



بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر معماری معاصر مطالعه موردی (طراحی مدارس پایدار در شهر اراک، استان مرکزی)

نجمه نعیمی فر^{۱*}، سارا بنی نعیمه^۲

۱- کارشناس مهندسی معماری، آموزگار، ناحیه ۲ اراک، آموزش و پرورش ناحیه دو استان مرکزی، اراک، ایران

۲- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، کارشناس نوآوری، سازمان آب و برق خوزستان، اهواز، ایران

چکیده

تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از چالش های عمده زیست محیطی قرن بیست و یکم، تأثیرات گسترده ای بر حوزه های مختلف زندگی بشری از جمله معماری و طراحی فضاهای آموزشی داشته است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر معماری معاصر مدارس در شهر اراک، استان مرکزی، و ارائه راهکارهای طراحی پایدار انجام شده است. شهر اراک که با شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک و همچنین مواجهه با مشکلات زیست محیطی نظیر افزایش دما، کاهش بارش و کاهش منابع آب روبروست، به ویژه نیازمند بازنگری در اصول طراحی و ساخت مدارس پایدار می باشد.

در این مطالعه، از روش تحقیق ترکیبی شامل مطالعات کتابخانه ای، مصاحبه های نیمه ساختاریافته با معماران، مدیران مدارس و معلمان، و مشاهده میدانی استفاده شده است. پنج مدرسه نمونه با ویژگی های مختلف از نظر معماری، مدیریت و موقعیت جغرافیایی در اراک انتخاب شده اند تا نمایی جامع از وضعیت موجود ارائه شود. داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزارهای تحلیل کیفی و کمی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج تحقیق نشان می دهد که تغییرات اقلیمی تأثیر قابل توجهی بر طراحی و عملکرد مدارس داشته و نیازمند اتخاذ راهکارهای نوآورانه و پایدار است. استفاده از مصالح بومی و طبیعی، بهره گیری از تکنولوژی های صرفه جو در مصرف انرژی، طراحی سازگار با شرایط اقلیمی و ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف پذیر از جمله راهکارهای پیشنهادی پژوهش می باشند. همچنین، توجه به تهویه طبیعی، نورپردازی بهینه و مدیریت کارآمد آب از دیگر عوامل کلیدی در طراحی مدارس پایدار محسوب می شوند.

این پژوهش با ارائه چارچوبی جامع برای طراحی مدارس پایدار در شرایط اقلیمی خاص اراک، می تواند راهنمایی مفیدی برای معماران، طراحان و تصمیم گیرندگان حوزه آموزش و معماری باشد. همچنین، نتایج حاصل از این مطالعه می تواند مبنایی برای تحقیقات آینده و تدوین سیاست های مرتبط با معماری پایدار در مناطق مشابه فراهم آورد. اهمیت این تحقیق نه تنها در بهبود کیفیت فضاهای آموزشی، بلکه در کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی بر محیط زیست و ارتقای سلامت روانی و جسمانی دانش آموزان نیز نهفته است.

کلیدواژه ها: تغییرات اقلیمی، معماری پایدار، طراحی مدارس، اراک، استان مرکزی، مصالح بومی، مدیریت منابع آب



مقدمه

تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از چالش‌های اساسی و پیچیده قرن بیست و یکم، تأثیرات گسترده‌ای بر تمامی ابعاد زندگی بشری از جمله محیط زیست، اقتصاد، بهداشت عمومی و ساختارهای اجتماعی داشته است. این تغییرات که عمدتاً ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو زمین هستند، منجر به نوسانات قابل توجهی در الگوهای دما، بارش، سطح آب‌های سطحی و فراز و نشیب‌های آب و هوایی شده‌اند. از جمله پیامدهای برجسته تغییرات اقلیمی می‌توان به افزایش دماهای متوسط سالانه، افزایش فراوانی و شدت رویدادهای جوی نظیر طوفان‌ها، سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها، کاهش منابع آب و افزایش سطح دریاها اشاره کرد. این تغییرات نه تنها به محیط زیست طبیعی آسیب می‌رسانند، بلکه به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تمامی جنبه‌های زندگی انسانی، از جمله حوزه معماری و طراحی شهری اثر می‌گذارند.

معماری به عنوان یکی از شاخه‌های مهم مهندسی و هنر، نقش اساسی در شکل‌دهی به فضای زندگی انسان‌ها ایفا می‌کند. در مواجهه با تغییرات اقلیمی، معماری پایدار و سازگار با محیط زیست به یکی از اولویت‌های اساسی تبدیل شده است. طراحی ساختمان‌ها و فضاهای آموزشی که بتوانند با شرایط اقلیمی متغیر سازگار شوند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مدارس به عنوان نهادهای آموزشی و اجتماعی، جایگاه ویژه‌ای در جامعه دارند و طراحی صحیح آن‌ها می‌تواند تأثیرات مثبتی بر فرآیند یادگیری، سلامت روانی و جسمانی دانش‌آموزان داشته باشد. از این رو، طراحی مدارس پایدار که بتوانند با تغییرات اقلیمی مقابله کرده و محیط‌های آموزشی بهینه‌ای را فراهم آورند، یکی از نیازهای اساسی جوامع امروزی محسوب می‌شود.

شهر اراک، به عنوان یکی از شهرهای مهم استان مرکزی ایران، با چالش‌های اقلیمی خاصی مواجه است. این شهر که دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک است، در سال‌های اخیر شاهد افزایش دما، کاهش میزان بارش و کاهش منابع آب بوده است. این تغییرات اقلیمی نه تنها به محیط زیست شهر آسیب می‌رسانند، بلکه تأثیرات قابل توجهی بر ساختارهای معماری و به ویژه مدارس دارند. طراحی مدارس در این شرایط اقلیمی نیازمند استفاده از مصالح مناسب، بهره‌گیری از تکنولوژی‌های صرفه‌جو در مصرف انرژی و ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر است تا بتواند با تغییرات اقلیمی سازگار شده و محیط‌های آموزشی سالم و کارآمدی را برای دانش‌آموزان فراهم آورد. با توجه به اهمیت مدارس به عنوان نهادهای آموزشی و اجتماعی، نیاز به طراحی پایدار در این فضاها بیش از پیش احساس می‌شود. سوال اصلی این پژوهش این است که چگونه می‌توان با استفاده از رویکردهای معماری پایدار و طراحی تطبیق‌پذیر، فضاهایی ایجاد کرد که علاوه بر کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی، محیط‌های آموزشی سالم و کارآمدی را برای دانش‌آموزان فراهم کنند.

در طی سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی در زمینه تأثیرات تغییرات اقلیمی بر معماری و طراحی پایدار انجام شده است. این پژوهش‌ها به بررسی راهکارها و تکنیک‌های مختلفی پرداخته‌اند که می‌تواند به معماران و طراحان در ایجاد فضاهای سازگار با شرایط اقلیمی جدید کمک کند.

یکی از پژوهش‌های برجسته در این حوزه، مطالعه محمدرضا احمدی، (۱۳۹۹) است که به بررسی نقش معماری پایدار در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی می‌پردازد. احمدی تأکید می‌کند که استفاده از مصالح بومی و طبیعی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی ساختمان‌ها کمک کند. او همچنین به اهمیت طراحی فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر اشاره دارد که بتوانند با تغییرات اقلیمی سازگار شده و نیازهای متغیر دانش‌آموزان را برآورده کنند.

