طراحی و برنامه ریزی در معماری و شهرسازی
سال دوم ، شمارۀ چهارم ، زمستان ۱۴۰۳، صص ۲۰- ۳۴
ISSN: 3060-6608

سنجش اولویت عملکردهای اصلی فضاهای آموزشی در جهت‌ها و طبقات مختلف مدارس سبز برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی در اقلیم سرد و خشک ایران (مطالعه موردی: شهرکرد)

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۲/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۳/۰۲/۲۲

مریم فرهادیان[۱] (نویسنده مسئول)

چکیده

مدارس سبز نوع جدید مدارس می‌باشند که در آن‌ها مصرف انرژی‌های تجدید پذیر کمتر از مدارس معمولی است. این در حالی است که فقدان جانمایی فضایی مشخص، این مدارس را به نمونه‌های یکسان در اقلیم‌های متفاوت تبدیل کرده است. در این زمینه ازآنجایی‌که هر ساختمان سبز جهت بهبود صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیازمند الگوی خاص در اقلیم‌های متفاوت است. لذا در این طرح که هدف آن پیشنهاد جانمایی فضایی مشخص برای مدارس سبز در اقلیم سرد و خشک ایران در جهت بهبود صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی مدارس است، با روش شبیه‌سازی کامپیوتری به کمک نرم‌افزار انرژی پلاس، اولویت مکانی هر یک از عملکردهای اصلی مدارس در طبقات و جبه‌های مختلف بررسی‌شده‌اند .در این خصوص مدل‌های مختلف قرارگیری کاربری‌های آموزشی، کمک‌آموزشی، خدماتی و اداری در جبه‌های شمالی، جنوبی، شرقی و غربی و طبقات مختلف یک مدرسه مدولار سبز در شهر شهرکرد به عنوان نمونه شهری با اقلیم سرد شبیه‌سازی شدند و نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. این نتایج حاکی از آن بود که با قرارگیری کاربری خدماتی در جبهه غرب، فضاهای آموزشی در جبهه جنوب، قسمت‌های اداری در جبهه شمال و کاربری کمک‌آموزشی در جبهه شرق پشت جداره‌های سبز به‌خصوص در طبقات پایین‌تر، نه‌تنها در فصول گرم سال درجه حرارت فضاها در محدوده آسایش باقی می‌ماند، بلکه در ماه‌های سرد سال درجه حرارت فضاهای داخلی به محدوده آسایش نزدیک‌تر می‌شود .

کلمات کلیدی: فضاهای آموزشی، مدارس سبز، صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی، اقلیم سرد و خشک ایران.

۱. استادیار مدعو دانشگاه دانش پژوهان پیشرو و پژوهشگر فوق دکتری دانشگاه توکیو سیتی (پست الکترونیک: farhadianact@gmail.com)

۱- مقدمه و بیان مسئله:

رشد سریع جمعیت و تقاضای بیشتر جمعیت مصرف‌کننده انرژی باعث شده است که انرژی‌های تجدید پذیر ازجمله نفت و زغال‌سنگ رو به نابودی روند و با ادامه این روند به‌زودی این منابع از بین خواهند رفت، حال‌آنکه از یک‌سو حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد تقاضای انرژی کشورهای توسعه‌یافته صرف مصارف آموزشی می‌شود و از سویی دیگر در چند دهه آینده جمعیت دانش‌آموزی افزایش خواهد یافت (آمار سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت،۱۳۸۹). مدل ساخت‌وسازهای جدید مدارس که از ابتدای قرن ۱۹ تا اکنون ادامه یافته است، مدارس امروزی را به کاربری‌هایی با سرانه فضای سبز کمتر از یک مترمربع تبدیل کرده که نسبت به کاربری‌های دیگر ازجمله منازل این سرانه سهم کمتری داشته است (Russo & Andreucci, 2023). ازاین‌رو کاهش سرانه فضای سبز در مدل مدرسه‌سازی امروزی مشکلاتی ازجمله اضطراب دانش آموزان و افزایش بیماری‌های ریوی، آلودگی هوا و ... را فراهم آورده است. لذا امروزه مدارس سبز به‌عنوان نمونه مدارس جدید جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی در کنار بهبود ارتباط دانش آموزان با طبیعت و استفاده از پوشش‌های سبز در بحث آموزش به دانش آموزان مطرح می‌باشند، اما به دلیل فقدان مدل‌سازی مشخص برای آن‌ها (Mansour, 2014) و همچنین یکنواختی در طراحی مدارس سبز در هر دو اقلیم سرد و گرم می‌بایست مدل‌های متفاوت معماری مدارس سبز، جهت بهبود صرفه جوی در مصرف انرژی حرارتی در اقلیم‌های متفاوت پیشنهاد شود (Jian, 2004) .در ادامه، بااینکه مطالعاتی مثل مطالعه مارتین ایسکی[1] در سال ۲۰۱۷ مزیت استفاده از این پوشش‌ها را در اقلیم سرد در مدارس اثبات کرد، اما طبق مطالعات گسترده سولسروا و همکاران در سال ۲۰۱۷ شمول کمتری از تحقیقات پیرامون نحوه‌ی جانمایی کاربری ها در مدارس سبز بوده اند (Solcerova et al. 2017 & Eski et al. 2017)، لذا در مطالعه حاضر برای نخستین بار، مناسب‌ترین جانمایی فضایی قرارگیری کاربری‌های اصلی مدارس سبز در اقلیم‌های سرد و خشک موردمطالعه قرارگرفته است. در این مطالعه نمونه شهر شهرکرد با آب و هوای سرد به عنوان نمونه مطالعاتی هدفمند انتخاب و مطالعات برای یک نمونه مدرسه سبز مدولار در این شهر انجام گرفت .

۲- پرسش‌های تحقیق

سؤال اصلی تحقیق: اولویت عملکردهای اصلی فضاهای آموزشی در جهت‌ها و طبقات مختلف مدارس سبز برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی در اقلیم سرد و خشک ایران (نمونه موردی شهر شهرکرد)چیست؟

سؤال فرعی ۱: مناسب‌ترین قرارگیری کاربری‌های خدماتی، کمک‌آموزشی، اداری و کلاس‌های درس در هر یک از جبهه¬های مدارس سبز اقلیم سرد(شهر شهرکرد) ازنظر آسایش حرارتی کدام است؟

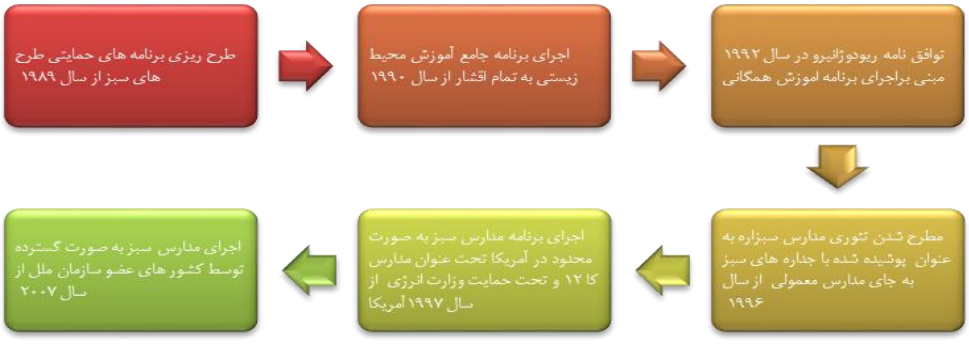
سؤال فرعی ۲: یا ارتفاع گرفتن بنا، هر یک از کاربری های خدماتی، کمک‌آموزشی، اداری و کلاس‌های درس بهتر است در کدام طبقات قرار گیرند؟

