمای مورد نیاز کلاس‌ها را در

دوره سرد سال تأمین می‌کند. با تأمین نور مورد نیاز کلاس‌ها از لحاظ روانی نیز برای دانش‌آموزان و معلمان مفید است بنابراین این جهت‌گیری نامناسب‌ترین جهات برای مدارس و سازه‌های آموزشی می‌باشد.



شکل ۹: دبیرستان دخترانه شاهد عفاف با جهت‌گیری رو به شمال با عقب نشینی پنجره‌ها
منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۳.۴. ارزیابی الگوی معماری مدارس نوساز

برای تحلیل جهت‌گیری مدارس ساخته شده در ده سال اخیر ۱۱ مدرسه به عنوان نمونه انتخاب گردید. با توجه به جدول ۶ در یک دهه اخیر بیشتر مدارس به جهت شمال ساخته شده‌اند.

جدول ۶: مشخصات مدارس نمونه انتخابی با الگوی مدارس نوساز

ردیف	نام مدرسه	سال تأسیس	جهت کلی ساختمان
۱	ستایش	۱۳۹۸	شمال
۲	کوزه پز	۱۳۹۹	غرب
۳	بعثت	۱۳۹۷	شمال
۴	بهاران	۱۳۹۸	شمال
۵	عصمتیه	۱۳۹۵	شمال
۶	شهدای نفت	۱۳۹۷	جنوب
۷	پورمانندی	۱۳۹۹	غرب
۸	توران	۱۴۰۱	شمال
۹	شکوه حریری	۱۴۰۲	جنوب
۱۰	ساعدی	۱۴۰۲	شرق
۱۱	طاهبازف	۱۴۰۲	شمال

(منبع: نگارندگان)

۱,۳,۴. مدارس با جهت گیری رو به غرب

همان طور که در توصیف اقلیمی این گونه مدارس بیان شد این گونه پنجره ها برای شهری مانند اهواز جهت مناسبی نیستند. با توجه به زاویه و جهت تابش آفتاب این پنجره ها در فصول پاییز و زمستان در ساعات فعالیت مدارس در معرض تابش نیستند لذا به جهت نورگیری و تأمین گرمای کلاس ها تأثیر چندانی ندارند.



شکل ۱۰: دبستان پسرانه حاج علی اکبر کوره پز با جهت گیری رو به غرب و بدون عقب نشینی پنجره ها (تأسیس ۱۳۹۹)؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۲,۳,۴. مدارس با جهت گیری رو به جنوب

این جهت گیری با توجه به دوره فعالیت مدارس که عموماً در ۶ ماه پاییز و زمستان که حداقل ۳ تا ۴ ماه از آن هوا در کلاس ها سرد بوده و تابش آفتاب می تواند بخشی از گرمایش لازم را تأمین نماید. در عین این که در تمام ساعات فعالیت مدارس نور کافی برای کلاس ها تأمین می شود بنابراین جهت جنوب برای فعالیت های آموزشی بسیار مناسب تر است. به خصوص برای مدارس نوبت صبح شرایط بسیار خوبی را برای تأمین نور و آسایش روانی کلاس ها فراهم نماید.



شکل ۱۱: دبیرستان شکوه حریری با جهت گیری رو به جنوب بدون عقب نشینی پنجره ها سال تأسیس ۱۴۰۲؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۳,۳,۴. با جهت‌گیری رو به شرق

این گونه مدارس در ۶ ماه پاییز و زمستان دارای تابش مستقیم نمی‌باشد. فقط در ساعاتی از صبح در ماه‌های فروردین تا خرداد در معرض تابش مستقیم خواهد بود.



شکل ۱۲: مدرسه زنده یاد ساعدی با جهت‌گیری رو به شرق بدون عقب نشینی پنجره‌ها سال تأسیس ۱۴۰۲؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۴,۳,۴. مدارس با جهت‌گیری رو به شمال

