فصلنامه علمی تخصصی پژوهش های نوین بین رشته ای علوم پایه و فنی و مهندسی
Specialized Scientific Quarterly of New Interdisciplinary Researches in Basic Science and Technical and Engineering

Specialized Scientific Quarterly of New Interdisciplinary Researches in Basic Science and Technical and Engineering

بررسی اجرا و عملکرد معماری در ساختمان های انرژی صفر با هدف تولید انرژی پسیو

عباس حسین زاده
دپارتمان عمران و معماری، دانشکده فنی و حرفه ای امام صادق (ع) بابل، دانشگاه فنی و حرفه ای مازندران، ایران

چکیده
چالش های موجود در دهه های اخیر برای انسان ها و کره زمین که به سرعت در حال تغییرات کمی همه ارقام آن مثل افزایش آلودگی ها و دسترسی سخت به انرژی ها باوجود مشکلات جنگ و مناقشات سیاسی و اقتصادی میان کشورها و کاهش سریع میزان انرژی جهان که با این سرعت رشد، خطری محسوس برای همه دنیا است دانشمندان را بر آن داشت تا به دنبال روش های نوینی از تولید و مصرف انرژی باشند. در این مقاله به دنبال موضوعی از این دست پروژه ها هستیم که به عنوان ساختمان های انرژی صفر خوانده می شود. همان طور که از نام این پروژه برداشت می شود در این ساختمان ها برآیند تمامی انرژی های مصرفی و تولیدی باید صفر و یا انرژی تولیدی ساختمان بیش از مصرف آن باشد که این مفهوم انرژی مربوط به تمامی انرژی های موجود در ساختمان مثل حرارتی ، الکتریکی و... است که باید در محاسبات اولیه و احداث مورد توجه قرار گیرد. به همین منظور این پژوهش که از نوع پژوهش توصیفی تحلیلی و با استفاده از منابع کتابخانه ای و کتب و مقالات الکترونیک انجام شده است به بررسی اجرا و عملکرد معماری در ساختمان انرژی صفر و مفاهیم مرتبط با انرژی پسیو و جهت گیری ساختمان برای تولید انرژی، اجزا و مصالح معماری ساختمان انرژی صفر ، بررسی رویکرد اقتصادی و چالش های پیشرو، احداث و بهره برداری در ارتباط ساختمان صفر خواهیم پرداخت. نتایج بدست آمده از این تحقیق ساختمان های انرژی صفر با چالش های پیش رو مانند دانش فنی، نیروی کارآمد و ورزیده و قوانین و آیین نامه های موجود مواجه می باشد. بر همین 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 مسکن است. اما رسیدن به این هدف نیازهای زیربنایی و اساسی دارد که باید برآورده شود .

کلمات کلیدی: معماری، ساختمان انرژی صفر، انرژی

د.وره: ۱
شماره: ۱
آدرس سایت: nrbste.ir
ایمیل:kome.e.a.d@gmail.com

دریافت مقاله:۱۴۰۱/۱۰/۲۰
اصلاحیه مقاله:-
پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۲۵
انتشار مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۳۰

۱- مقدمه

امروزه نحوه درست استفاده از انرژی های موجود در جهان به دلایل مختلفی ازجمله ارتباط امنیت انرژی و اقتصاد دولت ها و جوامع و محیط زیست ملی و فراملی کشورها که در این چندساله با تغییرات ملموس آب وهوا و اقلیم ها در نقاط مختلف زمین اهمیت آن به صورت ملموس برای مردم جوامع مختلف روشن شده است لازم به توجه بیشتر از گذشته و اقداماتی فوری دارد [علاءالدینی, ۱۳۹۸].

یکی از نقاط مورد تلاقی تمامی علوم در جهان حوزه انرژی الکتریکی از تولید تا مصرف می باشد که هرمرحله از آن نیاز به بازنگری داشته است، چه بسا که از مرحله ساخت به طور مثال؛ یک نیروگاه که برروی اقلیم منطقه ای محل احداث تأثیر مستقیم می گذارد و تلفات بسیاری که به دلیل عدم راندمان بالای سیستم ها برای ما دارد تا انتقال انرژی با طی کردن مسافت های بسیار طولانی و تحمیل هزینه ها ی بسیار در هنگام اجرا و بهره برداری و همچنین مرحله توزیع این انرژی می تواند منجر به مشکلات فراوانی برای ما شود بایستی موردتوجه قرار گیرد تا با به کارگیری روش های نوین و کم خطا در مراحل تو لید، انتقال و مصرف با کمترین هزینه و افزایش بهره وری روبه رو شویم [رضایی, ۱۳۹۸].

با در نظر داشتن این موارد و همچنین سایر ملاحظات و ضرورت های مرتبط با بهینه ساز ی در تولید، انتقال و مصرف انرژی یکی از راه های افزایش بهره وری نزدیک کردن این مراحل در محل مصرف باعناوینی همچون طراحی و ساخت ساختمان صفر می باشد که با به کارگیری از علوم مهندسی نوین درزمینه های مرتبط باهدف ، مثل عمران، معماری ، برق و... منجر به افزایش امنیت انرژی و کاهش تلفات در مراحل تولید و انتقال و مصرف شویم. در تحقیق حاضر به بررسی روش تولید انرژی پسیو با اجرا و عملکرد نوع معماری در ساختمان انرژی صفر با هدف بهینه سازی انرژی و افزایش بهره وری و تولید با عنوان ایجاد انرژی صفر در ساختمان ها پرداخته می شود [دهقان منشادی, ۱۳۹۸].

۲- تعریف مفهوم کلی ساختمان انرژی صفر

ساختمان انرژی صفر به طورکلی به ساختمانی گفته می شود که میزان مصرف انرژی آن با استفاده ازشیوه های مختلف تا حد زیادی کاهش و در مقابل تولید انرژی آن به میزان موردنیاز با استفاده از منابع پاک و انرژی های تجدید پذیر جبران شود. در قلب مفهوم و تصور کلی 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 آلایندگی و با منابع تجدیدپذیز برطرف نمایند. پیدا کردن ساختمانی که بتوان آن را اولین ساختمان انرژی صفر نامید، بسیار مشکل است. زیرا انرژی صفر تنها یک اسم جدید برای روندپیشرفت کاهش مصرف انرژی در ساختمان است [تجدد, ۱۳۹۷] .

در یک ساختمان انرژی صفر هیچ گونه سوخت فسیلی مصرف نمی شود و مصرف انرژی سالانه آن با تولید سالانه اش برابری می کند. 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 باطری است. در یک ساختمان انرژی صفر که به شبکه متصل نباشد نسبت به شکل و نوع ذخیره ی باطری، بخشی از مدار ممکن است بلااستفاده بماند درحالی که در یک ساختمان انرژی صفر متصل به شبکه هیچ مداری به صورت بلااستفاده به کار گرفته نشده و مجزا نیست. 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 باطری ها هستیم، یک ساختمان انرژی صفر، انرژی موردنیاز خود را تولید می کندهمچنان که درعین حال به مالک، اطمینان خاطر در مورد امنیت ذخیره انرژی مازاد بر نیاز خود رامی دهد [غفاری, ۱۳۹۷].