۳ -پیشینه پژوهش

از سال ۱۹۸۹برنامه‌های حمایتی برای طراحی‌های سبز باهدف حفظ محیط‌زیست، توسعه فضای سبز، کاهش مصرف انرژی فسیلی در جهان و نگه داشت منابع انرژی مطرح شدند و بعدازآن ، از سال ۱۹۹۰ سازمان‌های مدافع محیط‌زیست برنامه‌های مبنی بر آموزشی محیط‌زیست به تمام اقشار جامعه پیشنهاد نمودند، و در سال ۱۹۹۲ توافق‌نامه‌ای در اجلاس ریودوژانیرو مبنی بر لزوم اجرایی شدن این پیشنهادها انجام گرفت (Muhajir et al., 2024). بعدازاین توافق‌نامه، برای نخستین بار، تئوری طراحی مدارس سبز با برنامه‌های آموزشی سبز از سال ۱۹۹۶ توسط وزارت انرژی امریکا تحت عنوان مدارسK12 مطرح شد (Ramli et al., 2012 & Meiboudi et al., 2018)

[1] Martin ESKI

(Marable, 2014) و مدارس به نمونه‌های فضاهای آموزشی پوشیدهِ شده با فضای سبز تبدیل‌شده‌اند (Fernandes et al. 2023) چند سال پس‌ازآن ، این تئوری در کشورهای عضو سازمان ملل اجرا شد و از آن زمان تا اکنون حدود ۴۹۰۰۰ مدرسه سبز با بودجه حمایتی سازمان‌های مختلف در ۶۹ کشور از سرتاسر جهان ساخته و بهره‌برداری شده‌اند(Iwan and Rao, 2017).



تصویر ۱- روند شکل‌گیری مدارس سبز در جهان

در ایران نیز طرح مدارس سبز از سال ۱۳۸۶ توسط شهرداری تهران با همکاری سازمان غیردولتی ستاره سبز[۲]و سازمان گواهی سبز مدارس [۳] و به دنبال ماده ۳۰ ردیف ۷۰ وضعیت راهبردی ایمنی و بهداشت مدارس در سند توسعه مدارس و اصلاح الگوی مصرف انرژی در مدارس شکل‌گرفته است. حال آن اولویت ساخت چنین مدارسی در ایران مدارس نوساز پوشیده شده با جداره‌های سبز به‌جای مدارس بازسازی‌شده با این پوشش می‌باشند و همچنین این مدارس فاقد استاندارد ارزیابی بودند و به دنبال ماده ۳۰ ردیف ۷۰ وضعیت راهبردی ایمنی و انرژی و بهداشت مدارس و راهکار شماره ۳ بخش ۱۴ از سند توسعه مدارس ایران این طرح تنها به‌صورت محدود در چند شهر ایران همچون تهران، شیراز و اصفهان و ...شروع به اجرایی شدن نمود. . (اسماعیل مطلق و همکاران، ۱۳۹۰) و (سعیدی و میبدی، ۱۴۰۱) اما اهداف کلی این مدارس چه بود؟

همان‌گونه که ۱۵ تا ۲۰ درصد تقاضای کل انرژی کشورهای توسعه‌یافته صرف گرمایش و سرمایش در مصارف آموزشی می‌شود و جمعیت دانش‌آموزی در سرتاسر جهان با نرخ ۳,۷ درصدی رو به افزایش است، لذا نیاز به مصرف انرژی جهت سرمایش و گرمایش نیز روند رو به رشدی را طی می‌کند. (Hewitt, K. K Hewitt and Amrein-Beardsley, 2016) حال‌آنکه با گسترش ساخت‌وساز مدارس از اوایل قرن ۱۹ سرانه فضای سبز برای هر نفر به کمتر از ۱ مترمربع رسیده است (Meiboudi et al., 2106) برای مثال طبق مطالعه‌ای که در سال ۱۳۸۰ بر روی ۲۰۰۰ مدرسه کشور ایران انجام شد، نه‌تنها مدارس ایران فاقد شاخصه پوشش سبز مناسب بودند[۴]بلکه ۷۵ درصد مدارس نیز ازنظر شاخصه مصرف انرژی در وضعیت نامطلوبی قرار داشتند (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت. ۱۳۸۹) ازاین‌رو چندین سال است که برنامه‌های محیط زیستی گوناگونی باهدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی در فضاهای آموزشی در کنار حفظ ارتباط دانش آموزان با طبیعت مطرح‌شده است (Vaidya et al., 2018; & Meiboudi et al., 2106). یکی از این برنامه‌ها، اجرای مدارس سبز به‌جای مدارس معمولی است. (Magzamen et al., 2017) که اهداف اصلی آن‌ها ، بهبود درک دانش‌آموزان از طبیعت در کنار صرفه‌جویی در مصرف انرژی با استفاده از روش‌های پایدار ساخت مدارس است

[۲] World Green Star
[۳] LEED for education setting
[۴] Greenness- academic performance(G-AP)

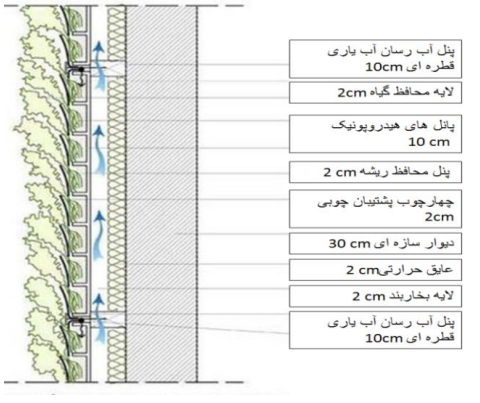
(Meiboudi et al., 2018) به نحوی‌که علاوه بر رفاه دانش آموزان و آموزش‌های محیط زیستی به آنان ، بهره‌وری مناسب از منابع انرژی و کاهش Co2 در این مدارس تضمین شود. (Dupuis & Durham et Zhao et al.,2015 Farhadian et al. 2019 al. 2023 &). در ادامه، مطالعات گسترده پتانسیل مدارس سبز را نشان داده‌اند، برای مثال: بهبود شرایط میکروکلیماتیک (Antoniadis et al. 2018)، کاهش آلودگی صوتی (Paull. 2020)، کاهش آلودگی هوا (Rivas et al. 2018)، تأمین فضای سازگار و مطبوع برای دانش آموزان (van Velzen & Helbich. 2023)، امکان پرورش گیاهان و افزایش مسئولیت‌پذیری دانش آموزان (Olsson et al. 2019)، کاهش بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان (Hong. 2012)، کاهش اشرافیت این مدارس (میبدی و همکاران. ۲۰۱۶)، بهبود موفقیت دانش آموزان (Browning et al. 2018 & Kweon et al. 2107 & Matsuoka.2010)، ترمیم خستگی دانش آموزان (Vakaliset al. 2021)، کاهش سو رفتارهای اجتماعی دانش آموزان (Dupuis et al. 2024)، افزایش خلاقیت و تمرکز دانش آموزان (Lyu, 2024)، کاهش بیماری چاقی بین دانش آموزان (Russo et al., 2023)، بهبود سلامت فیزیکی دانش آموزان (Wilhelmsen et al., 2017)، کاهش بیماری‌های تنفسی (Okcu et al., 2011) و سلامت روان دانش آموزان (Meilinda et al., 2017) ازجمله پتانسیل این نمونه مدارس هستند. این در حالی است که افزایش هزینه اولیه ساخت مدارس، نیاز به مراقبت دائمی پوشش‌های سبز در این مدارس، سرعت اجرای پایین و نیاز به تقویت سازه این مدارس (González-Gaudiano et al., 2020)، ازجمله معایب این ساختمان‌ها هستند؛ اما طبق مطالعه پیرانتیکا در سال ۲۰۲۰ پتانسیل‌های مدارس سبز بیشتر از معایب آن خواهد بود البته درصورتی‌که مدل بهینه این مدارس در هر اقلیمی طراحی شود (Pebriantika et al.2020). در این زمینه مطالعات مارتین ایسکی[۵]در سال ۲۰۱۷، حکیم در سال ۲۰۱۹ و اشرفیان در سال ۲۰۲۳ نشان داد که اجرای مدارس سبز، بین ۶ تا ۱۹ درصد میزان مصرف کلی انرژی در فضاهای داخلی جهت تهویه، و گرمایش در فصول مختلف در اقلیم سرد را کاهش می‌دهد (Ashrafian. 2023 & Hakim et al. 2019 & Eski et al. 2017) .این در حالی است که پوشش‌های سبز در فصول گرم نیز مانند یک سایبان برای ساختمان مداری عمل کرده و در عین استفاده حداکثری از روشنایی مؤثر باعث کاهش خیرگی نور تا سطح ۵۰ لومن می‌شوند (Pellegrino et al., 2015) عایق بودن ساختمان و صرفه‌جویی کلی در مصرف انرژی (Al Peng and Jim. 2015; Pérez et al. 2011; corden, 2011 & Johnel et al. Dakheel et al. 2018; 2007) ازجمله پتانسیل‌های دیگر مدارس سبز است، همچنین پیرامون کاربرد پوشش‌های سبز ساختمانی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌های مدارس سبز، مطالعات گسترده‌ای مزیت این جداره‌ها در کنترل دمای سطح غشاهای ساختمانی در ارتباط با محیط خارج و عایق بودن ساختمان در برابر شرایط جوی هوای سرد و گرم را تائید کرده‌اند (Peng and Jim, 2015) & (Pérez et al., 2011) به‌نحوی‌که محدوده تلورانس تغییرات دمایی فضاهای آموزشی پوشیده شده با جداره‌های سبز مانند بام و دیوار سبز در شرایط آب و هوایی شهر دلف هلند حداکثر بین ۵/ تا ۵ درجه گزارش‌شده است (Solcerova et al., 2017) که این تلورانس در محدود تغییرات دمایی قابل‌قبول برای مدارس این شهر است، ازاین‌رو این پوشش‌ها به‌عنوان یک راهکار ایستا در شرایط اقلیمی متفاوت در جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی مدارس سبز، می‌توانند موردتوجه قرار گرفتند چراکه طبق مطالعات دانشگاه آلبرتای شمالی و دانشگاه ادمونتن کانادا این پوشش‌های سبز نه‌تنها در شرایط آب و هوایی گرم بلکه در شرایط سرد آب و هوایی تطبیق‌پذیر بوده و نتایج کاهش ۲۰ و ۳۰ درصدی مصرف انرژی را در دو شرایط آب و هوایی گرم و سرد نشان می‌دهد (corden.2011 & Johnnel et al. 2007).

