

بررسی معیارها و ملاحظات لازم در طراحی ساختمان با محوریت ایده انرژی صفر

حمیدرضا رزمی^۱، حمید داورزنی^۲

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران،
عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان.

^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران.

نام نویسنده مسئول:

حمیدرضا رزمی

چکیده

نزدیک به نیمی از منابع انرژی های برگشت ناپذیر جهان مصرف شده است و قیمت سوخت های فسیلی رو به افزایش است و با توجه با اینکه ۵۰٪ مصرف انرژی در بخش ساختمانی است، کمبود و مضعه در بخش انرژی امری اجتناب ناپذیر است. بحران انرژی و آلودگی های ناشی از مصرف سوخت های فسیلی، بشر را به سوی استفاده از انرژی های پاک و تجدید شونده سوق داده است و از نمود های عینی این تصمیم، ساختمان های انرژی صفر هستند که تحقق آن تحولی در بخش ساختمان پدید می آورد. ایده ساختمان با انرژی صفر یا ساختمان های با انرژی خالص صفر نسل جدید ساختمان ها هستند که امروزه به عنوان یک گزینش کاهش مصرف سالیانه انرژی مطرح شده اند. اهمیت و ایجاد کاهش مصرف انرژی های تجدید پذیر بر همگان آشکار است در دنیای هر روز با توجه به محدود بودن منابع سوخت فسیلی، ساختمان ها، صنایع ارگان ها به سمت استفاده از دیگر انرژی های موجود زمین مانند انرژی خورشیدی- بادی-بیولوژیکی و آبی حرکت نموده اند. اگرچه ساختمان ها با مصارف انرژی صفر حتی و کشورهای پیشرفته امروز بسیاری کمیاب و حتی نایاب می باشند اما به دلیل مستقل بودن از سوخت های فسیلی و کمک در کاهش آلاینده های کربن، در حال رشد بوده و توجه بسیاری را به خود جلب نموده اند. از اینرو جنبه ای از ساختمان که بایستی در درجه اول برای کاهش مصرف انرژی ساختمان ها مورد توجه قرار گیرد جنبه معماری آن است. برای دستیابی به طراحی معماری انرژی صفر، معماری ساختمان بایستی بر اساس شرایط اقلیمی طراحی گردد و پتانسیل ها و محدودیت های اقلیمی مورد توجه قرار گیرد، که این مسأله بستری لازم برای نگارش پژوهش حاضر فراهم آورد. از اینرو پژوهش حاضر با روش توصیفی- تحلیلی و با هدف تبیین فرایند همکاری گروه های مهندسی برای رسیدن به یک ساختمان کارا با سطح مصرف انرژی صفر و در صدد یافتن ارائه راهکارها و دستورالعمل هایی برای یک طراحی اقلیمی، در جهت خودکفاسازی مکان های زیستی در تامین انرژی مورد نیاز خود را برای معماران و مهندسين بدهد، شکل گرفته است که غالب مطالعات آن از نوع اسنادی (کتابخانه ای) استوار بوده است. با استناد به نتایج این پژوهش می توان این گونه برآورد نمود که، با سود جستن از انرژی های طبیعی و پاک و ساخت و ساز هماهنگ با طبیعت و بهره گیری صحیح از منابع و عوامل اقلیمی می توانیم مصرف انرژی را کاهش دهیم و از آلودگی محیط زیست جلوگیری نماییم.

واژگان کلیدی: انرژی، انرژی صفر، ساختمان انرژی صفر، تولید انرژی در ساختمان، استراتژی های طراحی.

مقدمه

هنگامی که وحدت و یگانگی ابداعات و ساخته های بشریت کامل می گردد، مصنوعات ما خود سازگار می گردند و سیر تکاملی و توسعه خود را می پیمایند این قدرتی است که هنوز هم رویای دور و دست نیافتنی ماست (کوبین کلی، ۱۹۹۸).

