





موسسه آموزش عالی غیردولتی – غیرانتفاعی انرژی ساوه

پروژه پایانی کارشناسی ارشد رشته مهندسی معماری گرایش انرژی

عنوان:

## تعیین بهینه ترکیب سیستم های خورشیدی غیرفعال برای مجتمع اداری

پژوهشگر:

علی غلامرضایی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر مجتبی میرزایی

بهمن ماه ۱۳۹۸



## اظهارنامه دانشجو

موضوع پایان نامه: تعیین بهینه ترکیب سیستم های خورشیدی غیرفعال برای مجتمع اداری

استاد راهنما: جناب آقای دکتر مجتبی میرزایی

اینجانب علی غلامر ضایی دانشجوی دوره کارشناسی رشته معماری گرایش انرژی موسسه آموزش عالی غیردولتی - غیرانتفاعی انرژی ساوه به شماره دانشجویی ۳۱۲۸ گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان نامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می‌باشد و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. به علاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب مصوب موسسه آموزش عالی غیردولتی - غیرانتفاعی انرژی ساوه را به طور کامل رعایت کرده ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان نامه کارشناسی، برای موسسه آموزش عالی غیردولتی – غیرانتفاعی انرژی ساوه محفوظ است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.



موسسه آموزش عالی غیردولتی - غیرانتفاعی انرژی ساوه

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته معماری و انرژی

با عنوان:

تعیین بهینه ترکیب سیستم های خورشیدی غیرفعال برای مجتمع اداری

ارائه شده به گروه مهندسی معماری انرژی موسسه آموزش عالی غیردولتی - غیرانتفاعی انرژی ساوه

به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه ی کارشناسی ارشد که در تاریخ...../.../۹۸

توسط هیات داوران زیر بررسی و با نمره.....درجه ..... به تصویب نهایی رسید

امضا

۱- استاد راهنما جناب آقای دکتر مجتبی میرزایی

۲- استاد داور آقا/ خانم

امضا مهر و امضای مدیر گروه

## تشکر و قدردانی:

---

تشکر و سپاس بی پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفریده و به او قدرت اندیشیدن داده و توانایی های بالقوه را در وجود انسان قرار داده و او را امر به تلاش و کوشش نموده و راهنمایی را برای هدایت بشر فرستاده است.

پس از ارادت خاضعانه به درگاه خداوند بی همتا لازم است از استاد ارجمند **جناب آقای دکتر مجتبی میرزایی** به خاطر سعه صدر و رهنمود های دلسوزانه که در تهیه ی این پایان نامه مرا مورد لطف خود قرار داده و راهنمایی های لازم را نمودند، تشکر و قدردانی نموده و موفقیت همگان را از درگاه احدیت خواهانم.

## چکیده:

امروزه نیاز به حفاظت از انرژی در ساختمان‌ها و بهینه‌سازی در روند طراحی به یکی از دغدغه‌های طراحان تبدیل شده است. فعالیت‌های مختلف اقتصادی و تولیدی در کشور ما یکی از مصادیق اسراف در مصرف انرژی در جهان به شمار می‌رود. ابتدایی‌ترین تمهیدات در جهت صرفه‌جویی در این زمینه جهشی عظیم در اقتصاد کشور را می‌تواند موجب گردد. یکی از بخش‌های مهم در این زمینه طراحی و ساختمان‌سازی است که با بکارگیری فنون طراحی و ساخت می‌توان صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف انرژی داشته و در نتیجه آلودگی ناشی از آن را نیز به میزان زیادی کاهش داد. امروزه دستیابی به توسعه پایدار هدف بسیاری از کشور های جهان است، چرا که منابع انرژی در جهان محدود است.

ساختمان‌های اداری در مقایسه با انواع دیگر کاربری‌ها بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی در بخش ساختمان‌اند؛ از این رو با ارائه راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی، ارتقای کارایی و اصلاح الگوی بهره‌برداری می‌توان با کاهش میزان انرژی مصرفی، آسایش مورد نظر را فراهم کرد. در این پژوهش با کمک نرم‌افزارهای شبیه‌سازی اطلاعات Designbuilder، پارامترهای کیفیت محیط داخل (دما، رطوبت و فشار هوا) و میزان انرژی مورد نیاز در یک ساختمان هوشمند محاسبه و بررسی شد. هدف اولیه مطالعه ارائه راهکارهای ساده و عملی، کاهش مصرف انرژی و ایجاد شرایط آسایش کارکنان در یک ساختمان اداری بلندمرتبه شش طبقه در شهر تهران است. مطالعه، سپس راه‌های عملی و ساده کاهش مصرف انرژی را در چنین ساختمانی بررسی می‌کند.

یافته‌های شبیه سازی نشان داد که با انجام برنامه ریزی مناسب در زمینه مصرف و مدیریت انرژی در ساختمان‌های اداری هو شمند، امکان کاهش بیش از ۳۵ تا ۴۰ درصد مصرف انرژی سالانه وجود داشته و بیشترین میزان صرفه جویی در بخش‌های سرمایش و روشنایی است.

**واژه های کلیدی:** بهینه سازی مصرف انرژی، ساختمان‌های اداری، ممیزی انرژی، شبیه سازی انرژی،

Designbuilder

## فهرست:

چکیده: ..... ۴

فهرست شکل ها ..... ۱

فهرست جدول ها: ..... ۱

فصل اول: کلیات تحقیق ..... ۱

۱-۱- مقدمه ..... ۲

۱-۲- موضوع پژوهش ..... ۴

۱-۳- اهداف پژوهش ..... ۶

۱-۴- پیشینه ی پژوهش ..... ۷

۱-۵- روش تحقیق ..... ۹

۱-۶- ابزار های گردآوری داده ها ..... ۱۰

فصل دوم: ادبیات موضوع ..... ۱۲

۱-۲- مقدمه ..... ۱۳

۲-۲- بهینه سازی مصرف انرژی ..... ۱۴

۲-۲-۱- ضرورت بهینه سازی انرژی ..... ۱۶

- ۲-۲-۲- چرا بهره وری انرژی..... ۱۸
- ۲-۲-۳- اثرات رویکرد بر روی فرایند طراحی ..... ۱۹
- ۲-۳- استراتژی بهینه‌سازی مصرف انرژی و روانشناسی مصرف ..... ۲۱
- ۲-۴- طراحی سامانه غیرفعال خورشیدی ..... ۲۳
- ۲-۴-۱- محاسن و معایب سامانه های غیرفعال خورشیدی ..... ۲۶
- ۲-۵- مدیریت بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان ..... ۲۷
- ۲-۶- انرژی خورشیدی و ساختمان سازی ..... ۲۹
- ۲-۷- بهره‌گیری از سامانه‌های خورشیدی در سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها ..... ۳۷
- ۲-۷-۱- سامانه های فعال ..... ۳۹
- ۲-۷-۲- سامانه های غیرفعال ..... ۴۰
- ۲-۸- کاربرد انرژی حرارتی خورشیدی در ساختمان ..... ۴۲
- ۲-۸-۱- اجزای سیستم ترکیبی خورشیدی ..... ۴۶
- ۲-۹- معرفی سیستم های مدیریت انرژی در ساختمان ..... ۴۷
- ۲-۹-۱- فراسامانه هوشمند اندازه گیری و مدیریت انرژی ..... ۴۷
- ۲-۹-۲- سیستم مدیریت ساختمان BMS (BMIS) ..... ۴۹

- ۲-۹-۳- سیستم مدیریت انرژی ساختمان (BEMIS) ..... ۵۰
- ۲-۹-۴- سیستم مدیریت روشنایی با LMIS ..... ۵۱
- ۲-۱۰-۱۰- موارد بهینه‌سازی در ساختمان‌ها ..... ۵۱
- ۲-۱۰-۱- عایقکاری حرارتی پوسته خارجی ..... ۵۱
- ۲-۱۰-۲- مواد و مصالح مورد استفاده ..... ۵۲
- ۲-۱۰-۳- پنجره ها ..... ۵۲
- ۲-۱۰-۴- درزگیری ..... ۵۳
- ۲-۱۰-۵- عایقکاری حرارتی پوسته ساختمان ..... ۵۳
- ۲-۱۰-۶- جزئیات اجرایی ..... ۵۴
- ۲-۲-۷- اقدامات بهینه‌سازی در طراحی تاسیسات ساختمان‌ها ..... ۵۴
- ۲-۱۰-۸- مقایسه هزینه های اقدامات بهینه‌سازی و سایر هزینه های موجود در ساختمان‌ها ..... ۵۵
- ۲-۱۱-۱۱- ممیزی ..... ۵۶
- ۲-۱۱-۱- تاریخچه ی ممیزی انرژی در دنیا ..... ۵۶
- ۲-۱۱-۲- اهداف ممیزی انرژی ..... ۵۷
- ۲-۱۱-۲- سطوح ممیزی انرژی ..... ۵۷

فصل سوم: موقعیت مصرف انرژی ..... ۶۰

۳-۱- مقدمه ..... ۶۱

۳-۲- مقدمه ای بر انرژی ..... ۶۲

۳-۳- انواع سامانه های غیرفعال خورشیدی ..... ۶۳

۳-۳-۱- سیستم دریافت مستقیم ..... ۶۳

۳-۳-۲- دیوار ترومب ..... ۶۴

۳-۳-۳- آتریوم ..... ۶۴

۳-۳-۴- پدیده ترموسیفون ..... ۶۵

۳-۴- فایده سامانه غیرفعال ..... ۶۶

۳-۵- مطالعات داخلی پیرامون بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان ..... ۶۶

۳-۶- مصرف انرژی در جهان ..... ۶۹

۳-۶-۱- اهمیت انرژی در معادلات جدید بین الملل ..... ۷۰

۳-۶-۲- انرژی به عنوان متغیر اساسی در رشد کشورهای آسیایی ..... ۷۰

۳-۶-۳- بررسی پیشنهادی عرضه و تقاضای انرژی در جهان ..... ۷۱

۳-۶-۴- بازار جهانی انرژی ..... ۷۱

- ۷۳ ..... ۳-۶-۵- عرضه و تقاضای انرژی در آسیا
- ۷۵ ..... ۳-۷- طراحی ساختمان اداری
- ۷۵ ..... ۳-۷-۱- ادارات جدید
- ۷۶ ..... ۳-۷-۲- هماهنگی عرضه با تقاضا
- ۷۶ ..... ۳-۷-۳- ارتقای رضایت، کیفیت زندگی و آسایش
- ۷۷ ..... ۳-۷-۵- هوا
- ۷۸ ..... ۳-۸- مصرف انرژی در ایران
- ۷۹ ..... ۳-۸-۱- آینده ی مصرف انرژی در ایران
- ۸۱ ..... ۳-۸-۲- جایگاه ایران در تأمین انرژی
- ۸۱ ..... ۳-۸-۳- روند مصرف انرژی در ایران
- ۸۲ ..... ۳-۹- پروژه ساختمان انرژی صفرايران
- ۸۳ ..... ۳-۹-۱- کشیدگی
- ۸۴ ..... ۳-۹-۲- ساختمان اداری ونوس شیشه
- ۸۶ ..... ۳-۹-۳- دفاتر تتراپک
- ۸۷ ..... ۳-۹-۴- دفتر فناوری ریاست جمهوری

فصل چهارم: بررسی نمونه موردی و شبیه سازی انرژی ..... ۸۹

۴-۱- نمونه موردی ..... ۹۰

۴-۱-۱- معرفی ..... ۹۰

۴-۱-۲- اقلیم ..... ۹۲

۴-۱-۳- روند طراحی ..... ۹۲

۴-۲- شبیه سازی انرژی ..... ۹۴

۴-۲-۱- مراحل شبیه سازی انرژی ..... ۹۴

۴-۲-۱-۱- مدل پایه ..... ۹۵

۴-۲-۱-۲- سایه بان جنوبی پنجره ها ..... ۹۹

۴-۲-۱-۴- تعویض پنجره دو جداره با پنجره سه جداره ..... ۱۰۴

۴-۲-۱-۵- کنترل نفوذ هوا ..... ۱۰۶

۴-۲-۱-۶- کنترل هوشمند روشنایی ساختمان ..... ۱۰۸

۴-۲-۱-۷- زمهریر ..... ۱۱۰

فصل پنجم: جمع بندی ..... ۱۱۶

۵-۱- نتیجه گیری ..... ۱۱۷

۵-۲- پیشنهادها ..... ۱۱۹

۱-۲-۵- پیشنهادهای راهبردی ..... ۱۲۰

۲-۲-۵- پیشنهادی برای رفع موانع مربوط به بهینه‌سازی مصرف انرژی و بیشترین بهره‌وری از انرژی

خورشید در طراحی معماری ..... ۱۲۱

۳-۵- پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی ..... ۱۲۲

مراجع ..... ۱۲۳

## فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۲) فرایند طراحی ..... ۲۲
- شکل (۲-۲) سیستم مدیریت انرژی با استاندارد BS EN ۱۶۰۰۱ ..... ۳۰
- شکل (۳-۲) دیاگرام سیستم ترکیبی خورشیدی و اجزایی آن ..... ۴۷
- شکل (۱-۳) ساختمان اداری ونوس شیشه ..... ۸۵
- شکل (۲-۳) ساختمان اداری ونوس شیشه ..... ۸۵
- شکل (۳-۳) دفاتر تتراپیک ..... ۸۶
- شکل (۴-۳) دفتر ریاست جمهوری ..... ۸۸
- شکل (۱-۴) ساختمان اداری حکیم اعظم ..... ۹۱
- شکل (۲-۴) حجم سه بعدی مدل پایه در نرم افزار دیزاین بیلدر ..... ۹۶
- شکل (۳-۴) مدل سازی فضای درونی ساختمان حکیم اعظم در نرم افزار دیزاین بیلدر ..... ۹۷
- شکل (۴-۴) نتایج شبیه سازی ماهانه مدل پایه ..... ۹۸
- شکل (۵-۴) اضافه کردن سایه بان به ساختمان حکیم اعظم ..... ۹۹
- شکل (۶-۴) نتایج شبیه سازی ماهانه سایه بان ..... ۱۰۰

- شکل (۴-۷) لایه های تشکیل دهنده دیوار ..... ۱۰۲
- شکل (۴-۸) نتایج شبیه سازی ماهانه عایق کاری ساختمان ..... ۱۰۳
- شکل (۴-۹) نتایج شبیه سازی ماهانه پنجره سه جداره ..... ۱۰۵
- شکل (۴-۱۰) نتایج شبیه سازی ماهانه کنترل نفوذ هوا ..... ۱۰۷
- شکل (۴-۱۱) نتایج شبیه سازی ماهانه کنترل هوشمند روشنایی ..... ۱۰۹
- شکل (۴-۱۲) نتایج شبیه سازی ماهانه زمهریر ..... ۱۱۱
- شکل (۴-۱۳) مقایسه میزان گرمای مصرفی در مدل های ارتقا یافته با مدل پایه ..... ۱۱۳
- شکل (۴-۱۴) مقایسه میزان سرمای مصرفی در مدل های ارتقا یافته با مدل پایه ..... ۱۱۳
- شکل (۴-۱۵) مقایسه دمای هوا در مدل های ارتقا یافته با مدل پایه ..... ۱۱۴



## فهرست جدول‌ها:

- جدول (۴-۱) نتایج شبیه سازی مدل پایه ..... ۹۸
- جدول (۴-۲) نتایج شبیه‌سازی سالانه سایه‌بان ..... ۱۰۱
- جدول (۴-۳) نتایج شبیه سازی سالانه عایق کاری ساختمان ..... ۱۰۴
- جدول (۴-۴) نتایج شبیه سازی سالانه پنجره سه جداره ..... ۱۰۶
- جدول (۴-۵) نتایج شبیه سازی سالانه کنترل نفوذ هوا ..... ۱۰۸
- جدول (۴-۶) نتایج شبیه سازی سالانه کنترل هوشمند روشنایی ..... ۱۱۰
- جدول (۴-۷) نتایج شبیه سازی سالانه زمهریر ..... ۱۱۲

## فصل اول: کلیات تحقیق

## ۱-۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که در چند دهه اخیر مورد توجه اکثر کشورهای صنعتی پی گرفته شده است، بحث جلوگیری از اتلاف انرژی می‌باشد. اهمیت این بحث در سال‌های نخست دهه ۱۹۶۰ زمانی که تقاضا برای عرضه ذخایر نفتی و انرژی ناشی از آن افزایش چشمگیری یافت، روشن شد توجه به این موضوع که منابع سوخت فسیلی محدود و روبه کاهش هستند، مسئولین را به فکر یافتن روش‌هایی جهت استفاده بهینه از انرژی انداخت. به طور کلی روش‌های گوناگونی برای حفظ منابع انرژی وجود دارد. معمول‌ترین روش صرفه‌جویی می‌باشد که از طریق فرهنگ سازی میسر است. همچنین می‌توان منابع انرژی را جایگزینی برای منابع سوخت‌های فسیلی در نظر گرفت از جمله انرژی تابشی خورشید و یا جریان الکتریسیته و... جدیدترین ایده برای حفظ انرژی استفاده از تجهیزات و سیستم‌های جدید می‌باشد که تهویه منظور در نظر گرفته شده‌اند. سیستم‌های مدیریت انرژی ساختمان از این جمله‌اند. تاریخ تکاملی بشر در حقیقت تاریخ تبدیل انرژی‌ها به صورت‌های مختلف بوده و مملو از ابداعات و اختراعات و کشفیات در این جهت است. انقلاب

صنعتی خود نمونه بارزی از این تغییر شکل انرژی می‌باشد. به طور کلی انرژی‌ها به دو دسته تقسیم شده‌اند، انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی‌های تجدیدناپذیر. بخش اعظم انرژی‌های مورد استفاده بشر، انرژی‌های تجدیدناپذیر هستند. این نوع انرژی دارای دو نقطه ضعف اساسی است. یکی آنکه منبع چنین انرژی محدود است و زمانی منابع آن به پایان خواهد رسید و دیگر آنکه این نوع انرژی از سوخت منابع فسیلی که بزرگترین آلوده‌کننده محیط زیست می‌باشد، تولید می‌شود. انرژی‌های تجدیدپذیر که توسط تابش خورشید، باد، حرکت آب و... به دست می‌آید، برخلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر هم منابع طبیعی پایان‌ناپذیری را دارا هستند و هم دارای آلودگی نیستند.

صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف انرژی که بیشتر به انرژی‌های تجدیدناپذیر مرتبط می‌گردد، از یک جهت به دلیل محدود بودن منابع چنین انرژی حائز اهمیت است و از طرف دیگر موجب کاهش آلودگی محیط زیست می‌گردد. اثر مخرب این نوع انرژی یعنی آلودگی محیط‌زیست انسان را بر آن داشته تا با رویکرد به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر این اثر را کاهش دهد. استفاده از این نوع انرژی خود می‌تواند در کاهش میزان مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بسیار مؤثر باشد. در کشور های پیشرفته مانند اروپا، تقریباً هر نفر یکصد "کیگا جول"، معادل ۳/۵ تن زغال‌سنگ انرژی در سال مصرف دارد. در آمریکا و کانادا این رقم برای هر نفر به ده تن در سال می‌رسد. این در حالی است که در کشور های توسعه‌نیافته و غیر صنعتی هر نفر ۰/۱ تن یعنی ۰/۰۱ بالاترین مصرف، انرژی صرف می‌کنند (Behling, ۱۹۹۶)، در صورتی که کشورهای در حال توسعه به منظور تعمیم عدالت اجتماعی و ارتقاء سطح زندگی با توجه به میزان رشد جمعیتی که این کشورها با آن مواجه هستند، برنامه‌هایی را تدوین نمایند، آینده مصرف انرژی در جهان و در نتیجه استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر که از سوخت منابع فسیلی به دست می‌آید، روند فزاینده‌ای را خواهد داشت. بحران انرژی در سال ۱۹۷۳ و ۸۱—۱۹۷۹ میلادی (Behling, ۱۹۹۶) وابستگی زیاد به مصرف انرژی کشور های صنعتی

موجب توجه آن ها به این وابستگی گشت. در نتیجه این بحران بود که این جوامع به منظور رفع بحران و وابستگی به آن مباحثی چون آلودگی هوا، مشکلات لایه ازن و باران های اسیدی (ترش) را مطرح کردند.

عواقب مصرف بالای انرژی و فهم آن از این عواقب موجب توجه به اشکال توسعه پایدارتر — که به محدودیت های محیطی مربوط می شد، تا فائق آمدن بر آن ها — گردید. یکی از مهمترین بازتاب های این مقوله توجه خاص به بازنگری مجدد فرم و عملکرد شهری و همچنین روند فعالیت های صنعتی معاصر می باشد. در این رهگذر خواستگاه رو به افزایش شناخت اهمیت موضوع مانند تراکم شهری برای تعیین و تخمین انرژی بهینه و اهمیت حرکت به سوی انرژی های زیست محیطی و استفاده بهینه از منابع و مواد خام با بازده منفی کمتر و اثرات مخرب زیست محیطی کمتر قابل تعمق می باشد. هرچند پایگاه عمومی توجه به حفظ محیط زیست در حرف باقی مانده است، واقعیت آن است که تبدیل این باورها به منظور متحول نمودن زندگی، کار بس دشواری است. قطعاً این موضوع درک انگیزه های قابل حصول و ممکن برای تغییرات اساسی مانند چگونگی ارزش گذاری تصمیمات فردی را طلب می نماید. همانطوری که در اقتصاد متکی به بازار آزاد به تقدیر اتکاء می شود. تناقض دیگری که در اینجا وجود دارد، آن است که مادامی که اهمیت جهانی فشارهای زیست محیطی شناخته شده تر می گردد، راه حل های اساسی در عمل در حدود محلی مطرح می گردد و نه در سطح جهانی. بسیاری، راه حل بحران های اینچنین را در بازنگری در ارزش های اجتماعی و اصول حاکم بر بوم می دانند. البته محیط زیست متعلق به عموم است و چنین راه حلی را نیز می طلبد.