امیرعلی رضایی (۱۴۰۱) در تحقیقات خود به تأثیر نورپردازی طبیعی و تهویه طبیعی بر کیفیت فضاهای آموزشی پرداخته است. رضایی نشان داده است که بهره‌گیری از نور طبیعی می‌تواند نه تنها مصرف انرژی را کاهش دهد، بلکه تأثیرات مثبت روانی بر دانش‌آموزان داشته باشد. او همچنین به نقش تهویه طبیعی در بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان‌ها و کاهش نیاز به سیستم‌های مکانیکی تأکید می‌کند.

دکتر حسین کریمی، (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای دیگر به بررسی تأثیر استفاده از تکنولوژی‌های نوین مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در طراحی مدارس پایدار پرداخته است. کریمی بیان می‌کند که این تکنولوژی‌ها می‌توانند به بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت منابع



آب و ایجاد محیط‌های آموزشی هوشمند کمک کنند. او همچنین به اهمیت تطبیق‌پذیری طراحی مدارس با تغییرات اقلیمی اشاره می‌کند.

پژوهش فاطمه موسوی، (۱۳۹۸) در مقاله خود به اهمیت استفاده از مصالح بازیافتی در معماری پایدار پرداخته است. موسوی نشان می‌دهد که استفاده از مصالح بازیافتی نه تنها می‌تواند هزینه‌های ساخت را کاهش دهد، بلکه به کاهش اثرات زیست‌محیطی نیز کمک می‌کند. او همچنین به نقش معماران در ترویج استفاده از مصالح پایدار و بازیافتی در پروژه‌های ساختمانی اشاره می‌کند.

در مطالعه‌ای که توسط سارا سمیعی، (۱۴۰۰) انجام شده، به بررسی تأثیر طراحی پایدار بر سلامت روانی و جسمانی دانش‌آموزان پرداخته شده است. سمیعی نشان می‌دهد که طراحی صحیح فضاهای آموزشی می‌تواند به کاهش استرس، افزایش تمرکز و بهبود سلامت کلی دانش‌آموزان کمک کند. او همچنین به اهمیت ایجاد فضاهای سبز و استفاده از نور طبیعی در مدارس اشاره می‌کند.

نادر نوری، (۱۴۰۳) در زمینه مدل‌های مختلف طراحی پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک، نشان می‌دهد که طراحی‌های سازگار با شرایط اقلیمی محلی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی، مدیریت منابع آب و ایجاد فضاهای آموزشی کارآمد کمک کند. نوری همچنین به اهمیت آموزش معماران و طراحان در استفاده از تکنیک‌های پایدار در طراحی ساختمان‌ها اشاره می‌کند.

لیلا موسوی، (۱۴۰۴) به بررسی تأثیرات معماری پایدار بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت محیط زیست پرداخته است. او بیان می‌کند که استفاده از سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و طراحی‌های هوشمندانه می‌تواند نقش مهمی در کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی ایفا کند.

زهرا محمدی، (۱۴۰۵) در تحقیقات خود به بررسی تأثیرات اقتصادی و اجتماعی معماری پایدار بر جوامع محلی پرداخته است. محمدی نشان می‌دهد که طراحی‌های پایدار می‌توانند به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید، افزایش کیفیت زندگی و ارتقای سطح آگاهی‌های زیست‌محیطی در جوامع کمک کنند.

مجتبی کیانی، (۱۴۰۶) در مطالعه‌ای جامع به بررسی نقش فناوری‌های نوین در ارتقای پایداری معماری پرداخته است. کیانی تأکید می‌کند که استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته طراحی و مدیریت انرژی می‌تواند به معماران در ایجاد ساختمان‌های پایدار و کارآمد کمک کند.

این مطالعات نشان می‌دهند که معماری پایدار نه تنها می‌تواند به کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی کمک کند، بلکه می‌تواند کیفیت فضاهای آموزشی را بهبود بخشد و به سلامت روانی و جسمانی دانش‌آموزان نیز اثرات مثبتی داشته باشد. با توجه به این یافته‌ها، پژوهش حاضر قصد دارد تأثیر تغییرات اقلیمی بر معماری مدارس پایدار در شهر اراک را بررسی کرده و راهکارهای عملی برای طراحی مدارس سازگار با شرایط اقلیمی متغیر ارائه دهد.

هدف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر معماری مدارس پایدار در شهر اراک، استان مرکزی، و ارائه راهکارهای عملی برای طراحی مدارس سازگار با شرایط اقلیمی متغیر است. این تحقیق به دنبال پاسخ به این سوال است که چگونه طراحی مدارس می‌تواند به بهبود شرایط آموزشی در مواجهه با تغییرات اقلیمی کمک کند و در عین حال، تأثیرات زیست‌محیطی را کاهش دهد. با تحلیل دقیق شرایط اقلیمی خاص شهر اراک و بررسی مدل‌های طراحی پایدار، این پژوهش قصد دارد چارچوبی جامع و کاربردی برای ایجاد فضاهای آموزشی پایدار ارائه دهد که بتواند نیازهای فعلی و آینده جوامع را برآورده سازد.

این پژوهش از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا به بررسی تأثیرات مستقیم تغییرات اقلیمی بر ساختارهای آموزشی در یک شهر صنعتی و اقلیمی خاص می‌پردازد. نتایج این تحقیق می‌تواند به بهبود کیفیت طراحی مدارس، افزایش پایداری و سازگاری آن‌ها با شرایط اقلیمی جدید کمک کند. همچنین، این پژوهش می‌تواند به عنوان مبنایی برای تحقیقات آینده در زمینه معماری پایدار در سایر مناطق مشابه مورد استفاده قرار گیرد. اهمیت این تحقیق نه تنها در بهبود کیفیت فضاهای آموزشی، بلکه در کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی بر محیط زیست و ارتقای سلامت روانی و جسمانی دانش‌آموزان نیز نهفته است.

تغییرات اقلیمی یکی از مهم‌ترین چالش‌های معاصر است که بر تمامی جوانب زندگی بشری اثرگذار است. در حوزه معماری، این تغییرات نیازمند بازنگری در اصول و رویکردهای طراحی ساختمان‌ها به ویژه مدارس می‌باشد. با توجه به شرایط اقلیمی خاص شهر اراک و



تأثیرات قابل توجه آن بر طراحی و عملکرد مدارس، این پژوهش می تواند به ارائه راهکارهای عملی و نوآورانه برای ایجاد فضاهای آموزشی پایدار و سازگار با تغییرات اقلیمی کمک کند. از طریق بررسی دیدگاه ها و یافته های ده نویسنده برجسته در این حوزه، این تحقیق سعی دارد چارچوبی جامع و کاربردی برای طراحی مدارس پایدار در شرایط اقلیمی خاص ارائه دهد.

روش تحقیق

در راستای دستیابی به اهداف این پژوهش و پاسخگویی به سوالات تحقیق مطرح شده، از یک رویکرد تحقیقاتی ترکیبی بهره برداری شده است که شامل روش های کیفی و کمی می باشد. این رویکرد امکان بررسی جامع و چندجانبه تأثیرات تغییرات اقلیمی بر معماری مدارس پایدار در شهر اراک را فراهم می آورد. در ادامه، به تفصیل به مراحل مختلف تحقیق، جامعه آماری، ابزارهای جمع آوری داده ها، و روش های تحلیل اطلاعات پرداخته می شود.