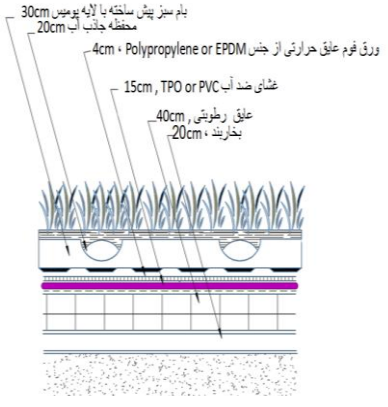
شهر کرد نیز در ایران طبق مطالعه عباس نیاز یکی از سرد ترین شهر های ایران است که ارتفاع ۲۱۵۰ متر بالا تر از سطح دریا و میانگین دمای $^{\circ}C$ ۵,۱۱ و میانگین ۱۲۴ روز یخبندان را دارد (عباس نیا. ۱۳۹۶). و مدارس ان طبق مطالعه فرهادیان و همکاران با بحران انرژی روبه رو هستند (فرهادیان و همکاران، ۲۰۱۷).

[۵] Martin ESKI

٤- روش تحقیق:

در این مطالعه جهت پاسخ به سؤالات از روش شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزار انرژی پلاس استفاده‌شده است و اطلاعات گردآوری‌شده در این زمینه به‌وسیله مدل‌سازی‌های مختلف قرارگیری کاربری‌های آموزشی، کمک‌آموزشی، خدماتی واداری در جبه‌های شمالی، جنوبی، شرقی و غربی و طبقات مختلف یک مدرسه مدولار بر اساس استانداردهای مدرسه‌سازی در ایران گردآوری‌شده‌اند. برای این منظور، اولین مرحله از شبیه‌سازی شهر شهرکرد که طبق مطالعات عباس نیا در سال ۱۳۹۶، سردترین شهر ایران است به‌عنوان نمونه هدفمند مطالعه حاضر انتخاب شد (عباس نیا. ۱۳۹۶).[٦] سپس داده‌های جغرافیای و آب و هواشناسی ۲۰ ساله آن از سازمان آب و هواشناسی این شهر استعلام و به کمک نرم‌افزار المنت[٧] این اطلاعات به داده‌های ای پی دبلیو[٨] خوانا برای نرم‌افزار انرژی پلاس[٩] تبدیل و به نرم‌افزار منتقل شدند. همچنین داده‌های هندسی و عددی حاصل از قرارگیری هر یک از ۴ فضای آموزشی، خدماتی، کمک‌آموزشی و اداری به‌صورت مجزا در هر یک از جبهه‌های شرقی، غربی، شمالی و جنوبی و طبقات مختلف مدرسه سبز به کمک نرم‌افزار اکو تک استخراج و مجدداً به نرم‌افزار وارد شدند . سپس جداره‌های سبز متناسب با استاندارد به این مدل‌ها اضافه شدند . در اینجا جهت استانداردسازی این شبیه‌سازی‌ها، در تمامی حالات ، مساحت فضاهای اداری ، خدماتی، آموزشی و کمک‌آموزشی به ترتیب ۴۴۱،۴۹۰،۴۴۱،۳۲۹ مترمربع، روشنایی سقفی به ترتیب برابر با ۲۰۰،۱۰۰، ۵۰۰، ۲۰۰، توان حرارتی تجهیزات الکتریکی برابر $\frac{Btu}{h}$ ۲۱۰۸ و میزان تهویه ۱،۵ بار در ساعت برای ۵۰۰ دانش‌آموز در تمام فضاها به‌صورت ثابت در نظر گرفته‌شده است. و همچنین جزییات جداره‌های سبز مدل شده به‌صورت زیر در نظر گرفته شد .





تصویر ۲-جزییات بام سبز (راست) منبع: (http://www.liveroof.com/detail-drawings)

تصویر ۳-جزییات دیوار سبز (چپ) منبع: (Karras, G et al.2016)

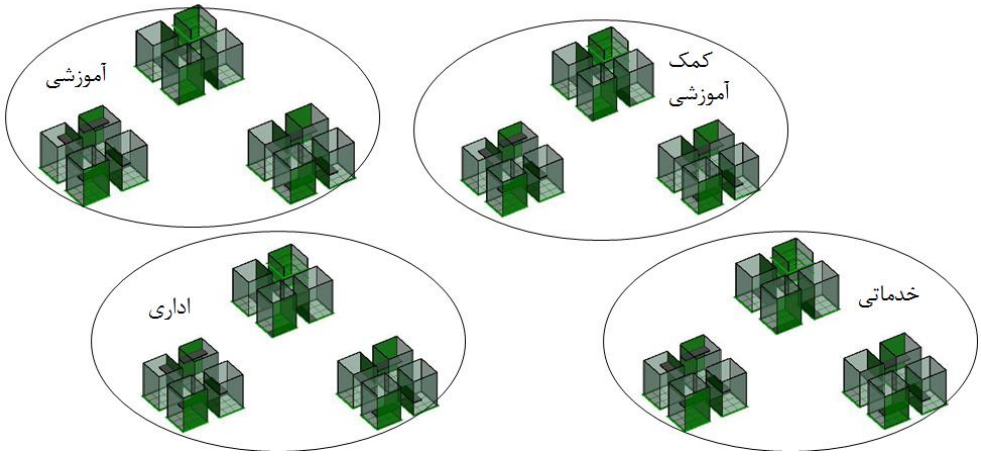
سپس مدل‌سازی‌های مختلفی از قرارگیری کاربری‌های آموزشی، کمک‌آموزشی، خدماتی و ادای پشت جدار ه های سبز در جبهه‌های شمالی، جنوبی ، شرقی و غربی و در طبقات اول، دوم و سوم انجام گرفت و نتایج این مدل‌سازی‌ها به‌منظور پیدا کردن اولویت مکانی این کاربری‌ها با یکدیگر مقایسه شدند .