۳- انرژی های پسیو

به کارگیری انرژی های نهان از گذشته های بسیار دور موردتوجه بشر بوده است و امروزه نیز در انتخاب یک ساختمان خوب جزء امکانات موردتوجه محسوب می شود حال با این تفاسیر می توان به نقش حیاتی انرژی های نهان در ساخت بنا اشاره کرد [اصغری, ۱۳۹۷] .

اصطلاح ساختمان های رو به آفتاب و یا بادگیر همیشه نماینده مرغوبیت ملک بوده است که کاربری های ویژه در مناطق مختلف گرم و خشک، سرد و مرطوب، کوهستانی و یا کویری داشته اند.

مهندسی معماری نقش اساسی در استفاده از سازوکارهای انرژی های نهان دارد ازجمله:

- انتخاب و استفاده بهینه از جهت تابش آفتاب در ساختمان با توجه به موقعیت جغرافیائی وفصول سال
- استفاده از مفاهیم روشنایی روز
- استفاده از جهت وزش باد غالب مداوم و فصلی
- تفکیک فضاهای ساختمانی و زون بندی بر اساس کاربری (اتاق خواب، آشپزخانه و.....) و نیازهای سرمایشی، گرمایشی و روشنایی متفاوت.
- استفاده از فضاهای زیرزمینی و بازگردش هوای سرد در تابستان و گرم در زمستان

۴- کشیدگی و جهت گیری ساختمان و جانمایی فضاهای داخلی

کشیدگی ساختمان و همچنین جهت گیری آن تاثیر بسزایی در کسب انرژی حرارتی خورشید و همچنین استفاده از روشنایی طبیعی ساختمان دارد. در ساختمان های انرژی صفر کوشیده می شود تا ساختمان در یک یا حد اکثر دو طبقه ساخته شود و در مقابل ساختمان را بر روی زمین گسترده می کنند. این امر علاوه بر اینکه فضای بیشتری بر روی بام برای اجرای تاسیسات در دسترس قرار می دهد، سبب می شود تا فضاهای بیشتری در ضلع جنوبی ساختمان قرار گیرد و امکان استفاده از انرژی خورشید در طول روز را افزایش می رهد [شیرازی زاده, ۱۳۹۷] . در ساختمان های انرژی صفر پژوهشگاه کرج نیز ساختمان در دو طبقه و دارای کشیدگی شرقی-غربی می باشد تا بیشتر فضاهای ساختمان بتوانند از حداکثر گرمایش خورشید و همچنین روشنایی طبیعی استفاده نمایند . در جانمایی فضاهای ساختمان انرژی صفر، فضاهایی که دارای کاربری بیشتری هستند در طبقه همکف و در ضلع جنوبی ساختمان قرار گرفته اند. قرارگیری این فضاها در ضلع جنوبی سبب می گردد تا بتوان در این فضاها از نور و گرمای خورشید حداکثر استفاده را نمود. ضمن اینکه با توجه به تردد بیشتری که در این فضاها صورت می پذیرد، قرارگیری آن ها در طبقه همکف موج دسترسی ساده تر به این فضاها و جلوگیری از اتلاف انرژی در فضاهای کم تردد دیگر می گردد. فضاهای با کاربری کمتر نیز در ضلع شمالی ساختمان و در طبقه اول در نظرگرفته شده اند. با توجه به اینکه این فضاها نیاز کمتری به انرژی دارند، قرارگیری آن ها در ضلع شمالی سبب می گردد تا تنها از طریق سیستم تاسیساتی ساختمان و در مواقع کاربری، به انرژی مورد نیاز خود دسترسی یابند و همچنین قرارگیری آن ها در طبقه اول ساختمان و دوری از مکان های پر تردد، سبب می گردد تا اتلاف انرژی کمتری نیز داشته باشند.

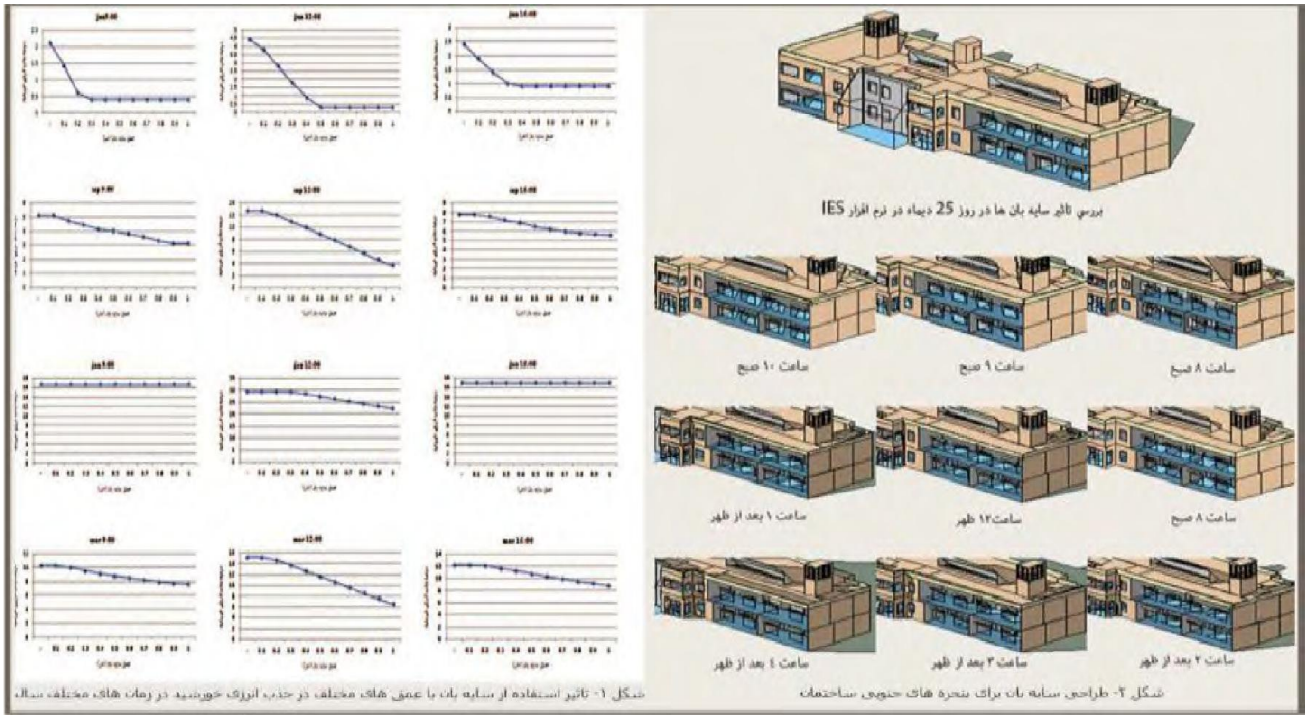
۵- نحوه جانمایی فضاها در ساختمان

- قرارگیری فضاهای با نیاز حرارتی بالا در ضلع جنوبی ساختمان
- قرارگیری فضاهای با نیاز حرارتی پایین در ضلع شمالی ساختمان
- قرار گیری فضاهای با تردد زیاد در طبقه همکف و نزدیک در ورودی ساختمان
- قرارگیری فضاهای با تردد کم در قسمت های دور از در ورودی و یا طبقه اول ساختمان