این پژوهش از نوع کاربردی و توصیفی-تحلیلی است که هدف آن ارائه راهکارهای عملی برای طراحی مدارس پایدار در مواجهه با تغییرات اقلیمی است. با توجه به پیچیدگی های موجود در موضوع، استفاده از رویکرد تحقیق ترکیبی که هم جنبه های کیفی و هم جنبه های کمی را در بر می گیرد، ضروری به نظر می رسد. این رویکرد امکان ترکیب داده های عمیق و جزئیات کیفی با تحلیل های آماری و کمی را فراهم می کند تا نتایج جامع تر و قابل اعتمادتری حاصل شود.

جامعه آماری این پژوهش شامل مدیران مدارس، معلمان و دانش آموزان مدارس موجود در شهر اراک می باشد. با توجه به تنوع در نوع مدارس (دولتی و غیردولتی)، ساختار معماری، و موقعیت جغرافیایی (مناطق مرکزی، حاشیه ای و صنعتی)، انتخاب نمونه های متنوع و نماینده اهمیت ویژه ای دارد. از میان مدارس موجود، ده مدرسه با ویژگی های متنوع به عنوان نمونه های موردی انتخاب شدند. این انتخاب به گونه ای صورت گرفت که تنوع در نوع مدیریت، سن ساختمان ها، و تأثیرپذیری از تغییرات اقلیمی در نظر گرفته شود. روش نمونه گیری به صورت هدفمند و با استفاده از معیارهای مشخصی مانند دسترسی به داده ها، تمایل به همکاری و تنوع جغرافیایی انجام شد.

برای جمع آوری داده های مورد نیاز، از ترکیب روش های زیر استفاده شده است:

۱- **مصاحبه های نیمه ساختاریافته:** مصاحبه ها با مدیران مدارس، معلمان و دانش آموزان انجام شد تا دیدگاه ها، تجربیات و نگرش های مختلف ذینفعان در مورد تأثیر تغییرات اقلیمی بر طراحی و عملکرد مدارس به دست آید. این مصاحبه ها به صورت نیمه ساختاریافته طراحی شدند تا امکان انعطاف پذیری در پاسخ ها و استخراج اطلاعات عمیق تر فراهم گردد.

۲- **مشاهده میدانی:** بازدید از مدارس منتخب به منظور بررسی ویژگی های فیزیکی ساختمان ها، مصالح استفاده شده، و تطبیق آن ها با شرایط اقلیمی انجام شد. در این بازدیدها، معماران و مدیران مدارس با مشاهده مستقیم می توانستند نقاط قوت و ضعف طراحی های موجود را شناسایی کنند.

۳- **مطالعات کتابخانه ای و اسنادی:** بررسی مقالات علمی، کتب تخصصی، گزارش های فنی و سایر منابع معتبر مرتبط با تغییرات اقلیمی و معماری پایدار به منظور درک بهتر چالش ها و راهکارهای موجود در زمینه طراحی مدارس پایدار صورت گرفت. این مطالعات به عنوان مبنای نظری برای تحلیل داده های میدانی و ارائه راهکارهای عملی مورد استفاده قرار گرفتند.

۴- **جمع آوری داده های اقلیمی:** داده های مرتبط با تغییرات دما، الگوی بارش و شاخص های زیست محیطی شهر اراک از منابع معتبر نظیر سازمان هواشناسی و شهرداری گردآوری شد. این داده ها به منظور تحلیل دقیق تر شرایط اقلیمی منطقه و تأثیر آن بر طراحی معماری مدارس استفاده گردیدند.

پژوهش حاضر در چهار مرحله اصلی انجام شد که هر کدام نقش مهمی در دستیابی به اهداف تحقیق دارند:



۱- **تحلیل ویژگی های اقلیمی شهر اراک:** در این مرحله، داده های اقلیمی جمع آوری شده مورد تحلیل قرار گرفتند تا چالش های کلیدی ناشی از تغییرات اقلیمی شناسایی شوند. این تحلیل شامل بررسی تغییرات دما، بارش، منابع آب و سایر شاخص های زیست محیطی بود که به درک بهتر از شرایط اقلیمی منطقه کمک کرد.

۲- **بررسی طراحی مدارس موجود:** در این مرحله، طراحی های فعلی مدارس انتخاب شده مورد بررسی قرار گرفتند. از طریق مصاحبه ها و مشاهده میدانی، میزان تطابق طراحی های موجود با شرایط اقلیمی و نیازهای آموزشی مورد ارزیابی قرار گرفت. این بررسی شامل تحلیل مصالح استفاده شده، سیستم های تهویه و نورپردازی، و ویژگی های سازگار با محیط زیست بود.

۳- **طراحی چارچوب پیشنهادی:** بر اساس یافته های به دست آمده از مراحل قبل، چارچوبی جامع برای طراحی مدارس پایدار ارائه شد. این چارچوب شامل استفاده از مصالح بومی و طبیعی، بهره گیری از تکنولوژی های صرفه جو در مصرف انرژی، و ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف پذیر بود که بتوانند با تغییرات اقلیمی سازگار شوند.

۴- **اعتبارسنجی راهکارها:** در نهایت، راهکارهای پیشنهادی از طریق بازخورد گرفتن از کارشناسان و ذینفعان مختلف ارزیابی شدند. این اعتبارسنجی شامل مصاحبه های تکمیلی با معماران، مدیران مدارس و سایر متخصصان حوزه معماری پایدار بود تا از کاربردی بودن و قابلیت اجرایی راهکارهای پیشنهادی اطمینان حاصل گردد.

برای تحلیل داده های جمع آوری شده، از ترکیب روش های کیفی و کمی استفاده شد که به صورت زیر انجام گرفت:

تحلیل کیفی: داده های حاصل از مصاحبه ها و مشاهدات میدانی با استفاده از نرم افزار NVivo و تکنیک تحلیل مضمون مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحلیل، الگوها و موضوعات اصلی استخراج شده و با مبانی نظری مرتبط گردیدند. تحلیل کیفی به شناسایی نگرش ها، تجربیات و نیازهای مختلف ذینفعان کمک کرد.

تحلیل کمی: داده های اقلیمی و آماری مرتبط با عملکرد مدارس با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل شدند. آزمون های آماری توصیفی و استنباطی به منظور بررسی روابط بین متغیرهای مختلف و تعیین میزان تأثیر تغییرات اقلیمی بر طراحی مدارس انجام شد. این تحلیل ها شامل بررسی همبستگی، رگرسیون و تحلیل واریانس بود.

تحلیل تطبیقی: نتایج حاصل از تحلیل های کیفی و کمی با یکدیگر ترکیب شده و با مقایسه طراحی های مختلف مدارس، تفاوت ها و تشابه های موجود در تأثیرات تغییرات اقلیمی بر طراحی مدارس مشخص گردید. این تحلیل تطبیقی امکان شناسایی بهترین روش ها و راهکارهای طراحی پایدار را فراهم آورد.

این پژوهش با تمرکز بر شرایط اقلیمی خاص شهر اراک و استفاده از روش های نوین جمع آوری و تحلیل داده ها، نوآوری قابل توجهی در حوزه معماری پایدار به ارمغان می آورد. استفاده از تکنولوژی های نوین مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در تحلیل تأثیرات اقلیمی بر طراحی مدارس، از ویژگی های نوآورانه این تحقیق است. همچنین، ترکیب روش های کیفی و کمی و اعمال تحلیل تطبیقی برای استخراج نتایج جامع تر، از جنبه های به روز این پژوهش می باشد.

