تاثیرصرفه‌جویی در پلان‌های آموزشی نمونه موردی دانشگاه ساوات هامیتون Southampton

لاله زنگنه[۱]،احمدرضاکابلی[۲]

چکیده

امروزه توجه به بحث انرژی و آسایش در طراحی ساختمان، می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش مصرف انرژی و بهبود کیفیت فضا داشته باشد .با توجه به اهمیت روزافزون مصرف انرژی و کمبود مطالعات در این زمینه خصوصاً در فضاهای آموزشی و توجه به گوناگونی اقلیمی کشورمان و سهم قابل‌توجه این فضاها در مصرف انرژی، نیاز به تعیین معیارهای طراحی بیش از گذشته احساس می‌شود .هدف این تحقیق بررسی نقش عوامل مختلف در تأمین شرایط آسایش و تأثیر هرکدام بر میزان مصرف انرژی فضای آموزشی در اقلیم گرم و خشک هست . بدین منظور به‌وسیله روش شبیه‌سازی‌شده و تأثیر متغیرهای مختلف بر میزان مصرف انرژی eQUEST کامپیوتری، فضای کلاس درس در نرم‌افزار ارزیابی گردید .نمونه پایه این تحقیق ، یک کلاس درس متداول است که متغیرهای مستقل تحقیق شامل عایق حرارتی بام، عایق حرارتی دیوار، نفوذ ناخواسته هوا، ابعاد پنجره، نوع شیشه و سیستم کنترل روشنایی می‌باشند .تأثیر هر یک از متغیرها به‌صورت مستقل بر میزان مصرف انرژی کلاس درس تخمین زده می‌شود و در مرحله بعدی تأثیر نسبی هر یک از متغیرها بر میزان مصرف انرژی موردنیاز ساختمان و بهترین ترکیب متغیرها بر مصرف انرژی کلاس درس شناسایی گردید .بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، تأثیر مستقل هر متغیر و همچنین تأثیر هم‌زمان به‌کارگیری متغیرهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت و بهترین حالت هر متغیر که در آن بهره‌وری انرژی بالاتری حاصل‌شده بود، شناسایی گردید . بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این مرحله می‌توان ادعا کرد که در صورت طراحی مناسب فضاهای آموزشی می‌توان ضمن تأمین شرایط آسایش حرارتی و بصری، در مصرف انرژی فضاهای آموزشی تا ۵۵ % صرفه‌جویی نمود .

کلیدواژگان:صرفه‌جویی،انرژی،ساختمان‌های آموزشی،نور طبیعی.

www.SID.ir

۱-مقدمه

امروزه بحث انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در گونه‌های مختلف ساختمانی در میان جوامع گوناگون، از اهمیت بالایی برخوردار است کمبود مطالعات اقلیمی در خصوص ساختمان‌های آموزشی و همچنین اهمیت بحث آسایش در کنار لزوم بهره‌گیری از الگوهای بهینه مصرفی در ساختمان‌های آموزشی ، لزوم انجام تحقیقات گسترد هدر این زمینه ضروری به نظر می‌رسد عاوه براین نقش مدارس در فرهنگ‌سازی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هست (قنبریان). ساختمان‌های آموزشی عموماً شامل فضاهایی باکاربری های متنوعی می‌باشند .بااین حال کلاس‌های درس عاوه بر نقش و جایگاه محوری خود، بیشترین سطح مدارس را نیز تشکیل می‌دهند. مصرف انرژی سیستم‌های تهویه‌ای مختلف با محوریت تضمین کیفیت هوای داخلی و برنامه تهویه شبانه را موردبررسی قرارداد هاند که با بهر هگیری از یک آتریوم مرکزی موجود در فضاهای کناری برقرار می‌شود .اما در آن اشاره‌ای به مصرف کل انرژی الکتریکی نشده است در تحقیق دیگری پروژه تأثیر عوامل مؤثر بر مصرف انرژی ساختمان از قبیل ه تأثیری، ابعاد و موقعیت پنجره، رنگ و میزان قرارگیری سطوح خارجی ساختمان درمعرض تابش آفتاب را در اقلیم گرم و مرطوب موردمطالعه قرارداد و مصرف انرژی را در حالت‌های مختلف در فضای کلاس را بررسی کرده است (Perez & Capeluto, ۲۰۰۹).