[٦] در این مطالعه جامعه آماری تمام شهر های سرد ایران است که به صورت هدفمند شهر شهرکرد به عنوان نمونه شهر سرد مورد بررسی قرار گرفت.

[٧] Elements

[٨] epw

[٩] energy pluse



تصویر ۲- نمونه‌ای از مدل‌های شبیه‌سازی هندسی پیرامون انتخاب مناسب‌ترین مکان قرارگیری هر یک از کاربری‌ها در هر یک از جبهه و طبقات مدرسه سبز

در این خصوص، پس از شبیه‌سازی‌های مختلف انجام‌گرفته پیرامون قرارگیری هر یک از کاربری‌های آموزشی ، خدماتی، کمک‌آموزشی واداری در جبهه‌ها و طبقات مختلف مدرسه سبز ، یافته‌های زیر پیرامون درجه حرارت هر یک از کاربری‌ها در ماه‌های بحرانی زمستان[0]و تابستان[1] به دست آمد.

جدول ۱- درجه حرارت کاربری‌های مختلف مدارس سبز پس از قرارگیری در جبهه‌ها و طبقات مختلف در ماه‌های بحرانی زمستان (°C)

	جنوب	شمال	شرق	غرب
آموزشی، طبقه اول	8.3	6.5	6.6	6.7
آموزشی، طبقه دوم	4.34	.8	1.4	1.4
آموزشی، طبقه سوم	.06	-3.7	-3.02	-3
کمک‌آموزشی، طبقه اول	6.68	8.5	9	5.9
کمک‌آموزشی، طبقه دوم	1	4.3	4.6	1.7
کمک‌آموزشی، طبقه سوم	-3.5	-.7	.2	-2.5
اداری، طبقه اول	8.2	8.5	7.8	6.4
اداری، طبقه دوم	3.5	4.4	3.1	.5
اداری، طبقه سوم	-1	.03	-1.7	-3.9
خدماتی، طبقه اول	8.8	9.2	8.3	11.2
خدماتی، طبقه دوم	3.6	4.1	2.7	8.7
خدماتی، طبقه سوم	-1.4	-.9	-2.2	2.6

[1] JUN-Feb [0]
[1] Aug-Sep [1]

جدول ۲- درجه حرارت کاربری‌های مختلف مدارس سبز پس از قرارگیری در جبهه‌ها و طبقات مختلف در ماه‌های بحرانی تابستان(°C)

	جنوب	شمال	شرق	غرب
آموزشی، طبقه اول	32.7	22.69	22.9	22.9
آموزشی، طبقه دوم	25.15	23.7	24.2	24.1
آموزشی، طبقه سوم	25.05	22.9	23.36	23.26
کمک‌آموزشی، طبقه اول	21.6	21.8	23.98	25.1
کمک‌آموزشی، طبقه دوم	22.03	23.4	25.7	23.7
کمک‌آموزشی، طبقه سوم	22.5	23.02	25.3	23.2
اداری، طبقه اول	23.16	23.8	21.5	21.2
اداری، طبقه دوم	24.9	25.8	22.9	22.4
اداری، طبقه سوم	24.3	25.2	22.63	22.08
خدماتی، طبقه اول	21.8	21.7	21.5	22
خدماتی، طبقه دوم	23.5	23	23.1	23.8
خدماتی، طبقه سوم	23.3	23	22.7	23.7

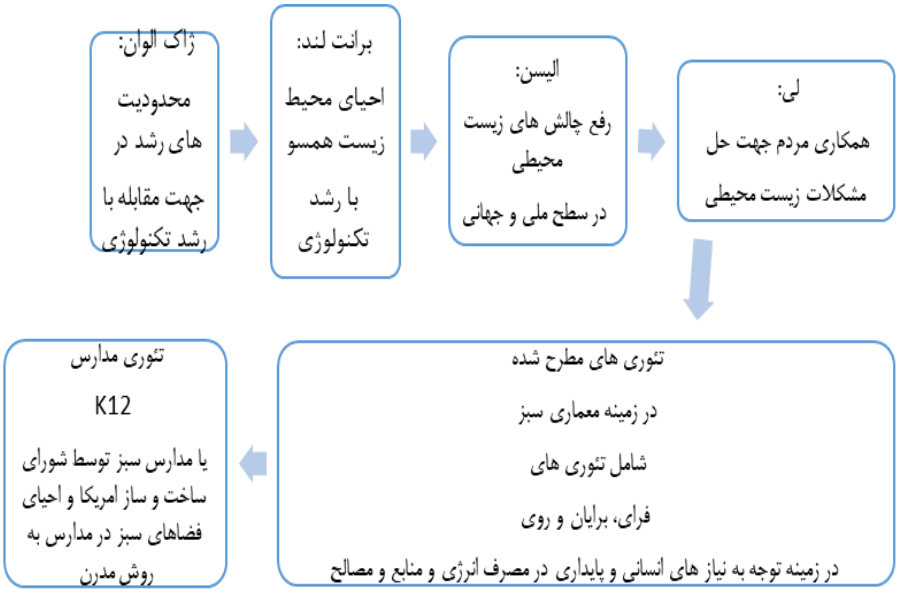
حال‌آنکه، ازآنجایی‌که داده‌های گردآوری‌شده از در پژوهش حاضر از منابع مکتوب قابل استناد استخراج‌شده ازاین‌رو داده‌های حاصل از مطالعه کتابخانه‌ای دارای اعتبار درونی خواهد بود و هر پژوهشگر دیگری این پژوهش را در هر زمان و مکان دیگری پیرامون همین روش و با این ابزار انجام دهد، به نتایج دست‌کم یکسانی در این زمینه خواهد و ازآنجایی این پژوهش مبتنی بر داده‌های عددی و کمی هست و نمونه‌ها انتخاب‌شده به‌صورت نمونه هدفمند می‌باشند ازاین‌رو این داده‌ها قابل‌تعمیم به جامعه بزرگ‌تر نیز می‌باشند.

۵- چهارچوب نظری پژوهش

اولین تئوری مبنا درزمینه‌ی معماری سبز توسط ژاک الوان در سال ۱۹۵۴ مطرح شد . در این تئوری ، از معماری سبز به‌عنوان راهکاری مؤثر جهت کنترل عوامل مضر حاصل از گسترش فنّاوری در صنعت ساخت‌وساز نام‌برده شده است . بر این اساس از سال ۱۹۶۰ جنبش‌های زیست‌محیطی گسترده‌ای مانند جنبش محدودیت‌های رشد در این زمینه به وقوع پیوست . که حاصل این جنبش‌ها تئوری‌های جدید در این گستره بودند . (درستر،۱۳۸۴) برای مثال خانم برانت لند از نروژ در سال ۱۹۸۲ تئوری حفظ محیطزیست و توسعه فضای سبز را به‌عنوان اصول اساسی درزمینه‌ی توسعه سبز مطرح کرد . در این تئوری به‌جای مطرح کردن محدودیت‌های رشد در زمینه‌های گستردش فنّاوری ، بر احیای محیطزیست و توسعه فضای سبز همسو با گسترش فنّاوری تأکید شده است ازاین‌رو، از پوشش‌های سبز به‌عنوان پتانسیلی جهت کنترل تأثیرات منفی گسترش فنّاوری یادشده است . (درستر،۱۳۸۴) در سال ۱۹۹۰ ، الیسن [۲]مفهوم معماری سبز را به رفع چالش‌های زیست‌محیطی در سطح ملی و جهانی تقسیم کرد. ازنظر وی معماری سبز یک مکانیسم کوتاه‌مدت جهت رسیدن به محیطزیست سالم در دو سطح ملی و جهانی است که نیازمند سیاست‌های دولتی خاص درزمینه‌ی حفظ و احیای محیطزیست است(Olawumi et al., 2018). این در حالی است که در سال ۱۹۹۳ ، لی[۳]و همکاران تئوری جدیدی بر مبنای رویکرد الیسن مطرح کردند . در این زمینه وجود سیاست‌های دولتی به‌تنهایی نمی‌تواند مشکلات زیست‌محیطی