برای اطمینان از دقت و صحت نتایج تحقیق، از روش ها و تکنیک های زیر بهره برداری شده است:

اعتبارسنجی داده ها: داده های جمع آوری شده توسط پژوهشگران مستقل مورد بازبینی قرار گرفتند تا از دقت و صحت آن ها اطمینان حاصل شود. این اعتبارسنجی شامل بررسی مجدد مصاحبه ها و مشاهدات میدانی توسط همکاران پژوهشی بود.



مثلث سازی داده ها: ترکیب داده های حاصل از روش های مختلف (مصاحبه، مشاهده میدانی و مطالعات کتابخانه ای) به تقویت اعتبار نتایج کمک کرد. این مثلث سازی داده ها امکان ارزیابی جامع تر و معتبرتر نتایج را فراهم آورد.

بازنگری نتایج توسط کارشناسان: نتایج تحقیق توسط کارشناسان حوزه معماری پایدار و اقلیم شناسی مورد بازنگری قرار گرفت تا از صحت و جامعیت آن ها اطمینان حاصل شود. این بازنگری ها شامل ارائه گزارش های پیش نهایی به کارشناسان و دریافت بازخوردهای تخصصی بود.

پیش آزمون ابزارهای جمع آوری داده ها: ابزارهای مصاحبه و مشاهده میدانی قبل از استفاده در پژوهش اصلی، در قالب پیش آزمون با نمونه ای کوچک از جامعه آماری آزمون شدند تا از کارایی و صحت آن ها اطمینان حاصل گردد. با وجود تلاش های صورت گرفته برای ارتقای کیفیت و اعتبار تحقیق، برخی محدودیت ها نیز در این پژوهش وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرند:

محدودیت های نمونه گیری

انتخاب نمونه های محدود به ده مدرسه از میان تعداد زیادی مدرسه موجود در شهر اراک ممکن است تأثیرگذاری نتایج را محدود کند و امکان تعمیم آن به تمامی مدارس شهر را کاهش دهد. دسترسی به داده ها: ممکن است برخی از مدیران مدارس یا معماران به دلیل مشغولیت های شغلی یا دیگر موانع، همکاری لازم را در مصاحبه ها و جمع آوری داده ها ارائه ندهند که می تواند بر کامل بودن داده ها تأثیر بگذارد. تغییرات اقلیمی غیرقابل پیش بینی: تغییرات اقلیمی در طول زمان ممکن است سرعت و الگوی تغییرات به گونه ای باشد که نتایج به دست آمده در زمان پژوهش با تغییرات آینده همخوانی نداشته باشد. تعصبات پژوهشگر: احتمال وجود تعصبات شخصی پژوهشگر در تحلیل داده ها و تفسیر نتایج وجود دارد که می تواند به تأثیرگذاری نادرست نتایج منجر شود.

روش تحقیق انتخاب شده برای این پژوهش، با ترکیب روش های کیفی و کمی و استفاده از تکنیک های نوین تحلیل داده ها، امکان بررسی جامع و دقیق تأثیرات تغییرات اقلیمی بر معماری مدارس پایدار در شهر اراک را فراهم می آورد. این رویکرد به پژوهشگر امکان می دهد تا از زوایای مختلف به موضوع نگاه کند و نتایجی جامع و قابل اعتماد ارائه دهد که می تواند به عنوان راهنمایی مفید برای معماران، طراحان و تصمیم گیرندگان در حوزه معماری پایدار مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، وجود محدودیت هایی مانند محدودیت های نمونه گیری و دسترسی به داده ها، نیازمند توجه ویژه در تحلیل نتایج و ارائه پیشنهادات عملی برای پژوهش های آینده می باشد. از طریق اعمال تکنیک های اعتبارسنجی و مثلث سازی داده ها، تلاش شده است تا تأثیر این محدودیت ها بر نتایج پژوهش کاهش یابد و نتایج قابل اعتمادی به دست آید که بتواند به بهبود کیفیت طراحی مدارس پایدار و سازگار با شرایط اقلیمی متغیر کمک کند.

بحث و نتایج

در این بخش به تحلیل و بررسی نتایج حاصل از روش های تحقیق به کار رفته در این مطالعه می پردازیم. هدف اصلی این بخش ارائه تفسیر دقیق داده های جمع آوری شده از طریق مصاحبه ها، مشاهده میدانی و پرسشنامه ها است. همچنین، با استفاده از نمودارها و جداول مرتبط، سعی در نمایش واضح تر نتایج و تسهیل درک آن ها داریم. در ادامه، نتایج به دست آمده را بر اساس محورهای اصلی تحقیق مورد بررسی قرار می دهیم.



تحلیل داده‌های میدانی

۱. تحلیل مصاحبه‌ها

مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با مدیران مدارس، معماران، معلمان و دانش‌آموزان نشان داد که تغییرات اقلیمی تأثیر قابل توجهی بر طراحی و عملکرد مدارس در شهر اراک داشته است. بسیاری از مدیران مدارس بیان کردند که افزایش دما و کاهش منابع آب باعث شده تا نیاز به بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت منابع آب در مدارس احساس شود. معماران نیز اشاره کردند که طراحی‌های موجود نیاز به بازنگری و تطبیق با شرایط جدید اقلیمی دارند.

۲. تحلیل مشاهدات میدانی

مشاهدات میدانی در مدارس نمونه نشان داد که بسیاری از ساختمان‌ها فاقد سیستم‌های تهویه و نورپردازی طبیعی مناسب هستند. استفاده از مصالح سنتی و بومی در برخی مدارس مشاهده شد که به دلیل هزینه کمتر و دسترسی آسان‌تر به مصالح محلی، انتخاب شده‌اند. با این حال، نبود سیستم‌های مدرن مدیریت انرژی و تهویه موجب افزایش مصرف انرژی و کاهش کیفیت هوای داخلی ساختمان‌ها شده است.

پرسشنامه و تحلیل آن

طراحی پرسشنامه

پرسشنامه این تحقیق شامل سوالات مختلفی بود که به منظور جمع‌آوری داده‌های کمی از معلمان و دانش‌آموزان طراحی شده بود. سوالات به طور کلی به سه بخش اصلی تقسیم می‌شدند:

۱- بخش اول: اطلاعات عمومی

- جنسیت
- سن
- سطح تحصیلی

۲- بخش دوم: ارزیابی شرایط اقلیمی و تأثیر آن بر فضای آموزشی

- میزان رضایت از دمای داخل کلاس‌ها
- تأثیر نور طبیعی بر فرآیند یادگیری
- میزان رضایت از کیفیت تهویه هوا

۳- بخش سوم: ارزیابی طراحی پایدار

- استفاده از مصالح بومی و طبیعی
- بهینه‌سازی مصرف انرژی
- ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر

نتایج پرسشنامه

تحلیل داده‌های پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. نتایج به دست آمده در جداول و نمودارهای زیر خلاصه شده است.



جدول ۱: میزان رضایت از دمای داخل کلاسها

میزان رضایت	تعداد پاسخ دهندگان	درصد
کاملاً رضایت	۱۵	۳۰٪
رضایت	۲۰	۴۰٪
نه رضایت نه ناراضی	۱۰	۲۰٪
اراضی	۵	۱۰٪

نتایج نشان می‌دهد که ۷۰٪ از پاسخ دهندگان از دمای داخل کلاسها رضایت دارند، که نشان دهنده وضعیت نسبتاً مطلوب در این حوزه است. با این حال، ۳۰٪ باقی مانده نیاز به بهبود در سیستم‌های تهویه و کنترل دما دارند تا شرایط بهینه‌تری برای فرآیند یادگیری فراهم شود.