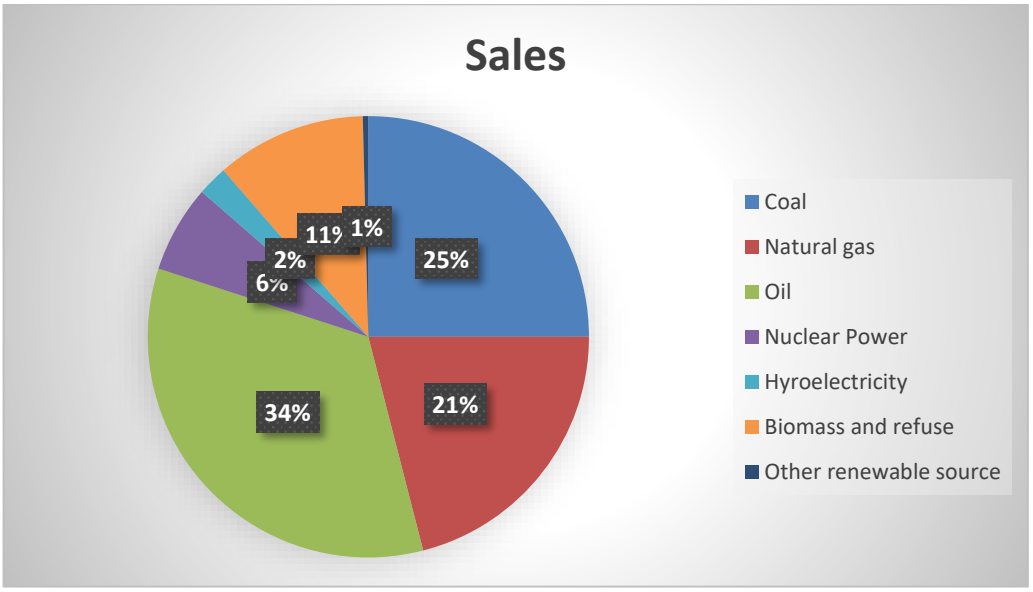
۲-روش تحقیق

این تحقیق بر اساس موضوع از نوع پژوهش‌های موردی و از نظر ماهیت از نوع روش‌های توصیفی – تحلیلی است .روش گردنوری اطلاعات بره گونره کتابخانه‌ای صورت گرفته و در بخش توصیفی با استفاده از مقالات و گزارش‌ها، پژوهش‌ها و اسناد مرتبط با موضوع، اطلاعات موردنظر فراهم گردیده است .در بخش تحلیلی نیز با توجه به اهمیت نور و روشنایی، با تطبیق و تحلیل مفاهیم نظری، به مطالعه نور و اثرات نور بر معماری فضاها و به‌صورت مورد فضاهای آموزشی پرداخت‌شده است.

۳-تاثیرصرفه‌جویی و بهبود درصدصرفه‌جویی

اثر بهینه سازی در مصرف برق، ابتدا خود را در کاهش تقاضای برق نشان م دهد .نتایج محاسبات نشان می‌دهد که به دنبال بهینه‌سازی مصرف برق، تقاضای آن نیز کاهش می‌یابد .اما این کاهش کمتر از میزان صرفه‌جویی اولیه خواهد بود که علت آن به پدیده اثرات بازگشتی مربوط می‌شود(منظور و همکاران، ۱۳۹۰). صرف ه جویی در مصرف برق به میزان ده درصد ، کاهش تقاضای برق به میزان ۹/۷۴درصد را در سناریوی اصلی به دنبال داشته است .تحلیل حساسیت الگو نشان می‌دهد که باتغییرکششی جانشینی نهاده‌ها در لایه اول، این رقم تغییر چندانی را تجربه نمی‌کند(حقی و همکاران، ۱۳۹۱).

www.SID.ir



شکل ۱: سرچشمه‌های تأمین‌کننده انرژی در جهان

۴-الگو حیاط مرکزی در بهره‌گیری از انرژی خورشید در معماری باستان ایران.

