معماری سبز ۱۰
فصلنامه علمی- تخصصی معماری سبز
سال سوم- شماره ۱۰ - بهار ۱۳۹۷

1st International Conference on Building Energy Managment & BEMS Technologies

Thursday, June 21,2018
Tehran - Iran

ویژه نامه نخستین همایش بین المللی مدیریت انرژی در ساختمان و فناوری های مرتبط

پژوهشگاه نیرو سالن خلیج فارس
۳۱ خرداد - ۱۳۹۷

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

شورای جهانی انرژی
کمیته ملی انرژی
جمهوری اسلامی ایران

سازمان نظام مهندسی ساختمان شورای مرکزی

نشریه معماری سبز
شماره ۱۰ - بهار ۱۳۹۷
ویژه نامه همایش
تهران افسریه پانزده متری اول کوچه ۲۸
پلاک۲۹۳
۰۲۱۳۳۲۰۲۴۸۷
کرج، چهارراه هفت تیر، خیابان لاله ۱،
پلاک ۱۴، واحد ۱
۰۲۶۳۲۷۴۷۱۵۸

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: **امیرحسین یوسفی**
سردبیر: **میلاد فتحی**
مدیر داخلی: **منیژه ملایی**
ویراستار: **محمدرضا یوسفی**
طراح جلد و صفحه آرا: **آتلیه خط نو**
ناظر چاپ: **علی اصغر عبدی**

اعضای شورای علمی نشریه:
جناب آقای دکتر محمد امین خراسانی
(عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)
جناب آقای دکتر غلامرضا شاملو
(عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان)
سرکار خانم دکتر سارا مهدی‌زاده
(عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد)
جناب آقای دکتر تقی حمیدی‌نژاد
(عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان)
جناب آقای دکتر حسن دارابی
(عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)
جناب آقای دکتر سید محمد حسین آیت‌الهی
(عضو هیئت علمی دانشگاه یزد)
جناب آقای دکتر علی بیننده
(عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان)
جناب آقای دکتر حمید میرجانی
(عضو هیئت علمی دانشگاه یزد)
جناب آقای دکتر علی شهابی‌نژاد
(عضو هیئت علمی دانشگاه یزد)
جناب آقای دکتر محسن عباسی
(عضو هیئت علمی دانشگاه یزد)
جناب آقای دکتر حمید رضا صارمی
(عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

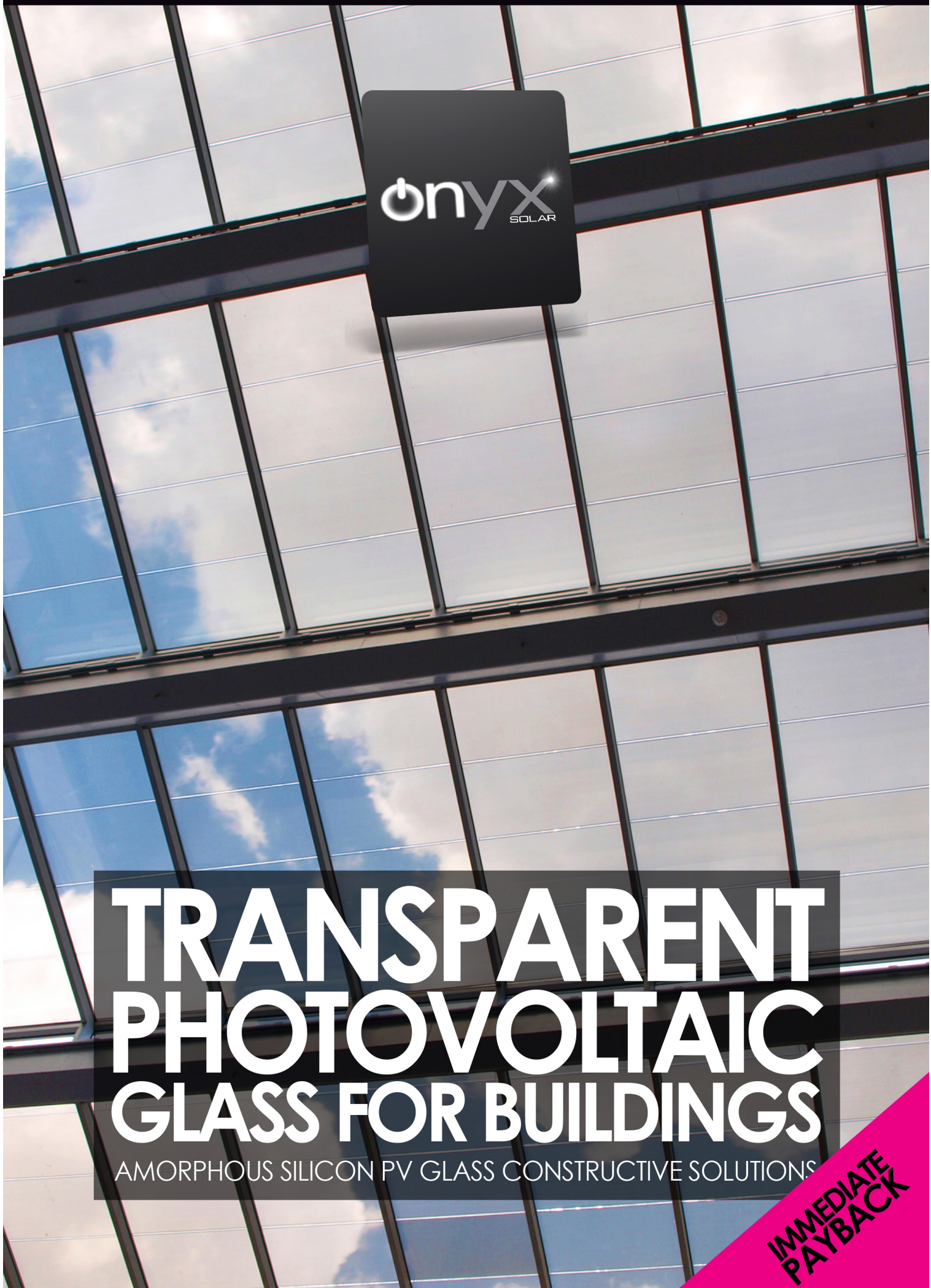
فراخوان پذیرش مقاله

مفهوم توسعه پایدار را می‌توان یک تغییر مهم در فهم رابطه انسان با طبیعت و خود دانست. توسعه پایدار، طراحی پایدار، معماری پایدار و مفاهیمی از این دست با توجه به شعائر نخستین‌شان، حفاظت از محیط‌زیست را با تغییر رویکرد نسبت به طبیعت مورد نظر قرار می‌دهند، ولی آنچه امروزه در محیط ساخته شده به دست انسان معتقد به مفهوم پایداری متجلی می‌شود، نوعی برخورد گسسته از طبیعت است که تنها به حفظ آن جهت بهره‌برداری نسل‌های آینده توجه می‌کند . اگرچه اصول معماری پایدار شامل گستره‌ای وسیع از روش‌های ابتدایی تا پیچیده‌ترین فن‌آوری‌های روز می‌باشد، اما مساله مناسب بودن روش و مطابقت آن با زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی عموم بهره‌برداران همواره به عنوان شاخصه‌ای کلیدی در این حوزه مطرح است.

موضوع معماری و شهرسازی پایدار از مباحث مهم در حوزه شهرسازی و معماری است که نگاه بخش وسیعی از صاحبان ادبیات علمی توسعه شهری و طراحان معماری را به خود جلب کرده است. در کشور ما علی‌رغم فعالیت‌های صورت گرفته در سال‌های اخیر، فقدان تجربیات علمی و پژوهشی که تبیین کننده مفاهیم و مباحث این حوزه باشد احساس می‌شود. فصلنامه معماری سبز به دنبال آن است که با گرد هم آوردن آرای صاحب اندیشه و دانشگاهیان به توسعه این زمینه در کشور کمک نماید. تحریریه به منظور انتشاره گسترده پژوهش های روزآمد از اساتید، صاحب نظران، مهندسان، دانشجویان، پژوهشگران، کارشناسان و علاقه مندان در این زمینه دعوت به عمل می‌آورد تا با ارائه مقالات ارزشمند خود، از طریق وبسایت نشریه به نشانی WWW.GREENARCHITECTURE.IR ضمن مشارکت فعال به غنای این نشریه کمک نمایند.

برای ارسال مقاله در وبسایت مجله ثبت نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت نمائید. پس از بررسی‌های اولیه و داوری علمی از طرف تحریریه با نویسنده مسئول تماس گرفته می شود.

TURN ENTIRE BUILDINGS INTO VERTICAL POWER GENERATORS



TRANSPARENT PHOTOVOLTAIC GLASS FOR BUILDINGS

AMORPHOUS SILICON PV GLASS CONSTRUCTIVE SOLUTIONS

IMMEDIATE PAYBACK

We have a global network of accredited installers and distributors trained to offer turnkey solutions

OUR FACTORY

Our state-of-the-art facilities located in Ávila (Spain), alongside our processes, have received the ISO 9001 and ISO 14001 certifications, attesting to our Quality and Environmental Management Systems in place.

From PECVD to lamination, our vertically-integrated production lines are fully operative with a production capacity of over 5,000,000, Sq Ft.

The most awarded photovoltaic company ever

SPAIN
C/ Rio Cea 1, 46
05004, Ávila
Phone: +34 920 21 00 50
info@onyxsolar.com

UNITED STATES
1123 Broadway, Suite 908
New York City 10010
Phone: +1 917 261 4783
usa@onyxsolar.com

CHINA
China Life Tower, ChaoWay,
Chaoyang Qu, Beijing Shi 10020
Phone: +86 1 360 109 2930
china@onyxsolar.com

www.onyxsolar.com

OVER 150 PROJECTS AROUND THE WORLD AND MORE THAN 50 INTERNATIONAL AWARDS PROVE OUR GLOBAL LEADERSHIP

glass magazine award winner MOST INNOVATIVE GLASS · BEST OF PRODUCTS AWARDS Winner · GAME CHANGER THE ARCHITECTS NEWSPAPER · GLOBAL LEADER BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAIC GLASS FROST & SULLIVAN · SUSTAINABLE BUILDING AWARDS BUILD BEST GLOBAL PHOTOVOLTAIC GLASS PROVIDER & MANUFACTURER · BEST OF WHAT'S NEW POPULAR SCIENCE · ACQ5 BEST SOLAR ENERGY COMPANY. GAMECHANGER OF THE YEAR · WORLDWIDE BUSINESS REVIEW BEST PV GLASS PROVIDER · THE GLOBAL 100 · solar awards 2015

© Copyright Onyx Solar® Energy S.L. - All rights reserved

اصلاح سیاست ها و تحول بازار برای افزایش کارایی انرژی در بخش ساختمان در جمهوری اسلامی ایران

پروژه بهینه سازی انرژی و محیط زیست در ساختمان

مروری بر پروژه بهینه سازی انرژی و محیط زیست در ساختمان

پروژه بهینه سازی انرژی و محیط زیست در بخش ساختمان، اصلاح قوانین و تحول بازار با هدف افزایش کارایی انرژی ساختمان های مسکونی و تجاری–اداری که خود منجر به کاهش آلاینده های زیست محیطی خواهد شد، با همکاری صندوق تسهیلات جهانی محیط زیست (GEF)، برنامه عمران سازمان ملل متحد (UNDP)، و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری از اکتبر سال ۲۰۱۶ میلادی شروع به کار نموده است.

رویکرد این پروژه برای رسیدن به چشم انداز اشاره شده، از چارچوب عملکردی پیشنهادی ذیل پیروی خواهد نمود:

- بررسی و بازبینی اسناد سیاسی، قوانین و استانداردهای کارایی انرژی و محیط زیست در کنار برچسب انرژی ساختمان با هدف طراحی برنامه راهبردی و عملیاتی بین بخشی و اجرای آن.
- اجرای پروژه های پایلوت کارایی انرژی و محیط زیست در ساختمان های نمونه و اجرای فرایند ارزیابی و صحه–سنجی.
- ایجاد تحول ساختار بازار انرژی به منظور توسعه بازار رقابتی بهینه سازی انرژی و محیط زیست در بخش ساختمان.
- توسعه زیرساخت های نهادی و ایجاد ظرفیت های لازم برای گسترش فعالیت شرکت های خدمات انرژی و دانش نیان در زمینه بهینه سازی انرژی و محیط زیست در بخش ساختمان

بهینه سازی انرژی و محیط زیست مجموعه اقدامات و ساز و کارهای بهم پیوسته و سازگار با یکدیگر و تحقق برنامه های بهینه سازی انرژی و محیط زیست مشارکت مجموعه ذینفعان را شامل می شود که در سطح کل اقتصاد و در بخشهای تولیدی و خدماتی پراکنده هستند.

پیگیری اقدامات بهینه سازی انرژی و محیط زیست از یک طرف درک مشترک و تشریک مساعی کلیه ذینفعان را الزامی می نماید و از سوی دیگر، هم افزایی امکانات، توانمندیها و شکل دهی به بازار خدمات انرژی و توسعه و کاربرد فناوری کارآمد انرژی و محیط زیست از جمله شرایط اساسی برای تحقق برنامه های بهینه سازی انرژی و محیط زیست بشمار می آیند.

- شناسه پروژه: PIMS: 4018 - 63735
- مدت زمان پروژه: ۲۰۱۶ – ۲۰۲۰
- محل اجرای پروژه :تهران
- حامیان پروژه:

– معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

– صندوق تسهیلات جهانی محیط زیست

– برنامه عمران ملل متحد

تهران

مولفه های پروژه بهینه سازی انرژی و محیط زیست در ساختمان

نتایج مورد انتظار پروژه:

- کاهش مصرف انرژی گرمایشی در ساختمان های جدید به میزان ۶۰ درصد نسبت به سناریو مرجع (۲۷۷ کیلو وات ساعت بر متر مربع در سال)
- کاهش مصرف انرژی گرمایشی در ساختمان های پایلوت به میزان ۲۵ درصد نسبت به سناریو مرجع (۲۷۷ کیلو وات ساعت بر متر مربع در سال)
- کاهش انتشار کربن دی اکسید (تجمعی) در ساختمان های جدید به میزان ۱۵۳ میلیون تن تا سال ۲۰۲۹ و در ساختمان های پایلوت به میزان ۱ میلیون تن
- اشتغالزایی برای یکصد شرکت دانش بنیان و یکصد شرکت خدمات انرژی

مولفه های پروژه و بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست

مولفه اول پروژه چارچوب قانونی بهینه سازی انرژی و محیط زیست در ساختمان را فراهم می نماید و حداقل نیازهای فنی برای عملکرد بهینه انرژی در ساختمان ها را تعیین می کند. این مولفه همچنین یک چارچوب نهادی و قانونی برای بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست می باشد که در آن گواهی صرفه جویی انرژی معامله خواهد شد.

مولفه دوم پروژه رویه های عملیاتی را برای بهینه سازی انرژی در ساختمان از طریق بکارگیری تکنولوژی های مناسب، ایجاد گواهی صرفه جویی انرژی، سیستم مدیریت اطلاعات انرژی، پیاده‌سازی رویه های اندازه گیری و صحه سنجی (M&V) و ظرفیت سازی برای مشارکت سهامداران و ایجاد برنامه های آموزشی برای گسترش ظرفیت سازی مورد نیاز برای تحول بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست.

در مولفه سوم پروژه کمپین های اطلاع رسانی و ارتقا آگاهی بخشی عمومی رسانه ای با هدف تغییر نگرش به منظور مصرف بهینه انرژی و ایجاد انگیزه برای بهبود بهره‌وری انرژی در خانه‌ها و محل کار اجرا می‌شود.

خروجی های کیفی پروژه:

- پیاده سازی بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست
- آموزش حرفه ای در زنجیره ارزش ساختمان
- تهیه برنامه راهبردی حمایتی بین بخشی بهره وری جریان انرژی در ساختمان

خروجی های کمی پروژه:

- کاهش انتشار کربن به میزان ۱ میلیون تن تا پایان اجرای پروژه؛ کاهش ۲۰درصد مصرف انرژی در ساختمان های موجود تا پایان اجرای پروژه؛ کاهش ۵۰ درصدی مصرف انرژی در ساختمان های در حال ساخت طی اجرای پروژه

طرح بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست در شورای عالی انرژی کشور

طرح بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست

بهینه سازی انرژی و محیط زیست از جمله اقدامات و راهکارهای اساسی برای پیشرفت عمقی نظام اقتصادی و اجتماعی و توسعه پایدار جامعه به شمار می آید و تحقق آن مستلزم دسترسی به فناوری های تبدیل و بازیافت انرژی با بازده بالا، قابلیت اطمینان کافی، سازگار با محیط زیست و دارای توجیه پذیری اقتصادی است. در موضوع بهینه سازی انرژی و محیط زیست، ایجاد هماهنگی بین سیاست ها و برنامه های دستگاه های اجرایی، شکل دهی به بازارهای خدمات انرژی و فناوری، تدوین خط مشی برای دستیابی به تعادل پایدار در بازارهای مذکور، یکپارچه سازی اطلاعات انرژی و محیط زیست، فعال نمودن بخش خصوصی، تشکل های مردم نهاد و بنگاه های اقتصادی و بالاخره کاربردی نمودن دانش فنی و تجاری سازی فناوری های نوین و با بازده بالای انرژی از جمله موارد ضروری محسوب می شود. بهینه سازی انرژی امری است که مصرف کنندگان انرژی باید آن را انجام دهند و تحقق این امر مستلزم فعال شدن بخش خصوصی در زمینه بهینه سازی انرژی است.

به منظور رفع موانع و چالش های اجرایی «قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی» مصوب اسفند ماه ۱۳۸۹ و ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر و ارتقای نظام مالی کشور مصوب اردیبهشت ۱۳۹۴ و عملیاتی نمودن ماده ۳ آئین نامه اجرائی ماده ۱۲ مصوب تیر ۱۳۹۴ و طبق ماده ۵ «قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی» طرح بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست در آذر ماه ۱۳۹۵، از طرف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به دبیرخانه شورای عالی انرژی کشور جهت تصویب ارسال شد. براساس ماده ۳ آئین نامه اجرائی ماده ۱۲، به سرمایه گذاران برای صرفه جوئی انرژی اجازه داده می شود انرژی صرفه جوئی شده را در داخل کشور بفروشند یا صادر کنند. بدین ترتیب اگر شرکت خدمات انرژی با سرمایه گذاری در یک بخش با تعرفه پائین انرژی (مانند بخش خانگی و موسسات آموزشی و صنایع) بتواند در مصرف حامل های انرژی صرفه جوئی نماید قادر خواهد بود انرژی صرفه جوئی شده را به بخش‌های با تعرفه انرژی بالا (مانند پتروشیمی یا ایستگاه های گاز فشرده) در چارچوب بازار بورس انرژی عرضه کند.

شورای عالی انرژی کشور

بنا به ماده ۵ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی عالی ترین مرجع سیاستگذاری انرژی کشور شورای عالی انرژی کشور است.

قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر و ارتقای نظام مالی کشور

در سال ۱۳۹۴ قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر و ارتقای نظام مالی کشور به تصویب رسید و ماده ۱۲ این قانون موضوع بند (ق) را به شکل یک قانون دائمی تعریف نمود و آئین نامه اجرائی ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر در مرداد ۱۳۹۴ در هیات دولت به تصویب رسید.

بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست

بازار متمرکزی است که در چارچوب قوانین و مقررات حاکم بر بازار بورس انرژی تشکیل و اداره می شود.

اجرای طرح "بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست" در چارچوب بازار بورس انرژی، فعال سازی شرکت های خدمات انرژی، جذب منابع بخش خصوصی برای اجرای طرح های بهینه سازی انرژی و توسعه همکاری های بین المللی برای فعال نمودن بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست امری ضروری است. طرح پیشنهادی "بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست" در اسفند ماه ۱۳۹۵ در کمیسیون تخصصی شورای عالی انرژی به اتفاق آرا به تصویب رسید و در فروردین ماه ۱۳۹۶ نهایی شد و مقرر گردید در دستور کار شورای عالی انرژی کشور قرار گیرد. آیین نامه ایجاد بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست در بهمن ماه ۱۳۹۶ توسط شورای عالی انرژی کشور تصویب شد و در تاریخ ۱۹ اسفند ماه ۱۳۹۶ توسط سازمان برنامه و بودجه کشور ابلاغ گردید.

فعالین بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست

فعالین بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست مشتمل بر مصرف کنندگان حاملهای انرژی، شرکت های خدمات انرژی، شرکت های دانش بنیان، تولیدکنندگان و توزیع کنندگان حامل های انرژی، صادرکنندگان حامل های انرژی، کلیه شرکت های فعال در حوزه انرژی، نهادهای تخصصی و فنی، کارگزاران بازار بورس و اشخاص حقیقی می باشند.

گواهی صرفه جویی انرژی

گواهی صرفه جویی انرژی اوراق بهاداری هستند که نشان دهنده حق مالکیت بر مقدار مشخصی از میزان انرژی صرفه جویی شده از یک حامل انرژی براساس گزارش امکان سنجی طرح صرفه جویی انرژی در یک دوره زمانی مشخص بوده، توسط نهادهای تخصصی و فنی بهینه سازی انرژی و محیط زیست با تائید کمیسیون صرفه جویی انرژی صادر شده و در بازار بهینه سازی انرژی و محیط زیست قابل معامله میباشد دوره زمانی صدور گواهی برای طرح صرفه جویی انرژی ۵ سال خواهد بود.

اطلاعات تماس

پروژه بهینه سازی انرژی و محیط زیست در ساختمان

آدرس: تهران، خیابان ولیعصر، خیابان عطار، شماره ۲۸

- تلفن: ۰۲۱-۴۰۸۸۴۹۰۵
- پست الکترونیک: eeeb.ceee@isti.ir
- آدرس وب سایت: eeeb.ceee.isti.ir

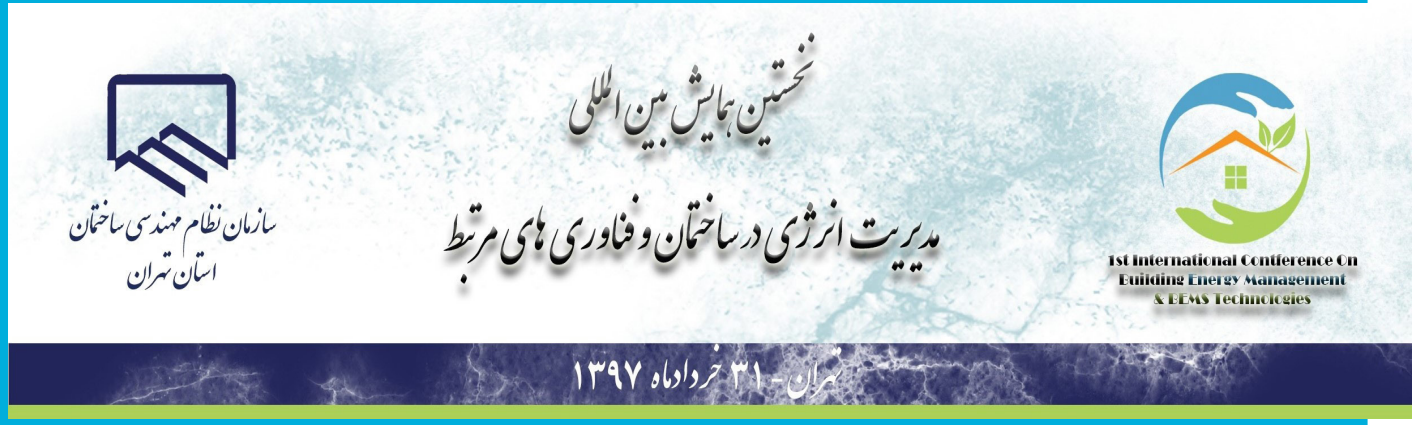
مقدمه

اولین همایش بین المللی مدیریت انرژی در ساختمان و فناوری های مرتبط

اولین همایش بین المللی مدیریت انرژی در ساختمان و فناوری های مرتبط به همت کمیسیون انرژی و محیط زیست سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران و شورای جهانی انرژی (کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران) و با حمایت سازمان ها و نهادهای علمی و اجرایی سی و یکم خرداد ماه سال جاری در پژوهشگاه نیرو برگزار می شود.

برگزاری پنل تخصصی اجرایی، کارگاه های آموزشی، معرفی مصالح و تکنیک های اجرایی روز دنیا و نمایشگاه مصالح و فناوری های مرتبط و انرژی های تجدیدپذیر از جمله بخش های این همایش است.

در این همایش محورهای مختلفی مورد بحث و تبادل نظر قرار می گیرد که از آن جمله می توان به «جایگاه انرژی در گسترش بناهای پایدار»، «مصرف انرژی و آسایش حرارتی ساختمان»، «مدیریت و ممیزی انرژی در ساختمان (BEMS)»، «برنامه ریزی، طراحی و پیاده سازی ساختمان های هوشمند (BMS)»، «بررسی جایگاه ساختمان های بهینه انرژی و ارایه نمونه های اجراشده»، «بهره وری انرژی در مرحله طراحی ساختمان (مدل سازی انرژی ساختمان)»، «مصالح و فناوری های نوین و نقش آن در ارتقای بهره وری انرژی و پایداری»، «فناوری های نوین و نقش آن در تاسیسات، سامانه های سرمایشی، گرمایشی و روشنایی»، «فرصت ها و تهدیدهای استفاده از فناوری های مرتبط با مدیریت انرژی (انرژی تجدیدپذیر)»، «انرژی نهفته و مدیریت آن در مصالح ساختمانی ممیزی و کاهش مصرف انرژی در ساختمان های موجود» و «رویکردها و راهکارهای مدیریت انرژی عملی و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان های موجود و در حال ساخت» اشاره کرد.



پیام ریاست همایش

دکتر حیدر جهانبخش

(دبیر کمیسیون انرژی و محیط‌زیست سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران)

عنوان:
مدیریت انرژی در ساختمان ها، تضمینی برای حفظ منابع کشور، رفاه و آسایش شهروندان

امروزه جوامع بشری با چهار بحران بزرگ آب، انرژی ، محیط زیست و تغییرات اقلیمی مواجه هستند که در این میان تغییرات اقلیمی ناشی از تخریب محیط زیست و آلودگی های ناشی از مصرف بیش از حد انرژی خود از مهم ترین عوامل تخریب محیط زیست می باشد. با توجه به قرار گرفتن کشور ایران در کمربند اصلی تغییرات اقلیمی و بحران کم آبی به عنوان یکی از اساسی ترین مسائل کشور، ضرورت استفاده بهینه از منابع طبیعی از جمله استفاده بهینه از آب و منابع آبی، کاهش مصرف سوخت های فسیلی و توسعه بهره گیری از منابع تجدید ناپذیر انرژی و بویژه بهره وری و بهینه سازی مصارف انرژی را ایجاب نموده و یک اصل و واقعیت مهمی است که باید در کلیه فرآیندها مورد توجه باشد.

هیأت وزیران در جلسه ۳۰ مهرماه ۹۶، با هدف صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان‌ها از طریق جهت‌گیری به سوی ارتقای بهره‌وروی انرژی و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی ساختمان ها، آیین‌نامه اجرایی صرفه‌جویی مصرف انرژی ساختمان را تصویب کرد. به موجب این آیین‌نامه، وزارت راه و شهرسازی موظف شد برای صرفه‌جویی در ساختمان‌های دولتی، حداکثر ظرف سه ماه نسبت به بازنگری مقررات ملی ساختمان به منظور ممیزی، تعیین رده انرژی و چگونگی تعبیه سامانه‌های کنترلی لازم با جهت‌گیری به سوی ساختمان سبز اقدام نماید.

در راستای این مصوبه ارزنده، اجرای ماده ۱۸ «قانون اصلاح الگوی مصرف» و اجرای قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، آیین نامه های صرفه جویی مصرف انرژی در ساختمان ها را با جهت گیری به سوی ساختمان سبز و همچنین شهرسازی با الگوی یاد شده را ظرف یکسال بعد از تصویب آن باید توسط وزارت راه و شهرسازی تهیه و به تصویب هیأت وزیران برساند». علاوه بر آن لزوم تهیه آیین نامه های اجرایی شامل معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی ساختمان سبز حداکثر ظرف شش ماه پس از تصویب آیین نامه به گونه ای که تمامی ضوابط خاص در طراحی و ساخت از دیدگاه مدیریت انرژی و محیط زیست از جمله کاهش آلودگی و نیاز به کمترین حد انرژی های تجدید ناپذیر (فسیلی) در آنها لحاظ شده باشد .

با تصویب و اجرای آیین نامه صرفه جویی مصرف انرژی در ساختمان ها اهداف ذیل تحقق خواهد داشت.

- کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان؛
- اصلاح الگوی مصرف انرژی در بخش ساختمان؛
- اصلاح الگوی رفتاری مصرف کننده در بخش ساختمان؛
- افزایش بهره وری در بخش ساختمان و منابع تولید مصالح ساختمانی؛
- اصلاح مباحث مقررات ملی ساختمان، ضوابط و دستورالعملهای موجود در جهت کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان؛
- حرکت به سوی ساختمان سبز؛
- حرکت به سمت و سوی ساخت ساختمانهای سبز و صفر انرژی و توجه به بازیافت مصالح ساختمانی ، انرژی و آب؛

-اتخاذ رویکرد دورن زا و برون نگر در مدیریت انرژی ساختمان؛
- اولویت دهی به بخش غیر دولتی به ویژه خصوصی در اجرا با تاکید بر حفظ نقش سیسات گذاری و نظارتی دولت؛
- توجه به فناوریهای بومی در توسعه بهینه سازی انرژی ساختمان کشور؛
- بهره گیری حداکثری از منابع انرژیهای تجدیدپذیر اعم از خورشیدی ،بیوگاز،زمین گرمایی و....؛
- بهره گیری از مصالح بومی و اقلیمی و توجه به طراحی و بهره گیری از تجهیزات نوین سرمایشی و گرمایشی مطابق با شرایط اقلیمی؛
- تغییر ساختار طراحی،نظارت و اجرای تاسیسات مکانیکی ساختمان مطابق با الگوی های نوین بهینه سازی مصرف انرژی و رشد استفاده از تجهیزات نوین اقلیمی؛
- کاهش رشد مصرف انرژی و آلاینده های زیست محیطی مطابق با تعهدات ملی و بین المللی در بخش ساختمان کشور
بی شک این اقدام دولت در تصویب آیین نامه اجرایی صرفه جویی مصرف انرژی در ساختمان ها، گام موثری در راستای صرفه جویی مصرف انرژی در ساختمان ها از طریق جهت گیری به سوی ساختمان سبز و ارتقای بهره وری انرژی و کاهش آلاینده زیست محیطی است. اما دستیابی به این مهم در گرو تعامل، همکاری، تعاون همه دستگاه ها و نهادهای ذیربط از جمله وزارت راه و شهرسازی، وزارت نیرو، وزارت نفت،وزارت کشور، سازمان برنامه و بودجه، سازمان بهره وری انرژی، سازمان نظام مهندسی ساختمان، سازمان استاندارد، سازمان حفاظت از محیط زیست، بهینه سازی مصرف سوخت، شهرداری ها و ... می باشد.
ضرورت توجه به موضوع اقتصاد مقاومتی ، محدودیت انرژی و راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در جهت نیل به قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی و آمادگی این حوزه برضرورت گسترش راهکارهای استفاده از تکنولوژی های نوین بهره وری انرژی و بررسی توجیهات اقتصادی ، فرصت مغتنمی برای جامعه حرفه ای کشور ، صنعت ساختمان و شرکت های فعال در این زمینه فراهم کرده است تا با تاکید بر گسترش فرهنگ بهینه سازی مصرف انرژی در میان بهره برداران و تاکید بر اهمیت انرژی و حفظ محیط زیست، راهکارهای موثری در جهت توسعه انرژی های پاک و نیز اجرایی شدن قوانین و آیین نامه های قانونی اصلاح الگوی مصرف در بخش ساختمان اندیشیده و در یک کلام، رویدادی مهم و تاثیر گذار محقق گردد. شکی نیست که بهبود وضعیت مصرف انرژی در ساختمان یکی از مهمترین چالشهای پیش رو در کشور است . آنچه اهمیت و موفقیت موضوع را به ویژه در کلان شهر تهران دوچندان می نماید، این است که شناخت درستی از وضعیت کنونی ساختمان ها در زمینه مصرف انرژی در بخش ساختمان وجود داشته باشد و از فرصت های پیش رو بهره برداری مطلوب صورت پذیرد.
ترویج فرهنگ بهینه سازی مصرف انرژی از طریق اصلاح الگوی مصرف و مدیریت انرژی در صنعت ساختمان، بررسی راهکارهای مهندسی برای بهبود وضعیت موجود در زمینه مدیریت مصرف انرژی در صنعت ساختمان، ایجاد هم افزایی میان نهادهای ذیربط جهت اجرای هرچه مؤثرتر قوانین و مقررات بهینه سازی مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست، تعیین صحیح معیارهای مصرف و برچسب های انرژی ساختمان ها، آگاه سازی مهندسان نسبت به انواع مصالح، فرآورده های ساختمانی، تجهیزات و سیستم های نوین ساختمانی در زمینه توسعه ساختمانهای پایدار ، تصویب طرح های تشویقی برای پیمانکاران ساختمانی که از روشها و فناوری های مطلوب، مناسب و پیشرفته بهره می گیرند، از جمله راهکارهای نهادینه سازی مقوله صرفه جویی مصرف انرژی در ساختمان ها می باشد.
یقیناً با عزم و همت رفیع و برنامه ریزی مدون وزارتخانه ها به ویژه وزارت راه و شهرسازی و نیز سایر دستگاه های دولتی، شهرداری، سازمان نظام مهندسی ساختمان و سازمان های مرتبط در استقرار سامانه های کنترلی لازم، بهبود ممیزی انرژی، جهت گیری به سمت توسعه ساختمان ، ترویج فرهنگ بهینه سازی و اصلاح الگوی مصرف انرژی می توان بیش از پیش شاهد کارآمدی ساختمان ها، پیشرفت شهرها و آسایش شهروندان و حفظ منابع انرژی کشور برای نسل های آینده بود.

مهندس فرج ا... رجبی

(ریاست سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور)

اگر مروری کنیم بر بحرانها و چالشهای پیش روی جهان و کشور، اعم از بحران مصرف انرژی ومهم تر از آن بحران آب و این دو موضوع را در قالب با ارزش ترین کالایی که در زندگی خریداری یا تامین می کنیم یعنی مسکن و ساختمان بررسی کنیم، مشاهده می گردد تلفات در این بخش بالا بوده و ایران فاصله زیادی با معیارها و استانداردهای جهانی دارد، در صورتی که اگر ساختمانها با شرایط استاندارد و مطابق با ضوابط و الگوی سبز و اقلیم منطقه ساخته شود قطعا ایمنی،رفاه،آسایش و بهره وری را برای بهره بردار به همراه خواهد داشت. اما متاسفانه ما شاهد این هستیم که در الگوی طراحی های فعلی مسایل مهم و تاثیرگذار بر آسایش و رفاه بهره برداران همچون طراحی بر اساس اقلیم منطقه، جهت گیری و جانمایی مناسب مطابق با شرایط محیطی، بهره وری حداکثری از منابع طبیعی و مصالح اقلیمی و انرژی های تجدید پذیر در الگوی طراحی و ساخت وجود ندارد و الگوی ساخت و ساز کلیشه ای و یکنواخت در سراسر کشور پیاده سازی می شود و این موضوع وقتی تاسف بارتر می گردد که مقررات ملی ساختمان که حداقل های مباحث استانداردی ساخت و ساز را بیان می کند خود کمتر نسبت به مبانی ساخت و ساز اقلیمی، موضوعات بهره وری، بازیافت، بهینه سازی و مهمتر بهره گیری از فناوری ها و تکنولوژی های نوین توجه نموده است. در این میان لازم است با توجه به بحرانهای تغییر اقلیم، بحران کاهش منابع، بحران انرژی و آلودگیهای ناشی از مصرف آن و مهمتر از همه بحران کم آبی که درسالهای اخیر به شدت گریبان گیر کشور گردیده است، فکری اساسی در خصوص مفاهیم پایه ای ساخت و ساز کنیم و به جای پرداختن به مسایل کم اهمیت تری که این روزها در خصوص نحوه مدیریت ساخت می کنیم به مسایل مهم چگونگی ساخت ساختمان های باصرفه و با بهره بپردازیم، چرا که در مقوله بهره وری و بهینه سازی در کشور قوانین، آیین نامه و بخشنامه های زیادی داریم ولی در مرحله اجرا هیچگونه حرکت مثبتی مشاهده نمی شود، و بهانه عدم اجرای آنها را پایین بودن قیمت حامل های انرژی و آب بیان می گردد، در صورتی که اگر این موضوع را در اقتصاد کلان مملکت بررسی کنیم و خسارتها و زیانهایی که بابت مصرف بالای انرژی هم از لحاظ مصرف، هم از لحاظ آلودگیهای زیست محیطی ناشی از مصرف، همچنین از بعد تبعات آلودگی بر سلامت انسانها مورد نقد و مطالعه قرار دهیم مشاهده می کنیم مصرف بی قاعده انرژی که در بخشهای مختلف و به خصوص در ساختمان رخ می دهد، زیانهای سنگین و جبران ناپذیری را بر بدنه دولت و جامعه به طور نامحسوس قرار داده است. لذا نیاز است مسوولین محترم وزارتخانه های مختلف از جمله نفت، نیرو ،راه و شهرسازی و کشور و همچنین سازمانهایی نظیر سازمان محیط زیست کشور و سازمان ملی استاندارد با هدفی واحد و بدون هیچگونه موازی کاری در راستای تحقق سیاستهای کلی اصلاح الگوی مصرف مقام معظم رهبری و قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، یکپارچه و با نگاه ملی و فرادستی و فراستادی در خصوص اجرای قوانین قدم بردارند و سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور و استانها نیز آمادگی کامل دارند تا در جهت اجرای ضوابط و قوانین به خصوص ماده ۱۸ قانون اصلاح الگوی مصرف(حرکت به سمت ساخت ساختمانهای سبز) و همچنین در خصوص بازنگری مقررات ملی ساختمان با نگاه صرفه جویی در مصرف و بازیابی آب و انرژی و تغییر الگوی ساخت و ساز مطابق با اقلیم و به روزرسانی این مقررات با فن آوریهای نوین همکاری لازم را انجام دهند. در پایان از برگزار کنندگان و حامیان این سمینارها و کنفرانسها که می تواند در به روزرسانی اطلاعات مهندسین این حوزه کمک کند، به خصوص سازمان نظام مهندسی ساختمان تهران، کمیسیون انرژی سازمان نظام مهندسی استان تهران، کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست شورای مرکزی نظام مهندسی کشور و سایر همکاران سپاسگزارم.