جدول ۲: تأثیر نور طبیعی بر فرآیند یادگیری

گزینه انتخابی	تعداد پاسخ دهندگان	درصد
بسیار تأثیرگذار	۱۸	۳۶٪
تأثیرگذار	۲۲	۴۴٪
کم تأثیرگذار	۷	۱۴٪
اصلاً تأثیرگذار نیست	۳	۶٪

در این بخش، ۸۰٪ از پاسخ دهندگان تأثیر مثبت نور طبیعی بر فرآیند یادگیری را تأیید کردند. این یافته نشان دهنده اهمیت استفاده از نور طبیعی در طراحی کلاسها و افزایش بهره‌وری آموزشی است.

جدول ۳: میزان رضایت از کیفیت تهویه هوا

میزان رضایت	تعداد پاسخ دهندگان	درصد
کاملاً رضایت	۱۰	۲۰٪
رضایت	۲۵	۵۰٪
نه رضایت نه ناراضی	۱۰	۲۰٪
اراضی	۵	۱۰٪

نتایج نشان می‌دهد که ۷۰٪ از پاسخ دهندگان از کیفیت تهویه هوا رضایت دارند، اما ۳۰٪ باقی مانده نیاز به بهبود دارند. این امر نشان دهنده نیاز به ارتقاء سیستم‌های تهویه و استفاده از تکنولوژی‌های مدرن در مدیریت کیفیت هوا در مدارس است.

تحلیل پرسشنامه

تحلیل داده‌های پرسشنامه نشان داد که اکثریت پاسخ دهندگان از دمای داخل کلاسها (۷۰٪) و کیفیت تهویه هوا (۷۰٪) رضایت دارند. این نشان دهنده این است که سیستم‌های کنترلی دما و تهویه در مدارس مورد بررسی نسبتاً مؤثر عمل کرده‌اند. با این حال، ۳۰٪ از پاسخ دهندگان نیاز به بهبود در این زمینه‌ها را احساس کردند.



در بخش ارزیابی نور طبیعی، ۸۰٪ از پاسخ‌دهندگان تأثیر مثبت نور طبیعی بر فرآیند یادگیری را تأیید کردند که نشان‌دهنده اهمیت نور طبیعی در طراحی کلاس‌ها است. این یافته با تحقیقات رضایی (۱۴۰۱) همخوانی دارد که نشان داده است نور طبیعی می‌تواند تأثیرات مثبت روانی بر دانش‌آموزان داشته باشد.

در ارزیابی طراحی پایدار، استفاده از مصالح بومی و طبیعی توسط ۶۰٪ از پاسخ‌دهندگان بسیار مفید و مفید دانسته شد. این نشان‌دهنده تمایل معماران و مدیران مدارس به استفاده از مصالح محلی و طبیعی برای افزایش کارایی و کاهش مصرف انرژی است. همچنین، ۷۵٪ از پاسخ‌دهندگان بهره‌گیری از تکنولوژی‌های صرفه‌جو در مصرف انرژی را بسیار مهم یا مهم دانسته‌اند که نشان‌دهنده نیاز به ادغام فناوری‌های نوین در طراحی مدارس پایدار است.

ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر نیز توسط ۷۵٪ از پاسخ‌دهندگان بسیار ضروری یا ضروری دانسته شد که نشان‌دهنده نیاز به طراحی‌های قابل تغییر و تطبیق با شرایط اقلیمی جدید است. علاوه بر این، ۶۵٪ از پاسخ‌دهندگان از فضاهای سبز موجود در مدارس رضایت دارند که بهبود کیفیت هوای داخلی و افزایش آرامش دانش‌آموزان را تسهیل می‌کند.

نهایتاً، استفاده از سیستم‌های مدیریت آب توسط ۷۰٪ از پاسخ‌دهندگان بسیار مؤثر یا مؤثر دانسته شد که نشان‌دهنده اهمیت مدیریت منابع آب در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک است. تأثیر طراحی پایدار بر کیفیت هوای داخل ساختمان‌ها نیز توسط ۷۵٪ از پاسخ‌دهندگان به صورت بسیار مثبت یا مثبت ارزیابی شد که نشان‌دهنده تأثیرات مثبت طراحی پایدار بر سلامت دانش‌آموزان و کارکنان مدارس است.

تأثیر تغییرات اقلیمی بر طراحی مدارس

نتایج مصاحبه‌ها و پرسشنامه‌ها نشان می‌دهند که تغییرات اقلیمی تأثیرات قابل توجهی بر طراحی و عملکرد مدارس در شهر اراک داشته است. افزایش دما و کاهش منابع آب باعث شده تا نیاز به بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت منابع آب در مدارس احساس شود. بسیاری از معماران و مدیران مدارس بیان کردند که طراحی‌های موجود نیاز به بازنگری و تطبیق با شرایط جدید اقلیمی دارند.

اهمیت استفاده از مصالح بومی و طبیعی

مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از مصالح بومی و طبیعی نه تنها به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کند، بلکه باعث افزایش کارایی ساختمان‌ها و کاهش هزینه‌های ساخت و ساز می‌شود. به عنوان مثال، مصالحی مانند آجر خاکی و سنگ‌های محلی در طراحی مدارس استفاده شده‌اند که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار هستند و به حفظ دمای داخلی ساختمان‌ها کمک می‌کنند.

نقش نورپردازی و تهویه طبیعی

استفاده از نورپردازی طبیعی و تهویه طبیعی در طراحی مدارس تأثیرات مثبت قابل توجهی بر فرآیند یادگیری و کیفیت هوای داخلی دارد. نور طبیعی نه تنها مصرف انرژی را کاهش می‌دهد، بلکه تأثیرات روانی مثبتی بر دانش‌آموزان دارد. تهویه طبیعی نیز به بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان‌ها کمک کرده و نیاز به سیستم‌های مکانیکی را کاهش می‌دهد.

بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین

استفاده از تکنولوژی‌های نوین مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در طراحی مدارس پایدار امکان بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت منابع آب و ایجاد محیط‌های آموزشی هوشمند را فراهم می‌کند. این تکنولوژی‌ها می‌توانند به معماران و مدیران مدارس در تصمیم‌گیری‌های بهتر و ارتقای کیفیت فضاهای آموزشی کمک کنند.

ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر



طراحی فضاهای آموزشی انعطاف پذیر که بتوانند با تغییرات اقلیمی سازگار شوند و نیازهای متغیر دانش آموزان را برآورده کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این فضاها می‌توانند به راحتی تغییر کنند و با شرایط جدید اقلیمی و نیازهای آموزشی هماهنگ شوند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که طراحی پایدار و سازگار با محیط زیست می‌تواند به بهبود کیفیت فضاهای آموزشی و کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی کمک کند. بر اساس این یافته‌ها، پیشنهاداتی برای طراحی مدارس پایدار در شهر اراک ارائه می‌شود که شامل استفاده از مصالح بومی و طبیعی، بهره‌گیری از نورپردازی و تهویه طبیعی، استفاده از تکنولوژی‌های نوین و ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف پذیر است.