با توجه به اینکه زاویه تابش خورشید در نقاط مختلف کره زمین بسته به مختصات جغرافیایی آن نقطه متفاوت می باشد، لذا جهت گیری ساختمان در هر نقطه از کره زمین برای جذب حداکثر انرژی خورشیدی نیز متفاوت می باشد. شکل ۱ نرم افزار مدل سه بعدی ساخته شده از ساختمان، در زوایای مختلف چرخانده می شود و در هر بار جهت گیری ساختمان، میزان مصارف انرژی ساختمان و انرژی جذب شده از خورشید محاسبه می گردد [ریوف پناه, ۱۳۹۷] . سپس با توجه به شرایط ساختمان و اولویت های در نظر گرفته شده برای آن بهترین جهت گیری برای ساختمان برگزیده می شود. در ساختمان انرژی صفر پژوهشگاه مواد جذب حداکثر انرژی خورشیدی در دوره گرمایش ساختمان در اولویت می باشد و بر این اساس بهترین جهت گیری ساختمان با چرخش آن به میزان ۵ درجه در جهت عقربه های ساعت محاسبه می شود که باعث کاهش مصرف انرژی گرمایشی ساختمان به میزان ۱/۳ درصد نسبت به حالت افقی ساختمان گردد.

۶- استفاده از سایه بان در نمای جنوبی ساختمان

استفاده از سایه بان در مناطق گرمسیر سبب می گردد تا میزان بار برودتی ساختمان در دوره سرمایش آن کاهش یابد. اما در مناطق با اقلیم سردتر این امر می تواند بر روند گرمایش ساختمان در فصول سرد سال، تاثیر منفی بگذارد. لذا لازم است تا سایز سایه بان هایی که برای ساختمان انتخاب می شوند، با توجه به تاثیر آن ها بر میزان دریافت انرژی خورشیدی در دوره گرمایش ساختمان بهینه گردد [صابونی, ۱۳۹۷] . در ساختمان انرژی صفر پژوهشگاه مواد با مدل سازی سایه بان ها با سایزهای مختلف، مشخص گردید که استفاده از سایه بان های عمودی در دو طرف پنجره ها تاثیری در رفتار ساختمان ندارد. لذا با توجه به اینکه پنجره های ضلع شمالی ساختمان تنها در ساعات ابتدایی و انتهایی روز که ساختمان فاقد کاربری می باشد ممکن است در معرض آفتاب قرار گیرند، تنها از سایه بان های افقی برای پنجره های ضلع جنوبی ساختمان استفاده خواهد شد. نتایج بررسی ها نشان دهنده آن است که استفاده از سایه یان های افقی با عمق تاثیر استفاده از سایه بان با عمق ۴۰ سانتی متر حالت بهینه را برای ساختمان ایجاد می نماید. در شکل ۱ تاثیر استفاده از سایه بان با عمق های مختلف در میزان جذب انرژی خورشیدی نشان داده شده است .



شکل ۱: تاثیر استفاده از سایه بان با عمق های مختلف در میزان جذب انرژی خورشیدی

۷- استفاده از بادگیر در ساختمان انرژی صفر

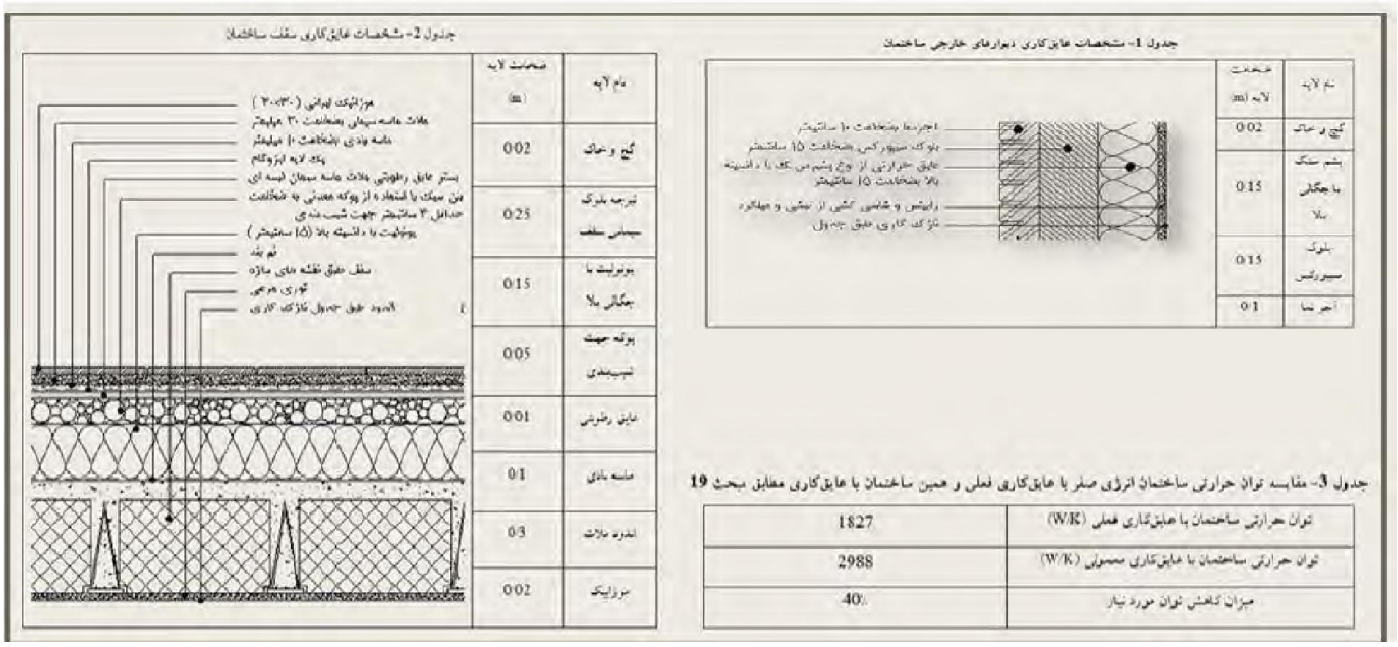
استفاده از بادگیر از سنوات بسیار قدیم در ایران متداول بوده است. بادگیرها با اشکال مختلف در شهرهای مرکزی و جنوب ایران ساخته شده که هر کدام بر حسب ارتفاع و جهت باد مطلوب طراحی و اجرا شده اند. از بادگیرها در ابنیه مختلف مسکونی، مذهبی و خدماتی استفاده می شده است و هنوز هم می توان باقیمانده این بادگیرها را در اقلیم گرم و مرطوب جنوب در شهرهایی مانند بندرعباس، بندر لنگه، قشم، بوشهر و اقلیم گرم خشک نواحی مرکزی مانند کرمان، نایین، یزد، طبس، کاشان، سمنان، اصفهان و حتی نواحی جنوب شهر تهران مشاهده نمود [تجدد, ۱۳۹۷] .در ساختمان انرژی صفر پژوهشگاه مواد از بادگیر به منظور تهویه راهروهای ساختمان در فصول میانی(بهار و پاییز) و به عنوان نمادی از یک ساختمان انرژی صفر استفاده شده است. از آنجا که در این ساختمان از دو بادگیر، یکی به عنوان ورودی و دیگری به عنوان خروجی هوا، استفاده شده است لذا برای طراحی آن گلبادهای منطقه مورد بررسی قرار گرفت و دهانه های برج ورودی به سمت باد غالب باز بوده و دهانه های برج خروجی در این جهت بسته می باشند. همچنین ارتفاع برج ها و سطح بازشدگی دهانه ها با توجه به میزان جریانهوای مورد نیاز طراحی شده اند.