پیام دبیر اجرایی همایش

مهندس زهرا شیرمحمّدلو

ضرورت توجه و اهمیت به موضوع مدیریت مصرف انرژی به ویژه در طرح های ساختمانی در حال ساخت از اساسی ترین مباحث جاری و آینده صنعت ساختمان در کشور می باشد.
از اینرو در راستای سیاست های دولت مبنی بر بهبود مصارف انرژی که با تصویب و ابلاغ آئین نامه بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان ها صورت پذیرفت "اولین همایش بین المللی مدیریت انرژی در ساختمان و فناوری های مرتبط" با همکاری وزارت راه، مسکن و شهرسازی، شورای مرکزی نظام مهندسی کشور و دیگر سازمان ها و نهادهای ذیربط در ۳۱ خرداد ماه ۱۳۹۷برگزار خواهد شد.
با توجه به همزمان شدن این همایش با برگزاری دوازدهمین همایش بین المللی کمیته ملی انرژی در تاریخ ۲۹ و ۳۰ خرداد و همکاری کمیته ملی انرژی و ستاد ریاست جمهوری، نمایشگاهی جانبی با محوریت انرژی در سه روز برگزار خواهد شد که سبب معرفی دستاوردهای روز شرکت ها، موسسات و محققان فعال در حوزه انرژی گردد.
از جمله برنامه های این همایش برگزاری پنل های تخصصی، کارگاه های آموزشی و معرفی توانمندی های مهندسی کشور در حوزه مدیریت مصرف انرژی و تعیین الزامات ساختمانهای پایدار و سبز می باشد

مهندس احمد خرم

(ریاست سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران)

عنوان:
ساختمان های انرژی کارآ، نسل ششم از ساختمان‌های معاصر

امروزه اهمیت توجه به کاهش مصرف منابع انرژی، بویژه در بخش ساختمان که سهم عمده ای از مصارف را به خود اختصاص داده است بر کسی پوشیده نیست. از اینرو تشویق جامعه علمی و حرفه ای کشور و فعالان این حوزه به سمت طراحی و ساخت ساختمان های انرژی کارا، که به تعبیری جزو فصل ششم ساختمان سازی است، در کنار ترویج و اشاعه فرهنگ بهینه سازی مصرف منابع انرژی (با تاکید کاهش مصرف) گاهی اساسی در مسیر نیل به این امر مهم بحساب می آید.
اکنون سهم حامل های فسیلی انرژی در تقاضای انرژی کشور حدود ۸۰ درصد است و دومین انرژی های تجدیدپذیر بیشترین سهم مربوط به انرژی های زیستی است. از اینرو تشدید روزافزون معضلات زیست محیطی (همچون گرمایش جهانی) به یکی از مهمترین دغدغه های بسیاری از کشورهای جهان تبدیل گردیده است.
در این میان کشور ایران رتبه هفتم در انتشار گازهای گلخانه ای را داراست و برای کاهش هشت و چهار (۸/۴) درصدی گازهای گلخانه ای در اجلاس CDP21 متعهد گردیده است. یکی از راهکار رسیدن به اهداف این تعهد کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان های کشور است که اکنون پیش از ۵۰ درصد از مصارف انرژی را به خود اختصاص داده در این راستا ساخت ساختمان های کم مصرف، انرژی صفر یا دت انرژی (NET ENERGY) که از طریق بهینه سازی مصرف و تولید انرژی بویژه بهره گیری از منابع تجدیدپذیر و پاک طراحی می شوند اساسی ترین راهکار بحساب می آید. این مهم باید در حوزه طرح های عمرانی و ساخت و ساز شهری و توسط دستگاه ها و نهادهای دولتی و نیز دستگاه ها و تشکل های مردم نهاد و مدنی حاصل گردد.
حذف فرآیندهای زائد جایگزین روندهای تخصصی و کنترل در مسیر ساخت و ساز رویکرد بهینه سازی انرژی و تعیین میزان مصارف آن در ساختمان ها از یک سو و بکارگیری روش های مناسب، مطلوب و معقول با تکیه بر فناوری های بهینه در امر تولید و احداث ساختمان ها از سوی دیگر می تواند وضعیت قابل قبول را در این زمینه رقم زند و تضمینی بر این مهم باشد.

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان تهران

شورای جهانی انرژی
کمیته ملی انرژی
جمهوری اسلامی ایران

سازمان نظام مهندسی ساختمان
شورای مرکزی

پیام ریاست علمی همایش

دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی

(استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه علم وصنعت)

۱- اتلاف انرژی در تمام فرآیندهای توسعه بویژه در ساختمان اجتناب ناپذیر است و باید تاثیرات اقتصادی آن را بر محیط و سیاست جامعه جهانی بصورت گسترده مورد نظر داشت. سطح صرفه‌جویی در یک فرآیند مصرف در بنا متناسب است با اتلاف انرژی؛ هرچه اتلاف زیاد شود بهره‌وری انرژی تقلیل می‌یابد. از این روی است که توجه به مدیریت در بهره‌وری انرژی، در تمام لایه‌های توسعه به ویژه در صنعت ساختمان از ضروریات اجتناب‌ناپذیر است. در حقیقت ممیزی انرژی ساختمان، ارزیابی و مطالعات سامانه‌دار و دقیق و منظم در مصرف انرژی و کارایی آن می‌باشد.

۲- بناهای هوشمند می‌باید دارای امکانات و فن‌آوری اندازه‌گیری پارامترهای مصرف انرژی و بررسی وضعیت عملکرد تجهیزات می‌باشد، تا بتوان ارزیابی در کارایی انرژی و گزینه‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی مشخص شوند و در نهایت پیشنهادات به اجرا برسند. لذا بکارگیری مواد و مصالح مناسب در بنا و تجهیزات فناورانه در جهت ممیزی انرژی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

۳- تجهیزات فناورانه بنیان ممیزی و مدیریت انرژی تلقی می‌شود، تا بتوان از منافع اقتصادی- محیطی از تقلیل مصرف انرژی بهره‌مند گردید. البته وابستگی به فناوری، بویژه در فضای سیاسی کنونی می‌تواند تهدیدی باشد، لذا جامعه علمی و دانشگاهی کشور مناسب است که بروی تحقیق و تولید اینگونه تجهیزات اهتمام بورزند.

۴- بنای پایدار مستلزم مدیریت و نظارت دائمی بر مصرف انرژی می‌باشد و علاوه بر بررسی اتلاف، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای در زمینه‌های شهرهای با آلودگی هوا و ممیزی انرژی بر فضاهای غیرباز نیز می‌باشد، مورد توجه قرار گیرد. در نهایت استانداردهای مصرف انرژی می‌باید از طریق قانون و با نظارت حرفه‌ای اعمال گردد.

گزارش دستاوردها و اهم اقدامات انجام شده کمیسیون انرژی و محیط زیست سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

- برگزاری جلسات کارشناسی در خصوص اجرایی نمودن چک لیست های کنترل مصارف انرژی ساختمان (مبحث ۱۹ مقررات ملی).
- برنامه‌ریزی جهت برگزاری نشست‌های تخصصی انرژی و محیط زیست با سازمان‌های دست‌اندرکار در مصارف انرژی
- برنامه ریزی جهت ترویج و تقویت رویکردهای مهندسین در بهبود مصارف انرژی در ساخت و ساز شهری
- هماهنگیهای انجام شده در مورد ساماندهی موتورخانه ها و ساختمانهای مختلف.
- برنامه ریزی جهت عملیاتی نمودن و اجرایی شدن محورهای چهارگانه تفاهم نامه و پروپوزال همکاری مشترک سه جانبه سازمان نظام مهندسی با میر و مونتکو .
- برگزاری جلسات کمیسیون در خصوص ردیاب خورشیدی و در این خصوص تاکید شد که سازمان تمهیدات لازم را جهت نصب دستگاههای تولید انرژی برق با ظرفیت (KW)5-10 در هر ساختمان بلند مرتبه تهران در نظر بگیرد. و مقرر شد امکان سنجی و برنامه ریزی لازم برای نصب دستگاههای تولید انرژی در ساختمانهای بلند مرتبه تهران از طریق مقتضی انجام پذیرد.

پیام دبیر علمی همایش

دکتر زهرا برزگر

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی و عضو کمیسیون انرژی، مصالح استاندارد و محیطزیست شورای مرکزی نظام مهندسی ساختمان کشور)

نسل‌های بعد، رفتار مهندسی ما را با طبیعت، شهر و ساختمان، به قضاوت خواهندنشست. آیا به نیکی از ما یاد خواهدشد؟

آنچه در این همایش مطمح نظرست، آشنایی مهندسین با دانش روز دنیا در حوزه مدیریت انرژی در بخش ساختمان همزمان با شناخت مصالح جدید و فناوری‌های مرتبط است. این نشست برآنست تا مهندسین و مخاطبین خود را با مصالح و تکنیک‌های اجرایی جدید جهانی در حوزه‌ی انرژی آشنا نماید تا در هر سه حوزه طراحی، نظارت و اجرای ساختمان، انرژی محور گام موثر و کارآمدی اتفاق افتد.

دانش مهندسی در هر سه حوزه طراحی، نظارت و اجرا نیاز به دستاوردهای جدید اجرایی جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی دارد که تاکنون بطور بسیار پراکنده در اختیار مهندسین قرارگرفته‌است.

تحول ساختمان در حوزه‌ی انرژی با کمک راهکارهای اجرایی است که از قبل دانش طراحی، انتخاب مصالح و تکنیک اجرایی مطلوب اتفاق‌می‌افتد. این اتفاق با کمک همایش بین‌المللی «مدیریت انرژی در ساختمان و فناوری‌های مرتبط» به تحقق نزدیک خواهدگردید.

- ارائه برنامه دوره های آموزشی آیین نامه LEED و کلیات آن.
- بازدید از شرکت توزیع برق تهران بزرگ، با موضوع رونمایی و بهره برداری از پروژه های سه گانه تولید انرژی پاک با استفاده انرژی های تجدیدپذیر به ویژه انرژی خورشیدی با هدف انتقال تجارب علمی و عملی حاصله و انجام تأکیدات لازم در این خصوص و ارائه طرح پیشنهادی خرید ردیاب خورشیدی برای سازمان و نصب آن در محوطه سازمان نظام مهندسی تهران به عنوان یک حرکت نمادین و ارزشمند در تولید انرژی پاک.
- همکاری و هماهنگی سازمان نظام مهندسی با سازمان سانا (سازمان انرژی های نو ایران) جهت همکاری.
- برنامه ریزی آموزشی شرکت مدیریت مهندسی و فناوری میر(تفاهم نامه سه جانبه).
- همکاری و هماهنگی سازمان نظام مهندسی با معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری جهت همکاری مشترک.
- تهیه و تصویب تفاهم نامه مشترک فی مابین سازمان نظام مهندسی با معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.
- تهیه و تصویب تفاهم نامه مشترک فی مابین سازمان نظام مهندسی با سازمان بهینه سازی مصرف سوخت در زمینه بهینه سازی انرژی و محیط زیست در ساختمان.
- تصویب و تشکیل کارگروههای کمیسیون انرژی ومحیط زیست شامل: کارگروه قوانین، مقررات ملی، تفاهم نامه ها و معاهدات بین المللی انرژی و محیط زیست.

کارگروه مستندسازی ، کنترل و تعیین روشهای اجرایی انرژی و محیط زیست.

کارگروه ترویج و گسترش دانش تخصصی مدیریت انرژی و محیط زیست و هماهنگی همایش های مرتبط.

- برگزاری دوره آموزش کاربردی انرژی در معماری به زبان ساده (DESIGN BUILDER) با همکاری شرکت مهندسین مشاور معماری و انرژی ساو با هماهنگی پارک علم و فناوری دانشگاه تهران.
- تهیه و تصویب تفاهم نامه به منظور انجام همکاریهای علمی، تحقیقاتی، آموزشی و پژوهشی مشترک و بهره مندی از امکانات و توانمندیهای یکدیگر و تبادل تجربیات فیمابین پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی و سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران.
- همکاری جهت برگزاری همایش ملی محیط زیست با رویکرد مدیریت یکپارچه و فراگیر HSE اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران در دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
- همکاری و حمایت از چاپ کتب مربوطه به مصرف بهینه انرژی در ساختمانها :

معماری ساختمان سبز به زبان تصویر.

و حمایت از انتشار کتب، شهرهای پایدار، مبانی مسکن پایدار.

۱۰۱ قانون بنیادی برای معماری با مصرف انرژی کم.

۱۰۱ قانون بنیادی برای شهرها و ساختمان های پایدار.

- برگزاری نهمین نشست دبیر خانه الزامات زیست محیطی با موضوعات :

ارائه چک لیست و فرم ارزشیابی سبز جهت ارائه گواهینامه ساختمان سبز.

تصویب گواهینامه ساختمان سبز به عنوان پیش زمینه اجرایی برچسب انرژی ساختمان.

ارائه گزارش عملکردی محورها توسط هر یک از استان های ذیربط.

- برگزاری جلسات با انجمن صنفی تولیدکنندگان محصولات سبک ساختمانی با هدف معرفی مصالح استاندارد و عایقهای حرارتی، صوتی و .....
- تهیه چارچوب مدلسازی،ارزیابی و کنترل میزان مصرف انرژی ساختمان در فاز طراحی بر پایه روش کارکردی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
- تهیه وتنظیم پروژه « بهینه سازی انرژی و محیط زیست در بخش ساختمان ، اصلاح قوانین و تحول بازار» با هدف افزایش کارایی انرژی و کاهش آلاینده های زیست محیطی در ساختمان های مسکونی و تجاری و اداری.
- راه اندازی برنامه توانمند سازی جهت مقابله با تغییرات اقلیمی از طریق ظرفیت سازی و راه اندازی مرکز انرژی سبز ایران با هدف توسعه انرژیهای تجدید پذیر و افزایش بهره وری مصرف انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه ای.

دکتر وحید قبادیان (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی و عضو گروه تخصصی معماری سازمان نظام مهندسی)

مدیریت صحیح انرژی می‌تواند اقتصادی پویاتر و محیطزیستی سالم‌تر را به ارمغان آورد.

دکتر زهرا قیابکلو (عضو هیات علمی دانشگاه تهران)

جهان را آنگونه که هستیم می‌سازیم، نه آنگونه که می‌خواهیم.

دکتر طاهره نصر (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی- رئیس گروه تخصصی و نایب رئیس کمیسیون انرژی، مصالح استاندارد و محیطزیست شورای مرکزی نظام مهندسی ساختمان کشور)

با توجه به گسترش لطمات زیست‌محیطی در سال‌های اخیر و برای مدیریت انرژی در ساختمان، توجه به سرمایه‌گذاری در استفاده از منابع تجدیدپذیر و پاک در راستای همسازکردن معماری با محیطزیست مدنظر قرار گیرد.

دکتر نازنین نصرالهی (عضو هیات علمی دانشگاه ایلام)

مدیریت انرژی یک استراتژی تنظیم، کنترل و بهینه–سازی انرژی با استفاده از سیستم‌ها و روش‌های کارامد است که دو هدف عمده آن دستیابی به حداقل رساندن مصرف انرژی و اثرات زیست‌محیطی می‌باشند.

دکتر نیلوفر نیکقدم (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی)

برای نجات زمین و حفظ انرژی، بیش از آنکه نیاز به هزینه باشد؛ نیاز به تعهد و تفکر است.

دکتر الهام امینی (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی)

فراموش نکنیم رواج ساخت‌وسازهای شهری در سایه–ی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و تکیه بر الزام کاهش اتلاف انرژی، مبنای جدید ارزش‌گذاری ساختمان‌ها است.

دکتر جمال خداکرمی (عضو هیات علمی دانشگاه ایلام)

انقراض گونه‌ها در میلیون‌ها سال پیش دردناک بود، هرچند باعث پیدایش انرژی‌های فسیلی شد. اما نابودی منابع انرژی فسیلی صرفا باعث نابودی خواهدشد.

دکتر زندیه (عضو هیات علمی دانشگاه بین–المللی امام خمینی (ره))

استفاده از انرژی‌های نو، گامی بلند در راستای توسعه پایدار، حفظ محیطزیست، هوای پاک و فراهم آوردن آرامش و رفاه شهروندان در محیطی سالم و بدور از آلودگی‌های محیطی.

دکتر کورش شوری (عضو هیات مدیره و دبیر کل کمیسیون انجمن های علمی ایران)

با توجه به اینکه نفت نهایتا تا ده سال دیگر به عنوان سوخت اول جهان مطرح خواهد بود؛ بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر امری اجتناب‌ناپذیر است و به لحاظ سرمایه‌گذاری اولیه بالای سیستم انرژی‌های تجدیدپذیر مدیریت مصرف و بهره‌وری انرژی که امروزه کشورهای صنعتی به عنوان سوخت ششم از آن نام می‌برند لازمه طراحی و مهندسی نیروگاه‌های انرژی‌های پاک می‌باشد که در سال‌های اخیر پیشرفت در این عرصه به کمک انجمن‌ها و بخش خصوصی رشد چشمگیری داشته‌است.

دکتر سید علی‌اکبر صفوی (عضو هیات علمی دانشگاه شیراز)

حرکت به سوی توسعه پایدار در جامعه و شهرهای سبز و دانشگاه‌های سبز و سازمان‌های سبز و شرکتهای سبز، نیازمند شناخت بهتری از مفاهیم و ابعاد مسئله و راهکارهاست، و در این میان بحث انرژی، ممیزی انرژی و بهینه‌سازی انرژی از مهمترین اجزای آن می باشد.

عملکرد کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست شورای مرکزی

۱) تهیه نظام‌نامه تشکیل کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست استان‌ها و نحوه راه اندازی دفاتر انرژی و کنترل استاندارد مصالح.
۲) تهیه شیوه‌نامه تشکیل ساختار راهبردی و اداری استاندارد سازی ساختمان
۳) بازنگری مقررات ملی ساختمان در راستای ممیزی انرژی، تعبیه سامانه‌های کنترل و رده بندی انرژی ساختمان‌ها مطابق با آئین‌نامه اجرایی بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها (که در تاریخ ۳۰ مهرماه ۱۳۹۶) آئین‌نامه فوق تصویب گردید و در دی ماه ۱۳۹۶ ابلاغ گردید) و ارسال آن به وزارت راه و شهرسازی.
۴) برنامه‌ریزی، مکاتبه، مذاکره با مؤسسات، ارگان‌ها و نهادهای داخلی و خارجی جهت برگزاری دوره آموزش تربیت مدرس انرژی
۵) تعیین سرفصل دوره‌های آموزشی تربیت مدرس انرژی و عملیاتی نمودن اجرای دوره‌های فوق
۶) تهیه شیوه‌نامه اعطای صلاحیت ممیزی و بازرسی انرژی مطابق با آئین‌نامه اجرایی بهینه سازی مصرف انرژی و ساختمان ۱۹۰ و ارسال شیوه‌نامه فوق به وزارت راه و شهرسازی.
۷) تهیه پیش نویس چگونگی مدل سازی انرژی در ساختمان‌ها در راستای بند (۴) قطعنامه اجلاس بیستم هیأت عمومی.
۸) تهیه سرفصل و عنوان‌های دوره آموزشی تربیت ممیز انرژی استان‌ها، ابلاغ به استان‌ها و ارسال به وزارت راه و شهرسازی.
سایر فعالیت‌های کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست شورای مرکزی در یک سال گذشته را می‌توان به همکاری در برگزاری چند سمینار مرتبط با مباحث انرژی و آب دانست که مهم‌ترین آنها شامل:
۱) همکاری در برگزاری سمینار مدیریت انرژی و تأثیر آن در اقتصاد مقاومتی که در خرداد ماه سال گذشته با همکاری انجمن علمی مدیریت مصرف انرژی ایران و سازمان نظام مهندسی استان خراسان رضوی در مشهد برگزار گردید.
۲) همکاری در برگزاری سمینار و جشنواره ی فناوری آب، بهره وری و بازچرخانی که در شهریور ماه سال گذشته با همکاری دانشگاه فردوسی مشهد در شهر مشهد برگزار گردید.
۳) همکاری در برگزاری سمینار نقش مهندس مکانیک در بهره وری آب و انرژی در آبان ماه سال گذشته.
۴) همکاری و مشارکت در برگزاری سمینار برچسب انرژی ساختمان و اجرای قوانین انرژی در ساختمان که در آذر ماه سال گذشته با همکاری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در تهران برگزار گردید.
و حمایت‌هایی که از سایر سمینارها و کنفرانس‌ها در سراسر کشور توسط کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست انجام شده است.

لازم به ذکر است در خصوص قطعنامه پایانی اجلاس هیأت عمومی بیستم سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان کشور نیز کمیسیون به طور جد پیگیری نمود که در این خصوص می‌توان به نگاشته شدن ۳ بند از مجموع ۱۲ بند قطعنامه در خصوص مباحث انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست اشاره نمود که پس از تصویب هیأت عمومی نیز کمیسیون اقدام به پیگیری و اقدام در خصوص بندهای مربوط به حیطه کاری کمیسیون نمود که شامل:

۱. در اجرای بند ۴:

۱,۱. تهیه و تدوین نظام‌نامه تشکیل کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست استان‌ها و نحوه براندازی دفاتر انرژی و کنترل استاندارد مصالح در استان‌ها

۱,۲. همکاری در برگزاری سمینارهای تخصصی

۱,۳. مقایسه فنی و اقتصادی سیستم‌های گرمایش و سرمایش مرکزی یا مستقل از لحاظ میزان صدور آلایندگی و مصرف انرژی.

۱,۴. تهیه و تدوین شیوه‌نامه نحوه اعطای صلاحیت ممیزی و بازرسی انرژی در ساختمان‌ها و ارسال به وزارت راه و شهرسازی.

۲. در اجرای بند ۷:

۲,۱. پس از تصویب آئین‌نامه اجرایی بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها طی دو کارگروه در مشهد و اصفهان نسبت به بازنگری مقررات ملی ساختمان به منظور ممیزی انرژی، تعبیه سامانه‌های کنترلی و رده بندی انرژی اقدام گردید.

۳. در اجرای بند ۹:

۳,۱. بررسی و تهیه پیش نویس چارپوب مدل سازی، ارزیابی و کنترل میزان مصرف انرژی ساختمان در فاز طراحی.

۳,۲. بررسی اپلیکیشن بلاپلاس و ارائه نقطه نظرات در خصوص تکمیل اپلیکیشن فوق جهت پیش مقدمه مربوط به مدل سازی انرژی.

۳,۳. بررسی چک لیست‌های مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با همکاری کارگروه مربوط به گروه تخصصی معماری شورای مرکزی.

۴. در اجرای بند ۱۰:

۴,۱. تهیه و تدوین دستورالعمل ایجاد ساختار راهبردی و اداری استاندارد سازی ساختمان.

در پایان امیدوارم با همکاری اعضای محترم شورای مرکزی، همکاران وزارت راه و شهرسازی، هیأت مدیره‌های محترم استان‌ها و سایر مسئولین محترم بتوانیم موارد زیر را اجرایی نمائیم:

۱) تأکید بر اجرایی شدن ماده (۱۸) قانون اصلاح الگوی مصرف (آئین‌نامه اجرایی بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها) و آئین‌نامه اجرایی ماده (۴۴) برنامه توسعه ششم از طریق تشکیل کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست استان‌ها و تربیت ممیزی انرژی.

۲) پیگیری و عملیاتی نمودن بازنگری مقررات ملی ساختمان به منظور ممیزی انرژی، تعبیه سامانه‌های کنترلی و انجام رده بندی انرژی ساختمان و اجرایی نمودن اعطای صلاحیت ممیزی انرژی.

۳) تبیین نظام کنترل کیفیت و مصرف مصالح و فرآورده‌های ساختمانی استاندارد از طریق ایجاد ساختار راهبردی و اداری استاندارد سازی ساختمان.

با نهایت تشکر و سپاس

احمد رضا طاهری اصل

رئیس کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست

اولین همایش بین المللی
مدیریت انرژی در ساختمان و فناوری های مرتبط

۳۱ خرداد ماه
پژوهشگاه نیرو – سالن خلیج فارس

حوزه های تحت پوشش

معماری و شهرسازی
مکانیک
برق
ساختمان
عمران
انرژی

سخنرانان کلیدی همایش

دکتر اسحاق جهانگیری
معاون اول رییس جمهور

دکتر حامد مظاهریان
معاون وزیر راه و شهرسازی
در امور مسکن و ساختمان

دکتر محمد شکرچی زاده
رئیس مرکز تحقیقات راه،
مسکن و شهرسازی

دکتر محمد صادق زاده
معاون وزیر نیرو

مهندس حبیب الله بیطرف
معاون مهندسی پژوهش و
فناوری وزارت نفت

محورهای همایش

– جایگاه انرژی در گسترش بناهای پایدار
– بررسی جایگاه ساختمانهای بهینه انرژی و ارایه نمونه های اجرا شده
– مدیریت و ممیزی انرژی در ساختمان (BEMS)
– انرژی نهفته مواد و مصالح ساختمانی و مدیریت آن
– مصالح و فناوری‌های نوین و نقش آن در ارتقاء بهره‌وری انرژی و پایداری
– فرصت ها و تهدیدهای استفاده از فناوری های مرتبط با مدیریت انرژی (انرژی تجدیدپذیر)
– رویکردها و راهکارهای مدیریت عملی انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های در حال ساخت و موجود
– بهره وری انرژی در مرحله طراحی ساختمان(مدل سازی انرژی ساختمان)
– مصرف انرژی و آسایش حرارتی ساختمان
– برنامه ریزی، طراحی و پیاده سازی ساختمانهای هوشمند (BMS)
– فناوری‌های نوین و نقش آن در بهینه سازی مصرف انرژی در تأسیسات، سامانه های سرمایشی، گرمایشی و نور

اهداف همایش

– آشنایی با آخرین دستاوردهای حوزه انرژی در ایران و جهان
– فعال سازی تشویق بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در حوزه انرژی
– تلاش برای ترویج فرهنگی هدایتگری فرهنگی عمومی و مهندسی در حوزه بهینه سازی مصرف انرژی
– شناسایی موانع و مشکلات کشور در حوزه مدیریت انرژی و یافتن راه حل‌های مناسب
– اولویت و اهمیت قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی در راستای تحقق اقتصاد مقاومتی
– بررسی قوانین و آئین نامه‌های موجود در حوزه مدیریت انرژی در صنعت ساختمان
– بررسی راهکارهای مهندسی به منظور مدیریت مصرف انرژی در صنعت ساختمان
– ایجاد هم افزایی میان ارگان‌های ذی‌ربط جهت اجرای قوانین بهینه‌سازی مصرف انرژی
– ترویج فرهنگی مصرف انرژی در میان بهره برداران و تاکید بر اهمیت انرژی و محیط زیست
– بررسی راه کارهای تامین انرژی و شناسائی منابع انرژی با نگاهی ویژه به حفظ منابع زیست محیطی و رعایت ایمنی در حوزه‌های کاری مرتبط
– فراهم کردن بستری مناسب برای تبادل افکار و اندیشه‌های پژوهشگران، استادان، سیاستگذاران، مدیران، کارشناسان و خبرگان در حوزه انرژی
– شناخت فناوری و تجهیزات مدیریت انرژی BMS - EMS

شورای سیاست گذاری

دکتر حیدر جهانبخش (نظام مهندسی تهران)
دکتر حامد مظاهریان (وزارت راه و شهرسازی)
مهندس حبیب اللّه بیطرف (وزارت نفت)
دکتر سعید صادق زاده (وزارت نیرو)
دکتر حامد مانی فر (وزارت راه و شهرسازی)
دکتر سورنا ستاری (معاون فناوری و رئیس جمهور)
مهندس فرج اللّه رجبی (نظام مهندسی کشور)
مهندس احمد خرم (نظام مهندسی تهران)
مهندس محمود مقدم (نظام مهندسی تهران)
دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی (دانشگاه علم وصنعت)

کمیته علمی و اجرایی

ریاست همایش: دکتر حیدر جهانبخش
ریاست علمی: دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی
دبیر علمی: خانم دکتر زهرا برزگر
دبیر اجرایی: خانم مهندس زهرا شیرمحمّدلو
دبیر نمایشگاهی: آقای مهندس علی ابراهیم‌زاده

توسعه بهینه سازی مصرف انرژی در جامعه از مسیر دانشگاههای سبز

سید علی اکبر صفوی (عضو هیئت علمی دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز)
روزبه باپیری (کارشناس ارشد شرکت برق)
سید محمد صفوی (دانشجوی مهندسی معماری ، دانشگاه شیراز)
علیرضا سیفی (عضو هیئت علمی دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز)
محمد علی حسن پور (کارشناس آزمایشگاه ، دانشگاه شیراز)

چکیده
بحران انرژی از مهم ترین دغدغه های جهانی است و هر روز برنامه های فعالیتهای علمی و صنعتی زیادی در جهان در راستای مدیریت مصرف انرژی مطرح می گردد. این موضوع یکی از محور های اساسی توسعه پایدار هم می باشد. در ایران علیرغم وجود شرایط بحرانی، هم باور جدی جهت بهبود شرایط حاصل نشده است و هم برنامه و راهکاری کارآمد برای ایجاد تحول در این موضوع ارائه نشده است. در این تحقیق بر ایجاد یک الگوی مورد اعتماد در جامعه و نیز ترسیم مسیری جهت هدایت حرکتهای علمی به منظور تحول در برنامه های بهینه سازی انرژی و نیز توسعه پایدار تاکید می گردد. مسیر پیشنهادی محور قرار دادن دانشگاهها است. این موضوع نه تنها با تاکید بر بازنگری محتواها و روشهای آموزشی در دانشگاهها و نیز ترویج دانش و فرهنگ مربوطه از راههای مختلف خواهد بود، بلکه و بسیار مهمتر از آنها پیاده سازی و اجرای راهکارهای توسعه پایدار و بهینه سازی انرژی در خود دانشگاهها بعنوان یک اقدام عملی، یک رسالت و الزام اجتماعی، و نیز ابزاری جهت ارزیابی های علمی راهکارها, ترغیب نوآوری و ابتکارات و سپس ارائه پیشنهادات هرچه بهتر می باشد. در این مقاله ابتدا به تبیین این ایده پرداخته می شود و سپس گزارشی از عملی سازی این ایده در دانشگاه شیراز و ارزیابی نتایج پرداخته می شود.

کلمات کلیدی: بهره وری انرژی، بهره وری آب، دانشگاه سبز، توسعه پایدار.

* SAFAVI@SHIRAZU.AC.IR ** R_BAPIRI@YAHOO.COM *** MSAFAVI.ARCH@GMAIL.COM
**** AUTH@MAIL.TEST ***** HASSANPOUR@FAESS.IR

مقدمه

بحران انرژی از مهم ترین دغدغه های جهانی است و هر روز برنامه های فعالیتهای علمی و صنعتی زیادی در جهان در راستای مدیریت مصرف انرژی مطرح می گردد. با توجه به شرایط موجود در کشور ما، ابتدایی‌ترین تمهیدات در جهت صرفه‌جویی در این زمینه جهش های عظیمی در اقتصاد کشور را می‌تواند موجب گردد و این امر با مثالهایی در این مقاله نشان داده خواهد شد. از طرف دیگر ابعاد مختلف حرکت به سوی توسعه پایدار و بهره وری انرژی در جامعه نیازمند شناخت بهتری از مفاهیم و ابعاد مسئله، ممیزی انرژی ، راهکارهای عملی و در عین حال اعتماد سازی در راستای تحقق آن می باشد[۱و۲و ۳].

بدون شک محدوده فعالیت‌های مدیریت انرژی از برنامه‌ریزی‌های کلان نگر تا فعالیت‌های مرتبط با ممیزی انرژی را پوشش می‌دهد و موفقیت در مدیریت انرژی زمانی اصل می‌شود که طیف وسیع آن عملی گردد. ممیزی انرژی نیز، مانند بیساری از فعالیت‌های مهندسی از قضاوت و تجارب حرفه‌ای بهره‌مند می‌شود. ممیزی‌ها می‌تواند دستورالعمل‌هایی را به مدیران و صاحبان مشاغل ارائه دهد و درصورتی‌که به‌طور صحیح اجرا گردد بینشی از بخش‌های اساسی مصرف انرژی را ایجاد می‌کند. در بعضی موارد حتی یک ممیزی اولیه و فقط آگاه‌سازی مردم از چگونگی مصرف انرژی می‌تواند منجر به صرفه‌جویی آنی شود.[۱]

در این مقاله از چند بعد به مسئله پرداخته می شود. در بعد اول به مفاهیم و ابعاد وسیع توسعه پایدار و بهره وری انرژی اشاره می گردد. در ادامه بر پیشنهاد و الگو قرار گرفتن دانشگاهها در جامعه و توسعه دانشگاههای سبز پرداخته می شود. در این مرحله به نقش مهم دانشگاهها بعنوان یک مدل در تفهیم و فرهنگ سازی توسعه پایدار و اکو سیستم شهری پایدار اشاره می گردد. در انتها نیز به گزارش یک مطالعه موردی در مورد دانشگاه شیراز و اقدامات و برنامه های تحقق اهداف مذکر و نتایج حاصله خواهیم پرداخت.

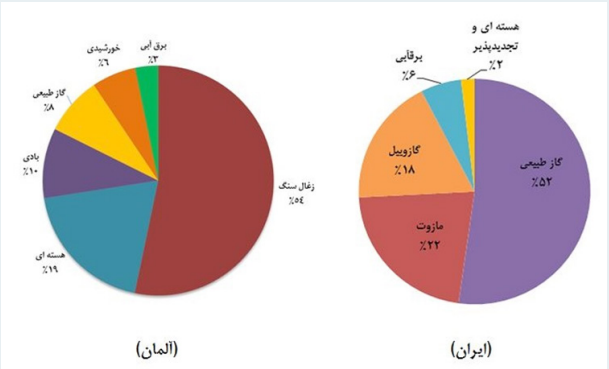
تبین مفاهیم اولیه

در ابتدای بحث و بطور خلاصه به تبین برخی مفاهیم کلیدی مرتبط پرداخته می شود.

توسعه پایدار: اصولا توسعه پایدار به آندسته از حرکتهای توسعه ای اشاره دارد که ضمن تامین نیاز های حال به نیاز های نسل های آینده و عدم به مخاطره افتادن آنها نیز توجه می کند و این با در نظر گرفتن محدودیتهاست. چنین امری بطور خلاصه با مدیریت صحیح منابع تحقق می یابد.

تعریف انرژی: انرژی عبارت است از قابلیت یا استعداد انجام کار. به زبان دیگر مثلا وقتی که گرما به سیستم خاصی افزوده یا از آن گرفته می‌شود، تغیر حالتی در سیستم رخ می‌دهد که ویژگی چنین تغییر حالتی تحت عنوان محتوی انرژی سیستم شناخته می‌شود؛ بنابراین محتوی انرژی از ویژگی‌های درونی و طبیعی هر سیستم است. [۲]

یکی از این صورت‌های انرژی، انرژی الکتریکی است که برای تولید آن راه‌های مختلفی وجود دارد. از اشاره جزئی به مکانیسم هریک از شیوه‌های تولید انرژی خودداری می‌کنیم. در تصویر (۱) انواع راه‌های موجود برای تولید انرژی الکتریکی در کشور ایران و المان مقایسه شده است[۱].



تصویر ۱: مقایسه ای از راه‌های موجود برای تولید انرژی الکتریکی در کشورهای ایران و المان. [۱]

مدیریت انرژی: مدیریت مصرف مجموعه‌ای از روش‌ها و راهکارهاست که به‌منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی به کار گرفته می‌شود. مصرف انرژی‌های فسیلی و آزادسازی انرژی‌های نهفته در این قبیل سوخت‌ها علاوه بر فواید قابل‌توجه، میراث و ارمغان شومی نیز به همراه دارد و این ارمغان ناخواسته چیزی نیست جز گازهای به‌اصطلاح «گلخانه‌ای» که بسان یک تله حرارتی عمل می‌کنند. گازهایی نظیر دی‌اکسید کربن و متان همچون شیشه یک گلخانه اطراف سیاره زمین را احاطه کرده‌اند و بخش اعظم انرژی گرمایی خورشید را درون خود به دام می‌اندازند و به عبارتی یک گلخانه عظیم‌الجثه در فضا ایجاد می‌کند.

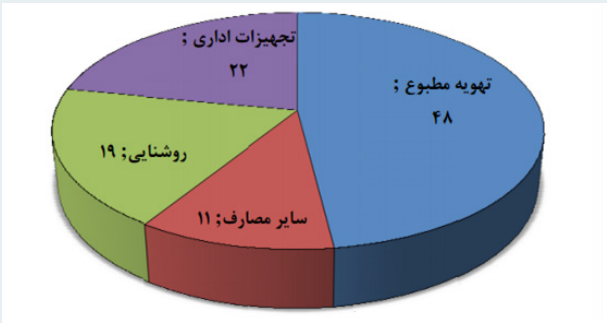
مدیریت مصرف انرژی در مفهوم عام خود دربرگیرنده همه اشکال و انواع انرژی است. بااین‌حال به دلیل وسعت کاربرد انرژی الکتریکی در زندگی بشر که ناشی از مزایای متعدد آن است، قسمت عمده فرآیندهای مدیریت انرژی، مرتبط با مدیریت مصرف انرژی الکتریکی است. می‌توان گفت که مدیریت مصرف شامل برنامه‌ریزی، اجرا و نظارت بر آن قسمت از فعالیت‌های مرتبط با برق است که بر مصرف برق تأثیر می‌گذارد و سبب ایجاد تغییرات مطلوب در شکل بار، الگوی زمانی مصرف و میزان مصرف انرژی می‌گردد.