امروزه امنیت، قابلیت اطمینان و در دسترس بودن منابع انرژی، امری ضروری در پایداری و توسعه ی اقتصادی جوامع می باشد. تغییرات اقلیمی، عدم امنیت حامل های انرژی (غالباً تجدید ناپذیر) و همچنین رشد مصرف انرژی، چالش های بسیاری را در حوزه ی انرژی و محیط زیست ایجاد نموده است. از اینروست که ایجاد بسترهای مناسب برای تأمین انرژی مصرفی و همچنین تمرکز بر روی چگونگی مصرف انرژی های تولیدی، می تواند بعنوان یک راهکار موثر جهت غلبه بر این چالش ها مورد توجه قرار گیرد. بدیهی است در این فرآیند مباحث مرتبط با محیط زیست نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. انرژی از ارکان تمدن های بشر و در نتیجه اساس تولید اجتماعی به شمار می رود. اینک بشریت با به کارگیری انواع انرژی های مختلف فسیلی و غیر فسیلی در آستانه هزاره سوم قرار گرفته است و سعی بر محدود کردن انرژی های بدست آمده از سوخت های فسیلی داشته و در صدد نوعی از انرژی به منظور صرفه جویی در انرژی های دیگر است [۱]. در سال های اخیر با توجه به مسأله بحران انرژی در سطح جهان و مشکلات ناشی از استفاده سوخت های فسیلی و اتمی تحقیقات گسترده ای در باب انرژی های تجدید پذیر در جهان صورت گرفته است گستردگی نیاز انسان به منابع انرژی همواره از مسائل اساسی و مهم در زندگی بشر می باشد. گرم شدن کره ی زمین، نازک شدن لایه ازن به علت استفاده از انواع آلاینده ها، افزایش آلودگی محیط زیست و انقراض گونه های زیستی همه و همه با هم می آمیزند تا ضرورت بوم شناسی و مسائل زیست محیطی را برای آینده قابل پیش بینی گردانند. به طوری که پیشی گرفتن خاکستری در برابر جهان سبز آینده، قابل تأمل ترین مسئله قرن حاضر به شمار می آید. در این میان توسعه به عنوان یکی از بزرگترین عوامل تغییر محیط زیست و به تبع آن ساخت و ساز که جزو صنایع بزرگ در استخدام نیروی انسانی (صدها هزار کارگران ساختمان و فنون مربوطه)، باعث از بین بردن زمین های کشاورزی، فرسایش خاک و آلوده کننده محیط زیست و به مخاطره انداختن سلامتی و بهداشت مردم است و بر بحران انرژی دامن می زند. بحرانی که در اواسط دهه ۱۹۶۵ با افزایش میزان آلودگی محیط زیست هشدار می دهد جهانیان محسوب شد، سبب تشکیل گروه های طرفدار محیط زیست که از حامیان محیط زیست در جهان بودند گردید و مفهوم در این جهان، معماران نیز همسو با سایر دست اندرکاران در پی یافتن راهکارهای جدیدی برای تأمین زندگی مطلوب انسان بوده اند. بدیهی است که زندگی، کار، تفریح، استراحت فعالیت هایی می باشند، که در فضاهای طراحی شده توسط معماران صورت پذیرفته و از آنجا که نقاط ضعف و قوت یک ساختمان بر زیست بوم جهان تأثیر مستقیم خواهد داشت، وظیفه ای بس حساس در این خصوص بر عهده معماران می باشد. ساختمان ها تأثیر زیادی بر محیط و مصرف انرژی دارند انرژی که در بخش ساختمان به مصرف می رسد به سرعت در حال افزایش است مطابق آمار Annual Energy Review در سال ۲۰۰۵ میلادی ساختمان های مسکونی و تجاری حدود ۴۰٪ از انرژی اولیه و تقریباً ۷۰٪ الکتریسیته را در ایالات متحده آمریکا مصرف می کنند از طرفی گزارش های دپارتمان انرژی آمریکا (DOE) حاکی از آن است که سهم منابع انرژی های تجدیدپذیر در تأمین انرژی مورد نیاز جهان در سال ۲۰۰۰ میلادی بسیار ناچیز و در حدود ۲/۳٪ بوده و مابقی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی، انرژی هسته ای، نیروگاه های آبی بزرگ و بیوماس صنعتی می باشد. طبق آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۵ میلادی توسط REN21 78.3% از انرژی جهان از سوخت های فسیلی، ۱۹/۱٪ از انرژی های تجدید پذیر و ۲/۶٪ از انرژی هسته ای تأمین می گردد [۲]. این آمار حاکی از این است که در بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ میلادی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر اهمیت ویژه ای یافته و در بخش های مختلف صنعت بدان توجه شده است. از این رو و در راستای حرکت به سمت استفاده فراگیر از انرژی های نو، مطالعه و پژوهش در مورد انرژی های تجدیدپذیر، توسعه و به کارگیری آنها در بخش های مختلف صنعت، خصوصاً صنعت ساختمان ضرورتی انکارناپذیر می باشد. از اینرو در سال های اخیر مفاهیم ایده آلی نظیر مفهوم ZE و Zero Enrgy مورد توجه کشور های مختلف به منظور کاهش وابستگی به منابع انرژی تجدیدناپذیر که به لحاظ هزینه، ایجاد آلودگی زیست محیطی و محدود بودن منابع، به کارگیری آن ها چندان منطقی و مقرون به صرفه نمی باشد و مبنای رویکرد جدید در مبحث انرژی است در دیدگاه جدید دو راه حل اساسی مورد توجه قرار گرفته است: الف) بهینه سازی مصرف (کاهش و یا کنترل تقاضا) و تولید انرژی؛ ب) استفاده از منابع انرژی جایگزین، عمدتاً انرژی های تجدیدپذیر. طراحی ساختمان های صفرانرژی گامی مهم در جهت رسیدن به این هدف است. هم اکنون در نقاط مختلف دنیا بخصوص ایالات متحده، کانادا و انگلستان پروژه های ساختمان های صفر انرژی در حال انجام است [۳]. ساختمان انرژی صفر که به صورت ساختمان انرژی صفر خالص (NZE) شناخته می شود، ساختمانی است با مصرف انرژی صفر به این معنی که انرژی مورد نیاز در یک سال دقیقاً معادل میزان انرژی تجدیدپذیر ایجاد شده در سایت است. این ساختمان ها باعث افزایش میزان گازهای گلخانه ای نمی شوند. هدف این ساختمان ها کاهش کربن آزاد شده و کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی است. ساختمان بدون مصرف انرژی، اصطلاحی می باشد که به صورت بهینه استفاده از تکنولوژی انرژی های تجدیدپذیر موجود در بازار را با تکنیک های ساخت و ساز بهینه به صورت هنرمندانه ای ترکیب می کند.

اکنون در بررسی معیارها و ملاحظات لازم در طراحی ساختمان با محوریت ایده انرژی صفر سوالاتی در ذهن و اندیشه مطرح می‌شود که این پرسش‌ها به شرح ذیل بیان می‌شود؛

- (۱) راهکارهای طراحی برای دستیابی به معماری انرژی صفر چیست؟
- (۲) کدام راهکارها سهم بیشتری در تحقق پروژه های انرژی صفر مورد بررسی دارند؟

اهمیت و ضرورت پژوهش

از زمان عصر کشاورزی و تمدن، بشر شروع به تخریب پوشش گیاهی نموده است. جنگل زدایی و استفاده از سوخت های فسیلی باعث کند شدن چرخه بازیافت گازهای کربن دار شده، و این پدیده منجر به کاهش ضخامت لایه ازن و افزایش قطر لایه بازتاب کننده انرژی خورشیدی شده است. سال ها بی توجهی به روند تغییر چهره کره زمین و پخش آلاینده ها در زمین و هوا، باعث پدیده گرمایش زمین شده است. مطالعات نشانگر این است که بخش ساختمان و ساخت و ساز یک سوم از کل مصرف انرژی، آب پاک و مصالح را به خود اختصاص داده است. همچنین مطالعات انجام شده نشانگر اینست که ساختمان ها مسئول ۴۰٪ از کل انرژی مصرفی (بخش مسکونی به تنهایی ۲۲٪) و ۳۶٪ از دی اکسید کربن منتشر شده در زمین هستند [۴]. بر همین اساس، محققان صنعت ساختمان تلاش خود را بر روی کنترل مصرف انرژی ساختمان ها و کاهش انتشار گازهای کربن دار معطوف کرده اند. چنانچه بخواهیم با همین سرعت سرسام آوری که تاکنون حرکت می کردیم به راه خود ادامه دهیم تا چند سال آینده دیگر زمین تحمل هیچ انسانی را نخواهد داشت، چراکه منابع محدود آن به طور کامل تمام شده و اثری از جنگل ها و اقیانوس های زیبا باقی نخواهد ماند. به عبارت دیگر پایان پذیری منابع سوخت های فسیلی و محدودیت آنها در تامین انرژی و نیز آسیب های محیط زیستی آلاینده های ناشی از بهره برداری از منابع فسیلی انرژی، استفاده و توسعه کاربرد انرژی های تجدید پذیر را به عنوان یک منبع انرژی پاک و عاری از آلودگی زیست محیطی ضروری می کند و در نتیجه سهم بیشتری در سامانه تامین انرژی جهان به عهده می گیرد. بنابراین لزوم توجه و مطالعه استفاده از انرژی های تجدید پذیر به جای انرژی های فسیلی و بهره گیری از تکنولوژی در ساختمان ها و منازل مسکونی امری ضروری به نظر می رسد، تا در عین انجام فعالیت های پژوهشی به الگو و استراتژی هایی برای طراحی ساختمان انرژی صفر دست یافت [۵].

