

بررسی راهکارهای موثر کاهش مصرف انرژی در بناهای مسکونی انرژی کارا

زهرا نصیر* دانشجو کارشناسی ارشد معماری، موسسه آموزش عالی خاوران مشهد

zahranasir7596@gmail.com

سید مهدی مداحی: دکتری معماری، استاد یار گروه معماری، موسسه آموزش عالی خاوران مشهد

Sm.madahi@gmail.com

ایمان میرشجاعیان حسینی: موسسه عمران و توسعه رضوی، بنیاد بهره موقوفات آستان قدس رضوی، مشهد، ایران

imanmirshojaeian@oaqr.ir

چکیده

باتوجه به آگاهی روز افزون بشر از بحران های زیست محیطی، کاهش ذخایر سوخت های فسیلی و انتشار گازهای دی اکسید ناشی از ساخت و سازهای بی رویه، معماران را به ساخت و ساز بر پایه اصول پایداری و کاهش مصرف انرژی سوق داده است. در حال حاضر بسیاری از کشورها از راهکارهای موجود در معماری انرژی کارا به جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها بهره می بردند. با این حال معماری انرژی کارا به تنهایی در کاهش مصرف انرژی کافی نمی باشد و بایستی ارتباط انسان با طبیعت بیشتر گردد. با توجه به اینکه فاصله میان انسان و طبیعت روز به روز در حال افزایش می باشد، می بایست از راهکارهای بهره گرفت که با طبیعت ارتباط بیشتری برقرار کند. هدف این پژوهش مطالعه پیرامون راهکارهای موثر کاهش مصرف انرژی در بناهای مسکونی می باشد زیرا اگر طراحان و معماران این راهکارها را در بخش های مختلف ساختمان ها استفاده کنند، می توان گامی بنیادی در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی برداشت. این مقاله با توجه به موضوع کلی و ماهیت آن، از نوع مطالعات کاربردی بوده و به روش توصیفی- تحلیلی انجام گرفته است. کلیه داده های تحقیق به روش گردآوری کتابخانه ای- اسنادی (مقالات، پایان نامه ها، کتب، طرحهای پژوهشی) می باشد و برخی از راهکارها با استفاده از نرم افزار climate consultant معرفی شده است. در انتها این نتیجه حاصل شد که می توان با رعایت راهکارهای موثر و متناسب با اقلیم منطقه، مصرف انرژی را در بخش ساختمان های مسکونی کاهش داد و گامی اساسی در بهینه سازی مصرف انرژی در کشور برداشت.

واژه های کلیدی: کاهش مصرف انرژی، مسکونی، انرژی کارا، معماری انرژی کارا

مقدمه

امروزه افزایش روز افزون جمعیت باعث افزایش درخواست برای ساخت مسکن شده است و به تبع افزایش تعداد ساختمان ها باعث مصرف هر چه بیشتر انرژی های تجدید ناپذیر شده است. با در نظر گرفتن این موضوع ساخت و طراحی ساختمان هایی که انرژی کمتری مصرف می کنند بسیار اهمیت یافته است. یکی از مشکلات قرن حاضر در جوامع بشری مصرف بالای انرژی می باشد که در این بین بیش ترین مصرف متعلق به انرژی های فسیلی می باشد، که این مسئله مشکلات عدیده زیر را به دنبال داشته است:

۱. تامین انرژی با توجه به غیر قابل تجدید بودن منابع انرژی از سوخت های فسیلی ۲. افزایش گازهای گلخانه ای بر اثر استفاده از این نوع انرژی در این مورد سازمان های بین المللی متعددی تشکیل شده و مطالعات بسیار گسترده ای صورت گرفته است. بطور مثال در سال ۱۹۹۰ IPCC تشکیل گردید. براساس گزارش های منتشر شده افزایش گازهای گلخانه ها تا دهه ۲۰۳۰ گرمای جهانی را ۱/۵ تا ۴/۵ درجه و سطح دریاها را به میزان ۲۰ الی ۱۴۰ سانتی متر بالا خواهد آورد (عزیزی ۱۳۸۳). این مشکل در شهرها نمود بیش تری دارد چرا که در شهرها تراکم بالای جمعیت، خودروها و ساختمان ها باعث مصرف بالای انرژی و به تبع آن آلودگی بیشتر نسبت به سایر مناطق می گردد. که بهترین مثال در این زمینه جزیره های حرارتی می باشند. (عزیزی ۱۳۸۳)

باتوجه به آگاهی روزافزون بشر از بحران های زیست محیطی، کاهش ذخایر سوخت های فسیلی و انتشار گازهای دی اکسید ناشی از ساخت و سازه های بی رویه، معماران را به ساخت و ساز برپایه اصول پایداری و کاهش مصرف انرژی سوق داده است. در حال حاضر بسیاری از کشورها از راهکارهای موجود در معماری انرژی کارا به جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها بهره می بردند. با این حال معماری انرژی کارا به تنهایی در کاهش مصرف انرژی کافی نمی باشد و بایستی ارتباط انسان با طبیعت بیشتر گردد. با توجه به اینکه فاصله میان انسان و طبیعت روز به روز در حال افزایش می باشد، می بایست از راهکارهای بهره گرفت که با طبیعت ارتباط بیشتری برقرار کند. چیزی که امروزه نیاز به آن بیش از هر چیزی احساس می شود، موضوع طراحی ساختمان هاست که علاوه بر تامین نیازهای ساکنانش اثرات منفی آن بر محیط را کاهش دهد و همچنین مصرف انرژی را تا حد ممکن کاهش دهد. (فرجی اصل ۱۳۹۴) برای دستیابی ساختمان ها به این ویژگی ها باید در هنگام طراحی راهکارهای موثر کاهش مصرف انرژی در نظر گرفته شود که هدف این پژوهش بررسی و معرفی همین راهکارهای موثر برای کاهش مصرف انرژی در بخش مسکن می باشد.