محدوده فعالیت‌های مدیریت انرژی از برنامه‌ریزی‌های کلان نگر تا فعالیت‌های مرتبط با ممیزی انرژی را پوشش می‌دهد و موفقیت در مدیریت انرژی زمانی حاصل می‌شود که طیف وسیع آن عملی گردد. ممیزی انرژی، مانند بسیاری از فعالیت‌های مهندسی از قضاوت و تجارب حرفه‌ای بهره‌مند می‌شود. ممیزی‌ها می‌تواند دستورالعمل‌هایی را به مدیران ارائه دهد و درصورتی‌که به‌طور صحیح اجرا گردد بینشی از بخش‌های اساسی مصرف انرژی را ایجاد می‌کند. در این راستا مباحثی از جمله موارد زیر مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت:

- اندازه‌گیری و تعیین شاخص‌های عملکردی ساختمان؛
- انجام محاسبات بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان با اعمال پارامترهای اقلیمی ساختمان موجود؛
- تعیین کیفیت عملکرد انرژی ساختمان مطابق با استانداردهای جهانی و معیارهای مصرف انرژی؛
- تعیین میزان روشنایی مورد نیاز و ارائه راهکارهای اقتصادی به منظور کاهش انرژی و ایجاد محیط مطلوب؛
- تعیین تعداد تجهیزات اداری و میزان مصرف انرژی در ساختمان و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی در مصرف انرژی
- ارائه راهکارهای لازم برای رفع مشکلات موجود در ساختمان؛
- سیستم‌های تأسیساتی و بهبود آسایش حرارتی ساکنین ساختمان؛
- تعیین میزان سرمایه‌گذاری جهت کاهش مصرف انرژی ساختمان و دوره بازگشت سرمایه‌گذاری؛
- فرهنگ‌سازی و آموزش به‌منظور مدیریت مصرف انرژی ساختمان.

امروزه برای آگاهی عامه مردم از میزان بهره‌وری انرژی در تجهیزات انرژی بر مانند آبگرمکن و بخاری، استفاده از برچسب انرژی که معرف رده مصرف انرژی این نوع تجهیزات است، الزامی است. لازم به ذکر است به‌کارگیری تجهیزاتی با ظرفیت مناسب و بهره‌وری بالا سبب کاهش میزان بار حرارتی ساختمان می‌شود.

بد نیست بدانیم که تجهیزات اداری از قبیل کامپیوتر، پرینتر، دستگاه کپی، مانیتور و... به‌طور میانگین ۷ تا ۲۵ درصد از کل مصرف برق در ساختمان‌های اداری را به خود اختصاص می‌دهد (به شکل ۲ توجه کنید).



تصویر ۲: مقایسه ای از میزان مصارف مختلف برق در یک ساختمان اداری نمونه. [۱]

لازم به ذکر است که با پیشرفت تکنولوژی هرروزه سهم مصرف در تجهیزات اداری افزایش می‌یابد. لذا بعنوان یک گام نمونه مهم، ارائه راهکارها درزمینه‌ی کاهش مصرف انرژی در تجهیزات اداری و اجرای مناسب و به‌موقع این راهکارها می‌تواند تا حد زیادی به کاهش مصرف برق در ساختمان‌های اداری شود. با توجه به نوع کاربری تجهیزات اداری و پیشرفت‌های حاصل در سالهای اخیر درزمینه‌ی تولید تجهیزات کم‌مصرف به‌طور بالقوه امکان صرفه‌جویی ۷۰ درصدی در این زمینه وجود دارد. باید توجه نمود که از دیدگاه توسعه پایدار، بهینه‌سازی در مصرف تجهیزات اداری علاوه بر کاهش مصرف برق مزیت‌های زیر را نیز دارد:

• افزایش عمر تجهیزات اداری به علت استفاده کمتر و استهلاک کمتر؛
• افزایش امکان حمل‌ونقل (در صورت استفاده از وسایل پربازده که معمولاً قابل‌حمل هستند)؛
• کاهش میزان بار سرمایی و نیاز به تهویه مطبوع؛
• کاهش آلودگی محیط‌زیست (یک کامپیوتر که روزانه ۸ ساعت کار می‌کند سالانه ۶۰۰ کیلوگرم گازهای گلخانه‌ای تولید می‌کند).

ممیزی انرژی: ممیزی انرژی روشی می باشد که طی آن با انجام سلسله اقداماتی می توان مقادیر مصرف انواع حامل های انرژی و موقعیت های این مصارف را در محل های مصرف و به تفکیک مصرف کنندگان انرژی مشخص و معین نمود و در نهایت نیز با روش مقایسه ای نسبت به شناسایی و ارزیابی وضعیت انرژی ساختمان پرداخت. مراحل اصلی فرآیند ممیزی انرژی بطور استاندارد در سه مرحله اصلی انجام می گیرد:

مرحله اول : فاز بازدید و جمع آوری اطلاعات
مرحله دوم: شناسایی فرصت های بهینه سازی و تعیین پتانسیل های صرفه جویی انرژی
مرحله سوم: توجیه فنی و اقتصادی و ارائه راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی بدون هزینه و کم هزینه

با انجام ممیزی انرژی مقادیر مصرف و شاخص های انرژی برای بخش های مختلف در یک ساختمان یا واحد مصرف تعیین، و فرصت های بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی و در نهایت ارزیابی فنی و اقتصادی اجرای راهکارهای مؤثر در دستیابی به صرفه جویی در مصرف انرژی شناسایی میشود. البته سوالی که در این جا مطرح می شود اینست که کدامیک از این راهکارها برای یک ساختمان از اولویت اجرایی برخوردار است؟ برای پاسخ به این سوال، می بایست راهکارهای ارائه شده را از نظر فنی و اقتصادی ارزیابی نمود. بدین منظور ابتدا، پتانسیل های کاهش مصرف انرژی در هر بخش ساختمان اعم از عایقکاری، تاسیسات حرارتی و برودتی و تجهیزات الکتریکی و روشنایی ساختمان تعیین و میزان هزینه انرژی سالیانه هر بخش محاسبه می شود. در مرحله بعد، راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در هر بخش و هزینه اجرای هر راهکار محاسبه می شود. براین اساس کلیه راهکارهای ارائه شده از نظر فنی و اقتصادی مورد ارزیابی قرار می گیرد. از نظر اقتصادی محاسبه مدت زمان بازگشت سرمایه هر راهکار، معیار بسیار خوبی برای تعیین اولویت های اجرایی راهکارها است که بصورت نسبت هزینه اجرای راهکار به صرفه جویی هزینه های انرژی سالیانه در اثر اجرای آن راهکار تعریف می شود. براین اساس راهکارها به سه دسته زیر تقسیم می شود:

• کم هزینه (بازگشت سرمایه کمتر از یک سال)؛
• هزینه متوسط (بازگشت سرمایه بین یک تا سه سال)؛
• پر هزینه (بازگشت سرمایه بیشتر از سه سال).

نقش محوری دانشگاهها در تحقق توسعه پایدار از مسیر دانشگاههای سبز

دانشگاهها همواره در طول تاریخ خود به عنوان منشا تحولات فکر، علمی و فرهنگی جامعه شناخته شده اند. از سوی دیگر بر اساس نظر سنجی های مختلف، حداقل از نگاه مردم ایران دانشگاهها قابل اعتماد ترین قشر یا بخش جامعه هستند. لذا در این تحقیق با هدف تبدیل دانشگاهها بعنوان الگوهای مورد اعتماد در جامعه جهت توسعه فرهنگی و نیز ارزیابیهای واقع گرا از برنامه های بهره وری و توسعه پایدار حرکت می کنیم.

در این راستا و بعنوان اولین و بدیهی ترین گام تاکید بر بازنگری محتواها و روشهای آموزشی موجود دانشگاهها با تاکید بر هدف توسعه پایدار و بهره وری خواهیم داشت. اما بدلایل روشن بودن نسبی موضوع و محدودیت فضای این

نوشتار در این مقاله به آن ورود نمی کنیم.

گام دوم، ترویج گفتمان توسعه پایدار و بهره وری انرژی و مدیریت منابع و آگاهی سازی از طریق برگزاری نشست های تخصصی و همایشهای مرسوم می باشد که با برنامه ریزی بهتر توسط دانشگاهها و سازمانها و دستگاههای مختلف می تواند اثر گذاری های خوب و با سرعتی قابل قبول داشته باشد. در اینجا تنها به این امر بسنده میشود که بعنوان مثال اصولا برگزاری همایش در سطح بین المللی به نوعی حرکت کردن همراه با استانداردهای بین المللی محسوب می گردد و در جای خود بسیار ارزشمند است. از طرفی اولین گام در هر حرکت مهمی تبیین ابعاد مسئله و فرهنگ سازی است که همایش ها نقش کلیدی از این نظر دارند . بحث دوم مهم همایشها شناخت متخصصین و ایجاد فرصتی برای تبادل تجربیات است. البته سایر نشستهای تخصصی هم بطور ویژه تر می تواند به همین اهمیت باشند.

اما سومین و شاید مهمترین راهکار تاثیر گذار، درگیر شدن مستقیم دانشگاهها در این موضوعات هم از نظر مطالعات تئوری و هم امکانات و هم پیادسازی و ارزیابی های عملی است. این بعنوان نمادی از رسالت و الزام اجتماعی، و نیز ترغیب نوآوری و ابتکارات و سپس ارائه پیشنهادات هرچه بهتر محسوب می گردد. در این مقاله ضمن تبیین این ایده به گزارشی از عملی سازی این ایده در دانشگاه شیراز و ارزیابی نتایج پرداخته می شود.

در چند سال اخیر بحث دانشگاه های سبز و رتبه بندی دانشگاه ها بر مبنای توسعه پایدار در جهان مورد توجه جدی قرار گرفته است . با توجه به اینکه در ایران توجه به مباحث زیست محیطی کمی دیر شروع شده و بحث مدیریت انرژی هم دچار چنین مشکلی هست، لازم است اقدامات گسترده ای در ایران و خصوصا در دانشگاهها صورت پذیرد. در عین حال برای مباحث مختلف توسعه پایدار و مدیریت انرژی و افزایش بهره وری راه های زیادی که بعضا تا حدودی ساده هم هستنند وجود دارد. البته پس از توجه به موارد ساده و زود بازده، در مراحل بعد می توان راه های پیچیده تر را هم دنبال کرد. اما همین راه های ساده هم می توانند اثرات اقتصادی بزرگی در کشور داشته باشند. از طرفی کارهای پراکنده زیادی در کشور در حال انجام است که به دلیل عدم مدیریت یکپارچه و هماهنگ و یا عدم هدف گذاری یا شاخص گذاری مناسب، اثر گذاری زیادی نداشته اند ولی با این حرکات علمی می توانند اثر بخشی بسیار بهتری داشته باشند.

بطور کلی، جامعه در راستای محیط زیست شهری پنج هدف عمده را باید در نظر بگیرد:

۱. گسترش شناخت از ساختار و عملکرد محیط زیست های شهری؛

۲. پیشبرد تعامل متعادل بین انسان ها و محیط پیرامون آن ها در شهرهای بزرگ و کوچک؛

۳. پرورش و گسترش دانش و پیاده سازی محیط زیست شهری؛

۴. تقویت ارتباطات و غنی سازی گفتگو بین محققان، متخصصان و معلمان؛

۵. در دسترس قرار دادن دانش جمعی و فنی محیط زیست های شهری.

در این میان بدلایل گفته شده قبلی، نقش دانشگاهها به عنوان الگو در توسعه پایدار درون جامعه باید مورد توجه قرار گیرد. زمانی که درک جامعه از توسعه پایدار مطرح میشود، دانشگاه ها عملکرد و مسئولیت منحصربفردی به عنوان الگو ایفا می کنند. دانشگاه سبز در واقع یک استراتژی در راستای بهینه سازی و پایداری منابع است. در همین راستا در دانشگاهها موضوعات زیر می توانند با جدیت بیشتری مورد مطالعه، پیاده سازی عملی، و تحلیل قرار گیرند:

- ساختمان های پایدار (انرژی، CO_2، ...)؛
- فضاهای باز پایدار (تنوع زیستی، قابلیت استفاده، ...)، گفتگو و مباحث فعال در ارتباط با طبیعت؛
- مفهوم عبور و مرور: محوطه دانشگاهی قابل پیاده روی
- آموزش و فعالیت های تحقیقاتی؛
- مدیریت منابع؛
- رسیدگی آگاهانه به سلامت و تغذیه در محوطه دانشگاهی؛
- کسب و کار منطقی و متعادل در محوطه دانشگاه.

خوشبختانه اخیرا در یک اقدام ارزشمند در وزارت علوم و سازمان برنامه و بودجه، بحث شاخص گذاری و رتبه بندی بر این مبنا مورد بحث قرار گرفته و از دانشگاهها برنامه های اجرایی خواسته اند و مدل و شاخصهای تراز سبز دانشگاهها هم توسط دانشگاه شیراز تدوین و به وزارت

علوم و سازمان مدیریت ارائه شده است. همین اقدام اولیه موجب شده است که سازمانهای مهم دیگر چون آموزش و پرورش و غیره بدنبال نیز بدنبال شاخص های مخصوص خود و تراز انرژی مربوطه باشند.

برخی اقدامات دانشگاه شیراز در حوزه انرژی:

- عضویت دانشگاه در اتحادیه دانشگاههای سبز جهان؛
- عضویت دانشگاه در رتبه بندی دانشگاهی سبز ژاپن؛
- انجام توافقات اولیه جهت تولید انرژی بازیافتی در دانشگاه با همکاری آلمان؛
- طراحی و توسعه مدل تراز سبز جهت ارزیابی سبز دانشگاههای ایران؛
- نصب سیستمهای خورشیدی فتو ولتائیک جهت برخی ساختمانهای دانشگاه شیراز؛
- نیروگاه خورشیدی کالکتور سهموی وزرات نیرو و دانشگاه شیراز؛
- راه اندازی اولین سیستم انرژی خورشیدی جهت چاههای کشاورزی ایران در دانشگاه شیراز؛
- ممیزی انرژی ۴۰۰۰ واحد مسکونی و تجاری و صنعتی شیراز توسط دانشگاه شیراز؛
- پروژه ممیزی و مدیریت انرژی ساختمانهای دانشگاه شیراز؛
- مطالعه اقتصادی جایگزینی روشنایی ها در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز جهت بهره وری بیشتر.

مطالعه موردی دانشگاه شیراز

در راستای بررسی امکان پیاد سازی و بررسی میزان اثر گذاری اقدامات پیشنهادی، گزارش مختصری از برخی ارتباطات مرتبط دانشگاه شیراز همراه با تحلیلهای اولیه لازم ارائه می گردد.

ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز در چه وضعیتی قرار دارد؟

این ساختمان با متراژ حدود ۱۵ هزار متر مربع از ابعاد مختلف مصارف گاز و برق و موتورخانه و روشنایی و غیره مورد بررسی و کارشناسی و تحلیل لازم قرار گرفته است. در ابتدا صورت‌حساب گاز و برق در طول یک سال جمع‌آوری گردید. در طی این بررسی توجه به این نکته ضروری است که واحد تمامی حامل‌های انرژی بر اساس استاندارد شماره ۱۴۲۵۴ سازمان ملی استاندارد ایران به KWH تبدیل گردید و سپس معیار R برای این ساختمان محاسبه گردید (برای توضیحات دقیق محاسبات به باپیری مراجعه شود):

R= ۳,۴۸

طبق جدول رده‌بندی مصرف انرژی چون 4<R<3 است به ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز برچسب D تعلق میگیرد. به جداول ۱ و ۲ توجه نمایید.

جدول ۱ : شاخص مصرف انرژی ساختمان غیرمسکونی ایده‌آل در اقلیم‌های مختلف برحسب KWH/M2/YEAR

اقلیم	شاخص	
	ساختمان دولتی	ساختمان خصوصی
۱، ۲	۸۰	۱۲۰
۳، ۴	۶۴	۱۵۲
۵	۷۴	۱۲۴
۶	۶۴	۱۱۷
۷	۸۶	۱۲۱
۸	۹۱	۱۹۷

جدول ۱: تعیین رده مصرف انرژی ساختمان غیرمسکونی بر اساس نسبت انرژی (R)

رده مصرف انرژی	ساختمان اداری دولتی	ساختمان اداری خصوصی
A	R < 1	R < 1
B	1.0 ≤ R < 2.0	1.0 ≤ R < 2.2
C	2.0 ≤ R < 3.0	2.2 ≤ R < 3.2
D	3.0 ≤ R < 4.0	3.2 ≤ R < 4.0
E	4.0 ≤ R < 5.0	4.0 ≤ R < 4.6
F	5.0 ≤ R < 6.0	4.6 ≤ R < 5.2
G	6.0 ≤ R < 7.0	5.2 ≤ R < 5.5
برچسب تعلق نمی گیرد	7.0 ≤ R	5.5 ≤ R

در گام بعد بحث بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی در موتورخانه ساختمان مدیریت دانشگاه مورد توجه قرار گرفت.

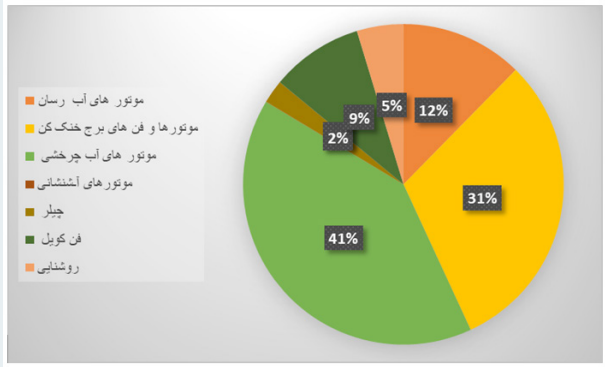
همان‌طور که می دانید برای تأمین نیازهای سرمایشی و گرمایشی ساختمان راه‌های متفاوتی وجود دارد که یکی از این راه‌ها استفاده از یک سیستم مرکزی است که علی‌رغم معایبی موجود بازهم طرفداران زیادی دارد و در ایران بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. ازآنجا که هزینه حامل‌های انرژی بسیار زیاد است لذا انتخاب سیستم گرمایش و سرمایش مناسب و عایق‌بندی مناسب و انجام کارهایی برای بهبود کیفیت و افزایش راندمان از درجه

اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در سیستم مرکزی نیز انجام این امور اجتناب‌ناپذیر است.
چیلر مورداستفاده در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز از نوع جذبی است.
خلاصه‌ای از میزان انرژی مصرفی موتورها و سایر تجهیزات موتورخانه طبق پرسشنامه به شرح زیر است:

جدول ۲: خلاصه‌ای از میزان انرژی مصرفی موتورها و سایر تجهیزات موتورخانه ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز

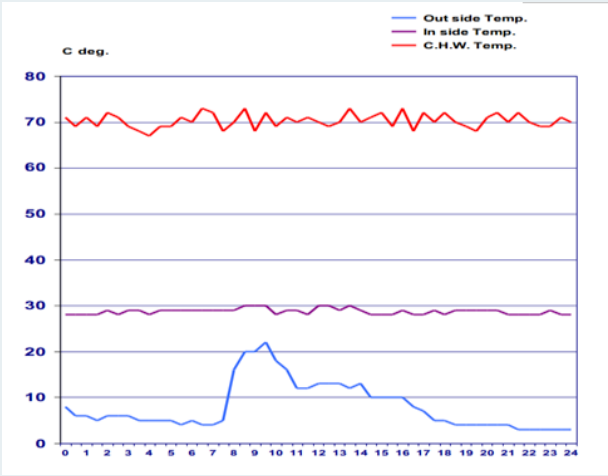
	میزان انرژی مصرفی (kwh/year)
موتورهای آبرسان	20025
موتورها و فن‌های برج خنک کن	49920
موتورهای آب چرخشی	65700
روشنایی	7603
موتورهای آتش‌نشانی	30
دیزل ژنراتور	1036
چیلر	3840
فن کویل	15120
دیگ بخار	7252752
جمع کل	7416026

با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده تقریباً ۹۸% از انرژی مصرفی موتورخانه متعلق به بویلر است. ازآنجا که سهم بسیار بالایی از انرژی توسط بویلر مصرف می‌شود لذا انجام کارهایی که این مصرف را کاهش می‌دهند در الویت قرار می‌گیرند. برای سایر تجهیزات موتورخانه و سهم هر یک در میزان انرژی مصرفی به صورت نمودار در تصویر ۳ رسم شده است.



جدول ۲: خلاصه‌ای از میزان انرژی مصرفی موتورها و سایر تجهیزات موتورخانه ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز

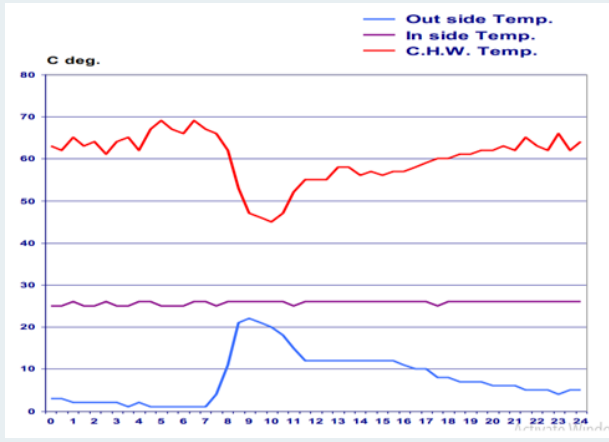
شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و صرفه‌جویی انرژی و ارائه راهکارهای مناسب
در حال حاضر اساس کنترل دما در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز به روش سنتی و توسط تنظیم درجه حرارت ترموستات است. این تنظیم دما باعث کنترل دمای آب گرم چرخشی (C.H.W) و آب گرم مصرفی (D.H.W) می‌گردد در این روش هیچ گونه کنترل و نظارت دقیق به میزان دمای مورد نیاز آب گرم چرخشی در سیستم‌های گرمایشی و آب گرم مصرفی صورت نمی‌گیرد و سیستم قادر به درک و شناسایی مناسب‌ترین وضعیت کنترل رژیم حرارتی ساختمان جهت دسترسی به الگوی صحیح مصرف انرژی توأم با ایجاد محدوده آسایش حرارتی برای ساکنین نیست.
همان‌گونه که از تصویر ۴ مشخص است با گرم شدن دمای محیط خارج ساختمان هیچ‌گونه پاسخی در وضعیت کنترل تأسیسات حرارتی دیده نمی‌شود.



تصویر ۴ : نمودار وضعیت دمایی ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز

اصول بهینه‌سازی مصرف انرژی توسط سیستم مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان، اندازه‌گیری دما و دریافت اطلاعات از سنسورهای حرارتی است.
این سنسورها بر روی مسیر رفت آب گرم مصرفی، کلکتور رفت تأسیسات و محیط خارج ساختمان نصب می‌شوند.
سپس پروسسور سیستم اطلاعات دریافتی را تحلیل و مطابق پارامترهای کنترلی تنظیم‌شده مشعل یا مشعل‌هایی را در زمان‌های مقتضی روشن و وضعیت آب گرم مصرفی

در حالت تابستانی بودن تأسیسات حرارتی و گرمایش و آب گرم مصرفی در حالت زمستانی بودن تأسیسات حرارتی کنترل می‌نماید.
در تصویر ۵ آورده شده است که تغییر دمای محیط خارج یک ساختمان مسکونی طی یک هفته و پاسخ این سیستم کنترلی را نمایش می‌دهد.



تصویر ۵ : نمودار تغییر دمای محیط خارج یک ساختمان مسکونی طی یک هفته و پاسخ سیستم کنترلی

تغییرات دمای آب گرم چرخشی در تأسیسات حرارتی که تابعی از درجه حرارت محیط خارج ساختمان است باعث کنترل دمای داخل ساختمان در محدوده آسایش حرارتی قرار می‌گیرد.
در صورت استفاده از این سیستم در ساختمان‌های اداری و غیرمسکونی علاوه بر آن‌که سیستم به‌صورت هوشمند و متناسب با تغییرات درجه حرارت خارج ساختمان است با برنامه‌ریزی ساعت کاری اداره در روزهای مختلف، تأسیسات حرارتی را پیش راه‌اندازی و کنترل می‌کند، در ساعت‌های پایان کار اداره نیز تأسیسات حرارتی را زودتر از زمان برنامه‌ریزی‌شده و متناسب با دمای محیط خارج ساختمان به‌صورت هوشمند غیرفعال می‌شود.
این طرح نیازمند استفاده از دو نوع سنسور جهت اندازه‌گیری است:

- سنسورهای داخلی
- سنسورهای نفوذی در داخل دیوارهای مشرف به فضای آزاد

بررسی راهکارهای پیشنهادی از نظر فنی و اقتصادی
در این بخش به توجیه فنی و اقتصادی راهکارهای پیشنهادی در بخش قبل در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز می‌پردازیم.
استفاده از سیستم‌های هوشمند: در آغاز به بویلر که بیشترین مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد می‌پردازیم. یکی از راه‌های پیشنهادی و تقریباً بهترین راهکار استفاده از سیستم‌های کنترلی هوشمند است. طبق بررسی‌های انجام‌شده با استفاده از این سیستم میزان کارکرد دیگ در تابستان تقریباً ۳۰ – ۴۰ درصد در مقایسه باحالت قبل کاهش میابد که جدول ۴ میزان صرفه‌جویی در مصرف گاز و انرژی کل را مشخص می‌کند.

جدول ۳: میزان صرفه‌جویی در مصرف گاز و انرژی کل

میزان مصرف گاز فعلی برحسب مترمکعب	میزان مصرف گاز پس از انجام این طرح برحسب مترمکعب	میزان انرژی صرفه جویی شده	درصد انرژی کل صرفه جویی شده
۶۹۳۱۲۰	۴۷۱۳۲۲	۲۳۲۳۴۶	%۳۲

بررسی عایق بندی پیشنهادی در موتورخانه: در این قسمت به بررسی عایق کاری می‌پردازیم. در ابتدا میزان انرژی تلف‌شده از هر قسمت و سهم هر یک از قسمت‌ها در اتلاف انرژی را مشخص می‌کنیم تا مشخص شود برای انجام طرح کدام قسمت در اولویت قرار دارد. جدول ۵ میزان انرژی تلف شده در هر قسمت و سهم هر بخش را برای ما مشخص می‌کند (بر مبنای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان).

جدول ۴ : میزان انرژی تلف شده در هر قسمت و سهم هر بخش از ساختمان

جداره	مساحت m2	ضریب انتقال حرارت w/m2.oc	میزان انرژی تلف شده Kwh/year	درصد انرژی تلف شده
دیوارهای جانبی	4280	.6	108472	52%
پنجره‌ها	300	4.8	60824	29%
سقف	719	1.2	39757	19%
جمع			209053	

اکنون با مشخص شدن میزان تلفات هر قسمت و با توجه به توضیحاتی که در مرحله قبل داده شد عایق مناسب را انتخاب کرده و محاسبات را دوباره انجام می‌دهیم. در جدول ۶ اطلاعات مربوط به میزان تلفات پس از عایق کاری آورده شده است.

جدول۵: میزان تلفات پس از عایق کاری

جداره	نوع عایق	ضریب انتقال حرارت	انرژی تلف‌شده بعد از عایق کاری	میزان انرژی صرفه‌جویی شده	درصد انرژی صرفه‌جویی شده
دیوارهای جانبی	پشم شیشه	.054	9762	98710	47%
پنجره‌ها	دوجداره	2.9	36747	24077	11%
سقف	پشم شیشه	.054	1612	38145	18%
مجموع			48121	160932	76%

با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده در جدول بالا با انجام عایق کاری در این ساختمان ۷۶% از انرژی که تلف می‌شود کاسته می‌شود؛ که این امر به‌نوبه خود تأثیر بسیار زیاد بر عملکرد بویلر و چیلر خواهد داشت که این امکان را به آن‌ها می‌دهد تا با انجام کار کمتری آسایش حرارتی را برای ساکنین فراهم کنند.

کنترل فرکانس رادیویی و ترموستات و فن کویل‌ها در موتورخانه: یکی از ایرادهای اساسی ساختمان مدیریت که تقریباً تمام ساکنین از آن گلایه دارند این است که مواقعی که برخی از کارمندان حاضر دریکی از طبقه‌ها به دلیل نیاز مجبور به انجام کارها پس از ساعات اداری است باید فن کویل ها و سیستم روشنایی کل طبقه روشن بماند، با نگاهی دقیق متوجه می‌شویم که بخش اعظمی از انرژی از این طریق تلف می‌شود که برای رفع این مشکل می‌توانیم از سیستم کنترل فرکانس رادیویی برای فن کویل ها و روشنایی مورداستفاده قرار دهیم. استفاده از ترموستات نیز می‌تواند مکمل این طرح باشد به همین علت برای ارزیابی این دو گزینه را باهم بررسی می‌کنیم.

طبق مشاوره‌هایی که با شرکت انجام دهنده این‌گونه پروژه‌ها صورت گرفته است برای کارایی هرچه بیشتر این سیستم برای هر دوطبقه می‌توان از یک دستگاه استفاده نمود که درمجموع نیاز به چهار عدد از این دستگاه‌ها است که قیمت هر دستگاه شش میلیون تومان است و هزینه نصب برای هر یک از فن کویل ها صد هزارتومان است که اطلاعات مربوط به استفاده از این دستگاه و ترموستات در جدول ۷ آمده است.

جدول ۶ : اطلاعات مربوط به فن کویل ها و ترموستات

تعداد کل فن کویل ها	تعداد دستگاه مورد نیاز	هزینه کل میلیون تومان	درصد کاهش انرژی مصرفی	درصد کاهش انرژی مصرفی کل	دوره بازگشت سرمایه
225	4	60	40%	9%	بلندمدت

یکی دیگر از کارهایی که می‌توان برای کاهش مصرف فن کویل ها انجام داد استفاده از موتور DC است . ازآنجاکه اکثر فن کویل های ساختمان مدیریت از موتورهای AC استفاده می‌کنند جایگزینی موتورهای DC بجای آن‌ها باعث کاهش مصرف قابل‌ملاحظه‌ای در آن‌ها می‌شود. جدول ۸ اطلاعات مربوط به استفاده از موتورهای DC آورده شده است:

جدول۷: اطلاعات مربوط به استفاده از موتورهای DC در فن کویل‌ها

تعداد کل فن کویل ها	هزینه انجام این طرح میلیون تومان	درصد کاهش مصرف انرژی فن کویل ها	درصد کاهش انرژی مصرفی کل	دوره بازگشت سرمایه
225	12	20%	6%	بلندمدت

بررسی شیرهای برقی مورد استفاده در موتورخانه: در حال حاضر در موتورخانه فقط از شیرهای مکانیکی در قسمت خروجی بخار از دیگ و کنترل توسط ترموستات مورداستفاده قرار می‌گیرد طبق توضیحاتی که در بخش قبل داده شد استفاده از شیر برقی در مسیر آب گرم می‌تواند مصرف انرژی را به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای کاهش دهد که اطلاعات مربوط به استفاده از شیر برقی در جدول ۹ آورده شده است:

جدول۸: اطلاعات مربوط به شیرهای برقی مورد استفاده در موتورخانه

تعداد شیرهای مورد نیاز	هزینه انجام این طرح	درصد کاهش مصرف انرژی	درصد کاهش انرژی مصرفی کل	دوره بازگشت سرمایه
6	7	21%	10%	بلندمدت

استفاده از اینورتر برای کاهش میزان انرزی مصرفی: یکی دیگر از روش‌هایی که می‌توان از طریق آن میزان انرژی مصرفی را کاهش داد استفاده از اینورتر (در بخش قبل توضیح داده‌شده است) برای تنظیم درو موتورهای آب‌رسانی و آب‌گردشی، موتورهای آب‌رسانی به برج‌های خنک‌کن، فن‌های برج خنک‌کن است.

در جدول ۱۰ اطلاعات مربوط به استفاده از اینورتر آورده شده است.

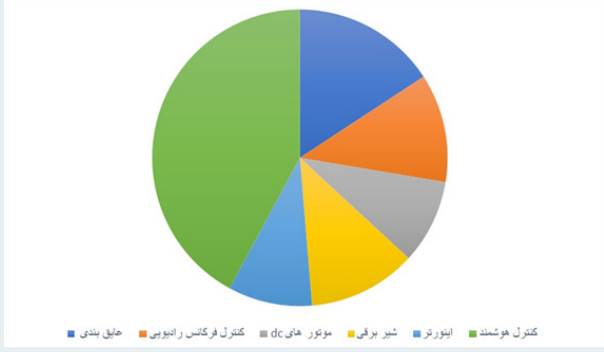
جدول۹: اطلاعات مربوط به اینورتر مورد استفاده

تعداد اینورتر های موردنیاز	قیمت هر یک از اینورترها برحسب میلیون تومان	هزینه انجام این طرح	درصد کاهش مصرف انرژی	درصد کاهش مصرف انرژی کل	دوره بازگشت سرمایه
14	1	14	35%	7%	بلندمدت

در جدول ۱۱ خلاصه‌ای از راهکارهای بالا آورده شده است و میزان کاهش مصرف انرژی ناشی از انجام هر یک از طرح‌ها آورده شده است و در ادامه نیز این اطلاعات در شکل برای مقایسه در میزان کاهش مصرف انرژی و در اولویت قرار دادن طرح‌ها آورده شده است.

جدول ۱۰ : مقایسه راهکارهای پیشنهادی درکاهش مصرف انرژی

نام طرح	درصد کاهش انرژی کل مصرفی	دوره بازگشت سرمایه
عایق‌بندی	12%	بلندمدت
کنترل فرکانس رادیویی	9%	بلند مدت
موتورهای dc	7%	بلند مدت
شیر برقی	9%	بلند مدت
اینورتر	7%	بلند مدت
کنترل هوشمند	32%	بلند مدت



تصویر ۶ : مقایسه سهم هر یک از طرح ها درکاهش مصرف

بهینه‌سازی مصرف انرژی در استفاده از تجهیزات اداری

مراحل اصلی فرآیند ممیزی انرژی

فرآیند ممیزی انرژی به‌طور استاندارد در سه مرحله اصلی انجام می‌گیرد:

مرحله اول: فاز بازدید و جمع‌آوری اطلاعات

مرحله دوم: شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی و تعیین پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی

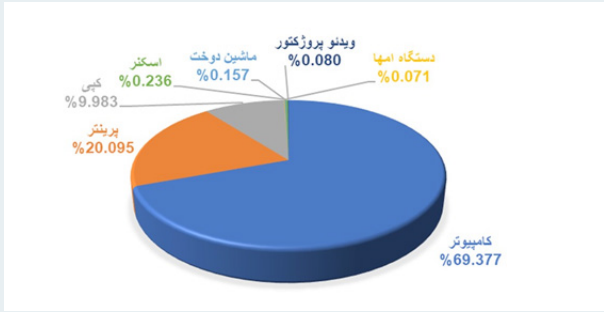
مرحله سوم: توجیه فنی و اقتصادی و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی بدون هزینه و کم‌هزینه [۳].

طبق اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از پرسشنامه نتایج به‌دست‌آمده به دو بخش زیر تقسیم می‌کنیم:

- تجهیزات اداری (شامل کامپیوتر، پرینتر، کپی و ...)؛
- سایر موارد (شامل تلویزیون، یخچال و ...).

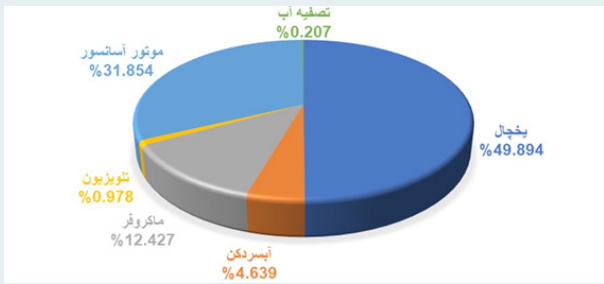
جدول ۱۱: مشخصات تجهیزات اداری موجود در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز و انرژی مصرفی آن

نام وسیله مصرف‌کننده	تعداد	توان مصرفی (kwh) در سال
کامپیوتر	235	112800
پرینتر	161	32672
کپی	26	16232
دستگاه امحا	3	115
ماشین دوخت	4	256
اسکنر	20	384
ویدئو پروژکتور	4	130
نام وسیله مصرف‌کننده	تعداد	توان مصرفی (kwh) در سال
یخچال	45	43362
آبسردکن	8	4032
ماکروفر	10	10800
تلویزیون	7	850
موتور آسانسور	۳	۲۷۶۸۴
تصفیه آب	۱۰	۱۸۰



تصویر ۷ : تراز مصرف تجهیزات اداری

تراز مربوط به سایر وسایلی که تا می‌توانیم جزئی از تجهیزات اداری به شمار آوریم در شکل ۸ نشان داده شده است.



تصویر ۸ : تراز مصرف سایر تجهیزات

امروزه در ادارات روی میز اکثر افراد کامپیوتر قرار دارند و معمولاً بطورهمزمان روشن می‌باشند، مصرف کل آن‌ها در اغلب اوقات اداری، حتی به بیشتر از مصرف روشنایی می‌رسد که در مقیاس‌های جغرافیای بزرگ مصرف زیادی را بر شبکه تحمیل می‌نمایند. برخی از مشکلات این تجهیزات عبارتند از:

- استفاده از تکنولوژی‌های سخت‌افزاری قدیمی
- استفاده از پرینتر لیزری
- بالا بودن میزان وضوح نمایشگرها

ارائه راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی و توجیه فنی و اقتصادی

با توجه به اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها توسط دولت محترم و حذف یارانه کالاها و خدمات در کشور ازجمله برق که طبعاً موجب افزایش هزینه‌های برق سازمان‌ها و مؤسسات اداری می‌گردد و از طرفی نظر به اینکه معمولاً ساختمان‌های سازمان‌ها و شرکت‌های اداری برای شهروندان و هم‌وطنان گرامی به‌مثابه یک الگو و مدل تلقی می‌شود، لازم است تا راهکارهایی که کاهش مصرف برق و در پی آن کاهش هزینه‌های مؤسسات و سازمان‌های اداری را در بردارد، توسط مدیران محترم این بخش‌ها برنامه‌ریزی، دقت و رعایت لازم گردد.

بدین منظور سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) نسبت به تهیه و تدوین راهکارهای ساده و عموماً بدون هزینه‌ای در خصوص وسایل مصرف‌کننده برق ساختمان‌های اداری شامل روشنایی، سرمایش، گرمایش و وسایل اداری، اقدام نموده است که رعایت آن‌ها در راستای اصلاح الگوی مصرف انرژی و رشد و اعتلای کشور قطعاً مؤثر خواهد بود.

لازم به ذکر است به‌کارگیری و عمل به توصیه‌های ذیل باعث کاهش ۳۰ درصد در هزینه‌های برق مصرفی محیط‌های اداری می‌گردد.