## ۱-۲- موضوع پژوهش

در طراحی ساختمان غیرفعال خورشیدی پنجره ها، دیوارها، کف ها طوری ساخته شده اند که در زمستان انرژی خورشید را جمع و ذخیره می کنند و آن را به شکل گرما توزیع می کنند ولی در تابستان از ورود آن

جلوگیری می‌کنند. این سیستم، سیستم غیرفعال خورشیدی نام گرفته است، زیرا برخلاف سیستم‌های فعال خورشیدی از وسایل الکتریکی و مکانیکی استفاده نمی‌کند. کلید طراحی یک ساختمان غیرفعال خورشیدی استفاده مؤثر از اقلیم منطقه است. عناصری که باید مد نظر قرار گیرند شامل: موقعیت پنجره‌ها، سایز آن‌ها، نوع جداره، عایق حرارتی، جرم حرارتی و سایه است. سامانه غیرفعال خورشیدی به سادگی در ساختمان‌های جدید قابل استفاده است، علاوه بر آن در ساختمان‌های موجود نیز قابل اجرا است.

(۱) با استفاده از سیستم طراحی معماری غیرفعال ساختمان، می‌توان انرژی خورشیدی و باد را برای گرمایش و سرمایش به گونه‌ای جذب و ذخیره نمود که نیازی به امکانات برقی و یا مکانیکی نباشد.

(۲) چرا طراحی معماری غیرفعال می‌بایست به عنوان یکی از عوامل در استراتژی بهینه سازی مصرف انرژی در نظر گرفته شود؟ [۲]

(۳) طراحی معماری ساختمان به گونه‌ای می‌بایست صورت گیرد که کمترین تبادل حرارت را داشته و سپس به منظور ایجاد وضعیت بهتر، ملاحظات طراحی غیرفعال مورد توجه قرار گیرد. [۱۴]

(۴) پیش از ساخته شدن ساختمان بتوان نسبت این سوال پاسخ داد که چرا و چگونه به مدلسازی رفتار انرژی آن در محیط مجازی اقدام نمود؟

برای دستیابی به طراحی معماری غیرفعال کافی است به شش اصل آن توجه داشته باشیم.

۱- نحوه استقرار ساختمان

۲- استفاده از فضای سبز و درخت

۳- موقعیت و اندازه باز شو ها

۴- نحوه چیدمان داخلی فضایی

۵- طراحی

۶- گرمایش و سرمایش

### ۱-۳- اهداف پژوهش

نخستین گام در طراحی معماری ساختمان با هدف کاهش میزان مصرف انرژی، شناسایی دقیق و صحیح مشخصات آب و هوایی و اقلیمی منطقه‌ایست که ساختمان مورد نظر در آن طراحی و احداث می‌شود. اطلاعات اقلیمی مورد نظر را می‌توان با استفاده از نرم‌افزارهای تحلیلی اقلیمی معتبر استخراج نموده و با مطالعه دقیق آن‌ها خطوط راهنمای کلی لازم در خصوص شکل دهی به فرم معماری ساختمان را تعریف نمود. به منظور تدوین راهکارهای غیرفعال می‌بایست به پارامترهایی که در طراحی معماری یک ساختمان اداری مورد توجه قرار می‌گیرد پرداخت و پارامترهایی که تغییر در آن‌ها موجب تغییر در رفتار انرژی ساختمان می‌شود را شناسایی کرد.

برای این منظور ضروری است تا پیش از ساخته شدن ساختمان بتوان نسبت به مدلسازی رفتار انرژی آن در محیط مجازی اقدام نمود. در حال حاضر نرم‌افزارهای تخصصی در این ارتباط طراحی و به بازار ارائه شده‌اند که توانایی مدلسازی و محاسبه رفتار انرژی ساختمان و در نتیجه میزان تقاضای انرژی و در نهایت مصرف انرژی سالانه، ماهانه و حتی روزانه ساختمان را در قالب جدول، نمودار و پارامترهای بسیار متنوع داراست. تهیه‌ی منظور در فصل بعدی به اختصار به معرفی برخی از مهم‌ترین پارامترهای تاثیرگذار بر مصرف انرژی ساختمان در فاز طراحی معماری پرداخته شده است.

در نتیجه به اختصار اهداف را به صورت موردی بیان می‌کنیم.

(۱) ساختمان‌های دولتی سهم قابل توجهی از این میزان مصرف را دارا بوده و با توجه به اینکه این نوع ساختمان‌ها باید به عنوان یک الگو و نمونه در کشور مطرح گردند، بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های دولتی در اولویت قرار دارند.

اهداف فرعی:

- (۲) معرفی انرژی‌های نو به عنوان جایگزینی مناسب برای انرژی‌های فسیلی
- (۳) معرفی دیتایل‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در طراحی چنین فضاهایی
- (۴) معرفی ساختمان‌هایی با چنین کاربری که دارای رویکرد‌های خاص انرژی باشند.

اهداف اصلی:

- (۱) طراحی ساختمان اداری در منطقه که مصرف‌کننده کمتری از انرژی باشند.
- (۲) افزایش بهره‌وری اداری با رویکرد بهینه‌سازی مصرف انرژی
- (۳) مشخص شدن سرانه مصرف انرژی در فضاهای اداری منطقه

## ۴-۱- پیشینه ی پژوهش

علاوه بر حرکت‌های جهانی به منظور کنترل تخریب محیط زیست و جلوگیری از آثار مخرب ناشی از آن، در سال‌های اخیر در داخل کشور نیز توجه ویژه‌ای به کنترل میزان مصرف انرژی صورت گرفته است. شاید نخستین نشانه تمرکز توجه به کاهش میزان مصرف انرژی را بتوان در اصول هفتمند کردن یارانه‌ها و یا سند چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور جستجو نمود.

هرچند رویکرد کاهش مصرف انرژی در ایران غالباً بر اساس نگرش اقتصادی صورت گرفته است اما نتایج مثبت زیست محیطی حاصل از این اقدام صحیح می‌تواند تقویت‌کننده لزوم توجه به کاهش میزان مصرف انرژی باشد. در شرایط کنونی ایران با جمعیت در حدود ۸۰ میلیون نفر، معادل کشوری با جمعیت یک میلیارد نفر انرژی مصرف می‌کند که بیشترین میزان اتلاف انرژی مربوط به بخش ساختمان است و به عبارتی می‌توان گفت که هزینه مصرف انرژی در کشور معادل دو برابر بودجه سالانه کل آن است و ایران سیزدهمین کشور پرمصرف انرژی در جهان شناخته شده است. موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی هم با اشاره به وضعیت ناگوار مصرف انواع حامل‌های انرژی در ایران اعلام کرده است: «اگر در راستای اصلاح الگوی انرژی، قیمت حامل‌های انرژی در ایران واقعی شود، پتانسیل کاهش مصرف انرژی تا حدود ۴۷ درصد مصرف کنونی وجود دارد». سازمان انرژی‌های نو ایران «سانا» از سال ۱۳۷۴ تلاش خود را برای دستیابی به اطلاعات و فن‌آوری‌های روز دنیا در خصوص استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، پتانسیل‌سنجی و اجرای پروژه‌های متعدد خورشیدی و... آغاز کرد. سانا عمده فعالیت‌های تحقیقاتی و اجرایی خود را در بخش‌های چهارگانه ای متمرکز کرده است که یکی از آن‌ها انرژی‌های خورشیدی است. دفتر طرح‌های خورشیدی، با هدف گسترش فرهنگ استفاده از انرژی خورشیدی و بومی نمودن تکنولوژی آن در داخل کشور و نیز احداث نیروگاه‌های خورشیدی، از همان سال‌های آغاز فعالیت سانا شکل گرفت. سانا کاهش هزینه‌های درازمدت

نظام تولید انرژی و صیانت از محیط زیست و منابع انرژی تجدیدناپذیر از طریق مدیریت منابع تجدیدپذیر انرژی و مدیریت گسترش تولید و مصرف انرژی‌های نوین در کشور را مأموریت خود می‌داند.

۲. انجمن انرژی خورشیدی ایران، به منظور گسترش و پیشبرد و ارتقاء علوم و تکنولوژی‌های استفاده از انرژی خورشیدی در ایران شکل گرفت و اساسنامه آن در سال ۱۳۷۹ مورد تصویب مجمع عمومی واقع شد. فعالیت‌های انجمن، محدود به پروژه‌های صرف تحقیقاتی و انتشار کتب و نشریات علمی نمی‌شود و تشکیل گروه‌هایی علمی، ارائه خدمات پژوهشی، برگزاری کارگاه‌های آموزشی و نیز تشویق، ترغیب و تجلیل از پژوهشگران و اساتید و محققان ممتاز را نیز شامل می‌شود. [۱۲]

براین اساس نگاهی به آمارها نشان می‌دهد که در بخش ساختمان به تنهایی مصرف انرژی ۲/۵ تا چهار برابر استانداردهای جهانی گزارش شده است. در چنین شرایطی پیش‌بینی می‌شود که اگر الگوی مصرف انرژی در بخش‌های خانگی و تجاری اصلاح نشود و روند کنونی ادامه یابد، مصرف انرژی در این بخش‌ها در سال ۱۴۰۳ به بیش از ۱۴۰۰ میلیون بشکه معادل نفت خام می‌رسد که در این صورت علاوه بر دست نیافتن به اهداف چشم‌انداز ۲۰ ساله، بر جایگاه ایران در صادرات نفت خام خدشه وارد می‌شود، بعلاوه اقتصاد کشور و محیط‌زیست نیز تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. ادامه این روند علاوه بر ایجاد طبقات زیست محیطی می‌تواند بحران بسیار جدی در زمینه اقتصاد را در پی داشته باشد. در این زمینه در کشور های مختلف تحقیقاتی انجام شده است، من جمله می‌توان به مقاله "اندازه گیری عملکرد ۱۲ ساختمان با مصرف انرژی کم" تألیف دکتر تامسون و شولتز و پل اشاره کرد.

## ۱-۵- روش تحقیق

روش تحقیق به این صورت است که یک نمونه متداول طراحی ساختمان اداری در شهر تهران به کمک نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه سازی می شود. با شبیه سازی اولیه از این ساختمان، میزان انرژی گرمایشی و سرمایشی مورد نیاز به دست می آید. سپس راهکارهایی برای بهبود عملکرد حرارتی ساختمان ارائه می گردد و ساختمان جدید به گونه ای طراحی می شود که شبیه ساختمان قبلی باشد و فقط یک فاکتور متفاوت داشته باشد. این دو بنا با هم مقایسه شده و به این ترتیب تأثیر تنها یک فاکتور بر مصرف انرژی در ساختمان به دست می آید. سپس همه این فاکتورها با هم در نظر گرفته می شود و میزان کاهش مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی نسبت به حالت اولیه به دست می آید. در انتها میزان تأثیر تک تک فاکتورها در کنار تأثیر حضور همه عوامل به صورت نمودار ارائه می گردد. البته باید به این امر توجه کرد که بعضی از فاکتورها، شاید بتوانند نیاز به مصرف انرژی گرمایشی را کاهش دهند، اما باعث افزایش نیاز به انرژی سرمایشی می گردند. در هر صورت راهکار بهینه زمانی خواهد بود که هر دو بار گرمایشی و سرمایشی کاهش یابد. انتخاب فاکتورها در دو حالت، ۱. تأثیر مصالح بر مصرف انرژی ۲. تأثیر طراحی معماری بر مصرف انرژی انجام شد. تا تأثیر هر دو عامل را به دست آوریم.

## ۱-۶- ابزار های گردآوری داده ها

برای محاسبه بار حرارتی ساختمان فرمول ها و روش های مختلفی وجود دارد. یکی از بهترین روش ها استفاده از نرم افزار های مدل سازی انرژی می باشد [۵]. چرا که نرم افزار های شبیه سازی مصرف انرژی ساختمان، ابزار های کارآمدی هستند که توانایی در نظر گرفتن کلیه برهم کنش های پیچیده ساختمان با محیط خارج و سیستم های داخل را دارند و از این رو می توانند یکی از مفیدترین تکنیک های محاسبه در ارتباط با صرفه جویی انرژی در بخش ساختمان محسوب شوند. یکی از این نرم افزارها، نرم افزار دیزاین بیلدر می باشد که نرم افزار بسیار جامع و پیشرفته ای از نرم افزار انرژی پلاس بوده و قابلیت این را دارد که با دادن

داده‌های آب و هوایی ساعتی برای هر اقلیمی، بار سرمایشی و گرمایشی مورد نیاز را تخمین زند. این نرم‌افزار که در تخمین مصرف انرژی ساختمان از عملکرد حرارتی در تعیین بارهای حرارتی و برودتی بهره می‌گیرد، تجهیزات سرمایشی و گرمایشی را که به منظور جبران بارهای تحمیلی به ساختمان تعبیه شده‌اند را در محاسبات مربوط به تخمین انرژی مصرفی ساختمان وارد می‌کند. نحوه کار این نرم‌افزار این گونه است که در ابتدا به کمک دستورات ترسیمی، ساختمان مورد نظر در محیط آن ترسیم می‌شود. سپس با دادن مصالح دیوارها و باز شوها، تعیین سیستم تأسیساتی، تعیین کاربری ساختمان و... به محاسبه بار حرارتی مجموعه می‌پردازد. تعیین کاربری از این نظر اهمیت دارد که ساختمان‌ها براساس کاربری، ساعات استفاده متفاوتی دارند. بطور فرض ساعات کار ساختمان اداری از ۸ صبح تا ۵ بعدازظهر می‌باشد. بنابراین بعد از این ساعات نیازی به کار کردن سیستم تأسیساتی نیست.

همچنین میزان نیاز به روشنایی بستگی به نوع کاربری و ساعات استفاده از بنا دارد. در ساختمان‌های اداری، کاربری به صورت مداوم می‌باشد. این نرم‌افزار قابلیت آن را دارد که با دادن برنامه زمانی مشخص برای روشن و خاموش شدن تأسیسات و روشنایی، میزان مصرف انرژی را بهتر محاسبه کند.

## فصل دوم: ادبیات موضوع

## ۲-۱- مقدمه

استفاده بهینه و ممانعت از هدر رفتن امکانات امری اساسی است این نکته هنگامی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که موضوع انرژی مطرح شود. منظور از بهینه‌سازی مصرف انرژی، انتخاب الگوها و اتخاذ و به کارگیری روش‌ها و سیاست‌هایی در مصرف درست انرژی است. با توجه به اینکه کشور ما از صادرکنندگان انرژی به کشورهای مختلف است و هنوز ارزش واقعی آن از مصرف کنندگان وصول نمی‌شود، مصرف کنندگان در پی صرفه‌جویی و یا استفاده منطقی از آن نیستند. جهت جلوگیری از روند مصرف بی‌رویه انرژی در ایران اقدامات اساسی از طرف دولت باید به صورت قوانین همگانی صورت بگیرد. توسعه پایدار مفهومی کلی در همه ابعاد زندگی بشر شامل بخش‌های اجتماعی، اقتصادی، محیط زیست و می‌شود از آنجا که یکی از محورهای رسیدن به توسعه پایدار بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌باشد و از طرفی مصرف انرژی در ساختمان یک سوم مصرف انرژی سالانه کشور را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین ارائه راهکارهایی که بتواند مصرف انرژی را در این بخش کاهش دهد، اهمیت فراوانی دارد. رعایت کوچکترین جزئیات می‌تواند تأثیر زیادی در کاهش مصرف در ساختمان داشته باشد. به عنوان مثال، نحوه جهت‌گیری ساختمان، نحوه قرارگیری فضاهای جانبی و بهبود

روش‌های عایق‌بندی با کمترین هزینه می‌تواند باعث بهبود کارایی سکونتگاه‌ها باشد. بنابراین با تصحیح در روش‌های ساخت و طراحی ساختمان می‌توانیم به طراحی ایده‌آل دست یابیم. یکی از اقدامات کنترل ساختار ساختمان‌های جدید اداری می‌باشد که باید تحت شرایط معینی که در آن کاهش مصرف انرژی مد نظر باشد، صورت بگیرد.

به طور کلی اتلاف حرارتی ساختمان از دو منبع اصلی ناشی می‌شود، اتلاف حرارتی از جداره‌های ساختمان ( نظیر دیوارها، سقف، کف) و اتلاف حرارتی در نتیجه ورود هوای سرد خارج به داخل ساختمان از طریق نفوذ و تجدید هوا- در این فصل راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در این پژوهش را معرفی می‌نماییم. در این راستا سیستم‌های مدیریت انرژی در ساختمان، ممیزی انرژی را توضیح می‌دهیم. همچنین جهت روشن شدن نوع مصرف در ساختمان‌ها، سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی و راهکارهای صرفه‌جویی در این سیستم‌ها را بیان می‌نماییم. شایان ذکر است که توضیحاتی راجع به انرژی‌های نوین خورشیدی و زمین گرمایی که می‌تواند کاربردهای خوبی برای ساختمان‌ها داشته باشد، ارائه خواهیم نمود.

## ۲-۲- بهینه‌سازی مصرف انرژی

از دهه‌ی ۷۰ میلادی، به دلیل تحولات روز افزون جامعه‌ی جهانی، عامل انرژی نقش اساسی در اوضاع اقتصادی و سیاسی کشورها ایفا نموده است؛ به گونه‌ای که پیگیری دورنمای بخش انرژی و اتخاذ استراتژی‌های مناسب برای آن از ارکان اصلی حفظ ثبات و قدرت سیاسی و نیز اقتصادی هر کشور محسوب می‌شود. به بیانی دیگر ایجاد بستر مناسب اقتصادی و سیاسی در جوامع، بهینه‌سازی و بهینه‌یابی در مصرف و تولید منابع گوناگون انرژی از اهمیت وافری برخوردار است. بهینه‌سازی مصرف انرژی، فرآیندی است که طی آن مصرف انرژی با نیازهای واقعی موجود هماهنگ می‌گردد. این فرآیند به معنای کم یا بیشتر کردن مصرف

انرژی نیست. به عبارتی بهینه سازی مصرف انرژی، ایجاد تغییراتی است که با صرف هزینه‌ای قابل جبران، باعث کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش هزینه‌های خانوار گردد.

منطق اقتصادی بهینه سازی مصرف انرژی منطق جایگزینی عوامل است؛ البته می‌توان میزان مصرف انرژی را به قیمت کاهش میزان تولید و کاهش سطح رفاه جامعه کاهش داد اما طبیعتاً چنین چیزی موضوع بحث بهینه سازی مصرف انرژی نیست. بنابراین اگر بخواهیم همراه با حفظ و تداوم سطح تولید ملی و رشد اقتصادی مصرف نهایی انرژی را کاهش داده و شاخص شدت انرژی را بهبود بخشیم، این کار تنها از طریق جایگزینی سایر عوامل تولید به جای انرژی امکان‌پذیر است. دو جداره کردن پنجره‌های یک خانه مسکونی همراه با استفاده کردن از مواد عایق در مصالح آن خانه، مثال دیگری در این زمینه است که در این مورد در حقیقت تمامی دیگر نهادها یا عوامل تولید یعنی نیروی کار برای ساخت و نصب بیشتر، سرمایه و مواد اولیه، جایگزین انرژی گردیده‌اند. با عنایت به کمبود منابع انرژی و نیاز روز افزون به استفاده از آن در جوامع، به کار بستن روش‌هایی که بتوان همزمان با رشد اقتصادی، بهره‌وری منابع انرژی و استفاده‌ی بهینه از آن‌ها را افزایش دهد، ضروری و لازم به نظر می‌رسد. بدین جهت، تدوین و تهیه معیارها و شاخص‌ها در چارچوب این راهکارها و سیاست‌ها، در برنامه‌ریزی انرژی کشورها از اهمیت به سزایی برخوردار است. از سویی مقایسه‌ی این شاخص‌ها در گذشته و حال، پیش‌بینی وضعیت آن‌ها در آینده و همچنین مقایسه‌ی آن‌ها با سایر کشورها، می‌تواند برای سیاست‌گزاران، راهگشای تهیه‌ی برنامه‌های مفید انرژی به لحاظ اختصاص منابع یاری نماید [۱] در چند دهه‌ی آینده، با ته کشیدن تدریجی ذخایر انرژی‌های فسیلی، بزرگترین مشکل جامعه‌ی بشری، برآوردن نیازهای فزاینده در بخش انرژی و کاهش دادن پخش گازهای گلخانه‌ای خواهد بود.

بنابراین، مدیریت درست مصرف ذخایر موجود انرژی بیش از پیش اهمیت می‌یابد؛ زیرا به زودی نخست شاهد تهی شدن ذخایر نفتی و به دنبال آن ذخایر گازی و سپس زغال سنگ در سطح جهان خواهیم بود.<sup>۱</sup> کارشناسان بر این باورند که با هیچ ترفندی نمی‌توان بیش از چند دهه، پایان یافتن ذخایر انرژی فسیلی را به تأخیر انداخت و تنها چاره برای این مشکل جهانی، گسترش انرژی‌های جانشین، هم زمان با مهار کردن مصرف فزاینده‌ی آن‌ها است.<sup>[۴]</sup> حفظ منابع انرژی از جمله موضوعاتی است که تمامی کشورها و به ویژه کشورهای صاحب ذخایر بزرگ انرژی (که اقتصاد آن‌ها نیز عموماً مبتنی بر صادرات همین منابع می‌باشد) را طی دو دهه گذشته به سیاست‌گذاری‌های مناسب در این راستا واداشته است.

## ۲-۱- ضرورت بهینه‌سازی انرژی

هیچ یک از اعمال انسان، بازدهی صد در صد ندارد از این رو استفاده بهینه و ممانعت از هدر رفتن امکانات امری اساسی است این نکته هنگامی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که موضوع انرژی مطرح شود. منظور از بهینه‌سازی مصرف انرژی، انتخاب الگوها و اتخاذ و به کارگیری روش‌ها و سیاست‌هایی در مصرف درست انرژی است. که از نقطه نظر اقتصاد ملی مطلوب باشد و استمرار وجود و دوام انرژی و ادامه حیات و حرکت را تضمین کند.

---

<sup>۱</sup> ارزیابی منابع و ذخایر موجود در جهان، آغاز کاهش تدریجی ذخایر نفتی در بدترین (Pic de Hubert) «منحنی هوپرت» - ۱۲ بر پایه‌ی حالت در ده سال آینده و در حالت خوش بینانه‌تر در سی سال آینده خواهد بود؛ همچنین ذخایر گاز نیز دو دهه پس از نفت سیر کاهشی خود را آغاز خواهد نمود؛ اما به همان اندازه که ذخایر کاهش می‌یابد، مقدار مصرف و نیاز به انرژی افزایش پیدا می‌کند.