این جهت‌گیری بالاترین تعداد را در میان مدارس انتخابی داشته است. ۶ مدرسه از ۱۱ مدرسه انتخابی به صورت تصادفی دارای جهت‌گیری رو به شمال بوده است. با وجود آنکه تصور می‌شود جهت شمال از این جهت که از تابش مستقیم خورشید در امان هستند و این جهت‌گیری سبب خواهد شد که آفتاب وارد کلاس‌ها نگردد ولی باید توجه داشت که دوره فعالیت مدارس در ایام روز و در ماه‌های نسبتاً سرد تا خنک سال انجام می‌شود که در ماه‌های اوایل و اواخر سال تحصیلی ممکن است با مشکلات ناشی از تابش خورشیدی مواجه گردند. در حالی که در ۴ تا ۵ ماه از سال تحصیلی نیاز مبرم به نور و گرمای تابش خورشیدی است. در صورتی که پنجره‌های شمالی علاوه بر این که ماه‌های سرد دوره آموزشی را از گرما و انرژی پاک خورشیدی محروم می‌نماید. بلکه به دلیل عدم برخورداری از نور کافی برای کلاس‌ها شرایط روحی و روانی مناسبی برای دانش‌آموزان فراهم نمی‌شود.



شکل ۱۳: دبستان ستایش با جهت‌گیری رو به شمال با عقب نشینی پنجره‌ها سال تأسیس ۱۳۹۸؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳



شکل ۱۴: دبستان میرهادی با جهت گیری رو به شمال بدون عقب نشینی پنجره‌ها سال تأسیس ۱۴۰۱؛

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

۴.۴. نقد و ارزیابی مدارس دوره‌های مختلف با الگوهای سه گانه (زیست اقلیمی، اقلیم - معماری و مشاوره اقلیم)

جدول ۷ توزیع مدارس با جهت گیری پنجره‌ها و بازشوها را در مدارس انتخابی در یک دوره ۸۸ ساله نشان می‌دهد. با توجه به این که برخی از مدارس برای تهیه عکس همکاری نداشتند لذا موفق به انتخاب نمونه به روش تصادفی فراهم نشد.

جدول ۷: مقایسه جهت گیری مدارس با قدمتهای مختلف (منبع: نگارندگان)

تعداد مدارس با جهت گیری شمالی	تعداد مدارس با جهت گیری جنوبی	تعداد مدارس با جهت گیری شرقی	تعداد مدارس با جهت گیری غربی	تعداد مدارس با عقب نشینی پنجره	تعداد مدارس بدون عقب نشینی	تعداد نمونه‌ها	قدمت مدارس انتخابی
۵ (۳۸ درصد)	۶ (۴۶ درصد)	۱	۳ (۲۳ درصد)	۱۱ (۸۴ درصد)	۴ (۳۱)	۱۳	بیش از ۲۰ سال
۳ (۲۷ درصد)	۶ (۵۴ درصد)	۲ (۱۸ درصد)	--	۸ (۷۳ درصد)	۳ (۲۷ درصد)	۱۱	۱۰ تا ۲۰ سال
۶ (۵۴ درصد)	۲ (۱۸ درصد)	۱	۲ (درصد)	۶ (۵۴ درصد)	۵ (۴۵ درصد)	۱۱	ده سال و کمتر

۵. بحث و نتیجه گیری

یکی از اهداف مهم طراحی شهری ارتقای کیفی محیط زیست شهروندان و تعامل مثبت آنان با فضای کالبدی شهر است. به منظور دستیابی به چنین هدفی در فرایند طراحی شهری، سناریویی تعریف می‌گردد که بهبود ارتباط انسان‌ها با یکدیگر و با فضاهای شهری را به شکل کالبدی ارائه می‌دهد. مدرسه هم یکی از عناصری است که در طراحی شهری و مهندسی شهرسازی دارای اهمیت می‌باشد. ساختمان‌های مدارس که بخش عمده‌ای از ساختمان‌های عمومی را تشکیل می‌دهند؛ یکی از مهم‌ترین مصرف‌کننده‌های انرژی در ایران هستند. با توجه به شرایط فعلی ساخت و ساز به نظر می‌رسد با اصلاح روش‌های طراحی و ساخت بنا، پتانسیل زیادی برای بهره‌وری انرژی وجود داشته باشد. اصلاح عوامل هندسی ساختمان، از جمله جهت گیری، یکی از این روش‌هاست که بررسی دقیق آن با توجه به تعداد زیاد مدارس دارای اهمیت خاصی است.

