



رویکرد همه جانبه در طراحی ساختمان‌های انرژی صفر

حسین مدی^{۱*}، پریا علی اکبری^۲

۱-استادیار، معماری و انرژی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین

۲-دانشجوی دکتری دانشگاه تهران مرکزی

*قزوین، صندوق پستی ۱۶۸۱۸-۳۴۱۴۹، medi@arc.ikiu.ac.ir

چکیده

یکی از منابع آلوده کننده مهم طبیعت، گازهای ناشی از سوختن منابع فسیلی است که هم تولید و هم مصرف آن به دلیل پایین بودن فناوری تجهیزات تولید و مصرف، همواره با آلودگی زیست محیطی همراه است. ضرورت به حداقل رساندن استفاده از سوخت های فسیلی باعث شده تا در جهان، بعد از نسل ساختمان‌های سبز که از حداقل انرژی مصرفی برخوردار بودند، ساختمان‌های انرژی صفر و انرژی پلاس مطرح شوند چنان که بهره مندی از آن برای هر سازمان یا نهادی که از این سبک ساختمان سازی بهره مند شود، یک امتیاز محسوب می شود. از جمله ویژگی های این سامانه پیچیده آن است که از حداقل اتلاف انرژی برخوردارند، از نور روز در ساختمان استفاده نموده و تمامی انرژی مورد نیاز ساختمان را از منابع انرژی های تجدیدپذیر تامین می نمایند. اما برای به ثمر رسیدن چنین سامانه انعطاف پذیر و هوشمندی، با اهداف پایدار، لازم است تا تمامی گروه های مشارکت کننده متخصص در برنامه ریزی، طراحی و اجرا از نقش خود در رسیدن به هدف مشترک تعیین شده آگاه و نسبت به عملکردهای پیش بینی شده مسئولیت پذیر باشند. هدف از این مقاله تبیین فرآیند همکاری گروه های مهندسی برای رسیدن به یک ساختمان کارا با سطح مصرف انرژی و روش تحقیق در این مقاله بررسی منابع کتابخانه ای و تحلیل توصیفی روابط متغیرهای مستقل - وابسته در بحث است. در این مسیر بررسی نمونه های موردی از ساختمان های انرژی صفر و تحلیل عملکرد این ساختمان ها می تواند مفید باشد.

کلید واژگان: دیدگاه همه جانبه، صفر انرژی، معماری پایداری، مشارکت، طراحی

Holistic Design Approach in Zero Energy Buildings

Hossein Medi ^{1*}, paria Ali Akbari²

1. Architecture and Urban Design School, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

2. PhD Student of Tehran Azad University

*P.O.B.34149- 16818, Qazvin, Iran, medi@arc.ikiu.ac.ir

Received: 6 July 2015 Accepted: 21 September 2015

Abstract

One of the major pollutant in the nature is greenhouse emissions caused by fossil fuels. Traditional HVAC systems has low efficiency and high pollution and so life on the earth is confronted to the greatest challenge after beginning of civilation. In recent decades, however, sustainable policies and plannings are offered many amendatory ways to change building design process as integrated design process and holistic approach which was profited to rise energy efficiency in equipment. Net zero energy building is a result of common aim and responcible participation of architects, civil and electrical and mechanical engineers in this area. This type of buildings has greatly reduced energy needs through efficiency gains such that the balance of energy needs can supply with renewable technologies. This article was conducted to present this process design to determine intervener factors and the rate of success ultimately. Research method is on descriptonal- analytical due to study library's documents and review case studies.