[1] Axelsson [2]
[1] Lee [3]

را در سطح جهانی حل نمایید . ازاین‌رو در تئوری آن‌ها بر لزوم آموزش‌های همگانی و مشارکت مردم در امر حفاظت از محیط‌زیست تأکید شد.(Olawumi et al., 2018) بر مبنای تئوری لی ، معماری سبز از سه تئوری پایه درزمینه‌ی، پایداری انسانی، پایداری مواد و مصالح و پایداری انرژی تشکیل شد . در راستای پایداری انسانی، توجه به نیازهای انسانی و کیفیت زندگی به‌عنوان ریشه‌های پایدار در معماری سبز مطرح شدند . در این مورد طبق نظریه فرای[۴]در سال ۲۰۰۰ انسان جزئی از فضای معماری است ، ازاین‌رو گسترش فنّاوری و فضای سبز در معماری می‌بایست با نیازهای وی آمیخته شود . در چنین معماری نه‌تنها انسان احساس آرامش می‌کند بلکه از فنّاوری جهت بهره بردن از طبیعت بدون تخریب آن، همسو با نیازهایش بهره می‌برد.(Fry.2000) پس‌ازآن برایان[۱۵] تئوری انرژی پایدار در معماری سبز را در سال ۲۰۰۱ مطرح کرد . دیدگاه وی نسبت به معماری سبز دیدگاه ترکیبی از انرژی ، اکولوژی و محیط‌زیست بود . وی معتقد بود معماری سبز ترکیبی از پایداری محیط زیستی–اکولوژیستی در کنار پایداری انرژی در معماری است ازاین‌رو ، از یک‌سو بنای معماری می‌بایست، بدون تخریب طبیعت ساخته و بهره‌برداری شود و از سویی دیگر از راهکارهای نوین در جهت مدیریت منابع و انرژی در ساختمان بهره گرفته شود .(Edward.2001) همچنین در سال ۲۰۰۸ روی[۶]و همکاران تئوری مصالح دوست دار طبیعت را مطرح کردند .ازنظر آن‌ها مواد و مصالح در صنعت ساختمان علاوه بر پایداری در طی زمان می‌بایست پس از عمر مفید ساختمان مجدد به چرخه طبیعت بازگردند . ازاین‌رو تئوری مصالح کم‌کربن یا مصالح دوست دار طبیعت به‌عنوان یکی دیگر از تئوری‌های پایه در معماری سبز مطرح شد.(Ragheb et al,2016) همسو با مطرح‌شدن تئوری‌های گوناگون درزمینه‌ی معماری سبز ، و تئوری مدارس سبز در سال ۱۹۹۶ توسط شورای ساخت‌وساز مدارس آمریکا در فضاهای آموزشی مطرح شد. بر مبنای این تئوری مدارس سبز پتانسیل امکانات یک محیط‌زیست سالم در کنار کیفیات یادگیری و صرفه‌جویی در مصرف انرژی را فراهم می‌آورند (Ramli et al., 2012) .

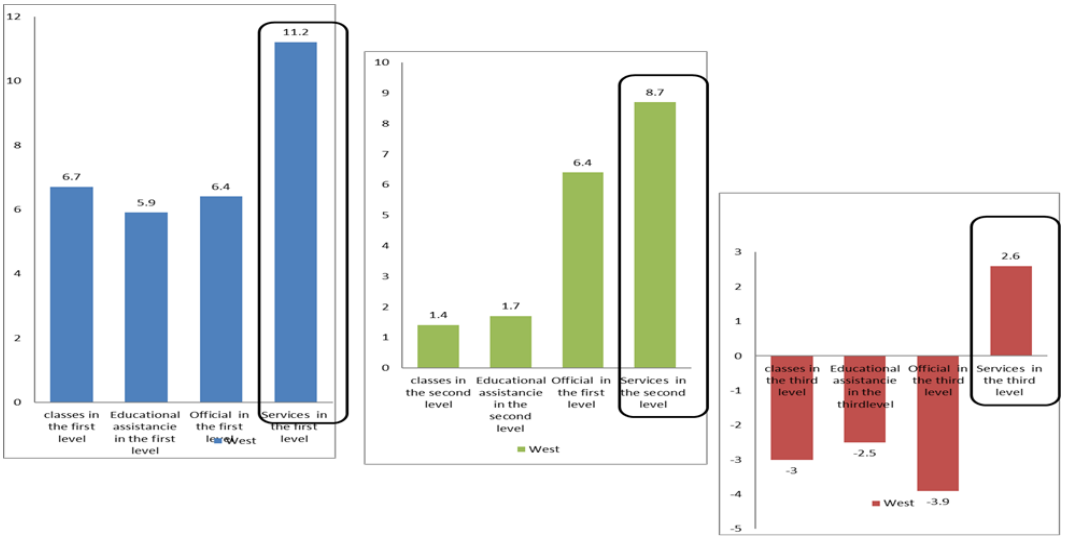


تصویر ۳-تئوری‌های پایه از معماری پایدار تا مدارس سبز

[1] Fry
[1] B Edwards
[1] Roy
[4]
[5]
[6]

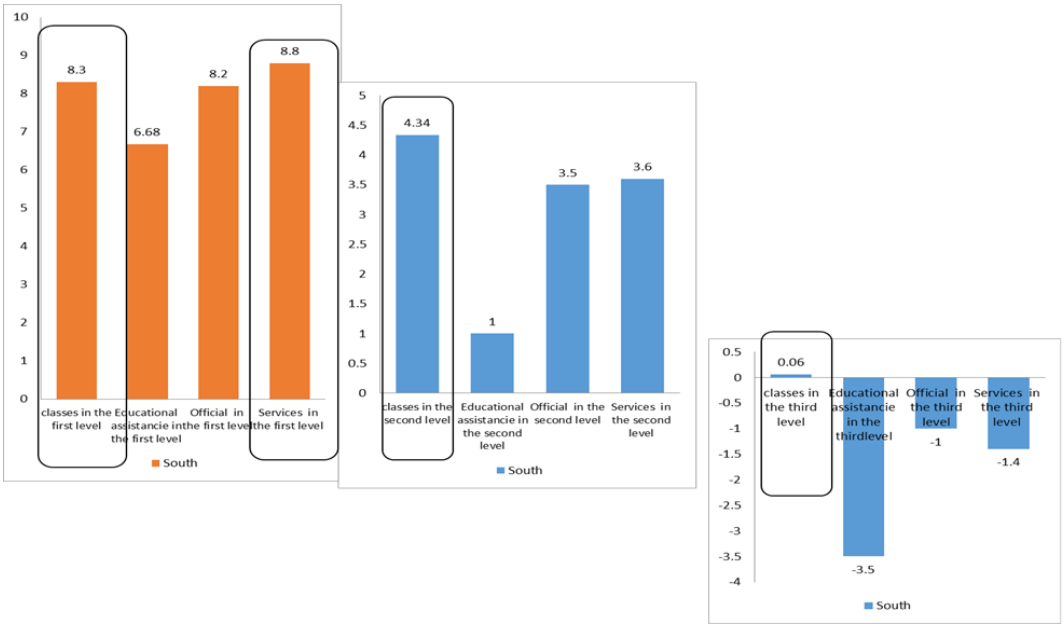
٦-بحث و نتایج :