روش تحقیق

این مقاله با توجه به موضوع کلی و ماهیت آن، از نوع مطالعات کاربردی بوده و به روش توصیفی- تحلیلی انجام گرفته است. کلیه داده های تحقیق به روش گردآوری کتابخانه ای- اسنادی (مقالات، پایان نامه ها، کتب، طرحهای پژوهشی) می باشد و برخی از راهکارها با استفاده از نرم افزار climate consultant معرفی شده است.



نمودار ۱: نحوه انجام تحقیق در راستای رسیدن به هدف پژوهش، منبع: نگارندگان

پیشینه تحقیق

در زمینه کاهش مصرف انرژی در بخش مسکن و ارائه راهکارهای موثر پژوهش های متعددی صورت گرفته است که به معرفی تعدادی از آنها میپردازیم: اخلاقی و کسمایی در سال ۱۳۹۹، در مقاله خود به بررسی روش های صرفه جویی انرژی در ساختمان های مسکونی سبز پرداختند که هدف از آن استفاده از معیارهای معماری سبز جهت توجیه پذیر نمودن ساختمانهای سبز در ایران می باشد. این پژوهش با استفاده از روش تحلیلی-توصیفی انجام شده است. در دنیای صنعتی امروز، ساختمانها سهم ویژه ای در تولید آلاینده ها و مصرف انرژی دارند. منابع طبیعی کره زمین پایدار نیستند و به دلیل استخراج مستمر آنها بشر در آینده ای نه چندان دور با کمبود منابع انرژی رو به رو خواهد شد. کمبود انرژی مسئله ای بسیار مهم و دلیل اصلی گرایش انسان ها به سمت زندگی در ساختمان سبز می باشد. این نوع ساختمان اثرات نامطلوب بر محیط زیست و انسان را کنترل کرده و کاهش می دهد. ساختمان سبز بر اساس راهکارهایی نظیر استفاده از انرژی خورشیدی فعال یا غیر فعال، اجرای بام سبز و تصفیه آب های خاکستری و استفاده از شیشه های دو جداره و آب گرمکن خورشیدی از جمله تجهیزاتی هستند که در طراحی این ساختمان ها مورد استفاده قرار می گیرند. وجود این تجهیزات باعث کاهش مصرف سوخت های فسیلی صرفه جویی در مصرف انرژی می شود. به همین دلیل استقبال از ساختمان های سبز رو به افزایش است.

مرتهب و حیدری در سال ۱۳۹۴، در مقاله خود به ارائه الگوی صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از معادله آسایش حرارتی در مجموعه های مسکونی اصفهان پرداختند که این پژوهش با استفاده از مطالعات و پژوهش های میدانی در ایران، به طراحی الگو مصرف انرژی در اصفهان پرداخته است. با استفاده از این الگو مصرف انرژی در ساختمان بهینه سازی می شود و از اتلاف انرژی جلوگیری خواهد شد.

Jian Yao در سال ۲۰۱۲، در مقاله خود به بهینه سازی مصرف انرژی طراحی ساختمان برای واحدهای مسکونی مختلف در ساختمان های آپارتمانی پرداختند که یک شاخص مهم تفاوت عملکرد انرژی بین واحدهای مسکونی (EDH) برای ارزیابی اشکالات طراحی در یک ساختمان مسکونی معمولی در منطقه گرم معرفی شده است. در این مقاله برای دستیابی به اهداف آن، نویسنده از نرم افزار DeST-h استفاده کرده است.

میرزا محمدی در سال ۱۳۹۶، در مقاله خود به طراحی مجتمع های مسکونی با حفاظت از انرژی با رعایت اصول معماری سبز پرداخت که قصد دارد با بررسی مسائلی به صرفه جویی مصرف انرژی در مجتمع مسکونی دست یابد و این مصرف را بهینه سازی کند.

در این پژوهش پس از مطالعه مقالات مشابه و بررسی اجمالی پیرامون مفاهیم متفاوت نظیر انرژی، مزایا و مقررات معماری انرژی کارا، بهره‌وری انرژی و... می‌توان گفت اگر ساختمان‌ها بر اساس اصول معماری انرژی کارا طراحی گردد، به طور طبیعی می‌توانیم مصرف انرژی تا حد ممکن کاهش دهیم. به دلیل عدم وجود استانداردها و قوانین برای بهره‌وری انرژی در بخش ساختمان و مسکن در کشور ایران، باید استراتژی‌هایی را برای کاهش مصرف انرژی نظیر: ۱. کاهش مصرف انرژی ساختمان‌ها با طراحی معماری ۲. تدوین استاندارد و برچسب مصرف انرژی برای ساختمان‌ها ۳. حمایت‌های تشویقی برای ساخت ساختمان‌های انرژی کارا ۴. فرهنگ سازی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها ۵. ساخت ساختمان‌های الگو و... در نظر گرفت. در این مقاله قصد داریم نشان دهیم که با رعایت راهکارها و استراتژی‌های موثر و متناسب با اقلیم منطقه، می‌توانیم مصرف انرژی را در بخش ساختمان‌های مسکونی کاهش داد و گامی اساسی در بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور برداشت.