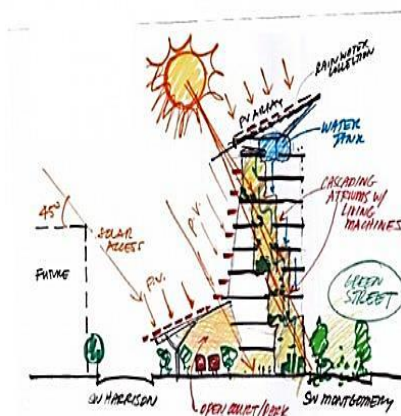
Keywords: holistic approach, zero energy, sustainable, participation, design

۱- مقدمه

مهندسان مجری است که در نگرشی همه جانبه نیازها و اهداف پروژه را در بستری پایدار متجلی می کنند. در این مقاله به این سؤال که شرایط تحقق این رویکرد در طراحی ساختمان های انرژی صفر چگونه می تواند باشد، پاسخ داده شده است. هدف از این مقاله تبیین فرآیند همکاری گروه های مهندسی برای رسیدن به یک ساختمان کارا با سطح مصرف انرژی و روش تحقیق در این مقاله بررسی منابع کتابخانه ای و تحلیل توصیفی روابط متغیرهای مستقل- وابسته در بحث است. در این مسیر بررسی نمونه های موردی از ساختمان های انرژی صفر و تحلیل عملکرد این ساختمان ها مورد توجه قرار گرفته است.

۲- معماری انرژی صفر: معرفی اصول و دست یافت ها

یک ساختمان انرژی صفر (ZEB)، بنا به تعریف، ساختمان مسکونی و یا تجاری با کاهش قابل توجه نیازهای انرژی از طریق رسیدن به سطح بهره وری بالا می باشد به گونه ای که می تواند توازن نیازهای انرژی خود را با به کارگیری فن آوری ها و انرژی های تجدید پذیر به دست آورد. در اواخر قرن بیستم، با به کارگیری این روش معماران به طراحی ساختمانهای کم مصرف دست یافتند که نیازهای انرژی خود را تامین و بدون آن که به شبکه انرژی وابسته باشد تا 25 kW/m^2 در طول سال نیز مازاد انرژی خود را به شبکه ارسال نمایند. تبیین این اهداف و نحوه تعریف آنها برای فرآیند طراحی حیاتی است [۱]. در طول بیست سال اخیر در حدود ۲۰۰ پروژه مسکونی و اداری- تجاری در دنیا براساس این دستاورد جدید طراحی و ساخته شده و این روند همچنان، با افزایش قیمت انرژی، رو به افزایش است. این ساختمان ها در ابتدا تنها جنبه تحقیقاتی داشتند اما به زودی در مسیر ساخت عمومی و بازار ساختمان قرار گرفتند. گرایش اولیه برای ساخت این خانه کاهش مصرف انرژی و توجه کامل به زیست بوم محل بوده است (شکل ۱).



شکل ۱. نموداری شماتیک از عملکرد محیط یک ساختمان تجاری اداری

مخا-: <http://architecture-view.com/2010/06/06/oregon-office-tower-zero-energy>

در این رویکرد شکل تعریف اهداف و عملکرد یک سامانه صفر انرژی پیچیده و درک شیوه های ترکیبی بهره وری کاربردی و گزینه های عرضه و مصرف انرژی تجدید پذیر کاملاً تعیین کننده است. در درون واژه انرژی صفر این ایده قرار دارد که ساختمان ها می توانند تمام نیازهای انرژی خود را از طریق مبالغ تجدید پذیر، پاک، موجود داخلی و کم هزینه برآورده سازند. در