روش تحقیق

بدیهی است هر پژوهش علمی نیازمند یک روش تحقیق متناسب با موضوع خود دارد. انتخاب روش تحقیق مناسب و تداوم آن در تمامی فرایند و مسیر پژوهش از اصول راهبردی یک تحقیق علمی است. پژوهش حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی بوده و از همین رو برای ایجاد شالوده ایی انسجام بخش به پژوهش حاضر روش توصیفی- تحلیلی انتخاب گردید. در این مقاله سعی گردیده است تا با استفاده از الگوی متفکرینی که ساختمان انرژی صفر و مدل فکری آن را قبول دارند و به منظور امکان کاربرد فناوری های نو در پیشگیری از هدر رفت انرژی ساختمان و جلوگیری از انتشار گاز های گلخانه ای به مورد اجرا در آمده است را می پذیرند. و در نهایت به ارائه راهبرد های طراحی ساختمان با انرژی صفر مبتنی بر انرژی های سبز و خورشیدی به منظور کاهش آلودگی محیط زیست و جلوگیری از انرژی می دهد. روش گردآوری و جمع آوری داده ها و اطلاعات مورد نیاز، از طریق مطالعات اسنادی مانند منابع کتابخانه ای، الکترونیکی و اسنادی در خصوص موضوع پژوهش می باشد. شایان ذکر است که اطلاعات توصیفی پژوهش نیز با خلاصه نویسی و فیش برداری از منابع نوشتاری مانند کتب، مقالات و پایان نامه های موجود و نیز آرشیو ادارات، سازمان ها و مراجع جمع آوری گردیده است.

مبانی نظری تحقیق

قبل از پرداختن به مباحث نظری و ادبیات موضوع، لازم است ابتدا به تعریف و مفهوم برخی از کلمات و عبارات کلیدی تحقیق پرداخته شود، از جمله؛

مفهوم ساختمان انرژی صفر، مزایا و معایب آن

عبارت ساختمان انرژی صفر برای ساختمانی استفاده می شود که به طور ایده آل تکنولوژی انرژی های تجدید پذیر در دسترس را به وسیله فنون ساختاری انرژی های تاثیرگذار، به اشتراک می گذارد. در قلب مفهوم و تصویری ساختمان انرژی صفر، این ایده وجود دارد که ساختمان ها می توانند تمام نیازهای خود را به انرژی با یک روش کم هزینه، با دسترسی محلی، بدون آلاینده گی و با منابع تجدیدپذیر برطرف نمایند. پیدا کردن ساختمانی که بتوان آن را اولین ساختمان انرژی صفر نامید، بسیار مشکل است. زیرا صفر انرژی تنها یک اسم

جدید برای روند پیشرفت کاهش مصرف انرژی در ساختمان است. در یک ساختمان انرژی صفر هیچ گونه سوخت فسیلی مصرف نمی شود و مصرف انرژی سالانه آن با تولید سالانه اش برابری می کند [۶]. یک ساختمان انرژی صفر ممکن است به شبکه های شهری موجود متصل باشد یا نباشد. ساختمان انرژی صفری که به شبکه متصل نباشد دارای تجهیزاتی است برای ذخیره کردن انرژی های بزرگ که معمولاً از نوع باتری است. در یک ساختمان انرژی صفر که به شبکه متصل نباشد نسبت به شکل و نوع ذخیره ی باتری، بخشی از مدار ممکن است بلا استفاده بماند در حالیکه در یک ساختمان انرژی صفر متصل به شبکه هیچ مداری به صورت بلا استفاده به کار گرفته نشده و مجزا نمی باشد. یک ساختمان انرژی صفر متصل به شبکه ممکن است بیشتر از نیاز خود برق تولید کند. در طی مدت زمانی که ساختمان به انرژی تولیدی نیازی ندارد یعنی وقتی که در حال استفاده از انرژی ذخیره شده در باتری ها هستیم، یک ساختمان انرژی صفر، انرژی مورد نیاز خود را تولید می کند همچنان که در عین حال به مالک، اطمینان خاطر در مورد امنیت ذخیره انرژی مازاد بر نیاز خود را می دهد. برای یک ساختمان انرژی صفر یک شبکه، طراحی و ساخته می شود و از طریق به اشتراک گذاشتن تکنولوژی های نسل انرژی تجدیدپذیر و انرژی های موثر تمام انرژی مورد نیاز خود را تامین می نماید. در اواخر دهه هفتاد و اوایل دهه هشتاد چندین مقاله دیده شد که در آن ها از عناوین و عبارت هایی همچون: یک خانه با انرژی صفر، یک خانه مستقل از انرژی یا خانه با انرژی خنثی و... استفاده شده بود. پس با این شرایط ZE یک مفهوم جدید نیست، شاید فقط یک نام جدیدی باشد که برای ساختمان ها بکار می رود. روند تبدیل به ساختمان های صفر انرژی می تواند ویژگی های زیر را به دنبال داشته باشد [۳].