۸- ایزولاسیون

لازم است ایزولاسیون دیواره های خارجی، کف، سقف ها و .... به نحوی انجام شوند که تبادل انرژی با فضای بیرونی در کمینه ترین حالت ممکن باشد و عملاً مجموع کل ساختمان به صورت یک جز جداشده تلقی شود. برای این منظور رعایت استانداردهای بهینه سازی ایزولاسیون ساختمان هم ازنظر مواد کاربردی و هم نحوه اجرا برای مناطق مختلف جغرافیائی ضروری است. همچنین استفاده از پنجره های ۲ یا ۳ جداره با گاز و یا بدون گاز نیز از اتلاف انرژی جلوگیری می کنند.

۹- عایق کاری در ساختمان

افزایش میزان عایق کاری ساختمان سبب می گردد تا میزان مصرف انرژی ساختمان کاهش یابد، اما از سوی دیگر هزینه های اولیه اجرای پروژه افزایش می یابد. از سوی دیگر نیز در صورتی که مصرف انرژی در ساختمان افزایش یابد لازم است تا با استفاده از سیستم های خورشیدی بزرگتر، این افزایش میزان مصرف انرژی جبران گردد که در نتیجه باز هم افزایش هزینه های اولیه پروژه را به همراه خواهد داشت. لذا با پیدا کردن یک نقطه بهینه برای میزان عایق کاری ساختمان که در آن بیشترین صرفه جویی در مصرف انرژی با صرف کمترین هزینه اولیه حاصل می گردد می توان میزان عایق کاری لازم را مشخص نمود. همچنین لازم است تا میزان عایق کاری در حدی در نظر گرفته شود که در فرآیند ساخت ساختمان قابلیت اجرا داشته باشد. در ساختمان انرژی صفر پژوهشگاه مواد، عایق کاری ساختمان به گونه ای انتخاب شده که ضریب توان حرارتی نسبت الزامات مبحث ۱۹، ۴۰ درصد ارتقا یافته است. شکل ۲ مشخصات عایق کاری را نشان می دهد.


جدول 1- مشخصات عایق‌کاری دیوارهای خارجی ساختمان

نام لایه	ضخامت لایه (m)
گچ و خاک	0.02
بلوک سیمانی	0.15
پشم سنگ یا چگالی بالا	0.15
آجر نما	0.1

جدول 2- مشخصات عایق‌کاری سقف ساختمان

نام لایه	ضخامت لایه (m)
گچ و خاک	0.02
تیرچه بلوک سیمانی سقف	0.25
پلی‌اتیلن با چگالی بالا	0.15
پوشه جهت شیب‌بندی	0.05
عایق رطوبتی	0.01
ماسه بادی	0.1
اندود سازه	0.3
سرامیک	0.02

جدول 3- مقایسه توان حرارتی ساختمان انرژی صفر با عایق‌کاری فعلی و همین ساختمان با عایق‌کاری مطابق مبحث 19

توان حرارتی ساختمان با عایق‌کاری فعلی (W/K)	1827
توان حرارتی ساختمان با عایق‌کاری مصوبی (W/K)	2988
میزان کاهش توان مورد نیاز	40٪

شکل ۲ : مشخصات عایق کاری

۱۰- رویکرد ایستا درمعماری

با گسترش زیاد سیستم های تهویه مطبوع ومنابع در دسترس انرژی ارزان در قرن بیستم ، معماری دیگرمجبوربه پاسخگویی به محدودیات اقلیمی نبود . با استفاده از امکانات مصنوعی کنترل شرایط محیطی ، فضای داخلی هر ساختمانی قابل تطبیق با استاندارد های آسایش محیطی شد . بنابراین استفاده از متریال ها وفرم های معماری نوظهور امکان پذیر شد . این مسدله همچنین منجر به فراموشی دانش و مهارت در زمینه انرژی و طراحی ایستا در حرفه ی معماری شد . به علاوه با افزایش توقع مخاطبان در زمینه کنترل شرایط محیط داخلی ، مردم به شرایط دمایی و نوری ثابت در تمام طول سال عادت کرده اند.

عمومی ترین تعریف یک سیستم گرمایش وسرمایش خورشیدی غیرفعال این است که جریان های انرژی حرارتی درآن به صورت های طبیعی از قبیل تابش ، هدایت و جابجایی طبیعی صورت می پذیرد. در اصل ساختار خود بنا یا عناصری چند از آن ، خود تشکیل دهنده سیستم می باشند . طراحی ایستا به عنوان بهره گیری از معماری واقلیم به منظور تأمین گرمایش ، سرمایش ، تهویه و نور تعریف می شود . همچنین می توان طراحی ایستا را بهره گیری از معماری به منظور برداشت انرژی

رایگان محیط تغییر کرد . بهره گیری از طراحی ایستا به موازات تجهیزات با مصرف انرژی اندک منجر و خلق فضای داخلی با کیفیت بهینه خواهد شد .

طراحی ایستا نه تنها فرصتی در زمینه انرژی که فرصتی در زمینه معماری نیز هست . در طراحی ایستا ارتباط میان انرژی و مکان به صورتی زیبا ، کارکردی و معنا دار تعریف می شود . موفق ترین ساختمانهای امروزی ساختمان هایی هستند که استراتژی های ایستا را به درستی دنبال کرده اند و پیشرو ترین دفاتر معماری آنهایی هستند که در پیشبرد این روش ها سرمایه گذاری کرده اند . می توان گفت تاریخ معماری ارتباط نزدیکی با طراحی ایستا دارد چرا که تکنیک های طراحی ایستا برای سدها (اگر نگوییم هزاره ها) در تاریخ معماری بسیار رایج بوده اند .