مطابق با بررسی‌های انجام‌گرفته، پژوهش‌های بی‌شماری ازجمله پژوهش سولکروا[۱۷] در سال ۲۰۱۷، پژوهش پنگ[۱۸] در سال ۲۰۱۵ و پژوهش تانکا[۱۹] در سال ۲۰۱۷ مزیت‌های مدارس سبز پیرامون آسایش حرارتی محیط داخل در شرایط آب و هوایی گرم و سرد را اثبات کرده‌اند (Tanaka, Y et al., 2017) حال‌آنکه طبق مطالعات منصور[۲۰] در سال ۲۰۱۴ و مطالعه شین جان [۲۱] در سال 2004 این مدارس فاقد دستورالعمل‌های مشخص طراحی و شباهت‌های طراحی در دو اقلیم سرد و گرم با ویژگی‌هایی دمایی متفاوت می‌باشند (Mansour. E.,2014 & Jian S,200) و ازآنجایی طبق مطالعه گیویونی[۲۲] در سال ۱۹۹۸ هر ساختمان در هر اقلیمی، جهت بهبود صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی می‌بایست طراحی متفاوتی داشته باشد (Givoni, 1998) ازاین‌رو این مطالعه با سنجش اولویت عملکردهای اصلی فضاهای آموزشی در جهت‌ها و طبقات مختلف مدارس سبز به ارائه مدل پیشنهادی مدارس سبز در اقلیم سرد ایران(نمونه موردی شهر شهرکرد) پرداخته است. در این زمینه مطابق با یافته‌های حاصل از درجه حرارت هر یک از فضاهای اصلی مدرسه در مدل‌سازی‌های مختلف ، چنانچه کاربری آموزشی در ضلع جنوب ، کاربری خدماتی در ضلع غرب، کاربری کمک‌آموزشی در ضلع شرق و کاربری اداری در ضلع شمال مدرسه سبز در این اقلیم طراحی شود، درجه حرارت فضاهای آموزشی در طبقات اول ، دوم و سوم به ترتیب برابر 8.3 °C, 4.34 °C, 6. درجه حرارت، فضاهای خدماتی در طبقات اول،دوم و سوم به ترتیب برابر11.2 °C, 7.8 °C, 2.6 درجه حرارت ، فضاهای کمک‌آموزشی در طبقات اول ، دوم و سوم به ترتیب برابر9 °C, 4.6 °C, 2. درجه حرارت ،فضاهای اداری در طبقات اول،دوم و سوم به ترتیب برابر8.5 °C, 4.4 °C, 03. درجه حرارت در ماه‌های بحرانی دی – بهمن [۲۳] خواهد بود ، که در مقایسه با درجه حرارت‌های حاصل از قرارگیری این فضاها در ضلع‌های دیگر عددی بیشتری است که گواه بهبود صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی در فصول سرد سال است (نمودار۴).

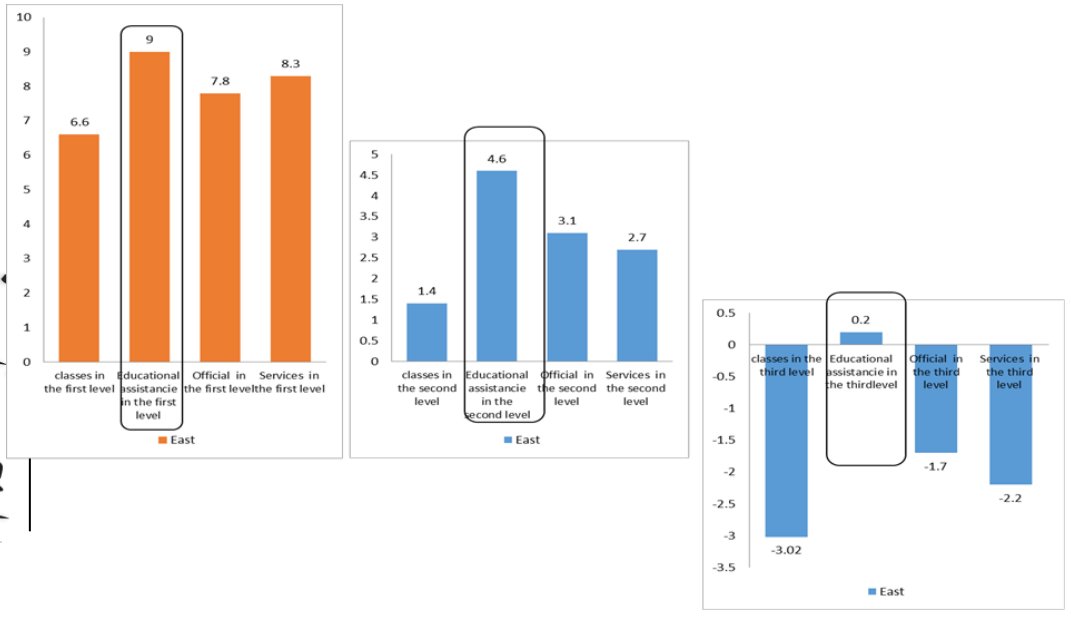


نمودار ۱– مقایسه درجه حرارت کاربری‌های خدماتی ، آموزشی ، کمک‌آموزشی و اداری در طبقات اول تا سوم در شرایط قرارگیری هر یک از آن‌ها در جبهه غربی مدرسه سبز در انقلاب زمستان

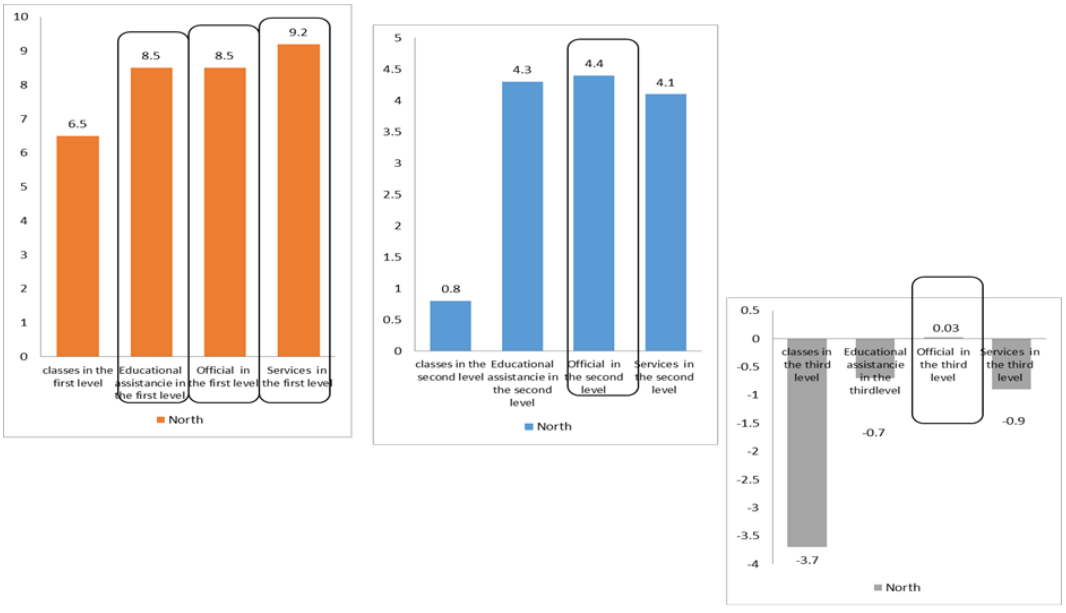
[۱۷] Solcerova
[۱۸] Peng, L
[۱۹] Tanaka
[۲۰] Mansou
[۲۱] SHEN JIAN
[۲۲] Givoni
[۲۳] Jan-Feb



نمودار ۲- مقایسه درجه حرارت کاربری‌های خدماتی ، آموزشی ، کمک‌آموزشی و اداری در طبقات اول تا سوم در شرایط قرارگیری هر یک از آن‌ها در جبهه جنوب مدرسه سبز در انقلاب زمستانی



نمودار ۳- مقایسه درجه حرارت کاربری‌های خدماتی ، آموزشی ، کمک‌آموزشی و اداری در طبقات اول تا سوم در شرایط قرارگیری هر یک از آن‌ها در جبهه شرق مدرسه سبز در انقلاب زمستانی



نمودار ۴- مقایسه درجه حرارت کاربری‌های خدماتی ، آموزشی ، کمک‌آموزشی و اداری در طبقات اول تا سوم در شرایط قرارگیری هر یک از آن‌ها در جبهه شمال مدرسه سبز در انقلاب زمستانی

علاوه بر این ازآنجایی‌که دماهای ثبت‌شده برای این کاربری‌ها در این جبهه‌ها با افزایش طبقات کاهش پیدا می‌کند، ازاین‌رو اولویت قرارگیری فضاهایی که نیاز حرارتی بیشتری دارند مانند کلاس‌های درسی در طبقات پایین‌تر و فضاهایی که نیاز حرارتی کمتر دارند و یا همیشه مورداستفاده کاربران نیستند، در طبقات بالاتر است . این در حالی است که با قرارگیری کاربری اداری در ضلع شمال ، کاربری خدماتی در ضلع غرب ، کاربری کمک‌آموزشی در ضلع شمال ، و کاربری آموزشی در ضلع جنوب در هر سه‌طبقه نه‌تنها درجه حرارت فضاهای داخلی در فصول بحرانی سرد سال (ژانویه و فوریه) بیشتر خواهد بود بلکه ازآنجایی‌که درجه حرارت آن‌ها در فصول گرم سال (آگوست و سپتامبر) در محدوده آسایش حرارتی کمتر از ۲۶ است لذا در تمام فصول سال صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی بهبود خواهد یافت (جدول ۱ و ۲).