در معماری باستان ایران ، در اقلیم‌های چهارگانه تمهیدات مختلفی جهت بهره‌مندی از انرژی‌های طبیعی باد ، خورشید ، زمین‌گرمایی و .. اندیشیده شده است . در راستای تحقق یافتن به هدف بهینه بهره بردن از انرژی نحوه قرارگیری فرم بنا ، جهت قرارگیری بنا ، بافت شهر و مصالحی که می‌توان استفاده کرد از اهمیت بالایی برخوردار است . بر اساس پژوهش انجام‌شده در کتاب " خانه ، فرهنگ ، طبیعت " در بررسی گونه شناسی معماری ایران معلوم شد که شکل‌گیری بنا به‌صورت منفرد و به‌صورت چندگانه ، هم‌زمان و هم‌مکان بر اساس ترکیب سه الگوی فضاهای باز . بسته و باز پوشیده شده صورت گرفته است . معماری ایرانی در قالب این سه گونه فضایی که خود الگوهایی دیرپا در تاریخ و فرهنگ این سرزمین هستند ، انواع گوناگونی از الگوهای فضایی را خلق کرده است . حیاط‌ها اصلی‌ترین فضاهای باز خانه به‌حساب می‌آیند . اتاقی است بدون سقف با بدنه‌های مشخص ، کفی آراسته از درخت و خاک و آب ، حیاط یا میان سرا با تناسب طلایی ایرانی و جهت‌گیری دستوری خود ، در تمام سال محیط بهداشتی مطبوعی فراهم و از گردش آفتاب و نور خورشید ، بهترین استفاده را برای پورت‌های گرداگرد خود کسب و تأمین می در قسمت شمالی میان سرا ، پورت‌های آفتاب روی قابل‌استفاده در تمام فصول (به‌ویژه در زمستان) مستقر است . در جنوب که بر سایه است بخش تابستانی قرار می‌گیرد . به‌جز کرانه جنوبی دریای خزر در همه شهرهای ایران.(کرانه شمالی خلیج‌فارس و دریای عمان ، نواحی کوهستانی و مرتفع فلات ، دشت‌های فلات) الگوی حیاط مرکزی دیده می‌شود و تفاوت در اندازه حیاط و ابعاد و تناسبات فضاهای گرداگرد حیاط است . در فلات مرکزی ایران خانه‌های درون‌گرای موسوم به چهارفصل با بخشهای پناه و نسار ، نمونه بارز بهره‌گیری از حیاط مرکزی در کنترل تابش خورشید و استفاده بهینه از آن در فصول مختلف سال است (مقدم فرد).

۵-راهکارهای کاهش مصرف انرژی و افزایش راندمان

در این بخش برخی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی به‌طور اجمالی مطرح‌شده که هرکدام به‌تنهایی قابل‌بررسی بیشتری هستند.

۵-۱-طراحی اولیه

www.SID.ir

در طراحی اولیه ساختمان باید در مورد تمام مسائل مربوط به روابط متقابل بین معماری و تأسیسات ساختمان به نحوی تصمیم‌گیری کرد که تأثیر آن‌ها در بهره‌وری انرژی ساختمان مورد تائید قرار گیرد.طرح سایت ، اندازه احتمالی ساختمان و سوخت‌های در دسترس فرصت‌ها و محدودیت‌هایی ایجاد می‌نمایند . شرایط سایت فرم ساخت را تحت تاثیرقرارداده و از آن می‌توان به‌عنوان فرصتی برای بهبود استراتژی‌های تهویه غیرفعال و نور روز استفاده نمود.