مبانی نظری

انرژی

یکی از مسائل مهم در ساخت ساختمان‌ها استفاده بهینه از انرژی و به کارگیری مواد و مصالح قابل بازیافت است. مصرف نادرست انرژی و اتلاف روز افزون انرژی‌های فسیلی توسط ساختمان‌ها باعث شده تا محققین در صدد به کارگیری انرژی‌های دیگر که قابل جایگزین شدن هستند (انرژی‌های تجدیدپذیر) برآمدند. به نظر می‌رسد اهداف معماری پایدار به خوبی با مقاصد طراحی و معماری امروزی سازگار است. معماری پایدار به معنی استفاده از منابع انرژی بدون به خطر انداختن نیازهای نسل آینده. مواردی که در انرژی پایدار به کار می‌رود و به آن کمک میکند منابع تجدیدپذیر مانند باد، خورشید، آب و غیره هستند. این نوع معماری با محیط زیست خود سازگاری دارند. (کسمانی، ۱۳۹۰)

انرژی کارا

حدود ۴۰٪ از انرژی جهان در بخش ساختمان و مسکن مصرف می‌شود. ساخت ساختمان‌های انرژی کارا می‌تواند این مصرف انرژی را کاهش دهد. تحقیقات نشان می‌دهد دریافت پرتوهای نور خورشید برای گرم کردن محیط داخلی ساختمان در اقلیم سرد بسیار حائز اهمیت است و استفاده از سایبان و تهویه طبیعی برای سرمایش فضای داخلی ساختمان در این اقلیم بسیار مهم است. طراحی ساختمان بر مصرف منابع و انرژی‌های تجدیدناپذیر در محیط داخلی تأثیرگذار است و با طراحی درست معماری و انرژی کارا می‌توان مصارف انرژی تا حد زیادی کاهش داد. معماری انرژی کارا به عنوان یک روش مناسب با هدف کاهش مصرف انرژی می‌تواند برای ساختمان‌ها در اقلیم‌های مختلف و همچنین کاربری‌های متفاوت استفاده شود. (نصراللهی، ۱۳۹۳)

بررسی‌های انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که بهترین جهت گیری برای کمترین مصرف انرژی کل و انرژی اولیه ساختمان، جهت گیری جنوبی است. همچنین تعداد طبقات، مصرف انرژی ساختمان‌ها را بشدت تغییر می‌دهد. تعداد طبقات بهینه برای داشتن کمترین میزان انرژی کل و انرژی اولیه، دو طبقه می‌باشد بر اساس نتایج مربوط به سطح بهینه پنجره‌ها، جهت و سطح پنجره‌ها می‌تواند به میزان قابل توجهی بر نیاز انرژی ساختمانها اثر بگذارد. برای ساختمانهای با نسبت مساوی پنجره به سطح دیوار در همه جبهه‌ها، نسبت بهینه سطح پنجره به سطح دیوار برای ساختمانهای بدون سایبان و با سایبان خارجی به ترتیب ۵۰٪ و ۶۰٪/میباشد. افزایش دمای داخلی ساختمان‌ها در دوره گرمایش، منجر به افزایش عمده مصرف انرژی گرمایشی می‌گردد. همچنین کاهش دمای داخلی ساختمان‌ها در دوره سرمایش، مصرف انرژی سرمایشی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. با افزایش یک درجه دما در دوره گرمایش و کاهش یک درجه دما در دوره سرمایش، مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان به ترتیب ۱۶/۵ و ۹/۰ درصد افزایش می‌یابد. افزایش تعویض ناخواسته هوای ساختمان نیز مصرف انرژی گرمایشی، انرژی کل و انرژی اولیه ساختمان را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد؛ درحالیکه این تعویض تا میزان ۱/۶ بار در ساعت، منجر به کاهش و پس از آن منجر به افزایش مصرف انرژی سرمایشی می‌گردد. بر این اساس، ساختمان‌ها برای داشتن کمترین میزان مصرف انرژی کل و انرژی اولیه می‌بایستی کمترین میزان ممکن نرخ تعویض هوا را داشته باشند. (نصراللهی، ۱۳۹۳)

مزایای مقررات معماری و شهرسازی انرژی کارا

۱. تأثیر زیادی در بهینه‌سازی مصرف انرژی دارد
۲. بهره‌گیری از این مقررات بدون صرف هزینه اضافی
۳. اجرای این مقررات بسیار ساده و کم هزینه است

بهره‌وری انرژی

در ایران اکثر ساختمان‌ها با اسکلت بتنی و فولادی، گچ بری و دیوارهای با مصالح بنایی و آندود گچی سنگ تراشی و پنجره‌های فولادی ساخته می‌شوند. پرداخت کف با موزاییک سیمانی مرمر نما و یا کاشی و سرامیک انجام می‌شود و لوله کشی و سیم کشی برق در دیوار مصالح بنایی تعبیه می‌شود. ساختمان‌های ساخته شده با این مصالح به سادگی قابل تخریب نیستند. در حالی که نوع و مقدار اجزای بازیافتی ساختمان محدود است. ملاتی که در اتصالات استفاده می‌شود. یکی از دلایل اصلی عدم موفقیت در تخریب مناسب و نیز افت شدید کیفیت مواد بازیافتی است. استفاده از ملات سیمان در بسیاری از اجزای ساختمان دلیلی برای عدم امکان بازیافت مواد سنگ، کاشی، آجر و غیره است. بنابراین لازم است تجدید نظری در روش‌های ساخت و ساز امروزی در ایران انجام گیرد تا این مشکل از طریق روش‌های ساده‌تر با توجه به قابلیت‌های ملی برطرف گردد. (ضرغامی، ۱۳۹۶).