معماری پایدار در پاسخ به آلودگی محیط زیست، بحران کمبود انرژی و محدود بودن منابع محیطی مورد توجه قرار گرفته است. ساختمان ها در حدود ۴۰٪ از انرژی مصرفی کشورها را مصرف می کنند و تقریباً به همین میزان در تولید گازهای آلاینده به ویژه CO_2 نقش دارند. ضرورت حفظ حیات بر کره زمین و منابع حیاتی آن برای نسل امروز و آینده رویکرد توسعه پایدار را در دهه آخر قرن بیستم اثبات گردید. این رویکرد جهانی سعی دارد به پنج نیاز اساسی پاسخ گوید: تلفیق حفاظت و توسعه، تامین نیازهای اولیه زیستی انسان، دستیابی به عدالت اجتماعی، خودمختاری و تنوع فرهنگی و حفظ یگانگی اکولوژیکی. پایداری در حقیق نهضتی اصلاح گراست که در آن پیشرفت بشر منوط به حفظ سامانه های کره زیست و نیازهای نسل های آینده است با این حال این رویکرد در تعامل و تعادل با زیبا شناسی در معماری و محیط های انسانی است و در جستجوی آرامش و آسایش افراد در تمامی فرهنگ ها و گرایش هاست. از آنجائی که مفهوم پایداری، به ویژه در طراحی ساختمان، متکی به عوامل متعدد انسانی و محیطی است، نمی تواند یک جنبه و بر اساس گرایش فرد یا گروهی خاص به اهداف خود دست یابد. بنابراین، نسبت به مسائل زیست محیطی، یک عمل مسئول خواستار "چند جانبه است. یک جنبه گرایبی است که در روابط طبیعت انسان غالب بوده است و بیان دقیق ارزش های فردگرایی، فایده گرایی، انسان گرایی، سودآوری و بازده اقتصادی است، که فرهنگ انسان در دو صد سال گذشته در آن غرق شده است.

در حقیقت، در یک چارچوب فراگیر و همه جانبه می توان چشم انداز توسعه ای پیچیده و گسترده را امکان پذیر ساخت. فرآیند پایداری دارای برنامه ای پیچیده برای توسعه است که رشد اقتصادی و دیگر فعالیت های انسانی را برای ظرفیت محدود طبیعت بازسازی ایجاد کرده و امکان بهبود شرایط انسانی (اجتماعی و توسعه انسانی) را به عنوان هدف اصلی خود میسر می سازد. در این راستا، احترام به کیفیت محیط زیست و محدودیت های طبیعت در هسته مرکزی هر برنامه توسعه ای باید به شکل راهکارهای همه جانبه نمود یابد. بنابر این در توسعه پایدار، تعامل بین سیاست مداران، مدیران اجرایی، طراحان و مجریان پروژه ها باید وجود داشته باشد و هماهنگی میان همه عوامل مداخله گر موجب کاهش هزینه ها و اتلاف منابع محیطی خواهد شد.

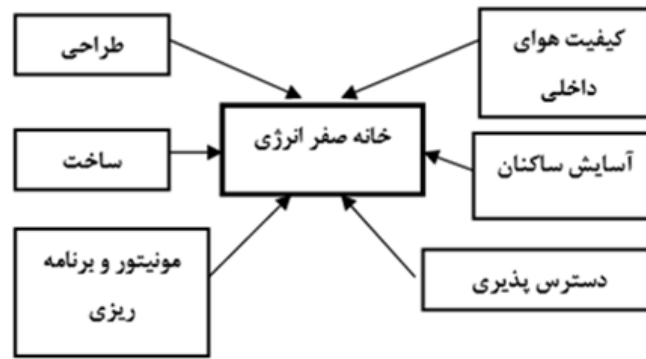
در بازنگری این روش، توسعه پایدار نیاز به تعریف تازه ای از سیاست گذاری، شرایط تصمیم گیری و رویکرد جدیدی در برنامه ریزی در روند توسعه دارد. بخش های دولتی و خصوصی، و سازمان های بین المللی موجود، جوامع محلی، و غیره همه عواملی هستند که به طور مستقیم و یا غیر مستقیم در فرآیند توسعه پایدار نقش داشته و لازم است که شیوه های تفکر، تجربه، مهارت ها در مسیر و هدف مشترکی قرار گیرد. همچنین مسئولیت هر نهاد نمی تواند مقطعی و قائم به شخص باشد.