۱۱- راهبرد های ایستا

سهولت طراحی ساختمانهای صددرصد فعال ، قطعا یکی از مهمترین موانع گسترش ساختمانهای ایستا یا دوگانه است . اما با گذر از این موانع فرصت ارزشمندی برای ارتقا کیفیت و بهره وری ساختمانها بوجود می آید. راهبردهای ایستا معمولا به طور کمل جایگزین سیستم های ساختمانی فعال نمی شوند ، بلکه در اکثر اوقات سال به کمک سیستم های فعال آمده یا جایگزین آنها می شوند . این ترکیب دوگانه راهکارهای فعال وغیرفعال منجر به ساختمان های حال ترکیبی می شوند . در واقع یک ساختمان صفر انرژی موفق ، از اختلاط جدایی ناپذیر سیستم های فعال وایستا سود می برد . معمولا راهکارهای ایستا به منظور تامین یک یا تعدادی از ۴ خدمت بنیادی ساختمانی یعنی گرمایش ، سرمایش ، تهویه وروشنایی به کارمیروند. تکنیک های مربوط به ایستای سرمایش و گرمایش در ادامه آورده شده است .

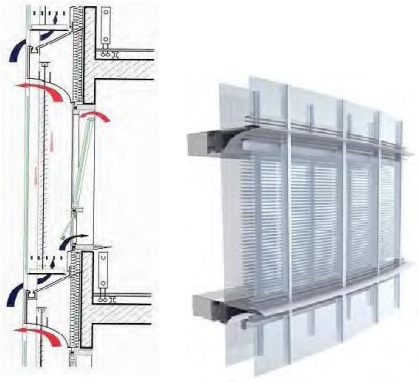
۱۱-۱- پوسته ساختمانی

پوسته بنا خط مقدم مواجهه ساختمان با محیط خارج واقلیم است . بنابراین نقش کلیدی در به کارگیری سیستم های ایستا بر عهده دارد وباید به همراه مسائل مربوط به جهتگیری و توده ساختمانی وهمچنین طراحی سیستم های الکتریکی _ مکانیکی مورد بررسی قرارگیرد . پوسته ساختمانی عنصری کلیدی در عملکرد انرژی هر ساختمانی است اما نقشی کاملا حیاتی در عملکرد ساختمان های صفرانرژی دارد.

جهت گیری ، توده ساختمانی و طراحی سیایت مناسب غلبه بر بارهای حرارتی را آسانتر می کند . این مسائل درکنار یک پوسته ی ساختمانی با طراحی وجزئیات مناسب کلید خنثی سازی موفق پوسته به حساب می آیند . مفهموم خنثی سازی پوسته ساختمانی به معنی خنثی سازی بارهای حرارتی پوسته می باشد . خنثی سازی پوسته منجر به کاهش بارهای سرمایشی و گرمایشی پیرامونی می شود . قطعات پوسته باید با حداقل ضریب انتقال حرارتی و مواد عایق با حداکثر ضریب مقاومت حرارتی طراحی شوند .

۱۱-۲- نمای دوپوسته

استفاده از نمای دو پوسته راهکاری است برای خنثی سازی سطوح شیشه ای وسیع . سهولت کنترل گرمای خورشید و بهبود مقاومت حرارتی بواسطه حفره میان دوپوسته شفاف ، به عنوان مزیتهای این روش شناخته می شود . باپیشرفت سطوح با شیشه های با ضریب نشر اندک امکان کنترل انرژی دریافتی از خورشیدی افزایش می یابد . شکل ۳ عملکرد این شیشه ها به این صورت است که انتقال امواج فرابنفش وفروسرخ در طیف نورخورشید را محدود کرده و درعین حال امواج طیف نور مرئی را از خود عبود می دهند . همچنین ضریب انتقال حرارت خورشید و ضریب مقاومت شیشه ها بهینه شده اند .



شکل ۳: نمای دوپوسته شیشه ای _ کنترل گرمای دریافتی از اشعه خورشید به دلیل استفاده از شیشه ها با ضریب نشر اندک _ ایجاد جریان هوا با جزییات مناسب

۱۱-۳- نسبت بازشو به جداره ها

این نسبت فاکتوری حیاتی در ایجاد تعادل میان قابلیت های حرارتی وفایده های عملکرد مثل نور روز ودید می باشد. بااین همه طراحی پنجره تحت تأثیر جهت گیری ، اقلیم و برنامه عملکردی ساختمان انجام می شود .

نسبت بازشو به جداره کم برای اقلیم های با تعداد روزهای سرد یا گرم زیاد وبرای اقلیم های با تابش خورشید زیاد مناسب است همچنین عملکرد حرارتی ضعیف پنجره را تعدیل می کند . به علاوه نسبت بازشو به جداره کمتر مترادف سطح شیشه خورکمتر و در نتیجه هزینه کمتر است . این هزینه صرفه جویی شده می تواند در جهت ارتقاء عملکرد حرارتی پنجره مصرف شود .

۱۱-۴- تکنولوژی های پیشرفته سطوح شفاف

شیشه کروموژنیک یا شیشه هوشمند می تواند مشخصات خود را براساس محرک های محیطی تغییر دهد . شیشه کروموژیک شامل انواع واکنش دهنده به گاز ، واکنش دهنده به برق، واکنش دهنده به نور و واکنش دهنده به گرما می باشد.

آیروژل : آیروژل نسل جدیدی از مواد عایق است که در عین عبورنور مقاومت حرارتی بسیار زیادی ایجاد می کند. آیروژل در محفظه هوای میان شیشه ها به کار برده می شود و در نتیجه شفافیت قطعه شیشه ای حفظ می شود .

توده حرارتی :مواد تغییر فازدهنده شفاف به قطعات شیشه ای افزوده می شوند تا نقش توده حرارتی را ایفا کنند.

سایه انداز متحرک : سایه اندازهای خوکار یا دستی در داخل قطعات شیشه ای ، ی برجبهه ی داخلی یا خارجی آنها نصب شده وامکان سایه اندازی کامل یا دید بدون مانع (هنگامی که نیاز به سایه اندازی نیست) را فراهم می کنند .

شیشه های منشوری :جام های شیشه ای یا پلاستیکی منشوری برای هدایت نورروز استفاده می شوند. استفاده از این نوع ماده شفاف به منظور هدایت نور به عمق فضا دارای پیشینه تاریخی است . دیگرکاربرد آن عبارتست از انعکاس پرتو های با زاویه باز و درعین حال عبور پرتوهای با زاویه کم که کنترل جذب خورشیدی درطی تابستان را ارتقا می دهد .

فتوولتائیک های توکار : برخی تکنولوژی های فتوولتائیکی دردرون قطعات شیشه ای شفاف تعبیه شده و تولید الکتریسته میکنند . متناسب با نیاز به سایه یا دید مقادیر متغیر شفافیت یا کدری شیشه قابل دستیابی است .