پیشنهادات و راهکارهای صرفه جویی

۱. اقدامات کوتاه مدت:

- کامپیوتر، پرینتر، اسکنر، دستگاه کپی و سایر وسایل اداری خود را تنها هنگامی روشن کنید که به آن نیاز دارید. از روشن گذاشتن این وسایل بدون آنکه ضرورتی داشته باشد، جداً خودداری کنید.
- از خاموش بودن وسایل اداری خود به‌ویژه دستگاه کپی، کامپیوتر و پرینتر، پیش از ترک محل کار اطمینان حاصل نمایید.
- چنانچه به مدت طولانی از وسایل اداری، مانند دستگاه کپی، کامپیوتر و ... استفاده نمی‌کنید، آن‌ها را خاموش نمایید و درصورتی‌که این امکان وجود دارد که در فواصل زمانی کوتاه‌تری از آن‌ها استفاده نمایید، حالت خواب (SLEEP/ QUIET) این وسایل را انتخاب نمایید. این کار باعث می‌شود تا وسایلی مانند دستگاه کپی، کامپیوتر و ... پس از یک مدت کوتاه بی‌کاری در حالت خاموشی موقت قرار گیرند. در این حالت ضمن اینکه مصرف برق این وسایل تا حد زیادی کاهش می‌یابد، وسایل موردنیاز شما نیز به‌طور کامل خاموش نمی‌شوند. به‌عنوان‌مثال مصرف انرژی یک رایانه در این حالت ۷۰ درصد کمتر از حالت فعال خواهد بود. به یاد داشته باشید که حالت «محافظ صفحه‌نمایش» تأثیری در کاهش مصرف برق رایانه نخواهد داشت.
- میزان وضوح و دقت نمایشگر کامپیوتر را متناسب با نیاز

کاری خود انتخاب کنید. افزایش میزان وضوح نمایش یک رایانه رنگی، باعث افزایش مصرف برق می‌شود.
• از هر دو روی کاغذها برای تایپ پیش‌نویس، کپی و پرینت اولیه استفاده کنید. تولید هر برگ کاغذ به‌طور متوسط به حدود ۲۰ وات‌ساعت انرژی نیاز دارد. بدیهی است استفاده از هر دو روی کاغذ باعث صرفه‌جویی در انرژی موردنیاز برای تولید کاغذ (از دیدگاه کلان) و کاهش هزینه تأمین (تولید و یا واردات) کاغذ می‌شود.
• پیش‌نویس نامه‌های تایپ‌شده، نقشه‌ها و گزارش‌های خود را حتی‌الامکان بر روی صفحه کامپیوتر تصحیح نمایید. گرفتن پرینت و انجام این تصحیحات بر روی کاغذ، مصرف برق و هزینه‌های جانبی را دو برابر می‌کند.
• در شرایط فعلی و با وجود امکان دسترسی به اینترنت در تقریباً اکثر سازمان‌ها و مؤسسات، مکاتبات خود را به‌طور مکانیزه انجام دهید. برقراری سیستم اتوماسیون اداری و استفاده از پست الکترونیکی جهت ارسال نامه‌ها، فایل‌های موردنیاز و ... تأثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های یک سازمان و مؤسسه خواهد داشت.

۲. اقدامات میان‌مدت:

• به‌منظور بهبود ضریب قدرت وسایل موتوری از تجهیزات مناسب چون خازن استفاده شود.
• امکان استفاده از وسایل کنترل یا محدودکننده قدرت موردبررسی قرار گیرد.
• شبکه‌های برقی داخلی ساختمان‌ها به‌منظور تجهیز به سیستمهای فرمان خودکار تحت بررسی قرار گیرند.
• استفاده از برق سه فاز به‌صورت متعادل در شبکه ادارات.
• خاموش کردن کامپیوترها در موارد غیرضروری.
• جداسازی برق مصرفی واحدهای مسکونی و خانه‌های سازمانی از برق عمومی.
• نصب درب‌های اتوماتیک با عکس‌العمل سریع جهت ورود و خروج در مراکز پرجمعیت و پرتردد مانند ادارات و فروشگاه‌ها و نیز انبارها که عموماً درب‌های بزرگی دارند.
• برای انجام بسیاری از کارهای اداری مانند تایپ یا نقشه‌کشی می‌توان به‌جای استفاده از مانیتورهای رنگی، از مانیتورهای تک‌رنگ سیاه‌وسفید استفاده کرد. مانیتورهای تک‌رنگ نسبت به مانیتورهای رنگی ۳۵ تا ۵۰ درصد کمتر انرژی مصرف می‌کنند.
• مصرف ویژه انرژی دستگاه‌های کپی (مصرف انرژی به ازای واحد کاری) از هر وسیله اداری دیگر بیشتر است. هنگام کپی گرفتن حتی‌الامکان از هر دوروی کاغذ استفاده کنید. این کار هزینه انرژی، هزینه کاغذ و ضایعات کاغذی را کاهش می‌دهد. توجه داشته باشید که انرژی مصرفی برای تولید یک برگ کاغذ به‌مراتب بیشتر از انرژی مصرفی برای کپی گرفتن از یک برگ کاغذ است.
• دستگاه فکس خود را از نوع جوهرافشان انتخاب کنید. مصرف انرژی دستگاه‌های فکس جوهرافشان در حالت آماده‌باش (STANDBY) خیلی کم است و به‌علاوه نسبت به دستگاه‌های فکس لیزری ۹۰ درصد کمتر انرژی مصرف می‌کنند.
• بر روی بسیاری از وسایل اداری می‌توان برچسب مصرف انرژی را مشاهده کرد. هنگام خرید وسایل موردنیاز خود به مندرجات برچسب مصرف انرژی آن‌ها توجه کنید. این کار امکان مقایسه و انتخاب بهینه وسایل را ازنظر میزان مصرف انرژی فراهم می‌کند.
• در صورت امکان به‌جای استفاده از رایانه‌های رومیزی از رایانه‌های کیفی استفاده کنید.
• رایانه‌های کیفی تنها در حدود ۱۰ درصد رایانه‌های رومیزی انرژی مصرف می‌کنند. به‌علاوه به دلیل نداشتن فن منبع تغذیه، سروصدای کمتری داشته و فضای کمتری نیز اشغال می‌کنند.
• به‌جای استفاده از پرینترهای لیزری، حتی‌الامکان از پرینترهای سوزنی یا جوهرافشان استفاده کنید.
• پرینترهای سوزنی برای بسیاری از کارهای اداری به‌اندازه کافی دقیق و سریع هستند و در مقایسه با پرینترهای لیزری برق کمتری مصرف می‌کنند.
• پرینترهای جوهرافشان سیاه‌وسفید نیز ۹۵ درصد کمتر از پرینترهای لیزری انرژی مصرف می‌کنند و این در حالی است که کیفیت صفحات چاپ‌شده توسط این پرینترها تقریبا مشابه یکدیگر است. توجه داشته باشید که پرینترهای جوهرافشان رنگی ازلحاظ مصرف انرژی مزیت قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به پرینترهای لیزری ندارند.
• اگر قصد خرید رایانه دارید، مانیتور آن را متناسب با نیاز خود انتخاب کنید. هر چه اندازه مانیتور بزرگ‌تر باشد، مصرف انرژی (برق) آن نیز طبعاً بیشتر خواهد بود.
• یکی از راه‌های دیگری که می‌تواند موجب کاهش مصرف

امروزه در ادارات روی میز اکثر افراد کامپیوتر قرار دارند و معمولاً بطورهمزمان روشن می‌باشند، مصرف کل آن‌ها در اغلب اوقات اداری، حتی به بیشتر از مصرف روشنایی می‌رسد که در مقیاس‌های جغرافیای بزرگ مصرف زیادی را بر شبکه تحمیل می‌نمایند. برخی از مشکلات این تجهیزات عبارتند از:

• استفاده از تکنولوژی‌های سخت‌افزاری قدیمی
• استفاده از پرینتر لیزری
• بالا بودن میزان وضوح نمایشگرها

ارائه راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی و توجیه فنی و اقتصادی

با توجه به اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها توسط دولت محترم و حذف یارانه کالاها و خدمات در کشور ازجمله برق که طبعاً موجب افزایش هزینه‌های برق سازمان‌ها و مؤسسات اداری می‌گردد و از طرفی نظر به اینکه معمولاً ساختمان‌های سازمان‌ها و شرکت‌های اداری برای شهروندان و هم‌وطنان گرامی به‌مثابه یک الگو و مدل تلقی می‌شود، لازم است تا راهکارهایی که کاهش مصرف برق و در پی آن کاهش هزینه‌های مؤسسات و سازمان‌های اداری را در بردارد، توسط مدیران محترم این بخش‌ها برنامه‌ریزی، دقت و رعایت لازم گردد.

بدین منظور سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) نسبت به تهیه و تدوین راهکارهای ساده و عموماً بدون هزینه‌ای در خصوص وسایل مصرف‌کننده برق ساختمان‌های اداری شامل روشنایی، سرمایش، گرمایش و وسایل اداری، اقدام نموده است که رعایت آن‌ها در راستای اصلاح الگوی مصرف انرژی و رشد و اعتلای کشور قطعاً مؤثر خواهد بود.

لازم به ذکر است به‌کارگیری و عمل به توصیه‌های ذیل باعث کاهش ۳۰ درصد در هزینه‌های برق مصرفی محیط‌های اداری می‌گردد.

پیشنهادات و راهکارهای صرفه جویی

۱. اقدامات کوتاه مدت:

• کامپیوتر، پرینتر، اسکنر، دستگاه کپی و سایر وسایل اداری خود را تنها هنگامی روشن کنید که به آن نیاز دارید. از روشن گذاشتن این وسایل بدون آنکه ضرورتی داشته باشد، جداً خودداری کنید.

• از خاموش بودن وسایل اداری خود به‌ویژه دستگاه کپی، کامپیوتر و پرینتر، پیش از ترک محل کار اطمینان حاصل نمایید.

• چنانچه به مدت طولانی از وسایل اداری، مانند دستگاه کپی، کامپیوتر و ... استفاده نمی‌کنید، آن‌ها را خاموش نمایید و درصورتی‌که این امکان وجود دارد که در فواصل زمانی کوتاه‌تری از آن‌ها استفاده نمایید، حالت خواب (SLEEP/ QUIET) این وسایل را انتخاب نمایید. این کار باعث می‌شود تا وسایلی مانند دستگاه کپی، کامپیوتر و ... پس از یک مدت کوتاه بی‌کاری در حالت خاموشی موقت قرار گیرند. در این حالت ضمن اینکه مصرف برق این وسایل تا حد زیادی کاهش می‌یابد، وسایل موردنیاز شما نیز به‌طور کامل خاموش نمی‌شوند. به‌عنوان‌مثال مصرف انرژی یک رایانه در این حالت ۷۰ درصد کمتر از حالت فعال خواهد بود. به یاد داشته باشید که حالت «محافظ صفحه‌نمایش» تأثیری در کاهش مصرف برق رایانه نخواهد داشت.

• میزان وضوح و دقت نمایشگر کامپیوتر را متناسب با نیاز کاری خود انتخاب کنید. افزایش میزان وضوح نمایش یک رایانه رنگی، باعث افزایش مصرف برق می‌شود.

• از هر دو روی کاغذها برای تایپ پیش‌نویس، کپی و پرینت اولیه استفاده کنید. تولید هر برگ کاغذ به‌طور متوسط به حدود ۲۰ وات‌ساعت انرژی نیاز دارد. بدیهی است استفاده از هر دو روی کاغذ باعث صرفه‌جویی در انرژی موردنیاز برای تولید کاغذ (از دیدگاه کلان) و کاهش هزینه تأمین (تولید و یا واردات) کاغذ می‌شود.

• پیش‌نویس نامه‌های تایپ‌شده، نقشه‌ها و گزارش‌های خود را حتی‌الامکان بر روی صفحه کامپیوتر تصحیح نمایید. گرفتن پرینت و انجام این تصحیحات بر روی کاغذ، مصرف برق و هزینه‌های جانبی را دو برابر می‌کند.

• در شرایط فعلی و با وجود امکان دسترسی به اینترنت در تقریباً اکثر سازمان‌ها و مؤسسات، مکاتبات خود را به‌طور مکانیزه انجام دهید. برقراری سیستم اتوماسیون اداری و استفاده از پست الکترونیکی جهت ارسال نامه‌ها، فایل‌های موردنیاز و ... تأثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های یک سازمان و مؤسسه خواهد داشت.

۲. اقدامات میان‌مدت:

• به‌منظور بهبود ضریب قدرت وسایل موتوری از تجهیزات مناسب چون خازن استفاده شود.
• امکان استفاده از وسایل کنترل یا محدودکننده قدرت موردبررسی قرار گیرد.
• شبکه‌های برقی داخلی ساختمان‌ها به‌منظور تجهیز به سیستمهای فرمان خودکار تحت بررسی قرار گیرند.
• استفاده از برق سه فاز به‌صورت متعادل در شبکه ادارات.
• خاموش کردن کامپیوترها در موارد غیرضروری.
• جداسازی برق مصرفی واحدهای مسکونی و خانه‌های سازمانی از برق عمومی.
• نصب درب‌های اتوماتیک با عکس‌العمل سریع جهت ورود و خروج در مراکز پرجمعیت و پرتردد مانند ادارات و فروشگاه‌ها و نیز انبارها که عموماً درب‌های بزرگی دارند.
• برای انجام بسیاری از کارهای اداری مانند تایپ یا نقشه‌کشی می‌توان به‌جای استفاده از مانیتورهای رنگی، از مانیتورهای تک‌رنگ سیاه‌وسفید استفاده کرد. مانیتورهای تک‌رنگ نسبت به مانیتورهای رنگی ۳۵ تا ۵۰ درصد کمتر انرژی مصرف می‌کنند.
• مصرف ویژه انرژی دستگاه‌های کپی (مصرف انرژی به ازای واحد کاری) از هر وسیله اداری دیگر بیشتر است. هنگام کپی گرفتن حتی‌الامکان از هر دوروی کاغذ استفاده کنید. این کار هزینه انرژی، هزینه کاغذ و ضایعات کاغذی را کاهش می‌دهد. توجه داشته باشید که انرژی مصرفی برای تولید یک برگ کاغذ به‌مراتب بیشتر از انرژی مصرفی برای کپی گرفتن از یک برگ کاغذ است.
• دستگاه فکس خود را از نوع جوهرافشان انتخاب کنید. مصرف انرژی دستگاه‌های فکس جوهرافشان در حالت آماده‌باش (STANDBY) خیلی کم است و به‌علاوه نسبت به دستگاه‌های فکس لیزری ۹۰ درصد کمتر انرژی مصرف می‌کنند.
• بر روی بسیاری از وسایل اداری می‌توان برچسب مصرف انرژی را مشاهده کرد. هنگام خرید وسایل موردنیاز خود به مندرجات برچسب مصرف انرژی آن‌ها توجه کنید. این کار امکان مقایسه و انتخاب بهینه وسایل را ازنظر میزان مصرف انرژی فراهم می‌کند.
• در صورت امکان به‌جای استفاده از رایانه‌های رومیزی از رایانه‌های کیفی استفاده کنید.
• رایانه‌های کیفی تنها در حدود ۱۰ درصد رایانه‌های رومیزی انرژی مصرف می‌کنند. به‌علاوه به دلیل نداشتن فن منبع تغذیه، سروصدای کمتری داشته و فضای کمتری نیز اشغال می‌کنند.
• به‌جای استفاده از پرینترهای لیزری، حتی‌الامکان از پرینترهای سوزنی یا جوهرافشان استفاده کنید.
• پرینترهای سوزنی برای بسیاری از کارهای اداری به‌اندازه کافی دقیق و سریع هستند و در مقایسه با پرینترهای لیزری برق کمتری مصرف می‌کنند.
• پرینترهای جوهرافشان سیاه‌وسفید نیز ۹۵ درصد کمتر از پرینترهای لیزری انرژی مصرف می‌کنند و این در حالی است که کیفیت صفحات چاپ‌شده توسط این پرینترها تقریبا مشابه یکدیگر است. توجه داشته باشید که پرینترهای جوهرافشان رنگی ازلحاظ مصرف انرژی مزیت قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به پرینترهای لیزری ندارند.
• اگر قصد خرید رایانه دارید، مانیتور آن را متناسب با نیاز خود انتخاب کنید. هر چه اندازه مانیتور بزرگ‌تر باشد، مصرف انرژی (برق) آن نیز طبعاً بیشتر خواهد بود.
• یکی از راه‌های دیگری که می‌تواند موجب کاهش مصرف برق بشود افزایش سرعت اینترنت است کندی سرعت اینترنت نه‌تنها موجب هدرروی زمان و انرژی کاربران می‌شود، بلکه موجب کندی پاسخ به نیاز کاربر شده و به‌طور طبیعی منجر به افزایش مصرف برق می‌شود.
• اینترنت پرسرعت، اینترنتی با میانگین سرعت بیش از ۵۱۲ کیلوبایت در ثانیه است و در اکثر نقاط جهان این سرعت در حد دو مگابایت بر ثانیه است؛ بنابراین برای رسیدن به این سرعت، باید پهنای باند از طرف شبکه زیرساخت افزایش یابد.

فرصت‌های جلوگیری از اتلاف انرژی

یکی دیگر از راه‌های استفاده بهینه از انرژی برق برنامه‌ریزی و زمان‌بندی برای آن‌ها است که البته به اندازه‌گیری و اطلاع از وضعیت شبکه برق نیاز است. به‌این‌ترتیب که در بسیاری از مواقع در ساعات پرمصرف و اوج مصرف برق در شبکه با کاهش ولتاژ و همچنین بالا رفتن هارمونیک‌ها و کاهش ضریب قدرت در شبکه مواجه هستیم. استفاده از تجهیزات برقی در آن ساعات

علاوه بر سهیم شدن در بـدتر کـردن شـرایط ذکرشده، باعث کشیدن بار (آمپر زیاد) از شبکه توسط وسیله برقی می‌شود که با کاهش ضریب قـدرت و ولتـاژ به‌ناچار آمپـر زیادتری نیاز بوده و آن وسیله بـرای انجـام کار خواسته‌شده مدت‌زمان زیادتری را صرف خواهد کرد که باعـث بـالا رفـتن میزان مصرف انرژی خواهد شد.

بهینه‌سازی مصرف روشنایی ساختمان

روشنایی ساختمان یکی از بخش‌های عمده مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان به‌حساب می‌آید که پتانسیل بالایی در جهت اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی‌دار است. راه‌کارهای اصلاح روشنایی ساختمان به سه دسته کلی تقسیم می‌شود:

۱. استفاده از ادوات کنترل روشنایی نظیر سنسورهای تشخیص حضور و روشنایی؛

۲. استفاده از تجهیزات و لامپ‌های بهینه؛

۳. اصلاح سیستم روشنایی ساختمان؛

برخی ابزارها و روشهای مورد نیاز جهت اصلاحات لازم عبارتند از: روشنایی هوشمند، سنسور روشنایی روز، سنسور حضور، سنسور شدت روشنایی، تقویم و رویدادها، سناریوهای از پیش تعیین شده، تایمر.

نتیجه گیری

در این مقاله در مورد بحران انرژی و مدیریت مصرف انرژی بحث شد. محور قرار دادن دانشگاهها بعنوان الگوی توسعه پایدار و بهروه وری انرژی با عنوان دانشگاههای سبز مورد تاکید قرار گرفت. مطالعه موردی دانشگاه شیراز جهت تبین بهتر موضوع نیز ارائه گردید.

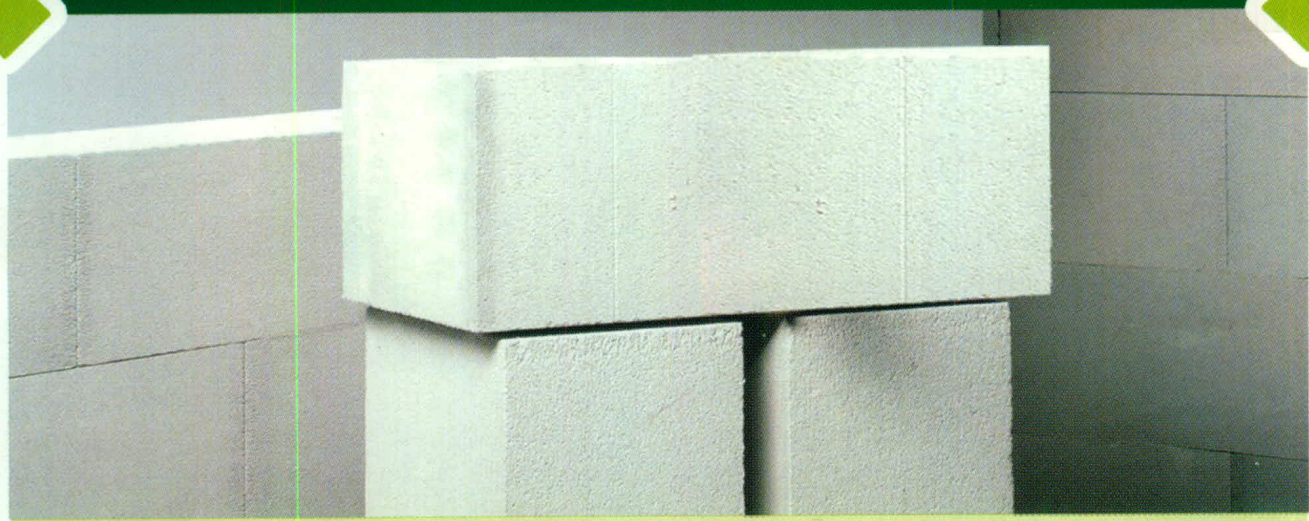
مراجع

[۱] باپیری، روزبه، بهینه سازی انرژی ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز ، کارشناسی ارشد، شیراز، دانشگاه شیراز، ۱۳۹۵.

[2] Berry, L., Soderstrom, J., Hirst, E., Newman, B., & Weaver, R. (1981). Review of evaluations of utility home-energy-audit programs: Oak Ridge National Lab., TN (USA)

[3] Wong, H., & Lee, C. K. (1993). Application of energy audit in buildings and a case study. Paper presented at the Advances in Power System Control, Operation and Management, 1993. APSCOM-93., 2nd International Conference on.

بلوک سیپورکس



- اقتصادی و مقرون به صرفه
- بدون ضایعات و نخاله
- حذف ملات ماسه و سیمان
- حذف گچ و خاک
- ابعاد دقیق و یکسان
- کاهش بار مرده ساختمان
- مقاوم در برابر زلزله، باد و آتش سوزی
- اجرای آسان و سریع بدون نیاز به کارگران ماهر
- کاهش حداقل وزن دیوار به ۴۵ کیلوگرم بر متر مربع
- کاهش مصرف آهن آلات و میلگرد به میزان ۱۲ درصد
- کاهش حجم تاسیسات مصرفی به میزان ۲۲ درصد
- عایق صوت با تأییدیه مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان
- عایق حرارت با تأییدیه مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
- محیطی قابل سکونت بدون موریانه، سوسک و موش

دفتر مرکزی: تهران، میدان ونک، خیابان شریفی، برج خشایار، طبقه ششم، واحد ۶۰۲

تلفن: ۲ - ۸۸۷۸۰۴۸۰

تلفن همراه: ۰۹۱۲۲۱۷۴۳۵۹

e-mail: info@siporexx.com

www.SIPOREXX.com

بررسی آسایش حرارتی فضای باز در مدارس اقلیم گرم و خشک (نمونه موردی: مدارس شهرهای شیراز و زاهدان)

نجمه نجفی (گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز ، ایران)
زهرا برزگر (گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز ، ایران (نویسنده مسئول))

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی آسایش حرارتی در حیاط مدارس شهر شیراز و زاهدان می‌باشد. با توجه به گذراندن بخش قابل توجهی از زمان دانش-آموزان در فضای باز، بررسی آسایش حرارتی در حیاط مدارس ضروری می‌باشد. آسایش حرارتی به روش فنگر و با استفاده از شاخص پی‌اموی محاسبه و با مقیاس اشری ارائه شد. داده‌های اقلیمی توسط ابزار WBGT8778و داده-های فردی و رضایت حرارتی دانش آموزان توسط پرسشنامه به دست آمد و در نهایت به وسیله نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس تحلیل شد. در هر شهر یک مدرسه نوساز و قدیمی انتخاب شد. جامعه آماری تمامی دانش‌آموزان پسر مدارس شهر شیراز و زاهدان در دوره دوم دبیرستان بود. به منظور ارزیابی آسایش حرارتی چهارده موقعیت با ویژگی‌های متفاوت همچون سایه‌اندازی یا مجاورت با حوض آب انتخاب شد. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش موقعیت‌های مختلف دارای آسایش حرارتی متفاوتی بودند. موقعیت‌های که دارای سایه اندازی، وجود پوشش گیاه، حوض آب، فضاهای نیمه‌باز و رواق مانند فضاهای زیرزمینی نیمه باز از آسایش حرارتی مطلوب‌تری برخوردارند. به طور کلی میان آسایش حرارتی محاسبه شده و نظرسنجی از دانش آموزان توافق برقرار بود. در پایان موقعیت‌ها بر اساس ویژگی‌های محیطی و معماری تحلیل شد.

کلمات کلیدی: آسایش حرارتی خارجی، حیاط مدرسه، شهر شیراز، شهر زاهدان.

* NAJMEH_NAJAFI_2000@YAHOO.COM ** ZAHRABARZEGAR86@YAHOO.COM

مقدمه

در تعریف استاندارد اشری (استاندارد ۵۵)، آسایش حرارتی شرایطی ذهنی است که احساس رضایت از شرایط حرارتی محیط را بیان می‌کند [۱]. آسایش حرارتی یکی از مهم ترین عواملی است که بر کیفیت یک محیط تاثیرگذار می باشد. حفظ این استاندارد آسایش حرارتی برای کاربران محیط داخلی و خارجی، یکی از اهداف مهم طراحان و معماران می‌باشد. اگر کاربران در فضایی که قرار گرفته‌اند از احساس آسایش حرارتی مطلوبی برخوردار باشد، کارایی بهتری خواهند داشت. زیرا نیاز به آسایش از مهم‌ترین نیازهای انسان می‌باشد. آسایش حرارتی وابسته به عوامل متفاوتی همچون عوامل محیطی و عوامل شخصی می‌باشد. تفاوت‌هایی گوناگونی میان افراد در خصوص رضایت روانشناسی و فیزیولوژیکی وجود دارد. در یک لحظه مشخص و در یک مکان ممکن است به دلیل تفاوت‌های روانشناختی، فرهنگی، اجتماعی و سایر عوامل؛ احساس آسایش حرارتی دو فرد متفاوت باشد. دریافت این احساس حرارتی برای هر فرد به گیرنده‌های عصبی پوست و هیپوتالاموس مربوط می‌شود [۲]. با توجه به این تعریف، آسایش حرارتی زمانی حاصل می‌شود که میزان گرما و شرایط تحمل بدن انسان در تعادل باشند که این تعادل به میزان سوخت و ساز بدن وابسته است [۳].

آسایش حرارتی به دو گروه آسایش حرارتی فضای بسته و فضای باز تقسیم می‌شود. آب و هوای محیط داخلی و خارجی هر دو گروه، بر آسایش و سازگاری انسان در محیط تاثیرگذار است [۴]. در بررسی آسایش حرارتی در فضای خارجی متغیرهای آب و هوایی بسیار متنوع تر از محیط داخلی می‌باشد. محیط داخلی یک ساختمان را می‌توان به راحتی توسط تمهیداتی مانند تهویه مطبوع به محدوده‌ی آسایش حرارتی نزدیک کرد. ایجاد یک فضای خارجی با آسایش حرارتی محدودیت‌های بسیاری دارد [۵]. آسایش حرارتی در فضای باز به عوامل گوناگونی مانند متغیرهای هواشناسی (دمای هوا، رطوبت، تابش و سرعت باد) و عوامل انسانی (لباس و سوخت و ساز بدن) وابسته است. علاوه بر این متغیرها سایر متغیرهای انسانی نیز می‌توانند بر آسایش حرارتی در فضای باز تاثیرگذار باشند [۶].

ساختمان‌ها با کاربری آموزشی سهم بسیار زیادی در مصرف انرژی در میان کشورهای غیر صنعتی دارند [۷]. میزان قابل توجهی از این انرژی جهت تامین آسایش حرارتی دانش آموزان استفاده می‌شود. از آنجایی که دانش‌آموزان بیشترین زمان خود را بعد از خانه، در مدارس می‌گذارنند؛ تامین آسایش حرارتی در فضای داخلی و خارجی ضرورت بسیار دارد. آسایش حرارتی در مدارس موجب کارایی بیشتر، رضایتمندی دانش آموزان و حفاظت از انرژی می‌شود، مطالعه در این مورد در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. مطالعات میدانی در مورد آسایش حرارتی در بناهای آموزشی برای اولین بار در سال ۱۹۶۹ توسط آلیسیمس گزارش شده است [۸].

در این پژوهش با توجه به ضرورت‌های بیان شده در مورد اهمیت بررسی آسایش حرارتی در بناهای آموزشی، به بررسی آسایش حرارتی در فضای باز مدارس در دو شهر شیراز و زاهدان پرداخته شد. روش تحقیق حاضر تجربی می‌باشد و موقعیت‌های چهارده گانه با ویژگی‌های متفاوت، مانند تفاوت در سایه‌اندازی و یا همجواری با طبیعت و حوض آب، در فضای باز مدارس انتخاب شد. داده‌های اقلیمی مورد نیاز به صورت میدانی توسط دماسنج، رطوبت‌سنج و بادسنج گردآوری شد. میزان رضایت فردی دانش آموزان توسط پرسشنامه محقق ساخته گردآوری و با استفاده از نرم افزار اس‌پی‌اس‌اس نسخه ۲۲ تحلیل شد. از میان موقعیت‌های انتخاب شده مشخص شد که کدام یک از موارد به محدوده آسایش حرارتی نزدیک‌تر هستند و همچنین تاثیر عناصر طراحی در این موقعیت‌ها که موجب ایجاد احساس آسایش حرارتی شده است، نیز بر اساس داده‌هایی که از محیط گردآوری شده، تحلیل شد.

پیشینه پژوهشی

حسین و همکاران [۹]، هوانگ و همکاران [۱۰]، مورس و همکاران [۱۱]، تلی و همکاران [۱۲-۱۴]، گیولی و همکاران [۱۵]، کرگناتی و همکاران [۱۶, ۱۷]، دیاس پریرا و همکاران [۱۸]، ویگو [۱۹]، آمبروسیو [۲۰]، منتظمی و نیکول [۲۱]، لیانگ و همکاران [۲۲]، کاتافیگیوتو و همکاران [۲۳]، زیلر و همکاران [۲۴]، راپ [۲۵] و تیانیو و همکاران [۲۶] پژوهش-هایی در مورد آسایش حرارتی در فضاهای آموزشی انجام دادند. تیانیو و همکاران [۲۶] آسایش حرارتی را در فضای باز در دانشگاه علم و صنعت

در گوانگژو چین بررسی نمودند. ابتدا، اطلاعات اقلیمی در دانشگاه گوانگژو، که شهرستانی نیمه‌گرمسیری در چین می‌باشد به صورت میدانی اندازه‌گیری شد. پارامترهای فیزیکی آسایش حرارتی در فضای باز، مانند دمای هوا، سرعت باد، درجه حرارت سطح زمین، رطوبت نسبی، و درجه حرارت ثبت شد. سپس پرسشنامه در مورد احساس حرارتی و آسایش دانش آموزان در فضای باز انجام شد. در نهایت، بر اساس نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها، تاثیر عناصر طراحی در فضای باز و آسایش حرارتی مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به بررسی‌های انجام شده در پیشینه پژوهش، به مبحث آسایش حرارتی در فضای باز در ایران به صورت عمیق و تحصصی در حوزه فضاهای آموزشی پرداخته نشده است. به همین سبب به دلیل اهمیت آسایش حرارتی در بناهای آموزشی، در این پژوهش به بررسی آسایش حرارتی در فضای باز مدارس در دو شهر شیراز و زاهدان پرداخته شد.

روش تحقیق

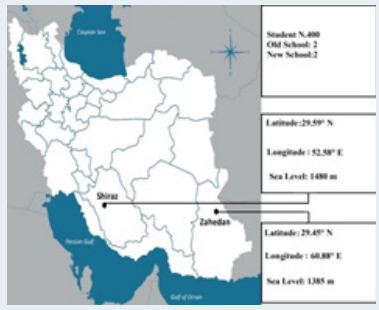
این پژوهش به روش تجربی در فضای باز مدارس شهر شیراز و زاهدان با اقلیم گرم و خشک انجام شد. دو شهر اصلی کشور ایران با اقلیم‌های گرم و خشک شهر شیراز و زاهدان هستند که در این تحقیق مورد نظرند. شهر شیراز با مشخصات طول جغرافیایی E ˂52/58 عرض جغرافیایی N ˂29/59ارتفاع از سطح دریا ۱۴۸۰ متر و شهر زاهدان با مشخصات طول جغرافیایی E ˂60/88 عرض جغرافیایی N ˂29/45و ارتفاع از سطح دریا۱۳۸۵ متر می‌باشد. شیراز در زمستان آب و هوای نسبتا معتدل توام با بارندگی و در تابستان هوایی گرم و خشک دارد. در دسته بندی کوپن این شهر در گروه بی‌اس‌اچ قرار می‌گیرد. آب و هوای زاهدان گرم و خشک بوده و در روزهای تابستان هوا بسیار گرم و در شب‌ها حرارت به نحو محسوسی کاهش می یابد. بادهای ۱۲۰ روزه سیستان به طور غیرمستقیم در کاهش دمای شهر زاهدان تاثیر دارد. در دسته بندی کوپن این شهر در گروه بی‌دبلیواچ قرار می‌گیرد [۲۷]. این تحقیق به طور کلی در ۴ مرحله انجام شد (شکل ۱).

در مرحله اول یک مدرسه نوساز و یک مدرسه قدیمی در مقطع دوره دوم دبیرستان در هر شهر انتخاب شد. انتخاب مدارس به صورت غیر تصادفی و با معیار سلامت بنا، دسترسی مناسب و همکاری مسئولان مدارس انجام شد. در شیراز مدرسه امام رضا و نمازی و در زاهدان مدرسه دانشگاه و شریعتی انتخاب شد. در هر مدرسه نوساز ۴ موقعیت و در هر مدرسه قدیمی ۳ موقعیت انتخاب گردید و جمعا ۱۴ موقعیت مکانی در مدارس با ویژگی‌های متفاوت انتخاب شد. این موقعیت‌ها از نظر سایه‌اندازی، همجواری با طبیعت، حوض آب، فضاهای زیرزمینی، فضاهای نیمه باز و فاقد سایه انتخاب شدند. جامعه آماری پژوهش حاضر دانش آموزان پسر دبیرستانی در دوره دوم بودند که در سال تحصیلی ۹۴-۹۵ در شهر شیراز و زاهدان مشغول به تحصیل بودند. تعداد نمونه‌ها به روش کورکران ۴۰۰ نفر انتخاب شد.

در مرحله دوم ویژگی‌های محیطی و مشخصات فیزیکی هر مدرسه در موقعیت-های انتخابی توسط محققان از محیط برداشت شد «جدول ۱»و وارد چک لیست شد. سپس متغیرهای محیطی شامل دمای هوا به صورت لحظه‌ای، رطوبت نسبی و سرعت باد در یک روز از فصل تابستان در ساعت ۱۲ ظهر توسط WBGT8778 سنجیده شد.

سپس رفتار حرارتی هر یک از موقعیت‌های به روش پی‌ام‌و فنگر محاسبه شد. یکی از روش های تخمین محدوده آسایش، شاخصه متوسط نظریات پی‌ام‌و است که در سال ۱۹۷۰ توسط فنگر پیشنهاد شد. در این روش متغیرهای آسایش مانند متغیرهای اقلیمی، نوع پوشاک و فعالیت مورد استفاده قرار می-گیرند. سازمان اشری ۷ درجه متفاوت را برای استاندارد فنگر ارائه داده است: بسیار گرم ۳+؛ گرم ۲+؛ کمی گرم ۱+؛ متعادل ۰؛ کمی گرم ۱-؛ سرد ۲-؛ بسیار سرد ۳-.در این میان اعدادی که بین ۱- و ۱+ قرار دارند، در محدوده آسایش حرارتی می‌باشند [۶۰].در مرحله سوم متغیرهای محیطی به منظور سنجش میزان رضایت دانش‌آموزان از آسایش حرارتی فضای باز مدارس از متون و مقالات استخراج شد. پرسشنامه رضایتمندی توسط محققان طراحی شد. در هر مدرسه ۱۰۰ دانش آموز به طور تصادفی به پرسشنامه‌ها پاسخ گفتند. در مرحله آخر محدوده آسایش بر اساس استاندارد اشری تعیین شد. پس از استخراج داده‌ها از پرسشنامه، تحلیل داده‌ها به وسیله نرم افزار اس‌پی-اس‌اس نسخه ۲۲ انجام شد. همچنین

آسایش حرارتی در مدارس قدیم و جدید در هر دو شهر مقایسه شد. همچنین نتایج حاصل از عملکرد حرارتی هر یک از موقعیت‌ها با ویژگی‌های محیطی و معماری آن‌ها مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفت. در هر مدرسه ابعاد حیاط مدرسه، مساحت سطح پوشش گیاهی، نوع پوشش گیاهی، ارتفاع پوشش گیاهی، کفسازی، جنس مبلمان، مساحت حوض آب، ارتفاع فواره، مساحت سایه در موقعیت مورد نظر، مصالح جداره‌ها، جهت بنا و همسایگی‌ها و سایه‌اندازی همسایه برداشت شد که در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت .در انتها رضایت‌مندی دانش‌آموزان با آسایش حرارتی محاسبه شده مقایسه شد.



شکل ۱ محدوده مورد مطالعه

جدول ۱ مشخصات موقعیت‌های چهارده‌گانه در فضای باز مدارس

شهر	مدرسه	قدمت	موقعیت مکانی	ویژگی مکانی
شیراز	امام رضا	نوساز	A۱	کنار حوض آب و در سایه
			B۱	سایه مصنوعی
			C۱	فضای نیمه باز زیرزمینی
			D۱	بدون سایه
	نمازی	قدیمی	A۲	سایه درخت
			B۲	فضای نیمه باز (رواق)
			C۲	بدون سایه
زاهدان	دانشگاه	نوساز	A۳	کنار حوض آب و در سایه
			B۳	سایه درخت
			C۳	فضای نیمه باز (رواق)
			D۳	بدون سایه
	شریعتی	قدیمی	A٤	سایه درخت
			B٤	فضای نیمه باز (رواق)
			C٤	بدون سایه

تعیین میزان آسایش حرارتی

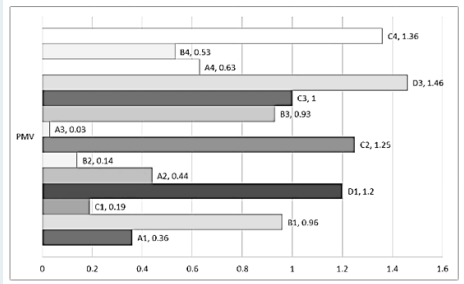
برداشت متغیرهای آب و هوایی در مدارس شیراز در روز چهارشنبه ۱۷ شهریور ۱۳۹۵ (۷ سپتامبر ۲۰۱۶) و مدارس شهر زاهدان در ۲۴ شهریور ۱۳۹۵ (۱۴ سپتامبر۲۰۱۶) در ساعت ۱۲ ظهر انجام شد. در روز برداشت محیطی شیراز بیشینه دما C ۳۷ و کمینه دما C ۱۸و در روز برداشت محیطی مدارس زاهدان بیشینه دما C۳۵ و کمینه دما C۱۷ می‌باشد (ACCUWEATHER). در این مرحله آسایش حرارتی به روش پی‌ام‌و برای موقعیت‌های مکانی گوناگون محاسبه شد (جدول ۲). ارزیابی ضریب پوشش لباس بر مبنای پاسخ دانش‌آموزان به سوال پرسشنامه، برای شهر شیراز CLO ۰٫۵ و برای شهر زاهدان CLO ۰٫۸ در نظر گرفته شد [۲۸]. دانش‌آموزان هنگام پاسخگویی به سوالات در حالت نشسته بودند و نوع فعالیت به میزان MET ۱ درنظر گرفته شد [۲۸].