۷-نتیجه‌گیری و پیشنهادها :

به‌طورکلی مدارس سبز از یکسو دارای مزیت‌های گسترده‌ای درزمینه های مختلف زیباشناختی، آموزشی و روانشناسی می‌باشند و از سویی دیگر طراحی چنین مدارسی باعث بهبود راندمان حرارتی و درنتیجه صرفه‌جویی در مصرف انرژی در فصول مختلف در کاربری‌های آموزشی شود این در حالی است که پیرامون شناسایی اولویت عملکردهای اصلی فضاهای آموزشی در جهت‌ها و طبقات مختلف مدارس سبز برای بهبود صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی در اقلیم سرد و خشک ایران (نمونه موردی شهر شهرکرد)، چنانچه کاربری خدماتی در جبهه غرب ، کاربری اداری در جبهه شمال ، کاربری کمک‌آموزشی در جبهه شرق و کلاس‌های درسی در جبهه جنوب در تمامی طبقات مدرسه سبز قرار گیرند نه‌تنها در فصول گرم سال درجه حرارت داخلی آن‌ها در محدوده آسایش باقی می‌ماند، بلکه در ماه‌های سرد سال درجه حرارت آن‌ها در وضعیت بهتری از قرارگیری این کاربری‌ها در جبه‌های دیگر دارد و ازاین‌رو صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرارتی

جهت سرمایش و گرمایش فضا در تمام ماه‌ها در شهر شهر کرد به عنوان نمونه شهری با اقلیم سرد بهبود خواهد یافت .این در حالی است که با ارتفاع گرفتن و افزایش طبقات مدرسه سبز درجه حرارت این کاربری‌ها در فصول سرد در طبقات بالاتر کاهش پیدا می‌کند لذا بهتر است در مدارس سبز چندطبقه علاوه بر قرارگیری کاربری‌ها مطابق با مدل گفته‌شده فضاهایی با نیاز حرارتی بالاتر در طبقات پایین‌تر و فضاهایی با نیاز حرارتی پایین‌تر در طبقات بالاتر قرار گیرند

در ادامه پیشنهاد می‌شود، شبیه‌سازی مدارس سبز برای دیگر اقلیم‌ها و شهرها نیز انجام شود و متناسب با هر اقلیم بهترین جانمایی‌های کاربری‌ها جهت ایجاد شرایط آسایش حرارتی شناسایی شوند.

۸-منابع :

اسماعیل مطلق، م ؛ دشتی، م؛ امینایی. (۱۳۹۰). دستورالعمل اجرای مدارس مروج سلامت در جمهوری

درستر، سیمون .مبانی پایدار.(۱۳۸۴) .ترجمه دانشپور،خاکی و همکاران.انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.مشهد دوره دوم ص ۵۰

سازمان بهینه سازی مصرف سوخت. (۱۳۸۹) ،اصلاح الگوی مصرف انرژی در مدارس و ادارات ، کتابچه دوم،بخش ۳،فصل اول ،۳۳ص

سعیدی, میبودی و حامد، کیوان. (۲۰۲۳). چالش‌های ارزشیابی آموزش محیط‌زیست در مدارس سبز ایران و راهکارهایی برای بهبود وضعیت موجود .فصلنامه علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار. (۲)۱۱. ۱۰۷-۱۱۷

عباس نیا، م. باعقیده، م. (۱۳۹۴). ناحیه بندی آب وهوایی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از تکنیک های نوین آماری ،مجله پژوهش آب ایران. جلد ۹. شماره۲. ۱۲۱-۱۳۱

شکوهی دهکردی, کاوه، فرهادیان. (۲۰۱۷). بررسی تاثیر بار برودتی و حرارتی بام سبزمرتبط با آتریوم بر مدیریت انرژی فضاهای آموزشی اقلیم سرد .*علوم و تکنولوژی محیط زیست،شماره ۱۹*، ۵۷۱-۵۸۳.

میبودی، لاهیجانیان، اکرم الملوک، شبیری، محمد، جوزی و عزیزی نژاد. (۲۰۱۶). تدوین معیارهای استاندارد مدارس سبز در ایران .فصلنامه تعلیم و تربیت. شماره (۳)۳۲. ۱۰۷-۱۲۹.

Al Dakheel, J., Tabet Aoul, K., & Hassan, A. (2018). Enhancing Green Building Rating of a School under the Hot Climate of UAE; Renewable Energy Application and System Integration. Energies, 11(9), 2465.

Antoniadis, D., Katsoulas, N., & Kittas, C. (2018). Simulation of schoolyard's microclimate and human thermal comfort under Mediterranean climate conditions: effects of trees and green structures. International journal of biometeorology, 62, 2025-2036.

Ashrafian, T. (2023). Enhancing school buildings energy efficiency under climate change: A comprehensive analysis of energy, cost, and comfort factors. Journal of Building Engineering, 80, 107969.

Browning, M. H., Kuo, M., Sachdeva, S., Lee, K., & Westphal, L. (2018). Greenness and school-wide test scores are not always positively associated–A replication of "linking student performance in Massachusetts elementary schools with the 'greenness' of school surroundings using remote sensing". Landscape and Urban Planning, 178, 69-72.

Corden, Yancey. , (2011). Efficacy of Green Roof Technology in Colder Climates. Earth Common Journal Vol. 1, No. 1 2011p73

Dupuis, J., & Durham, R. E. (2023). K-12 science achievement: time-varying influence of Green School initiatives. Environmental Education Research, 1-14.

Dupuis, J., & Durham, R. E. (2024). K-12 science achievement: time-varying influence of Green School initiatives. Environmental Education Research, 30(2), 306-319.

Edwards, B. (2001). Green architecture (Vol. 71, No. 4-6). Academy Press.

Eksi, M., Rowe, D. B., Wichman, I. S., & Andresen, J. A. (2017). Effect of substrate depth, vegetation type, and season on green roof thermal properties. Energy and Buildings, 145, 174-187.

Farhadian, M. Razzaghi Asl, S., & Ghamari, H. (2019). Thermal performance simulation of hydroponic green wall in a cold climate. Iran University of Science & Technology, 29(2), 233-246.

Fernandes, A., Krog, N. H., McEachan, R., Nieuwenhuijsen, M., Julvez, J., Márquez, S., ... & Vrijheid, M. (2023). Availability, accessibility, and use of green spaces and cognitive development in primary school children. Environmental Pollution, 334, 122143.

Fry, T. (2000). Architectural Education Against the Defutured. Architectural Theory Review, 5(1), 46-60.

Givoni, B. (1998). Climate considerations in building and urban design. John Wiley & Sons.100p

González-Gaudiano, E. J., Meira-Cartea, P. Á., & Gutiérrez-Bastida, J. M. (2020). Green Schools in Mexico and Spain: Trends and Critical Perspective. Green schools globally: Stories of impact on education for sustainable development, 269-287.

Hakim, H., Archambault, R., Kibert, C. J., Fard, M. M., Fenner, A., & Razkenari, M. (2019). From Green to Net-Zero Energy: A Study of School Buildings in Canada. Prometheus, 3, 114-119.