در این چارچوب تعیین سهم صورت‌های مختلف انرژی در سبد انرژی هر جامعه با توجه به امکانات دراز مدت آن جامعه، همچنین بکارگیری پربازده‌ترین شیوه استفاده از آن‌ها که متضمن کاهش تخریب منابع انرژی و نیز کاهش تأثیرات سوء ناشی از استفاده ناصحیح از انرژی، بر عوامل دیگر حیات و محیط زیست مدنظر است، این استفاده‌ی درست و به جا از انرژی، نه تنها متضمن استمرار حیات و توسعه پایدار جامعه است بلکه منجر به بقاء انرژی برای همگان و نسل‌های آتی و مانعی برای تولید و گسترش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف نادرست انرژی خواهد بود. به عنوان مثال، احداث تأسیسات تولید انرژی الکتریکی و شبکه‌های برق‌رسانی نیاز به هزینه‌های زیادی دارد. هزینه احداث تأسیسات تولید و انتقال و توزیع برق برای هر کیلووات ساعت معادل ۸۰۰ دلار می‌باشد. علاوه بر بار مالی زمان لازم برای احداث نیروگاه ۳ تا ۸ سال است. همچنین هزینه‌های جاری و ثابت سالانه نیروگاه‌ها گاهی بالغ بر ۲۰ درصد سرمایه‌گذاری اولیه می‌شوند. از این رو کاهش مصرف انرژی الکتریکی به میزان قابل ملاحظه‌ای در حفظ و بقاء سرمایه‌های ملی مؤثر است. با توجه به پتانسیل‌های صرفه‌جویی موجود در بخش صنعت سالانه می‌توان ۹۷۰ میلیارد تومان در این بخش صرفه‌جویی کرد. در بخش خانگی نیز می‌توان با بکارگیری راهکارهای استفاده بهینه از لوازم خانگی انرژی بر تا حد زیادی از اتلاف سرمایه‌های ملی جلوگیری کرد. لازم به ذکر است در کشور ما در خانه و مکان‌های تجاری، سالانه در حدود ۲۰۰ میلیون بشکه نفت خام برای تولید حرارت و سرما مصرف می‌شود.

در صورتیکه اگر با روش‌های صرفه‌جویی فقط ۱۰ درصد در طول سال در مصرف انرژی وسایل گرمازا و سرمازای خود صرفه‌جویی کنیم در حدود ۲۰ میلیون بشکه نفت خام صرفه‌جویی کرده‌ایم که ارزش این مقدار انرژی (با احتساب قیمت هر بشکه نفت خام) علاوه بر بار اقتصادی عوامل دیگری نیز وجود دارد که ضرورت بهینه‌سازی مصرف انرژی را می‌رساند:

- ۱- استفاده بی رویه از انرژی‌های فسیلی که باعث افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود.
- ۲- بالا بودن رشد جمعیت و نیاز به تقاضای بیشتر انرژی
- ۳- محدودیت منابع انرژی به دلیل تجدیدناپذیر بودن آن
- ۴- رشد بالای مصرف انرژی به دلیل الگوی ناصحیح مصرف انرژی
- ۵- عدم وجود سیستم بازیافت انرژی
- ۶- وجود صنایع و کارخانجات فرسوده
- ۷- متکی بودن اقتصاد ملی به درآمدهای نفتی: افزایش گازهای گلخانه‌ای و باران‌های اسیدی

## ۲-۲-۲- چرا بهره‌وری انرژی<sup>۲</sup>

بهره‌وری انرژی یک استراتژی اثبات شده برای کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های مربوط به آن است.

فناوری‌های صرفه‌جویی در انرژی، دانش فنی و فرآیندهای موجود امروز، یک فرصت قابل توجهی را ارائه می‌دهد؛ فرصت‌هایی چون:

✓ کاهش هزینه‌ها

---

<sup>۲</sup>Energy Efficiency

- ✓ بهبود عملکرد بنا و سازه
- ✓ گسترش طول عمر ساختمان و تجهیزات آن
- ✓ افزایش راحتی ساکنین و کمک به داشتن یک محیط پاک

بهینه‌سازی مصرف انرژی عمل کسب و کار هوشمند است و مسئولیت شرکت‌های بزرگ را نشان می‌دهد. این دلایل اهمیت ترویج و حمایت از بهره‌وری انرژی را به عنوان یک استراتژی در بین ملت‌ها را نشان می‌دهد که منجر به داشتن یک آب و هوای تمیز بدون آلودگی می‌باشد و این تلاش‌ها همه بخش‌ها از جمله ساختمان، صنعت، مسکن، حمل و نقل و کشاورزی است. [۵]

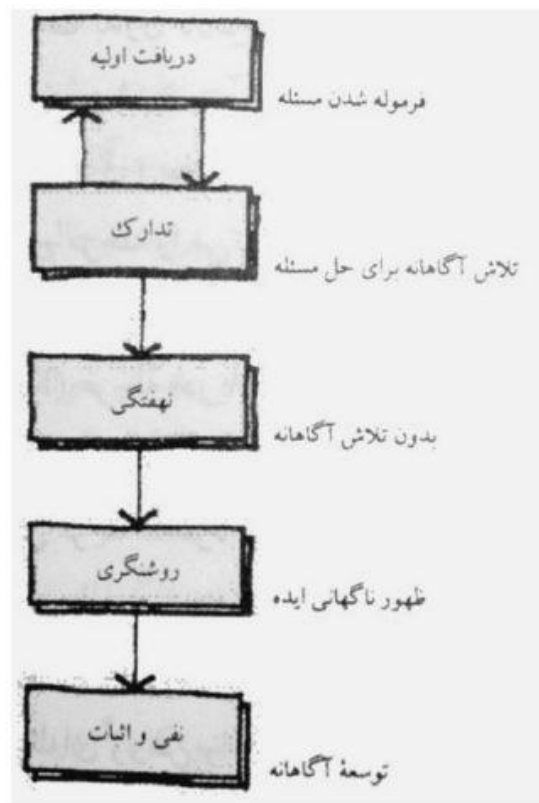
تقاضا برای انرژی در حال افزایش است و نیاز به مقادیر زیادی از برق و گاز و انرژی‌های دیگر است. و تغییر الگوهای مصرف انرژی بین ساختمان‌های ساخته شده و در حال ساخت و همچنین آشنایی به استفاده از انرژی در ساختمان‌ها نیازمند درک و بینشی کلی نسبت به میزان انرژی و انواع سوخت‌های مختلف شده است و ساختمان‌ها می‌توانند با تقاضای انرژی خود از طریق انرژی‌های تجدید شونده کمک به کاهش مقدار دی اکسید کربن تولید شده توسط سازمان‌ها کنند؛ از این رو برای موفقیت در توسعه یک جامعه پایدار، ساختمان‌ها همیشه نیاز به بهبود در فناوری، تکنولوژی، الگو و... دارند که در این پایان‌نامه بهبود معماری همساز با اقلیم مد نظر است.

## ۲-۲-۳- اثرات رویکرد بر روی فرایند طراحی

اگر رویکرد بهینه‌سازی را در این طرح و طرح‌های این چینی نوعی خلاقیت در طراحی بدانیم و باید نگاهی به فرایند خلاقیت که طبق توافق عمومی بر پنج مرحله می‌باشد، داشت. که آن‌ها عبارتند از ۱. دریافت اولیه ۲. تدارک ۳. تهفتگی ۴. روشنگری ۵. نفی و اثبات

مرحله دریافت اولیه تشخیص وجود مسئله یا مسئله یا مسئله‌ها و تصمیم به حل آن‌ها را شامل می‌شود. بنابراین وضعیت مسئله به طور رسمی یا غیر رسمی در ذهن فرموله و بیان می‌شود این مرحله بسیار کوتاه است، هر چند ممکن است سال‌ها دوام داشته باشد در موقعیت‌های طراحی، به ندرت مسئله در ابتدای کار به روشنی معین شده است و این مرحله ممکن است تلاش چشمگیری را طلب کند جالب است که بسیاری از طراحان با تجربه نیاز به وجود مسئله روشن را برای شروع کار خلاقانه ضروری دانسته‌اند. مرحله تدارک مستلزم کوشش آگاهانه زیادی در جست و جوی راه حل مسئله است.

همانطور که دیدیم، لااقل در طراحی میان این مرحله و مرحله نخست نوعی رفت و برگشت اتفاق می‌افتد، زیرا ممکن است مسئله دیگر با فرموله یا حتی ضمن کند و کاو در دامنه راه‌حل‌های ممکن، کاملاً از نو تبیین شود. این اعتقاد است که این مرحله سخت و فشرده و آگاهانه کار غالباً دوره آرام‌تر (نهفتگی) را به دنبال دارد. برخی معتقدند که در دوره نهفتگی، ذهن به تنظیم دوباره و آزمودن همه داده‌هایی که در دوره‌های پرکار قبلی جذب شده است، ادامه می‌دهد. دوره نهفتگی همچنین ممکن است خطی فکری را به توقف کشاند و فرد وقتی دوباره به سراغ مسئله برگردد خود را برای رفتن به مسیری تازه آزادتر از قبل بیابد.



شکل (۲-۱) فرایند طراحی [۷]

نهایتاً به دوره نفی و اثبات می‌رسیم که طی آن ایده آزموده می‌شود، بسط و توسعه می‌یابد. باز هم باید به خاطر آورد که در طراحی، این مراحل آن طور که در این تحلیل بیان می‌شود، منفک و مجزا نیستند. ممکن است دوره نفی و اثبات مکرر نامناسب بودن ایده را آشکار کند، اما جوهره آن امکان دارد هنوز معتبر باشد. شاید این امر منجر به فرموله کردن مجدد مسئله و دوره جدید کند و کاو شود و بدین منوال ادامه یابد.

## ۲-۳- استراتژی بهینه‌سازی مصرف انرژی و روانشناسی مصرف

رویکردهای صرفه‌جویی مصرف انرژی که همراه با آغاز بحران سال‌های ۱۹۷۳-۷۴ میلادی رونق گرفت و ابتدا بطور عمده بر تهیه و تولید انرژی در کشورهای واردکننده نفت متمرکز بود و در مرحله دوم

خود رویکردهای فنی و اقتصادی را مورد توجه قرار داد و بالاخره در مسیر رشد و گسترش خود به رویکردهای مبتنی بر تغییر رفتار و نگرش منتهی شد. [۲۰]

اگر چه در کشورهای توسعه یافته موفق شدند با استفاده از استراتژیهای اقتصادی و تکنولوژیک بر بحرانهای دهه ۷۰ تا حدودی فائق آیند و حتی برخی توانستند مقدار مصرف مطلق انرژی را کاهش دهند، اما تحقیقات نشان داده است که در کشورهای در حال توسعه به علت ساختارهای کنترل کننده ابتدایی و عقب ماندگی تکنولوژیک و ناکافی بودن انگیزه های صرفه جویی انرژی به دلیل در دسترس، زیاد و ارزان بودن انرژی و وجود قیمت های یارانه ای، استراتژی های فنی و اقتصادی موفقیت های زیادی کسب نکردند.

لذا توجه به استراتژی های روانشناختی از جمله تغییر نگرش ها و رفتار مصرف کنندگان بیش از همیشه در برنامه های صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از استراتژی های تغییر نگرش و رفتار در فعالیتهای مربوط به آموزش و آگاه سازی با دو دهه تأخیر در کشور ما هر چند ناقص از سوی ارگان ها و سازمان های تولید برق، بهره وری انرژی و مشاوران مدیریت مصرف مورد استفاده قرار گرفته شده و نتایج ارزشمندی نیز بدست آمده است. آگاه سازی یکی از شیوه های بدون هزینه و کم هزینه مدیریت مصرف انرژی است. در بسیاری از سازمان ها و مؤسسات پتانسیل های بالقوه زیادی برای صرفه جویی انرژی وجود دارد. [۲۰]

با اجرای برنامه های خوب ایجاد انگیزش و آگاه سازی اعضای سازمان و مصرف کنندگان انرژی، می توان شاهد صرفه جویی بین ۱۰ الی ۱۵ درصد در فیش های انرژی سازمان یا مؤسسه بود. مصرف کنندگان نهایی

انرژی می‌بایستی تشویق به پرهیز از مصرف بیش از حد و تحریک درونی به صرفه‌جویی انرژی بشوند. اما باید به این نکته نیز توجه داشت که به هر حال تغییر نگرش‌ها، رفتار و عادات مصرف انرژی می‌تواند مشکل باشد.

در شروع یک فرآیند آگاه‌سازی باید به سؤالات مخاطبین پاسخ دهیم، سؤالاتی همچون:

- انرژی چیست؟ و چرا باید صرفه‌جویی نماییم؟
- سیاست‌های انرژی سازمان و یا مؤسسه چیست؟
- چه گونه‌هایی از انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند و اهمیت آن‌ها چیست؟ قیمت انرژی چقدر است؟
- پتانسیل بالقوه صرفه‌جویی انرژی یعنی چی؟
- با چه روش‌هایی و چگونه می‌توانیم صرفه‌جویی نماییم.

در یک برنامه آگاه‌سازی تلاش می‌شود مؤلفه شناختی مخاطبین شامل باورها، افکار، حقایق، دانش، اعتقادات و مؤلفه عاطفی نگرش مخاطبین شامل احساسات، علائق، انگیزه‌ها و ارزش‌های مثبت صرفه‌جویی برای رسیدن به تغییر رفتار هدف‌گذاری شود و برای رسیدن به یک استراتژی خوب و مطلوب آگاه‌سازی بایستی اهداف طرح را پس از ارزیابی‌های اقتصادی مشخص کرد و با شناخت پتانسیل‌ها بالقوه انرژی در بخش‌های مختلف انرژی به هدف غائی دست پیدا کرد.

## ۲-۴- طراحی سامانه غیرفعال خورشیدی

سامانه غیرفعال خورشیدی، به سامانه‌ای اطلاق می‌گردد که انرژی خورشیدی را بدون استفاده از پنکه، پمپ یا کنترل‌کننده‌های پیچیده جمع‌آوری کرده، ذخیره ساخته و دوباره توزیع می‌کند. در این دست

سامانه‌ها جریان‌های انرژی حرارتی به صورت طبیعی از قبیل تابش، هدایت و جابه‌جایی طبیعی صورت می‌پذیرد (مازیار، ۸۵). در واقع سامانه غیرفعال خورشیدی سامانه‌ای است که قسمت‌هایی از جداره پوسته خارجی یک ساختمان را تشکیل می‌دهد و به گونه‌ای طراحی شده است که با یک مکانیسم غیرفعال، انرژی خورشید را در خود جمع‌آوری و ذخیره نماید تا در زمان مناسب به فضای داخلی ساختمان منتقل نماید. (مانند فضای گلخانه‌ای [۱] در سامانه غیرفعال خورشیدی ساختمان‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که نیازهای سرمایش، گرمایش و نور رسانی در آن‌ها به صورت طبیعی و همساز با اقلیم تأمین گردد و به این دلیل «سامانه غیرفعال» نامیده می‌شوند که نیاز به فعالیت تجهیزات سرمایشی و گرمایشی به حداقل ممکن می‌رسد و برخلاف سامانه‌های فعال خورشیدی از وسایل الکتریکی و مکانیکی برای استفاده از انرژی خورشید استفاده نمی‌شود. [۲۱]

در طراحی ساختمان با استفاده از سامانه غیرفعال خورشیدی پنجره‌ها، دیوارها و کف‌ها طوری ساخته می‌شوند که در زمستان انرژی خورشید را جمع‌آوری و ذخیره کرده و آن را به شکل گرما توزیع کنند ولی در تابستان از ورود آن جلوگیری می‌کنند. در اینجا واحدهای ذخیره‌کننده با عناصر مکانیکی جداگانه‌ای وجود ندارد.

این گونه سامانه‌ها بر رویکردی هماهنگ در طراحی ساختمان متکی می‌باشند که در آن عناصر اصلی ساختمان نظیر پنجره، دیوار و کف‌ها تا آنجا که ممکن است عملکردهایی بسیار متفاوت دارند. با این شیوه اجزای مختلف یک ساختمان به طور همزمان ملزومات معماری، سازه‌ای و انرژی را برآورده می‌سازند. سیستم‌های ایستا بر اساس انرژی موجود و عوامل محیطی آن به کار می‌افتد و سیستم فعال به انرژی همانگونه می‌نگرد که به الکتریسیته...

سیستم غیرفعال خورشیدی سیستمی که قسمت هایی از جداره پوسته خارجی را تشکیل می دهد و به گونه ای طراحی شده است که به یک مکانیسم غیرفعال انرژی خورشید را در خود جمع آوری و ذخیره می نماید تا در زمان مناسب به فضای داخلی ساختمان منتقل گردد (مانند فضای گلخانه ای). سامانه فعال و غیرفعال خورشیدی با توجه به محدود بودن منابع فسیلی و الودگی های ناشی از استفاده از این گونه منابع، جوامع اندیشمندان را بدان واداشته است که از انرژی های تجدید پذیر به جای منابع فسیلی استفاده کنند. در سامانه غیرفعال خورشیدی ساختمان ها به گونه ای طراحی می شوند که نیازهای سرمایش، گرمایش و نور رسانی در آن ها به صورت طبیعی و همساز با اقلیم تأمین گردد و به این دلیل سامانه غیرفعال نامیده می شوند که نیاز به فعالیت تجهیزات سرمایشی و گرمایشی به حداقل ممکن می رسد.

در ۲۴۰۰ سال پیش سقراط دریافته است که: "امروزه با خانه های در جهت جنوبی، اشعه خورشید در زمستان ها به داخل ایوان نفوذ می کند، اما در تابستان، مسیر حرکت خورشید درست در سمت بالای سرمان یا بالای پشت بام است، به طوری که سایه ایجاد می کند؛ بنابراین باید سمت جنوب را برای گرفتن آفتاب زمستان بزرگ تر و کشیده تر و سمت شمال را برای دوری از باد های زمستان کوتاه تر ساخت."

در طراحی ساختمان غیرفعال خورشیدی پنجره ها، دیوار ها، کف ها طوری ساخته شده اند که در زمستان انرژی خورشید را جمع و ذخیره می کنند و آن را به شکل گرما توزیع می کنند ولی در تابستان از ورود آن جلوگیری می کنند. این سیستم، سیستم غیرفعال خورشیدی نام گرفته است، زیرا برخلاف سیستم های فعال خورشیدی از وسایل الکتریکی و مکانیکی استفاده نمی کند. کلید طراحی یک ساختمان غیرفعال خورشیدی استفاده مؤثر از اقلیم منطقه است. عناصری که باید مد نظر قرار گیرند شامل: موقعیت پنجره ها، سایز آن ها، نوع جداره، عایق حرارتی، جرم حرارتی و سایه است. سامانه غیرفعال خورشیدی به سادگی در ساختمان های جدید قابل استفاده است، علاوه بر آن در ساختمان های موجود نیز قابل اجرا است. هر سامانه

غیرفعال خورشیدی دارای حداقل دو عنصر می‌باشد. یک گردآور (کلکتور) که از شیشه‌های رو به جنوب تشکیل می‌شود و یک عنصر ذخیره‌سازی انرژی که معمولاً از جرم حرارتی نظیر سنگ یا آب تشکیل می‌گردد. بسته به نوع رابطه این دو عنصر، چندین نوع از سامانه‌های خورشیدی غیرفعال را می‌توان ایجاد نمود. سه ایده اصلی سامانه‌های گرمایش دریافت مستقیم، دریافت غیرمستقیم، دریافت مجزا می‌باشند. کلید طراحی یک ساختمان غیرفعال خورشیدی استفاده مؤثر از اقلیم منطقه است. [۱۲]

عناصری که باید مد نظر قرار گیرند نیز شامل: موقعیت پنجره‌ها، ابعاد آن‌ها، نوع جداره، عایق حرارتی، جرم حرارتی و سایه است. سامانه غیرفعال خورشیدی به سادگی در ساختمان‌های جدید قابل استفاده است، علاوه بر آن در ساختمان‌های موجود نیز قابل اجرا است.

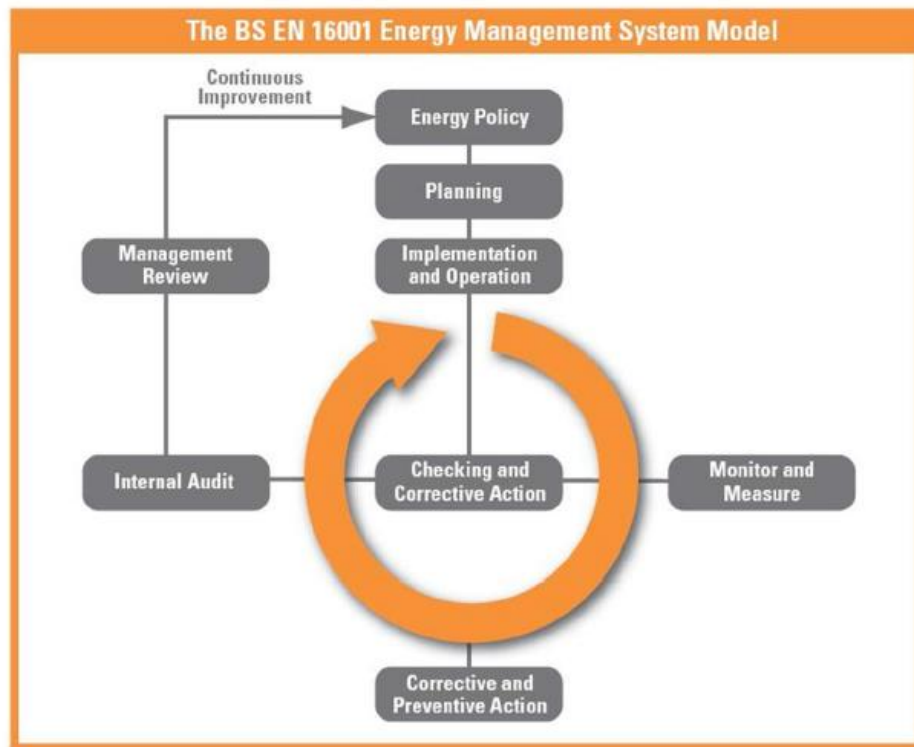
## ۲-۴-۱- محاسن و معایب سامانه‌های غیرفعال خورشیدی

می‌توان گفت بزرگترین مزیت سامانه‌های غیرفعال خورشیدی سادگی طرح، اجرا و نگهداری آن می‌باشد و مسأله آسایش در درجه اول بستگی به حفظ محیط حرارتی در آن حدی دارد که بدن انسان بتواند بدون نیاز به تعریق از یک سوی و لرزش از سوی دیگر به همان میزانی که حرارت تولید می‌کند، از دست بدهد. درجه حرارت هوای داخلی برای آسایش در یک فضای گرم شده ایستاً معمولاً قدری پایین‌تر است و اصولاً به مراتب پایین‌تر از درجه حرارت هوای فضایی است که به وسیله دستگاه هوا ساز مورد گرمایش قرار می‌گیرند. مزیت نسبتاً نامحسوس دیگر گرمایش خورشیدی غیرفعال حفظ یک کف گرم‌تر نسبت به سیستم‌های مکانیکی مرسوم دیگر است. مشکل عمده سیستم‌های فعال مسأله کنترل حرارتی آن است. البته برای آن راه‌حل‌های نسبتاً ساده‌ای وجود دارد. برای کاربری مسکونی می‌توان از پنجره‌های بازشو، سایه‌بان‌ها و یک سیستم گرمایشی کمکی جهت کنترل حرارتی استفاده کرد.