داده‌های پرسشنامه آسایش حرارتی

آسایش حرارتی از دیدگاه دانش‌آموزان و با توجه به پاسخگویی به سوالات پرسشنامه در موقعیت‌های مکانی مختلف، متفاوت است. با توجه به پراکندگی داده‌های مرتبط با آسایش به ترتیب موقعیت‌های C1، B1 و A1 در مدرسه امام رضا (نوساز)، موقعیت های B2 و A2 در مدرسه نمازی در شهر شیراز و موقعیت‌های در مدرسه دانشگاه (نوساز) A3، B3 و C3 و موقعیت‌های A4و B4 در مدرسه شریعتی (قدیمی) دارای بیشترین آسایش حرارتی می باشند.

جدول ۲ پی‌ام‌و محاسبه شده در موقعیت‌های چهارده‌گانه

موقعیت مکانی	PMW
A۱	۰,۳٦
B۱	۰,۹٦
C۱	۰,۱۹
D۱	۱,۲
A۲	۰,٤٤
B۲	۰,۱٤
C۲	۱,۲٥
A۳	۰,۰۳
B۳	۰,۹۳
C۳	۱
D۳	۱,٤٦
A٤	۰,٦۳
B٤	۰,٥۳
C٤	۱,۳٦



شکل ۲ پی‌ام‌و موقعیت‌های ۱۴ گانه در مدارس شهر شیراز و زاهدان

در پرسشنامه سوالاتی مانند «چه میزان از بودن در این مکان راضی می باشید؟»،«در صورت رضایت دلیل رضایتمندی شما چیست؟»، «در صورت عدم رضایت دلیل نارضایتی شما چیست؟»، «چه میزان از بودن در این فضا در این زمان از روز راضی می‌باشید؟» مطرح شده است تا علاوه بر محاسبه آسایش حرارتی به روش پی‌ام‌و که پیش‌تر عنوان شد، میزان راحتی و آسایش دانش آموزان به صورت کلی از دیدگاه خودشان نیز سنجیده شود. براساس «جدول۳» بدون توجه به موقعیت قرارگیری، میزان آسایش مثبت و زیاد دانش‌آموزان حدود ۵۶ درصد است و حدود ۲۱ درصد ناراضی هستند (جدول۳).

جدول ۳ فراوانی احساس آسایش حرارتی در بین دانش‌آموزان

میزان آسایش	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی
عدم آسایش	۹	۲,۳	۲,۳
آسایش نسبی منفی	۷۴	۱۸,۵	۲۰,۸
خنثی	۹۵	۲۳,۸	۴۴,۵
آسایش نسبی مثبت	۱۸۲	۴۵,۵	۹۰
آسایش زیاد	۴۰	۱۰	۱۰۰
مجموع	۴۰۰	۱۰۰	

همچنین میزان آسایش حرارتی با توجه به موقعیت‌های مکانی مختلف طبق «جدول ۴» بیان شده است.

جدول ۴ آسایش حرارتی دانش‌آموزان در موقعیت‌های چهارده‌گانه بر اساس داده‌های پرسشنامه

موقعیت مکانی	میانگین آسایش حرارتی
A۱	۰,۴
B۱	۰,۴۵
C۱	۰,۲
D۱	۱,۴
A۲	۰,۷
B۲	۰,۶
C۲	۱,۶
A۳	۰,۵
B۳	۰,۹
C۳	۱
D۳	۱,۸
A٤	۰,۵
B٤	۰,۹
C٤	۱,۳

مقایسه نظرات دانش آموزان در مدارس

مقایسه دیدگاه دانش آموزان در دو مدرسه جدید و قدیم در شهر شیراز

به منظور مقایسه دیدگاه دانش آموزان در دو مدرسه جدید و قدیم در شهر شیراز و اثبات این فرضیه که دیدگاه دانش‌آموزان در دو مدرسه قدیمی و نوساز متفاوت می‌باشد؛ از آزمون T استفاده شد. با توجه به میانگین پاسخ‌های دانش‌آموزان در دو مدرسه به نظر می‌رسد که نظرات آنها متفاوت است. مقادیر T و احتمال نیز این موضوع را تایید می‌کنند (مقدار احتمال کمتر از مقدار پیش‌فرض ۰,۰۵ است و آزمون معنی‌دار است) (جدول۵).

جدول ۵ مقایسه دیدگاه دانش‌آموزان در دو مدرسه جدید و قدیم در شهر شیراز

مدرسه	قدمت	تعداد	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	آماره t	P value
امام رضا نمازی	نوساز	۱۰۰	۰,۷۱	۱,۱۶	۱۹۸	۲,۲۳	۰,۰۲۶
	قدیمی	۱۰۰	۰,۳۳	۱,۲۱			

مقایسه دیدگاه دانش آموزان درمدرسه جدید و قدیم در شهر زاهدان

به منظور مقایسه دیدگاه دانش‌آموزان در دو مدرسه جدید و قدیم در شهر زاهدان و اثبات این فرضیه که دیدگاه دانش‌آموزان در دو مدرسه قدیمی و نوساز متفاوت می‌باشد؛ از آزمون T استفاده شد. با توجه به میانگین پاسخ‌های دانش‌آموزان در دو مدرسه به نظر می‌رسد که نظرات آنها تاحدودی متفاوت است و میانگین رضایت دانش‌آموزان مدرسه قدیمی تقریبا بهتر است؛ اما برای اطمینان از آن باید به مقادیر T و احتمال توجه کرد. مقدار احتمال بیشتر از مقدار پیش‌فرض ۰,۰۵ است و این اختلاف را معنی‌دار نمی‌داند. بنابراین تفاوت در میزان آسایش حرارتی دانش‌آموزان دو مدرسه زاهدان تایید نمی‌شود (جدول۶).

جدول ۶ مقایسه دیدگاه دانش‌آموزان دردو مدرسه جدید و قدیم در شهر زاهدان

مدرسه	قدمت	تعداد	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	آماره t	P value
دانشگاه شریعتی	نوساز	۱۰۰	۰,۳۶	۱,۱۴	۱۹۸	-۱,۸۴	۰,۰۶۶
	قدیمی	۱۰۰	۰,۶۵	۱,۰۳			

بررسی دیدگاه دانش آموزان در دو شهر شیراز و زاهدان
به منظور بررسی دیدگاه دانش‌آموزان در دو شهر شیراز و زاهدان از آزمون T استفاده شد. با توجه به میانگین پاسخ‌های دانش‌آموزان در دو شهر به نظر می-رسد که تفاوتی بین نظرات آنها وجود ندارد. مقادیر T و احتمال نیز این موضوع را تایید می‌کنند (مقدار احتمال بیشتر از مقدار پیش‌فرض ۰,۰۵ است و آزمون معنی‌دار نیست) (جدول۷).

جدول ۷ بررسی دیدگاه دانش‌آموزان در دو شهر شیراز و زاهدان

شهر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	آماره t	P value
شیراز	۲۰۰	۰,۵۲۲	۱,۱۹	۳۹۸	۰,۱۳۱	۰,۸۹۶
زاهدان	۲۰۰	۰,۵۰۷	۱,۱۰			

تحلیل داده‌ها

تحلیل آسایش حرارتی موقعیت های ۱۴ گانه

با توجه به پی‌ام‌و محاسبه شده برای موقعیت‌های چهارده‌گانه در مدارس قدیمی و نوساز در دو شهر شیراز و زاهدان و مقایسه آن با دسته‌بندی اشری موقعیت‌های A1، B1 و C1 در مدرسه امام رضا، موقعیت‌های A2و B2 در مدرسه نمازی در شهر شیراز، موقعیت A3، B3 و C3 در مدرسه دانشگاه و موقعیت‌های A4 و B4 در مدرسه شریعتی زاهدان در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند. موقعیت D1 در مدرسه امام رضا و موقعیت C2 در مدرسه نمازی، موقعیت D3 در مدرسه دانشگاه و موقعیت C3 در مدرسه شریعتی از آسایش حرارتی برخوردار نمی‌باشند و در محدوده گرم قرار گرفته‌اند. با توجه به ویژگی-های تعریف شده برای هر یک از موقعیت‌ها بهترین موقعیت مکانی از میان موقعیت‌های چهارده‌گانه بیان شده موقعیت A3 در مدرسه دانشگاه شهر زاهدان می‌باشد که به شرایط آسایش نزدیک‌ترین حالت است. این موقعیت در همجواری حوض آب و در سایه می‌باشد. پس از موقعیت ذکر شده، موقعیت های B2 و A1 به ترتیب نزدیک‌ترین موقعیت‌ها محدوده آسایش حرارتی می-باشند. موقعیت B2 در مدرسه نمازی شیراز مربوط به فضای نیمه باز و رواق‌دار و دارای سایه است. موقعیت A1 در مدرسه امام رضا شیراز در کنار حوض آب فواره‌دار و در سایه می‌باشد.
با توجه به میانگین نظر دانش‌آموزان مبنی بر میزان آسایش حرارتی در موقعیت‌های مختلف در مدارس قدیمی و نوساز در دو شهر شیراز و زاهدان موقعیت‌های A1، B1 و C1 در مدرسه امام رضا، موقعیت‌های A2و B2 در مدرسه نمازی در شهر شیراز، موقعیت A3، B3 و C3 در مدرسه دانشگاه و موقعیت‌های A4 و B4 در مدرسه شریعتی زاهدان در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند. موقعیت D1 در مدرسه امام رضا و موقعیت C2 در مدرسه نمازی، موقعیت D3 در مدرسه دانشگاه و موقعیت C3 در مدرسه شریعتی از آسایش حرارتی برخوردار نمی‌باشند. بهترین موقعیت مکانی از میان موقعیت‌های چهارده‌گانه بیان شده موقعیت A1، B1، C1 در مدرسه امام رضا می‌باشد.

تحلیل ویژگی‌های محیطی و معماری موقعیت‌های چهارده‌گانه

با توجه به نتایج حاصل از آسایش حرارتی محاسبه شده و آسایش حرارتی از دیدگاه دانش‌آموزان موقعیت‌های A3، B4، A2، A1، C1، B2 و A4 بیشترین آسایش حرارتی را دارا هستند. با توجه به ویژگی‌های معماری و محیطی این موقعیت‌ها دانش‌آموزان شیرازی و زاهدانی نیاز به سایه در فضای باز را در راس اولویت‌بندی خود قرار دادند.
موقعیت C1 بیشترین مطلوبیت را از نظر آسایش حرارتی در میان دانش-آموزان مدرسه امام رضا دارا می‌باشد. این موقعیت فضایی نیمه باز و زیرزمینی می‌باشد. بر اساس داده‌های اقلیمی اندازه‌گیری شده این موقعیت از دمای کمتری نسبت به موقعیت‌های دیگر در همین مدرسه برخوردار است.
همچنین مساحت سایه در این موقعیت ۷۵ مترمربع و مساحت این فضای زیرزمینی ۱۰۵ مترمربع می‌باشد. فرو رفتن در دل زمین از دیرباز در معماری بناهای شیراز که در اقلیم گرم و خشک واقع شده مرسوم می‌باشد. اکثر بناهای سنتی در شهر شیراز دارای فضای زیرزمینی می‌باشند. با استفاده از این راهکار می‌توان آسایش حرارتی مطلوب‌تری برای کاربران در این شهر فراهم نمود.
موقعیت B2 در مدرسه نمازی شهر شیراز بیشترین مطلوبیت را از نظر آسایش حرارتی دارا می‌باشد. این

موقعیت فضای نیمه باز و مسقف و رواق مانندی است که در جلوی کلاس‌های درس که گرداگرد حیاط مدرسه می‌چرخد را فرا گرفته است. با توجه به کمبود پوشش گیاهی در این مدرسه و کمبود سایه درختان این فضای مسقف و سایه مناسب آن مکانی است که بیشترین آسایش حرارتی را از میان سایر موقعیت‌ها در فضای باز این مدرسه دارا است. متوسط ارتفاع درختان ۲,۵ متر می‌باشد.

موقعیت A3 در مدرسه دانشگاه در شهر زاهدان از نظر آسایش حرارتی موقعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر موقعیت‌ها دارد. این موقعیت در کنار حوض آب و در زیر سایه می‌باشد. به نظر می‌رسد به دلیل افزایش رطوبت، کاهش دما در اثر سرمایش تبخیری و ایجاد یک خرد اقلیم؛ این موقعیت از آسایش حرارتی مطلوبی برخوردار باشد. مساحت حوض آب ۴۵ متر مربع و مساحت سایه در این موقعیت ۴ مترمربع می‌باشد.

موقعیت B4 در مدرسه شریعتی زاهدان مطلوب‌ترین آسایش حرارتی را از دیدگاه دانش آموزان دارا بود. این موقعیت در فضای نیمه باز و مسقف می‌باشد. جنس مصالح جداره‌ها از آجر می‌باشد.

موقعیت‌های C2،D1 در مدارس شهر شیراز و موقعیت‌های D3 و C4 در شهر زاهدان از دیدگاه دانش‌آموزان دارای نامطلوب‌ترین وضعیت آسایش حرارتی می‌باشد.

در موقعیت D1 در مدرسه امام رضا (ع) دانش آموزان دلایل نارضایتی و عدم آسایش را عدم وجود آلاچیق (۴۰%)، دوری از فضای سبز (۳۲%) و نبودن سایه (۲۸%) عنوان کردند. بر اساس شواهد برداشت محیطی از نظر ارتباط این موقعیت با معماری و ویژگی‌های محیطی نبودن سایه و کف‌سازی از جنس آسفالت و دید به نمای سفید رنگ و خیرگی آزار دهنده نما می‌تواند از دلایل محیطی کاهش آسایش حرارتی کاربران باشد.

در موقعیت C2 در مدرسه نمازی شیراز دانش آموزان دلایل نارضایتی و عدم آسایش را نبودن سایه (۵۲%)، دوری از فضای سبز (۲۶%) و عدم وجود آلاچیق (۳۲%) عنوان کردند. با توجه به ویژگی‌های فضای باز این مدرسه در این موقعیت عواملی پوشش گیاهی کم در حیاط مدرسه (تنها ۱۰% از مساحت مدرسه) و جنس کفسازی (آسفالت) عنوان نمود.

در موقعیت D3در مدرسه دانشگاه زاهدان، دانش‌آموزان دلایل نارضایتی خود را، نبودن سایه (۵۲%)، نداشتن فضای زیرزمینی (۱۶%) و عدم وجود آلاچیق (۳۲%) بیان کردند. به نظر می‌رسد کمبود سایه در فضای مدرسه یکی ازدلایل مهم نارضایتی باشد. موقعیت قرارگیری این مدرسه به گونه‌ای است که در همجواری خود بنایی به عنوان همسایگی ندارد و در نتیجه هیچ سایه‌ای از بنا در فضای این مدرسه ایجاد نمی‌شود. با وجود سطح پوشش گیاهی مناسب در این مدرسه به دلیل نوع پوشش گیاهی که کاج سورنی می‌باشد، مساحت سایه ایجاد شده در فضا اندک می‌باشد.

در موقعیت C4 در مدرسه شریعتی زاهدان دانش‌آموزان، نبودن سایه (۸۶%)، دوری از فضای سبز (۶%)، عدم وجود آلاچیق (۴%) و نداشتن فضای زیرزمینی (۴%) را به عنوان عوامل ایجاد کننده نارضایتی اعلام نمودند. وجود پوشش گیاهی اندک (۵%) در فضای باز این مدرسه و نبود عوامل ایجاد کننده سایه بر اساس مشاهدات محققان از عوامل ایجادکننده نارضایتی و عدم آسایش در محیط است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی آسایش حرارتی در فضای باز مدارس در دو شهر شیراز و زاهدان با پرداخته شد. در هر شهر دو مدرسه نوساز و قدیمی انتخاب شد و موقعیت‌های چهارده‌گانه با ویژگی‌های متفاوت در فضای باز مدارس انتخاب شد. داده‌های اقلیمی مورد نیاز به صورت میدانی توسط دماسنج، رطوبت‌سنج و بادسنج گردآوری شد. میزان رضایت دانش‌آموزان توسط پرسشنامه محقق ساخته گردآوری و با استفاده از نرم افزار اس‌پی‌اس‌اس تحلیل شد.

آسایش حرارتی از دیدگاه دانش‌آموزان موقعیت‌های A3، B2، C1، A1، A2، B4 و A4 بیشترین آسایش حرارتی را دارا هستند. با توجه به ویژگی-های معماری و محیطی این موقعیت‌ها دانش آموزان شیرازی و زاهدانی نیاز به سایه در فضای باز را در راس اولویت‌بندی خود قرار دادند. همچنین موقعیت های C2، D1 در مدارس شهر شیراز و موقعیت‌های D3 و C4 در شهر زاهدان از دیدگاه دانش‌آموزان دارای نامطلوب‌ترین وضعیت

آسایش حرارتی می‌باشد. با محاسبه پی‌ام‌و و مقایسه آن با استاندارد اشری موقعیت‌های ۴، A3، A1، C1،B1، C3، B4،B3 ، B2، A2 در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند و موقعیت‌های C2، D1، C4 و D3 در محدوده گرم قرار دارند.

مقایسه رضایتمندی دانش آموزان و مقیاس سنجش پی‌ام‌و نشان از تطبیق این داده‌ها است. بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش مدارس انتخاب شده در شهر شیراز و زاهدان عواملی چون سایه اندازی، وجود پوشش گیاهی، وجود حوض آب به همراه فواره، فضاهای نیمه باز و رواق مانند و فضای گودال باغچه نیمه مسقف از عوامل تاثیر گذار بر آسایش حرارتی فضای باز مدارس می‌باشد.

مراجع

[1] A. S. ASHRAE, Standard 55-2013, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 2013.

[2] E. Mayer, Objective criteria for thermal comfort, Building and environment, Vol. 28, No. 4, pp. 399-403, 1993.

[3] P. Fanger, Thermal Comfort New York, McGraw-Hill, 1972.

[4] Z. S. Zomorodian, M. Tahsildoost, M. Hafezi, Thermal comfort in educational buildings: A review article, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 59, pp. 895-906, 2016.

[5] J. Spagnolo, R. De Dear, A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia, Building and environment, Vol. 38, No. 5, pp. 721-738, 2003.

[6] T. Honjo, Thermal comfort in outdoor environment, Global environmental research, Vol. 13, No. 2009, pp. 43-47, 2009.

[7] S. Barbhuiya, S. Barbhuiya, Thermal comfort and energy consumption in a UK educational building, Building and Environment, Vol. 68, pp. 1-11, 2013.

[8] A. Auliciems, Thermal requirements of secondary schoolchildren in winter, Journal of Hygiene, Vol. 67, No. 01, pp. 59-65, 1969.

[9] I. Hussein, M. H. A. Rahman, Field study on thermal comfort in Malaysia, European Journal of Scientific Research, Vol. 37, No. 1, pp. 127-145, 2009.

[10] R.-L. Hwang, T.-P. Lin, C.-P. Chen, N.-J. Kuo, Investigating the adaptive model of thermal comfort for naturally ventilated school buildings in Taiwan, International journal of biometeorology, Vol. 53, No. 2, pp. 189-200, 2009.

[11] S. ter Mors, J. L. Hensen, M. G. Loomans, A. C. Boerstra, Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: Creating and validating PMV-based comfort charts, Building and Environment, Vol. 46, No. 12, pp. 2454-2461, 2011.

[12] D. Teli, P. A. James, M. F. Jentsch, Thermal comfort in naturally ventilated primary school classrooms, Building Research & Information, Vol. 41, No. 3, pp. 301-316, 2013.

[13] D. Teli, M. F. Jentsch, P. A. James, Naturally ventilated classrooms: An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children, Energy and Buildings, Vol. 53, pp. 166-182, 2012.

[14] D. Teli, M. F. Jentsch, P. A. James, The role of a building›s thermal properties on pupils›

thermal comfort in junior school classrooms as determined in field studies, Building and Environment, Vol. 82, pp. 640-654, 2014.
[15] V. De Giuli, R. Zecchin, L. Corain, L. Salmaso, Measured and perceived environmental comfort: field monitoring in an Italian school, Applied ergonomics, Vol. 45, No. 4, pp. 1035-1047, 2014.
[16] S. P. Corgnati, R. Ansaldi, M. Filippi, Thermal comfort in Italian classrooms under free running conditions during mid seasons: assessment through objective and subjective approaches, Building and Environment, Vol. 44, No. 4, pp. 785-792, 2009.
[17] S. P. Corgnati, M. Filippi, S. Viazzo, Perception of the thermal environment in high school and university classrooms: Subjective preferences and thermal comfort, Building and environment, Vol. 42, No. 2, pp. 951-959, 2007.
[18] L. D. Pereira, D. Raimondo, S. P. Corgnati, M. G. da Silva, Assessment of indoor air quality and thermal comfort in Portuguese secondary classrooms: methodology and results, Building and Environment, Vol. 81, pp. 69-80, 2014.
[19] H. Wigö, Effects of Intermittent Air Velocity on Thermal and Draught Perception–A Field Study in a School Environment, International Journal of Ventilation, Vol. 12, No. 3, pp. 249-256, 2013.
[20] F. R. d. A. Alfano, E. Ianniello, B. I. Palella, PMV–PPD and acceptability in naturally ventilated schools, Building and Environment, Vol. 67, pp. 129-137, 2013.
[21] A. Montazami, F. Nicol, Overheating in schools: comparing existing and new guidelines, Building research & information, Vol. 41, No. 3, pp. 317-329, 2013.
[22] H.-H. Liang, T.-P. Lin, R.-L. Hwang, Linking occupants' thermal perception and building thermal performance in naturally ventilated school buildings, Applied Energy, Vol. 94, pp. 355-363, 2012.
[23] M. Katafygiotou, D. Serghides, Indoor comfort and energy performance of buildings in relation to occupants› satisfaction: investigation in secondary schools of Cyprus, Advances in Building Energy Research, Vol. 8, No. 2, pp. 216-240, 2014.
[24] W. Zeiler, G. Boxem, Effects of thermal activated building systems in schools on thermal comfort in winter, Building and Environment, Vol. 44, No. 11, pp. 2308-2317, 2009.
[25] R. F. Rupp, N. G. Vásquez, R. Lamberts, A review of human thermal comfort in the built environment, Energy and Buildings, Vol. 105, pp. 178-205, 2015.
[26] T. Xi, Q. Li, A. Mochida, Q. Meng, Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas, Building and Environment, Vol. 52, pp. 162-170, 2012.
[27] F. Rubel, M. Kottek, Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification, Meteorologische Zeitschrift, Vol. 19, No. 2, pp. 135-141, 2010.
[28] P. ISO, 7730 Ergonomics of the thermal environment, Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, 2005.

آترین

آترین تحولی نوین

سیستم هوشمند گرمایش ساختمان
Smart Building Heating System

رادیاتورهای هوشمند
قرنیزی، شیشه ای و دکوراتیو

- کاهش ۳۰ درصدی مصرف انرژی
- حفظ دمای محیط در دمای آسایش یا دمای دلخواه
- امکان تعریف دماهای متفاوت برای فضاهای مختلف
- کاهش چشمگیر استهلاک تاسیسات ساختمان
- امکان اتصال به اینترنت و کنترل از طریق wifi
- امکان اتصال به BMS کل ساختمان
- امکان شخصی سازی عنوان ها، منوها و تعریف سناریوهای خاص
- امکان ایجاد ارتباط بین اجزا از طریق سیم و حتی به طور وایرلس (بدون سیم)

4152 8000

atrin_radiator www.atrin.co atrin_radiator

آدرس دفتر مرکزی: تهران، ولنجک میدان دانشگاه، اول خیابان کچویی

پلاک ۱۳۹، واحد ۳

مقایسه تطبیقی معیارهای ارزیابی سرفصل انرژی در سامانه‌های رتبه‌بندی ساختمان‌ها؛ LEED، CASBEE، BREEAM و HQE.

آیدا مهربان (دکتری معماری، مربی دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه خیام مشهد)
سید مجید مفیدی شمیرانی (استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران)
آیدا مهربان (دکتری معماری، مربی دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه خیام مشهد)

چکیده

سامانه‌های سنجش پایداری نقش موثری در ارزیابی و کنترل تاثیرات محیطی ساختمان‌ها، ایفا می‌نمایند. فلسفه وجودی این سامانه‌ها و اهداف آنها در راستای حفظ منابع و کاهش مصرف انرژی، اهمیت و جایگاه سنجش انرژی را در سامانه‌های رتبه‌بندی نمایان می‌سازد. این پژوهش قصد دارد با بررسی جایگاه انرژی در میان چهار سامانه معتبر BREEAM، LEED، CASBEE و HQE و شناخت معیارهای ارزیابی آن، رویکرد و نگرش اصلی سامانه‌ها را در سنجش مباحث مرتبط با انرژی بازشناسی نماید. یافته‌ها حاکی از آن است که سرفصل انرژی مهم‌ترین سرفصل ارزیابی چهار سامانه بوده و در این میان LEED بالاترین ضریب وزنی را در این موضوع به خود اختصاص داده است. وجود رابطه‌ای معنادار و پیوند مستحکم میان ضریب تخصیصی این سرفصل با میزان مصرف بالای انرژی در ایالات متحده، نقش و تاثیر عوامل منطقه‌ای را در فرآیند توزین معیارها نشان می‌دهد. بررسی معیارهای ارزیابی این سرفصل حاکی از آن است که، عمده توجه چهار سامانه، بر بهره‌گیری از سیستم‌های پیشرفته و تجهیزات بهینه استوار شده است. و راهکارهای ایستا و ارتقا قابلیت‌های فنی ساختمان در کنترل مصرف انرژی که از ابتدای فرایند طراحی می‌بایست مدنظر قرارگیرد، از تعداد معیار کمتر و ضریب وزنی بسیار پایین‌تری برخوردار است.

کلمات کلیدی: انرژی، سامانه ارزیابی ساختمان، معیارهای ارزیابی، ضرایب وزنی.

* AYDA.MEHRABAN@GMAIL.COM **S_M_MOFIDI@IUST.AC.IR
*** SAEED@IAMARCHITECT.IR

مقدمه

سهم عمده ساختمان‌ها در مصرف انرژی و تولید گازهای گلخانه‌ای، زمینه‌ساز ایجاد سامانه‌هایی گردیده که با ارزیابی عملکرد بناها، سعی در کاهش تاثیرات محیطی آنها دارند. مانند سامانه‌های CASBEE، BREEAM، LEED که با سنجش متغیرهای ساختمان، رتبه‌بندی آنها و اعطای گواهی‌نامه معتبر، سهم موثری در کنترل مخاطرات محیطی ایفا نموده‌اند. فلسفه وجودی سامانه‌ها و اهداف آنها در راستای حفظ منابع و کاهش مصرف انرژی، اهمیت و جایگاه سنجش انرژی را در سامانه‌های رتبه‌بندی نمایان می‌سازد. به‌گونه‌ای که انرژی اصل‌ترین سرفصل سامانه‌ها به شمار رفته و دیگر سرفصل‌های ارزیابی نیز مرتبط و متاثر از آن می‌باشند. در این مقاله از میان سامانه‌های موجود، چهار سامانه اصلی و برجسته ارزیابی پایداری ساختمان شامل BREEAM (بریتانیا)، LEED (آمریکا)، CASBEE (ژاپن)، و HQE (فرانسه) انتخاب شده‌اند. میزان فراگیری سامانه، پوشش دادن کلیه مراحل چرخه حیات در ارزیابی، برخورداری از روش ارزیابی جامع و منحصربه‌فرد و غیراقتباسی بودن سامانه، شاخص‌های اصلی انتخاب سامانه‌های فوق بوده‌اند[1]. در این مقاله پس از معرفی اجمالی سامانه‌ها و معرفی معیارهای سنجش سرفصل انرژی آنها، جایگاه انرژی در میان سامانه‌ها تبیین می‌گردد. پس از آن میزان رابطه و پیوند سرفصل انرژی و ضریب وزنی آن با شرایط بستر از منظر میزان مصرف انرژی، با استفاده از تحلیل همبستگی آماری و رگرسیون خطی مورد بررسی قرار می‌گیرد. جهت مقایسه معیارهای ارزیابی انرژی چارچوبی متشکل از چهار بخش الف) بهینه‌سازی مصرف انرژی ب) پایش مصرف، پ) تولید انرژی تجدیدپذیر و ت)کاهش تصاعدات گازهای گلخانه‌ای، ارائه می‌شود. این ساختار که امکان مقایسه معیارها را فراهم می‌آورد، نقاط مورد تاکید هر سامانه و در نهایت رویکرد و نگرش اصلی آن را در ارزیابی بازمی‌نمایاند.

۱- معرفی اجمالی سامانه‌ها و معرفی معیارهای سنجش سرفصل انرژی

در این بخش چهار سامانه BREEAM، LEED، CASBEE، و HQE به‌طور خلاصه معرفی شده و کلیاتی در خصوص جایگاه سرفصل انرژی در سامانه و معیارهای سنجش آن ارائه می‌گردد؛ شایان ذکر است در این مقاله، نسخه ارزیابی ساختمان‌های جدیدالاحداث و غیرمسکونی سامانه‌ها ملاک عمل قرار گرفته است.

BREEAM- سرواژه‌ی عبارت BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD به معنای روش ارزیابی محیطی موسسه تحقیقات ساختمان، اولین سامانه ارزیابی است که در سال ۱۹۹۰، توسط بنیاد پژوهش‌های ساختمان (BRE) در کشور بریتانیا تدوین گردید. این سامانه، دارای طولانی‌ترین پیشینه در جهان است و الگو و مرجعی برای تدوین سامانه در دیگر کشورها قلمداد می‌گردد. ساختار سلسله‌مراتبی ارزیابی ساختمان‌های آن متشکل از ۱۰ سرفصل مدیریت، سلامتی و رفاه، انرژی، حمل‌ونقل، آب، مصالح، پس‌ماند، بوم‌شناسی و استفاده از زمین، آلودگی و نوآوری است [۱]. دو سرفصل انرژی و سلامتی و رفاه با ضریب وزنی ۱۵٪ به‌طور مساوی اولویت‌های اول این سامانه می‌باشند.[2] این سرفصل دارای ۹ معیار ارزیابی با عناوین ذیل می‌باشد: کاهش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن، پایش انرژی، نورپردازی خارجی، طراحی کم‌کربن، سیستم‌های تبریدی با انرژی بهینه، سیستم‌های آمدوشد با انرژی بهینه، سیستم‌های آزمایشگاهی با انرژی بهینه، تجهیزات با انرژی بهینه، فضای خشک‌کننده. از این میان برای دو معیار اول، استاندارد حداقلی تعریف شده که رعایت آن معیارها، جهت دریافت امتیاز سرفصل الزامی می‌باشد[۲].

LEED - سرواژه‌ی عبارت LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN به‌معنای مدیریت انرژی و طراحی محیطی است. این سامانه‌ی اختیاری توسط شورای ساختمان سبز آمریکا در سال۱۹۹۸ بنیان گردیده و با حوزه نفوذ گسترده در اکثر کشورها به عنوان فراگیرترین سامانه در سطح جهان شناخته شده است. ساختار سلسله‌مراتبی ارزیابی ساختمان‌های آن متشکل از ۹

۱- سامانه DGNB نیز اصیل و غیراقتباسی است، اما به سبب برخورداری از ساختار متفاوت و نبود سرفصل مجزایی با عنوان انرژی، از فرایند مقایسه خارج شده است.

- مبتنی بر معیارهای کامل سنجش ساختمان (پوسته و هسته و تجهیزات)

سرفصل فرآیندهای یکپارچه، موقعیت و حمل‌ونقل، مصالح و منابع، بهره‌وری آب، انرژی و جو، ساخت‌گاه‌های پایدار، کیفیت محیطی داخلی، نوآوری و اولویت‌های منطقه‌ای است[۳]. سرفصل انرژی و سلامتی و رفاه با ضریب وزنی ۳۳٪ و با اختلاف زیاد نسبت به دیگر سرفص‌ها اولویت اول این سامانه به شمار می‌رود. این سرفصل دارای ۱۱ معیار ارزیابی با عناوین ذیل می‌باشد: راه‌اندازی اساسی و ارزیابی، کارایی با کمینه انرژی، اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی ساختمان، مدیریت بنیادی خنک‌کننده‌ها، راه‌اندازی پیشرفته، بهینه‌سازی عملکرد انرژی، اندازه‌گیری پیشرفته انرژی، پاسخ به تقاضا، تولید انرژی تجدیدپذیر، مدیریت پیشرفته خنک‌کننده‌ها، انرژی سبز و کربن‌زدایی. چهار معیار اول پیش‌نیاز بوده، فاقد نمره می باشند و شرط لازم جهت دریافت امتیاز این سرفصل به شمار می‌آیند [۴].

CASBEE - سرواژه‌ی عبارت THE COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY به معنای سامانه ارزیابی جامع بهره‌وری زیست‌محیطی ساختمان است. این سامانه که امکان ارزیابی ظرفیت لرزه‌ای، دوام، اطمینان‌پذیری و راحتی ساختمان‌ها را به‌عنوان یک سیاست مهم ملی فراهم می‌کند، با نگاه توجه به مسائل مختص به ژاپن و آسیا در سال ۲۰۰۱ تدوین شد و در سال ۲۰۰۴ شورای ساختمان سبز (JAGBC)و کنسرسیوم ساختمان پایدار ژاپن (JSBC) آن را انتشار داد. CASBEE دارای دو سرفصل کلان Q و L است، Q (کیفیت) که نشان‌گر کیفیت محیط ساخته‌شده است، بهبود تسهیلات زندگی برای کاربران ساختمان را در فضای محصور فرضی (مالکیت خصوصی) ارزیابی می‌کند و L (بار) نماینده بار محیط ساخته‌شده، جنبه‌های منفی تاثیرات زیست‌محیطی را، فراتر و بیرون از فضای محصور فرضی (مالکیت عمومی) می‌سنجد. از هم‌نهشت این دو عامل، بهره‌وری محیطی ساختمان (BEE) به دست می‌آید که حاصل تقسیم کیفیت بر بار است. سرفصل کیفیت دربرگیرنده‌ی سه آیتم اصلی به نام محیط داخلی(Q1) ، کیفیت خدمات (Q2)، محیط خارجی داخل سایت(Q3) و سرفصل بار نیز شامل سه آیتم اصلی انرژی (LR1) مصالح و منابع(LR2) و محیط خارج از سایت (LR3) است [۵]. دو سرفصل انرژی و محیط داخلی به‌طور مساوی اولویت‌های اول این سامانه می‌باشند.[۳] سرفصل انرژی در این سامانه دارای ۴ معیار ارزیابی با عناوین ذیل می‌باشد: کنترل بار حرارتی پوسته خارجی ساختمان، استفاده از انرژی طبیعی، بهره‌وری سیستم‌های خدماتی ساختمان، و بهره‌برداری کارآمد (شامل پایش و سیستم مدیریت و بهره‌برداری) [۶].

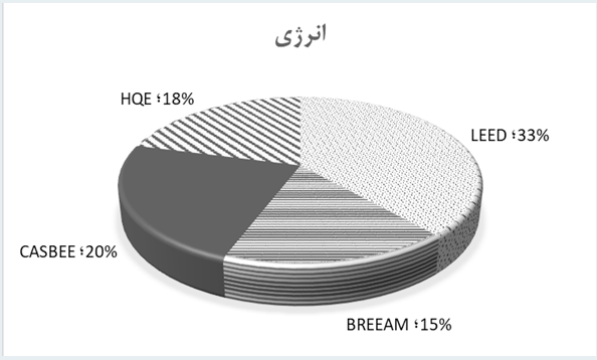
HQE - سرواژه‌ی عبارت فرانسوی HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE به‌معنای کیفیت محیطی بالا، در سال ۱۹۹۶ در فرانسه بنیان گذاشته شد. در این سامانه ارزیابی ساختمان‌های غیرمسکونی و مناطق شهری؛ توسط طرح CERTIVÉA صورت می‌گیرد. در این سامانه ارزیابی در قالب چهار سرفصل محیط، انرژی، رفاه و سلامتی، که در قالب اهداف ۱۴گانه سازمان یافته و دارای نسبت مساوی می‌باشند، صورت می‌گیرد[۷]. سرفصل‌ها محیط دارای شش هدف سایت، اجزا، کارگاه، آب، پس‌ماند و نگه‌داری بوده، در سرفصل انرژی تنها یک هدف با همین عنوان (انرژی) گنجانده شده، سرفصل رفاه متشکل از چهار هدف آسایش حرارتی، صوتی، بصری و بویایی و سرفصل سلامتی دارای سه هدف کیفت بهداشتی فضا، هوا و آب می‌باشد. در میان اهداف ۱۴گانه، هدف چهارم-انرژی- با اختلاف زیاد نسبت به سایر اهداف، در بالاترین رده قرار دارد[۸].[۴]

۳- CASBEE پس از محاسبه نسبت Q (کیفیت) به L (بار) BEE (بهره‌وری انرژی) را محاسبه می‌کند. در اینجا باتوجه به تخصیص ضرایب، حداکثر نمره هر معیار در ضریب وزنی سرفصل آن معیار ضرب شده و مبنای سنجش قرارگرفته است.