اگر مدارس شهر اهواز بر اساس شاخص‌های اقلیمی و الگوی معماری ایده‌آل طراحی شده باشند، باید بتوانند با شرایط گرم و خشک منطقه سازگار شده و محیطی مناسب برای دانش‌آموزان فراهم کنند. با این حال، در صورت عدم رعایت این شاخص‌ها، ممکن است مدارس با مشکلاتی مانند

گرمای بیش از حد، عدم تهویه مناسب و مصرف انرژی بالا مواجه شوند. بنابراین، ارزیابی دقیق و تطبیق معماری مدارس با شرایط اقلیمی اهواز ضروری است تا بتوان محیطی مطلوب برای آموزش و یادگیری ایجاد کرد. با توجه به شرایط اقلیمی شهر اهواز برای استفاده از تابش آفتاب برای دوره سرد سال و ممانعت از ورود اشعه‌های تابشی به درون اطاق‌ها در دوره گرم سال، بهتر است امتداد کلی ساختمان‌ها در جهت غربی-شرقی باشد. در این صورت با توجه به زاویه تابش آفتاب در دوره سرد سال امکان انتقال اشعه‌های خورشیدی به درون اطاق‌ها از طریق بازشوها و پنجره‌هایی که به سمت جنوب تعبیه شده‌اند میسر می‌شود و به این ترتیب می‌توان از انرژی خورشیدی برای گرم کردن کلاس‌های درسی استفاده کرد. در حالی که در دوره گرم سال به دلیل افزایش ارتفاع خورشید و زاویه تابش، اشعه‌های خورشیدی نمی‌تواند به طور مستقیم وارد کلاس‌ها شود. ساختمان‌ها از طرفین غرب و شرق بهتر است به هم متصل باشند چرا که کوران باد بین ساختمان‌ها هم در فصول گرم به دلیل گرمای مفرط هوا و در فصل سرد به دلیل سرمای هوا ضرورت ندارد. در صورتی که چسبندگی ساختمان‌ها از طرفین غربی و شرقی از تابش شدید صبحگاهی و عصرگاهی به دیوارها غربی و شرقی که در این مواقع از سال با زاویه تابش نزدیک به قائم دریافت می‌شوند جلوگیری می‌نماید. با توجه به گرمای شدید هوا به خصوص در دوره گرم سال و از طرفی نیاز به تابش آفتاب برای تعدیل فضاهای داخلی در دوره سرد سال بهتر است ابعاد پنجره‌ها در شهر اهواز متوسط انتخاب گردد. با توجه به گرمای شدید هوا در دوره گرم سال و عدم نیاز به انتقال گرما از طریق دیوارها، بهتر است دیوارها از نوع سنگین و یا با زمان تاخیر زیاد با بیش از ۸ ساعت انتخاب شوند تا انتقال تابش از طریق دیوارها چه دوره گرم سال از بیرون به داخل و چه در دوره سرد سال از داخل به سمت بیرون به حداقل ممکن برسد. چون استفاده از عناصر و عوامل اقلیمی برای خنک ساختن یا سرمایش کلاس‌ها چندان کار آیی ندارد ولی با یک طراحی مناسب بخش زیادی از گرمایش لازم برای کلاس‌ها را می‌توان با تابش خورشیدی تأمین کرد. بنابراین طراحی مناسب و جهت‌گیری صحیح مدارس باید از طرف کارگزاران آموزش و پرورش مورد تأکید قرار گیرد. مناسب‌ترین جهت‌گیری برای ساختمان‌های دو طرفه امتدادی غربی-شرقی و کارگزاری پنجره‌ها به سمت جنوب می‌باشد تا در طول دوره سرد آفتاب به درون کلاس‌ها منتقل گردد.

۱.۵. پیشنهادهای طراحی اقلیمی در مدارس شامل:

- جهت‌گیری مناسب: ساختمان مدرسه باید به گونه‌ای طراحی شود که کمترین میزان تابش مستقیم خورشید را دریافت کند. در مناطق گرم، جهت‌گیری شمالی-جنوبی معمولاً مناسب‌تر است.
- پنجره‌های کوچک در جبهه غربی و شرقی: از آنجا که این جبهه‌ها بیشترین تابش خورشید را دریافت می‌کنند، بهتر است پنجره‌ها کوچک و کم تعداد باشند تا گرمای کمتری وارد ساختمان شود.
- استفاده از سایه‌بان‌ها: سایه‌بان‌ها، آفتاب گیرها و پرده‌های خارجی می‌توانند از ورود تابش مستقیم خورشید به داخل کلاس‌ها جلوگیری کنند.
- درختکاری و فضای سبز: کاشت درختان و گیاهان در اطراف ساختمان مدرسه می‌تواند به ایجاد سایه و کاهش دمای محیط کمک کند.