## ۲-۵- مدیریت بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان

مدیریت بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان در ابتدای سال ۱۳۸۰، با توجه به سهم بالای این بخش در مصرف انرژی کشور، در شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت تشکیل گردید. بررسی‌های صورت گرفته در سال ۱۳۷۹ بیانگر این واقعیت بود که بخش خانگی با مصرف بیش از ۶۰٪ از کل انرژی مصرفی کشور، بالاترین سهم را در میان سیر بخش اقتصادی به خود اختصاص داده، که از این میان بیشترین میزان مصرف مربوط به گاز طبیعی و بیشترین ارزش انرژی مصرفی مربوط به نفت سفید بوده است.

مقایسه مصرف انرژی بین ساختمان‌های کشور با مقدار متناظر آن در کشورهای توسعه یافته، گویای فاصله زیاد این دو مقدار بود که این تفاوت تجدید نظر اصولی در سیاست‌های مصرف انرژی در بخش ساختمان را ضروری می‌ساخت. هر چند به دلیل پایین بودن بهای انرژی در کشور، مصرف‌کنندگان هزینه‌ی گزافی نمی‌پردازند، اما با در نظر گرفتن این نکته که یارانه‌ی انرژی (تا همین اواخر) از سوی دولت پرداخت می‌شود به راحتی می‌توان دریافت که صرفه‌جویی در مصرف انرژی از دید کلان و ملی چه فوایدی به همراه خواهد داشت. [۱۴]



شکل (۲-۲) سیستم مدیریت انرژی با استاندارد BS EN ۱۶۰۰۱ [۱۲]

بر این اساس سیاست‌ها و برنامه‌های بخش ساختمان به منظور دستیابی به اهداف بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور به شرح ذیل پیگیری و اجرا می‌گردد:

- تدوین مقررات، استانداردها، دستور العمل‌ها، رویه‌ها و برچسب انرژی ساختمان
- تحقیق و توسعه
- سازماندهی اجرای قوانین و مقررات
- دولت به عنوان الگوی صحیح مصرف
- راه اندازی آزمایشگاه‌های تخصصی

## • مشارکت بین المللی-آموزش و اطلاع رسانی

با توجه به اینکه کشور ما از صادر کنندگان انرژی به کشورهای مختلف است و هنوز ارزش واقعی آن از مصرف کنندگان وصول نمی‌شود، مصرف کنندگان در پی صرفه‌جویی و یا استفاد منطقی از آن نیستند. جهت جلوگیری از روند مصرف بی رویه انرژی در ایران اقدامات اساسی از طرف دولت باید به صورت قوانین همگانی صورت بگیرد. یکی از اقدامات کنترل ساختار ساختمان‌های جدید مسکونی می‌باشد که باید تحت شرایط معینی که در آن کاهش مصرف انرژی مد نظر باشد، صورت بگیرد در مورد ساختمان‌های فعلی که در حال استفاده می‌باشند و از نظر مصرف انرژی در وضعیت خوبی قرار ندارند، باید تعمیرات اساسی در آن‌ها انجام شده و یا اصولی در آن‌ها پیاده شده که از نظر مصرف انرژی منطقی گردند. جهت شناختن اینکه ساختمانی از نقطه نظر اتلاف انرژی در چه سطحی است، باید روشی در دست باشد که طبق آن بتوان ساختمان را محک زد و منابع اتلاف آن را شناسائی نمود. به این منظور باید از ممیزی انرژی استفاده کنیم که در بخش‌های بعدی در همین فصل به آن خواهیم پرداخت.

## ۲-۶- انرژی خورشیدی و ساختمان سازی

یکی از منابع رایگان و قابل دسترس انرژی در دنیا، خورشید است. استفاده از انرژی خورشیدی برای گرم کردن آب مصرفی یا شوفاژ جهت گرمایش ساختمان، می‌تواند هزینه‌های آب گرم منازل مسکونی را که حدوداً ۷۰ درصد ساختمان‌های هر شهر را تشکیل می‌دهد را تا حدود ۶۰٪ در طی سال کاهش دهد. با استفاده از آبگرمکن‌های خورشیدی و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی خورشیدی می‌توان در کل عمر ساختمان، هزینه‌های بسیاری را صرفه‌جویی کرد و نیز این سیستم‌ها می‌توانند در حفظ منابع طبیعی و محیط زیست به مردم کمک موثری کنند.

معمولا در سیستم‌های خورشیدی یک سیستم کمکی هم قرار دارد که در روزهایی که ممکن است انرژی خورشیدی برای تامین گرمایش مورد نیاز کافی نباشد، از آن استفاده شود. استفاده از سیستم‌های خورشیدی، یک سرمایه‌گذاری منطقی و از دیدگاه حفظ محیط زیست و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، سرمایه‌گذاری منطقی است. در مناطق گرم و خشک، شدت تابش و زمان آن بسیار زیاد است به طوری که انرژی خورشیدی به صورت تابش مستقیم و بدون دخل و تصرف خاص در آن در بیش از ۸۵ درصد روزهای سال، تقریباً آزاددهنده است. عمده‌ترین کار و هنر معماران و طراحان ساختمان در اینگونه مناطق در وهله نخست، فرار از گرما و شدت نور خورشید است و به نوعی در فکر طراحی ساختمان‌هایی هستند که انرژی و نور خورشید، مزاحمتی برای آنان ایجاد نکنند و ساختمان‌هایی بسازند که عایق بوده و گرمای خارج نتواند به راحتی به داخل نفوذ کند و نیز در تابستان سرمای تولید شده در داخل ساختمان توسط دستگاه‌های مکانیکی از طریق مصالح و عناصر ساختمانی به بیرون هدایت نشود.

بطور عمده در طراحی ساختمان‌ها در مناطق گرم و خشک با در نظر گرفتن مسائل اقلیمی و استفاده از انرژی خورشیدی به دو نکته مهم باید توجه داشت؛

اول، جلوگیری از ورود انرژی خورشیدی غیر ضرور داخل ساختمان، به لحاظ موقعیت اقلیمی این مناطق که معمولا مشکل گرم کردن ساختمان مطرح نیست از طرق مختلف من جمله عایق‌کاری‌ها بصورت ایزولاسیون بام‌ها، ایجاد دیوارهای ضخیم و یا دو لایه و یا دیوارهای با بازشوهای کم یا ترمب، استفاده از پنجره‌های دو جداره و با کلا پشت به خورشید برای دفع گرما و جلوگیری از شدت تابش آفتاب در حقیقت در نکته اول موضوع بر این است که ما می‌خواهیم از دست این انرژی قرار کنیم، چرا که بیشتر از اینکه به ما نفع برساند، موجب ضرر است و در گرم کردن خانه در تابستان ما کمتر بدان نیاز داریم و در زمستان نیز

معمولا بیشتر در شیرها به آن نیازمندیم که در آن زمان نیز خورشیدی وجود ندارد و باید به طریقی منطقی و سازمان یافته این انرژی را برای شبها ذخیره و استفاده کنیم.

نکته دوم اینکه، درست است که ما باید از ساختمان و خودمان در برابر انرژی شدید خورشیدی در مناطق گرم و خشک محافظت کنیم، اما نکته اینجاست که حالا این انرژی وجود دارد و فرار کردن و پشت کردن بدان گام اول یا حداقل کاری است که ما انجام می دهیم، حال باید دید چگونه می توان از این انرژی در جهات دیگر استفاده کنیم. در طراحی اقلیمی در برابر تابش های شدید و مزاحم، ساختمان ها را باید طوری بسازیم تا با استفاده از مصالح سنگین و..... از بابت سازگاری با اقلیم و طبیعت در جهت خنک کردن و یا گرم نگه داشتن ساختمان مشکلی وجود نداشته باشد و این هزینه کرد، یکبار است و در مقایسه با انرژی الکتریکی مصرفی در ساختمان برای رسیدن به شرایط آسایش در طول المدت بسیار ناچیز است و بنابراین بهتر است به نکته فوق با دقت بیشتری بنگریم که:

اولا طراحی ساختمان ها با توجه به اقلیم و در تطابق با شرایط آن البته با دقت نظر در استفاده از مصالح جدید، قابل دسترس و ارزان در هماهنگی با دریافت انرژی خورشیدی یا در محافظت در برابر آن، دوما استفاده حداکثری از انرژی خورشیدی در دریافت، انباشت و تبدیل آن توسط دستگاه ها و ابزارهای نه چندان پیچیده به طوری که عامه مردم بتوانند براحتی از آن استفاده کنند و این تبدیل به یک فرهنگ در جهت صرفه جویی اقتصادی تبدیل گردد.

در در این راستا، هدف، کم کردن هزینه انرژی برای ایجاد شرایط آسایش در ساختمان ها است که به عنوان مثال پوسته یک ساختمان یعنی سطوح خارجی در ارتباط با فضای آزاد بعنوان یک مبادله کننده قوی

نقش مهمی در این بین دارد. لذا بدین منظور، یعنی کاهش جذب حرارت از خورشید، لازم است فضا های داخلی به خوبی تهویه شوند و رنگ پوسته خارجی ساختمان روشن و نیز به خوبی عایقکاری گردد و سطوح بیرونی باید دارای خاصیت انعکاسی بوده و از سایبان های افقی و عمودی مناسب در خصوص جلوگیری از ورود انرژی خورشیدی استفاده برده باشد.

در بحث استفاده از انرژی خورشیدی دو طریق می توان عمل کرد؟

۱. روش جذب ترمیک، یعنی دریافت، انباشت، توزیع و تبدیل انرژی به حرارت برای گرمایش

خانه و تیز

۲. روش فتوولتائیک که عبارتند از تبدیل مستقیم انرژی خورشیدی از طریق سلول ها و پنل ها

به انرژی برق برای گرمایش، سرمایش و نیز راه اندازی دستگاه های الکتریکی مورد نیاز در

ساختمان که از برق تغذیه می شوند.

تولید آبگرم مصرفی و یا شوفاژ در روش اول، بخش اعظم دریافت انرژی خورشیدی در ساختمان در اثر

انعکاس نور آفتاب از سطوح افقی و عمودی کنار و اطراف آن است که مربوط به زمین و ساختمان های

پیرامون می باشد که با تغییر رنگ آن به تیره از انعکاس آن ها می توان جلوگیری کرد و نیز راه دیگر برای

کاستن شدت تابش در تابستان در اقلیم گرم و خشک، حرکت دادن هوا و عبور باد در دور تا دور و اطراف

ساختمان است که باید دیوار ها را خنک کنیم و نیز از کوران در داخل و از سطوح روشن در پوسته خارجی

ساختمان جهت عدم جذب تابش و نیز از سایبان های افقی و عمودی بر روی پنجره ها و باز شوها جهت ایجاد

سایه استفاده کنیم. [۲۱]

در ایران بیشتر باید بر روی تطابق با شرایط اقلیمی، فرهنگی و جغرافیایی کار کرد یعنی دریافت انرژی خورشیدی به طریق ترمیک، چرا که در دنیا بر روی سیستم‌های فتوولتائیک بسیار زیاد کار شده و به نتایج خوبی نیز با توجه به امکانات و دستگاه‌های پیشرفته‌ای که داشته‌اند رسیده‌اند و ما فقط باید آن را با شرایط خودمان وفق دهیم و سازگاری آن را فراهم نمائیم. مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده در طول سال به هر نقطه از زمین بستگی به شدت و دوام تابش و نیز مدت زمان آن دارد، اما هدف اصلی، آماده‌سازی محیط برای ایجاد تعادل حرارتی بدن انسان و محیط اطرافش برای زیست بشری است در مناطق گرم و خشک و در طول روز تابستان، شرایط طبیعی از حوزه آسایش فاصله دارد، لذا تهویه، هم از نظر تعادل آب بدن و هم از نظر آسایش حرارتی به صلاح نیست. صاف بودن آسمان باعث می‌شود تا شب‌ها بسیار سرد باشد و به همین لحاظ ساختمان‌هایی که دارای سقف و دیوارهای ضخیم و نیز از مصالح سنگین هستند، به واسطه اینکه هوای داخلی را در طی شبانه‌روز نسبتاً ثابت حفظ می‌کند، بسیار مفیدند. [۲۲] [۱۳]

روش صحیح این است که در چنین بناهایی پنجره‌ها را در شب باز کنیم تا هوای خنک وارد ساختمان گردد و سپس در طی روز آن‌ها را ببندیم تا خنکی محبوس شده در فضاها، تا دیر هنگام باقی بماند و گرمای روز این خنکی حبس‌شان را از بین نبرد. غالباً چنین تهویه‌های روزانه‌ای از طریق بازشوهای کوچک و شیوه‌هایی که موجب خنک شدن هوای ورودی می‌گردند، ممکن می‌شود. روش‌های سنتی، شامل استفاده از برودت تبخیر توسط حوض‌های آب، بادگیرها و صفحاتی که تبخیر روی آن‌ها انجام می‌شود و نیز تونل‌های هوا در تلطیف هوا بسیار موثرند و در روش‌های مدرن می‌توان از برودت تبخیر آب استفاده کرد که این برودت توسط پنکه به داخل خانه قابل انتقال می‌باشد.

هر صورت در تهویه شبانه و یا روزانه، هوا منبع برودت می‌باشد و از طریق بازشوها و دریچه‌های قابل کنترل سرعت آن را در جهت تشویه مناسب با توجه به زمان و نیاز ساکنین تنظیم کرد و از نظر ایجاد شرایط

آسایش، این بهترین حالت برای ارتباط داخل ساختمان با آسمان و هوای خارج در شب می باشد. از نظر اصول معماری، یا برقراری فضاهای روز و شب در تناسب با مصالح مورد نیاز، می توان در مصرف انرژی، صرفه جویی قابل ملاحظه ای انجام داد و در ضمن از سر و صدای تولید شده دستگاه های مکانیکی جهت گرمایش یا سرمایش نیز می توان به دور بوده و این در تطابق با شرایط اقلیمی و طراحی محیطی می باشد، همچنان که در ساختمان های قدیمی نیز بدین روش و با شناخت کامل از نیرو های طبیعت از شرایط طبیعی بهره می گرفتند.

در ساختمان های مدرن امروزی اگر نمی توان از مصالح سنگین استفاده کرد اما می توان از عایق های مناسب و نیز متحرک بسته به زمان خاص، استفاده کرد، مثلا ایجاد بام های متحرک که در طی روز و شب بر روی بام اصلی قرار گرفته و یا از روی آن کنار رود و با ایجاد حوضچه های دارای آب روی بام و یا آب پاشی برای دفع گرمای خورشید و نیز در سایه قرار دادن بخصوص سطوح افقی که این سطوح در حالت معمولی دو برابر سطوح عمودی انرژی دریافت می کنند. [۱۵]

استفاده از سایبانی ها، درخت های سایه انداز بر روی ساختمان، در معرض باد قرار دادن ساختمان رو به بادهای مطلوب و ایجاد حیاط های گود و کوران های مناسب و قراردادن پنجره ها در اضلاع رو به باد و می توانند از انواع ترفندهای معمارانه در جهت خنکی هوا و تلطیف آن باشند.

در مناطقی که باد زمستانی شدید وجود دارد باید از ارتفاع دادن به ساختمان خودداری کرد.

در بعضی از قسمت های ساختمان به جای ملات ماسه سیمان که باعث تراکم بیشتر می شود از خشکه چینی استفاده کرد تا ترکیب مصالح نیز بصورت عایق عمل کند.

در اطراف ساختمان ها باید فضای سبز ایجاد کرد تا از تابش انعکاس نور و گرمای خورشید بر روی نماها جلوگیری کنیم، بخصوص در جبهه های غربی که شدت تابش زیاد است و اگر مصالح پشته ها و نماها

متخلخل باشد، در سطوح عمودی، سایه‌های ریز در داخل خلل و فرج پدید خواهد آمد که هوا می‌تواند به داخل آن‌ها نفوذ کرده و تا حدی به عنوان عایق عمل می‌کند. بدین لحاظ است که نماهای سیمان تگری درشت و یا کار شدن با آجرهای پس و پیش شده و یا بلوک‌های سفالی دارای برجستگی و یا اندود کارهای کاهگلی قدیمی در اقلیم گرم و خشک به خوبی عمل می‌کنند.[۱۴]

از نظر طرح و نقشه معماری، اگر پلان ساختمان به گونه‌ای طرح شود که فعالیت روزانه مطابق حرکت مسیر خورشید در فصول مختلف بنا بر عملکرد شان باشد، صرفه‌جویی بیشتری در مصرف انرژی خواهیم داشت.

می‌توان فضاهای داخل ساختمان را به دو قسمت سرد و گرم تقسیم کرد تا کارایی سیستم فوق بیشتر گردد و با قرار دادن فضاهای گرم در جهت مسیر آفتاب، این فضاها می‌توانید حرارت لازم را در طی روز از خورشید کسب کند و نیازی به استفاده از وسایل مکانیکی نیست.

در راستای استفاده بهینه از نور و گرما و هماهنگی اقلیمی و محیطی و نیز رعایت جهات مناسب، می‌توان پنجره‌های شرقی و یا جنوب شرقی را برای اتاق‌های خواب، آشپزخانه و فضاهای صبحانه خوری در نظر گرفت که این فضاها بتوانند از انرژی خورشیدی صبحگاهی در زمستان استفاده کنند.

پنجره‌های رو به آفتاب در جنوب جهت اتاق نشیمن و فعالیت‌های روزانه بسیار مناسب است و در بسته های شمالی نیز می‌توان اتاق‌های خواب، حمام، اتاق مطالعه و فضاهای بازی بچه‌ها یا اتاق موسیقی را در نظر گرفت و نیز قرار دادن بخشی از ساختمان در عمق زمین در جهت استفاده از گرمای نهان زمین در زمستان و خنکی نهان زمین در تابستان می‌تواند پاسخگوی بسیاری از نیازها و مشکلات اقلیمی باشد از جمله کنترل حرارتی، حفاظت در برابر باد، پایداری در مقابل رطوبت و در حقیقت به عمق زمین بردن ساختمان‌ها، بخشی

از همزیستی مسالمت‌آمیز ساختمان با طبیعت است و ساختمان با تغییرات و نوسانات زمین هماهنگ می‌شود و ساختمان بصورت یکپارچه عمل می‌کند و عکس‌العمل‌های طبیعی در برابر طبیعت از خود نشان می‌دهد. [۱۹]

در ساختمان‌های جدید، ما زیر زمین یا ساختمان را توسط پیلوت از طبقات جدا کرده‌ایم و عملاً ساختمان را در به قطعات تقسیم می‌کنیم و عمل و عکس‌العمل‌های ساختمان به صورت وارونه و غیر طبیعی عمل می‌کند و برای رسیدن به شرایط آسایش در ساختمان، باید انرژی مصرف کرد و مسیرهای پر پیچ و خمی را طی کرد تا به حداقل آسایش برسیم. امروزه از دیوارهای ضخیم با ظرفیت حرارتی زیاد در بناهای جدید نمی‌توان استفاده کرد اما می‌توان از لایه‌های عایق در دیوارهای جدید، انتظار عملکرد همچون گذشته داشت بدین صورت زمان تاخیر مناسبی در جهت رسیدن گرما یا سرما در فصول مختلف به داخل ساختمان به دست می‌آید که می‌توان از این عایق‌ها در سطوح افقی، کف و بدنه‌ها در حد نیاز استفاده کرد.

مثلاً در سقف‌ها مناسب است که لایه عایق حرارتی در لایه‌های بیرونی قرار گیرد و لایه عایق رطوبتی در زیر، که گرمای سقف بدان انتقال پیدا نکرده و باعث از بین رفتن عایق رطوبتی و خاصیت آن نشود.

استفاده از پنجره‌های دوجداره با شیشه‌های با ضخامت بالای کد میلی متر و با قاب‌های از جنس "یو.پی.وی.سی" که قابلیت هدایت حرارتی از طریق آن‌ها کاهش پیدا کند چرا که در حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد از تلفات حرارتی و انرژی ساختمان‌ها از طریق پنجره‌ها و باز شوها صورت می‌گیرد.

طبق تجارب و نتایج به دست آمده از اجرای پروژه‌های خورشیدی انجام شده می‌توان میزان مصرف انرژی گرمایشی را در ساختمان تا ۳۰ درصد و مصرف انرژی سرمایشی را از طریق ساخت و ساز مناسب و مطابق با اقلیم و شرایط آن تا ۵۰ درصد کاهش داد.

مثلاً آبگرمکن‌های خورشیدی در مناطق گرم و خشک می‌توانند میزان مصرف انرژی جهت تامین آب گرم مصرفی را تا ۷۰ درصد در ساختمان‌ها کاهش داده، در حدود ۶ تا ۸ ماه از سال نیز کارائی ۱۰۰ درصد دارند و در ۴ ماه باقی‌مانده نیز راندمان آنان در حد ۴۰ درصد خواهد بود.

باید توجه داشت که صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌های فسیلی و استفاده از انرژی‌های پاک و طبیعی، هزینه‌های گرمایش و سرمایش خانواده‌ها را در دراز مدت تقلیل داده و به اقتصاد کشور نیز کمک شایانی میکند و می‌توان از انرژی‌های فسیلی برای مصارف منطقی‌تر، بهره جست.