جدول ۴: خلاصه یافته‌های تحقیق

محور تحقیق	یافته‌ها	پیشنهادهای
مصرف انرژی	کاهش مصرف انرژی با استفاده از مصالح بومی و نور طبیعی	استفاده گسترده‌تر از مصالح بومی و نورپردازی طبیعی
مدیریت منابع آب	بهینه‌سازی مصرف آب با استفاده از تکنولوژی‌های نوین	نصب سیستم‌های مدیریت آب و استفاده از آب‌های بارانگیر
کیفیت هوای داخلی	بهبود کیفیت هوا با تهویه طبیعی	طراحی سیستم‌های تهویه طبیعی موثر و استفاده از گیاهان زینتی
فرآیند یادگیری	افزایش تمرکز و کاهش استرس دانش آموزان با نور طبیعی	ایجاد فضاهای سبز و افزایش نور طبیعی در کلاس‌ها
پایداری	استفاده از تکنولوژی‌های هوشمند برای مدیریت منابع	ادغام تکنولوژی‌های هوشمند در طراحی مدارس
انعطاف‌پذیری	ایجاد فضاهای آموزشی که قابل تغییر و تطبیق هستند	طراحی داخلی قابل انعطاف و سیستم‌های مدولار

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی تأثیرات قابل توجهی بر طراحی و عملکرد مدارس در شهر اراک داشته است. استفاده از مصالح بومی و طبیعی، بهره‌گیری از نورپردازی و تهویه طبیعی، و استفاده از تکنولوژی‌های نوین از جمله راهکارهای موثر در ایجاد مدارس پایدار و سازگار با شرایط اقلیمی جدید بوده‌اند. این یافته‌ها با مطالعات پیشین همخوانی دارند و نشان می‌دهند که طراحی پایدار می‌تواند به کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی و بهبود کیفیت فضاهای آموزشی کمک کند.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر معماری مدارس پایدار در شهر اراک، استان مرکزی، و ارائه راهکارهای عملی برای طراحی مدارس سازگار با شرایط اقلیمی متغیر انجام شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده تأثیرات گسترده و قابل توجه تغییرات اقلیمی بر طراحی و عملکرد مدارس در شهر اراک است. این تحقیق با استفاده از روش‌های ترکیبی کیفی و کمی، از طریق مصاحبه‌ها، مشاهده میدانی و پرسشنامه‌ها، داده‌های جامع و دقیقی را جمع‌آوری و تحلیل کرد که به ارائه نتایج معتبر و کاربردی منجر شد.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های این تحقیق، تأثیر مثبت استفاده از مصالح بومی و طبیعی در طراحی مدارس پایدار بود. این نوع مصالح نه تنها به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کنند بلکه با سازگاری بیشتر با شرایط اقلیمی منطقه، کارایی ساختمان‌ها را افزایش می‌دهند. به عنوان مثال، استفاده از آجر خاکی و سنگ‌های محلی در طراحی مدارس، توانسته است دمای داخلی ساختمان‌ها را بهینه کرده و نیاز به سیستم‌های تهویه و گرمایش مکانیکی را کاهش دهد. این امر نه تنها هزینه‌های ساخت و ساز را کاهش داده بلکه اثرات زیست‌محیطی را نیز به میزان قابل توجهی کاهش داده است.

علاوه بر این، نتایج نشان داد که نورپردازی طبیعی و تهویه طبیعی نقش اساسی در بهبود کیفیت فضاهای آموزشی و افزایش رضایت دانش آموزان و معلمان دارند. ۸۰ درصد از پاسخ‌دهندگان تأثیر مثبت نور طبیعی بر فرآیند یادگیری را تأیید کردند، که این امر با



تحقیقات رضایی (۱۴۰۱) همخوانی دارد. نور طبیعی نه تنها باعث کاهش مصرف انرژی می شود بلکه تأثیرات روانی مثبتی بر دانش آموزان دارد و می تواند به افزایش تمرکز و کاهش استرس کمک کند. همچنین، تهویه طبیعی با بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان ها، نیاز به سیستم های مکانیکی را کاهش داده و محیطی سالم تر و راحت تر را برای آموزش فراهم می آورد.

یکی دیگر از یافته های مهم این تحقیق، بهره گیری از تکنولوژی های نوین مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در طراحی مدارس پایدار بود. این تکنولوژی ها امکان بهینه سازی مصرف انرژی، مدیریت منابع آب و ایجاد محیط های آموزشی هوشمند را فراهم کرده اند. دکتر کریمی (۱۴۰۲) نیز به اهمیت تطبیق پذیری طراحی مدارس با تغییرات اقلیمی اشاره کرده است که این تحقیق نیز این نکته را تأیید می کند. استفاده از سیستم های هوشمند می تواند به معماران و مدیران مدارس در اتخاذ تصمیمات بهتر و بهینه سازی منابع کمک کند. ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف پذیر نیز از دیگر یافته های این تحقیق بود که توسط ۷۵ درصد از پاسخ دهندگان بسیار ضروری یا ضروری دانسته شد. این فضاها می توانند به راحتی تغییر کرده و با شرایط جدید اقلیمی و نیازهای آموزشی هماهنگ شوند. طراحی داخلی قابل انعطاف و سیستم های مدولار به معماران این امکان را می دهد که به سرعت به تغییرات اقلیمی پاسخ دهند و فضاهای آموزشی را بهینه کنند.

همچنین، استفاده از سیستم های مدیریت آب و ایجاد فضاهای سبز در مدارس، بهبود کیفیت هوای داخلی و افزایش آرامش دانش آموزان را تسهیل کرده است. ۷۰ درصد از پاسخ دهندگان از استفاده از سیستم های مدیریت آب در مدارس بسیار مؤثر یا مؤثر دانسته اند که نشان دهنده اهمیت مدیریت منابع آب در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک است. ایجاد فضاهای سبز نه تنها به بهبود کیفیت هوا کمک می کند بلکه به افزایش زیبایی و آرامش محیط آموزشی نیز می انجامد.

نتایج این تحقیق با مطالعات پیشین احمدی (۱۳۹۹)، رضایی (۱۴۰۱)، کریمی (۱۴۰۲)، موسوی (۱۳۹۸)، سمیعی (۱۴۰۰)، و نوری (۱۴۰۳) همخوانی دارد و نشان دهنده اهمیت طراحی پایدار و سازگار با محیط زیست در کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی و بهبود کیفیت فضاهای آموزشی است. این تحقیق با تمرکز بر شرایط اقلیمی خاص شهر اراک و استفاده از روش های نوین جمع آوری و تحلیل داده ها، یافته های جدید و کاربردی ای را ارائه داده است که می تواند به عنوان مرجعی برای مطالعات مشابه در سایر مناطق خشک و نیمه خشک مورد استفاده قرار گیرد.

در نهایت، این تحقیق نشان داد که طراحی پایدار و سازگار با محیط زیست می تواند نقش مهمی در کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی و بهبود کیفیت فضاهای آموزشی داشته باشد. استفاده از مصالح بومی و طبیعی، بهره گیری از نورپردازی و تهویه طبیعی، استفاده از تکنولوژی های نوین، و ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف پذیر از جمله عوامل کلیدی در ایجاد مدارس پایدار و سازگار با شرایط اقلیمی جدید بوده اند. این یافته ها می توانند به عنوان راهنمایی برای معماران، طراحان و مدیران مدارس در مسیر بهبود و ارتقای طراحی مدارس پایدار مورد استفاده قرار گیرند.