- ۱) کاهش هزینه ناشی از مصرف انرژی
 - ۲) تولید انرژی و فروش مازاد آن توسط مدیران و کاربران این نوع از ساختمان ها
 - ۳) بالا رفتن میزان بهره وری ساختمان از منظر مصرف انرژی و نیروی انسانی
 - ۴) تغییر نگرش به سیستم ساختمان سازی
 - ۵) ایجاد بستر مناسب برای فروش انرژی تولیدی به شهرها و روستاهای همجوار و حتی در برخی موارد جهت صادرات انرژی الکتریکی به کشورهای همسایه
 - ۶) تدوین استانداردهای جدید به منظور ساخت ساختمان های صفر انرژی و یا حتی انرژی پلاس
 - ۷) پیشرفت تکنولوژی های مرتبط با ساختمان به دلیل افزایش درخواست استفاده از تکنولوژی سیستم های نوین ساختمانی در جهت کاهش مصرف انرژی [۷]
- در طی چند دهه در مقالات و تحقیقاتی که در مورد ساختمان انرژی صفر بود و مورد ارزیابی قرار گرفته بود، تقریباً برای هر مورد تعریف متفاوتی از ساختمان انرژی صفر می گردید و حتی گاهی هیچ تعریف دقیقی استفاده نشده بود. اخیراً فقدان یک درک کلی و تعریف کلی از ساختمان انرژی صفر بسیار مورد توجه قرار گرفته است و جامعه جهانی راجع به آن شروع به بحث نموده و در نهایت امر به ۴ دسته بندی بسیار معمول برای تعریف ساختمان انرژی صفر می رسید؛
- انرژی خالص سایت ۲
- یک ساختمان صفر انرژی حداقل همان مقدار انرژی را که در طول یک سال مصرف می کند در حیطه سایت خود تولید می کند یعنی بررسی تعادل در انرژی در حیطه سایت ساختمان.
- انرژی صفر خالص منابع ۳
- منبع ساختمان صفر انرژی حداقل همان مقدار انرژی که در یکسال مصرف می کند، همان قدر هم تولید می کند. منبع انرژی اشاره دارد به انرژی های ابتدایی که برای تولید و تحویل انرژی به سایت استفاده می شود.
- انرژی خالص هزینه ها ۴
- در هزینه های ساختمان صفرانرژی، مقدار پولی که صاحب ساختمان برای ابزار (تاسیسات) و خدمات انرژی پرداخت می کند حداقل برابری با مقدار پولی که مالک به علت صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان ذخیره می کند.
- انرژی صفر خالص انتشار ۵
- یک ساختمان صفر انرژی همان قدر که از منابع انرژی دارای انتشار و آلودگی استفاده می کند، همان قدر هم انرژی از طریق انرژی های تجدیدپذیر بدون انتشار تولید می کند [۶].

جدول (۱): مزایا و معایب ساختمان های انرژی صفر، ماخذ: [۸].

عنوان	فهرست
مزایا	— در امان بودن صاحبان این ساختمان ها از افزایش قیمت انرژی. — راحتی بیشتر به دلیل طراحی و تنظیم دمای محیط داخلی به صورت یکنواخت و ایزوترم. — نیاز به انرژی کمتر. — هزینه های کمتر نگهداری به دلیل بازدهی بالای انرژی. — کاهش هزینه های خالص ماهانه زندگی. — قابلیت اطمینان زیاد (به عنوان مثال سیستم های فوتو ولتاییک دارای گارانتی ۲۵ ساله بوده و به ندرت دچار مشکلات ناشی از تغییرات آب و هوایی می شوند). — کاهش هزینه های ناشی از بازسازی ساختمان در صورت تصمیم گیری به تبدیل آن به ساختمان انرژی صفر در آینده — افزایش ارزش ساختمان های انرژی صفر نسبت به ساختمان های سنتی با افزایش هزینه سوخت های فسیلی. — محدودیت های قانونی در آینده و جریمه ها یا مالیات های وضع شده بر آلاینده های کربنی احتمال افزایش هزینه بازسازی ساختمان های سنتی و تبدیل آنها را به ساختمان هایی با مصرف انرژی صفر را در بر خواهد داشت.
معایب	— هزینه های اولیه بالا و نیاز به آموزش های کاربری آنها. — کمبود دانش فنی، توانایی ها و تجربیات لازم در طراحی و ساخت ساختمان های مصرف انرژی صفر. — تکنولوژی سلول های فوتوولتاییک (خورشیدی)، باعث کاهش قیمت ها در حدود سالانه ۱۷٪ شده است. این امر باعث خواهد شد تا هزینه سرمایه گذاری در سیستم های تولید انرژی مبتنی بر انرژی خورشیدی نیز کاهش یابد. — کاهش توانایی در فروش این گونه ساختمان ها به دلیل هزینه های اولیه و نیاز به رقابت سخت در فروش. — انرژی خورشیدی جذب شده از طریق پوسته ساختمان فقط در سمت جنوبی آن بیشترین بازده را دارد و در سایر جهات به دلیل وجود سایه بازدهی آن کاهش بیشتری خواهد یافت.

مولفه های ساختمان انرژی صفر

• منابع جایگزین انرژی

انرژی های جایگزین را می توان از منابع مختلفی استخراج کرد، انرژی خورشیدی، باد، زمین گرمایی و زیست توده. این منابع انرژی تجدید پذیر می تواند در کارکردهای مختلفی از جمله تامین برق، حرارت و خنک کننده برای یک ساختمان و مصرف پایین تر توسط آب و برق شبکه های سنتی بهره برد. تاثیرگذارترین عامل در به دست آوردن انرژی صفر خالص در یک ساختمان نوع و مقدار انرژی جایگزین می باشد. به عبارت دیگر، منبع انرژی جایگزین باید بر منابع طبیعی ارائه شده توسط منطقه خاصی که ساختمان در آن واقع شده است انتخاب شود [۹].