۴- سامانه HQE ساختاری کاملا متفاوت، با دیگر سامانه‌ها دارد. بدین‌معنی که پس از نمره‌دهی معیارها سطح هر هدف به‌طور مجزا براساس سطوح مقدماتی (P)، کارا (P) و بسیار کارا (HP) تعیین می‌گردد و از محاسبه مجموع نمرات خاص هر سطح، تعداد ستاره‌های دریافتی تبیین می‌گردد. از آنجا که ارزش‌گذاری نهایی در سامانه HQE ، از طریق اعطای ستاره به سرفصل‌های اصلی صورت می‌گیرد، لذا با وجود آنکه در این سامانه صحبتی از ضرایب و وزن‌دهی به میان نیامده است، اما تعداد ستاره‌های تخصیصی به هر سرفصل، به‌نوعی نمایان‌گر اهمیت و وزن اهداف و سرفصل‌ها می‌باشد. در این سامانه به هر کدام از چهار سرفصل، چهار ستاره (درمجموع ۱۶ ستاره) تعلق می‌گیرد. علی‌رغم تخصیص ستاره‌های مساوی به هر سرفصل، اما از آنجا که تعداد اهداف موجود در هر سرفصل مساوی نیست، ، لذا وزن و ضریب وزنی هر هدف از تقسیم تعداد ستارگان تخصیصی بر تعداد اهداف موجود در هر سرفصل قابل محاسبه است. بدین‌معنی که ضریب وزنی۶ هدف موجود در سرفصل محیط معادل با ۰.۶۶ محاسبه می‌گردد. (از حاصل تقسیم ۴ بر ۶) به‌همین منوال در سرفصل رفاه که دارای ۴ هدف است، ضریب وزنی هر هدف۱ (حاصل تقسیم ۴ستاره به ۴ هدف)، در سرفصل سلامتی که دارای ۳ هدف است، ضریب وزنی هرهدف ۱.۳۳ (حاصل تقسیم ۴ستاره به ۳ هدف) و در سرفصل انرژی، با یک هدف، ضریب وزنی آن معادل۴ (حاصل تقسیم ۴ستاره به ۱ هدف)، برآورد می‌گردد. و در نتیجه امتیاز هر معیار برمبنای اعمال این ضرایب بر حداکثر نمرات تخصیصی آن، محاسبه گشته است.

۲- رابطه سرفصل انرژی با شاخص‌های منطقه‌ای بستر سامانه

با وجود آنکه در تمامی سامانه‌های مورد بررسی، سرفصل انرژی بالاترین اولویت هر سامانه را به خود اختصاص داده است، اما در میان چهار سامانه مورد بررسی، LEED با ۳۳٪ بیشترین نسبت و BREEAM با ۱۵٪ کمترین سهم وزنی معیارهای این سرفصل را به خود اختصاص داده است. تصویر ۱ سهم و نسبت این معیار را در میان چهار سامانه مورد بررسی مشخص می‌سازد. اهمیت زیاد این سرفصل در سامانه LEED نه‌تنها نشات‌گرفته از نیازها و الزامات برخاسته از شرایط منطقه‌ای است، که علاوه بر آن جهت و رویکرد آن را در بهینه‌سازی مصرف انرژی، نمایان می سازد. از سوی دیگر در سامانه LEED معیارهای مرتبط با کنترل آلاینده‌ها و مبردها در سرفصل انرژی گنجانده شده‌اند، در حالی‌که در دو سامانه BREEAM وCASBEE این مباحث به‌ترتیب در ذیل دو سرفصل آلودگی و بارهای محیطی لحاظ گشته‌اند. و یا معیار پایش مصرف انرژی در HQE در سرفصل دیگری با عنوان نگه‌داری طبقه‌بندی شده است. لذا تجمیع کلیه معیارهای مرتبط با انرژی در سرفصل انرژی LEED از یک‌سو وهمچنین توزیع معیارها و سرشکن‌شدن ضرایب آنها در دیگر سرفصل‌های غیرانرژی در دیگر سامانه‌ها، تا حدودی این اختلاف فاحش را توجیه می‌کند. هرچند بالا بودن میزان مصرف انرژی در ایالات متحده و تفاوت چشم‌گیر این مقدار با دیگر کشورهای مورد بررسی، ضرورت و اهمیت توجه به این مقوله در سامانه LEED را خاطر نشان می‌سازد (جدول۱)



شکل ۱: مقایسه نسبت وزنی سرفصل انرژی، در میان سامانه‌های مورد بررسی

در این پژوهش، سنجش اولویت‌های منطقه‌ای اثرگذار بر سرفصل انرژی، توسط شاخص مرتبط با مصرف انرژی، تحت‌عنوان سرانه مصرف انرژی (کیلوگرم معادل نفت به ازای هرنفر-در سال ۲۰۱۲) ، که از بانک داده‌های جهانی اخذ شده‌است، صورت گرفته است [۹].

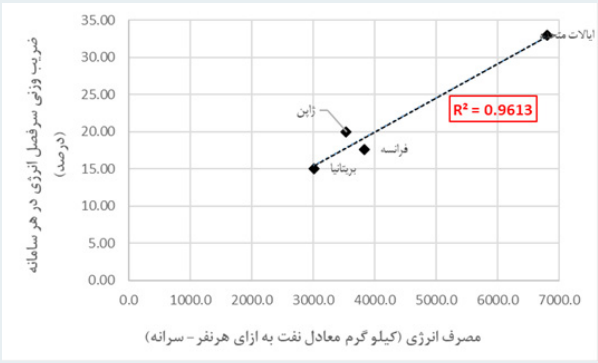
در جدول ۱ داده‌های مربوط به این شاخص، به‌تفکیک کشورهای دارنده سامانه، به همراه ضریب وزنی سرفصل انرژی ارائه شده است. مصرف بسیار بالای انرژی در ایالات متحده، از وجود رابطه‌ای مستقیم و معنی‌دار میان شاخص مصرف انرژی این کشور با ضریب وزنی تخصیص‌یافته به سرفصل انرژی در سامانه LEED حکایت دارد.

جدول ۱: میزان مصرف انرژی در کشورها، متناظر با ضریب وزنی سرفصل انرژی هر سامانه

	ایالات متحده	بریتانیا	ژاپن	فرانسه
سرانه مصرف انرژی (کیلوگرم معادل نفت به ازای هرنفر)	۶۸۱۵	۳۰۱۸	۳۵۴۶	۳۸۴۴
سامانه‌های هر کشور	LEED	BREEAM	CASBEE	HQE
ضریب وزنی سرفصل انرژی هر سامانه	۳۳٪	۱۵٪	۲۰٪	۱۷,۶٪

تصویر ۲، رابطه همبستگی مابین شاخص سرانه مصرف انرژی (کیلوگرم معادل نفت به ازای هرنفر) و ضریب وزنی این سرفصل را در سامانه‌های مورد ارزیابی، به نمایش می‌گذارد. میزان همبستگی بالای بین این دو داده، که معادل با ۰,۹۶ محاسبه شده، نمایان‌گر رابطه‌ای معنادار مابین این شاخص و ضریب وزنی سرفصل انرژی می‌باشد. و تاثیرگذاری شاخص میزان مصرف انرژی را در فرایند توزیع وزنی این سرفصل نمایان می‌سازد. بدین‌معنی که در سامانه کشورهای دارای مصارف بالای انرژی- مانند ایالات متحده- ضریب وزنی بیشتری به این سرفصل تخصیص یافته است.

۵- دراین مقاله بررسی صرفا منحصر به سرفصل انرژی سامانه‌ها می باشد و در نوشتار دیگری مقایسه کلیه سرفصل‌ها با یکدیگر انجام شده است



شکل۲: رابطه شاخص مصرف انرژی با ضریب وزنی این سرفصل در میان چهار سامانه مورد بررسی

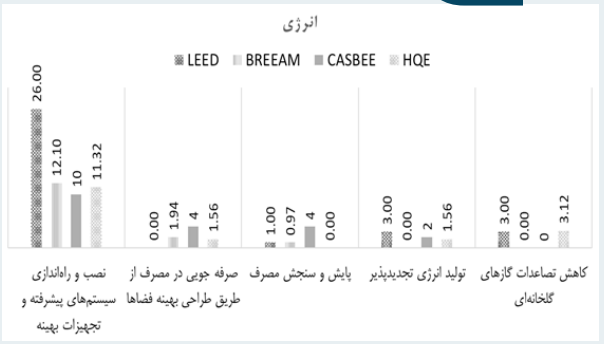
۳- مقایسه تطبیقی معیارهای ارزیابی سرفصل انرژی

جهت امکان مقایسه معیارها، مبتنی بر مطالعه دقیق معیارهای سرفصل انرژی سامانه‌ها، ساختاری مطابق با جدول ۲ ارائه شده است. مطابق با این چهارچوب، معیارهای انرژی در چهار دسته کلی الف)بهینه‌سازی مصرف انرژی (شامل دو گروه)، ب)پایش و سنجش مصرف، پ)تولید انرژی تجدیدپذیر و ت)کاهش تصاعدات گازهای گلخانه‌ای، طبقه‌بندی شده است. پس از بررسی دقیق معیارها و طبقه‌بندی آن در قالب پیشنهادی زیر، نسبت وزنی و اولویت‌های معیاری هر سامانه مشخص شده است.

جدول۲: ساختار مقایسه معیارهای سرفصل انرژی (ماخذ: نگارندگان)

الف- بهینه‌سازی مصرف انرژی	۱- راه‌اندازی تجهیزات بهینه در جهت کاهش مصرف انرژی و پاسخ به تقاضا
	۲- صرفه‌جویی در مصرف از طریق طراحی بهینه فضاها و ارتقا قابلیت‌های فنی ساختمان
ب- پایش و سنجش مصرف انرژی	
پ- تولید انرژی تجدیدپذیر	
ت- کاهش تصاعدات گازهای گلخانه‌ای	

تصویر۳ نحوه توزین و ضرایب متعلق به معیارهای هر سامانه را نشان می‌دهد. عمده توجه و تاکید چهار سامانه، بر بهره‌گیری از سیستم‌های پیشرفته و تجهیزات بهینه استوار شده است. در سامانه BREEAM بهینه‌سازی مصرف انرژی به تفکیک سیستم‌های آمدوشد اعم از پله‌های برقی و آسانسورها، سیستم‌های تبریدی و تجهیزات آزمایشگاهی قید شده است. و HQE تنها سامانه‌ایست که بر کاهش مصرف تجهیزات الکترومکانیکی تاکید می‌نماید. متکی‌بودن عمده معیارهای سرفصل انرژی در سامانه LEED بر نصب و راه‌اندازی سیستم‌های پیشرفته و تجهیزات بهینه، تاکید زیاد آن به راه‌حل‌های تکنیکی و عمدتا تاسیساتی را در راستای امکان‌پذیری کنترل مصرف انرژی بیان می‌کند. نبود معیارهایی چون بهره‌گیری از روش‌های طراحی ایستا جهت دست‌یابی به بهره‌وری انرژی در فهرست معیارهای این سامانه بر تکنولوژی‌محور بودن LEED صحه می‌گذارد. سامانه HQE نسبت به دیگر سامانه‌ها توجه بیشتری به صرفه‌جویی در مصرف انرژی با طراحی جزییات معماری و طراحی بهینه فضاها دارد و حتا در فهرست معیاری آن، زیرهدف کاهش مصرف انرژی از طریق طراحی معمارانه قید شده است؛ اما به‌علت پیش‌نیاز بودن معیار ارتقا توانایی‌های ساختمان به‌منظور کاهش تقاضای انرژی و تخصیص ندادن نمره، درصد وزنی آن در محاسبات لحاظ نشده و تنها معیار ارتقا قابلیت نفوذناپذیری هوا از جداره خارجی ساختمان در این برآورد محاسبه شده است. CASBEE نیز با ارائه معیاری تحت عنوان کنترل بار حرارتی پوسته خارجی ساختمان، بر اهمیت نقش پوسته‌ها در پیش‌گیری از هدررفت انرژی تاکید می‌نماید. BREEAM نیز طراحی ایستا و بهره‌گیری از کربن صفر را درجهت کاهش تقاضای انرژی مد نظر قرار داده است. این سامانه با تعبیه معیاری با عنوان فضای خشک‌کن ایجاد فضاهایی تجهیزشده و ایمن (داخلی یا خارجی) را برای خشک‌کردن لباس‌ها و به تبع آن کاهش مصرف انرژی پیشنهاد می‌نماید. کلیه سامانه‌ها به‌جز BREEAM، مقوله تولید انرژی تجدیدپذیر را در رئوس معیارهای ارزیابی خود قرار داده‌اند. از آنجا که در CASBEE مباحث تعمیر و نگهداری، حفظ کارکرد بنا و ارتقا قابلیت سرویس‌دهی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده، لذا بالاترین ضریب وزنی را در معیارهای مرتبط با پایش و سنجش مصرف انرژی، در مقایسه با دیگر سامانه‌ها، به خود اختصاص داده‌است. با توجه به وجود معیارهای مرتبط با پایش انرژی در سرفصل دیگری از سامانه HQE (هدف ۷- نگهداری و ماندگاری عملکردهای محیطی)، در این سرفصل ضریب وزنی آن لحاظ نشده است. همان‌گونه که اشاره گردید این موضوع در خصوص موضوعات مرتبط با کاهش تصاعدات گلخانه‌ای دو سامانه BREEAM و CASBEE نیز صدق می‌کند.



شکل۳: مقایسه نسبت وزنی سرفصل انرژی، در میان سامانه‌های مورد بررسی، به‌تفکیک معیارهای ارزیابی

-نتیجه‌گیری

با عنایت به هدف مشترک تمام سامانه‌های رتبه‌بندی محیطی که سعی در کاهش مصرف منابع و کنترل انتشار آلاینده‌ها و مخاطرات ناشی از تغییر اقلیم دارند، مقوله انرژی اهمیت فراوانی یافته است. مبتنی بر یافته‌های این پژوهش سرفصل انرژی مهم‌ترین سرفصل ارزیابی چهار سامانه فراگیر و باسابقه، BREEAM، LEED، CASBEE و HQE می‌باشد. در دو سامانه‌ی CASBEE و BREEAM اهمیت کیفیت فضای داخلی هم‌ارز و معادل با انرژی لحاظ گشته، که این امر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، را در عین حفظ آسایش و سلامت کاربر، یادآور می گردد. در میان چهار سامانه مورد بررسی LEED دارای بالاترین ضریب وزنی انرژی است. توزیع ضرایب وزنی در میان سامانه‌ها نقش موثر شرایط بستر را در اولویت‌دهی معیارهای سامانه گوشزد می کند. مصرف بسیار بالای انرژی در ایالات متحده، تخصیص بالاترین ضریب وزنی به سرفصل انرژی در سامانه LEED را توجیه‌پذیر می‌نماید. بررسی میزان رابطه و پیوند این سرفصل با شاخص میزان مصرف انرژی که با استفاده از تحلیل همبستگی آماری و رگرسیون خطی صورت گرفته، نیز شاهدی بر این مدعاست[۱۰].

بررسی معیارهای ارزیابی این سرفصل حاکی از آن است که، عمده توجه و تاکید چهار سامانه، بر بهره‌گیری از سیستم‌های پیشرفته و تجهیزات بهینه استوار شده است. BREEAM، CASBEE و HQE ارتقا قابلیت‌های فنی ساختمان را در جهت کاهش تقاضای انرژی و کنترل تبادلات حرارتی مد نظر قرار داده‌اند. هرچند نسبت به درصد وزنی معیارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی از سهم ناچیزی برخوردار هستند. مقوله پایش و سنجش مصرف انرژی نیز در رئوس معیارهای ارزیابی کلیه سامانه‌ها لحاظ گشته است.

یافته‌های فوق حاکی از آن است که در صورت تدوین سامانه ارزیابی برای ایران، با توجه به سهم بالای میزان مصرف انرژی در ایران و استفاده وافر از سوخت‌های فسیلی، سرفصل انرژی می‌بایست به‌عنوان یکی از سرفصل‌های کلیدی ایفای نقش نماید. مبتنی بر نمودار ارائه‌شده در شکل ۲، و نسبت مشخص میان ضریب وزنی سرفصل انرژیِ سامانه و میزان مصرف انرژیِ کشور، ضریب وزنی این سرفصل نیز به‌صورت تقریبی قابل محاسبه می‌باشد. بدین معنی که با توجه به سرانه مصرف انرژی ایران، که مبتنی بر آمار استناد شده پیشین، معادل با ۲۸۸۳ (کیلوگرم معادل نفت به ازای هرنفر) می‌باشد، ضریب وزنی سرفصل انرژی حدودا ۱۴٪ برآورد می گردد. هرچند عوامل موثر دیگری از جمله میزان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، شدت انرژی، و... در این برآورد موثر بوده و آن را دستخوش تغییر می‌نمایند.

مراجع

[1] BRE. (n.d.). Retrieved March 12, 2017, from BREEAM: http://www.breeam.com/

[2] BRE. (2014). BREEAM UK New Construction(Non-domestic Buildings-Technical Manual). Retrieved from http://www.breeam.com/

[3] USGBC. (n.d.). LEED. Retrieved Oct 5, 2017, from http://www.usgbc.org/leed

[5] JSBC. (n.d.). Retrieved Jan 20, 2017, from CASBEE: http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english

[6] JSBC. (2014). CASBEE for building (New Construction), Technical Manual. IBEC. Retrieved Jul 25, 2015, from http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/

[7] HQE Association. (n.d.). Retrieved Sep 25, 2017, from HQE: http://www.behqe.com/

[9] The World Bank. (2012). Energy use (kg of oil equivalent per capita). Retrieved Nov 1, 2014, from Data World Bank: http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE Building Environmental Assessment Tools. Buildings, 39-60.

[۱۰]مهربان, آ., مفیدی شمیرانی, س. (۱۳۹۶). شاخص‌های منطقه‌ای پایداری در تعمیم‌پذیری سامانه‌های بین‌المللی ارزیابی پایداری ساختمان‌های ایران. نشریه علمی- پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران, ۱۴, ص. ۹۹-۱۲۳.

اندازه گیری عملکرد حرارتی دیوار خارجی دارای عایق آیروژلی هوشمند شبیه سازی شده در مقایسه با دیوار مشابه فاقد عایق

حیدر جهان بخش (استادیار دانشکده معماری دانشگاه پیام نور شرق تهران ، تهران ، ایران)
کاوه ایروانی (کارشناسی ارشد ، دانشکده معماری دانشگاه پیام نور شرق تهران ، تهران ، ایران)

چکیده

در دهه‌های اخیر اثرات مخرب مصرف بی رویه سوخت‌های تجدید ناپذیر و کم توجهی به مفهوم پایداری، صدمات قابل توجه‌ای را به محیط زیست وارد کرده است. طبق آمار مراکز معتبر پژوهشی حدود چهل درصد از انرژی مصرفی بشر در بخش ساختمانی به مصرف می‌رسد، بنابراین توجه به بخش ساختمان از اهمیت بالایی برخوردار است. از اصول معماری پایدار مصرف بهینه انرژی و کاهش تلفات حرارتی و بهره گیری از انرژی‌های تجدید پذیر می‌باشند. دیوار خارجی دارای عایق آیروژلی هوشمند (هوشمندی عایق به صورت دستی اعمال شد)، برنامه اصلی این پژوهش تجربی و نوآورانه می‌باشد و نتایج آزمون‌ها نسبت به اتاقک کنترل کاملا مشابه و تنها فاقد عایق، مورد مقایسه قرار گرفت. علت بکار گیری عایق آیروژلی نخست به دلیل ممتاز بودن خاصیت عایق گرمایی این ماده بود و دیگر اینکه طبق نظر متخصصین دانشکده شیمی دانشگاه تهران امکان ساخت آیروژل با خاصیت عایقی هوشمند نسبت به محرک‌های محیطی امکان پذیر می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش فوق نشان داد اتاقک آزمون دارای دیوار با عایق آیروژلی هوشمند با در نظر داشتن تمام شرایط آزمون نسبت به اتاقک کنترل مشابه اما فاقد عایق در طول ۲۴ ساعت ۰/۹ ± ۲۸/۸ کیلو ژول انرژی بیشتری را به داخل اتاقک آزمون انتقال میدهد.

کلمات کلیدی: دیوار خارجی ، عایق آیروژل ، هوشمندی ، اتاقک آزمون.

* JAHANBAKHSH@PNU.AC.IR **IR.KAVEH@GMAIL.COM

مقدمه

فناوری‌های انرژی خورشیدی، منبع انرژی پاک، تجدیدپذیر و بومی را ارائه می‌دهند که اجزای ضروری توسعهٔ پایدار هستند[۱]. انرژی خورشیدی علاوه بر اینکه از انواع انرژی‌های پاک است، این مزیت را داراست که در تمام نقاط جهان بدون اتلاف در فرایند انتقال به واحدهای مصرف کننده، در دسترس است[۲]. انرژی در دستیابی به شهری پایدار جایگاه ویژه ای دارد [۳]. از دیدگاه ریچارد راجرز طراحی پایدار قصد دارد تا با نیازهای آینده روبرو شود بدون آن که، منابع طبیعی باقی مانده برای نسل آینده را از بین ببرد. در مورد ساختمان‌ها، طراحی پایدار به کارایی منابع، انرژی حداقل، انعطاف پذیری و عمر طولانی، اشاره می‌کند [۴].

ماده هوشمند در تعریفی چنین معرفی می‌شود: «موادی که در صورت اعمال محرکی خارجی مانند فشار، دما، رطوبت، PH [۱] و میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی، یک یا چند خصوصیت آن به طور ویژه‌ای می‌تواند تغییر یابد»[۵]. در حوزه هوش مصنوعی تعریف هوشمندی چنین است: «هر سیستمی که رفتاری سازگار برای رسیدن به محدوده ای از اهداف محیطی را ایجاد نماید،هوشمند نامیده می‌شود» [۶]. سازمان فضایی امریکا (NASA)[۲] مواد هوشمند را چنین تعریف می‌کند، موادی که پیکربندیشان را بخاطر می‌سپارند و زمانیکه محرک خاصی اعمال شود، می‌توانند به آن پیکربندی تغییر شکل دهند. در این تعریف بروشنی مشخص می‌شود که ناسا به چه شکلی می‌خواهد بر روی این مواد تحقیق کند و آن‌ها را بکار ببندد. در تعریفی جامع تر از دانشنامه فناوری شیمی داریم: مواد و ساختارهای هوشمند، آن دسته از مواردی هستند که اتفاقات محیط را حس، اطلاعات احساس شده را تحلیل و آنگاه با محیط رفتار می‌نمایند [۷].

طبق آمار ارائه شده اتحادیه اروپا سهم بخش ساختمان در حدود چهل درصد از کل انرژی مصرفی و تقریبا چهل درصد از انتشار گازهای گلخانه ای CO2 است [۸]. در بیشتر ساختمان‌ها جهت کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی و بهره برداری از انرژی‌های برگشت پذیر مانند گرمای حاصل از تابش خورشید و دمای محیط، تلاش فراوانی صورت می‌گیرد . در زمینه ساخت دیوارهای خارجی ساختمان‌ها مطالعات و طراحی‌های ویژه‌ای صورت گرفته است. هدف این پژوهش اندازه‌گیری عملکرد حرارتی اتاقک آزمون شامل نوع خاصی از دیوار خارجی دارای عایق آیروژلی هوشمند در مقایسه با اتاقک آزمون دارای همان نوع دیوار اما فاقد عایق، بصورت همزمان می‌باشد. در بررسی‌ها نمونه‌ای مشابه این پژوهش مشاهده نشد و از لحاظ نوآوری ایده این پژوهش منحصربفرد می‌باشد. برای انجام پژوهش دو اتاق آزمایش و کنترل ساخته شدند که دیوارهای جنوبی دو اتاقک (دیوار اصلی) جهت اعمال تغییرات متغیرهای مستقل طراحی شدند. هدف پژوهش بهره گیری از عایق‌های آیروژلی هوشمند در پوشش‌های خارجی ساختمان‌ها است و به جهت اینکه هنوز عایق آیروژلی با خصوصیت هوشمندی یا کنترل پذیری ساخته نشده است، انجام عملکرد هوشمندی بصورت دستی انجام شد؛ تا عملکرد عایق هوشمند شبیه سازی شود و نتایج آن مورد بررسی قرار بگیرد.

پیشینه پژوهش

اخیرا تحقیقات در زمینه مواد هوشمند در بسیاری از حوزه‌ها پیشرفت کرده است، مانند صنایع، مهندسی پزشکی و در زمینه ساختمان سازی معاصر [۹]. در جهان مطالعات بسیار زیادی بر روی مواد هوشمند متمرکز است تا این مواد در ساختمان‌ها بکار گرفته شوند و ساختمان‌ها بتواند به تغییرات اقلیمی پاسخ بهتری بدهند[۱۰]. فناوری‌های مواد هوشمند کلید عرصه رقابت پیشرفته در قرن ۲۱ می‌باشد . مشاهده می‌شود که دیوار سنتی بین علم مواد و معماری در حال فرو پاشی است، میزان مطالعات نشاندهنده این نکته است که هر چه ما به سمت آینده پیش می‌رویم. ارتباط بین این دو حوزه بیشتر می‌شود[۱۱]. نتایج بدست آمده نشان میدهد که غالب مطالعات معماری در سه شاخه زیبایی شناسی، سازه و عملکرد گرمایی است[۱۲]. در اکثر کشورها تقاضا برای مصرف انرژی در حال افزایش است در حالیکه منابع انرژی مرسوم برای تامین آن وجود ندارد. بدین دلیل، ذخیره و حفظ انرژی در بخش ساختمانی تشویق می-شود. یکی از این راه حل‌ها بهبود بکارگیری انرژی ساختمان‌ها به موجب کاهش تلفات

گرمایی در دیوارهای خارجی ساختمانی می‌باشد[۱۳]. در ساختمان‌ها جهت کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی و بهره برداری از انرژی‌های برگشت پذیر مانند گرمای حاصل از تابش خورشید و دمای محیط، تلاش فراوانی صورت می پذیرد. در زمینه ساخت دیوارهای خارجی ساختمان‌ها از لحاظ کاهش تلفات حرارتی و بهره گیری از شرایط اقلیمی مطالعات و طراحی-های ویژه ای صورت پذیرفته است. هدف این پژوهش بررسی بکارگیری عایق آیروژلی هوشمند در دیوار خارجی طراحی شده به شکلی خاص، می‌باشد.

در جستجوهای صورت گرفته موارد خیلی نزدیک به پژهش یافت نشد و دو مورد نزدیک به پژوهش معرفی می شود. موردی تحت عنوان «تحلیل مفهومی و طراحی عایق هوشمند چند عملکردی طبقه ای» [۱۴]. عایقی لایه لایه از صفحات موازی را معرفی مینماید که با تزریق باد در میان لایه‌ها خصوصیت عایقی از خود نشان میدهد و با خروج هوا از میان این لایه ها ساختار فوق دارای خصوصیت رسانش گرمایی می‌شود. در پژوهش فوق به روش محاسباتی مشخصات رسانشی این ساختار مورد نقد و بررسی قرار گرفت و بررسی های مفهومی بدست آمده چار چوب و چشم انداز مطالعات آتی جهت ساخت و طراحی آزمایشگاهی چنین موادی را در آینده ترسیم مینماید. پژوهشی دیگر که تا حدودی به ساختار پژوهش ما نزدیک بود تحت عنوان «معرفی سیستم نوین لایه‌های ساختمانی تغییر پذیر (فناوری نو در طراحی معماری اقلیمی)»[۱۵]. بود. در آن پژوهش با استفاده از جداره‌های چند لایه شیشه ای سعی در تغییر خصوصیت رنگی لایه‌های مختلف و یا مواد بکار رفته در لایه‌ها داشته است، تا بدینسان عملکرد حرارتی و انتقال نور خورشید به داخل ساختمان را تنظیم نمایند و البته قابل به ذکر است که آن عملکرد بصورت مکانیکی تغییر می‌کرده است. در پژوهش ما از ساختار دیوارهای مرسوم استفاده شده است در حالیکه در پژوهش مورد اشاره، صرفا از چند لایه شیشه و مواد تزریق شده در شیشه ها به عنوان دیوار استفاده می‌شود.

روش و ابزار تحقیق

«طرح آزمایش» در پژوهش تجربی یکی از مهمترین قسمت‌های آزمایش می‌باشد و برای انجام ساده ترین طرح آزمایش حداقل به یک گروه تجربی و یک گروه کنترل نیاز است [۱۶]. با اعمال تغییرات دلخواه طراح آزمایش بر روی متغیر مستقل در گروه تجربی (آزمایش) و عدم اعمال این تغییرات در گروه کنترل (شاهد) می‌توان نتایج تغییر در متغیر وابسته را در دو گروه با هم مقایسه کرد و به نوع و مقدار تاثیر عامل تغییر بر متغیر وابسته پی برد. برای آنکه بتوان گروه کنترل را با گروه آزمایش مقایسه کرد باید هر دو گروه متناظر باشند [۱۷]. همانگونه که قبلا هم توضیح دادیم این تحقیق با دو اتاقک آزمون انجام خواهد شد. یکی از اتاق‌ها بنام «اتاق آزمایش» و دیگری «اتاق کنترل» نام گذاری می‌شوند که اتاق کنترل بدون تغییر متغیر مستقل، جهت ارزیابی تغییرات اتاق آزمایش طراحی شده است. یعنی وضعیت متغیر مستقل در دو اتاق متفاوت است و با توجه به این تفاوت وضعیت متغیر وابسته در دو اتاق کاملا مشابه، با هم مورد مقایسه قرار می‌گیرند تا فرضیه آزمون سنجیده شود (در دو اتاق تنها متغیر مستقل متفاوت می‌باشد و سایر مولفه‌ها کنترل خواهند شد تا تغییرات متغیر وابسته مربوط به دو اتاق بدست آیند). روش تحقیق مورد استفاده در این مقاله به شیوه «روش تحقیق تجربی (آزمایشی)» می‌باشد. محیط پژوهش فوق اقلیم شهر تهران و در آبان ماه بود، اقلیم شهر تهران را می‌توان اقلیمی نیمه گرم و خشک در نظر گرفت. آزمایشات پژوهش در دو اتاقک آزمون بدقت طراحی و ساخته شده مجزا صورت پذیرفت و قبل از شروع آزمایشات اصلی تلاش در کالیبره کردن ابزار اندازه گیری و دو اتاقک نسبت به هم صورت پذیرفت. متغیر مستقل این پژوهش، هوشمند بودن و غیر هوشمند بودن عایق ایروژل و شرایط دمایی محیط بیرون و متغیر وابسته، دمای داخل اتاقک‌های آزمون می‌باشند. برای گردآوری اطلاعات از شیوه «مشاهده» و بطور دقیق تر از شیوه "مشاهده کنترل شده آزمایشگاهی" بهره گیری شد. در بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها از ابزار آماری نرم افزار اکسل [۳] و متلب[۴] برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها

استفاده شد تا درک بهتری از واقعیات را ایجاد نماییم.
برای محاسبات مربوط به رسانش گرمایی[5] دیوار اصلی اتاق آزمایش در آزمون عایق هوشمند ابتدا رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاق کنترل محاسبه شد و با استفاده از آن به محاسبه رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاق آزمون با عایق هوشمند پرداخته شد.
برای تعیین رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاقها نسبت به یکدیگر از قانون فوریه و قانون ذخیره انرژی در ماده استفاده مینماییم. روابط زیرین قوانین فوریه مربوط به صفحه انتقال دهنده حرارت می‌باشد.

قانون فوریه $q/A \approx \partial T/\partial x \rightarrow q = -K A \partial T/\partial x$

$\partial T/\partial x$ = گرادیان یا اختلاف دما در جهت گرما«k/m»

A = مساحت صفحه انتقال حرارت «m»

q = آهنگ انتقال گرما «W»

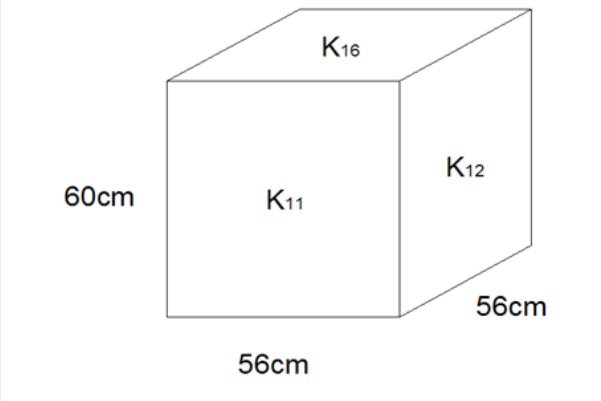
K = رسانش گرمایی « W/m.k »

برای آهنگ انتقال گرما داریم: $q = \partial Q/\partial t$ بنابراین:

$$\partial Q/\partial t = -K A \partial T/\partial x$$
$$\partial Q = -K A (\partial T/\partial x)\, \partial t$$
$$= \int_{t_1}^{t_2} -K A \left(\frac{dT}{dx}\right) dt \int_{q_1}^{q_2} dQ$$

$$Q = Q_2 - Q_1 = \int_{t_1}^{t_2} -K A (T_{out\,t} - T_{in\,t}) / L \, dt$$

L ضخامت صفحه عایق و Q انرژی انتقال یافته توسط صفحه در فاصله زمانی بین T1 تا T2 می‌باشد و TOUT T دمای بیرونی صفحه و TIN T دمای داخلی صفحه در زمان T می‌باشد.
اتاقک‌های آزمون ما دارای شش وجه می‌باشند و وجه جنوبی آنها صفحه ای می‌باشند که تغییرات فرضیه پژوهش برروی آنها صورت میپذیرد رسانش گرمایی این وجه در اتاق آزمایش K11 و برای اتاق کنترل K21 نامیده می‌شود. برای سایر وجوه با همین سیستم اندیس گذاری می‌شوند. در شکل ۳ وضعیت اتاقک‌ها برای استفاده از معادلات فوریه نمایش داده میشوند.



شکل ۳ وضعیت اجزای اتاقک‌ها جهت محاسبات عددی

Q1T مجموع انرژی انتقال یافته به داخل اتاقک ۱ در بازه زمانی بین T1 تا T2 می‌باشد و برابر است با مجموع انرژی‌های انتقال یافته از تمام وجوه اتاقک ۱ ؛ بنابراین داریم:

$$Q_{1T} = Q_{11} + Q_{12} + \ldots + Q_{16}$$
$$Q_{1T} = \int_{t_1}^{t_2} K_{12} A_{12} (T_{out\,t} - T_{in\,t})\, dt / L_{11} + \int_{t_1}^{t_2} K_{12} A_{12} (T_{out\,t} - T_{in\,t})\, dt / L_{12} + \ldots$$

همچنین برای رابطه ذخیره انرژی گرمایی در اتاقک‌ها از روابط زیر استفاده شد.

$$Q_{1T} = dQ_{1T} = m_1\ c_1\ \Delta T_1;\quad Q_{2T} = dQ_{2T} = m_2\ c_2\ \Delta T_2$$

در روابط بالا تقریبا جرم داخلی دو اتاقک یک اندازه می‌باشد و ظرفیت گرمایی ویژه دو اتاقک هم با توجه به انتخاب جنس مواد مشابه تقریبا یکسان می‌باشد یعنی:

M1 = M2 ; C1 = C2

از نرم افزار متلب برای محاسبه انتگرال سطح محصور معادلات انرژی استفاده شد.

مقالات به زبان فارسی یا انگلیسی پذیرفته می‌شوند. ارائه مقالات فارسی به زبان فارسی و مقالات انگلیسی حسب درخواست ارائه دهنده به زبان انگلیسی و یا فارسی خواهد بود.
مقالات بر روی صفحه A4 تحریر شوند، به صورتی که ۲۰ میلیمتر از چپ و راست و ۲۰ میلیمتر از پایین و بالا فاصله داشته، سربرگ استاندارد مقالات که در صفحه

اول هر مقاله از سایر صفحاتش متمایز است رعایت گردد و فاصله دو ستون از یکدیگر ۱۰میلیمتر باشد.
بین عنوان هربخش و متن آن بخش خطی رها نگردد.
عناوین فرعی هر بخش لازم نیست پر رنگ‌تر از متن اصلی مقاله باشد. بین هر دو بخش مقاله، (به عنوان مثال مقدمه و بدنه اصلی در این نوشتار)، یک خط رها شود. در مقالات به زبان فارسی از به کار بردن کلمات معادل انگلیسی در داخل متن اجتناب شود، و معادل کلمات به صورت پاورقی با ذکر شماره تحریر شود.

معرفی نمونه موردی

ایران فلاتی است مرتفع که در عرض جغرافیایی (-۴۰ ۲۵) درجه در نیمکره شمالی و در منطقه گرم واقع است. تقسیمات اقلیمی، که بر اساس مطالعات و پیشنهادهای دانشمندان محیط شناس ایرانی تدوین شده عموماً در حیطه معماری شامل تقسیم‌بندی‌های چهارگانه به شرح زیر است:۱- اقلیم گرم و خشک (فلات مرکزی ایران) ۲- اقلیم سرد کوهستانی (مناطق کوهستانی غرب کشور) ۳- اقلیم معتدل و مرطوب (کرانه جنوبی دریای خزر) ۴- اقلیم گرم و مرطوب (کرانه شمالی خلیج فارس و دریای عمان)[۱۸].

تهران)واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی (طبق طبقه بندی اقلیمی کوپن، دارای اقلیم گرم و خشک قاره‌ای با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان های سرد است. از میان ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی موجود در تهران، آمار ایستگاه ژئوفیزیک جهت بررسی اقلیم منطقه مورد استفاده قرار گرفته است[۱۹].

دو اتاقک آزمون۶ طراحی، ساخته و مورد استفاده قرار گرفت که یکی از اتاقک‌ها بنام «اتاق آزمایش» و دیگری «اتاق کنترل» نامگذاری شدند، تغییرات مورد نظر پژوهش در اتاق آزمون اعمال شد و نتایج حاصل از آن نسبت به پاسخ اتاق کنترل مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت «دیوار اصلی» رو به سمت جنوب است. شکل ۱ اتاقک‌های ساخته شده جهت آزمون را نشان می‌دهند. اتاق کنترل بدون تغییر متغیر مستقل، جهت ارزیابی تغییرات اتاق آزمایش طراحی شده است. یعنی وضعیت متغیر مستقل در دو اتاق متفاوت است و با توجه به این تفاوت وضعیت متغیر وابسته در دو اتاق کاملا مشابه، با هم مورد مقایسه قرار می‌گیرند تا فرضیه آزمون سنجیده شود (در دو اتاق تنها متغیر مستقل متفاوت می‌باشد و سایر مولفه‌ها کنترل خواهند شد تا تغییرات متغیر وابسته مربوط به دو اتاق بدست آیند).