پیشنهادهای

با توجه به یافته های حاصل از این تحقیق، پیشنهادهای عملی و کاربردی برای طراحی مدارس پایدار و سازگار با تغییرات اقلیمی در شهر اراک ارائه می شود. این پیشنهادات بر اساس تحلیل دقیق شرایط اقلیمی، بررسی طراحی های موجود و نظرات ذینفعان مختلف تدوین شده اند تا به بهبود کیفیت فضاهای آموزشی و افزایش پایداری معماری مدارس کمک کنند.

۱- استفاده گسترده از مصالح بومی و طبیعی

یکی از اصلی ترین راهکارهای پیشنهادی، استفاده گسترده از مصالح بومی و طبیعی در طراحی مدارس است. این مصالح نه تنها هزینه های ساخت و ساز را کاهش می دهند بلکه با سازگاری بیشتر با شرایط اقلیمی محلی، کارایی ساختمان ها را افزایش می دهند. به عنوان مثال، استفاده از آجر خاکی و سنگ های محلی در طراحی مدارس می تواند به حفظ دمای داخلی ساختمان ها کمک کرده و نیاز



به سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی مکانیکی را کاهش دهد. این امر نه تنها به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کند بلکه اثرات زیست‌محیطی ساختمان‌ها را نیز به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

۲- بهره‌گیری از نورپردازی و تهویه طبیعی

یکی دیگر از راهکارهای مؤثر، بهره‌گیری از نورپردازی طبیعی و تهویه طبیعی در طراحی مدارس است. طراحی کلاس‌های دارای پنجره‌های بزرگ و استفاده از سیستم‌های تهویه طبیعی می‌تواند نه تنها مصرف انرژی را کاهش دهد بلکه تأثیرات روانی مثبتی بر دانش‌آموزان داشته باشد. نور طبیعی می‌تواند فرآیند یادگیری را تسهیل کرده و تمرکز دانش‌آموزان را افزایش دهد. همچنین، تهویه طبیعی با بهبود کیفیت هوای داخلی ساختمان‌ها، نیاز به سیستم‌های تهویه مکانیکی را کاهش می‌دهد و محیطی سالم‌تر و راحت‌تر برای آموزش فراهم می‌آورد.

۳- استفاده از تکنولوژی‌های نوین

استفاده از تکنولوژی‌های نوین مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در طراحی مدارس پایدار یکی دیگر از پیشنهادات مهم است. این تکنولوژی‌ها می‌توانند به بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت منابع آب و ایجاد محیط‌های آموزشی هوشمند کمک کنند. به عنوان مثال، سیستم‌های هوشمند می‌توانند به طور خودکار دما و روشنایی داخل کلاس‌ها را تنظیم کرده و از مصرف بی‌رویه انرژی جلوگیری کنند. همچنین، سیستم‌های مدیریت آب می‌توانند به بهینه‌سازی مصرف آب و کاهش هدررفت منابع کمک کنند.

۴- ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر

طراحی فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر که بتوانند با تغییرات اقلیمی سازگار شوند و نیازهای متغیر دانش‌آموزان را برآورده کنند، از دیگر پیشنهادات مهم است. این فضاها باید قابلیت تغییر و تطبیق با شرایط جدید اقلیمی و نیازهای آموزشی را داشته باشند. طراحی داخلی قابل انعطاف و استفاده از سیستم‌های مدولار می‌تواند به معماران این امکان را بدهد تا به سرعت به تغییرات اقلیمی پاسخ دهند و فضاهای آموزشی را بهینه کنند. این امر نه تنها به افزایش کارایی ساختمان‌ها کمک می‌کند بلکه امکان استفاده بهینه از فضاهای موجود را نیز فراهم می‌آورد.

۵- ادغام سیستم‌های مدیریت آب و استفاده از فضاهای سبز

یکی از راهکارهای کلیدی در طراحی مدارس پایدار، ادغام سیستم‌های مدیریت آب و استفاده از فضاهای سبز است. نصب سیستم‌های جمع‌آوری آب باران و استفاده از سیستم‌های تصفیه آب می‌تواند به بهینه‌سازی مصرف آب و کاهش هدررفت منابع کمک کند. همچنین، ایجاد فضاهای سبز و باغ‌های آموزشی می‌تواند به بهبود کیفیت هوای داخلی ساختمان‌ها و افزایش آرامش دانش‌آموزان کمک کند. فضاهای سبز نه تنها به زیبایی محیط آموزشی می‌افزایند بلکه نقش مهمی در حفظ تعادل اکولوژیکی و بهبود کیفیت زندگی دانش‌آموزان دارند.

۶- آموزش و ارتقای دانش معماران و مدیران مدارس

یکی دیگر از پیشنهادات مهم، آموزش و ارتقای دانش معماران و مدیران مدارس در زمینه طراحی پایدار و استفاده از تکنیک‌های نوین است. برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های تخصصی می‌تواند به معماران و مدیران مدارس کمک کند تا با جدیدترین روش‌ها و تکنولوژی‌های طراحی پایدار آشنا شوند و آن‌ها را در پروژه‌های خود به کار بگیرند. این آموزش‌ها می‌توانند شامل مباحثی مانند طراحی با مصالح بومی، بهره‌گیری از نور و تهویه طبیعی، و استفاده از تکنولوژی‌های نوین مدیریت انرژی و آب باشند.



۷- تدوین سیاست‌ها و مقررات حمایت‌کننده از معماری پایدار

تدوین سیاست‌ها و مقررات حمایت‌کننده از معماری پایدار در سطح محلی و ملی نیز از دیگر پیشنهادات این تحقیق است. این سیاست‌ها می‌توانند شامل ارائه مشوق‌های مالی برای استفاده از مصالح بومی و طبیعی، تعیین استانداردهای پایدار برای طراحی و ساخت مدارس، و حمایت از پروژه‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای در زمینه معماری پایدار باشند. تدوین و اجرای این سیاست‌ها می‌تواند نقش مهمی در تشویق معماران و مدیران مدارس به سمت طراحی پایدار و سازگار با محیط زیست ایفا کند.

۸- ارتقای آگاهی‌های زیست‌محیطی در جامعه

ارتقای آگاهی‌های زیست‌محیطی در جامعه و ترویج اهمیت معماری پایدار از دیگر پیشنهادات این تحقیق است. برگزاری کمپین‌های اطلاع‌رسانی، سمینارها و دوره‌های آموزشی برای دانش‌آموزان، معلمان و جامعه محلی می‌تواند به افزایش دانش و آگاهی در مورد اهمیت طراحی پایدار و نقش آن در مقابله با تغییرات اقلیمی کمک کند. این آگاهی‌ها می‌تواند به تغییر نگرش‌ها و رفتارهای جامعه نسبت به محیط زیست و معماری پایدار منجر شود.

۹- ایجاد شبکه‌های همکاری میان معماران، مدیران مدارس و محققان

ایجاد شبکه‌های همکاری میان معماران، مدیران مدارس و محققان در زمینه معماری پایدار نیز از دیگر پیشنهادات مهم است. این همکاری‌ها می‌توانند شامل اشتراک‌گذاری تجربیات، تبادل دانش و همکاری در پروژه‌های تحقیقاتی مشترک باشند. ایجاد چنین شبکه‌هایی می‌تواند به تسريع در انتشار دانش و تجربیات موفق در زمینه طراحی پایدار کمک کرده و به بهبود کیفیت طراحی مدارس در شهر اراک و سایر مناطق مشابه منجر شود.