۱۱-۵- توده حرارتی

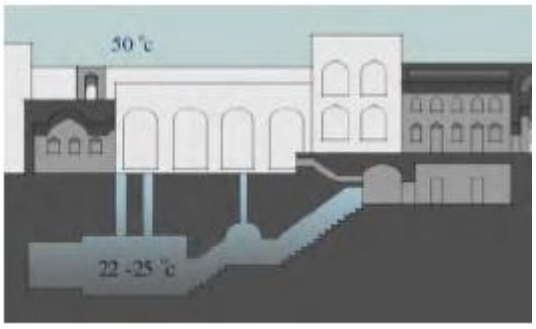
مصالح باتوده حرارتی سنگین چگالی وظرفیت حرارتی بالایی دارند . مصالحی چون بتن ، سنگ ،دیواربنایی و آب قابلیت آن را دارند که گرما را در خود دخیره کرده و هنگامی که دمای محیط افت میکند آن را به محیط بازگردانند. این ذخیره کوتاه مدت حرارتی کاربرد های سرمایشی و گرمایشی ایستای بسیاری دارد . یکی از سودمندی های توده حرارتی تعدیل نوسانات روزانه دما در فضای داخلی می باشد . بهتر است توده حرارتی در فضای داخلی عریان باشد تا اثربخشی بیشتری در تنظیم دما داشته باشد.

۱۱-۶- عایق بندی

طراحی پوسته بیرونی تأثیر زیادی برکاهش تبادلات حرارتی از طریق پوسته ساختمان دارد . رویکرد اصلی در عایق کاری عبارت است از بکارگیری قطعات با ضریب مقاومت حرارتی زیاد . یکپارچگی عناصر شکل دهنده پوسته خارجی عاملی است که باعث یکپارچگی پوسته بنا می شود . کاهش پل های حرارتی نیز عامل بسیار مهم دیگری است ، عایقکاری پوسه در اقلیم های سرد که نیازبه انرژی محسوس است بسیار ضروری است . در اقلیم های معتدل تر نیز عایق کاری برای کنترل تبادل حرارتی با محیط و دستیابی به نقطه دمای تعادل حائز اهمیت است .

۱۱-۷- ارتباط با زمین

زمین توده حرارتی پر جرمی است که بعنوان ابزاری برای دستیابی به دمای داخلی تقریباً ثابت درطول سال قابل استفاده است . در واقع دمای زمین در تابستان خنک تر و زمستان گرمتر از هوای اطراف است . در برخی نقاط دمای عمق زمین در طول سال ثابت بوده و تقریباً معادل دمای میانگین هوای منطقه می باشد .درمواقع بحرانی سال دمای بیرون بر دمای زمین تأثیر می گذارد . همچنین مشخصات خاک و سطح پوسته زمین نیزبر این دما مؤثراند . این راهکار در معماری سنتی در عنصری به نام شوادان متجلی بوده است . شکل ۴ نحوه ارتباط هوا با دمای داخلی زمین را نشان می دهد.



شکل۴ : ارتباط با زمین

ارتباط با زمین یا پناه گرفتن در دل زمین بواسطه حفاری و نفوذ به درون زمین باعث می شود دمای بیرون ودرون بنا تفاوت های متعادل تری داشته باشند . همین امر باعث کاهش نبادلات حرارتی به درون ساختمان می شود . ارتباط با زمین از راه دور ازطریق حفرلوله های طولانی در دل زمین روشی است برای تامین هوای خنک وانتقال آن به فضای داخلی در عین حال براه بهره مندی از امکانات بالقوه ارتباط با زمین ، مسائلی همچون آب و رطوبت ،مسائل سازه ای ونشرگاز را باید با دیده ی احتیاطی نگریسته شوند .

۱۱-۸- سایه اندازی

سایه اندازی یکی از راهبردهای اولیه سرمایش است که در طول زمان مورد آزمون قرارگرفته . اجتناب از گرما باید همیشه اولین اولویت برای سرمایش باشد . سایه اندازی به مشخصات اقلیم وبنا وابستگی شدیدی دارد . بدان معنی که طراحی سایه بان باید به نیازهای سرمایشی فصلی ، جهتگیری بنا و مسیر خورشید در طول ساختمان پاسخگو باشد . از آنجا که سطوح

شیشه ای اصلی ترین طریق دریافت تابش های خورشید هستند ، سایه بانها معمولا درارتباط با سطوح شیشه ای طراحی می شوند . اما سایه اندازی باید به نحوی باشد که در روشنایی بنا به کمک نوروز اختلالی ایجاد نکند.

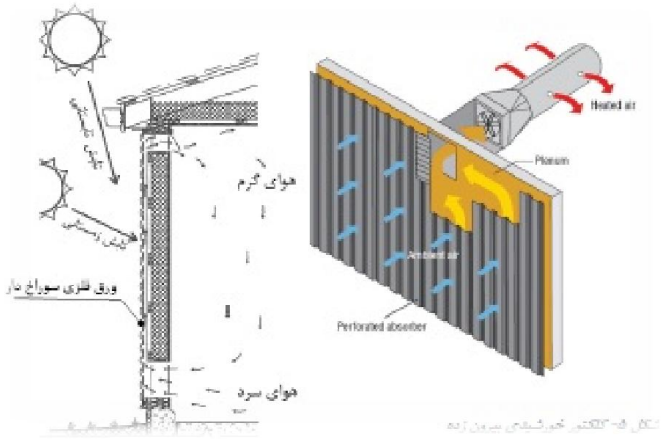
۱۱-۹- تهویه مطبوع

تهویه طبیعی ابزاری است ساده و مؤثرکه سرمایش و هوای تازه بیرون را برای ساکنین ساختمان تأمین می کند . قبلا پنجره های بازشو در ساختمان های تجاری کاربرد زیادی داشتند اما امروزه بسیار ناد هستند. امروزه ساختمان های تجاری معمولا محیطی بسیار مهندسی شده دارند و پنجره های بازشو با عملکرد صحیح بسیاری سیستم های تهویه مطبوع رایج ایجاد تداخل می کند . با این وجود تهویه طبیعی به همراه بسیاری سیستم های تهویه مطبوع کم انرژی همچون سرمایش تبخیری و سرمایش تابشی قابل استفاده است .

هرگاه ساختمان نیازبه سرمایش داشته باشد و هوای خارج به اندازه کافی خنک باشد ، تهویه طبیعی استراتژی سرمایشی مؤثری خواهد بود . حرکت هوا درساختمان وپدیده سرمایشی حاصله موجب آسایش ساکنان و جذب گرمای مازاد بنا درطول شب می شود . به این منظور در طراحی بنا باید مسیرهای تهویه ای مناسب برای تهویه عرضی و تهویه دودکشی با دقت لحاظ شود . تکنیک های مزبور بر تفاوت های دمای هوا و فشار باد برای به حرکت در آوردن هوا تکیه دارند. پنجره های بازشو رایج ترین شیوه اند اما دیگر راهکارها همچون هواکش ها و برج های بادگیر و شومینه های خورشیدی نیزقابل استفاده اند .