در دهه ۹۰ میلادی قرن گذشته فناوری ساختمان در اوج اعتلا و پیشرفت خود نیازمند تغییر نگرشی اساسی بود تا سهم خود را در کاهش مشکلات زیست محیطی و تامین انرژی های تجدید پذیر و بدون محدودیت انجام داده باشد. در این مسیر ساختمان های انرژی صفر - که در آن ساختمان بیشتر انرژی خود را از محیط بدست آورده و در شکل آرامانی و نهائی خود می تواند به شبکه توزیع نیز برق ارسال نماید- در اواخر همین دهه پیشنهاد و نمونه های اولیه آن نیز ساخته شد. امروز، بخش مهمی از موفقیت ساختمان های انرژی صفر در عرصه جهانی، ناشی از تعامل طراحان و

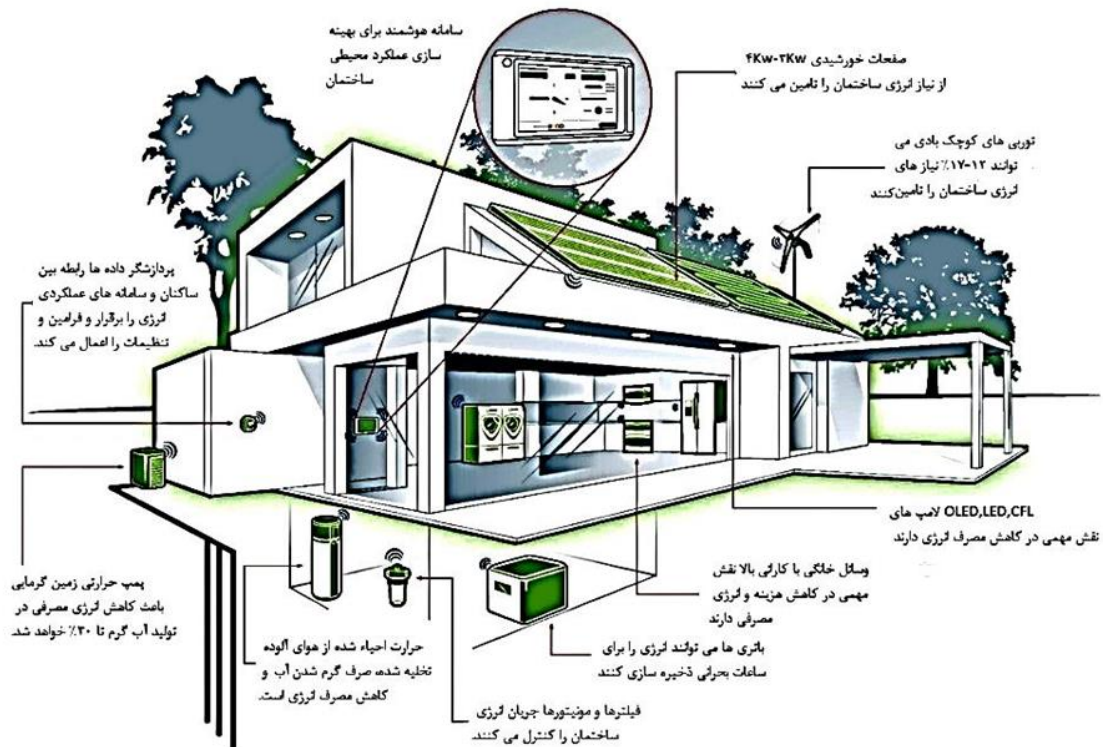
بر تمامی مراحل جذب و توزیع، مصرف و احیاء حرارتی نظارت می کند. فناوری ها در بخش های فعال می توانند شامل: به کار گیری سلول های فتو-ولتائیک، آب گرم خورشیدی، توربین های بادی، هیدرو الکتریک و بیوماس و تامین هوای داخلی از طریق حفرهای زیر ساختمان و سرمایش از طریق جریان آب چاه در داخل سقف و در بخش غیر فعال می تواند شامل به کارگیری جرم حرارتی و تهویه عبوری، جذب مستقیم و غیر مستقیم خورشید و سایه اندازی در تابستان اشاره کرد (شکل ۳).