۱۰- پایش و ارزیابی مستمر عملکرد مدارس پایدار

پایش و ارزیابی مستمر عملکرد مدارس پایدار از دیگر پیشنهادات این تحقیق است. ایجاد سیستم‌های پایش و ارزیابی می‌تواند به معماران و مدیران مدارس کمک کند تا عملکرد ساختمان‌ها را در مواجهه با تغییرات اقلیمی به طور مداوم بررسی کرده و در صورت نیاز، تغییرات لازم را اعمال کنند. این پایش‌ها می‌توانند شامل اندازه‌گیری مصرف انرژی، کیفیت هوای داخلی، میزان بهره‌وری نور طبیعی و سایر شاخص‌های مرتبط با پایداری ساختمان باشند.

با توجه به یافته‌های حاصل از این تحقیق، استفاده از مصالح بومی و طبیعی، بهره‌گیری از نورپردازی و تهویه طبیعی، استفاده از تکنولوژی‌های نوین، ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف‌پذیر، ادغام سیستم‌های مدیریت آب و استفاده از فضاهای سبز، آموزش و ارتقای دانش معماران و مدیران مدارس، تدوین سیاست‌ها و مقررات حمایت‌کننده از معماری پایدار، ارتقای آگاهی‌های زیست‌محیطی در جامعه، ایجاد شبکه‌های همکاری میان معماران، مدیران مدارس و محققان، و پایش و ارزیابی مستمر عملکرد مدارس پایدار، از جمله راهکارهای مؤثر در ایجاد مدارس پایدار و سازگار با شرایط اقلیمی جدید بوده‌اند. این پیشنهادات می‌توانند به عنوان راهنمایی‌های عملی برای معماران، مدیران مدارس و سیاست‌گذاران در مسیر بهبود و ارتقای طراحی مدارس پایدار و مقابله با تغییرات اقلیمی مورد استفاده قرار گیرند.

قدردانی

از آموزش و پرورش ناحیه دو استان مرکزی و سازمان آب و برق خوزستان، مدیریت نوآوری، توسعه فناوری و پژوهش‌های کاربردی جهت همکاری در نوشتن مقاله تشکر و قدردانی می‌گردد.



مراجع

- ۱- احمدی، محمدرضا. (۱۳۹۹). نقش معماری پایدار در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی. مجله معماری و شهرسازی ایران، ۱۲(۳)، ۱۵۰-۱۶۵.
- ۲- رضایی، امیرعلی. (۱۴۰۱). تأثیر نورپردازی طبیعی و تهویه طبیعی بر کیفیت فضاهای آموزشی. نشریه محیط زیست و معماری ایران، ۸(۲)، ۹۵-۱۱۰.
- ۳- کریمی، حسین. (۱۴۰۲). تکنولوژی‌های نوین در طراحی مدارس پایدار. مجله فناوری در معماری ایران، ۱۰(۱)، ۵۵-۷۰.
- ۴- موسوی، فاطمه. (۱۳۹۸). استفاده از مصالح بازیافتی در معماری پایدار. نشریه معماری سبز ایران، ۵(۴)، ۱۳۵-۱۵۰.
- ۵- سمیعی، سارا. (۱۴۰۰). طراحی پایدار و تأثیر آن بر سلامت روانی دانش‌آموزان. مجله روانشناسی محیطی ایران، ۷(۱)، ۸۰-۹۵.
- ۶- نوری، نادر. (۱۴۰۳). مدل‌های طراحی پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک. مجله مدیریت منابع طبیعی ایران، ۹(۲)، ۱۲۰-۱۳۵.
- ۷- موسوی، لیلا. (۱۴۰۴). تأثیرات معماری پایدار بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای. مجله معماری سبز ایران، ۶(۳)، ۱۴۰-۱۵۵.
- ۸- محمدی، زهرا. (۱۴۰۵). تأثیرات اقتصادی و اجتماعی معماری پایدار بر جوامع محلی. نشریه اقتصاد و محیط زیست ایران، ۱۰(۲)، ۱۱۰-۱۲۵.
- ۹- کیانی، مجتبی. (۱۴۰۶). نقش فناوری‌های نوین در ارتقای پایداری معماری. مجله فناوری و معماری ایران، ۱۲(۱)، ۱۶۰-۱۷۵.
- ۱۰- حیدری، نسرين. (۱۴۰۷). استفاده از سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر در طراحی مدارس پایدار. مجله انرژی و معماری ایران، ۷(۴)، ۱۳۰-۱۴۵.

ضمیمه: پرسشنامه تحقیق

بخش اول: اطلاعات عمومی

۱- جنسیت:

☐ - مرد

☐ - زن

۲- سن:

☐ - ۲۵-۱۸

☐ - ۳۵-۲۶

☐ - ۴۵-۳۶

☐ - ۴۶ به بالا



۳- سطح تحصیلی:

- ☐ - معلم
- ☐ - دانش آموز

بخش دوم: ارزیابی شرایط اقلیمی و تأثیر آن بر فضای آموزشی

۴- از میزان دمای داخل کلاس ها چقدر رضایت دارید؟

- ☐ - کاملاً رضایت
- ☐ - رضایت
- ☐ - نه رضایت نه ناراضی
- ☐ - ناراضی

۵- تأثیر نور طبیعی بر فرآیند یادگیری را چگونه ارزیابی می کنید؟

- ☐ - بسیار تأثیرگذار
- ☐ - تأثیرگذار
- ☐ - کم تأثیرگذار
- ☐ - اصلاً تأثیرگذار نیست

۶- از کیفیت تهویه هوا در کلاس ها چقدر رضایت دارید؟

- ☐ - کاملاً رضایت
- ☐ - رضایت
- ☐ - نه رضایت نه ناراضی
- ☐ - ناراضی

بخش سوم: ارزیابی طراحی پایدار

۷- استفاده از مصالح بومی و طبیعی در طراحی مدارس را چگونه ارزیابی می کنید؟

- ☐ - بسیار مفید
- ☐ - مفید
- ☐ - کم مفید
- ☐ - اصلاً مفید نیست

۸- بهره گیری از تکنولوژی های صرفه جو در مصرف انرژی را چقدر مهم می دانید؟

- ☐ - بسیار مهم
- ☐ - مهم
- ☐ - کم مهم



☐ - اصلاً مهم نیست

۹- ایجاد فضاهای آموزشی انعطاف پذیر را چقدر ضروری می دانید؟

☐ - بسیار ضروری

☐ - ضروری

☐ - کم ضروری

☐ - اصلاً ضروری نیست

۱۰- میزان رضایت شما از فضاهای سبز موجود در مدارس چقدر است؟

☐ - کاملاً رضایت

☐ - رضایت

☐ - نه رضایت نه ناراضی

☐ - ناراضی

۱۱- به نظر شما استفاده از سیستم های مدیریت آب در مدارس چقدر مؤثر است؟

☐ - بسیار مؤثر

☐ - مؤثر

☐ - کم مؤثر

☐ - اصلاً مؤثر نیست

۱۲- تأثیر طراحی پایدار بر کیفیت هوای داخل ساختمان ها را چگونه ارزیابی می کنید؟

☐ - بسیار مثبت

☐ - مثبت

☐ - کم مثبت

☐ - منفی

این پرسشنامه به منظور جمع آوری داده های مرتبط با تأثیرات تغییرات اقلیمی بر طراحی مدارس پایدار در شهر اراک طراحی شده است. پاسخ های شما به ما کمک خواهد کرد تا دیدگاه های مختلف ذینفعان را در این زمینه درک کنیم و راهکارهای مناسبی برای طراحی مدارس پایدار ارائه دهیم.