۱۱-۱۰- کلکتور خورشید بیرون زده

کلکتورهای خورشیدی بیرون زده تکنیکی اقتصادی برای پش گرمایش ایستای هوای بیرون به منظور استفاده در سیستم تهویه یا گرمایش است . شکل۵ کلکتور خورشیدی بیرون زده از پنل فلزی موج دار با رنگ تیره که سوراخ های ریزی دارد تشکیل شده است .



شکل ۵: کلکتورخورشیدی بیرون زده

به منظور دریافت بهینه انرژی خورشیدی پانل ها بر جبهه جنوبی با فاصله از دیوار نصب می شوند تا در این فاصله خالی هوا جریان یابد. هوا از درون سوراخ خای ریز روی ورق وارد شده وبا دریافت تابش خورشید گرم می شود . آنگاه هوای پیش گرمایش شده می تواند برای گرمایش هوای تهویه مورد استفاده قرار گیرند . از آنجا که هوای گرم دون کلکتور رو به بالا صعود

می کند معمولا هوا در بالای ساختمان جمع آوری می شود . استفاده از فن الکتریکی نیز برای هدایت هوا درون کلکتور رایج است . دردوره های سرمایشی هوای درون کلکتور از بالا تخلیه می شود .

۱۱-۱۱- دریافت گرمای داخلی

هر ساختمانی از انسانها ، تجهیزات روشنایی وسایر تجهیزات ، گرمای داخلی جذب می کند. هنگامی که ساختمان در حالت گرمایشی است دریافت گرمای داخلی راهکار ایستای مفیدی است ، بویژه هنگامی که به موازات عایق بندی کامل و هوابندی بازشوهای ساختمان انجام شود . این تکنیک با بازیافت گرما از هوای خروجی سیستم تهویه کارایی بیشتری می یابد.

۱۱-۱۲- سرمایش تبخیری

سرمایش تبخیری در اقلیم های گرم و خشک کاربرد زیادی دارد .دراین سیستم آب در مجاورت هوای گرم قرار گرفته ، انگاه گرمای هوا جذب آب شده وبخار حاصل در هوا جذب می شود . با ادامه این روند دمای هوا کاهش یافته و بر رطوبت آن افزوده می شود . سرمایش تبخیری ممکن است با ابزاری الکترومکانیکی با مصرف انرژی کم انجام شود . همچنین می توان با به کارگیری ابزاری چون برج بادگیر به صورت ایستا از این تکنیک استفاده کرد.

۱۱-۱۳- رطوبت زدایی ایستا

در اقلیم های با رطوبت زیاد ، شرجی زیاد ازآسایش حرارتی می کاهد وبرطرف کرد آن انرژی زیادی می طلبد . همان طور که می توان هوای گرم خشک را با تبخیرآب و اضافه کردن به میزان رطوبت هوا به صورت ایستا خنک کرد، رطوبت زدایی از هوا با استفاده از رطوبت گیر به صورت ایستا نیز امکان پذیراست . با حذف رطوبت از هوا وتبدیل فاز آن به مایع به گرمای هوا افزوده می شود . ژل سیلیکا رطوبت گیررایجی است که در بسیاری دستگاه های رطوبت زدا مورد استفاده قرار می گیرد . بعد از هرچرخه رطوبت گیری باید رطوبت گیر را خشک کرد رطوبت زدایی ایستا هنوز رواج زیادی ندارد.

۱۲- رویکرد اقتصادی

احداث ساختمانهایی که کل انرژی مورد نیاز شبانهروزی خود را بتوانند با منابع انرژی تجدیدپذیر تأمین کنند نیاز به ارزیابی دقیق اقتصادی دارد، از این رو بسته به منطقه ای که این گونه ساختمانها احداث میشود اقتصادی بودن این ساختمانها بسیار مهم است، زیرا بازگشت هزینه های سرمایه گذاری در کوتاه ترین زمان ممکن از اهمیت خاصی برخورداراست، اختلاف نظرهای بسیاری در خصوص این موضوع که بازگشت سرمایه چگونه باشد که بتوان ساختمان مذکور را اقتصادی نامید یا نه وجود دارد که این خود یک خلاء تحقیقاتی محسوب میشود. استفاده از انرژی در جهان به سرعت در حال رشد میباشد و نگرانی از بابت عرضه، فرسودگی و از بینرفتگی منابع انرژی فسیلی و همچنین اثرات زیست محیطی آنها (حفره لایه ازون، گرم شدن کره زمین، تغییرات آب و هوایی و غیره) و سهم جهانی ساختمانهای مسکونی و تجاری در مصرف انرژی، به طور پیوسته افزایش یافته و به همین دلیل بهرهوری انرژی در ساختمانهای امروزی هدف اصلی می باشد و لذا ساخت ساختمانهای انرژی صفر یک ضرورت است.

۱۲-۱- شرایط تاثیرگذاری در تحلیل اقتصادی

در طراحی بر روی یک قطعه زمین مشخص، عوامل زیر جهت جلوگیری از هدر رفتن گرما و سرما توصیه میشود:

- انتخاب زمین، زمینی که دسترسی خوبی به آفتاب زمستانی دارد زمین مناسبی است.

- جهت قرارگرفتن شکل ساختمان، جهت قرارگرفتن بهینه یک ساختمان برای جمع آوری حرارت از خورشید در زمستان مد نظر میباشد. مطالعات نشان میدهد که حالت بهینه اقتصادی بیشترین سطح در جهت ۵ تا ۱۵ درجه جنوب شرقی میباشد.
- استفاده از سیستم های خورشیدی، پنجرههای آفتابی، دیوار آفتابی، سقفهای آفتابی، سایبانهای افقی و عمودی، سایه درختان، بادگیرها، گرمای زمین، زیر زمین و ...
- می توان نسبت سطح پوسته خارجی ساختمان به حجم مفید و نسبت سطح بام به سطح مفید ساختمان و نسبت سطح باز شوها در پوسته خارجی (در و پنجره) به سطح مفید ساختمان را کاهش داد.

۱۳- چالش های معماری انرژی صفر در ایران

ایران نیز به عنوان بخشی از جهان از بحران های بین المللی مستثنا نیست. ازجمله افزایش گرمای زمین وگازهای گلخانه و در بعضی جهات نیز حتی اثرات شدیدتری را می توان مشاهده کرد . ازجمله آلودگی هوای شهرهای بزرگ که براثر تولید گازهای ناشی از سوختن نامناسب انرژی در بخش صنعت مسکن و حمل ونقل است. ایران به عنوان یکی از بزرگ ترین تولیدکنندگان انرژی فسیلی شاید نباید نگران کمبودآن 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 تأمین انرژی کشور را در بحران های برگشت ناپذیر قرارمی دهد.

شدت مصرف انرژی در ایران دهه اخیر به طور متوسط سالانه یک درصد افرایش داشته که این مقدار به۵ 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 . سهم بخشمسکن از مصرف انرژی کشور ۱۵ درصد بوده و بزرگ ترین تولیدکننده گازهای گلخانه ای می باشد و با توجه به رشد صنعت ساختمان سازی، روزبه 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 تأثیر قرار گرفتن از روش ها و تکنولوژی معماری مدرن که به صورت انبوه مورداستفاده 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.