بنا بر شرایط اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی در کشور ما، روش‌های ارزان صرفه جویی در مصرف انرژی بسیار اهمیت دارد. یکی از این روش‌ها، معماری و شهرسازی است. این روش یکی از روش‌های پایدار است و از لحاظ اقتصادی و محیط زیستی بسیار مناسب است. دستیابی به صرفه جویی در مصرف انرژی با معماری انرژی کارا امکان پذیر است. با قانون مند کردن شهرسازی و معماری می‌توان به کاهش مصرف انرژی در ساختمان دست یافت.

انرژی و ساختمان

استفاده بی‌رویه از منابع انرژی تجدیدناپذیر در چند دهه اخیر زندگی همه موجودات زنده را تحت تأثیر قرار داده است و باعث بحران‌های زیست محیطی شده است. اصلی‌ترین عامل بحران زیست محیطی استفاده بی‌وقفه از سوخت‌های فسیلی و انرژی هاست. این بحران به معضل جهانی تبدیل شده است زیرا استفاده از

این انرژی ها هم گازه‌های گلخانه ای زیادی را منتشر میکنند و هم زندگی نسل های آینده را نیز تهدید میکنند. (نشریه نظام مهندسی استان اصفهان، ۱۳۹۳) میدانیم که حدود ۳۰ درصد انرژی ها در صنعت ساختمان مصرف می شود و این معضلات زیست محیطی جهان را به پیدا کردن راهکارهایی برای بهینه سازی مصرف این انرژی ها در صنعت ساختمان واداشته است. امروزه بدلیل افزایش گازهای گلخانه ای، استفاده از سوخت های فسیلی زمینه استفاده از انرژی های قابل تجدید را فراهم کرده است. (فاطمی، تاکی، ۱۳۹۴) با گسترش جمعیت و افزایش تعداد ساختمان ها بخش گسترده ای از این آلودگی های زیست محیطی شامل این بخش است. به همین منظور در سال های اخیر احداث ساختمان های سبز و یا پایدار در دستور کار معماران جهان قرار گرفت. ساختمان هایی که بیشترین هماهنگی را با محیط پیرامون خود دارند. (نشریه نظام مهندسی استان اصفهان، ۱۳۹۳) با شکل گیری این بحران ها معماران دریافتند که باید علاوه بر اینکه ساختمان های زیبایی میسازند، جنبه های دیگر مانند تعامل با محیط زیست را نیز در نظر بگیرند. این ساختمان ها باید به صورت تطبیق پذیر و انعطاف پذیر ساخته شوند تا هم آسایش کاربران را فراهم آورند و هم مشکلات زیست محیطی را به حداقل برسانند. (فاطمی، تاکی، ۱۳۹۴)

ساختمان های صفر انرژی

مصرف انرژی خالص و تولید دی اکسید کربن در این ساختمان ها صفر میباشند. این ساختمان ها ذخیره سازی انرژی، فناوری انرژی هایی که قابلیت تجدید دارند بدون تولید گاز گلخانه ای را به کار میگیرند. در ساختمان های صفر انرژی، انرژی با استفاده از انرژی های نو مثل انرژی باد و خورشید و ... تامین میشود و با بکارگیری تکنولوژی های ویژه برای سیستم های سرمایش و گرمایش به کاهش مصرف انرژی کمک میکنند. بنابراین، این ساختمان ها به بهینه سازی مصرف انرژی میپردازند و میان مصرف انرژی و تولید آن با بهره مندی از تکنولوژی، تعادل برقرار میکنند. (افتخاری و همکاران، ۱۳۹۴) تعریف DOE دپارتمان انرژی ایالات متحده از ساختمان انرژی صفر: ساختمان هایی که با استفاده از تکنولوژی میان تولید و مصرف انرژی تعادل ایجاد میکنند.

ساختمان صفر انرژی به ساختمانی گفته میشود که انرژی مورد نیاز را خود تولید میکند و در طی سال به همان اندازه که مصرف میکند، انرژی تولید میکند. (دلشاد کلور، ۱۳۹۳)

مشخصات ساختمانهای صفر انرژی

ساختمان های صفر انرژی دارای ویژگی های مشخص نیستند اما از نظر ویژگی کالبدی و غیر کالبدی میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- استفاده از دیوار و سقف عایق بندی شده به طور کامل
- استفاده از سایه بان و رآمدگی برای استفاده از گرما در زمستان و سایه در تابستان
- بهره گیری از کف بتنی به عنوان عایق
- استفاده از لامپ ها و لوازم کم مصرف
- جمع آوری و استفاده از آب باران در بخش های داخلی خانه
- قابلیت تطبیق پذیری و انعطاف پذیری بنا
- استفاده از آبگرم کن های خورشیدی
- تعامل با محیط پیرامون
- بهره گیری از منابع تجدید پذیر
- بهره گیری از تهویه طبیعی
- استفاده از مصالح قابل بازیافت (هادی و همکاران، ۱۳۹۴)

انواع سیستم های صرفه جویی در انرژی

سیستم های صرفه جویی در مصرف انرژی به ۲ بخش ۱. فعال ۲. غیر فعال تقسیم میشوند:

فعال: سیستم هایی هستند که برای ذخیره و توزیع انرژی های جذب شده در ساختمان استفاده می شوند.

غیر فعال: سیستم هایی هستند که برای ذخیره و توزیع انرژی نیازی به دستگاه های مکانیکی ندارند.