و نیز همسازي و هماهنگی با محیط زیست در جهت بهره‌گیری از مواهب طبیعی، رابطه‌ی انسان‌ها را با طبیعت مجدداً پررنگ‌تر کرده، تعادل و آرامش بیشتری در عرصه زندگی پدید می‌آورد و باید توجه داشت که توجه مجدد به اصول تطابق با اقلیم، ساخت و سازهای فعلی را جهت‌دار می‌کند و بخشی از هویت از دست رفته را متجلی خواهد کرد. [۲۴]

## ۲-۷- بهره‌گیری از سامانه‌های خورشیدی در سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها

خورشید یکی از دو منبع مهم انرژی است که باید به آن روی آورد؛ زیرا به فناوری‌های پیشرفته و پرهزینه نیاز نداشته و می‌تواند به عنوان یک منبع مفید و تأمین‌کننده انرژی در اکثر نقاط جهان به کار گرفته شود. به علاوه استفاده از آن برخلاف انرژی هسته‌ای، خطر و اثرات نامطلوبی از خود باقی نمی‌گذارد و برای کشورهایی که فاقد منابع انرژی زیرزمینی هستند، مناسب‌ترین راه برای دستیابی به نیرو و رشد توسعه اقتصاد است. [۲۷]

ایران با وجود این که یکی از کشور های نفت خیز جهان به شمار می رود و دارای منابع عظیم گاز طبیعی نیز است، خوشبختانه به علت شدت تابش خورشید در اکثر مناطق کشور، اجرای طرح های خورشیدی الزامی و امکان استفاده انرژی خورشید در شهر ها و شصت هزار روستای پراکنده در سطح مملکت، می تواند صرفه جویی مهمی در مصرف نفت و گاز را به همراه داشته باشد. فناوری ساده، آلوده نشدن هوا و محیط زیست و از همه مهمتر ذخیره شدن سوخت های فسیلی برای آیندگان، یا تبدیل آن ها به مواد و مصنوعات پرارزش با استفاده از تکنیک پتروشیمی، از عمده دلایلی هستند که بر لزوم استفاده از انرژی خورشید در کشور ما تأکید می کنند. امروزه استفاده از انرژی خورشیدی به هر شکلی مطلوب می باشد ولی امکانات اقتصادی طرح های مختلف باید دقیقاً محاسبه شود. بهره گیری از انرژی خورشیدی برای گرم کردن منازل، از لحاظ فناوری امکان پذیر می باشد. از نظر اقتصادی نیز به علت افزایش روز افزون قیمت سوخت های فسیلی و سایر منابع انرژی و تلاش متخصصین در کاهش هزینه، محققین و دانشمندان را به تغیب استفاده از انرژی خورشیدی بیش از پیش تشویق نموده است. [۲۶] [۲۷]

در میان استفاده از انرژی خورشیدی در سیستم گرمایش و سرمایش ساختمان ها می تواند در بسیاری از جهات مفید واقع بشود و باعث صرفه جویی بسیار زیادی در استفاده از انرژی ها شود. به طوری که استفاده از این سیستم باعث صرفه جویی ۵۰ درصد انرژی می شود. استفاده از انرژی خورشیدی در صورت بومی شدن فناوری استفاده از آن می تواند در استقلال صنعتی کشور نقشی ارزنده ایفا نماید. علاوه بر آن به دلیل موقعیت جغرافیایی ایران امکان خودکفایی کشور در زمینه انرژی نیز فراهم است.

با توجه به وضعیت آب و هوایی ایران و بالا بودن میزان تابش اشعه خورشید در واحد سطح، می توان انرژی خورشیدی را به عنوان جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی در نظر گرفت. انواع سامانه های خورشیدی دریافت انرژی خورشیدی توسط ساختمان به دو صورت امکان پذیر می باشد: فعال و غیر فعال.

## ۲-۷-۱- سامانه های فعال

در این روش باید از گردآورنده های خورشیدی و یک منبع انرژی دیگر جهت تهیه و انتقال سیال گرم شده به داخل ساختمان استفاده کرد. سامانه های غیرفعال: در این سیستم کیفیت و چگونگی معماری ساختمان به دریافت و ذخیره انرژی خورشیدی بستگی دارد و گرم کردن ساختمان به طور طبیعی و منطبق بر حرکت خورشید انجام می گیرد و نیاز به سوخت های فسیلی به حداقل می رسد.

گردآورنده (کلکتور) خورشیدی سامانه ای است که برای جمع آوری انرژی حرارتی و خورشیدی و انتقال و ذخیره آن در محل بهره برداری، مورد استفاده قرار می گیرد. گردآورنده های خورشیدی را می توان به صورت زیر طبقه بندی کرد:

### ۱ گردآورنده های تخت

اقتصادی ترین روش جمع آوری انرژی خورشید، استفاده از کلکتورهای تخت است. از این نوع کلکتورها در انواع مختلف و طرح های متفاوت در کشورهای مختلف جهان ساخته و مورد بهره برداری واقع شده است. میزان تایش انرژی خورشیدی بدون متمرکز کردن آن در بهترین شرایط عملی حدود  $1100 \text{ m/W}$  است، و با شرایط جوی تغییر می کند.

### ۲ گردآورنده های لوله ای تحت خلاء

عامل جذب کننده داخل لوله خلا تشعشع خورشید را جذب و مایع داخل آن را گرم می کند. این عمل مانند عمل پاتل خورشیدی است. تشعشعات اضافی از صفحه انعکاس نور واقع در پشت لوله ها جذب می شود. زاویه تابش خورشید در هر جهت باشد، شکل مدور لوله خلاء باعث می شود نور خورشید به طور مستقیم به

عامل جذب کننده برسد. حتی در روزهای ابری وقتی که نور خورشید از زاویه‌های مختلف می‌آید، کلکتور لوله خلاء می‌تواند بسیار فعال باشد.

### ۳ گردآورنده های متمرکز کننده

این نوع گرده آورنده ها در نیروگاه‌های برق خورشیدی و یا کوره‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۲-۷-۲- سامانه های غیرفعال

در سامانه های غیرفعال خورشیدی، ساختمان‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که نیازهای گرمایش، سرمایش و نور رسانی در آن‌ها به صورت طبیعی و هم‌ساز با اقلیم تأمین می‌گردد و به این دلیل " سامانه غیرفعال " نامیده می‌شود که نیاز به فعالیت تجهیزات گرمایشی و سرمایشی به حداقل ممکن می‌رسد.

انواع این سامانه ها عبارتند از:

(۱) نورگیرهای سقفی: نورگیرهای سقفی روشی مناسب برای مکان‌هایی هستند که دارای عمق زیاد بوده و نور خورشید از دیوارهای جنوبی به خوبی به تمامی فضا نمی‌رسد و یا این که به هر دلیل امکان نورگیری از طریق پنجره جنوبی وجود نداشته باشد.

در مکان‌هایی که با توجه به مبلمان داخلی نمی‌توان از ذخیره‌کننده‌ها در کف استفاده کرد، این روش امکان ذخیره‌سازی انرژی در دیوارهای که از طریق پنجره سقفی مورد تابش نور خورشید قرار می‌گیرند را فراهم می‌سازد. از جمله دیگر مزایایی این روش، در مقایسه با پنجره دیواری، سایه و کنتراست کمتر بوده و همچنین امکان دید از خارج را به عرصه خصوصی را به حداقل می‌رساند.

۲) دیوار ترومب: این دیوار که در فاصله کمی از شیشه قرار دارد، از موادی با چگالی بالا مانند سنگ، آجر، خشت یا گالن های پر از آب ساخته شده و جداره خارجی آن ها رنگ آمیزی تیره ای دارند. فاصله بین شیشه و دیوار می بایست حداقل در حدود ۸ - ۱۰ cm باشد تا گردش هوا به راحتی صورت پذیرد. به طور کلی از دیوار های ترومب در مکان هایی استفاده می شود که نیاز به نور مستقیم ندارند، مانند آمفی تاترها و نظایر آن و یا امکان استفاده از سامانه جذب مستقیم به عللی وجود نداشته باشد.

۳) دیوار های آبی: در دیوار آبی به جای مصالح توپر ساختمانی بعنوان توده انباشت حرارت، از مایعاتی چون آب استفاده می شود. سیستم دیوار آب و دیوار بنائی یکی است ولی دیوار آب به طریق جا به جایی و دیوار بنائی به طریق هدایت، حرارت را منتقل می کند. سطح خارجی سیاه و مات (کدر) بوده و حرارت جذب شده توسط آن باعث گرم شدن آن و گرمای آن هم سبب گرم شدن آب می گردد. حرکت و جابه جایی آب سبب انتقال حرارت به داخل دیوار شده و دیوار نیز بوسیله تشعشع هوای داخلی را گرم می کند.

دیوار های جذب و انباشت چه دیوار آبی و چه دیوار بنائی در هر دو حالت دارای یک جدار شیشه ای در قسمت جنوبی ساختمان هستند که دیوار مورد نظر در پشت این جداره قرار دارد.

۴) حوضچه های سقفی: استفاده از حوضچه ها با استخرهای سقفی یکی از رایج ترین انواع این سامانه ها است. حوضچه های سقفی حرارت نور خورشید را طی روز زمستانی جذب کرده و در هنگام شب، برای حفظ گرمای حاصله سقف را با عایق حرارتی می پوشانند. به این ترتیب گرمای آب درون استخر به تدریج از طریق هدایت و تشعشع، هوای درون ساختمان را گرم نگاه می دارد. حداقل عمق آب حوضچه نباید کمتر از ۱۰ cm باشد.

۵) گلخانه با سامانه جذب مجزا: کار کرده و به آن ها فضای خورشیدی نیز گفته می شود. از این جهت مجزا نامیده می شود که عمل جذب حرارت و ذخیره انرژی هر دو در یک فضای جداگانه ای مانند گلخانه صورت می پذیرد. شیشه های دو جداره و یا پلاستیک شفاف جهت گلخانه مناسب هستند. دیوار بین گلخانه و فضای اتاق باید با ظرفیت حرارتی بالا باشد. با طراحی خوب تمامی تشعشعات وارده به گلخانه به حرارت تبدیل خواهد شد و در این صورت بازدهی حرارتی ۶۰ الی ۷۵٪ در زمستان است و مقدار حرارت منتقل شده به اتاق ها ۱۰٪ الی ۳۰٪ انرژی تابشی است. که با اضافه کردن سیستم انباشت کننده این مقدار بیشتر می شود. [۲۸]

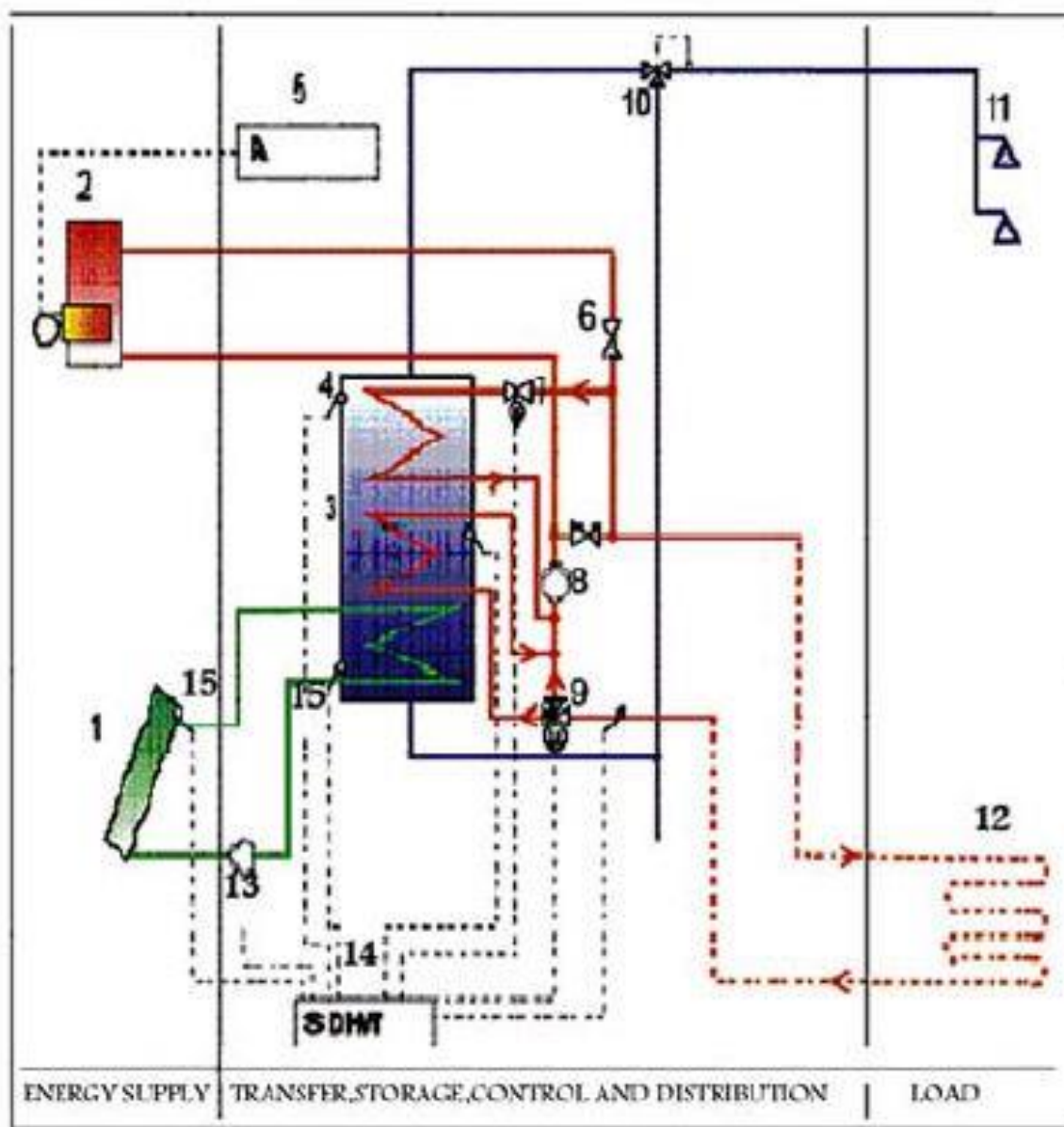
۶) سامانه ترمو سیفون: گردش همرفتی یک سیال که در یک سیستم بسته اتفاق می افتد، جایی که سیال سرد به جای سیال گرم در همان سیستم جایگزین می گردد، ترموسیفون نامیده می شود. این سامانه در واقع یک چرخه جابه جایی طبیعی است. لازم به تذکر است که در دیوار ترومب (یا دریچه) و گلخانه نیز توزیع گرما به وسیله ترمو سیفون انجام می گردد. در این سامانه، مرحله جذب انرژی می تواند به صورت متصل به ساختمان و یا کاملاً در محیطی جداگانه صورت گرفته و حرارت جذب شده توسط کانال به فضای مورد نظر هدایت و در مکان مناسبی مانند دال بتنی یا انباره سنگی که معمولاً بالاتر از سطح جذب کننده قرار دارد، ذخیره گردد.

## ۲-۸- کاربرد انرژی حرارتی خورشیدی در ساختمان

امروزه کاربردهای حرارتی از انرژی خورشیدی در ساختمان جایگاه ویژه ای را به خود اختصاص داده است. دلیل آن نیاز این سیستم ها به سطح دمای متوسط بوده که توسط سیستم خورشیدی قابل تامین است و باعث افزایش بازدهی می گردد. پیشتر سیستم های خورشیدی فقط برای تامین آب گرم مصرفی در

ساختمان‌ها به کار می‌رفتند اما با توسعه سیستم‌های گرمایش دما پایین مانند سیستم گرمایش از کف استفاده از سیستم‌های خورشیدی جهت تامین بخشی از گرمایش محیط توسعه یافت.

سیستم‌های خورشیدی که هم برای تامین آب گرم مصرفی و هم گرمایش محیط به کار می‌رود سیستم‌های ترکیبی خورشیدی نامیده می‌شود. این سیستم‌ها در واقع از ترکیب سیستم‌های حرارتی متداول با کلکتور خورشیدی حاصل می‌شود. در این سیستم‌ها از دمای قسمت‌های مختلف منبع ذخیره استفاده می‌شود، به گونه‌ای که معمولاً دمای بالاترین نقطه منبع برای خروجی آب گرم مصرفی و دمای میانه منبع برای گرم کردن سیال در سیستم گرمایش محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سیستم‌ها برای افزایش بازدهی باید طبقه‌بندی حرارتی آب در منبع ذخیره افزایش یابد. امروزه انواع مختلفی از این سیستم‌ها ارائه شده است، با بررسی طرح‌های مختلف و با توجه به امکانات موجود در کشور طرح زیر (شکل ۱) انتخاب گردید.



شکل (۲-۳) دیاگرام سیستم ترکیبی خورشیدی و اجزایی آن [۲۹]

شماره	نام اجزای
۱	کلکتور خورشیدی
۲	پکیج حرارتی
۳	مخزن ذخیره حرارتی
۴	سنسور حرارتی جداری
۵	سیستم کنترل پکیج
۶	شیر دروازه ای
۷	شیر موتوری دو راهه
۸	پمپ مدار گرمایش محیط
۹	شیر موتوری سه راهه
۱۰	شیر برقی و ترموستات ( شیر ترموستاتیک)
۱۱	سیستم توزیع آب گرم مصرفی
۱۲	سیستم گرمایش از کف
۱۳	پمپ مدار محلول ضدیخ
۱۴	سیستم کنترل مرکزی
۱۵	سنسور حرارتی دیفرانسیلی

در این سیستم محلول ضدیخ وارد کلکتور ها شده و حرارت را از خورشید جذب می کند، سپس وارد منبع ذخیره می گردد و آب ورودی را توسط یک مبدل حرارتی داخلی پیش گرم می کند. در مرحله بعد آب برگشتی حلقه گرمایش محیط (درحالتی که دمای آن پایین باشد) وارد منبع شده و توسط کویل میانی

تاحدی گرمای مورد نیاز را از حرارتی که توسط خورشید تامین شده به دست می آورد. سپس وارد سیستم کمکی (پکیج) شده در خروج از آن با حرارت اضافی وارد منبع ذخیره شده، آب گرم مصرفی را در مرحله دوم گرم می کند.

بدین ترتیب آب گرم مصرفی مورد نیاز از بالاترین نقطه منبع (که بیشترین دما را دارد) تامین می شود، آب در خروج از مبدل بالای منبع وارد حلقه گرمایش محیط می گردد.

## ۲-۸-۱- اجزای سیستم ترکیبی خورشیدی

الف - کلکتور و تانک ذخیره: بخش خورشیدی این سیستم از مجموعه کلکتور ها و منبع ذخیره تشکیل شده است، مشخصات فنی کلکتور در جدول ۱ آمده است.

ب- سیستم گرمایش: سیستم گرمایش مناسب برای ترکیب با سیستم خورشیدی سیستمی است که علاوه بر کاهش مصرف انرژی، دمای آسایش را با سطح دمای کمترین تامین کند. بدین منظور از سیستم گرمایش از کف استفاده می شود. تحقیقات انجام یافته نشان داده است که این سیستم علاوه بر تامین سایش بیشتر نسبت به سیستم رادیاتوری به دلیل کاهش در دما و نیز انتقال حرارت به روش تشعشعی باعث کاهش ۳۰ درصدی در مصرف انرژی می شود.

ج- سیستم کمکی: در این طرح سیستم های ترکیبی خورشیدی به صورت مجزا برای هر واحد در نظر گرفته می شود، تهویه علت سیستم گرمایش کمکی آن ها نیز باید جدا باشد، بنابراین از یک پکیج حرارتی استفاده می شود.

## ۲-۹- معرفی سیستم های مدیریت انرژی در ساختمان

### ۲-۹-۱- فراسامانه هوشمند اندازه گیری و مدیریت انرژی

سیستم اندازه گیری هوشمند

سیستم یکپارچه ای شامل سخت افزار، نرم افزار، شبکه و بستر مخابراتی می باشد و اطلاعاتی نظیر مصرف، دیساند، ولتاژ، جریان و اطلاعات دیگر را به صورت نزدیک به «Real Time» یا «Real Time» از سمت مصرف کننده دریافت می کند. این سیستم با ایجاد بستر مخابراتی دو طرفه قابلیت قرائت، پیکر بندی، نظارت و کنترل از راه دور کنتور ها، جمع آوری، مدیریت، پردازش و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده را داشته و گراف ها و گزارش های لازم را تولید می کند. تمام فرایندهای مذکور به صورت خودکار انجام می پذیرد

اجرای سیستم اندازه گیری هوشمند تأثیر مفید و قابل ملاحظه ای بر منافع کشور به شرح زیر خواهد

داشت:

✓ قرائت خودکار و قطع و وصل از راه دور کنتورها

✓ کاهش تلفات غیر فنی در شبکه از طریق:

- ✓ قابلیت تشخیص موارد استفاده غیر مجاز
- ✓ کاهش دخالت عامل انسانی در قرائت
- ✓ افزایش دقت در اندازه گیری ها.
- ✓ قابلیت تشخیص سریع خطاهای دستگاه اندازه گیری
- ✓ مدیریت تقاضا از طریق ارسال نرخ به مشترکین و تشویق آن ها به کاهش مصرف
- ✓ مدیریت تقاضا از طریق کاهش دیماند و یا قطع برق مشترکین معین در شرایط بحرانی شبکه
- ✓ مدیریت تقاضا از طریق کاهش دیماند مشترکین در ساعات خاص با موافقت مشترک و پس از عقد قرارداد
- ✓ افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع با تشخیص سریع خطای شبکه توزیع
- ✓ امکان پیش بینی دقیق بار
- ✓ امکان پیش فروش برقی
- ✓ ایجاد بستر مناسب برای راه اندازی بازار خرده فروشی برقی
- ✓ یکنواخت شدن کنتور ها در سطح کشور، تسهیل در نصب، تعمیر و نگهداری، جایگزینی
- ✓ سهولت توسعه و ارتقای سیستم در آینده
- ✓ ایجاد بستر مناسب برای پیاده سازی شبکه هوشمند گاز و آب
- ✓ ایجاد بستر و زیر ساخت لازم برای ایجاد شبکه هوشمند
- ✓ ایجاد بستر مناسب برای انجام خدمات جانبی در راستای پیاده سازی دولت الکترونیک
- ✓ قابلیت تشخیص و کنترل تلفات فنی
- ✓ برآورد کیفیت توان تحویلی به مشترک
- ✓ کاهش هزینه ها افزایش رضایتمندی مشتریان

- ✓ بهینه‌سازی سرمایه گذاری
- ✓ بهبود ساختار بهره برداری
- ✓ ارتقای پایداری و امنیت شبکه
- ✓ ایجاد منابع درآمدی جدید
- ✓ ایجاد زیرساخت لازم برای اجرای طرح تولید پراکنده و استفاده از منابع جدید انرژی. [۴۳]

لازم به ذکر است که سیستم اندازه گیری هوشمند (AMI) قرار است در قالب طرح «فراسامانه هوشمند اندازه گیری و مدیریت انرژی (ف‌هام)» توسط سازمان بهره وری انرژی ایران طی یک برنامه زمانی ۷ ساله در سطح کشور اجرایی شود.