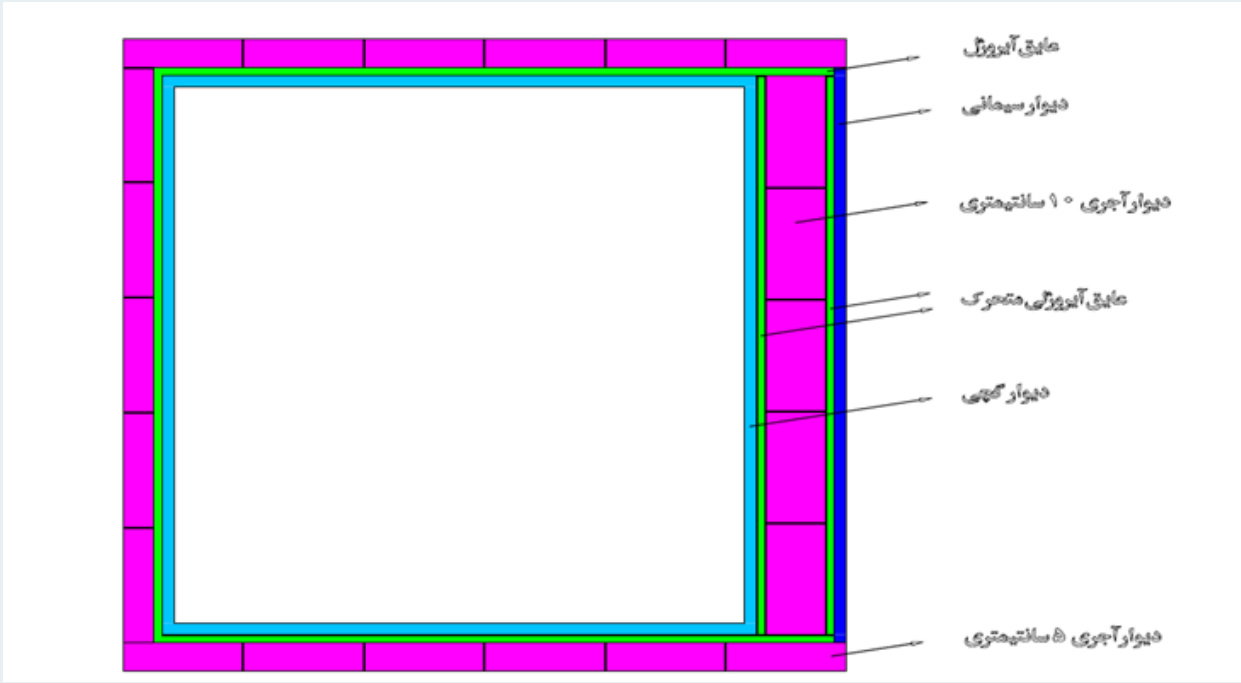
شکل ۲ تصویر اتاقک‌های آزمون

دو نوع دیوار در شکل ۲ مشاهده می‌شود. دیوار دست راست «دیوار اصلی» است و دیوارهای مشابه بالایی، پایینی و چپی دیوارهایی معمولی می‌باشند. ترتیب قرار گیری لایه‌های آجر، عایق و گچ ترتیب مرسوم قرار گیری لایه‌ها از خارج به داخل ساختمان می‌باشد که برای دیوارهای معمولی بکار گرفته شد، اما در دیوار اصلی از دو لایه عایق با قابلیت جابجا پذیری استفاده شده است و بین این دو لایه عایق، یک لایه آجر با ضخامت ۱۰ سانتیمتر بکار گرفته می-شود تا لایه آجر میانی حکم ذخیره کننده انرژی را ایفا نماید.

ضخامت لایه گچی حدود ۱/۵ سانتیمتر است. لایه بیرونی دیوار اتاقک از سه سمت آجر با ضخامت ۵ سانتیمتر و در سمت دیوار آزمون از پوشش ملات سیمان و ماسه به ضخامت ۲ سانتیمتر ساخته شد. . بغیر از عایق‌های دیوار اصلی که از عایق آیروژل با ضخامت ۱/۲ استفاده می‌شود (فضای قرار گیری عایق ۲/۵ سانتیمتر می‌باشد)، سایر عایق‌های بکار رفته در کف، دیوارها و سقف از جنس پلی استایرن با دانسیته ۲۵ است، که ضخامت آنها ۲ سانتیمتر است. تمام این عایق‌ها هم پوشانی دارند و هیچ پل حرارتی در مدل وجود ندارد . البته سقف دارای قسمت کوچکی نیز می‌باشد که هدف این قسمت، پوشش دیوار حامل

عایق جابجا کننده (دیوار اصلی) می‌باشد، تا بدون جابجایی سقف اصلی اتاقک‌ها و ایجاد تلفات حرارتی قادر به جابجایی عایق‌ها در ساعات مقرر باشیم (شبیه سازی هوشمندی عایق‌ها). در قسمت «پیش آزمون» ۷ ابزار اندازه گیری و عملکرد اتاقک‌های آزمون نسبت به یکدیگر کالیبره و تنظیم شدند.

برای این پژوهش در دو مرحله آزمون مقادیر رسانش گرمایی دیوارهای اصلی دو اتاقک را محاسبه کردیم و سپس با استفاده از آن مقادیر و انجام آزمایشات مرحله سوم که آزمایشات هدف پژوهش بود مقدار کمی خواسته پژوهش را دست آوردیم.



شکل ۳ لایه‌های اتاقک آزمون

بدنه تحقیق

هدف این پژوهش محاسبه رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاق آزمایش با عایق آیروژلی هوشمند میباشد و برای انجام این محاسبه نیاز است که ابتدا در مرحله اول رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاق کنترل بدون عایق محاسبه شود و سپس با استفاده از آن، مقدار رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاق آزمایش با عایق آیروژلی هوشمند به دست آید. مراحل پیش رو به این روند می‌پردازد.

تعیین رسانش گرمایی دیوار خارجی اصلی فاقد عایق نسبت به اتاقک از تمام جهات عایق شده

در این آزمون اتاقک ۱ کاملا با عایق پوشش داده می‌شود و اتاقک ۲ عملکرد دیوار جنوبیش بدون عایق آیروژلی عمل میکند (در فضاهای عایق فقط هوا وجود خواهد داشت). ما با انجام این آزمون سعی کردیم تا رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاقک ۲ را محاسبه نماییم. در یک روز اتاقک‌ها را مشابه وضعیت بالا تنظیم کرده و آزمایش را انجام دادیم. برای کاهش خطای آزمایش از داده-های ساعات غروب خورشید استفاده کردیم، تا حداقل تفاوت حرارتی در سطوح اتاقک‌ها وجود داشته باشد (به جهت عدم وجود تفاوت دمایی سطوح به علت تابش غیر یکنواخت خورشید بر سطوح). جدول ۱ نشان‌دهنده تغییرات دمای دو اتاقک در شرایط فوق می‌باشند.

جدول ۱ تغییرات دمای دو اتاقک در تاریخ ۹۶/۸/۱۰

ساعات	۹۶/۹/۱۰				
	اتاقک ۱		اتاقک ۲		
	T_{1in}	T_{1out}	T_{2in}	T_{2out}	
۳:۰۰ PM	۱۶,۴	۱۴,۰	۱۸,۴	۱۴,۰	
۶:۰۰ PM	۱۵,۸	۱۰,۸	۱۷,۲	۱۰,۸	
۹:۰۰ PM	۱۳,۲	۷,۴	۱۴,۳	۷,۴	
۱۲:۰۰ PM	۱۰,۳	۵,۲	۱۱,۲	۵,۲	
۳:۰۰ AM	۸,۲	۴,۶	۸,۷	۴,۶	

برای تعیین رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاق آزمایش نسبت به رسانش گرمایی دیوار اصلی در اتاق کنترل از قانون فوریه استفاده مینماییم. Q1T مجموع انرژی انتقال یافته به داخل اتاقک ۱ در بازه زمانی بین T1 تا T2 می‌باشد و برابر است با مجموع انرژی‌های انتقال یافته از تمام وجوه اتاقک ۱ ؛ بنابراین داریم:

Q1T = Q11 + Q12 + . . . + Q16 مقادیر چنین می‌باشد:

L_{11}= ۰,۱۵ «m»

$L_{12} = L_{13} = \ldots = L_{16}$ = ۰,۰۲ «m»

$K_{11} = K_{12} = \ldots$ = ۰,۰۳۳ «w/mk»

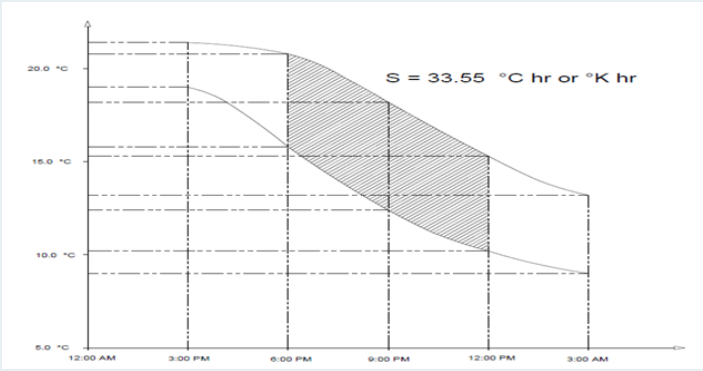
A_{11}=۰,۵۶*۰,۶ «m^2»; A_{15}=۰,۵۶*۰,۵۶ «m^2»

برای مجموع انرژی داریم:

$$Q_{1T} = \int_{t_1}^{t_2} [4(0.033)(0.56*0.6)/0.02 + 2(0.033)(0.56*0.56)/0.02](T_{out\,t} - T_{in\,t})dt$$

$$Q_{1T} = \int_{t_1}^{t_2} (3.25)\,(T_{out\,t} - T_{in\,t})\,dt$$

در انتگرال فوق تفاوت دمای داخل و خارج اتاقک ۱ در بازه زمانی بین T1 تا T2 مد نظر می‌باشد که برای محاسبه آن از نرم متلب استفاده می‌شود.



شکل ۴ محاسبه سطح محصور انتگرال اتاقک ۱ ۹۶/۹/۱۰

در شکل ۴ از روش ترسیمی مقدار انتگرال $\int_6^{12} (T_{out\,t} - T_{in\,t})\,dt$ را معادل ۵۵/۳۳ درجه سلسیوس در ساعت یا درجه کلوین در ساعت بدست می آوریم. و برای تبدیل آن به واحد SI ساعت را به ثانیه تبدیل مینماییم و حاصل انتگرال می‌شود.

$$\int_6^{12} (T_{out\,t} - T_{in\,t})dt = ۳۳.۵ * ۳۶۰۰ = ۱۲۰۶۰۰ \text{ «K S°»}$$

پس در نتیجه برای Q1T داریم.

$$Q1T = \int_6^{12} (3.25)\,(T_{out\,t} - T_{in\,t})\,dt = (۳.۲۵)\ ۱۲۰۶۰۰$$

$$Q1T = ۳۹۱۹۵۰ \quad J$$

حال همین مراحل را برای اتاق کنترل (اتاقک ۲) انجام میدهیم.
پس در نتیجه برای Q2T داریم.

$$Q2T = ۳۲۴۸۹۸.۵۶\ K21 + ۳۹۱۶۱۸.۸ \text{ «J»}$$

و برای نسبت انرژی جابجا شده در دو اتاقک داریم.

$$(Q1T / Q2T = (۳۹۱۹۵۰) / (۳۲۴۸۹۸.۵۶\ K21 + ۳۹۱۶۱۸.۸)$$

«A»

حال از طریق رابطه ذخیره انرژی گرمایی در اجسام مقدار انرژی دو اتاقک را بررسی می‌کنیم. در روابط بالا تقریبا جرم داخلی دو اتاقک یک اندازه می‌باشد و ظرفیت گرمایی ویژه دو اتاقک هم با توجه به انتخاب جنس مواد مشابه تقریبا یکسان می‌باشد، یعنی: M1=M2 ;C1=C2 ؛ بازه زمانی این مرحله نیز مانند محاسبات مرحله قبل بین ساعت ۶ تا ۱۲ شب در نظر گرفته می‌شود و دمای اتاقک‌ها در روز ۱۰/۹/۹۶ در ابتدا و انتهای این دو زمان در نظر گرفته خواهد شد.

$$Q_{۱T} / Q_{۲T} = m_۱ c_۱ \Delta T_۱ / m_۲ c_۲ \Delta T_۲ = \Delta T_۱ / \Delta T_۲$$

$$Q_{۱T} / Q_{۲T} = ۰,۹۱۷$$

«β»

حال با استفاده از تساوی روابط «α» و «β» داریم:

$$(۳۹۱۹۵۰) / (324898.56\ K_{۲۱}+۳۹۱۶۱۸,۸) = ۰,۹۱۷\ K_{۲۱}$$

$$= ۰,۱۱ \quad \text{«w/m.k»}$$

مقدار بدست آمده برای K21 نشاندهنده رسانش گرمایی دیوار خارجی اصلی اتاقک ۲ است، در شرایطی که فاقد عایق می‌باشد. عدد فوق برای محاسبه مقدار عددی رسانش گرمایی دیوار اصلی دارای عایق آیروژلی هوشمند لازم می‌باشد (بخش بعد).

تعیین رسانش گرمایی دیوار خارجی اصلی دارای عایق آیروژلی هوشمند نسبت به دیوار خارجی اصلی فاقد عایق

شکل دیوارهای اصلی (دیوار جنوبی) به صورت یک دیوار آجری ده سانتیمتری واقع بین دو شیار است. دیوار اصلی "اتاق آزمایش" در شیارهایش عایق‌های آیروژل به صورت برنامه ریزی شده جابجا میشوند اما دیوار اصلی "اتاق کنترل" فاقد عایق آیروژلی می‌باشد. در این آزمایشات قصد ما محاسبه مقدار کارایی سیستم دیوار خارجی اصلی دارای عایق آیروژلی هوشمند نسبت به سیستم دیوار خارجی اصلی فاقد عایق می‌باشد، برای تعیین زمان تعویض عایق‌های اتاقک آزمایش ساعات ۹ صبح و ۳ بعد از ظهر انتخاب شد، در اتاق آزمایش مطابق با شکل ۵ در ساعت ۹ صبح عایق ۱-۱ را برداشته و عایق ۱-۲ را قرار میدهیم و در ساعت ۳ بعد از ظهر عایق ۱-۱ به سر جایش برگردانده و عایق ۱-۲ را از محل استقرارش خارج مینماییم. با این عمل در ساعات ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر گرمای محیط و تابش خورشید را در دیواره آجری میانی ذخیره مینماییم و در ساعات کاهش دمای محیط حداکثر آنرا به داخل اتاقک انتقال میدهیم

شکل ۵ نمایش عایق‌های جانبی جابجا شونده دیوار اصلی

برای تعیین رسانش گرمایی دیوار خارجی اصلی اتاق آزمایش نسبت به رسانش گرمایی دیوار خارجی اصلی اتاق کنترل از قانون فوریه استفاده می‌شود که شرح کاملتر آن در بخش قبل اشاره شد. Q1T مجموع انرژی انتقال یافته به داخل اتاقک ۱ در بازه زمانی بین T1 تا T2 می‌باشد و برابر است با مجموع انرژی‌های انتقال یافته از تمام وجوه اتاقک ۱ .

$$Q1T = Q11 + Q12 + \ldots + Q16$$

حال رابطه فوریه ای که قبلا برای استفاده در این تحقیق آماده شده بود را در رابطه بالا بکار میبریم. L ضخامت تمام عایق‌ها و برابر ۲ سانتیمتر می‌باشد . البته برای دیوار خارجی اصلی که ترکیبی از دو عایق با یک دیوار ده سانتیمتری آجری در وسط می‌باشد، ضخامت مجموعه حدود ۱۵ سانتیمتر است (۵/۲ + ۵/۲ + ۱۰ = ۱۵) ، رسانش گرمایی سمبولیک این دیوار را به نام K11 در نظر میگیریم، برای مقادیر اتاقک ها داریم:

$$A_{۱۱} = A_{۱۲} = A_{۱۳} = A_{۱۴}$$

$$K_{۱۱} ; K_{۱۲} = K_{۱۳} = K_{۱۴} = K_{۱۵} = K_{۱۶} \; A_{۱۵} = A_{۱۶}$$

$$L_{۱۱}=۰,۱۵\text{«m»}; L_{۱۲} = L_{۱۳} = \ldots = L_{۱۶}=۰,۰۲\text{«m»}$$

«W/MK » ۰,۰۳۳ = K12
«M2» ۰,۶ * ۰,۵۶ = A11
«M2» ۰,۵۶ * ۰,۵۶ = A15

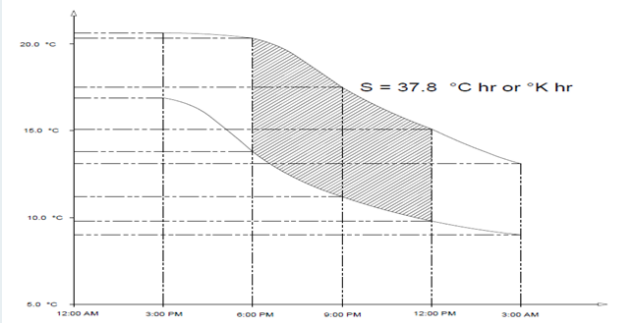
رابطه فوریه چنین شد.

$$Q1T = \int_{t_1}^{t_2} (2.24\ K_{11}+2.70)(T_{outt} - T_{int})dt$$

جدول ۲ تفاوت دمای داخل و خارج اتاقک ۱

ساعات	۹۶/۸/۲۶		۹۶/۸/۲۷		۹۶/۸/۲۸		$\Delta T_{m\ in} = \Sigma\Delta T_n/n$	$\Delta T_{m\ out} = \Sigma\Delta T_n/n$	
	$T_{۲in}$	$T_{۲out}$	$T_{۲in}$	$T_{۲out}$	$T_{۲in}$	$T_{۲out}$			
۳:۰۰ PM	۲۱,۱	۱۷,۳	۲۰,۹	۱۷	۲۰,۰	۱۶,۵	۲۰,۷	۱۶,۹	
۶:۰۰ PM	۲۱	۱۳,۹	۲۰,۷	۱۳,۵	۱۹,۴	۱۴	۲۰,۴	۱۳,۸	
۹:۰۰ PM	۱۸	۱۰,۲	۱۷,۵	۱۱,۲	۱۷,۱	۱۲,۲	۱۷,۵	۱۱,۲	
۱۲:۰۰ PM	۱۵,۳	۹,۴	۱۵	۹,۸	۱۵	۱۰,۲	۱۵,۱	۹,۸	
۳:۰۰ AM	۱۳,۱	۸,۸	۱۲,۹	۸,۷	۱۳,۲	۹,۴	۱۳,۱	۹,۰	

در انتگرال فوق تفاوت دمای داخل و خارج اتاقک ۱ در بازه زمانی بین T1 تا T2 مد نظر می‌باشد که برای محاسبه آن از نرم افزار متلب استفاده شد. برای حذف متغیرهای تعدیل‌گر۸ بازه زمانی آزمایش هنگامی در نظر گرفته می‌شود که خورشید بر اتاقک‌ها تابشی ندارد یعنی در ساعات تاریک، تا دمای تمام سطوح خارجی اتاقک‌ها با یکدیگر همگن باشند، بنابراین از ساعت ۶ بعد از ظهر تا ساعت ۱۲ شب به عنوان بازه زمانی مورد سنجش در نظر گرفته شد، در ضمن برای افزایش دقت محاسبات میانگین دمای اتاقک‌ها در سه روز متوالی مورد تحلیل واقع شد (جدول ۲) . البته سطح کف اتاقک‌ها بادمای محیط در تماس نیست و تفاوت دمای این ضلع با محیط بیرون ناچیز در نظر گرفته شد.



شکل ۷ محاسبه سطح محصور انتگرال اتاقک ۱ میانگین سه روز

در شکل ۷ با کمک نرم افزار متلب مقدار انتگرال $\int_6^{12} (T_{outt} - T_{int})\ dt$ را معادل ۳۷/۸ درجه سلسیوس در ساعت یا درجه کلوین در ساعت بدست می آوریم. و برای تبدیل آن به واحدSI ساعت را به ثانیه تبدیل مینماییم و حاصل انتگرال می‌شود.

$$\int_6^{12} (T_{outt} - T_{int})\ dt = 37.8*3600 = 136080\ «°S$$

در نتیجه برای Q1T داریم:

Q1T = ۳۰۴۸۱۹,۲ K11 + ۳۶۷۴۱۶ « J »

J واحد انرژی بنام ژول و هر وات در ثانیه یک ژول می‌باشد .

حال همین مراحل را برای اتاق کنترل یعنی اتاقک ۲ انجام میدهیم . Q2T مجموع انرژی انتقال یافته به داخل اتاقک ۲ در بازه زمانی بین T1 تا T2 می‌باشد برابر است با مجموع انرژی‌های انتقال یافته از تمام وجوه اتاقک ۲ :

جدول ۳ تفاوت دمای داخل و خارج اتاقک ۲

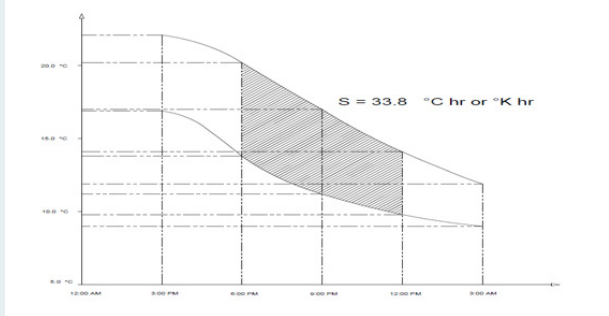
ساعات	۹۶/۸/۲۶		۹۶/۸/۲۷		۹۶/۸/۲۸		$\Delta T_{m\,in} = \Sigma\Delta T_n/n$	$\Delta T_{m\,out} = \Sigma\Delta T_n/n$	
	T_{2in}	T_{2out}	T_{2in}	T_{2out}	T_{2in}	T_{2out}			
۳:۰۰ PM	۲۲,۸	۱۷,۳	۲۲,۳	۱۷	۲۱,۱	۱۶,۵	۲۲,۱	۱۶,۹	
۶:۰۰ PM	۲۱	۱۳,۹	۲۰,۵	۱۳,۵	۱۹,۲	۱۴	۲۰,۲	۱۳,۸	
۹:۰۰ PM	۱۷,۵	۱۰,۲	۱۷	۱۱,۲	۱۶,۶	۱۲,۲	۱۷,۰	۱۱,۲	
۱۲:۰۰ PM	۱۴,۳	۹,۴	۱۴	۹,۸	۱۴	۱۰,۲	۱۴,۱	۹,۸	
۳:۰۰ AM	۱۱,۹	۸,۸	۱۱,۷	۸,۷	۱۲,۱	۹,۴	۱۱,۹	۹,۰	

$$Q2T = Q21 + Q22 + \ldots + Q26$$

تمام مولفه‌های این مرحله مشابه مرحله قبل می‌باشد بجز رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاقک ۲ (K21) که دارای تفاوت با رسانش گرمایی دیوار اصلی اتاقک ۱ می‌باشد. بنابراین داریم:

$$Q2T = \int_{t_1}^{t_2} (2.24\,K_{21} + 2.70)\,(T_{outt} - T_{int})\,dt$$

حال جدول و منحنی تغییرات دمای مربوط به اتاق ۲ را بدست می آوریم تا از این طریق Q2T بر حسب K21 بدست بیاید.



شکل ۸ محاسبه سطح محصور انتگرال اتاقک ۲ میانگین سه روز

در شکل ۸ از روش ترسیمی مقدار انتگرال را معادل ۸/۳۳ درجه سلسیوس در ساعت یا درجه کلوین در ساعت بدست می آوریم. و برای تبدیل آن به واحدSI ساعت را به ثانیه تبدیل مینماییم و حاصل انتگرال می‌شود.

$$\int_{6}^{12} (T_{outt} - T_{int})dt = 33.8*3600 = 121680\ «\ K\ S»$$

پس در نتیجه برای Q2T داریم.

$$Q2T = 272563.2\ K21 + 328536\ «\ J\ »$$

و برای نسبت انرژی جابجا شده در دو اتاقک داریم.

$$Q1T / Q2T = (304819.2\ K11 + 367416)/(272563.2\ K21 + 328536)$$

«A»

حال از طریق رابطه ذخیره انرژی گرمایی در اجسام مقدار انرژی دو اتاقک را محاسبه میکنیم.

$$Q1T = DQ1T = M1\ C1\ \Delta T1$$
$$Q2T = DQ2T = M2\ C2\ \Delta T2$$

در روابط بالا تقریبا جرم داخلی دو اتاقک یک اندازه می‌باشد و ظرفیت گرمایی ویژه دو اتاقک هم با توجه به انتخاب جنس مواد مشابه تقریبا یکسان می‌باشد یعنی:

$$M1 = M2 \quad ; \quad C1 = C2$$

بازه زمانی این مرحله نیز مانند محاسبات مرحله قبل بین ساعت ۶ تا ۱۲ شب در نظرگرفته می‌شود و دمای میانگین اتاقک‌ها در آن سه روز در ابتدا و انتهای این دو زمان در نظر گرفته خواهد شد.

$$M1\ C1\ \Delta T1 / M2\ C2\ \Delta T2 = \Delta T1 / \Delta T2 \quad Q1T / Q2T = Q1T / Q2T = 0.869$$

«B»

حال با استفاده از تساوی روابط «A» و «B» داریم:

$$K11 = 0.777\ K21 - 0.269$$

در محاسبات پیشین مقدار K21 برابر ۱۱/۰ بدست آمد و با جایگذاری آن در رابطه بالا برای مقدار K11 خواهیم داشت:

$$K11 = 0.777\ K21 - 0.269 = -0.183\ «W/M.K»$$

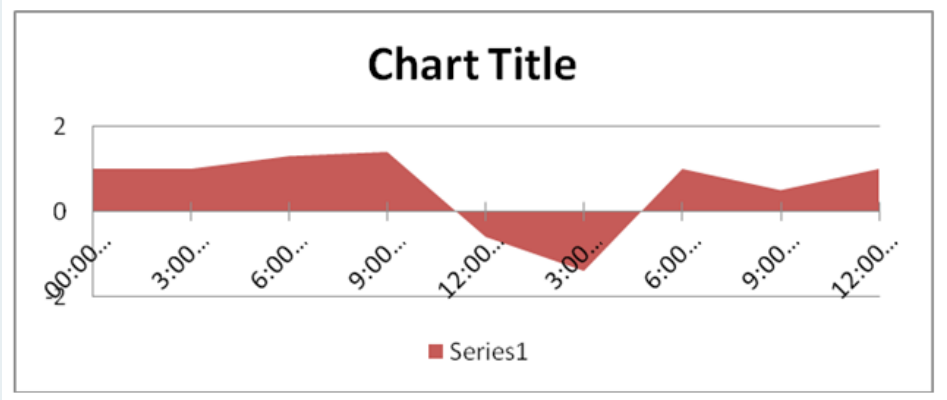
مقایسه دیوار خارجی اصلی دارای عایق ایروژلی هوشمند با دیوار خارجی اصلی فاقد عایق

در این بخش رفتار اتاقک‌ها مشابه بخش ۲-۲- تنظیم شد. این آزمایش در سه روز متوالی تکرار شد و در جدول ۵ میانگین تغییرات دو اتاقک در ساعات مختلف ۲۴ ساعت شبانه روز ثبت شد. این اعداد بخوبی نشان داد که هوشمند سازی عملکرد عایق

آیروژلی دیوار اصلی اتاقک آزمون منجر به افزایش دمای اتاقک در ساعات سرد شبانه روز شد. البته در ساعات گرم روز بجای انتقال این گرما به داخل اقدام به ذخیره سازی آن کردیم که به همین جهت تنها در ساعات گرم روز دمای اتاق کنترل از دمای اتاق آزمایش بیشتر شد (با توجه به نوع طراحی جابجایی عایق‌ها این موضوع نیز قابل تغییر می‌باشد). نمودار شکل ۸ تفاوت دمای دو اتاقک را نشان میدهد

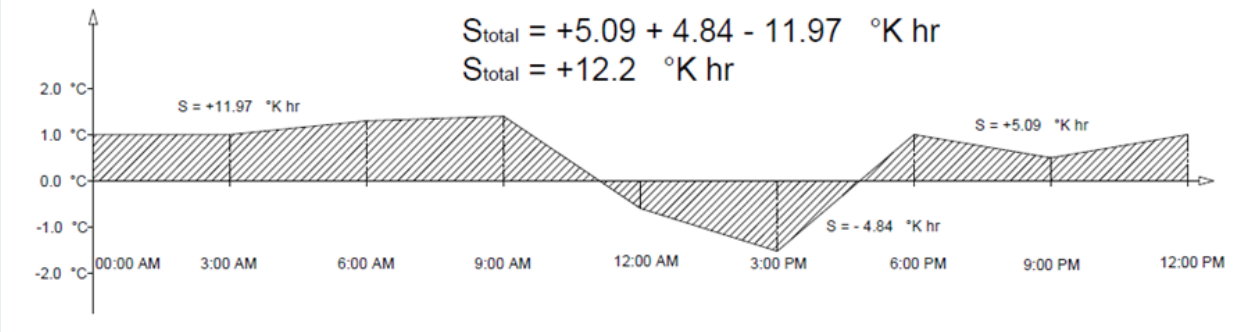
جدول۵ میانگین تغییرات دو اتاقک در ساعات مختلف ۲۴ ساعت شبانه روز

ساعات	۹۶/۸/۲۶		۹۶/۸/۲۷		۹۶/۸/۲۸		$\Delta T_1 = T_{11} - T_{12}$	$\Delta T_2 = T_{21} - T_{22}$	$\Delta T_3 = T_{31} - T_{32}$	$\Delta T_m = \sum \Delta T_n / n$
	T_{11}	T_{12}	T_{21}	T_{22}	T_{31}	T_{32}				
۰۰:۰۰	۱۵,۵	۱۴,۶	۱۵,۳	۱۴,۳	۱۵	۱۴	+۰.۹	+۱.۰	+۱.۰	+۰.۹۷ ≈ +۱,۰
۳:۰۰ AM	۱۳,۵	۱۲,۷	۱۳,۱	۱۱,۹	۱۲,۹	۱۱,۷	+۰.۸	+۱.۲	+۱.۲	+۱.۰۷ ≈ +۱,۰
۶:۰۰ AM	۱۱,۶	۱۰,۴	۱۱,۴	۱۰	۱۱,۱	۹,۸	+۱.۲	+۱.۴	+۱.۳	+۱.۳
۹:۰۰ AM	۱۱,۹	۱۰,۶	۱۱,۵	۱۰,۱	۱۱,۲	۹,۷	+۱.۳	+۱.۴	+۱.۵	+۱.۴
۱۲:۰۰ AM	۱۷	۱۷,۷	۱۶,۷	۱۷,۱	۱۶,۶	۱۷,۲	−۰,۷	−۰,۴	−۰,۶	−۰,۵۷ ≈ -۰,۶
۳:۰۰ PM	۲۱,۱	۲۲,۸	۲۰,۹	۲۲,۳	۲۰	۲۱,۱	−۱,۷	−۱,۴	−۱,۱	−۱,۴
۶:۰۰ PM	۲۱	۲۱	۲۰,۷	۲۰,۵	۱۹,۴	۱۹,۲	۰	+۰.۲	+۰.۲	+۰.۱۳ ≈ +۰,۱
۹:۰۰ PM	۱۸	۱۷,۵	۱۷,۵	۱۷	۱۷,۱	۱۶,۶	+۰.۵	+۰.۵	+۰.۵	+۰.۵
۱۲:۰۰ PM	۱۵,۳	۱۴,۳	۱۵	۱۴	۱۵	۱۴	+۱.۰	+۱.۰	+۱.۰	+۱.۰



شکل ۹ نمودار میانگین تغییرات دو اتاقک در ساعات مختلف ۲۴ ساعت شبانه روز

اگر بخواهیم عملکر بهتر اتاق آزمون نسبت به اتاق کنترل را بصورت کمی نیز نشان بدهیم از جدول ۵ استفاده می‌کنیم و مطابق شکل ۹ در نرم افزار متلب مقدار برایند اختلاف "درجه کلوین در ساعت" دو اتاقک را محاسبه می-نماییم.



شکل ۹ محاسبه برایند اختلاف دو اتاقک

مثبت بودن مقدار » 2/12 K HR° « نشان دهنده این نتیجه می‌باشد که اتاق آزمایش با دیوار اصلی رو به جنوب و دارای عایق آیروژلی هوشمند بصورت متوسط در طول ۲۴ ساعت یک شبانه روز، انرژی بیشتری را به درون اتاقک، نسبت به اتاق کنترل با دیوار جنوبی فاقد عایق جامد هوشمند انتقال می‌دهد. حال برای محاسبه مقدار اختلاف انرژی انتقال یافته به اتاقک ۱ نسبت به اتاقک ۲ از روابط بدست آمده در بخش های پیشین استفاده میکنیم. مقدار انرژی انتقال یافته به اتاقک ۱ در بازه زمانی ۲۴ ساعت از متوسط سه روز چنین است:

$$Q1T = \int_0^{24} (2.24\ K_{11}+2.70)(T_{1outt} - T_{1int})dt$$

به همین ترتیب برای اتاقک ۲ خواهیم داشت:

$$Q2T = \int_0^{24} (2.24\ K_{21}+2.70)(T_{2outt} - T_{2int})dt$$

در نتیجه با توجه به = برای تفاضل اختلاف انرژی انتقال گرمایی دو اتاقک) Q (داریم:

$$Q = Q1T - Q2T = -2.24\ (K11 - K21) \int_0^{24} (T_{1int} - T_{2int})\,dt$$

مقدار $\int_0^{24} (T_{outt} - T_{int})dt$ توسط نرم افزار متلب، مساوی با مقدار » 2/12 K HR° «معادل » 43920 K S° « بدست آمد و با توجه به مقادیر«W/M.K» 0.183-=K11 و0.110=K21 «W/M.K» خواهیم داشت:

Q = Q1T - Q2T = 28825.574 «J»

در پایان می‌توان چنین اعلام کرد که اتاقک آزمون دارای دیوار جنوبی با عایق آیروژلی هوشمند با در نظر داشتن تمام شرایط آزمون نسبت به اتاقک آزمون مشابه اما فاقد عایق (شبیه به دیوار ترومب بومی۱۰) در طول ۲۴ ساعت تقریبا ۵۷/۲۸۸۲۵ ژول و یا ۸/۲۸ کیلو ژول انرژی بیشتری را به داخل اتاقک آزمون انتقال میدهد.

محاسبه خطای رسانش گرمایی دیوار اصلی دارای عایق آیروژلی هوشمنددر محاسبه خطای رسانش گرمایی رابطه آنرا مینویسیم و سپس از آن LN9 میگیریم تا به مقدار خطا برسیم.

قانون فوریه DQ/DT = - K A DT/DX

Q/ T = - K A ΔT / L

Q = - K . A . T . ΔT / L

LNL LN Q = – LN K– LN A – LN T – LN (T2 – T1) +

DQ/Q=DK/K+DA/A+DT/T+D(TOUT – TIN)/ (TOUT – TIN) + DL/L

DQ/Q=0+0+DT/T+DTOUT /(TOUT – TIN) – DTIN /(TOUT – TIN) +0

DQ/Q=DT/T + DTOUT /(TOUT– TIN)– DTIN / (TOUT– TIN)

اتاقک شماره ۱ و ساعت ۹ را در نظر گرفتیم و مقادیر مربوط به آن را از جدول۲ استخراج کردیم تا در محاسبه خطا استفاده نماییم.

T = 9*3600=32400 «S»; DT = 0.5 «S»

TIN=17.5«°K»;TOUT=11.2«°K»; DT=0.1«°K»

DQ/Q= (0.5) /32400+0.1/ (11.2–17.5)– 0.1/ (11.2–17.5)

DQ/Q = 1.54 * 10-5 + 0.016 + 0.016

DQ/Q = 0.0318 ≈ 0.03

برای مقدار DQ داریم:

DQ=28825.574*0.0318 = 916.65 ≈ 9*102 «J»

در نهایت برای Q یعنی انرژی جابجا شده داریم:

Q ± Δ Q = «J»تفاضل اختلاف انرژی انتقال گرمایی دو اتاقک

(2.88 ± 0.09)*104 = «J» تفاضل اختلاف انرژی انتقال گرمایی دو اتاقک

28.8±0.9«KJ»=تفاضل اختلاف انرژی انتقال گرمایی دو اتاقک

نتیجه

اتاقک‌های آزمون طراحی شده به روشی مقایسه ای بین سیستم هوشمند و سیستم فاقد عایق، مورد مقایسه و بررسی قرار گرفتند و با حذف بسیاری از متغیرهای مستقل، تنها اثر دمای محیط را به عنوان متغیر مستقل مورد بررسی قرار دادند. اتاقک آزمون دارای دیوار جنوبی با عایق آیروژلی هوشمند با در نظر داشتن تمام شرایط آزمون نسبت به اتاقک آزمون مشابه اما فاقد عایق (شبیه به دیوار ترومب بومی) در طول ۲۴ ساعت ۹/۰ ۸/۲۸ ± کیلو ژول انرژی بیشتری را به داخل اتاقک آزمون انتقال میدهد. عدد فوق برای اثبات فرضیه پژوهش، یعنی موثر بودن عملکرد عایق هوشمند در افزایش راندمان حرارتی دیوار کفایت مینماید. به این نکته باید اشاره کرد که دیوار طراحی شده مورد نظر در زمان فقدان عایق حرارتی شباهت نزدیکی به دیوار ترومب بومی دارد و با فرض این موضوع میتوانیم نتیجه را به این شکل نیز بیان کرد: "با فرض شرایط این پژوهش، دیوار دارای عایق آیروژلی هوشمند، در مقایسه با دیوار ترومب بومی دارای عملکرد حرارتی بهتری میباشد."

هدف ویژه دیوار طراحی شده پژوهش این بود که بیشترین استفاده را از شرایط محیطی برای ایجاد آسایش حرارتی داخل اتاقک ایجاد نماییم و ضمنا کمترین تلفات حرارتی در آن دیوار وجود داشته باشد، که طراحی پیشنهاد شده در این پژوهش این اهداف را تامین نمود. ایده نوآورانه این پژوهش می-تواند راهی به سوی آینده پوشش‌های خارجی ساختمان‌ها باشد که معماری پایدار با نگرش هوشمندی را در آن حوزه تعریف می‌نماید.

پی نوشت ها

۱ POTENTIAL OF HYDROGEN

۲ THE NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

۳ EXCEL

۴ MATLAB

۵ رسانش گرمایی بر اساس تعریف عبارت است از مقدار گرمای که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر در حالت پایدار عبور می‌کند و اختلافی برابر یک درجه کلوین بین دو سطح طرفین عنصر ایجاد نماید. مستخرج از سایت روبرو : HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/THERMAL_CONDUCTIVITY

۶ TEST CHAMBER

۷ پیش آزمون یکی از مراحل فرایند تحقیق علمی است که معمولا پس از طراحی ابزار سنجش انجام می‌پذیرد. وقتی محقق ابزار سنجش را طراحی نمود، لازم است آن را به صورت آزمایشی به مورد اجرا گذارد (خاکی، ۱۳۸۴، ۳۰۰).