۵-۲-سیستم‌های غیرفعال

با استفاده از سیستم طراحی معماری غیرفعال ساختمان می‌توان انرژی خورشیدی و باد را برای گرمایش و سرمایش به‌گونه‌ای جذب و ذخیره نمود که نیازی به امکانات برقی یا مکانیکی نباشد.طراحی معماری غیرفعال به‌عنوان یکی از عوامل مهم دراستراژی بهینه‌سازی مصرف انرژی در نظر گرفته شود.طراحی معماری غیرفعال شامل شش اصل است(احمدوند).

۱. نحوه استقرار ساختمان
۲. استفاده از فضای سبز
۳. موقعیت و اندازه بازشوها
۴. نحوه چیدمان داخلی فضایی
۵. طراحی و فرم و شکل ساختمان
۶. گرمایش و سرمایش

۵-۳-عایق‌بندی

کاهش انتقال حرارت مجموعه ساختمان با استفاده از عایق‌کاری به کاهش تقاضا برای انرژی منجر می‌شود.عایق‌کاری مناسب یک ساختمان می‌تواند باعث ساده‌تر شدن سیستم سرمایش گرمایش و کاهش ظرفیت تجهیزات گردد.سرمایه اولیه ذخیره‌شده حاصله باید با هزینه اضافی عایق‌کاری به تعادل رسانده شود .اگر بافت ساختمان نتواند به‌راحتی انرژی دریافتی را مستهلک نماید این امر بیش‌ازپیش متکی بر تهویه ساختمان می‌گردد و درنهایت باعث بالا رفتن ظرفیت تجهیزات سیستم سرمایش و گرمایش می‌شود(قاضیان، ۱۳۹۵).

۵-۴-دوجداره کردن پنجره‌ها

استفاده از پنجره‌های دوجداره تاثیربسزایی در ذخیره انرژی داخل ساختمان داشته و مانع اتلاف حرارت از این بخش می‌گردد.

۵-۵-سایه سازی

درمواردی که ساختمان مستعد بیش گرمایش است نور روز را می‌توان به روش فعال مانند استفاده از کرکره‌های خودکار یا دستی قابل تنظیم خارجی یا به‌صورت غیرفعال و با استفاده از ویژگی‌های معماری مانند امتداد و تاق نماها برای کاهش دریافت گرماهای خورشیدی کنترل نمود.

۵-۶-هوشمند سازی ساختمان

هوشمند سازی ساختمان بخصوص در فضاهای اداری که میزان مصرف انرژی بیش‌ازحد معمول بوده ،علاوه بر عملکرد مناسب اداری پاسخگوی کنترل مصرف انرژی ، رضایت‌مندی کارمندان و مراجعان و از همه مهم‌تر به‌عنوان یک نمونه بارز در جهت کنترل مصرف انرژی در سطح کلان هست(قاضیان، ۱۳۹۵).

www.SID.ir

۶-عوامل مؤثر در کاهش هدر رفت انرژی در ساختمان

۶-۱-طراحی ساختمان متناسب با اقلیم هر منطقه

در تمام طول تاریخ معماری و ساختمان‌سازی، طراحان همواره درصدد پاسخگویی به شرایط آب و هوایی بوده‌اند.طراحی اقلیمی روشی است برای کاهش همه‌جانبه هزینه انرژی یک ساختمان .طراحی ساختمان اولین خط دفاعی در مقابل عوامل اقلیمی خارج بناست .در تمام آب‌وهواها، ساختمان‌هایی که بر طبق اصول طراحی اقلیمی ساخته‌شده‌اند، ضرورت گرمایش و سرمایش مکانیکی را به حداقل کاهش می‌دهند و در عوض از انرژی طبیعی موجود در اطراف ساختمان استفاده می‌کنند . مبالغی که در درازمدت صرفه‌جویی می‌گردد موجب می‌شود که اجرای تکنیک‌های طراحی اقلیمی بهترین نوع سرمایه‌گذاری برای مالکین ساختمان‌ها باشد(قبادیان و همکاران، ۱۳۸۴).