استانداردها و کدها برای بهره وری انرژی

زیر مجموعه ای از کدهای ساختمان، کد انرژی ساختمان است که باعث ایجاد حداقل الزامات مورد نیاز برای بهره وری انرژی در ساختمان می شود. این مقررات نشان می دهد که برای رسیدن به سطوح مناسب عملکرد، ساختمان چگونه باید طراحی و ساخته شود. جدول زیر استاندارد های لازم برای رسیدن به حداکثر بهره وری را نشان می دهد.

از جمله این تمهیدات در فصل زمستان می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاشت گیاهان در پشت بام با لایه ضخیم چمن (۲۰ - ۴۰ سانتی متر) که دارای ضریب مقاومت گرمایی معادل ۲۰۶ است.
- کاشت ردیفی از گیاهان برای ایجاد مانع وزش باد در زمستان به طول ۱۲ برابر ارتفاع ردیف گیاهان. بیشترین انسداد باد در فاصله ۵،۳ برابر ارتفاع ردیف گیاهان رخ خواهد داد.
- جلوگیری از بادهای سرد زمستانی در نزدیکی ورودی های ساختمان با درختانی سوزنی برگ
- استفاده از حفاظ، درختچه ها و گیاهان برای کاهش تجمع برف در نزدیکی پیاده رو ها

جدول شماره ۱: استاندارد ها و برنامه های مهم برای رسیدن به ساختمان سبز با حداکثر بهره وری (ضرغامی و همکاران، ۱۳۹۶)

اهداف	حوزه	استانداردهای بین المللی
بهره وری انرژی و آب، سایت های پایدار، کیفیت محیط داخلی، مواد و منابع، تاثیر ساختمان بر جو، دارای کدهای مناسب برای طراحی و توسعه	مسکونی/تجاری/بلندمرتبه	آشراپی (ASHRAE)

خانه و زمین (Earthcraft house)	مسکونی/تجاری	براساس استاندارد حفاظت از انرژی (IECC) ۲۰۰۶ و انرژی استار
انرژی استار (Energy star)	مسکونی	۱۵ درصد بهره وری انرژی بیشتر در نیویورک، حوزه های محلی ممکن است به عنوان حداقل کد برای بهره وری انرژی اتخاذ کنند
راهنمای سبز (Green guidelines)	مسکونی	۱۵-۴۰ درصد بهره وری بیش تر انرژی نسبت به استاندارد حفاظت از انرژی سال ۲۰۰۳ (IECC) یا کد های محلی
سیستم امتیاز دهی سبز	مسکونی (کالیفرنیا)	دارای ۱۵ درصد بهره وری انرژی بیش تر نسبت به کد انرژی کالیفرنیا (۲۰۰۵). در برخی شهرها رعایت این استاندارد ازامی است.
استاندارد ملی ساختمان	مسکونی	۱۵ درصد بهره وری انرژی بیشتر نسبت به استاندارد حفاظت از انرژی (IECC) ۲۰۰۶
کد بین المللی ساخت و ساز سبز	مسکونی/تجاری/بلندمرتبه	۳۰ درصد بهره وری حداقل انرژی نسبت به استاندارد حفاظت از انرژی سال ۲۰۰۶. طراحان می توانند هر یک از اقدامات زیر را انجام دهند: اقدامات مورد نیاز برای کیفیت هوا، انرژی، مصالح، ساخت و ساز و آب، ASHRAE 189.1 یک مسیر انطباق جایگزین می باشد.
ساختمان زنده	مسکونی/تجاری	ایجاد انرژی های تجدید پذیر در محل (۱۰۰ درصد)، خالص صفر انرژی بطور سالانه، ۱۰۰ درصد خالص صفر آب باران و مدیریت تخلیه آب ساختمان در سایت، مصالح، کیفیت محیط داخلی، ساخت و ساز، الزامات مربوط به زیبایی
سیستم لید	مسکونی/تجاری	برآورد خواسته ها ۱۰ درصد بیش تر از ASHRAE 90.1-2007 بسیاری از مناطق محلی به عنوان استاندارد اجباری از آن استفاده می کنند.
استاندارد ساختمان غیر فعال	مسکونی/تجاری	افزایش کیفیت داخلی هوا (IAQ) و دوام ساختمان. کاهش ۷۵٪ فضای لازم برای گرمایش و سرمایش نسبت به اساس استاندارد حفاظت از انرژی (IECC)

عوامل عمده معماری اثرگذار بر مصرف انرژی ساختمان

۱. پوسته حرارتی ساختمان
۲. سیستم حرارتی، برودتی و تهویه ساختمان
۳. معماری و فرم ساختمان

یافته های تحقیق

راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان

۱. کم کردن سطح خارجی بنا

هر چه فرم بنا فشرده تر باشد میزان اتلاف انرژی حرارتی کمتر خواهد بود و همچنین هرچه نسبت سطح به کف کمتر باشد عملکرد خانه بهتر خواهد بود این امر باعث کاهش جریان هدایتی حرارت و کاهش نفوذ هوای خارجی به داخل ساختمان می شود. سطح زیاد ساختمان باعث تبادل بیشتر حرارت و برودت با خارج ساختمان شده و انرژی بیشتری را مصرف میکند.

۲. بهره گیری از پوشش گیاهی در پیرامون ساختمان

۱. کاهش گرما در محوطه
۲. افزایش میزان رطوبت
۳. ایجاد تغییر فشار و تولید جریان هوا

۳. عایق کاری بهینه

استفاده از سیستمهای عایق حرارتی در دیوارهای خارجی و بام یکی از ارزانهترین شیوه های صرفه جویی در ساختمان است.