بر همین 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 مسکن است. اما رسیدن به این هدف نیازهای زیربنایی و اساسی دارد که باید برآورده شود .مروری بر معماری معاصر ایران و معماری معاصرکشورهای درحال 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 . چالش های پیش روی طراحی و اجرای ساختمان های انرژی صفر در معماری معاصر ایران را می توان در سه محور زیر موردتجزیه وتحلیل قرار گیرد که عبارت اند از:

- دانش فنی: ضرورت بازتولید دانش فنی بومی در حوزه معماری معاصر و بخصوص طراحی واجرای ساختمان های انرژی صفر.
- نیروی ورزیده کارآمد: نیروی ورزیده کارآمد زیربنای دستیابی 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 یادکرده اند.

- قوانین و آیین نامه ها: قوانین، مقررات و آیین نامه های برگرفته از اصول مفهوم پایداری ومعماری پایدار گامی مهم و اساسی در این زمینه محسوب می شود . قوانین، مقررات وآیین نامه هایی که به صورت مستقیم، یا غیرمستقیم، در تعامل سازنده با صنعت ساختمان وتولید مسکن، قرار گیرد.

۱۴- نتیجه گیری

در این تحقیق هم چون نوع انتخاب سیستم معماری متناسب با وضعیت اقلیمی ، اقتصادی وفنی کشور ایران به منظور رسیدن به مفهوم ساختمان های صفر انرژی به صورت کاربردی وعملی از اهمیت ویژه ای برخوردار است . بدین منظور استفاده از تجهیزات نوین با تکنولوژی وراندمان بالا باید به گونه ای باشد که نیازهای انرژی ، اقتصادی وتعمیرات ونگهداری را در این نوع از ساختمان ها پاسخگو باشد و در این تحقیق راهکارهای ایستای رایج در زمینه سرمایش و گرمایش ساختمان های صفر انرژی از قبیل عایق بندی ، ارتباط بازمین ، هوابندی ، سایه اندای ، پوسته ساختمانی ، توده حرارتی ، تهویه طبیعی ، کلکتور خورشدی بیرون زده ، دریافت گرمای داخلی ، سرمایش تبخیری ورطوبت زدایی پرداخته شده است . رویکرد اقتصادی و چالش های موجود معماری در ساختمان های انرژی صفر بیان شده است.

ایده این ساختمانهای صفر انرژی که برای کم نمودن مصرف انرژی ساختمان می‌باشد که در واقع صفر انرژی امکانات زندگی و کار را در یک فضای بدون سوخت فسیلی پیشنهاد می‌دهد بدون شک ساخت ساختمانهای صفر انرژی نیاز قرن آینده می‌باشد برای موفقیت آینده این ساختمانها خلاقیت، زمان بندی دقیق و همکاری جمعی بین گروههای مختلف می‌باشد. در واقع "صفر انرژی " امکانات زندگی و کار را در یک فضای بدون سوخت فسیلی پیشنهاد می‌کند. این ساختمانها در طول سال بر اساس نیاز مصرف انرژی خود، انرژی تولید می‌کنند. فیزیک و ساختار مناسب و استفاده از نوع معماری در این ساختمانها، رسیدن به هدف فوق را تا حد زیادی میسر می‌سازد. چالش های پیش روی ساختمان های انرژی صفر مانند دانش فنی، نیروی کارآمد و ورزیده و قوانین و آیین نامه های موجود مواجه می باشد. بر همین 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 مسکن است. اما رسیدن به این هدف نیازهای زیربنایی و اساسی دارد که باید برآورده شود .

منابع

۱. علاءالدینی, مرتضی، ۱۳۹۸، بهینه سازی مصرف انرژی با معرفی و ارائه نمونه مواردی از ساختمان صفر انرژی، *هفدهمین همایش ملی پژوهش های نوین در علوم و فناوری*، بصورت الکترونیکی، شرکت علم محوران آسمان

۲. رضایی, محمد، ۱۳۹۸، راهکارهای ایستای سرمایش و گرمایش در ساختمان های صفر انرژی، *دومین کنفرانس بین المللی عمران ، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران*، تهران، دانشگاه صنعتی مراغه

۳. دهقان منشادی, ناهید و مهدی ساشورپور، ۱۳۹۸، ساختمان های انرژی صفر، *اولین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران،معماری و بازآفرینی شهری*، تهران -دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی - مرکز همایش های بین المللی امام خمینی (ره)، دبیرخانه دائمی کنفرانس

۴. تجدد, امین و شیما عرب، ۱۳۹۷، بررسی پارک های علم و فناوری با نگرش ساختمان های صفر انرژی، *ماهنامه پایاشهر ۱ (۹)*

۵. غفاری, عباس؛ زهره عباس زاده و محمدحسین اسلامپور، ۱۳۹۷، بررسی و شناخت عوامل موثر در طراحی ساختمانهایی با انرژی صفر، *کنفرانس عمران،معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام*، تبریز، دانشگاه تبریز - دانشگاه شهید مدنی آذربایجان - دانشگاه علمی کاربردی شهرداری تبریز

۶. اصغری, علیرضا و مهدی سیدالماسی، ۱۳۹۷، میزان آگاهی اجتماعی نسبت به ساختمان های صفر انرژی، *کنفرانس عمران،معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام*، تبریز، دانشگاه تبریز - دانشگاه شهید مدنی آذربایجان - دانشگاه علمی کاربردی شهرداری تبریز

۷. شیرازی زاده, کامیار؛ ایراندخت کاظمی؛ کیکاووس شیرازی زاده و کاوه شیرازی زاده، ۱۳۹۷، ساختمان های پایدار و انرژی صفر برای منطقه اقلیمی گرم و خشک، *دومین کنفرانس زیرساخت های انرژی،مهندسی برق و نانو فناوری*، تهران، انجمن انرژی ایران

۸. ریوف پناه, علیرضا و محمدرضا صارمی طهرانی، ۱۳۹۷، بهینه سازی انرژی برای ساختمان های کم مصرف و نزدیک به صفر در تهران، *کنفرانس بین المللی نقش مهندسی مکانیک در ساخت و ساز شهری*، تهران، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران -شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی ساختمان

۹. صابونی, مینا و معصومه هدایتی مرزبالی، ۱۳۹۷، مروری بر عوامل ساختمان های انرژی صفر موثر در مکان یابی، *دومین کنفرانس ملی مهندسی عمران،معماری با تاکید بر اشتغال زایی در صنعت ساختمان*، تهران، دبیرخانه دایمی کنفرانس

۱۰. تجدد, امین و شیما عرب، ۱۳۹۷، عوامل موثر بر فیزیک ساختمان درجهت مصرف بهینه انرژی با رویکرد ساختمان های صفر انرژی، *ماهنامه پایاشهر ۱ (۱۰)*. صفحه ۱۸-۱۱.