با توجه به شکل‌گیری و ترکیب معماری بومی مناطق مختلف ایران درمی‌یابیم که ویژگی‌های متفاوت هر یک از این اقلیم‌ها، تأثیر فراوانی در شکل‌گیری شهرها و ترکیب معماری مناطق داشته‌اند .بنابراین تعیین دقیق حوزه‌های اقلیمی در سطح کشور و دستیابی به مشخصات اقلیمی مناطق مختلف، در ارائه طرح‌های مناسب و هماهنگ با اقلیم هر منطقه اهمیت فراوانی دارد . میزان تفاوت و ترکیب عوامل اقلیمی که خود ناشی از تفاوت موقعیت جغرافیایی مناطق مختلف است حوزه‌های اقلیمی متفاوتی در ایران پدید آورده که هر یک ویژگی‌های خاصی دارد .لذا شناخت کافی از اقلیم و سوق دادن طراحی ساختمان جهت همسازی با اقلیم می‌تواند در ایجاد شرایط آسایش و بهینه کردن مصرف انرژی در ساختمان تأثیر بسزایی داشته باشد(حاج ملک، ۱۳۹۵).

۶-۲-استفاده از ظرفیت حرارتی عناصر ساختمان

برخی از اجزای ساختمان مانند کف، سقف و دیوارها که ظرفیت حرارتی بالایی دارند می‌توانند حرارت را در خود ذخیره کنند .این امر باعث می‌شود گرما یا سرمای موجود در فضا در این قسمت‌ها ذخیره گردد و در زمان‌های نیاز به آن به محیط اطراف پس داده شود، که درنتیجه باعث کنترل نوسانات دما در فضای داخل ساختمان می‌گردد.

۶-۳-پنجره‌های مناسب جهت استفاده از نور طبیعی برای روشنایی ساختمان‌های آموزشی

نور روز به دلیل برخورداری از اشعه ماورای بنفش یکی از عوامل به وجود آورنده ریتم طبیعی در سیستم‌های بیولوژیکی بدن است .در طراحی ساختمان می‌بایست با استفاده از پنجره‌های مناسب از نور روز برای روشنایی ساختمان استفاده کرد.در یک دفتر کار، نزدیک به ۴۲ درصد انرژی الکتریکی مصرفی صرف روشنایی می‌شود .چنانچه بتوان به طریقی میزان استفاده از نور روز را در محیط بیشتر کرد، صرفه‌جویی قابل‌توجهی در مصرف انرژی و هزینه‌های عملیاتی در بخش روشنایی می‌توان به دنبال داشت به همین دلیل روشنایی طبیعی یکی از فاکتورهای مهم در طراحی ساختمان و کاهش هدر رفت انرژی در آن است(حاج ملک، ۱۳۹۵).

۶-۴-تعریف فضای آموزشی

فضای آموزشی، ابتدا باید از لحاظ فیزیکی مطلوب باشد. فضاهای با کیفیت فیزیکی مطلوب، به فضاهایی اطلاق می‌شود که در طراحی آن‌ها، استاندارد شاخص‌هایی از قبیل هوای سالم، دمای مناسب، رطوبت کافی، نور، صوت، دید و منظر مناسب، کارایی انرژی، دسترسی‌ها و ارتباطات رعایت شده باشد(بابائی فر،۱۳۹۵) .برخی صاحب‌نظران، فضای آموزشی را محیطی فیزیکی مانند کلاس درس، آزمایشگاه یا محیط خودآموز تلقی می‌کنند که در آن برخی, فرایندهای یادگیری رخ

www.SID.ir

می‌دهد(Harris &Tessmer, ۱۹۹۲).دیگران آن را در قالب محیط نرم‌افزاری خاص آموزش تعریف می‌کنند (Papert, ۱۹۸۰).