## ۲-۹-۲- سیستم مدیریت ساختمان BMS (BMIS)

سیستمی است که به فعالیت‌ها و امور ساختمان‌ها نظارت کرده و در مواقع لازم با توجه به تغییرات شرایط محیطی، تغییرات لازم را بطور خودکار اعمال می‌نماید. این سیستم می‌تواند با توجه به کاربری ساختمان مسکونی، اداری، تجاری، بیمارستان و... جهت آن‌ها طراحی و اجرا شده و بر کلیه فعالیت‌های اعم از باز و بسته شدن درب، ورود و خروج افراد، سیستم‌های روشنایی، سیستم‌های تهویه مطبوع پنجره و پرده اتاق‌ها، صوتی و تصویری و... نقلارت داشته باشد. [۴۳]

ساختمانی که مجهز به سیستم مدیریت BMS باشد اصطلاحاً ساختمان هوشمند گویند. این سیستم به افراد ساکن این امکان را می‌دهد که از تجهیزات بطور کاراتری استفاده نموده و احساس امنیت و آسایش را در آن‌ها افزایش می‌دهد و همچنین می‌تواند موجب صرفه‌جویی انرژی گردد. این ساختمان‌ها با استفاده از

یک پارچه نمودن چهار عنصر اصلی سیستم ها، ساختار، سرویس و مدیریت و با برقراری ارتباط میان آن ها محیطی پویا و مقرون به صرفه بوجود آورند.

تجهیزاتی که از طریق BMIS قابل کنترل هستند: روشنایی، سیستم های حفاظتی و امنیتی، در، پنجره، پرده و سایبان، سیستم های سرمایشی و گرمایشی ( تهویه مشلیع)، سیستم های صوتی و تصویری، تجهیزات اداری، سیستم آیفون تصویری و ورود و خروج مهمانان با مراجعه کنندگان، کنترل تأسیسات استخر، سونا و جکوزی، سیستم های ارتباطی، وسایل الکتریکی ساختمان، سیستم آبیاری.

مطالعات نشان داده است که استفاده از سیستم هوشمند می تواند بطور متوسط ۲۰ درصد از مصرف انرژی و هزینه های جاری ساختمان می کاهد. این سیستم علاوه بر کاهش مصرف انرژی با خاموش نمودن و کنترل آن ها موجب کاهش استهلاک و افزایش طول عمر دستگاه ها و کاهش هزینه های مربوطه می گردد.

### ۲-۹-۳- سیستم مدیریت انرژی ساختمان (BEMIS)

این سیستم شبیه BMS می باشد با این تفاوت که هدف آن مدیریت انرژی ساختمان می باشد. این سیستم در واقع زیر مجموعه ای از BMS می باشد که توجه ویژه ای به مصارف انرژی، تجهیزات انرژی بر و کنترل آن ها دارد و همچنین ممکن است دستگاه های اندازه گیری مصرف انرژی نیز به این سیستم متصل و یک سری گزارشات و فرامین کنترل لازم نیز در راستای کنترل و کاهش مصرف انرژی به طور هوشمند صادر نماید به عنوان مثال کنترل دیماند مصرفی یا کنترل روشنایی ساختمان و غیره.

## ۲-۹-۴- سیستم مدیریت روشنایی با LMIS

سیستم مدیریت روشنایی نیز زیر مجموعه ای از سیستم BMS و BEMS می باشد. این سیستم به طور خاص به مدیریت سیستم های روشنایی می پردازد. در این سیستم می تواند با استفاده از انواع سنسور ها نفلیر سنسور های حضور و نور نسبت به روشن و خاموش نمودن و یا کنترل سطح نور مکان های مختلف اقدام نموده و یا با استفاده از تایمر بر اساس زمان بعضی از مکان ها را کنترل نمود. استفاده از سیستم هو شمند به همراه تجهیزات کارا می تواند مصرف بخش روشنایی را تا ۷۵ درصد کاهش داده و صرفه جویی قابل توجهی در برق مصرفی ساختمان ایجاد نمود.

فواید استفاده از سیستم BMIS: مزایای اصلی استفاده از BMS را می توان به ۳ محور اصلی زیر تقسیم نمود (۱) صرفه جویی انرژی و کاهش هزینه های نگهداری (۲) ایمنی (۳) افزایش سطح رفاه و آسایش

## ۲-۱۰- موارد بهینه سازی در ساختمان ها

### ۲-۱۰-۱- عایقکاری حرارتی پوسته خارجی

ساختمان به واسطه نوع مصالح مصرفی و چگونگی قرار گیری اجزاء پوسته خارجی می تواند دمای داخل خود را تا مدتی حفظ نماید به دلیل اینکه همواره ساختمان با محیط اطراف خود مشغول تبادل دمایی است در تابستان گرمای بیرون از طریق سقف، دیوار ها و پنجره ها به داخل ساختمان نفوذ می کند و در زمستان هوای داخل ساختمان که با صرف هزینه و مصرف سوخت گرم گردیده است از طریق پنجره ها و سقف و کف یا بیرون تبادل حرارتی نموده و فضای داخل سرد می شود و ما دوباره باید برای گرم کردن آن سوخت مصرف کنیم.

اقدامات بهینه‌سازی سعی بر آن دارند که این تبادل گرمایی بین فضای کنترل شده داخل ساختمان و فضای بیرون را به حداقل برسانند.

## ۲-۱۰-۲- مواد و مصالح مورد استفاده

برای عایقکاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان برای عایقکاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان اعم از دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها می‌توان از انواع عایق‌های حرارتی طبق جزئیات پیشن‌های که در ضوابط ذکر گردیده استفاده نمود این عایق‌ها شامل موارد ذیل می‌گردد:

• فوم پلی یورتان

یونولیت (پلی استایرن)

پشم سنگ

پشم شیشه

## ۲-۱۰-۳- پنجره‌ها

حدود ۴۰٪ از اتلاف انرژی از طریق پنجره‌ها صورت می‌گیرد در زمستان به قاب پنجره و یا شیشه آن دست‌بزنید خواهید دید که سرد است. این دلیل تبادل حرارتی بین قاب پنجره و شیشه با فضای بیرون است. برای رفع این مشکل با استفاده از شیشه‌های دوجداره تبادل حرارتی از طریق شیشه به حداقل ممکن خواهد رسید.

برای کاهش تبادل حرارتی از طریق قاب پنجره دو راه حل وجود دارد. استفاده از قاب پنجره که ضریب حرارتی بسیار پائینی دارد (مانند قاب های پی - وی - سی)، استفاده از نوعی قاب که بخش درونی و خارجی آن بوسیله یک عایق حرارتی از یکدیگر جدا شده اند.

## ۲-۱۰-۴- درزگیری

زمستان ها که جلوی پنجره می ایستید احساس می کنید که هوای سرد از پنجره به داخل ساختمان وارد می شود. این نفوذ هوا باعث سرد شدن فضای داخل شده و مصرف بیشتر سوخت را برای گرمایش به همراه دارد. برای رفع این نقیصه دو راه حل وجود دارد. استفاده از پنجره های استاندارد که بین قطعات ثابت و متحرک از نوار های درز گیر استفاده شده و دور شیشه های دو جداره آن لاستیک و اسفنج عرضه می گردند بین قسمت متحرک و ثابت پنجره استفاده نموده و دور شیشه ها لاستیک مخصوص نصب نمایید.

## ۲-۱۰-۵- عایقکاری حرارتی پوسته ساختمان

این نوع عایقکاری ها مشتمل بر موارد ذیل است:

عایقکاری حرارتی سقف ها

عایقکاری حرارتی دیوار ها

عایقکاری حرارتی کف های مجاور فضای باز

استفاده از پنجره های مناسب در پوسته خارجی

## ۲-۱۰-۶- جزئیات اجرایی

جزئیات اجرایی مشتمل بر موارد ذیل میگردد که جزئیات آن طبق نقشه ضمیمه گویای آن است.

عایقکاری دیوار ها

عایقکاری کف ها

عایقکاری سقف ها

## ۲-۲-۷- اقدامات بهینه‌سازی در طراحی تاسیسات ساختمان‌ها

در جهت افزایش کارایی سیستم های تاسیساتی و کاهش مصرف سوخت در ساختمان‌ها تمهیدات ذیل

- پیشن هاد می‌گردد

عایق بندی حرارتی لوله های رفت و برگشت

- عایق بندی حرارتی کانال های هوا

- استفاده از مشعل های استاندارد

- نصب شیر های رادیاتور مناسب (کاملا باز و بسته شوند)

- عایق بندی حرارتی منابع دو جداره، منابع کویلدار، منابع انبساط و کلکتور ها

- در اجرای تاسیسات، محل موتورخانه مرکزی، زیر سقف و ترجیحا در شمال ساختمان و دور از اتاق

خواب ها باشد

- استفاده از هوای برگشتی و تعبیه کانال برگشت هوا در طراحی سیستم های تهویه مطبوع در

ساختمان های مسکونی

- هواکش ها در سمت و پشت باد در ساختمان در محل های مناسب قرار گیرند.

- استفاده از سختی گیر

- نصب رادیاتور و فن کویل استاندارد با راندمان بالا • نصب رادیاتور و فن کویل در زیر پنجره ها

- نصب ترموستات بر روی دیگ

- استفاده از ترموستات در دو حالت سرمایش و گرمایش در ساختمان مهم و ضروری است

- عایق بندی حرارتی دیگ (دیگ ها باید با حداقل ضخامت ۳ سانتی متر عایق بندی شوند)

- تجهیز سیستم لوله کشی آبگرم معدنی به لوله برگشت آبگرم با عایق بندی مناسب

## ۲-۱۰-۸- مقایسه هزینه های اقدامات بهینه سازی و سایر هزینه های موجود در ساختمان ها

هزینه های اقدامات بهینه سازی در مقایسه با سایر هزینه های ساختمان از کمیت چندانی برخوردار

نیست و علاوه بر آن بخشی از هزینه ها با توجه به کاهش حجم تاسیسات ساختمانی کاهش می یابد. [۴۴]

## ۲-۱۱- ممیزی

### ۲-۱۱-۱- تاریخچه ی ممیزی انرژی در دنیا

بهینه‌سازی و توجه به مدیریت انرژی از دهه ۷۰ و همراه با بحران نفت مورد توجه قرار گرفت. پیشرفت غرب در این زمینه به گونه ای بود که از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۰ توانستند فقط یک درصد از مصرف انرژی را کاهش دهند. از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۵ این کاهش به ۱۵ تا ۲۰ درصد رسید. در سال های اول مشکلات بررسی شد و قوانین مورد نیاز وضع گردید. از جمله این قوانین می‌توان به قوانین مالیاتی اشاره کرد. در حال حاضر غرب به جایی رسیده است که برای صرفه‌جویی در انرژی نیاز به هزینه های بسیار بالایی دارد، یعنی تکنولوژی مورد استفاده توسط کشور های پیشرفته در حال حاضر حداکثر بازدهی را دارد. بنابر این اگر بخواهند تکنولوژی بهتری را استفاده کنند باید سرمایه گذاری زیادی انجام دهند. قوانین سازمان های بین المللی نیز آن ها را مجبور به کاهش مصرف و در نتیجه کاهش آلاینده ها کرده است. تهویه علت کشور های پیشرفته به فکر افتاده اند که طرح های بهینه‌سازی را در کشور های در حال توسعه انجام دهند و نیز تکنولوژی های پر مصرف را به این کشور ها منتقل کنند. از طرف دیگر چون مسئله محیط زیست هم مطرح می‌باشد و یک بحث جهانی است، بنابر این کاهش مصرف در کشور های در حال توسعه به نفع کشور های پیشرفته نیز خواهد بود. تهویه منظور ژاپن در سال آینده ۲، ۱ میلیون دلار در ایران برای بهینه سازی مصرف انرژی سرمایه گذاری خواهد کرد". [۲۷] [۴۰]

## ۲-۱۱-۲- اهداف ممیزی انرژی

بررسی کلیه تجهیزات مصرف کننده انرژی در یک سیستم مشخص (مانند یک ساختمان، مجتمع، کارخانه یا یک فرآیند خاص) / تعیین مصرف انرژی در تمام وسایل گرمایشی و سرمایشی و سهم آن ها از کل مصرف انرژی سیستم تعیین تاثیر افزایش کارایی انرژی بر روی هزینه های سیستم. برآورد پتانسیل های صرفه جویی انرژی، هزینه های مورد نیاز و دوره بازگشت سرمایه برای هر یک از برنامه های توصیه شده. بررسی راهبرد های مدیریت انرژی از جمله سیستم های بازنگری و ارزیابی مصرف انرژی و اعمال آن ها در فرآیند های مختلف.

## ۲-۱۱-۲- سطوح ممیزی انرژی

بر اساس استاندارد AS / NZS ۳۵۹۸ ممیزی انرژی در سطوح مختلف انجام می پذیرد که با توجه به میزان زمان و هزینه ای که کارفرما جهت انجام آن صرف می کند، سطح آن تعیین می شود.

### ممیزی انرژی عبوری یا سطح یک

این نوع ممیزی انرژی کم هزینه ترین ممیزی انرژی است که با بازدید از ساختمان توسط یک کارشناس خبره و با تجربه و مشاهده سوابق انرژی، نوع تجهیزات و تاسیسات و... پتانسیل های صرفه جویی انرژی به صورت کلی مشخص می گردد [۴۶]

### ممیزی انرژی مقدماتی یا سطح دو

این نوع ممیزی انرژی علاوه بر طی مراحل ممیزی انرژی عبوری برای تعیین کمی کلیه مصارف و اتلاف های انرژی کلی واحد های مختلف ساختمان نیازمند دستگاه های اندازه گیری دقیق و انجام آزمایش های متفاوت می باشد و راهکار های بهینه سازی مصرف انرژی توجیه فنی و اقتصادی می شوند.

#### ممیزی انرژی جامع یا سطح سه

این ممیزی انرژی جامعتر از ممیزی انرژی مقدماتی است. در این نوع ممیزی انرژی ضمن بررسی چگونگی و میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف نظیر روشنایی، فرآیند ها و... با تجزیه و تحلیل تفصیلی تجهیزات به کمک مدل های آنالیز (در صورت نیاز) الگوی مصرف انرژی در بخش های مختلف تعیین می گردد.

#### ممیزی انرژی جامع یا سطح سه

این ممیزی انرژی جامعتر از ممیزی انرژی مقدماتی است. در این نوع ممیزی انرژی ضمن بررسی چگونگی و میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف نظیر روشنایی، فرآیند ها و... با تجزیه و تحلیل تفصیلی تجهیزات به کمک مدل های آنالیز (در صورت نیاز) الگوی مصرف انرژی در بخش های مختلف تعیین می گردد. این ممیزی انرژی یک مرحله بالاتر و جامعتر از ممیزی انرژی مقدماتی و احد ها می باشد. در این نوع ممیزی انرژی ضمن بررسی چگونگی و میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف نظیر روشنایی، فرآیند ها و... با تجزیه و تحلیل تفصیلی تجهیزات به کمک مدل های آنالیز (در صورت نیاز) الگوی مصرف انرژی در بخش های مختلف تعیین و عملکرد واحد تحت تأثیر پارامتر های مختلف پیش بینی می گردد. [۲۸]



## فصل سوم: موقعیت مصرف انرژی

### ۳-۱- مقدمه

در گذشته، بحران های انرژی به طور طبیعی و طی مدتی نه چندان طولانی بر اساس عملکرد نیروی های بازار مدیریت می شدند. در بحران های دهه ی ۱۹۷۰، رکود جهانی متعاقب بحران، تقاضای جهانی برای نفت را کاهش داد و به همراه پیشرفت فن آوری، کاهش هزینه و افزایش بهره وری در هر دو سوی عرضه و تقاضا، بحران را حل کرد. افسانه ی وجود ذخایر فراوان و مزایای آن باعث شده بود تا همه چیز به نیروی های بازار سپرده شود و ترتیبات، تنظیمات و کنترل ها حذف گردد. ایران از جمله کشورهایی است که از منابع فراوان انرژی برخوردار است و به عنوان یکی از صادر کننده های اصلی نفت محسوب می گردد. با توجه به اینکه در میان دو منبع بزرگ انرژی جهان (دریای خزر در شمال و خلیج فارس در جنوب) قرار دارد، از جایگاه ویژه ای در سطح بین المللی برخوردار است. از جمله موارد اهمیت این می باشد که یکی از دو کشوری است که قادر است به طور مستقل و مستقیم، نفت و گاز استحصال شده از منبع عظیم دریای خزر را صادر کند، که البته از این منظر نیز به دلیل کوتاهی مسافت از رقیب صادراتی خود که روسیه می باشد، می تواند پیشی گیرد. شایان ذکر است که مصرف سرانه انرژی به تنهایی نمی تواند شاخص گویایی برای مقایسه مصرف

انرژی در کشورها باشد. مثلاً شاید علت بیشتر بودن مصرف سرانه انرژی در ایران نسبت به پاکستان، آن باشد که صنایع بیشتری در ایران مشغول به کارند براساس ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۵، شدت انرژی در ایران پنج برابر متوسط جهانی است. به عبارت دیگر برای ایجاد یک میلیون دلار درآمد ناخالص در ایران ۹۰۰ تن معادل نفت خام انرژی مصرف می‌شود در حالی که میزان مصرف انرژی در خاورمیانه برای تولید یک میلیون دلار درآمد ناخالص، حدود ۳۶۱/۱ تن معادل نفت خام است.

### ۳-۲- مقدمه ای بر انرژی

از زمانی که انسانهای اولیه شروع به استفاده از انرژی کرده اند تا حال، انرژی به انرژی های قدیمی و انرژیهای نو تقسیم بندی می شود. انرژیهای قدیمی شامل: چوب، زغال سنگ، انرژی باد (برای کشتیهای بادی)، نفت و ... می‌باشند. انرژیهای نو شامل: انرژی خورشید، باد (برای ماشینهای بادی امروزی)، هیدروژن، اتم، انرژی هسته ای و ... هستند. در تعریف انرژی می‌توانیم بگوییم که: انرژی توانایی انجام کار است. یعنی تمامی موجودات برای انجام کار باید غذا مصرف کنند تا این غذا بصورت انرژی در ماهیچه های آنها ذخیره شود که در موقع لازم بتوانند از آن استفاده کنند. با پیشرفت و انقلاب تکنولوژیک تمامی دستگاه ها و ماشینها به نوعی از انرژیهای مختلف استفاده می‌کنند. مثلاً ماشین بنزین مصرف نکند برای ما نمی‌تواند کار انجام دهد یا یخچال انرژی الکتریکی مصرف نکند، نمی‌تواند عمل سرمایشی انجام دهد. با توسعه و پیشرفت اقتصادی، اهمیت انرژی به طور فزاینده ای افزایش می‌یابد. بالا بودن شدت مصرف انرژی در تولید محصولات صنعتی، پدیده ای است که کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با آن رو به رو هستند. تاریخ تحولات انرژی نشان دهنده ی این امر بسیار مهم است که انرژی به یک عامل سیاسی در روابط بین المللی مبدل شده و کشورهای عمده ی صادرکننده ی آن، هرگز نتوانسته اند از تأثیر سیاسی آن بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی خود به دور باشند. [۴۳]

### ۳-۳- انواع سامانه های غیرفعال خورشیدی

انواع مختلفی از سامانه های غیرفعال خورشیدی وجود دارد که می توان به دیوار و سامانه دریافت

مستقیم «بالکنهای شیشه ای»، «دیوار سنگین»، «اتاقک های شیشه ای چسبیده به بنا»، «آتریوم»، «

بام حرارتی و غیره اشاره کرد

- دریافت مستقیم

- دیوار ترومپ

- آتریوم

- اتاقک های شیشه ای چسبیده به بنا

- دیوار سنگین

- پدیده ترموسیفون

- بالکن های شیشه ای

### ۳-۳-۱- سیستم دریافت مستقیم

ساده ترین سیستم غیرفعال خورشیدی است. در این سیستم نور خورشید از پنجره ها و بازشوها و نور

گیرها وارد فضای داخلی شده و به وسیله سطوح و مبلمان داخلی جذب می شود. [۳] بناهای با جذب مستقیم

که به پنجره‌های رو به جنوب که به نام پنجره‌های خورشیدی نامیده می‌شوند وابسته‌اند. نور خورشید با امواج با طول موج کوتاه از شیشه عبور کرده و داخل فضای مورد نظر می‌گردد.

این امواج پس از تابیده شدن بر روی سطوح داخلی، آن‌ها را گرم کرده و موجب انتشار امواج با طول موج بلند می‌شوند. این امواج دیگر قادر به عبور نبوده و در داخل فضا حبس می‌شوند که این امر به پدیده گلخانه‌ای معروف است. دیوار سنگین در این سیستم حرارت خورشید به‌طور مستقیم توسط دیواری که ظرفیت حرارتی بالایی دارد مثل یک (دیوار بتنی) ذخیره شده و در فضاهای داخلی پخش می‌شود. [۲۷]

### ۳-۳-۲- دیوار ترومپ

این سیستم مشابه دیوار سنگین است اما دریچه‌هایی در بالا و پایین دیوار ترومپ تعبیه می‌شود تا گرمای ذخیره شده در دیواره از طریق جابه جایی هوا به فضاهای داخلی انتقال یابد. [۱۳] از آنجایی که اولین بار فلیکس ترومپ در سال ۱۹۶۶ در فرانسه از این روش استفاده کرد، این دیوار به این اسم نامیده می‌شود. این دیوار که در فاصله کمی از شیشه قرار گرفته است از موادی با چگالی بالا مانند سنگ، آجر، خشت یا گالن‌های چرب آب ساخته شده و جداره آن‌ها رنگ آمیزی تیره دارند. فاصله بین شیشه و دیوار می‌بایست حداقل در حدود ۸ تا ۱۰ سانتی‌متر باشد تا گردش هوا به سادگی صورت پذیرد. [۱۲]

### ۳-۳-۳- آتریوم

آتریوم یک فضای میانی مثل یک حیاط مرکزی در بنا است که دارای سقف شفاف و آفتاب‌گیر است و بخش‌ها و فضاهای مختلف ساختمان پیرامون فضای آتریوم شکل می‌گیرد. پرتوهای حرارت زای خورشیدی از

طریق سقف شیشه‌ای وارد فضای آتریوم شده و بدین طریق (پدیده گلخانه‌ای) انرژی حرارتی در فضای آتریوم ذخیره شده و از طریق بازشوها و جداره‌های پیرامون آتریوم وارد فضای داخلی می‌شود.