• طراحی سیستم خورشید ایستا

یکی از جنبه های طراحی ساختمان با قدمت صدها سال که بسیار مورد کم توجهی واقع شده این است که چگونه، ساختمان طبق خورشید رفتار خواهد کرد. افزایش تابش خورشید مسبب افزایش حرارت است که می تواند هزینه های خنک کننده یک ساختمان از طریق سقف امکان پذیر کند. از سوی دیگر نور طبیعی با ارزش را ارائه می دهد. تقویت کننده های خورشیدی در فصل زمستان می توانند به گرم کردن ساختمان کمک کنند. انرژی غیرفعال خورشیدی اشاره دارد به توانایی یک ساختمان که به طور طبیعی جمع آوری، ذخیره و توزیع انرژی با توجه به آب و هوای خاص سایت ساختمان مورد نظر، توجه زیادی به جهت گیری ساختمان در سایت، جایگذاری درب و پنجره در طراحی انرژی غیر فعال خورشیدی به نظر می رسد.

• پوشش ساختمان با کارایی بالا

این کار را می توان با افزودن چندین عایق هایی با کارایی بالا در سازه یک ساختمان با استفاده از سیستم دیوار قالبی یا پانل انجام داد. ساختار این سیستم دیوار غیرسنتی دارد، پانل های ساختاری عایق و فرم های بتن عایق (ICF) می باشد.

• روشنایی و نور روز

در سال های اخیر، محصولات و سیستم های روشنایی به طور قابل توجهی به منظور کمک به کاهش تقاضا بهبود یافته است. به طور معمول ساختمان انرژی خالص صفر به طور موثر اجازه می دهد نور روز به درون فضاهای بسیار محصور نفوذ کند، و به کارگرفتن سیستم روشنایی با تکنولوژی بالا که خروجی نور مصنوعی بر اساس میزان نور روز در حال حاضر تنظیم می کند. علاوه بر این حسگر های حضوری می توان برای مناطقی که طور مداوم نیازی به روشنایی مداوم ندارند استفاده شود.

• فناوری و کارافزارهای کم مصرف [۹]

در یک جمع بندی کلی می توان در راستای موارد بیان شده فوق، این مبحث را در قالب جدول ذیل بیان کرد؛

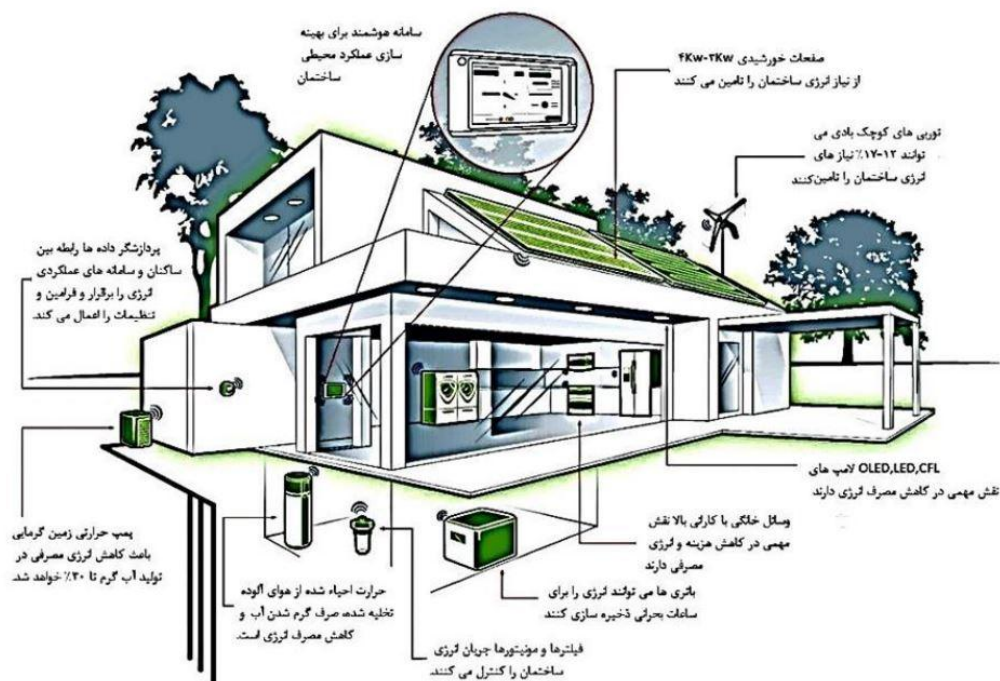
جدول (۲): مولفه های ساختمان های ZEB و معرفی راهکار، ماخذ: [۹]

مولفه های ساختمان های ZEB	ارائه راهکار
منابع جایگزین انرژی	_ انرژی خورشیدی _ انرژی باد
طراحی سیستم های خورشیدی غیر فعال	_ جهت گیری ساختمان در سایت _ جایگذاری درها و پنجره ها
پوشش ساختمان با کارایی بالا	_ عایق کاری بالا در سازه _ وضعیت جداره ها با توجه به شرایط جوی _ وضعیت جداره ها در مقابل حرارت، رطوبت، باد و تابش.
روشنایی و نور روز	_ اجازه ورود نور به صورت موثر به درون فضا _ استفاده بهینه از تکنولوژی کنترل نور و حسگر ها
فناوری ها و کارافزارهای کم مصرف	_ فناوری های اختصاص داده شده برای کنترل دیگر مصارف _ انرژی به غیر از روشنایی.
اصول طراحی معماری همساز با اقلیم	_ تهویه طبیعی _ متر اکم یا گسترده بودن پلان _ جهت گیری نسبت به سایت _ کشیدگی پلان

ساختمان انرژی صفر محصول مشارکت و هماهنگی مسئولیت پذیر

برای به ثمر رسیدن یک پروژه با اهداف پایدار لازم است تا 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. در یک فرایند همه جانبه می توان اهداف پروژه را در بخش های مختلف طراحی باز نمائی و بررسی کرد و نظرات هر گروه را در بخش های اولیه ایده یابی و فاز صفر و یک وارد نمود [۱۰]. 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 برهم کنش 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 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 و مانند این ها 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 آلایندهای آن را نیز می توانند تعیین نمایند. در بخش گردآوری داده ها، تمامی اطلاعات مورد نیاز برای تعیین راهکارهای مهندسی و تصمیمات