۶-۵-خصوصیات فضاهای آموزشی

خصوصیت اصلی محیط‌های فیزیکی، عناصر متغیری مانند نور، رنگ، سختی و نرمی سطوح است .بیشتر تجارب اصولی به مزایای یک محیط آموزشی نرم‌تر تأکیددارند .بعضی تحقیقات نشان می‌دهد که دانش آموزان کلاس با پنجره را ترجیح می‌دهند .درصورتی‌که معلمان احساس می‌کنند که اتاق‌های بدون پنجره انعطاف‌پذیرتر می‌باشند .آن‌ها دریافتند که دخترها نسبت به پسرها، سازمان‌دهی پیچیده اشکال، رنگ و عناصر محیطی را ترجیح می‌دهند(حاج ملک، ۱۳۹۵).

۶-۶-بهره‌گیری از نور خورشید در فضاهای آموزشی

نور روز یا نور طبیعی یکی از انواع انرژی است که از خورشید تأمین می‌شود و روشنایی زمین و نیازهای حیاتی موجودات زنده را تأمین می‌کند . استفاده از نور روز در معماری همواره یکی از نکات موردتوجه در طراحی بوده، ولی با رواج استفاده از برق به‌عنوان منبع روشنایی داخلی، بهره‌گیری از نور طبیعی در ساختمان به حاشیه رانده‌شده است .نور خورشید همیشه برای ایجاد روشنایی طبیعی در ساختمان لازم است ولی ازآنجاکه این نور درنهایت به حرارت تبدیل می‌شود، میزان تابش موردنیاز برای هر ساختمان باید با توجه به نوع آن و شرایط اقلیمی محل آن تعیین شود(کسمائی). برای بهره‌گیری مناسب از نور طبیعی روز و مزایای آن در طراحی مدارس باید شش اصل را مدنظر داشت:(Blumenthal, ۱۹۹۸).

- کنترل نفوذ و ورود اشعه مستقیم خورشید
- فراهم کردن روشنایی ملایم و یکنواخت
- جلوگیری از ایجاد خیرگی
- کنترل نورروز
- هماهنگ‌سازی این سیستم با سیستم روشنایی الکتریکی
- طرح‌ریزی دقیق پلان و نقشه فضاهای داخلی

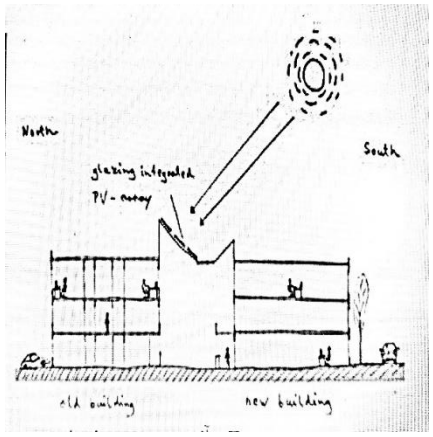
۶-۷-استفاده از صفحات خورشیدی در سقف

این ساختمان برنده مسابقه طراحی اداره مرکزی اوراق بهادار شهر سوچو در کشور چین است که با نیت کاهش هزینه‌های تأمین انرژی طراحی‌شده است . در این بنا یک آتریوم مرکزی وجود دارد که در کل ارتفاع ساختمان امتدادیافته و امکان استفاده از نور و تهویه طبیعی را در تمام طبقات فراهم کرده است . علاوه بر این در گوشه‌های حجم مثلثی شکل ساختمان از آتریومهای کوچک و سبز استفاده‌شده است که ساختمان را به نمونه‌ای پایدار و تبدیل کرده‌اند .