اما آنچه که مهم است برای ممانعت از گرم شدن فضاها در داخل تابستان بایستی فضای آتریوم به نحوی مطلوب تهویه شده و سقف شیشه‌ای آن به‌طور مؤثری با سایه‌بان‌های مناسب پوشانده شود. [۴]

### ۳-۳-۴- پدیده ترموسیفون

گردش همرفتی یک سیال که در یک سیستم بسته اتفاق بیفتد، جایی که سیال سرد به جای سیال گرم در همان سیستم جایگزین می‌گردد، ترموسیفون نامیده می‌گردد. این سامانه در واقع یک چرخهٔ جابجایی طبیعی است. در این سامانه، مرحلهٔ جذب انرژی می‌تواند به صورت متصل به ساختمان یا کاملاً در محیطی جداگانه صورت گرفته و حرارت جذب شده توسط کانال به فضای مورد نظر هدایت و در مکان مناسبی مانند دال بتنی یا انبارهٔ سنگی که معمولاً بالاتر از سطح جذب‌کننده قرار دارد، ذخیره گردد. [۲۶]

در طراحی ساختمان غیرفعال خورشیدی پنجره‌ها، دیوارها، کف هاطوری ساخته شده‌اند که در زمستان انرژی خورشید را جمع و ذخیره می‌کنند و آن را به شکل گرما توزیع می‌کنند ولی در تابستان از ورود آن جلوگیری می‌کنند. این سیستم، سیستم غیرفعال خورشیدی نام گرفته است، زیرا برخلاف سیستم‌های فعال خورشیدی از وسایل الکتریکی و مکانیکی استفاده نمی‌کند. کلید طراحی یک ساختمان غیرفعال خورشیدی استفاده مؤثر از اقلیم منطقه است. عناصری که باید مد نظر قرار گیرند شامل: موقعیت پنجره‌ها، سایز آنها، نوع جداره، عایق حرارتی، جرم حرارتی و سایه است. سامانه غیرفعال خورشیدی به سادگی در ساختمان‌های جدید قابل استفاده است، علاوه بر آن در ساختمان‌های موجود نیز قابل اجرا است.

### ۳-۴- فایده سامانه غیرفعال

تکنولوژی سیستم غیرفعال از نور خورشید بدون استفاده از سیستم‌های مکانیکی بهره می‌برد. (برخلاف سیستم فعال خورشیدی) این تکنولوژی نور خورشید را به گرمای قابل استفاده در آب، هوا و جرم حرارتی تبدیل می‌کند، که باعث جابجایی هوا برای تهویه یا استفاده بعدی می‌شود. (با استفاده محدود از دیگر منابع انرژی) یک مثال معمولی اتاق آفتابگیر در ضلع آفتابگیر (در ایران ضلع جنوبی) ساختمان است. سرمایه‌گذاری غیرفعال نیز برای کاهش نیاز سرمایه‌گذاری اصول طراحی مشابهی دارد. برخی از سیستم‌های غیرفعال برای کنترل دامپرها (تعدیل‌کننده‌ها)، کرکره‌ها و عایق‌های شبانه و وسایل دیگری که جمع‌آوری، ذخیره و استفاده از انرژی خورشید را افزایش می‌دهند یا انتقال حرارت نامطلوب را کاهش می‌دهند، مقدار اندکی از انرژی مرسوم (الکتریکی یا غیره) استفاده می‌کنند. تکنولوژی‌های سیستم غیرفعال خورشیدی شامل: دریافت مستقیم و غیرمستقیم نور خورشید برای گرمایش فضا، آبگرمکن خورشیدی با استفاده از ترموسیفون یا پمپ آبگرم، استفاده از جرم حرارتی یا مصالح متغیر (دارای قابلیت تغییر در خواص، مصالح هوشمند) برای کند کردن نوسانات حرارتی داخلی، خوراک پزهای خورشیدی، دودکش خورشیدی برای ارتقاء تهویه طبیعی و زمین پناه. [۲۸]

### ۳-۵- مطالعات داخلی پیرامون بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان

در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان اقداماتی صورت گرفته است. مقالاتی که در همایش ملی انرژی و همایش بهینه سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان ارائه شده نمونه ای از مطالعات در زمینه ی بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان است. شرکت های ارائه دهنده ی خدمات انرژی و تولید کننده تجهیزات بهینه سازی مصرف انرژی نیز در این زمینه تحقیقاتی انجام داده اند که در این پژوهش از این

تحقیقات استفاده شده است. در اینجا چکیده ی چند مورد از تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته است را بیان می کنیم.

پروژه تحقیقاتی شرکت منشور سیمین با سازمان بهینه سازی مصرف انرژی در مورد استفاده از دمپره های خودکار موتورخانه با توجه به نتایج مفید استفاده از دمپر خودکار دودکش در کشورهای صنعتی پیشرفته و کاهش قابل ملاحظه در مصرف سوخت ساختمانها که موجب اجباری شدن استفاده از آن در کشورهایی نظیر آمریکا گردیده است، انجام تحقیقات و طراحی، تولید انبوه و نصب دمپره های خودکار خانگی در کشور، اثرات قابل ملاحظه ای در کاهش مصرف سوخت، استهلاک تجهیزات هزینه های سوخت ساختمانها خواهد داشت و پیشنهاد می گردد پس از طی مراحل کامل ساخت داخل، استفاده از این روش بهینه سازی در بخش تاسیسات حرارتی ساختمان با توجه به ارزان بودن قیمت تجهیزات و دوره بازگشت کوتاه سرمایه اجباری گردد امکان سنجی فنی و اقتصادی استفاده از مبدل حرارتی صفحه ای در سیستم های حرارت مرکزی در این مقاله امکان استفاده از مبدل حرارتی صفحه ای در سیستم حرارت مرکزی بجای منبع کویل دار و یا منبع دوجداره از دو دیدگاه فنی و اقتصادی مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از انجام این جایگزینی بهبود عملکرد سیستم حرارت مرکزی و در نتیجه صرفه جویی در مصرف گاز طبیعی می باشد. در بخش فنی امکان سنجی، انواع مختلف مبدل حرارتی صفحه ای و امکان استفاده از آنها در سیستم حرارت مرکزی بررسی شده است. بر اساس نتایج، از میان انواع مبدلهای حرارتی صفحه ای، دو نوع مبدل صفحه ای لحیم شده و مبدل صفحه و فریم نسبت به سایر انواع آن، در سیستم حرارت مرکزی بیشتر مورد استفاده قرار میگیرند. مزایا و معایب عملکرد آنها در این سیستمها مورد مطالعه قرار گرفته است. در بخش اقتصادی، سرمایه گذاری در سیستم های حرارت مرکزی موجود و سیستم های حرارت مرکزی در دست احداث، از دیدگاه مصرف کننده و دیدگاه ملی بطور مجزا بررسی شده و نتایج ارائه گردیده است. از آنجا که بخش خانگی

حدود ۹۴ درصد از استفاده کنندگان از سیستم حرارت مرکزی را شامل می شود، نتایج تحلیل اقتصادی با توجه به تعرفه های مربوط به این بخش ارائه شده است. به منظور ارائه نتایج حاصل از تحلیل اقتصادی، از معیارهای ارزش فعلی خالص و دوره بازگشت سرمایه استفاده شده است. بر اساس این نتایج، استفاده از مبدل حرارتی صفحه ای در ساختمان های در دست احداث از هر دو دیدگاه مصرف کننده و ملی دارای توجیه اقتصادی است. این موضوع در حالی است که جایگزینی این مبدلها در سیستمهای حرارت مرکزی موجود بجای منبع کویلدار و یا منبع دوجداره مقرون به صرفه نیست. آنالیز حساسیت انجام شده بر روی نتایج نشان میدهد که دوره بازگشت سرمایه در سیستم های حرارت مرکزی موجود با افزایش قیمت گاز مصرفی در بخش خانگی کاهش می یابد.

بررسی اقتصادی سه راهکار کاهش مصرف انرژی حرارتی در ساختمان ها در این تحقیق به معرفی و شرح ۳ راهکار مفید در جهت کاهش مصرف انرژی که شامل استفاده از چیلرهای جذبی به جای چیلرهای تراکمی، عایق بندی پوسته خارجی ساختمان و استفاده از ترموستات های هوشمند می پردازد و بررسی اقتصادی این سه گزینه با استفاده از روش های اقتصاد مهندسی روی یک ساختمان دولتی به عنوان مطالعه موردی، بهترین راهکار را برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان مورد مطالعه هم از لحاظ اقتصادی و هم از نظر سایر محدودیت ها می یابد و به مدیران سازمان این آگاهی را می دهد که سرمایه گذاری روی طرح منتخب در طول عمر مفید آن علاوه بر آنکه کمک شایانی به کاهش مصرف انرژی می کند، می تواند مخارج سازمان را کاهش داده و وضعیت مالی را در سال های بازدهی طرح بهبود بخشد. اگرچه در این تحقیق محور مطالعه سازمان های دولتی هستند، اما طرح های بیان شده بعضاً قابل پیاده سازی روی سایر ساختمان ها نیز می باشند.

از آنجا که برای مقایسه اقتصادی پروژه ها نیازمند ارقام هزینه های هر طرح و قیمت های آن ها در بازار مصرف می باشیم، شرح این نکته حائز اهمیت به نظر می رسد که تاکید این پروژه بیشتر بر روی طرح ها، ارقام هزینه ها، شیوه انجام کار و ارائه یک طرح توجیهی برای دست اندرکاران امر می باشد و گر نه قیمت ها با توجه به گذشت زمان و انتخاب بازار خرید متفاوت خواهند بود و یا برای ساختمان هایی دیگر با شرایطی متفاوت ممکن است راهکارهای دیگری غیر از این سه راهکار توجیه اقتصادی داشته باشند. راهکارهای مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از تعویض چیلر-ترموستات-عایق بندی است

### ۳-۶- مصرف انرژی در جهان

پیش بینی می شود تا ۲۵ سال دیگر مصرف انرژی در جهان ۵۰ درصد افزایش یابد. به نظر می رسد که اشتباهی ما برای انرژی و سوخت سیری ناپذیر است. در صد سال گذشته، وابستگی جهان به انرژی به شدت افزایش یافته است. مصرف انرژی در ۵۰ سال گذشته بیشتر از مصرف انرژی در دو قرن پیش از آن بوده است. ما به شدت به سوخت های فسیلی که رو به پایان هستند، وابسته شده ایم. در حال حاضر نفت، گاز و زغال سنگ ۸۰ درصد از انرژی مصرفی جهان را تامین می کند. در این حال انرژی های قابل تجدید مانند انرژی های خورشیدی، بادی و ژئوترمال (انرژی گرمایی زمین) تنها یک درصد از تقاضای انرژی در جهان را تامین می کنند. بنابراین، آیا در آینده نزدیک دچار بحران کمبود انرژی خواهیم شد؟ به گفته سازمان بین المللی انرژی، منابع نفت و گاز شناخته شده جهان از نیاز فعلی ما بیشتر است و چنین احتمالی وجود ندارد. در عین حال، منابع طبیعی انرژی به طور یکسان در سطح جهان پراکنده نشده اند.

دو سوم ذخایر نفت جهان در اختیار کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا قرار دارد. دولت های این کشورها برای بهره برداری مناسب از این میادین نفتی که برای سایر کشورها اهمیت زیادی دارند، به تعهد، منابع مالی و دانش فنی نیاز دارند.

### ۳-۶-۱- اهمیت انرژی در معادلات جدید بین الملل

تحولات جهانی در دهه اخیر موجب توجه بیشتر به توسعه شده است. ظهور قدرت های جدید اقتصادی، اهمیت رفاه عمومی و رقابت قدرت ها و کشورها در عرصه اقتصاد، مصرف انرژی در جهان را افزایش داده است. عدم تناسب روزافزون میان تولید و مصرف انرژی در سطح جهانی، امنیت انرژی را که سال ها در حاشیه مباحث امنیت بین المللی قرار داشت، به متن این مباحث وارد کرده است. نماد این موضوع، رایزنی ها و مذاکرات ماه های اخیر در سطوح مختلف و توجه بیشتر کشورهای صنعتی به اطمینان از تأمین انرژی و تضمین امنیت آن می باشد در واقع، فضای بازار آزاد دهه ی ۱۹۹۰، موضوع امنیت انرژی را به اقتصاد جهانی متصل کرد. برخی امنیت انرژی را به معنی محافظت از اقتصاد داخلی از حیث تغییر قیمت ها، تورم، نرخ رشد اقتصادی و انتقال ثروت و هم محافظت از نظام های اقتصاد و مالیه ی بین الملل می دانند.

### ۳-۶-۲- انرژی به عنوان متغیر اساسی در رشد کشورهای آسیایی

طبیعتاً در این میان آسیا به عنوان پویاترین منطقه اقتصادی جهان از بالاترین حساسیت و قابلیت برخوردار است. نرخ رشد مصرف انرژی در آسیا که بالاترین « امنیت انرژی » ضربه پذیری در بحث نرخ در جهان است و نیز توسعه سریع آن شاهدهی بر این مدعاست. بر مبنای آمار سازمان بین المللی انرژی، آسیای در حال توسعه (به جز ژاپن و کره جنوبی) تقاضا برای انرژی در جهان را تا سال ۲۰۴۲ ۳۰ درصد افزایش خواهد داد، این در حالی است که ایالات متحده و کانادا در همین مدت، فقط ۲۶ درصد تقاضای جهانی برای انرژی را

افزایش خواهند داد. در واقع، نیاز شدیداً رو به افزایش کشورهای آسیایی به انرژی و لزوم تأمین آن از منابع خارجی، موضوع امنیت انرژی را به مسئله ای حیاتی برای این کشورها تبدیل کرده است. به همین دلیل در آینده هر چه اقتصاد و صنعت در آسیا بیشتر توسعه یابد به تناسب موضوع، تأمین انرژی مورد نیاز و امنیت آن در روابط خارجی این کشورها اهمیت پیدا می کند.

### ۳-۶-۳- بررسی پیشنهادی عرضه و تقاضای انرژی در جهان

در گذشته، بحران های انرژی به طور طبیعی و طی مدتی نه چندان طولانی بر اساس عملکرد نیروی های بازار مدیریت می شدند. در بحران های دهه ی ۱۹۷۰، رکود جهانی متعاقب بحران، تقاضای جهانی برای نفت را کاهش داد و به همراه پیشرفت فن آوری، کاهش هزینه و افزایش بهره وری در هر دو سوی عرضه و تقاضا، بحران را حل کرد. افسانه ی وجود ذخایر فراوان و مزایای آن باعث شده بود تا همه چیز به نیروی های بازار سپرده شود و ترتیبات، تنظیمات و کنترل ها حذف گردد. در سال ۱۹۸۵، هنگامی که قیمت ها پایین آمد، اوپک ۱۵ میلیون بشکه در روز ظرفیت تولید اضافی در اختیار داشت که معادل ۵۰٪ ظرفیت تولید کل این کشورها و ۲۵٪ تقاضای جهانی می شد. در سال ۱۹۹۰، هنگام حمله ی عراق به کویت ظرفیت اضافی تولید جهان ۵ الی ۵/۵ میلیون بشکه در روز بود که بالغ بر ۲۰٪ ظرفیت تولید اوپک و ۸٪ تقاضای جهانی می شد. این میزان مازاد ظرفیت تولید می توانست نوسانات عرضه ی نفت را کنترل و بحران های نفتی را مدیریت کند. این تحولات توجه به مقوله انرژی را افزایش داد و موجب شد که دغدغه های امنیت انرژی گسترش یابد. در بازار جهانی انرژی استقلال مطلق وجود ندارد و در میان مصرف کنندگان و تولیدکنندگان وابستگی متقابل وجود دارد. [۲۷]

### ۳-۶-۴- بازار جهانی انرژی

بررسی و وضعیت جهانی نفت نشان می‌دهد که تا آینده‌ی قابل پیش‌بینی تقاضا برای انرژی افزایش خواهد یافت و انتظار می‌رود که نفت همچنان به عنوان مهمترین حامل انرژی ملزم به پاسخ‌گویی به نیازهای فزاینده‌ی انرژی جهانی باشد. روند فزاینده‌ی مصرف جهانی نفت حاکی از آن است که تقاضای نفت از ۸۳ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۰۵ به ۱۱۸ میلیون بشکه در روز تا سال ۲۰۳۰ افزایش می‌یابد. میزان مصرف نفت کشورهای سازمان همکاری و توسعه‌ی اقتصادی که اخیراً ۶۰٪ مصرف جهانی را به خود اختصاص داده‌اند تا سال ۲۰۳۰، تا سقف روزانه چهار میلیون بشکه افزایش یافته و به ۵۳ میلیون بشکه در روز خواهد رسید. همچنین کشورهای در حال توسعه بیشترین سهم را در افزایش مصرف جهانی نفت خواهند داشت؛ مصرف نفت این کشورها تا سال ۲۰۳۰ دو برابر شده و از ۲۹ میلیون بشکه در روز به ۵۸ میلیون بشکه خواهد رسید. دو سوم این افزایش مصرف این کشورها، متعلق به کشورهای آسیایی در حال توسعه است که افزایش مصرفی معادل ۲۰ میلیون بشکه در روز را به خود اختصاص خواهند داد. تا سال ۲۰۳۰ بخش حمل و نقل جهانی، منبع اصلی افزایش تقاضای جهانی نفت خواهد بود. اگرچه رشد بخش حمل و نقل در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه‌ی اقتصادی ادامه خواهد داشت ولی رشد اصلی بازار خودرو، اتوبوس و کامیون متعلق به کشورهای در حال توسعه است. برای مثال دو سوم جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که تعداد خودروهای آنها یک خودرو به ازای هر بیست نفر جمعیت است و این جمعیت اساساً در کشورهای در حال توسعه متمرکز شده‌اند. انتظار می‌رود حجم کل بازار خودرو از ۷۰۰ میلیون در سال ۲۰۰۵ به ۱ میلیارد خودرو تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد و بر این اساس حجم جهانی خودروهای تجاری دو برابر شود.

دومین منبع اصلی افزایش جهانی مصرف نفت، بخش‌های صنعت و مصرف خانگی کشورهای در حال توسعه خواهد بود که تا سال ۲۰۳۰ به افزایش مصرفی معادل ۱۱ میلیون بشکه در روز منجر می‌گردد. مصرف خانگی نفت در کشورهای در حال توسعه با چرخش از سوخت‌های سنتی به نفت مرتبط است. انتظار می‌رود،

این روند به خصوص در کشورهای فقیر در حال توسعه ی آفریقا و آسیا با افزایش شهرنشینی، تداوم یابد. البته علی رغم ادامه ی رشد تولید و مصرف برق، انتظار نمی رود مصرف نفت در این بخش رشد قابل توجهی داشته باشد. پیش بینی می شود که به طور کلی منابع کافی برای پاسخ گویی به افزایش تقاضای آینده وجود داشته باشد. تخمین های بررسی زمین شناسی ایالات متحده نشان می دهد که از دهه ی ۱۹۸۰ منابع نهایی قابل استحصال دو برابر شده است در حالی که مجموع تولید در همین دوره کمتر از یک سوم این میزان افزایش یافته است. این امر به دلیل عواملی نظیر به کارگیری فن آوری های نوین، اکتشافات موفق و احیا و استفاده ی بهینه از مخازن موجود و مهمتر از همه ی اینها، وجود منابع گسترده ی غیرمتعارف نفتی برای اکتشاف و توسعه بوده است.

بر اساس پیش بینی ها، عرضه ی نفت غیروپک در ابتدا تا سال ۲۰۲۰ تا سقف ۴۸ میلیون بشکه در روز افزایش خواهد یافت و سپس رو به کاهش خواهد نهاد. این افزایش موقتی ناشی از افزایش عرضه ی منابع آمریکای لاتین (به خصوص برزیل) روسیه و خزر خواهد بود که تا سال ۲۰۲۰ کاهش تولید نفت دریای شمال را جبران خواهد کرد. مناطق خاورمیانه و آفریقا تا سال ۲۰۱۰ یک رشد ملایم افزایش عرضه خواهند داشت، که این افزایش عرضه در سال های آتی تا سقف پنج میلیون بشکه در روز خواهد رسید. این روند کلی حاکی از افزایش میزان وابستگی جهان به نفت اوپک تا سال ۲۰۳۰ است [۲۸]

### ۳-۶-۵- عرضه و تقاضای انرژی در آسیا

نرخ رشد مصرف انرژی در آسیا در دهه گذشته که بالاترین نرخ را در جهان تشکیل می دهد و نیز توسعه سریع آن موضوع تأمین انرژی و امنیت آن را برای کشورهای در حال توسعه این قاره به یکی از مسائل مهم تبدیل کرده است. بر مبنای آمار سازمان بین المللی انرژی، آسیای در حال توسعه (به ۴۲ درصد افزایش

خواهد داد، جز ژاپن و کره جنوبی) تقاضا برای انرژی در جهان را تا سال ۲۰۳۰ این در حالی است که ایالات متحده و کانادا در همین مدت فقط ۲۶ درصد تقاضای جهانی برای انرژی را افزایش خواهند داد. آمار و ارقام مربوط به ذخایر نفتی جهان نشان می دهد که در حال حاضر ۱۱۱۸ میلیارد بشکه ذخایر نفتی اثبات شده در سراسر جهان وجود دارد که از این میزان ۷۳۵ میلیارد بشکه (۶۲٪) در منطقه ی خلیج فارس متمرکز است. وضعیت مشابهی نیز درخصوص تمرکز منابع گازی جهان در منطقه ی خلیج فارس وجود دارد، به نحوی که ۴۰٪ ذخایر گازی جهان در این منطقه واقع شده است. براساس پیش بینی های انجام شده، تولید روزانه نفت خام کشورهای حوزه خلیج فارس در سال ۲۰۱۰ به ۲۶ میلیون بشکه و در سال ۲۰۲۰ به ۳۵ میلیون بشکه افزایش خواهد یافت. در نتیجه این افزایش سهم این منطقه در تولید جهانی نفت خام از حدود ۲۷ درصد به ۳۳ درصد در سال ۲۰۲۰ رشد خواهد کرد

بر اساس این پیش بینی سهم آسیا در این افزایش مصرف کشورهای در حال توسعه ۶۹٪ خواهد بود. رشد انفجاری مصرف انرژی در آسیا سهم عمده ی افزایش مصرف جهانی انرژی را بر عهده خواهد داشت. در کشورهای در حال صنعتی شدن آسیایی میزان رشد مصرف سالانه ی انرژی به طور ۱٪ می باشد. بر اساس پیش بینی های آژانس / متوسط ۳٪ است در حالی که این نرخ برای کل جهان ۷٪ بین المللی انرژی رشد مصرف منطقه باعث افزایش ۴۰٪ کل مصرف جهانی انرژی خواهد شد. تا سال ۲۰۱۰ میزان مصرف نفت آسیا به ۲۵ الی ۳۰ میلیون بشکه در روز خواهد رسید که بخش عمده ی آن از خلیج فارس وارد خواهد شد. رشد مصرف انرژی در دهه گذشته در آسیا و چشم انداز استمرار این روند، موضوع تأمین انرژی و امنیت آن در این قاره را به موضوعی بسیار مهم و پیچیده تبدیل کرده است. این مزیت در آسیا وجود دارد که منطقه غرب آن به عنوان تأمین کننده انرژی و منطقه شرق آن (به علاوه هند) به عنوان مصرف کننده انرژی در شرایط جدید جهانی، زمینه همکاری بر محور انرژی را فراهم کند. حوزه انرژی محور وابستگی متقابل «می تواند زمینه های

مناسبی را برای آغاز دیالوگی سازنده جهت ایجاد یک «الگوی آسیایی امنیت انرژی» فراهم نماید به نحوی که در نهایت به استقرار یک «غربی - شرقی بینجامد» [۲۵].