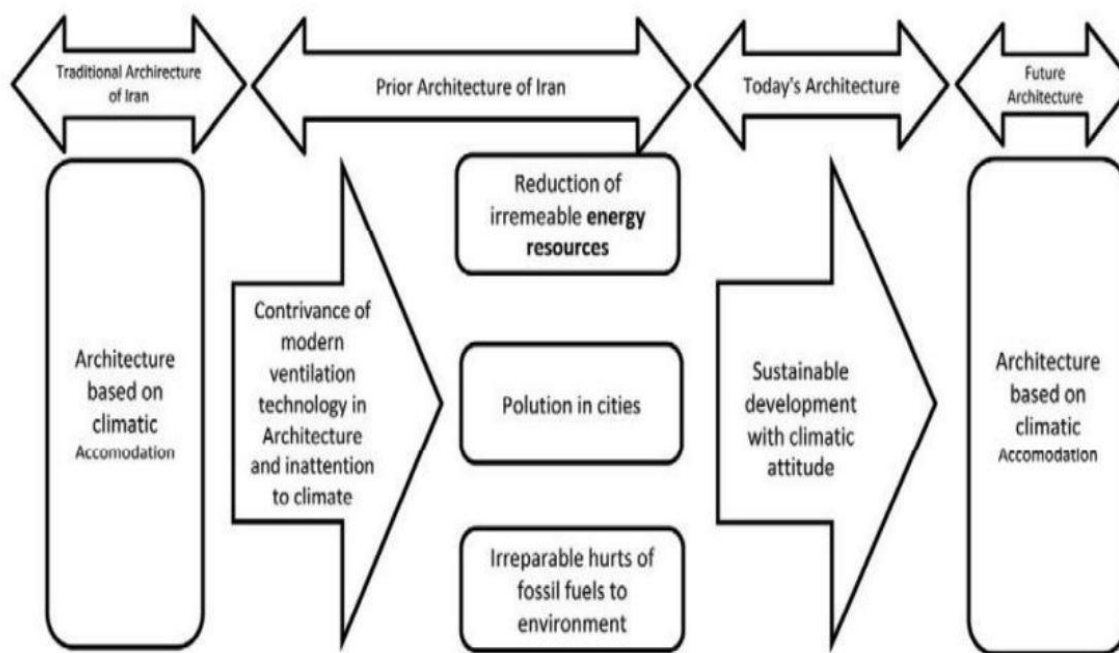
مقتضی ایجاد می گردد. داده هایی از شرایط سایت و اقلیم، همسایگی، فرم زمین، نور و سایه اندازی، باد غالب، مصالح پیشنهادی و فناوری های موجود در قالب هزینه تعیین شده و شرایط سازه و نیازهای تاسیساتی به دقت مورد توجه قرار می گیرند. در مرحله استنتاج همواره می توان در ایده ی اولیه و بخش های قبلی باز نگری کرد و 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 (تصویر ۱). 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 [۱۱]. بنابراین توجه همه جانبه به امکان بهره گیری از قابلیت های تامین انرژی در محیط از شاخصه ساختمان های انرژی صفر است.



تصویر (۱): نمونه پیشنهادی ساختمان انرژی صفر شرکت جنرال الکتریک برای سال ۲۰۱۵، ماخذ، [۱۱]

چالش های معماری انرژی صفر در ایران

ایران نیز به عنوان بخشی از جهان از بحران های بین المللی مستثنی نیست. از جمله افزایش گرمای زمین و گازهای گلخانه و در بعضی جهات نیز حتی اثرات شدیدتری را می توان مشاهده کرد. از جمله آلودگی هوای شهرهای بزرگ که بر اثر تولید گازهای ناشی از سوختن نامناسب انرژی در بخش صنعت مسکن و حمل و نقل است. ایران به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان انرژی فسیلی شاید نباید نگران کمبود آن در آینده باشد اما با توجه به اینکه نفت و گاز طبیعی حدود ۳۱ درصد از کل انرژی مصرف ایران را در بردارد کمترین مشکلی در تامین انرژی کشور را در بحران های برگشت ناپذیر قرار می دهد. شدت مصرف انرژی در ایران دهه اخیر به طور متوسط سالانه یک درصد افزایش داشته که این مقدار به ۵ درصد نیز رسیده است. علل افزایش انرژی را می توان افزایش جمعیت، کثرت شهرنشینی، فقدان قوانین زیست محیطی جامع، الگوی نادرست مصرف و اختصاص یارانه های دولتی دانست [۱۵]. سهم بخش مسکن از مصرف انرژی کشور ۱۵ درصد بوده و بزرگترین تولیدکننده گازهای گلخانه ای می باشد و با توجه به رشد صنعت ساختمان سازی، روز به روز نیز افزایش می یابد. مشکل دیگر در معماری معاصر ایران دور شدن از روش ها و اصول معماری سنتی است که به صورت ناآگاهانه به علت تحت تاثیر قرار گرفتن از روش ها و تکنولوژی معماری مدرن که به صورت انبوه مورد استفاده قرار می گیرد مشکلات زیادی در جهت مصرف انرژی پدید آورده که به طور مثال می توان به مشکلات ساختمان های جدید در مناطق گرم و مرطوب و گرم و خشک اشاره کرد. به همین جهت دستیابی به اصولی در راستای معماری پایدار می تواند ذره ای بازگشت به معماری هم ساز با طبیعت به سبک گذشته مفید باشد [۱۲].



شکل ۱. نمودار شماتیک روند تغییرات در معماری ایران ۲۰۱۱، ماخذ، [۱۲].

برهمین اساس لزوم کاهش مصرف انرژی و بهینه سازی آن هرچه بیشتر احساس می شود. ساختمان های انرژی صفر بهترین راه حل برای تعدیل مصرف انرژی در بخش صنعت ساختمان است. اما رسیدن به این هدف نیازهای زیربنایی و اساسی دارد که باید برآورده شود. مروری بر معماری معاصر ایران و معماری معاصر کشورهای در حال توسعه نشان دهنده آن است این کشورها نیز مانند بسیاری از کشورهای توسعه یافته، حرکت به سوی مفهوم پایداری و معماری پایدار را در دستور کار قرار داده اند [۱۴]. چالش های پیش روی طراحی و اجرای ساختمان های انرژی صفر در معماری معاصر ایران را می توان در سه محور زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد که عبارتند از:

- دانش فنی
- ضرورت باز تولید دانش فنی بومی در حوزه معماری معاصر و بخصوص طراحی و اجرای ساختمان های انرژی صفر.
- نیروی ورزیده کارآمد
- نیروی ورزیده کارآمد زیربنایی به الگوهای بهینه در حوزه طراحی و اجرای ساختمان های انرژی صفر می باشد که به همین جهت از آن به عنوان رکن اساسی تحقق مفهوم پایداری و معماری پایدار یاد کرده اند.
- قوانین و آیین نامه ها
- قوانین، مقررات و آیین نامه های برگرفته از اصول مفهوم پایداری و معماری پایدار گامی مهم و اساسی در این زمینه محسوب می شود. قوانین، مقررات و آیین نامه هایی که به صورت مستقیم، یا غیرمستقیم، در تعامل سازنده با صنعت ساختمان و تولید مسکن، قرار گیرد [۱۲].