۴. قرار گیری صحیح ساختمان در سایت

اصلی ترین عواملی که بر جهت گیری ساختمان تاثیر میگذارد به شرح زیر است:

۱. زاویه تابش آفتاب
۲. سرعت و جهت مطلوب و نامطلوب باد
۳. اندازه، تعداد، بازوها
۴. ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح

از بین موارد بالا باد و تابش آفتاب بدلیل اینکه نمی توانیم آن را کنترل کنیم و کیفیت آن را نمی توان تغییر داد، از بقیه موارد مهم تر است و از بین باد و تابش آفتاب بدلیل توانایی به کارگیری بادگیر، باخور و ... آسان تر می توان باد را کنترل کرد به همین علت خورشید و تابش آن مهم ترین عامل در جهت گیری ساختمان است. (نوری، ۱۳۸۹)

در مجموع جهت گیری ساختمان به عواملی مانند مقوله نیاز به فضای خصوصی و کاهش آلودگی صوتی، وضع زمین، باد، تابش خورشید و ... بستگی دارد و طراح باید بتواند با در نظر گرفتن تمامی این عوامل بهترین و مناسب ترین جهت را برای ساختمان بیابد:

در مقاله ای نوشته ماربوتین با بررسی تابش آفتاب در فصول مختلف و زوایای مختلف به نتایج زیر دست یافت:

۱. برای اینکه به آسایش محیطی در محیط داخلی ساختمان دست یابیم نمای اصلی بنا باید در جبهه جنوبی قرار گیرد.

۲. نماهای سمت جنوب غرب و جنوب شرق تابش آفتاب را به طور یکنواخت دریافت میکنند ولی به طور کل در فصل زمستان سرد تر و در فصل تابستان گرم تر از جبهه جنوبی هستند

۳. دیوارهای جبهه غرب و شرق در تابستان بسیار سرد از دیوار های جبهه جنوب، جنوب غرب و جنوب شرق هستند.

در تمامی پژوهش ها و بررسی هایی که در این زمینه شکل گرفته اند، جبهه جنوبی بهترین جبهه از نظر جذب تابش آفتاب بیان شده است. (کسمائی، ۱۳۸۲)

۵. بکار بردن سیستم های مناسب جذب و ذخیره انرژی تجدید پذیر

۱. سیستم های تاسیساتی با راندمان بالا

۲. استفاده از ترموستات های هوشمند

۳. سیستم های چند ناحیه ای

۴. سیستم های تاسیساتی که دارای سیستم های بازیافت انرژی هستند

۵. ایجاد کانال های هوا بدون درز و نشت

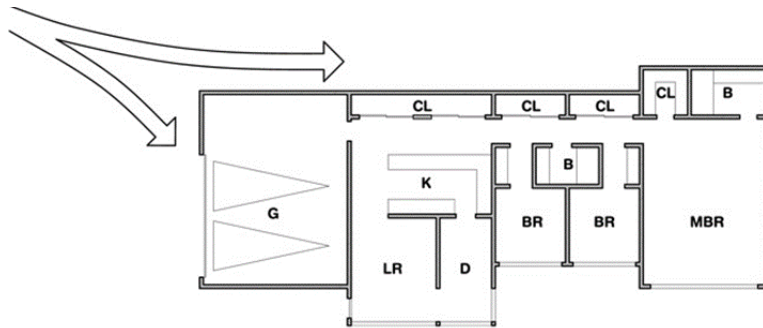
۶. ابگرمکن هایی که فقط در زمان مصرف اب را گرم میکنند.

۷. سیستم فتوولتائیک

۶. استفاده از مصالح بازیافتی مستقیم و غیر مستقیم

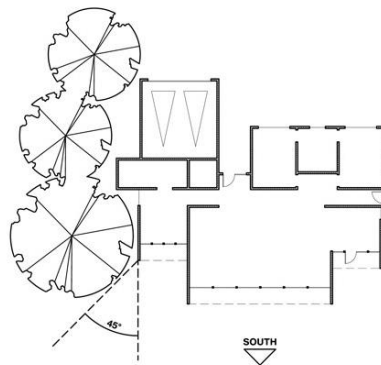
۷. بازیافت اب باران برای مصارف ایباری محوطه و داخلی ساختمان

۸. جانمایی فضای انباری در جهت بادهای سرد برای کمک به عایق کاری بنا



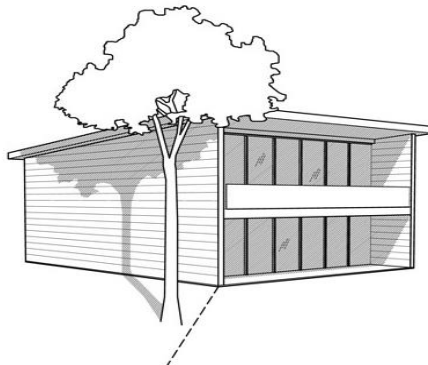
تصویر شماره ۱: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

۹. استفاده از پوشش گیاهی (درختان، بوته ها) در جبهه غربی برای به حداقل رساندن جذب حرارت



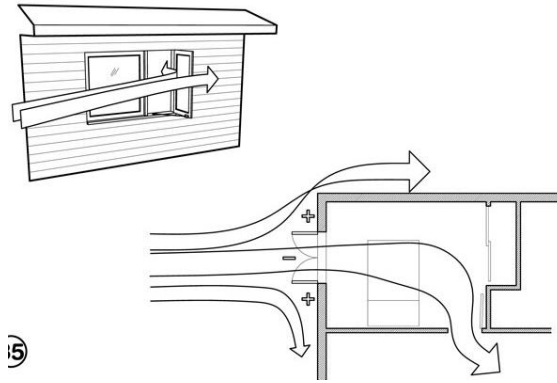
تصویر شماره ۲: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