- رنگ روشن برای نما: استفاده از رنگ‌های روشن برای دیوارها و سقف‌ها می‌تواند انعکاس نور خورشید را افزایش داده و جذب گرما را کاهش دهد.
- پنل‌های خورشیدی: استفاده از پنل‌های خورشیدی می‌تواند به تأمین انرژی مدرسه کمک کرده و مصرف انرژی را کاهش دهد.
- آموزش مفاهیم پایداری: آموزش دانش‌آموزان در مورد اهمیت صرفه‌جویی در انرژی و استفاده بهینه از منابع می‌تواند به کاهش مصرف انرژی در مدرسه کمک کند.
- مشارکت در نگهداری فضای سبز: دانش‌آموزان می‌توانند در کاشت و نگهداری گیاهان و درختان مدرسه مشارکت کنند.

منابع و مآخذ:

- ۱- جهانی شام اسبی، م.، و جهانی شام اسبی، ح. ۱۳۹۲. بررسی آسایش معماری همساز با اقلیم شهر نیر بر مبنای مدل‌های اولگی، اوانز و شاخص دمای مؤثر، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار، تهران، انجمن محیط زیست کومش، دانشگاه صنعت هوایی.
- ۲- حویزای، ح.، و مرشدی، ج. ۱۳۹۴. ارزیابی آسایش اقلیمی در ساختمان‌های مسکونی شهر اهواز بر اساس مدل‌های بیوکلیمایی ماهانی و گیونی، سومین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، معماری و شهرسازی، تهران.
- ۳- زرین وفا، ع.، و دهقان توران پشته، ع. ۱۳۹۳. اصول طراحی همساز با اقلید با رویکرد پایداری زیست محیطی در استان همدان، کنگره بین المللی پایداری در معماری و شهرسازی-شهر مصدر، امارا متحده عربی - دبی و ابوظبی، کانون سراسری انجمن‌های صنفی مهندسان معمار ایران، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد امارات.
- ۴- شریفی، م.، میرزایی، م.، و شریفی راسخ، ر. ۱۳۹۴. استفاده از شاخص‌های اقلیمی برای رسیدن به معماری پایدار (نمونه موردی: همدان)، دومین کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار، بصورت الکترونیکی، مؤسسه بین المللی معماری، شهرسازی مهرانشهر.
- ۵- عظیمی پویا، ن. ۱۳۹۲. راهکارهای پایداری برای آسایش در اقلیم سرد با بهره‌گیری از مدل شاخص دمای مؤثر، الگی، گیونی (نمونه موردی شهر همدان)، دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی، اصفهان، سازمان بهره وری انرژی ایران.
- ۶- قیابکلو، ز. ۱۳۷۹. خنک سازی غیر مکانیکی تبخیری، باغ نظر. دوره ۸.
- ۷- کریم زاده، س.، لشکری، ح.، برنا، ر.، و ولی شریعت پناهی، م. ۱۴۰۰. بررسی میزان انطباق جهت معماری ساختمان‌های قدیم و جدید شهر سقز از منظر اقلیمی. فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۱۱(۴)، ۱۸۳-۲۰۹.
- ۸- معینی، س م.، غیاثوند، و.، و اسدی افخم، ص. ۱۳۹۳. بررسی جلوه‌های پایداری در معماری بومی اقلیم سرد (نمونه موردی: روستای ورکانه همدان)، اولین همایش ملی معماری مسکونی، ملایر، آموزشکده فنی و حرفه‌ای سما واحد ملایر.
- ۹- موحد، خ.، و فتاحی، ک. ۱۳۹۲. بررسی نقش اقلیم و محیط در شکل دهی فرم سازه مسکن روستایی استان فارس. مسکن و محیط روستا، ۳۲(۱۴۱)، ۳۷-۵۰.
- ۱۰- نتاج انصار، ژ.، برنا، ر.، مرشدی، ج. ۱۴۰۱. تدوین استراتژی‌های طراحی اقلیمی برای ساختمان‌های آموزشی در شرایط اقلیمی شهر دزفول، توسعه پایدار محیط جغرافیایی، ۷(۴)، ۱۲۹-۱۴۱.
- 11- 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.

- 12- Eddy Krigiel., Brad Nies. (2008). Green Bim: Sustainable Desing with Building Information Modehing. Press Simay e Danesh.978-600-120-169-1.
- 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- 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.
- 16- Perez, Y. V., and 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.