دسته بندی استراتژی های موثر در طراحی ساختمان ها با ایده انرژی صفر

دانش اینکه یک ساختمان چگونه و چه زمان هایی مورد استفاده قرار می گیرد در تعیین تجهیزات گرمایش، سرمایش و روشنایی یک ساختمان اهمیت اساسی دارد. جنبه ای از ساختمان که بایستی در درجه اول کاهش مصرف انرژی ساختمان ها مورد توجه واقع گردد، جنبه معماری است. برای دستیابی به طراحی معماری انرژی صفر، معماری ساختمان باید بر اساس شرایط اقلیمی طراحی گردد و پتانسیل ها و محدودیت های اقلیم مورد توجه قرار گیرد. بدین جهت اولین قدم در طراحی انرژی صفر، آگاهی دقیق از شرایط اقلیمی و تعیین پتانسیل ها و امکانات اقلیم محل قرار گیری ساختمان، برای دستیابی به یک معماری مبتنی و پاسخگو به اقلیم و در نتیجه یک معماری انرژی صفر است. بنابراین اولین قدم در مسیر دسترسی به یک معماری انرژی صفر تحلیل دقیق داده های اقلیمی می باشند. در اینجا به یک سری اصول اساسی در ارتباط با یک ساختمان و اجزای اصلی آن مانند اتاق ها و حیاط ها به صورت آیتم های زیر ارائه می شود که در نظر گرفتن آن برای طراحی چنین ساختمان هایی مفید خواهد بود [۱].

- موقعیت و جهت اتاق ها نسبت به خورشید و باد
 _ اتاق ها و حیاط ها را می توان به گونه ای طبقه بندی نمود که در ساعات و روز های گرم مناطق خنک فعال تر باشد و برعکس در ساعات و روز های سرد در مناطق گرم تر (سرمایش).
 _ با تعیین موقعیت فضاهای خارجی که بستگی به آفتاب و باد دارد می توان دوره زمانی فصل آسایش در فضای باز را افزایش داد. چون ساختمان ها قادرند آفتاب و باد را سرد کنند، می توان مجموعه ای از خرد اقلیم های مختلف در اطراف ساختمان ایجاد کند (گرمایش و سرمایش).
 _ سایبان های سقفی، محوطه و ساختمان را از تابش آفتاب عمودی محافظت می کند، در حالی که سایبان عمودی می توان آفتاب مایل را سد کند (سرمایش) [۹].
 _ ساختمان های نفوذپذیر می توانند پلان ها و برش های باز را برای تهویه عبوری، تهویه هواکشی، یا هر دو ترکیب کند (سرمایش).
 _ جهت گیری شرقی و غربی پلان سطح نمای آفتابگیر را در زمستان افزایش می دهد (روشنایی).
 _ اتاق های روبه آفتاب و رو به باد، تاثیر گرمایش خورشیدی و تهویه عبوری را افزایش می دهد. وقتی باد به اطراف ساختمان بوزد مناطق پرفشاری در سمت رو به باد و مناطق کم فشاری پشت به باد ایجاد می کند. اگر ورود هوا از منطقه پرفشار و خروج آن از منطقه کم فشار باشد، تهویه عبوری انجام می شود (سرمایش و گرمایش).
 _ از لبه های آب می توان برای ایجاد نسیم خنک در ساختمان استفاده کرد (سرمایش).
 _ حیاط های پرنسیم باید در ارتفاع پایین، پهن و نفوذپذیر باشد، در حالی که حیاط های ساکن باید بسته و به اندازه کافی بلند باشد تا بتواند باد را مهار کند (گرمایش و سرمایش) [۱].
- راهبردهای پیشنهادی برای چگونگی دریافت، ذخیره و توزیع گر خورشیدی
 _ اتاق های جذب مستقیم برای جمع آوری آفتاب باز هستند و می توانند گرما را در هوا ذخیره کنند (گرمایش).
 _ از فضای خورشیدی یا گلخانه ها می توان برای دریافت گرمای خورشید، ذخیره کردن و توزیع آن به اتاق های دیگر استفاده کرد (گرمایش).
 _ دیواره های ذخیره گرمایی می توانند گرمای خورشید را در کنار اتاق، جمع آوری و ذخیره نمایند (گرمایش).
 _ بام آبی، گرما و سرما را در بام جمع آوری و ذخیره می کند (گرمایش و سرمایش).
 _ دیوار ها و بام های گردآورنده گرما، گرمای آفتاب را در لایه ای از هوا تسخیر کرده و به سازه ساختمان منتقل می کنند (گرمایش) [۱۳].
- راهبردهای طراحی برای خنک کردن ساختمان ها با استفاده از فرم و چیدمان فضا
 _ تهویه عبوری بین اتاق ها با باز شو های بزرگ در سمت رو به باد و پشت به باد افزایش می یابد (سرمایش).
 _ تهویه هواکشی بین اتاق ها با بیشتر شدن ارتفاع بین دهانه های ورودی و خروجی افزایش می یابد (سرمایش).
 _ بادگیرها در ساختمان هایی که دسترسی کمتری به باد دارند، می توانند باد بالای بام را به ساختمان هدایت کنند (سرمایش).
 _ توده هایی که در شب خنک می شوند، از توده های حرارتی می توان برای جذب گرمای اتاق در طول روز استفاده کرد هنگام شب این توده ها به وسیله تهویه خنک می شوند (سرمایش) [۹].
- راهبردهای سرمایشی در شرایط خشک در هوای گرم بیرون برای سرمایش تهویه ای
 _ برج سرمایش تبخیری می تواند بدون استفاده از فن یا باد، هوای خنک اتاق ها را تامین کند (سرمایش) [۹].
- انجام فعالیت ها و منطقه بندی برای استفاده از نور روشنایی
 _ آرایش اتاق های باریک، برای تمام فضای روشنایی طبیعی فراهم می کند.
 _ زمانی که اتاق های کوچک در کنار اتاق های بزرگ یا بلند نورگیر قرار گرفته باشند، می توان از روشنایی قرصی استفاده نمود.
 _ مناطق روشن، اتاق ها را می توان در ساختمان طوری چیدمان کرد که با توجه به نیاز فعالیت های مختلف فاصله از پنجره ها و منابع نوری در نظر گرفته شود.
 _ آتریوم یا یک فضای روشن در داخل ساختمان می تواند روشنایی مورد نیاز برای اتاق های اطراف آن را فراهم نماید [۹].
- محافظت از فضاها در برابر گرما و سرمای شدید و نور
 _ سایبان سقفی، حیاط و ساختمان را از تابش آفتاب عمودی محافظت می کند. در حالی که سایبان عمودی می تواند آفتاب مایل را سد کنند. اتاق هایی که قادر به تحمل نوسانات دمایی هستند، می توان در بین اتاق های محافظت شده و گرما و سرمای نا مطلوب قرار داد.
 _ از لبه های خاک می توان برای پناه دادن ساختمان در برابر گرما و سرمای شدید و جبران بخشی از بار ساختمان استفاده کرد [۹].