۸ MODERATER VARIABLE

۹ NATURAL LOGARITHM

۱۰ عدم وجود شیشه در این دیوارها بدان معنی نیست که نقش شیشه در آنها حذف شده است. بلکه در نوع بومی دیوار ترومب، مصالح دیگری، جایگزین شیشه شده است. دیوار ترومب بومی به طور معمول در ضلع جنوبی بنا قرار می‌گیرد. این دیوار متشکل است از دو دیوار آجری که نسبت به هم با فاصله معینی قرار گرفته‌اند و بین آنها یک فضای خالی وجود دارد دیوار آجری خارجی با ضخامت کمتری نسبت به دیوار داخلی می‌باشد. در حقیقت دیوار خارجی نقشی مشابه با شیشه را در دیوارهای ترومب نوین بازی می‌کند.

منبع سایت: دیوارترومب .HTTPS://FA.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/

مراجع

[1] GUNERHAN, H AND A HEPBASLI (2007), DETERMINATION OF THE OPTIMUM TILT ANGLE OF SOLAR COLLECTORS FOR BUILDING APPLICATIONS, BUILDING AND ENVIRONMENT, N.42, PP. 779–783.

[2] FRAISSE, G AND Y BAI AND N LE PIERRÈS AND T LETZ (2009), COMPARATIVE STUDY OF VARIOUS OPTIMIZATION CRITERIA FOR SDHWS AND A SUGGESTION FOR A NEW GLOBAL EVALUATION, SOLAR ENERGY, N.83, PP. 232-245.

[۳] انصاری، مجتبی ، بمانیان، محمدرضا، مهدوی نژاد، محمدجواد، حسینی کیا، سید محمد مهدی (۱۳۹۱) مکانیابی محوطه های گردشگری طبیعی بر اساس اصول معماری منظر، کاربرد ترکیبی FGD و فرایند سلسله مراتبی AHP ، مدیریت شهری، بهار و تابستان ۱۳۹۱، شماره ۲۹ ، صفحات ۷ - ۲۲

[4] ROGERS, RICHARD (2007), SUSTAINABILITY, WWW.RICHARDROGERS.CO.UK.

[5] JANI J. M. , LEARY M. , SUBC A. AND GIBSON M. A. (2014) , A REVIEW OF SHAPE MEMORY ALLOY RESEARCH, APPLICATION AND OPPORTUNITIES. MATERIALS & DESIGN 56: PP. 1078-1113.

[6] Fogel D. B. (1995) , Review of computational intelligence: Imitating Life. Proc. Of The IEEE, 83(11) .
[7] Addington D. Michelle & Schodek Daniel L.(2005) Smart Materials and New Technologies For the architecture and design professions , Harvard University.
[8] Diakaki. C., Grigoroudis. E, & Kolokotsa. D. (2008). "Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings", Energy and Buildings, 40, 1747–1754.
[9] Saidam M. V. , Obaidi K. M. , Hussein H. and Ismail M. A. (2017) , The Application of smart materials in building facades , Eco. , Env. & cons. Page 23

[10] Loonen R. , Treka M. , Costola D. and Hensen J. (2013) , Climate adaptive building shells: State of the art and future challenges , Renewable and sustainable Energy Reviews 25 , 483-493.
[11] Abeer S. , Yousef M. (2017) , Smart Material Innovative Technologies in architecture , Toward Innovative design Paradigm , Departmaent of Architecture and Engineering , Tunta Un. , Egypt , Energy Procedia Volume115 page 139.
[۱۲] مهدوی نژاد، محمد جواد (۱۳۹۲) الگوی انرژی دوستی در ساختمان براساس رفتار حرارتی بام، نقش جهان، سال سوم، شماره۲، صفحات۴۲-۳۵

[13] Vasco D. A. , Mejias M.M. and Aguilera R. O. (2017) , Thermal simulation of a social dwelling in Chile: Effect of the thermal zone and the temperature- dependant thermophysical properties of light envelope materials , Applied Thermal Engineering , volume 112 , page 771-783.
[14] Kimber Mark, Clark William W., Schaefer Laura 2013 , Conceptual analysis and design of partitioned multifunctional smart insulation , Applied Energy 114 (2014) 310–319
[۱۵]عباسی، محمد رضا و طاهباز، منصوره و وفایی، راحیل (۱۳۹۴) ، معرفی سیستم نوین ساختمانی تغییر پذیر (فناوری نو در طراحی معماری اقلیمی)
[۱۶]خاکی، غلامرضا (۱۳۷۸) ، روش تحقیق با رویکرد پایان نامه نویسی، وزارت فرهنگ و آموزش عالی.
[۱۷]بیکر تزل ال. (۱۳۷۷) ، نحوه انجام تحقیقات اجتماعی، ترجمه هوشنگ نایبی، انتشارات روشن.
[۱۸]مرادی، ساسان (۱۳۸۹) تنظیم شرایط محیطی. انتشارات شهیدی .
[۱۹]محمد شقایق، (۱۳۹۲) ، مطالعه رفتار حرارتی مصالح رایج در ساخت دیوار (ساختما نهای مسکونی شهر تهران) ، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی دوره ۱۸ شماره۱ بهار ۱۳۹۲ صفحات ۶۹ - ۷۸

امکان سنجی کاهش مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی یک ساختمان اداری با ارتفاع ۴ طبقه

جمال خداکرمی (دانشیار و مدیر گروه معماری، دانشگاه ایلام)
امیر قصوری (دانشجوی معماری و انرژی، دانشگاه ایلام)

چکیده

زمینه بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان ها در ایران در چند سال اخیر توسعه یافته است، بنابر این می توان گفت که ساختمان هایی که ساخته بیش از چند دهه هستند، فاقد معیارها و استاندارد های لازم در راستای مصرف بهینه انرژی شناخته می شوند. این مقاله با هدف بررسی یک ساختمان اداری (دولتی) و ارئه راهکارهایی جهت بهینه سازی مصرف انرژی در این ساختمان با استفاده از نرم افزار شبیه سازی مصرف انرژی دیزاین بیلدر ارائه شده است. با استفاده از این نرم افزار ضعف های طراحی این بنا در زمینه مصرف انرژی شناسایی و جهت رفع آن در محیط شبیه سازی اقداماتی صورت گرفته است. نتایج شبیه سازی ها نشان می دهند که با بهینه سازی در قسمت های بام ساختمان، جداره ها، جنس بازشوها و همچنین استفاده از تکنیک سایه اندازی بر بازشوها، میزان تقاضای گرمایشی از ۱۷,۳۱مگاوات ساعت به ۱۳,۳۲ مگاوات ساعت و تقاضای سرمایشی از ۱۰۵,۷۹مگاوات ساعت به ۹۴,۴۹ مگاوات ساعت کاهش یافته است،که این میزان معادل است با کاهش ۱۰,۶۸ درصد بار سرمایشی، ۲۳,۰۵ درصد بار گرمایشی و کاهش ۱۲,۴۲ درصد از بار مصرفی سالانه ساختمان می باشد. در نهایت می توان نتیجه گرفت که با بهینه کردن ساختمان های دولتی مشابه در سطح کشور که هزینه های آن ها از بودجه دولتی تامین می گردد، میزان قابل توجهی از سهم مصرف انرژی بخش ساختمان در کل کشور کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: مصرف انرژی، بهینه سازی، ساختمان دولتی، شبیه سازی، دیزاین بیلدر.

* J.KHODAKARAMI@ILAM.AC.IR ** AMIRGHOSOURI72@GMAIL.COM

مقدمه

افزایش مصرف انرژی در دنیا پس از انقلاب صنعتی و در پی آن کاهش حجم منابع سوخت های فسیلی و افزایش آلودگی شهر ها در دنیا سبب گردیده است که کارشناسان انرژی در زمینه طراحی ساختمان های صفر انرژی و یا کم مصرف و بهینه سازی ساختمان های موجود دست به اقدامات جدی بزنند. در این زمینه مطالعات گسترده ای صورت گرفته است که به تناسب موضوع بحث تحقیق به پاره ای از آنها اشاره می شود. در یک تحقیق بررسی یک ساختمان آموزشی اداری با شبیه ساز دیزاین بیلدر و با ارائه چند راهکار بهینه سازی، ادعای کاهش ۲۳% در مصرف انرژی گرمایشی و ۱۳%در مصرف انرژی سرمایشی شده است [۱]. همچنین با شبیه سازی یک ساختمان آموزشی دانشگاهی در نرم افزار انرژی پلاس امکان کاهش مصرف انرژی سالانه ساختمان در حدود ۴۰% نتیجه گرفته شده است [۲]. تحقیقی که با کمک شبیه سازی یک ساختمان اداری در شهرتهران در نرم افزار دیزاین بیلدر انجام گرفت، راه های کاهش مصرف را در یک ساختمان مجهز به مدیریت هوشمند را بررسی نمود. در این مطالعه با تمرکز روی مصرف انرژی در بخش های سرمایش،گرمایش،آب گرم مصرفی، روشنایی و تجهیزات اداری، سناریوهای کاهش مصرف انرژی در چنین ساختمانی بررسی شده و در نهایت با لحاظ دوره بازگشت سرمایه، بهینه ترین و عملی ترین سناریو پیشنهاد شد [۳] . در تحقیق دیگری با بررسی شرایط آسایش گرمایی ساکنین یک بلوک ۴ طبقه مسکونی در تهران در نرم افزار اکوتکت، ادعای کاهش بار برودتی تا ۵۰% و بار حرارتی به میزان ۱۵% شد [۴] . در مقاله دیگری راهکارهایی عملیاتی با توجه به مبحث۱۹ مقررات ملی ساختمان در جهت بهینه سازی ساختمان ها ارائه گردید است [۵]. در یک تحقیق دیگر با شبیه سازی یک آپارتمان مسکونی در اقلیم بوشهر در نرم افزار اکوتکت و بررسی تاثیر سایبان های خارجی بر میزان مصرف انرژی، موفق به کاهش ۳% مصرف انرژی سرمایشی سالانه ساختمان شده اند[۶].

از آنجایی که بخش ساختمان و مسکن با مصرف حدود ۴۰ درصد انرژی بزرگترین مصرف کننده انرژی در ایران می باشند [۷]، در این مقاله یک ساختمان اداری به عنوان یک مورد مطالعاتی از ساختمان های اداری با ارتفاع متوسط کشور ایران برای آزمون شرایط کاهش مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور، ساختمان آب منطقه ای ایلام به عنوان نمونه ای قابل تعمیم از ساختمان های اداری موجود در کشور به وسیله نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه سازی گردیده است. باید گفته شود که بر اساس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (پیوست۳، گونه بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی- سرمایی سالانه محل ساختمان) شهر ایلام در گروه نیازمند به انرژی متوسط (نیاز گرمایی زیاد) در طی سال طبقه بندی شده است [۸]. لذا در این تحقیق با ارائه چند راهکار عملی همچون ایجاد تغییرات در بام ساختمان، جداره ها، جنس بازشوها و استفاده از تکنیک سایه اندازی بر بازشوها میزان تقاضای مصرف انرژی سالانه ساختمان بررسی شده و راههای کاهش آن مطالعه شده است.

روش تحقیق:

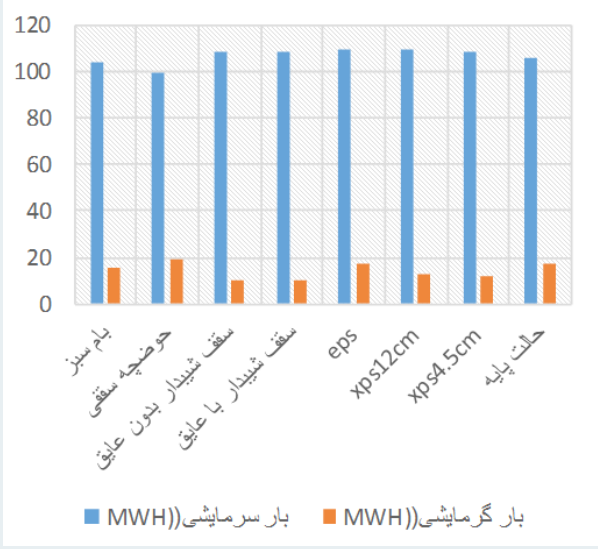
در ابتدا ساختمان آب منطقه ای شهر ایلام با وضعیت موجود در نرم افزار شبیه سازی دیزاین بیلدر شبیه سازی گردیده است و میزان مصرف انرژی وضع موجود مشخص گردیده است. در مراحل بعدی با استفاده از شبیه سازی، یک پارامتر چند بار تغییر داده شده است و در هر بار تاثیر آن بر میزان مصرف انرژی محاسبه شده است. پس از آزمایش تمام پارامتر های مدنظر، بهینه ترین حالت در نظر گرفته شده برای هر پارامتر مشخص گردیده است. در مرحله نهایی با مشخص کردن همه پارامتر های بهینه انتخاب شده در کنار هم و طی چند مرحله آزمایش، تاثیر تمام این پارامتر ها در کنار یکدیگر محاسبه گردید تا درصد موفقیت در بهینه سازی مشخص گردد. ساختمان آب منطقه ای ایلام شامل ۴ طبقه و مساحت زیربنای ۱۳۷۵ متر مربع می باشد. شکل۱ ساختمان مدل شده در نرم افزار دیزاین بیلدر را نشان می دهد.

شکل ۱: ساختمان شبیه سازی شده در نرم افزار دیزاین بیلدر

تجزیه و تحلیل راهکارهای کاهش بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان:

الف- تغییرات بام ساختمان:

جهت کاهش بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان چند تغییر در بام ساختمان اعمال شده که نتایج این تغییرات در نمودار زیر دیده می شود. این تغییرات شامل ایجاد بام سبز، ایجاد حوضچه آب بر روی سقف، اضافه کردن لایه عایق پلی استایرن اکسترود شده (XPS) در دو مرحله یکبار به ضخامت ۴,۵ و یکبار ۱۲ سانتی متر، اضافه کردن لایه عایق پلی استایرن منبسط شده (EPS) و ایجاد سقف شیبدار با شیب ۳۰ درجه و پیش آمدگی ۴۰ سانتی متر یکبار با عایق و یکبار بدون عایق می باشد.

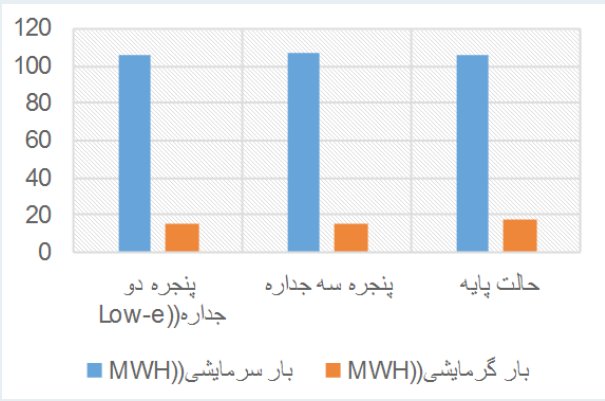


شکل ۲: تغییرات میزان مصرف انرژی ساختمان ناشی از تغییرات در بام ساختمان

شکل ۲ نمودار تغییرات مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی حاصل از اعمال تغییرات در بام این ساختمان را نشان می دهد. مطابق با نمودار ارائه شده در شکل ۲، سه گزینه سقف شیبدار با عایق، بام سبز و حوضچه آبی بهترین عملکرد را در جهت کاهش بار ساختمان داشته اند، که از این میان حوضچه سقفی با ۴,۳۴ درصد کاهش به عنوان گزینه برتر انتخاب می گردد.

ب- تغییرات پنجره ها:

پنجره های ساختمان در وضع موجود دو جداره با لایه هوای ۶ میلی متری در بین دو لایه شیشه ۶ میلیمتری می باشد. برای ساختمان یکبار پنجره دو جداره LOW-E و یکبار پنجره سه جداره در نظر گرفته می شود. میزان مصرف در حالتهای مختلف ناشی از چنین شرایطی را در شکل ۳ می توان دید. با وجود اینکه پنجره سه جداره بار گرمایشی را به میزان بیشتری از پنجره دو جداره (LOW-E) کاهش داده است، اما نسبت به پنجره دو جداره(LOW-E) به میزان بیشتری بار سرمایشی را افزایش داده است. در مجموع پنجره دو جداره (LOW-E) به میزان ۰,۴۹ درصد باعث کاهش مجموع بار مصرفی ساختمان شده است.

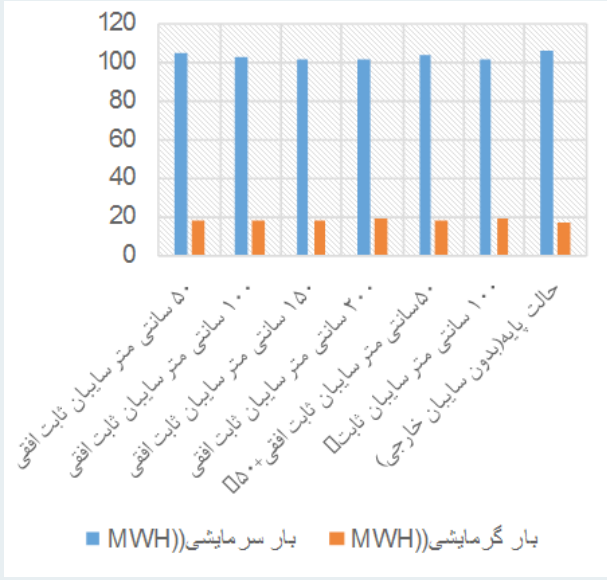


شکل ۳: تغییرات میزان مصرف انرژی ناشی از تغییرات در لایه بندی پنجره های ساختمان

ج- تغییرات سایبان خارجی:

سایبان های ثابت افقی و عمودی خارجی بسته به ابعاد مختلفی که دارند می توانند در فصل زمستان پرتوهای خورشیدی را وارد و در فصل تابستان از ورود بیش از حد آن ها جلوگیری کنند. در نهایت این امر باعث تاثیر بر بار

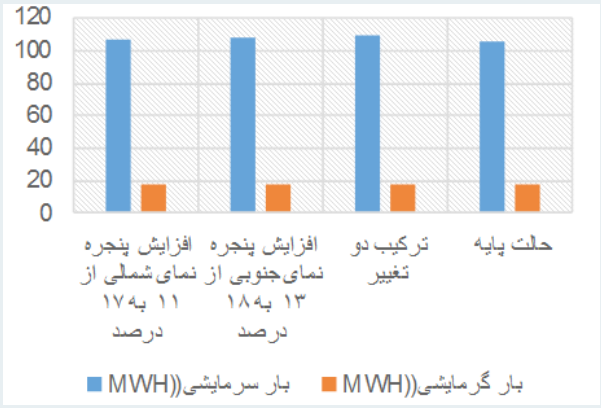
سرمایشی و گرمایشی ساختمان می گردد. همانگونه که در شکل ۴ می توان دید، مطابق با نتایج بدست آمده با افزایش طول سایبان خارجی شاهد کاهش هر چه بیشتر بار سرمایشی هستیم، در عین حال بار گرمایشی افزایش می یابد. با مقایسه نتایج بدست آمده گزینه ۱۰۰ سانت سایبان افقی و عمودی دو طرفه می تواند به عنوان گزینه مناسب در نظر گرفته شود.



شکل ۴: تغییرات میزان مصرف انرژی ناشی از تغییرات در سایبان های پنجره های ساختمان

د- تغییرات درصد سطوح پنجره ها:

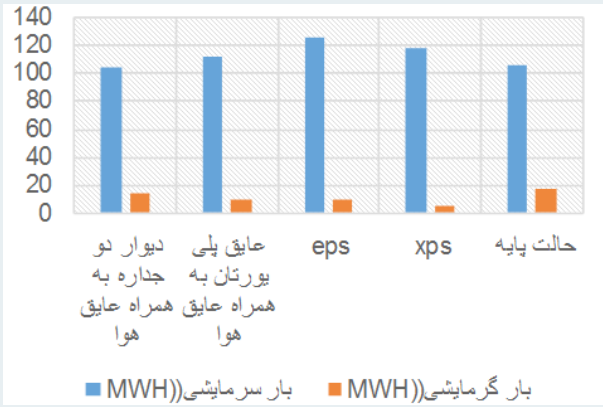
تغییر در میزان سطوح پنجره ها در نماهای شمالی و جنوبی می تواند در بار مصرفی سرمایشی و گرمایشی ساختمان تاثیر گذار باشد. با توجه به نماهای جنوبی و شمالی ساختمان مورد بررسی، امکان افزایش سطوح پنجره در نمای جنوبی از ۱۳ به ۱۸ درصد و نمای شمالی از ۱۱ به ۱۷ درصد وجود دارد. همانطور که در نمودار ارائه شده در شکل ۵ مشخص است، در هر دو تغییر و ترکیب آن ها با افزایش درصد سطوح پنجره ها، شاهد کاهش بار گرمایشی و به میزان بیشتری افزایش بار سرمایشی ساختمان هستیم که در مجموع نیز افزایش مجموع بار مصرفی ساختمان را در پی داشته است. در نتیجه این تغییر به عنوان گزینه ای مناسب نمی تواند در نظر گرفته شود.



شکل ۴: تغییرات میزان مصرف انرژی ناشی از تغییرات در سایبان های پنجره های ساختمان

ر- تغییرات دیوارهای خارجی:

جهت بهینه سازی مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان چند تغییر در دیوار های خارجی ساختمان اعمال شده است که در نمودار شکل ۶ تاثیر این تغییرات دیده می شود. این تغییرات شامل دو جداره کردن دیوارهای خارجی و یک لایه عایق هوا بین دو جداره، اضافه کردن یک لایه عایق پلی یورتان و عایق هوا، اضافه کردن یک لایه فوم پلی استایران اکسترود شده (XPS) و یک لایه عایق فوم پلی استایرن منبسط شده (EPS) می باشد. از نتایج بدست می آید که با وجود آنکه در گزینه های عایق پلی یورتان به همراه عایق هوا، EPS و XPS شاهد کاهش مطلوب بار گرمایشی هستیم، اما در این سه گزینه بار سرمایشی نیز به طرز نامطلوبی افزایش یافته است. لذا از میان گزینه ها در این بخش، گزینه دیوار دو جداره به همراه عایق هوا که سبب کاهش هر دو مقدار بار سرمایشی و گرمایشی و مجموع بار مصرفی به میزان ۳,۴۱ درصد شده است، به عنوان گزینه مطلوب یاد می شود.



شکل ۶: تغییرات میزان مصرف انرژی ناشی از تغییرات اعمال شده بر روی دیوارهای خارجی ساختمان

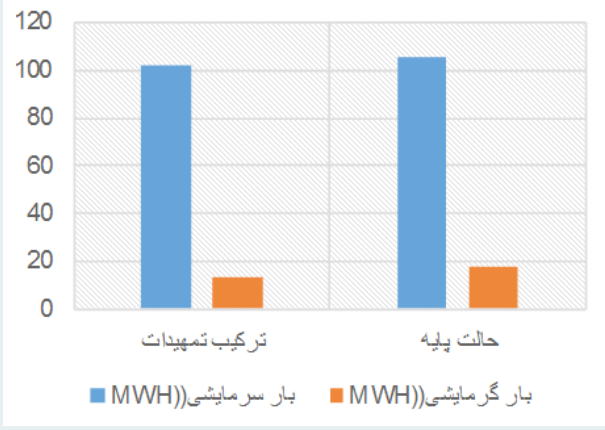
س- تغییرات سقف طبقات، کف طبقه همکف و اعمال سقف کاذب در طبقه همکف:

جهت بهینه سازی ساختمان تغییراتی در سقف طبقات وکف طبقه همکف صورت گرفت که تاثیر قابل توجهی در کاهش مصرف انرژی ساختمان نداشتند.این تغییرات شامل اضافه کردن لایه عایق هوا به سقف طبقات،لایه عایق پلی استایرن منبسط شده(EPS) به سقف طبقات و کف طبقه همکف واضافه کردن لایه عایق فوم فرمالدهید به کف طبقه همکف می باشد.

همچنین به دلیل سقف بلند طبقه همکف(۴۱۰ سانتی متر) و تکنیک کاهش حجم فضا از طریق اعمال سقف کاذب،سقف کاذب در سه حالت ۵۰سانتی متر فاصله از سقف اصلی،۸۰ سانتی متر و ۱۱۰ سانتی متر،در همه نقاط طبقه همکف بجز سالن اجتماعات اعمال شد که تاثیر چندانی در کاهش مصرف انرزی ساختمان نداشت.

و - ترکیب تغییرات اعمال شده:

در نهایت ترکیب تمهیدات برگزیده شده (پنجره دو جداره (LOW-E)،۱۰۰ سانتی متر سایبان ثابت افقی و عمودی دو طرفه، حوضچه سقفی و دیوار دوجداره به همراه عایق هوا) نسبت به حالت پایه (وضع موجود ساختمان) بررسی شد. در نمودار ارائه شده در شکل ۷ میزان تغییرات بدست آمده نسبت به وضع موجود ساختمان قابل مشاهده است. همچنین این نتایج در جدول ۱ آمده است.



شکل ۷: تغییرات میزان مصرف انرژی ناشی از بهینه ترین تغییرات در ساختمان

جدول ۱: میزان تغییرات ناشی از ترکیب راهکارهای بهشنه سازی

تغییر ایجاد شده	حالت پایه (مصرف سالانه مگاوات)	ترکیب تغییرات (مصرف سالانه مگاوات)
بار سرمایشی (مصرف سالانه مگاوات)	۱۰۵.۷۹	۹۴.۴۹
بار گرمایشی (مصرف سالانه مگاوات)	۱۷.۳۱	۱۳.۳۲
مجموع بار(سرمایشی+گرمایشی)	۱۲۳.۱۰	۱۰۷.۸۱
درصد تغییر بار سرمایشی	-	۱۰.۶۸ کاهش
درصد تغییر بار گرمایشی	-	۲۳.۰۵ کاهش
درصد تغییر مجموع بار مصرفی	-	۱۲.۴۲ کاهش

نتیجه گیری:

تمام تمهیدات استفاده شده در این مقاله با توجه به شرایط اقتصادی ایران راهکارهای قابل اجرا جهت بهینه سازی ساختمان ها می باشند. مشاهده می گردد که با اضافه کردن لایه های عایق به بدنه ساختمان، تعویض پنجره ها، استفاده از سایبان هایی که ساختار پیچیده ای ندارند و ... می توان انرژی سرمایشی و گرمایشی سالانه ساختمان را تا محدوده های مطلوبی کاهش داد. با توجه به اینکه تلاش در زمینه بهینه سازی در چند سال اخیر توسعه یافته است و ساختمان های اداری ساخته شده در ایران فاقد استاندارد های لازم می باشند، لذا می توانیم با استفاده از این تکنیک ها سهم مطلوبی در کاهش مصرف انرژی کشور ایفا کنیم. اما آنچه که در نهایت در این مطالعه بدست آمد می توان گفت کاهش ۱۰,۶۸ درصدی در بار مصرف انرژی سرمایشی و ۲۳,۰۵ درصد در بار مصرف انرژی گرمایشی را در یک ساختمان اداری با ارتفاع متوسط توقع داشت. در مجموع، نظر به شرایط

منطقه ای، گونه ساختمان و کاربری آن که اداری است و بیشتر در طول روز استفاده می شود، کاهش بار ۱۲,۴۲ درصدی از کل میزان مصرف سالانه در چنین ساختمانی و در اقلیمی چون اقلیم ایلام امکان پذیر است.

مراجع

[۱] خداکرمی،جمال و همکاران، «بررسی میزان مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی و ارائه راهکار های بهینه جهت کاهش مصرف انرژی (نمومنه موردی:دانشگاه ایلام)»، کنگره بین المللی پایداری در معماری و شهرسازی-شهر مصدر-دوبی-اسفند ۱۳۹۳.

[۲] ابراهیم پور، عبدالسلام و کریمی واحد، یوسف، «روش های مناسب بهینه سازی مصرف انرژی در یک ساختمان دانشگاهی در تبریز»، مجله علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مدرس،دوره ۱۲،شماره ۴،ص ۹۱-۱۰۴،آبان ۱۳۹۱.

[۳] خداکرمی، جمال و قبادی، پریسا، «بهینه سازی مصرف انرژی در یک ساختمان اداری مجهز به سیستم مدیریت هوشمند»، نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی، سال ششم، شماره دوم، ص ۱۲-۲۳، تابستان ۱۳۹۵.

[۴] قبادی، پریسا و خداکرمی، جمال، «بهینه سازی مصرف انرژی در بخش مسکن با هدف کاهش مصرف منابع فسیلی به عنوان سوخت»، سومین کنفرانس بین المللی رویکرد های نوین در نگهداشت انرژی.

[۵] وریج کاظمی، محمد و وریج کاظمی، رضا، «ارائه راهکار های عملیاتی به منظور بهینه سازی مصرف و مدیریت انرژی در ساختمان های اداری و مسکونی ایران»، اولین همایش سالانه(ملی)ساختمان آینده ایران، مازندران، ساری، کانون مهندسین ساری، اردیبهشت ۱۳۹۲.

[۶] روستایی، سکینه و خداکرمی، جمال، «بررسی تاثیر سایبان خارجی برمیزان مصرف انرژی ساختمان نمونه مطالعاتی:آپارتمان مسکونی در اقلیم بوشهر»، اولین کنگره سالیانه جهان و بحران انرژی(WEC۲۰۱۵)، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی، شیراز، ایران، اردیبهشت۱۳۹۴.

[۷] نصراللهی، فرشاد، «ضوابط معماری و شهرسازی کاهش دهنده مصرف انرژی ساختمان ها»، نشست کمیته ملی انرژی ایران، اسفند ۱۳۹۰.

[۸] دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، «مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان»، نشر توسعه ایران، ۱۳۸۸.

Thermal Performance Investigation through the Residential Building Envelope's Shading Effect in a semi arid climate of Esfahan

Heidar Jahanbakhsh (Assistant Professor, Department of art & Architecture, Payame Noor Universtiy (PNU))
Zahra Barzegar (Department of Architecture, Islamic Azad University, Shiraz, IRAN)
Azita Ghafarzadeh (MSc. Student, Department of art & Architecture, Payame Noor Universtiy (PNU))

Abstract

The shading effects (external components, trees and adjacent buildings or the building itself) impact on the thermal performance of a building. Shading effect of buildings depends on the design of the form and shape of the building, floor configuration, and units' layout in the floors. Therefore, some apartments will suffer from the shading created by the adjacent buildings on the same block.This study aimed at evaluating the thermal performance of residential buildings under the shadow of adjacent blocks in hot and dry climate. For this purpose, common building shapes were selected and analyzed by Design Builder 4.2.0, an energy modeling software. Cooling loads of each apartment unit were assessed and then compared in different geographical directions. Energy modeling results showed that adjacent blocks' shadings have an important influence on the cooling load.

Keywords: Shading Effect; Simulation of Thermal Performance; Design Builder; Residential Building; hot and dry climate

* H_JAHANBAKH@PNU.AC.IR **ZAHRABARZEGAR86@YAHOO.COM

Simulation of the impact of window overhang and thermal envelope used for reducing conductivity on energy consumption of an office building located in a hot and humid climate in Ahvaz, Iran

Morteza Asghari (Mechanical. Eng., Damavand Branch, Islamic Azad University; Damavand)
Hamid Yazdani (PhD. in Architecture, University of Science and Technology, Tehran)

Abstract

Buildings are responsible for about 40% of total energy consumption in Iran. HVAC system has the largest proportion among the building energy consuming systems. Reduction of cooling load is one of the most concerning strategies for hot and humid climate of southern part of Iran. This paper compares window overhang and envelope thermal conductivity reduction cooling load effect as two of the most favourite energy efficiency methods. One of the Gas organization buildings in Ahvaz was simulated according to both of the mentioned strategies in 3 days of summer (3rd. of June and 1st of July and August) as the case study. The results demonstrated that energy saving methods regarding conduction reduction solutions improves energy performance more than the solar gain control through radiation reduction by installation of window overhang due to climatic characteristics of Ahvaz. Using a poly urethane layer in the external walls and the roof with 5 cm depth reduced the thermal conductivity by about 7.8%, which lead to cooling load saving on the 1st of July. where installation of window overhang on the windows facing the equator with 120 cm depth projection only brought about 0.98% energy saving.

Keywords: Simulation; Energy efficiency; Window overhang; Thermal envelope; Energy consumption.

* E.M.ASGHARY@GMAIL.COM ** YAZDANI.H@GMAIL.COM

A new design of wind-catcher with an evaporative cooling pad

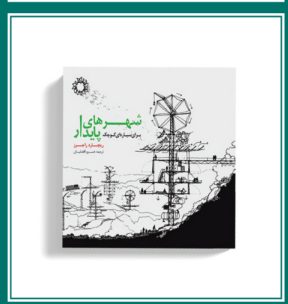
Farshad M. Kashkooli (Department of Mechanical Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran)
Alireza Dehghani-Sanij (Department of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada - Waterloo Institute for Sustainable Energy (WISE), University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada)
Madjid Soltani (Department of Mechanical Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran - Department of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada - Waterloo Institute for Sustainable Energy (WISE), University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada - HVAC & R Management Research Center, Niroo Research Institute, Tehran, Iran)

Abstract

The main purpose of this study is to introduce and investigate a new design of wind-catcher with an evaporative cooling pad. The new design includes a fixed column, a rotating and movable head, an air opening with a screen, and two windows at the end of the column. The designed wind-catcher can be installed on roof-tops to take advantage of ambient airflow. The wind-catcher's head can be controlled manually or automatically to capture optimum wind velocity due to desired thermal condition. To maximize its performance, a small pump was considered to circulate and spray water on an evaporative cooling pad. A computational fluid dynamics (CFD) simulation of airflow around and inside the proposed wind-catcher is conducted in order to analyze the ventilation performance of this new design of wind-catcher. The simulation results illustrate that the new wind-catcher design with an evaporative cooling pad can be a reasonable solution to improve naturally the thermal comfort of buildings in hot and dry climates.

Keywords: Wind-catcher; Natural ventilation; Thermal comfort, CFD

کتابکده کسری
KASRA PUBLISHING
ART, ARCHITECTURE & URBANISM



انتشارات کتابکده کسری

ناشر تخصصی **هنر**، **معماری** و **شهرسازی** از سال ۱۳۸۵ فعالیت خود را با تأکید بر تولید و نشر محتوای تخصصی معماری و رشته‌های طراحی وابسته (داخلی، منظر و...) و شهرسازی، طراحی و برنامه‌ریزی شهری آغاز نمود و اکنون با بیش از یکصد عنوان کتاب تخصصی منتشر شده، یکی از شناخته‌شده‌ترین و فعال‌ترین ناشرین تخصصی این حوزه به شمار می‌آید.

کتاب‌های منتشر شده کتابکده کسری در موضوع توسعه محیطی پایدار:

- **معماری ساختمان سبز به زبان تصویر**
فرانسیس دی کی چینگ و ایان ام. شپیرو، ترجمه حیدر جهانبخش و کانیا کریم بیگی، ۱۳۹۶.
(مورد حمایت معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی و سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران و با همکاری دانشگاه تهران-قطب علمی فناوری معماری)
- **مبانی مسکن پایدار**
آوی فریدمن، ترجمه هانی منصورنژاد (زیر نظر دکتر علی غفاری)، ۱۳۹۶. (با همکاری دانشگاه شهید بهشتی-قطب علمی طراحی شهری)
- **۱۰۱قانون بنیادی برای شهرها و ساختمان‌های پایدار**
هیو هی‌وود، ترجمه ایران بهلولی، ۱۳۹۶.
- **۱۰۱قانون بنیادی برای معماری با مصرف انرژی کم**
هیو هی‌وود، ترجمه آزاده پاینده رخشانی، ۱۳۹۶.
- **دهکده سازگار با محیط زیست**
اصغر صابری، ۱۳۹۴.
- **شهرهای پایدار برای سیاره‌ای کوچک**
ریچارد راجرز، ترجمه خسرو افضلیان، ۱۳۹۲.
- **شکل‌دهی محلات (با رویکرد سلامت و پایداری)**
در دست انتشار

انتشار آثار تالیف و ترجمه

اگر در حوزه تولید محتوای مکتوب و ادبیات مرتبط با **کاهش مصرف منابع** و **انرژی** و **افزایش پایداری در ساختمان‌ها و شهرها** در قالب کتاب تألیفی یا ترجمه آثاری دارید، کتابکده کسری از شما برای انتشار آثارتان حمایت و دعوت به همکاری می‌نماید.

پشتیبانی از پروژه‌های نشر

اگر به توسعه **دانش بومی** و **ادبیات تخصصی** علاقه دارید و نقشی در این موضوع برای خود قائلید، با **پشتیبانی** علمی، مالی و معنوی از پروژه‌های نشر کتابکده کسری، علاوه بر بهبود بسترها، برند و نام خود را به عنوان حامی در این آثار ثبت نمایید.

مستندسازی فعالیت‌های حرفه‌ای

اگر به عنوان طراح، سازنده، سرمایه‌گذار و یا کارفرما، اهدافی پیرامون **توسعه محیطی پایدار** در پروژه‌های خود دنبال کرده‌اند، با معرفی پروژه‌ها، روند کار و نتایج حاصل در قالب کتاب، **تجربیات** خود را با دیگر علاقه‌مندان و فعالان این حوزه به اشتراک گذارید.

www.kasrapublishing.ir
info@kasrapublishing.ir
051 37 67 00 19 - 0935 499 411 8

آموزش سیستمهای هوشمند ساختمان تحت پروتکل KNX

با ارائه مدرک بین المللی(KNX Partner)
توسط مرکز رسمی آموزشKNX در ایران

با ارائه تسهیلات ویژه برای اعضای محترم نظام مهندسی

سرفصل های آموزشی دوره KNX Basic

1st Day	2nd Day	3rd Day	4th Day
KNX System Overview + KNX Argument	KNX Topology	KNX Telegram + KNX Installation	Bus Devises + BMS Project Design
KNX Commissioning ETS + KNX Project Design ETS: Basic	KNX Commissioning ETS (Continue) + KNX Project Design ETS: Basic (Continue)	KNX Diagnostics + Troubleshooting	KNX Theoretical Exam + KNX Practical Exam

آدرس : تهران – سیدخندان: ابتدای سهروردی شمالی، کوچه حاج حسنی،پلاک ۵،واحد ۱۴
تماس با ما : ۸۸۷۳۱۵۵۷ ۸۸۷۶۹۲۱۰
ایمیل: info@tmksh.co.ir
www.tmksh co.ir

سبز معماری ۱۰
فصلنامه علمی- تخصصی معماری سبز
سال سوم- شماره ۱۰ - بهار ۱۳۹۷

1st International Conference on Building Energy Managment & BEMS Technologies