سخت گیرانه ترین اهداف، یک سامانه صفر انرژی، مانند یک ساختمان، انرژی تجدید پذیر کافی را متناسب با مصرف انرژی سالیانه ساکنان تولید می کند. ضمن آن که در این نوع از ساختمان ها، راهبردهای تبدیل و تغییر منابع انرژی، توزیع و نحوه مصرف با شرایط متغیر ساختمان در شبانه روز و شرایط اقلیمی محیط متناسب است (شکل ۲).

ساختمان های انرژی صفر به شکل خودکفا از دو قابلیت فعال و غیر فعال به طور هم زمان استفاده می کنند و در کنار این ها سامانه ای هوشمند



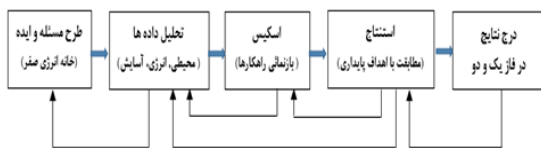
شکل ۲ نمودار ارتباطی عملکردها در خانه انرژی صفر



شکل ۳ نمونه پیشنهادی ساختمان انرژی صفر شرکت جنرال الکتریک برای سال ۲۰۱۵

های شبیه سازی درست در همین مرحله با به کار گیری محیط گرافیکی مناسب، ایده های معمار، در کنار سایر تخصص ها، را با رویکرد تحلیل شرایط محیطی ارزیابی می کند. نرم افزار های مانند دیزاین بیلدر و اکوتکت^۱ و مانند اینها می توانند پیش بینی های مهندسان را تا حد زیادی از نظر هزینه، انرژی، مصالح مصرفی و عملکرد اسایشی داخلی و تاثیر خارجی ساختمان را نمایش دهد. برخی نرم افزارها شرایط زیست بومی ساختمان و میزان آلاینده های آن را نیز می توانند تعیین نمایند.

در بخش گردآوری داده ها، تمامی اطلاعات مورد نیاز برای تعیین راهکارهای مهندسی و تصمیمات مقتضی ایجاد می گردد. داده هایی از شرایط سایت و اقلیم، همسایگی، فرم زمین، نور و سایه اندازی، باد غالب، مصالح پیشنهادی و فناوری های موجود در قالب هزینه تعیین شده و شرایط سازه و نیازهای تاسیساتی به دقت مورد توجه قرار می گیرند. در مرحله استنتاج همواره می توان در ایده ی اولیه و بخش های قبلی باز نگری کرد و اصلاحات را تا کسب شرایط بهینه با مشارکت همه افراد گروه طراحی ایجاد کرد. این فرآیند از دو بعد کیفی و کمی مستند سازی شده و داده های اولیه و راهبردهای مهم و تعیین کننده را در اختیار گروه های مهندسان قرار می دهد (شکل ۴). در بخش انتهایی می توان اطمینان حاصل نمود که ساختمان می تواند از عهده ضوابط و استانداردهای سازمان های سیاست گذاری مانند بهینه سازی سوخت برآید [۴]. بنابراین توجه همه جانبه به امکان بهره گیری از قابلیت های تامین انرژی در محیط از شاخصه ساختمان های انرژی صفر است.



شکل ۴- نمودار طراحی با رویکرد همه جانبه در ساختمان انرژی صفر

۴- تحلیل رویکرد همه جانبه در ساختمان های انرژی صفر، نمونه های موردی

راهبردهایی که در احداث ساختمان سبز و انرژی صفر به کار برده می شود، طراحی ساختمانی با دیدگاه استفاده از انرژی خورشید است که اغلب با هدف تولید و مصرف بهینه انرژی اجرا می گردد. در این ساختمان ها موقعیت پنجره ها، دیوارها، ایوان ها، سایبان ها و درخت ها بایستی طوری جهت یابی شوند که موجب ایجاد سایه در تابستان و بیشترین بهره خورشیدی در زمستان باشد. علاوه بر آن مکان مناسب پنجره می تواند باعث افزایش میزان نور روشنایی روز و کاهش مصرف انرژی الکتریکی روشنایی در طول روز گردد. استفاده از فناوری های انرژی خورشیدی فعال^۲ و غیر فعال^۳ انرژی الکتریکی خورشیدی، استفاده از فضای سبز بر روی بام ساختمان^۴ از جمله راهکارهای موثر در این بخش محسوب می شود. در این پروژه معماران فرم ساختمان و جهت گیری ساختمان را برای سایه اندازی در تابستان و جذب گرما در زمستان به شکل مستقیم و غیر مستقیم (گلخانه ای) پیش بینی و