Hewitt, K. K., & Amrein-Beardsley, A. (Eds.). (2016). Student Growth Measures in Policy and Practice: Intended and Unintended Consequences of High-stakes Teacher Evaluations. Springer.290p

Hong, T., Kim, H., & Kwak, T. (2012). Energy-saving techniques for reducing CO 2 emissions in elementary schools. Journal of Management in Engineering, 28(1), 39-50.

Iwan, A., & Rao, N. (2017). The Green School Concept: Perspectives of Stakeholders from Award-Winning Green Preschools in Bali, Berkeley, and Hong Kong. Journal of Sustainability Education, 16.

Jian, S. (2004). Problems and countermeasures facing" green school" creation. Chinese Education & Society, 37(3), 71-77

JOHNNEL,J.(2007). Thermal Performance of Green Roofs in Cold Climates. Queen’s UniversityKingston, Ontario, Canada. September.p48-80

Kweon, B. S., Ellis, C. D., Lee, J., & Jacobs, K. (2017). The link between school environments and student academic performance. Urban Forestry & Urban Greening, 23, 35-43.

Lyu, J. (2024). Study on Characteristics and Factors of Secondary School Students' Green Consumption Behavior from The Perspective of Green Education. International Journal of Natural Resources and Environmental Studies, 2(1), 20-36.

Magzamen, S., Mayer, A. P., Barr, S., Bohren, L., Dunbar, B., Manning, D., ... & Cross, J. E. (2017). A Multidisciplinary Research Framework on Green Schools: Infrastructure, Social Environment, Occupant Health, and Performance. Journal of School Health, 87(5), 376-387

Mansour, O. E. (2014). Reflections on The Image of Green Buildings: An Ethnographic Evaluation of A “LEED” Certified Elementary School. In Proceedings of the 6th Annual Architectural Research Symposium in Finland (p. 245).

Marable, S. A. (2014). Green Schools-The Implementation and Practices of Environmental Education in LEED and USED Green Ribbon Public Schools in Virginia.125p

Meiboudi, H., Lahijanian, A., Shobeiri, S. M., Jozi, S. A., & Azizinezhad, R. (2016). Creating an integrative assessment system for green schools in Iran. Journal of cleaner production, 119, 236-246.

Meiboudi, H., Lahijanian, A., Shobeiri, S. M., Jozi, S. A., & Azizinezhad, R. (2018). Development of a new rating system for existing green schools in Iran. Journal of Cleaner Production, 188, 136-143.

Meilinda, H., Prayitno, B. A., & Karyanto, P. (2017). Student's environmental literacy profile of adiwiyata green school in Surakarta, Indonesia. Journal of Education and Learning (EduLearn), 11(3), 299-306.

Muhajir, M., Ashar, A., & Rahmatiah, R. (2024). Analisis Penerapan Program Green School Dalam Menanamkan Nilai Karakter Peduli Lingkungan Di SD Inpres Borongunti Kecamatan Bajeng Kabupaten Gowa. Journal on Education, 6(2), 11827-11841.

Okcu, S., Ryherd, E., & Bayer, C. (2011). The role of physical environment on student health and education in green schools.

Olawumi, T. O., & Chan, D. W. (2018). A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. Journal of cleaner production, 183, 231-250.

Olsson, D., Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Chang, T. (2019). Green schools in Taiwan–Effects on student sustainability consciousness. Global environmental change, 54, 184-194.

Paull, N., Krix, D., Torpy, F., & Irga, P. (2020). Can green walls reduce outdoor ambient particulate matter, noise pollution and temperature?. International journal of environmental research and public health, 17(14), 5084.

Pebriantika, R., Abdurrahman, A., Hariri, H., & Rahman, B. (2020, June). Leadership in green school practices: a case study of the principal’s roles towards reducing global warming risk in Lampung, Indonesia. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1572, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.

Pellegrino, A., Cammarano, S., & Savio, V. (2015). Daylighting for Green schools: A resource for indoor quality and energy efficiency in educational environments. Energy Procedia, 78, 3162-3167.

Peng, L. L., & Jim, C. Y. (2015). Seasonal and diurnal thermal performance of a subtropical extensive green roof: The impacts of background weather parameters. Sustainability, 7(8), 11098-11113.

Pérez, G., Rincón, L., Vila, A., González, J. M., & Cabeza, L. F. (2011). Behaviour of green facades in Mediterranean Continental climate. Energy conversion and management, 52(4), 1861-1867

Ragheb, A., El-Shimy, H., & Ragheb, G. (2016). Green architecture: A concept of sustainability. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 216, 778-787.

Ramli, N. H., Masri, M. H., Zafrullah, M., Taib, H. M., & Hamid, N. A. (2012). A comparative study of green school guidelines. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 50, 462-471.

Rivas, I., Querol, X., Wright, J., & Sunyer, J. (2018). How to protect school children from the neurodevelopmental harms of air pollution by interventions in the school environment in the urban context. Environment international, 121, 199-206.

Russo, A., & Andreucci, M. B. (2023). Raising Healthy Children: Promoting the Multiple Benefits of Green Open Spaces through Biophilic Design. Sustainability, 15(3), 1982.

Solcerova, A., van de Ven, F., Wang, M., Rijsdijk, M., & van de Giesen, N. (2017). Do green roofs cool the air?. Building and Environment, 111, 249-255.

Tanaka, Y., Kawashima, S., Hama, T., & Nakamura, K. (2017). Thermal mitigation of hydroponic green roof based on heat balance. Urban Forestry & Urban Greening, 24, 92-100.

Vaidya, V., Gothankar, J., Pore, P., Patil, R., & Murarkar, S. (2018). Green school audit of twenty two schools in Pune city. International Journal Of Community Medicine And Public Health, 5(2), 620-626

Vakalis, D., Lepine, C., MacLean, H. L., & Siegel, J. A. (2021). Can green schools influence academic performance?. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 51(13), 1354-1396.

van Velzen, C., & Helbich, M. (2023). Green school outdoor environments, greater equity? Assessing environmental justice in green spaces around Dutch primary schools. Landscape and Urban Planning, 232, 104687.

Wilhelmsen, C. K., Skalleberg, K., Raanaas, R. K., Tveite, H., & Aamodt, G. (2017). Associations between green area in school neighbourhoods and overweight and obesity among Norwegian adolescents. Preventive medicine reports, 7, 99-105.

Zhao, D. X., He, B. J., & Meng, F. Q. (2015). The green school project: A means of speeding up sustainable development?. Geoforum, 65, 310-313.

Designing and Planning in Architecture and Urbanism
Volume:2, Issue:4

Measuring the priority of the main functions of educational spaces in the fronts and different levels of green schools for saving energy in the cool and dry climate of Iran (case study: Shahrekord)

Maryam Farhadian[1](corresponding author)

Abstract:

Generally, Green schools are a new type of school, in which the use of renewable energy is less than that of conventional schools. It is while these schools have been turned into a similar sample in different climates by lack of a specific pattern. In this regard In this regard, since, each of the green buildings for improving energy efficiency has required a specific pattern in different climates, Therefore, in this project has made use of the Computer simulation with the Energy Plus software to investigate the priority of the main functions of educational spaces in the fronts and different levels of green schools for saving energy in the cool and dry climate of Iran. In this regard, different models of placement of educational, educational, service, and administrative uses in the north, south, east, and west facades and different floors of a green modular school in Shahrekord as a city with cold climate were simulated and their results were compared with each other. The research findings show that as a consequence of settling service zone on the Western Front, educational spaces on the South Front, administrative parts on the northern side, and training assistance on the East Front behind the green walls, especially on lower floors not only in the warm seasons, does the temperature of the spaces remains in the thermal comfort zone, but in the cold months of the year also, the in-door temperatures will become closer to the thermal comfort zone.

Keywords: Educational spaces, green schools, Energy saving, cold and dry climate of Iran

[1] Assistant Professor" Adjunct Professor" in Faculty of Architecture, university of Daneshpajohan Pishro Higher education institute in Iran (email: farhadianact@gmail.com)