۷- ساختمان George Thomas در قسمت مرکزی دانشگاه Southampton

این ساختمان نمونه‌ای از بناهایی است که با استفاده از آتریوم پوشیده شده با توانسته بخشی از انرژی موردنیاز ساختمان تأمین کند این آتریوم مرکزی درواقع مفصلی است که دو بنای قدیمی و جدید را به هم متصل کرده است(مقدم فرد).

www.SID.ir

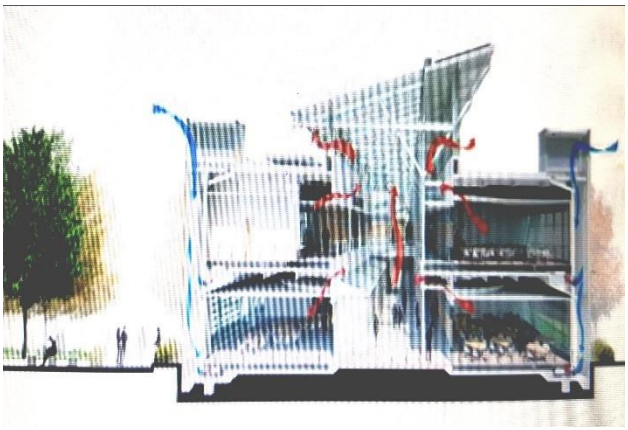


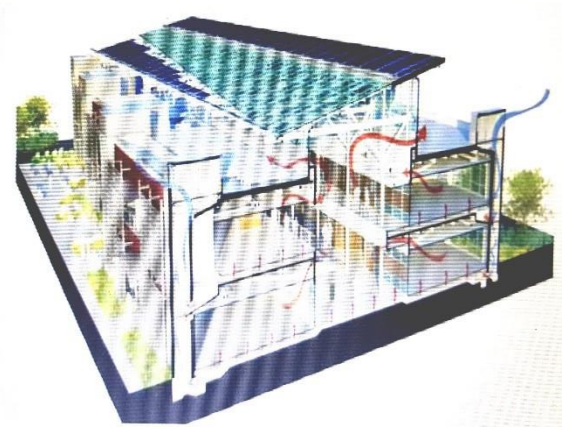
شکل۲:تابش نور آتریوم وصحفات خورشیدی. شکل ۳:ساختمان جورج توماس دانشگاه ساوات هامپون.

این ساختمان نمونه‌ای از بناهایی است که با استفاده از آتریوم پوشیده شده با توانسته بخشی از انرژی موردنیاز ساختمان تأمین کند این آتریوم مرکزی درواقع مفصلی است که دو بنای قدیمی و جدید را به هم متصل کرده است.

طراحی این ساختمان با هدف صرفه‌جویی در انرژی و مزایای انرژی غیرفعال خورشیدی انجام‌شده و با به کار گیری آتریوم مرکزی توانسته مزیت‌های زیر را تأمین کند :

- استفاده از صفحات فتو ولتایک روی بام جهت تأمین بخشی انرژی الکتریکی ساختمان
- استفاده از پانلهای آبگرم خورشیدی روی بام جهت مصارف ساختمان
- استفاده از نور طبیعی در روز
- تهویه طبیعی هو





شکل ۴و۵:نشان دادن جریان انرژی خورشیدی در مصرف صرفه‌جویی برق در دانشگاه ساوات هامیتون

نتیجه‌گیری

www.SID.ir

آموزش مفاهیم زیست‌محیطی و ترویج هدف‌های توسعه پایدار در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی یکی از ضرورت‌ها و اهداف راهبردی آموزش و عالی کشور محسوب می‌شود قابلیت‌های محیط نقش اصلی را در ادراک و رفتار دارند . چنانچه قابلیت‌های مرتبط با توسعه پایدار در محیط و منظر ساختمان‌های آموزشی پیش‌بینی شوند ، این قابلیت‌ها می‌توانند برآگاهی و رفتار دانش آموزان و دانشجویان تأثیرگذار باشند . ساختمان‌های آموزشی که خود همساز با طبیعت باشد می‌تواند بهترین شیوه برای یادگیری در حفظ محیط‌زیست و سعی در کاهش مصرف انرژی باشد .در زیر به اصول طراحی پایدار و راهبردهای پیشنهادی جهت به‌کارگیری این اصول در طراحی مراکز آموزشی پرداخته‌شده است.با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان راهکارهایی زیر را به‌طورکلی در جهت بهبود طراحی مراکز آموزشی بارویکرد معماری پایدار پیشنهاد کرد:

-استفاده از کلیه امکانات طبیعی در جهت کاهش مصرف سوخت و بهینه کردن آن در مراکز آموزشی.
-در نظر گرفتن نوع جنس مصالح بکار رفته با توجه به اقلیم و نوع کاربری آموزشی
-طراحی معماری و طراحی داخلی بنا با آگاهی از مسائل روانشناسی محیط آموزش با حضور طبیعت در فضا
-استفاده از نور طبیعی در کلاس‌ها از طریق جداره‌ها و سقف
-ایجاد بام‌ها و دیوارهای سبز
-استفاده از گیاهان در کنار دیوارهای خارجی ساختمان
-طراحی در جهت مناسب و ایجاد جریان هوا در بنا به‌منظور کاهش استفاده از وسایل مکانیکی
-ضخامت استاندارد جداره‌ها
-در نظر گرفتن نوع جنس مصالح بکار رفته با توجه به اقلیم و نوع کاربری آموزشی.

فهرست مراجع:

۱. احمدوند، پوران. عوامل مؤثر در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان، *کنفرانس علمی پژوهشی افق‌های نویندر برنامه‌ریزی معماری و شهرسازی ایران.*
۲. بابائی فر،زهرا.) ۱۳۹۵ (. بهره‌گیری از نور روز در ساختمان مدارس وتاثیر آن بر دانش آموزان،*کنفرانس بین‌المللی مهندسی و شهرسازی.*
۳. حاج ملک، حمیرا و رشیدی شریف‌آباد، سیاوش . (۱۳۹۵). *سومین کنفرانس بین‌المللی*، واحد کرمان،دانشگاه آزاد اسلامی،کرمان،ایران.
۴. حقی،ایمان؛ منظور، داود و آقابابایی، محمدابراهیم. (۱۳۹۱). بررسی اثر صرف هجویی در مصرف برق بر بازارنهاد ههای تولید با استفاده از یک الگو تعادل عمومی،*فصل نامه علمی پژوهشی* سال ۱۷.
س۱ قاضیان ، حسین و قدمی، فرید. (۱۳۹۵). مقایسه ی معیارهای مصرف انرژی ساختمان‌های عمومی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی، *اولین همایش ملی فناوری در مهندسی کاربردی باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی*،واحدتهران غرب.
۶. قبادیان، وحید و فیض مهدوی، محمد. (۱۳۸۴) . *طراحی اقلیمی (اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان)*، چاپ . هفتم،دانشگاه تهران، تهران،۴.
۷. مقدم فرد، الهام . بهربردن ازالگوی حیاط مرکزی درراستای ایجادساختمان‌های مدرن بارویکردتجدید پذیر، *اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌ها ی معماری شهرسازی ومدیریت شهری تهران.*

www.SID.ir

۸. منظور ، داود؛ آقابابائی، محمد ابراهیم؛ حقیقی، ایمان. (۱۳۹۰). تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصرف برق در ایران :الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر .*فصل نامه ی مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم.

9. Blumenthal, R.G., (۱۹۹۸).New York Schools Consider Installing Full Spectrum Lights to Help Students,The Wall Street Journal Technology and Health Section.
10. Tessmer, M. & Harris, D. (۱۹۹۲). Analyzing the instructional setting, London: Knogan Page۱۰.
11. Papert, S. (۱۹۸۰). Mindstroms: Children, Computers, and powerful ideas, New Yourk: Basic Books.
12. Perez Y., Capeluto I.(۲۰۰۹); Climatic considerationin school building design in the hothumidclimate for reducing energy consumption;Applied Energy ۸۶; pp. ۳۴۸–۳۴۰.

www.SID.ir