نتیجه گیری

امروزه بحث انرژی مورد توجه همه جوامع قرار دارد زیرا سوخت های فسیلی روزی به اتمام خواهند رسید و استفاده از انرژی های طبیعی و خدادادی بهترین راه برای صرفه جویی در مصرف انرژی و نگهداری سوخت های 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 ساختمان های انرژی صفر دست یافت. ایده ساختمان های صفر انرژی (ZEB) از یکسو براساس نیاز روز افزون انسان به انرژی و از سوی دیگر بر پایه نیاز به کاهش مصرف سوخت های آلوده کننده و غیر قابل بازیافت فسیلی شکل گرفته است. در واقع "صفر انرژی" امکانات زندگی و کار را در یک فضای بدون سوخت فسیلی پیشنهاد می کند. این ساختمان ها در طول سال بر اساس نیاز مصرف انرژی خود، انرژی تولید می کنند. فیزیک و ساختار مناسب و استفاده از منابع تجدیدپذیر در این ساختمان ها، رسیدن به هدف فوق را تا حد زیادی میسر می سازد. بدون شک ساخت ساختمان های صفر انرژی نیاز قرن آینده ماست. 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 هزینه ها و اتلاف منابع محیطی میسر خواهد شد. ورود این نظرات و زمان هماهنگی راهبردها در مراحل اولیه طراحی، اسکیس ها و برنامه ریزی طراحان معماری است، برای موفقیت آینده این ساختمان ها، خلاقیت، زمان بندی دقیق و همکاری جمعی بین گروه های مختلف متخصصین از اهم موارد است.

منابع و مراجع

- [۱] چرکزی، گ، فرخ زاد، م، سالاریان، ح، ۱۳۹۴، طراحی ساختمان با مبحث انرژی صفر، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران، ایران.
- [۲] ثقفی زاده اصل، الف، الیاس زاده مقدم، ن، ۱۳۹۰، تبیین مولفه ها و سیاست های طراحی پایدار محیطی در فضاهای معماری و شهرسازی، نشریه آبادی، ش ۷۲.
- [۳] فطرس، م، آقازاده، الف، جبرائیلی، س، ۱۳۹۳، بررسی تاثیر مصرف انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب در حال توسعه (شامل ایران)، دوره زمانی ۱۹۸۰_۲۰۰۹، نشریه مطالعات اقتصاد انرژی، ش ۳۲.
- [۴] اتمار، اچ، ۱۳۷۷، استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در جهت کمینه سازی آسیب های محیطی، ترجمه؛ محمدزاده، رحمت، خورشیددوست، علی، نشریه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۹ و ۵۰.
- [۵] خیاطیان، ف، رئیسی سمیعی، م، ۱۳۹۲، مقدمه ای بر طراحی خانه های صفر انرژی، اولین همایش منطقه ای معماری، معماری پایدار و شهرسازی، تهران، ایران.
- [۶] جلالیان، ا، ۱۳۹۳، ساختمان های صفر انرژی، اولین همایش ملی معماری پایدار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.
- [۷] اعرابی، ن، میرسعیدی، ل، ۱۳۹۵، بررسی راهبردهای دستیابی به ساختمان انرژی صفر، مجموعه مقالات چهارمین همایش بین المللی مهندسی عمران، معماری و طراحی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- [۸] سازمان بهره وری انرژی صفر، ۱۳۹۱، بررسی و مطالعه ساختمان های انرژی صفر، ص ۵۳۳.
- [۹] رزمی، ح. ر، کلانتری، ب، معماری پایدار رویکردی مناسب در طراحی مجتمع های مسکونی مبتنی بر مولفه های محیط زیست و انرژی، نشریه رویکردهای پژوهشی در مهندسی عمران و معماری، ش ۸، صص ۲۱_۱، بهار ۱۳۹۷.
- [10] Net-Zero Energy Building, A Classification System Based on Renewable Energy Supply Options .Pacific Grove, California, Available at: <http://www.sustainableconstructionblog.com>, 2012.
- [11] Marszal, A. J, Heiselberg, P. , bourrelle, J.S. ,Musall, E. voss, K. ,sartori, I. And napolitano, A. , 2011.
- [12] P. Torcellini. S. Pless. And M. Deru, Zero Energy Buildings A critical lookat the Definition: pacific Grove ,California, August 14- 18, 2006, Available at <http://zeroenergy.house.co.nz/lighting>.
- [13] Patxi Hernandez , Paul Kenny , 2515, From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings(LC-ZEB) , Energy and Buildings.
- [14] H. Lund, A. Marszalb, P. Heiselberg ,2511 , Zero energy buildings and mismatch compensation factors , Energy and Buildings.
- [15] Tian.Z, (2015), Investigations of Nearly (net) Zero Energy Residential Buildings in Beijing ,Procedia Engineering,121, 1051 – 1057.