۱۰. کاهش استفاده از پنجره های جبهه غربی



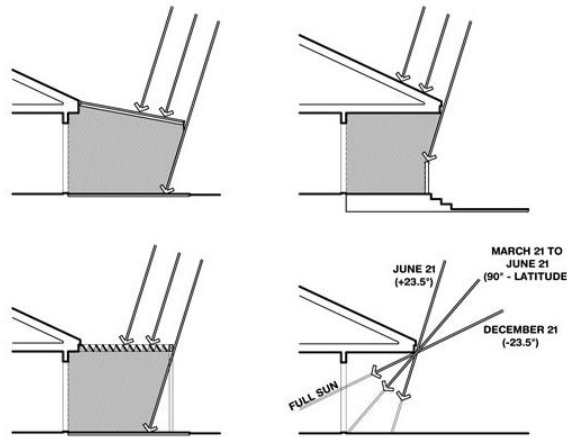
تصویر شماره ۳: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

۱۱. به کارگیری بازشوها در جهت بادهای مطلوب و نصب سایه بان های مناسب

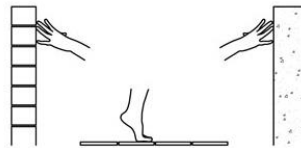
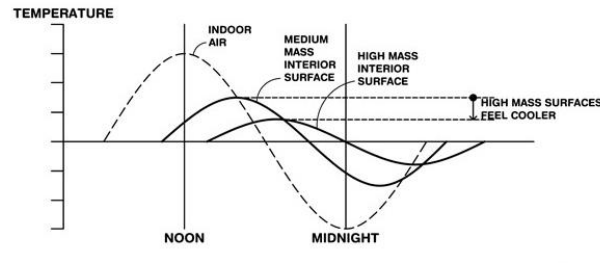


تصویر شماره ۴: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

۱۲. به کارگیری سایه بان های مناسب که مانع از ورود مستقیم نور در فصل تابستان می شوند.



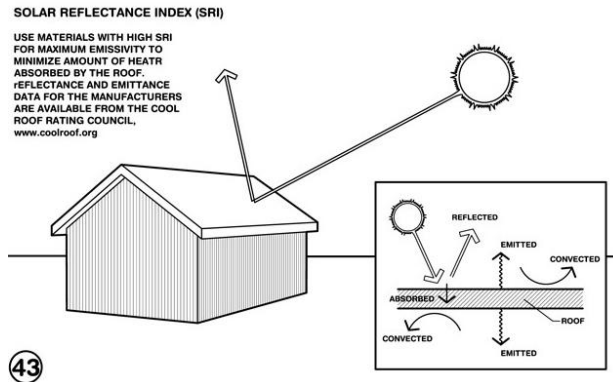
تصویر شماره ۵: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant



تصویر شماره ۶: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

۱۳. مصالح سطوح داخلی با جرم بالا (کاشی، تخته سنگ، سنگ، آجر) به طور معمول در روزهای گرم، خنک می مانند و میتوانند نوسانات دما را کاهش دهند

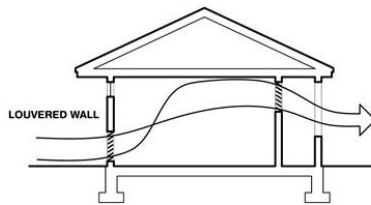
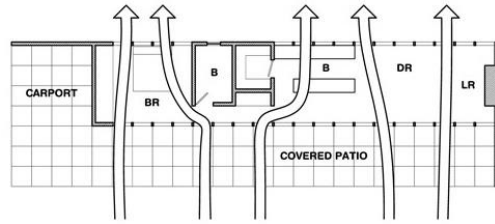
۱۴. بهره گیری از رنگ های روشن در سقف و نما بنا برای کاهش جذب تابش نور



43

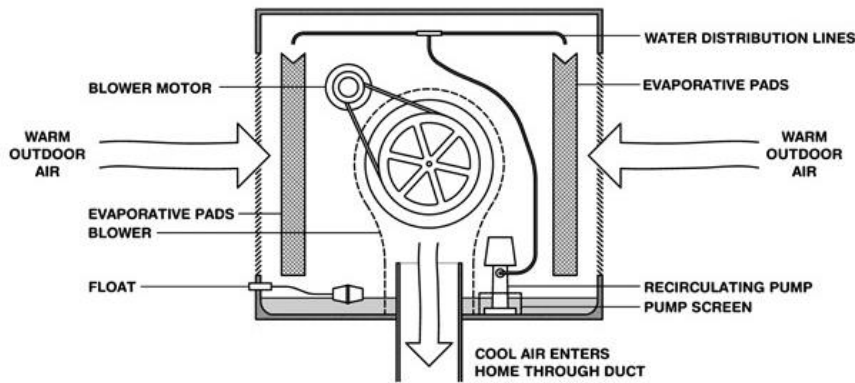
تصویر شماره ۷: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

۱۵. طراحی پلان باز برای عبور جریان هوا و یا ایجاد حفره هایی برای عبور جریان هوا



تصویر شماره ۸: راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

۱۶. بهره گیری از خنک کننده های تبخیری برای سرمایش محیط داخلی



تصویر شماره ۹ : راهکارهای کلی کاهش مصرف انرژی ساختمان، خروجی نرم افزار climate consultant