در رتبه بندی میزان استفاده از فناوری های انرژی تجدید پذیری در این ساختمان ها، صفحات فتوولتائیک سقفی و آب گرمکن خورشیدی پرکاربردترین موارد می باشند. توربین های بادی عمود محور - بر روی ساختمان و افق محور به شکل جدا از فرم ساختمان باد نیز در رتبه های بعدی قرار دارند در جدول ۱ کاربرد این روش ها و فناوری های مرتبط نمایش داده شده است [۲].

جدول ۱ رتبه بندی روش های پر تکرار تامین انرژی های تجدید پذیر در

ساختمان های صفر- انرژی	
موارد قابل بررسی	کاربرد در انرژی صفر
نور روز، تجهیزات HVAC با راندمان بالا، تهویه طبیعی، سرمایش تبخیری و غیره	کاهش مصرف انرژی در محل از طریق فن آوری ساختمان با انرژی کم
گزینه های تامین در محل	
PV و آبگرمکن خورشیدی و توربین بادی متصل به ساختمان	استفاده از منابع تجدید پذیر تعبیه شده در ساختمان
PV، آبگرمکن خورشیدی تامین برق بادی و آبی در سایت دور از ساختمان	استفاده از منابع در دسترس در مجاور ساختمان
گزینه های تامین خارج از محل	
زیست توده، تخته های چوبی، بیو دیزل مانند اتانول، بیوگاز که از ضایعات محل تولید شده و برای تولید حرارت و برق ساختمان کاربرد دارند.	استفاده از منابع تجدید پذیر که از خارج از سایت تامین می شوند.

۳- ساختمان انرژی صفر محصول مشارکت و هماهنگی مسئولیت پذیر

برای به ثمر رسیدن یک پروژه با اهداف پایدار لازم است تمامی گروه های مشارکت کننده در برنامه ریزی، طراحی و اجرا از نقش خود در رسیدن به هدف تعیین شده آگاه و نسبت به عملکردهای تعیین شده مسئولیت پذیر باشند. فرآیند طراحی یکپارچه که در سال ۲۰۰۴ در گروه معماری و طراحی در دانشگاه آلبورگ در دانمارک مطرح گردید، ترکیبی از دانش معماری و همه حوزه های مهندسی ساختمان است و در آن قابلیت های حل مسائل ساختمان بر اساس حلقه های واسط بین حوزه هایی مانند طراحی، جنبه های عملکردی، مصرف انرژی، محیط داخلی، فناوری، و ساختمان با مشارکت همه افراد مرتبط امکان پذیر است. این گرایش بین رشته ای، زبان متفاوت گروه های ساختمان را به هم نزدیکتر ساخته و راه را برای یکپارچگی طراحی هموار ساخته است (شکل ۳). در یک فرآیند همه جانبه می توان اهداف پروژه را در بخش های مختلف طراحی باز نمایی و بررسی کرد و نظرات هر گروه را در بخش های اولیه ایده یابی و فاز صفر و یک وارد نمود [۳].

در حقیقت، در بخش اسکیس ایده های معمار و سایر مهندسان ترکیب و ارزیابی می گردد. این مرحله همان مقطع زمانی بحرانی است که در آن برهمکنش ایده های آرمانی معماران و منطق های فازی مهندسان مشاهده و استنتاج می گردد. همچنین در همین بخش ایده های کارفرما بار دیگر باز خوانی شده و اصلاحات خواسته شده تامین می گردد. بسیاری از نرم افزار

1. Design Builder and Ecotect
2. Active Solar Energy
3. Passive Solar Energy
4. Green Roof

۴- روشنایی روز با ترکیب کردن نورگیرها و طبقه نورها با استفاده از نرم افزار های شبیه سازی روشنایی و تعامل معمار با مهندسان نورپردازی.