نتیجه گیری

همانطور که گفته شد، امروزه افزایش روز افزون جمعیت باعث افزایش درخواست برای ساخت مسکن شده است و به تبع افزایش تعداد ساختمان ها باعث مصرف هرچه بیشتر انرژی های تجدید ناپذیر شده است. با در نظر گرفتن این موضوع ساخت و طراحی ساختمان هایی که انرژی کمتری مصرف می کنند بسیار اهمیت یافته است. یکی از مشکلات قرن حاضر در جوامع بشری مصرف بالای انرژی می باشد که در این بین بیشترین مصرف متعلق به انرژی های فسیلی می باشد، که این مسئله مشکلات عدیده ای را به دنبال داشته است. در حال حاضر بسیاری از کشورها از راهکارهای موجود در معماری انرژی کارا به جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها بهره می بردند. برخی از راهکارهای موثر در زمینه کاهش مصرف انرژی ساختمان های مسکونی با توجه به اقلیم منطقه به شرح زیر است:

۱. کم کردن سطح خارجی بنا
۲. بهره گیری از پوشش گیاهی در پیرامون ساختمان
۳. عایق کاری بهینه
۴. قرار گیری صحیح ساختمان در سایت

۵. بکار بردن سیستم های مناسب جذب و ذخیره انرژی تجدید پذیر
 ۶. استفاده از مصالح بازیافتی مستقیم و غیر مستقیم
 ۷. بازیافت اب باران برای مصارف آبیاری محوطه و داخلی ساختمان
 ۸. جانمایی فضای انباری در جهت بادهای سرد برای کمک به عایق کاری بنا
 ۹. استفاده از پوشش گیاهی (درختان، بوته ها) در جبهه غربی برای به حداقل رساندن جذب حرارت
 ۱۰. کاهش استفاده از پنجره های جبهه غربی
 ۱۱. به کارگیری بازشوها در جهت بادهای مطلوب و نصب سایه بان های مناسب
 ۱۲. به کار گیری سایه بان های مناسب که مانع از ورود مستقیم نور در فصل تابستان می شوند.
 ۱۳. مصالح سطوح داخلی با جرم بالا (کاشی، تخته سنگ، سنگ، آجر) به طور معمول در روزهای گرم، خنک می مانند و میتوانند نوسانات دما را کاهش دهند
 ۱۴. بهره گیری از رنگ های روشن در سقف و نما بنا برای کاهش جذب تابش نور
 ۱۵. طراحی پلان باز برای عبور جریان هوا و یا ایجاد حفره هایی برای عبور جریان هوا
 ۱۶. بهره گیری از خنک کننده های تبخیری برای سرمایش محیط داخلی
- با توجه به راهکارهای ارائه شده میتوان مصرف انرژی را در بخش مسکن کاهش دهیم.

مراجع

۱. اخلاقی، محمد مهدی، کامران کسمائی، حدیثه (۱۳۹۹)، بررسی روش های صرفه جویی انرژی در ساختمان های مسکونی سبز، نشریه تخصصی معماری و شهرسازی ایران معماری شناسی، سال سوم، شماره ۱۷
۲. افتخاری، معافی، شعبانیان، م. (۱۳۹۴)، بهینه سازی سیستم فتوولتائیکی با پانل های خورشیدی گالیوم-آرسناید برای استفاده در ساختمان های کم انرژی و انرژی صفر"، سومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار)
۳. دلشاد، رشید کلویز، س. (۱۳۹۳)، طراحی ساختمان مسکونی با تئوری صفر انرژی (zero energy) نمونه موردی اردبیل، اولین همایش معماری، عمران و محیط زیست شهری
۴. ضرغامی، اسماعیل (۱۳۹۶)، اصول طراحی عام و فراگیر مجتمع های مسکونی با رویکرد معماری سبز، انتشارات، تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی
۵. فاطمی، تاکی، ش. (۱۳۹۴)، نقش معماری در بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان، همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار)
۶. فرجی اصل، مسعود. (۱۳۹۴)، طراحی مجتمع مسکونی با رویکرد معماری سبز در شهر تبریز (کارشناسی ارشد، معماری) دانشگاه آزاد واحد هریس
۷. کسمائی، مرتضی (۱۳۸۲)، اقلیم و معماری، انتشارات اصفهان: انتشارات خاک
۸. مرتهب، رامتین، حیدری، شاهین، (۱۳۹۴)، ارائه الگوی صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از معادله آسایش حرارتی در مجموعه های مسکونی اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، پردیس بین المللی کیش
۹. میرزا محمدی، احمد (۱۳۹۶)، طراحی مجتمع های مسکونی با حفاظت از انرژی با رعایت اصول معماری سبز، ماهنامه علمی تخصصی شباک، سال سوم، شماره ۹، ص ۲۵-۳۹
۱۰. نصراللهی، فرشاد. ساختمان های انرژی کارا، مجموعه مقالات تحقیقاتی پروژه شهرهای جوان، جلد یازدهم. ۱۳۹۳
۱۱. نوری، مهدی و نوری، هادی و فتاحی، شمس اله. (۱۳۹۷)، بررسی نقش معماری طبیعت گرا در آثار معماری معاصر، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران، تهران
12. Jian Yao, (2012), Energy optimization of building design for different housing units in apartment buildings, Journal: Applied Energy, Volume 94, Pages 330-337
13. Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., & Crawley, D. (2006). Zero energy buildings: a critical look at the definition (No. NREL/CP 550-39833). National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).
14. Shakila Pathirana · Asanka Rodrigo. Rangika Halwatura. (2018). Effect of building shape, orientation, window to wall ratios and zones on energy efficiency and thermal comfort of naturally ventilated houses in tropical climate . International Journal of Energy and Environmental Engineering.