۵- هماهنگی فرم ساختمان با نیاز مهندسان برق جهت نصب و کارایی صفحات های خورشیدی در بام.

۶- شناخت و به کارگیری مهندسان از عایق برای جلوگیری از ورود سرما و گرما به داخل ساختمان.

۷. ذخیره سازی و خنک سازی از طریق جرم حرارتی به شکل همکاری مهندس معماری و سازه.

۸. هماهنگی مهندسان معماری و مکانیک در طراحی پایدار برای استفاده از آب باران ذخیره شده به منظور تامین ۲/۳ آب مورد نیاز.

۲-۴- مورد دیگر ساختمان امپریوم^۲

در سانفرانسیسکو، آمریکا، مفهوم انرژی- صفر با ساختمان های انرژی خورشیدی با رویکرد طراحی و ساخت اقتصاد محور آمیخته شده است. در این ساختمان از امکانات محیطی برای اقامت و تامین آسایش افراد استفاده شده است. در واقع، معمار توانسته به کمک و راهنمایی مهندسان مکانیک یک ذخیره ساز و مخزن ذخیره سازی آب گرم برای گرم کردن فضا و آب طراحی و استفاده نماید. همچنین با یاری مهندسان برق، از یک مخزن و ذخیره ساز آب سرد برای جذب حرارت و خنک سازی فضا و منبعی برای سرد کردن یخچال بهره برداری شده است، شکل ۶. مدارهای آبی در جریان همرفتی مداوم نیازی به انرژی زیاد ندارند. کارایی اقتصادی این ساختمان نیز به شکل کاهش تولید گاز CO₂ و تامین شرایط انرژی- صفر، توجه به تنوع زیستی، ایمنی ساکنان، سلامتی، راحتی و دوام است [۶].



شکل ۶: نمایی از ساختمان انرژی امپریوم

منبع: <http://www.yelp.com/biz/energy-emporium-enfield-2>

این ساختمان با بهره گیری از چوب های بازیافتی و عدم تولید CO₂ باعث کاهش گازهای گلخانه ای شده است^۱. این مسئله را می توان به راحتی از طریق ساختمان های انرژی صفر با سازه های چوبی سبک حل کرد که در طراحی آن مهندسان سازه نقش تعیین کننده داشته اند. این ساختمان می تواند آب را برای تامین نیازهای آبی ذخیره سازی کند. سازمان های سازنده خانه های پایدار، امپریوم را یک طرح استثنائی در صرفه جویی در مصرف انرژی می دانند، یک روش بسیار کارآمد در مصرف، همراه با شرایطی مناسب برای محیط داخلی با کیفیت بالا با یک نوآوری چندمنظوره و بنابراین بسیار

طراحی کرده اند. مهندسان تاسیسات تمامی راهکارهای امکان پذیر را برای تامین نیاز های آسایشی ساختمان در بخش روشنایی، سرمایش و گرمایش، تهویه، باز یافت آب پسماندی، مصالح مصرفی و باز یافت آنها براساس چرخه زندگی مورد توجه قرار می- دهند.

۱-۴- ساختمان اداری انرژی صفر پی تی ام^۱

این ساختمان در مالزی بین سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۷ ساخته شده و اگرچه هزینه اجرای آن ۳۰ تا ۳۰٪ بیشتر از ساختمان های معمولی است، اما برای اولین بار در مقیاس ساختمان تجاری اداری در جهان بدون امکان تولید دی اکسید کربن ساخته شده است. این ساختمان سومین محصول از نوع خود در جهان در سال ۲۰۱۲ و مطابق برنامه دو ساله به منظور ارتقا بهره وری انرژی در ساختمان اداری طراحی و اجرا شده است. این ساختمان اداری توانسته است تا با به کارگیری سامان های هوشمند، مصالح مناسب و شیوه طراحی، بهینه سازی و مدیریت مصرف انرژی مستقل از شبکه را به خوبی به انجام رساند و با این حال تنها متکی به انرژی درونی و جذبی خود باشد (شکل ۵).



شکل ۵- نمای هوایی از ساختمان انرژی صفر PTM ZERONV اداری در مالزی

منبع: www.futurarc.com

این در شرایطی است که در مالزی ۴۸٪ از برق مصرفی در ساختمان های مسکونی و تجاری استفاده می شود و فراگیری این ساختمان ها می تواند به تدریج وابستگی به انرژی های فسیلی و تاسیسات با کارایی پائین را از بین ببرد. این ساختمان با فناوری انرژی تجدیدپذیر و بدون پرداخت هیچ هزینه انرژی در حال استفاده است [۵].

نکات برجسته و آموزنده از مشارکت همه جانبه در دست یابی به صرفه جویی در مصرف انرژی و تعامل مناسب با زیست بوم و آسایش انسان در این پروژه عبارتند از:

- ۱- شناخت همه مهندسان و طراحان از سامانه های انرژی های تجدیدپذیر
- ۲- شناخت و به کارگیری معمار از مساحت کافی پنجره ها و ضریب هدایت حرارتی مجاز در محل و استفاده از پنجره های دو جداره کاهنده مصرف انرژی گرمایی اما ارائه دهنده نور طبیعی روز به داخل فضاها.

خاص و در نتیجه نمونه‌ای بسیار پایدار که متناسب با خواست‌های محقق شده امروزی است. توسعه محصول و بکارگیری طرح امپریوم توسط یک مدل تجاری حمایت خواهد شد. این نوآوری سنگ بنایی برای یک نوآوری چند کاره است و توجه ویژه‌ای به گرایش بازار به نوآوری و لزوم توجه به کاهش مصرف انرژی دارد.

۵- نتیجه گیری

امروزه بحث انرژی مورد توجه همه جوامع قرار دارد زیرا سوخت‌های فسیلی روزی به اتمام خواهند رسید و استفاده از انرژی‌های طبیعی و خدادادی بهترین راه برای صرفه جویی در مصرف انرژی و نگهداری سوخت‌های فسیلی برای آیندگان است. امروزه مبحث انرژی صفر در ساختمان در جهان بسیار مورد توجه واقع شده است، برای رسیدن به این راه حل باید به تاثیر متقابل مهندسين معمار و مهندسان ديگر بخش ساختمان به طور همزمان توجه ویژه داشت تا با این طریق به ساختمان‌های انرژی صفر دست یافت. در این فرآیند نه تنها ساختمان باید به تمامی نیازهای پایداری تا حد امکان پاسخ گوید بلکه این امکان با مشارکت همه عوامل در ساخت و اجراء و تامین نظرات مهندسان با توجه به کاهش هزینه‌ها و اتلاف منابع محیطی میسر خواهد شد. ورود این نظرات و زمان هماهنگی راهبردها در مراحل اولیه طراحی، اسکیس‌ها و برنامه ریزی طراحان معماری است.

۷- منابع:

- [1] P. Torcellini, S. Pless, and M. Deru, 'Zero Energy Buildings A Critical Look at the Definition', Pacific Grove, California. Available at: <http://zeroenergyhouse.co.nz/lighting>, August 14-18, 2006.
- [2] Net-Zero Energy Building, A Classification System Based on Renewable Energy Supply Options, Pacific Grove, California, Available at: <http://www.sustainableconstructionblog.com>, 2012.
- [3] Hansen, H., *The Integrated Design Process-more holistic approach to sustainable architecture*, The 2005 World Sustainable building Conference, Tokyo, 2005.
- [4] Singh, P. and Rakesh Verma, *Zero- Energy Building – A review*, S- JPSET, Vol. 5, 2014.
- [5] <http://www.cardiff.ac.uk/architecture>, 2009.
- [6] <http://www.yelp.com/biz/energy-emporium-enfield>, 2010.