### ۳-۷- طراحی ساختمان اداری

شیوه های طراحی ادارات در حال تحول است. تا چندین دهه پیش به خصوص در کشورهای انگلوساکسون در طراحی ادارات به کارمندان اهمیتی نمی دادند. سازندگان ساختمان های اداری به فکر سود بیشتر و ریسک کمتر و راحتی خودشان بودند و ساختمان ها پاسخگوی نیازهای نسبتاً ساده اداری بود که گردش کاری یکنواخت و ثابتی داشتند. امروزه مسئله عمده این است که آیا این ساختمان های اداری می توانند بدون تغییرات اساسی همچنان پاسخگوی نیازهای جدید سازمانی باشند یا خیر.

#### ۳-۷-۱- ادارات جدید

ده سال پیش نخستین موج تکنولوژی گردش اطلاعات ادارات را فرا گرفت. گردانندگان مجبور بودند فکری به حال کایلهای ارتباطی بکنند، در فضاهای داخلی گرمای بیشتری تولید می شد و محل قرار گرفتن دریچه های تهویه مطبوع اهمیت بیشتری پیدا کرد. مشکل اصلی در آن زمان که اکنون هم ادامه دارد این بود که چطور می توان تغییرات سریع سازمانی را با معماری ای که قرار است دیر زمانی باید آشتی داد. امروزه نیز تبعات غیر مستقیم تکنولوژی اطلاعات که دست و پای خود را همه جا گسترده و شکل سازمان ها و توزیع کارکنان آنها و برنامه زمان بندی کاریشان را تغییر می دهد مشکل مشابهی ایجاد کرده است. در دهه ۸۰ مسئله اصلی از بین رفتن نوع خاصی از ساختمان اداری بود و امروزه مشکل این است که فرم کار معمول ساعت ۹ صبح تا ۵ عصر به تدریج منسوخ می شود و به این ترتیب تمامی الگوهای استخدام، مکان یابی، رفت و آمد که صدها سال است به شهرهایمان شکل داده اند دستخوش تغییر شده اند.

بازاندیشی یا تغییر سازمانی کار اداری به استفاده فشرده‌تر از فضای اداری و استفاده همزمان time slating می‌انجامد. این برای سازندگان خبرچندان خوشی نیست. در حالی که استفاده‌کنندگان می‌خواهند نهایت استفاده را از فضا ببرند تا در بازار رقابت موفق باشند یا دست کم دوام بیاورند، سازندگان به فکر این هستند که برای جلب خریدار تجهیزات بیشتری به ساختمان‌ها بیفزایند تغییر کاربری (یا قضاها را به قامت مشتریان خاص بدوزند. معماران چه در سطح استراتژی طراحی و چه از نظر مدیریت امکانات تاکتیکی باید به کارفرمایان و مشتریان‌شان نزدیک تر شوند. مشتریان امروزه جایی هستند که قدرت آنجاست که مسلماً دیگر معاملات املاک قدیمی و سازمانی نیست و نیازهای کارفرمایان نیز با شتابی بیش از هر زمان دیگر در حال تغییر است.

### ۳-۷-۲- هماهنگی عرضه با تقاضا

طراحی ساختمان‌های اداری با مشکل ساده انگاری طراحان، سازندگان و کارفرمایانی روبه‌رو بوده که به جواب‌های از پیش آماده و کتابی قناعت کرده و مسائل را به دقت بررسی نکرده‌اند. چیزی به نام ساختمان همه‌منظوره وجود ندارد و درک این نکته برای معمارانی که به سنت فضاهای جهانی دوران مدرنیسم تعلق دارند، آسان نیست. سازندگان و مؤسسات مالی هم که بودجه این پروژه‌ها را تأمین می‌کنند این را که بخشهای مختلف بازار نیازهای متفاوت و متغیری دارند به سختی می‌پذیرند.

### ۳-۷-۳- ارتقای رضایت، کیفیت زندگی و آسایش

به آسانی نمی‌توان یک ساختمان خوب را تعریف کرد اما در هر حال ساختمانی است که نیازهای سازمانی را با هزینه‌ای معقول و بدون تلاش‌های اضافی بر می‌آورد و کاربرانش از کار کردن در آن خرسندند برای این کار به دستور پروژه‌ای خوب، طراحی خوب و مدیریت خوبه نیاز است و چهار شرط اصلی باید

برآورده شود: تطابق طرح با طیف وسیعی از نیازهای تأسیساتی و کیفیت های فضایی گوناگون ساختمان باید راحتی کاربران را فراهم کند . برای مثال علاوه بر تأسیسات جداره ای و هسته ای ( facilities - shell ) - and core ساختمان های اداری ممکن است دارای طیف وسیع تری از تأسیسات ( از جمله تهویه طبیعی و نورپردازی ) در فضاهای داخلی باشند.

### ۳-۷-۴- ارتباط با دنیای بیرون

کارکنان دوست دارند نزدیک پنجره ای شفاف باشند در آلمان و اسکاندیناوی این تقریباً نوعی حق به شمار می آید و طرحهای معماری از آن متأثر شده اند، به طوری که پلانهای آزاد به تدریج جای خود را به طرح های متنوع تری در مقیاس خانگی می دهند که حول یک هسته مرکزی یا اطراف راهرویی شکل گرفته اند که بخش های خدماتی مشترک در آن مستقر شده است. البته این موضوع در هر کشور متفاوت است و نمی توان آن را به صورت الگویی برای استفاده در همه جا تواسیه کرد. تفاوت های اقلیمی و فرهنگی باعث می شود که صدور گونه های اقلیمی و فرهنگی از یک نقطه به نقطه دیگر گار چندان ساده و درستی نباشد. فضاهای داخلی با کیفیت محیطی بهتر، سالم تر و دارای بازدهی بیشتر از همه نظر گرما، نور، صدا، رنگ و کیفیت

### ۳-۷-۵- هوا

تنظیم مورد آخر از همه مشکل تر است چرا که تهویه طبیعی حتی زمانی که کیفیت هوای بیرون مناسب نیست از نظر روانی مطلوب تر از تهویه مکانیکی است . عامل دیگر سرزندگی کارمندان است سرمایه گذاری برای ساخت ساختمانی که هم خوب کار کند هم کار کردن در آن دلپذیر باشد از لحاظ اقتصادی در دراز مدت عاقلانه تر از ساختمانی است که عملکردی است اما دوست داشتنی نیست.

### ۳-۷-۶- کنترل استفاده کنندگان بر محیط اطراف

روانشناسان دریافته اند که دخالت دادن عامل انسانی مثلاً تعبیه پنجره هایی که بتوان آنها را باز کرد نقش مهمی در تلقی افراد از کیفیت زندگی شان دارد. این امر ممکن است به طراحی، تندرستی و مسائل اجتماعی ربط داشته باشد. به همان اندازه که افراد ارج و قرب خود در سازمان را با مقداری که از خزانه سازمان برایشان هزینه می شود می سنجند، به همان اندازه هم، شأن خود را متناسب با اختیاری می دانند که در تغییر محیط اطرافشان دارند. هنوز از جنبه های رفتاری سیستم های کنترل محیط که در عین سادگی پیچیده اند چیز زیادی نمی دانیم.

### ۳-۸- مصرف انرژی در ایران

ایران از جمله کشورهایی است که از منابع فراوان انرژی برخوردار است و به عنوان یکی از صادرکننده های اصلی نفت محسوب می گردد. با توجه به اینکه در میان دو منبع بزرگ انرژی جهان (دریای خزر در شمال و خلیج فارس در جنوب) قرار دارد، از جایگاه ویژه ای در سطح بین المللی برخوردار است

از جمله موارد اهمیت این می باشد که یکی از دو کشوری است که قادر است به طور مستقل و مستقیم، نفت و گاز استحصال شده از منبع عظیم دریای خزر را صادر کند، که البته از این منظر نیز به دلیل کوتاهی مسافت از رقیب صادراتی خود که روسیه می باشد، می تواند پیشی گیرد. میانگین تولید نفت روزانه ی ایران در سال ۲۰۰۵ رقمی در حدود ۴ میلیون بشکه بوده است. البته حداکثر میزان تولید روزانه ایران به سال ۱۹۷۴ و با رقمی بالغ بر ۶ میلیون بشکه باز می گردد که پس از وقوع انقلاب سال ۱۳۵۷ بر طبق سیاست کاهش تولید این مقدار کاهش پیدا کرد و از طرفی با شروع جنگ ایران و عراق و آسیب دیدن تاسیسات استخراج این میزان بیش از پیش کاهش یافت. در آستانه دهه ی ۲۰۰۰ روند تولید نفت در ایران به طور فزاینده غیر موثر عمل

کرد که از دلایل اصلی آن می‌توان به کمبود تکنولوژی لازم در این زمینه اشاره کرد. به همین جهت تعداد اندکی چاه در سال ۲۰۰۵ برای اکتشاف منابع جدید حفر شدند. ایران دارای ۱۰٪ از منابع کشف شده نفت جهان است. ایران به جز منابع متمرکز نفت در سواحل خلیج فارس دارای منابعی نیز در شمال کشور است. ایران همچنین با دارا بودن ۱۵٪ از کل منابع گاز جهان دومین کشور دارنده منابع گاز طبیعی است که بیشتر این گاز در مصارف خانگی به مصرف می‌رسد. با این وجود ایران در سال ۲۰۰۵ حدود ۴ میلیارد دلار برای وارد کردن سوخت هزینه کرده است که دلایل اصلی آن قاچاق سوخت و پایین بودن راندمان مصارف خانگی است که عموماً به علت پرداخت یارانه های سوختی به وجود آمده اند. اگرچه مصرف انرژی در کشورهای توسعه یافته، به دلیل حجم گسترده فعالیت های صنعتی بالا است کشورهای در حال توسعه، مانند ایران، نیز به دلیل زندگی سنتی با مصرف بی رویه انرژی مواجه هستند. بر اساس آمار منتشر شده از سوی دفتر مطالعات شرکت بریتیش پترولیوم، مصرف انرژی در ایران بسیار بیشتر از کشورهایی است که از نظر توسعه یافتگی در سطح بالاتری نسبت به ایران قرار دارند. [۳۸]

بر اساس این گزارش متوسط مصرف سالانه انرژی در ایران معادل ۱۵۵ میلیون تن ۴۲۰ (میلیون لیتر در روز) است و این کشور از این نظر در رتبه سیزدهم جهان جای گرفته است. کشورهایی که مصرف بیشتری از ایران دارند یا در جرگه کشورهای توسعه یافته بوده و یا در این مسیر قرار گرفته اند.

### ۳-۸-۱ آینده ی مصرف انرژی در ایران

براساس محاسبات مراکز رسمی، اگر با همین روال، مصرف انرژی در کشور دنبال شود در سال ۱۴۰۴ نه تنها صادرات انرژی را در برنامه نخواهیم داشت، بلکه به عنوان وارد کننده اصلی حوزه انرژی به شمار خواهیم رفت. هدر رفت انرژی کشورمان در چهار بخش تولید، انتقال، توزیع و مصرف صورت می گیرد. در این وضعیت،

دولت دهم مسئولیت خطیری را در تنظیم قوانین و مقررات لازم در راستای اصلاح الگوی مصرف انرژی برعهده خواهد داشت. این مطلب، به ارزیابی وضعیت مصرف انرژی در ایران در مقایسه با جهان می پردازد که گویای وضعیت نگران کننده ای است. انرژی یکی از مهم ترین عوامل ضروری برای توسعه کشور است. در ایران منبع اصلی تامین انرژی، انرژی های فسیلی هستند که مصرف آنها به کاهش ذخایر و در نهایت اتمام آنها منجر می شود. مصرف انرژی به خصوص سوخت های فسیلی مهم ترین عامل آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی نیز هست. به همین دلیل استفاده بهینه از انرژی در فرایند توسعه اقتصادی همواره به عنوان یک هدف مهم در توسعه پایدار مدنظر بوده است. براساس آمار مرکز تحلیل اطلاعات دی اکسید کربن ایالات متحده آمریکا، هم اکنون ایران یازدهمین کشور آلاینده دنیا از جنبه تولید گاز CO<sub>2</sub> به شمار می رود.

وضعیت کشورهای مختلف جهان از نظر چگونگی مصرف انرژی و میزان اثربخشی آن بر توسعه عموماً مصرف، «مصرف سرانه» اقتصادی، نسبت به ایران بسیار مطلوب تر است. مثلاً از لحاظ شاخص سرانه ی انرژی در جوامع توسعه یافته به دلیل درآمد سرانه ی بالا و امکان بهره برداری از کالاها و خدمات متنوع، بیشتر است. در عین حال در این کشورها افزایش بهره وری منجر به تعدیل مصرف انرژی شده است. آمارها نشان می دهد در ایران و کشورهایی که ذخایر انرژی بالایی دارند، مصرف انرژی نه تنها در مقایسه با کشورهای پیشرفته، بلکه در مقایسه با دیگر کشورهای در حال توسعه نیز به وضوح بیشتر است. علت این وضعیت، بهره وری پایین در بهره برداری، مصرف بالای انرژی و استفاده از کالاها و خدمات انرژی بر است که ریشه همه آنها، ارزان بودن انرژی در این کشورهاست. مصرف سرانه انرژی در کشورهای در حال توسعه همچون ترکیه، هند، چین، هنگ کنگ، پاکستان، متوسط کشورهای آفریقایی و متوسط آسیا از ایران پایین تر است. مثلاً در حالی که پاکستان با ۱۵۹ میلیون نفر بیش از ۲ برابر ایران جمعیت دارد، مصرف انرژی این کشور

۶۲ میلیون تن معادل نفت خام در سال است. اما ایران با جمعیت ۷۰ میلیون نفری سالانه ۱۲۷ میلیون تن معادل نفت خام، انرژی مصرف می‌کند [۲۵]

### ۳-۸-۲- جایگاه ایران در تأمین انرژی

ایران با برخورداری از ذخایر عظیم نفت و گاز در جهان و با داشتن تجربه طولانی در حوزه انرژی و موقعیت جغرافیایی مناسب، در خلیج فارس و دریای خزر و همسایگی با آسیای مرکزی، از امکان ایجاد پیوند میان منابع انرژی خود از جنوب، شرق و شمال شرقی به وسیله خطوط لوله به مصرف کنندگان آسیایی، برخوردار است. ایران ۱۳۷ میلیارد بشکه (۱۲٪) ذخایر اثبات شده نفت جهان را در اختیار خود دارد که پس از عربستان سعودی بیشترین ذخایر نفت را به خود اختصاص داده است، همچنین ۲۷ تریلیون مترمکعب (۱۵٪) از ذخایر گاز جهان نیز در اختیار ایران است که بعد از روسیه مقام دوم را به خود اختصاص داده است. جمهوری اسلامی ایران با تولید روزانه ۴ میلیون بشکه نفت و سالانه ۱۲۰ میلیارد متر مکعب گاز به ترتیب ۴٪ و ۵٪ از تولید نفت و گاز جهان را به عهده دارد. موقعیت ایران به ویژه در بخش گاز اهمیت بیشتری دارد، زیرا از یک سو گاز در استراتژی امنیت انرژی مصرف کنندگان آسیایی جایگاهی ویژه یافته است و از دیگر سو ایران از دومین منابع گاز جهان و موقعیت جغرافیایی برتر در منطقه غرب آسیا برخوردار می‌باشد. مشی مستقل ایران در مدیریت منابع انرژی خود، ثبات سیاسی پایدار آن و علاقه ویژه این کشور به همکاری با کشورهای آسیایی جهت ایجاد و تحکیم همبستگی آسیایی ظرفیت های آن را گسترده تر می‌سازد.

### ۳-۸-۳- روند مصرف انرژی در ایران

انرژی که در داخل کشور وارد سیستم عرضه می‌شود، پس از تصفیه و فراورش، به حاملهای انرژی تبدیل می‌گردد، تا به عنوان انرژی ثانویه و یا نهایی مصرف شود. انرژی ثانویه نیز در سیستم عرضه انرژی به

عنوان سوخت پالایشگاههای نفت، گاز و نیروگاهها به انرژی نهایی تبدیل می شود. بخشهای مصرف کننده نهایی، شامل بخش خانگی/تجاری، حمل و نقل، صنعت، کشاورزی، خوراک پتروشیمی، مصارف غیرانرژی و سایر می باشند. عمده مصرف انرژی کشور از منابع هیدروکربوری است به طوریکه ۹۸/۵ درصد مصرف انرژی اولیه کشور توسط این منبع تامین می شود. متاسفانه بیشترین یارانه نیز برای حامل های هیدروکربوری پرداخت می گردد حامل های عمده انرژی در کشور ما شامل بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، گاز طبیعی و گاز مایع است که در بخش های مختلف اقتصاد کشور مصرف می شود. مصرف سایر حامل های انرژی از اهمیت کمتری برخوردار هستند. حامل های انرژی مصرفی در بخش انرژی نهایی شامل فرآورده های نفتی، گاز طبیعی سبک و غنی، مایعات و میعانات گازی، برق آبی، بادی و خورشیدی و انرژیهای نو و زغال سنگ و سوختهای سنتی می باشند.

### ۳-۹- پروژه ساختمان انرژی صفرا ایران

پروژه طراحی و اجرای اولین ساختمان انرژی صفرا ایران در سال ۱۳۹۱ از سوی پژوهشگاه مواد و انرژی تعریف شده و طراحی و اجرای آن در قالب EPC به شرکت مشاوران به سازی نو سازی انرژی (مبنا) واگذار گردید. ساختمان های انرژی صفرا خالص به ساختمان هایی اطلاق می شود که خالص مصرف انرژی سالیانه آن صفرا باشد. ساختمان انرژی صفرا پژوهشگاه مواد و انرژی در شهرستان کرج نیز با دیدگاه کاهش مصرف انرژی اولیه و جبران انرژی مصرف شده از طریق تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر و پاک، به عنوان اولین ساختمان انرژی صفرا در ایران طراحی گردید که هم اکنون مراحل ساخت آن در جریان می باشد. ساختمان مذکور با زیربنای ۲۰۰۰ m<sup>2</sup> متر مربع در دو طبقه و با کاربری آموزشی - پژوهشی می باشد. در این ساختمان سعی گردیده تا با استفاده از معماری ساختمان و عواملی مانند بادگیر و گلخانه نیاز انرژی ساختمان تا حد ممکن کاهش یافته و بخشی از نیازهای انرژی ساختمان نیز با استفاده از انرژی خورشیدی تامین گردد. به

کارگیری مواردی مانند طراحی غیرفعال خورشیدی، جهت گیری ساختمان، جانمایی فضاها و عایقکاری در طراحی معماری ساختمان و به کارگیری استانداردهای نوین طراحی سبب گردیده مصرف انرژی این ساختمان نسبت به یک ساختمان معمولی تا ۹۰٪ کاهش یافته و به  $2 \text{ kWh} / \text{m}^2$  برسد که همین مقدار مصرف انرژی نیز با استفاده از تجهیزات خورشیدی جبران می گردد. در کنار استفاده از رویکرد انرژی در طراحی معماری ساختمان، المان های متنوعی نظیر بادگیر و گلخانه نیز در ساختمان به کار برده شده که علاوه بر بازنمایی ایده های معماری سنتی، تلفیق آن با جنبه های مدرن ساختمان در خور توجه است. همچنین استفاده از بادگیر در ساختمان سبب کاهش مصرف انرژی ساختمان در فصول میانی گردیده است.

استفاده از سیستم های مدرن کنترلی و BMS در ساختمان نیز سبب گردیده تا کنترل مناسبی بر مصرف انرژی ساختمان ایجاد گردد. در نهایت استفاده از سیستم های آب گرم خورشیدی و فوتوولتاییک برای تولید انرژی از منابع بازگشت پذیر و پاک سبب گشته تا ساختمان فوق به یک ساختمان انرژی صفر تبدیل گردد.

### ۳-۹-۱- کشیدگی

کشیدگی و جهت گیری ساختمان و جانمایی فضاها داخلی کشیدگی ساختمان و همچنین جهت آن تاثیر بسزایی در کسب انرژی حرارتی خورشید و همچنین استفاده از روش های طبیعی ساختمانی دارد. در ساختمان های انرژی صفر کوشیده می شود تا ساختمان در یک یا حداکثر 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 فضاها بیشتری در ضلع جنوبی ساختمان قرار گیرد و امکان استفاده از انرژی خورشید در طول روز را افزایش می دهد. در ساختمان های انرژی صفر پژوهشگاه کرج

نیز ساختمان در دو طبقه و دارای کاشیدگی شرقی-غربی می‌باشد تا بیشتر فضاهای ساختمان بتوانند از حداکثر گرمایش خورشید و همچنین روشنایی طبیعی استفاده نمایند. در جانمایی فضاهای ساختمان انرژی صغر، فضاهایی که دارای کاربری بیشتری هستند در طبقه همکف و در ضلع جنوبی ساختمان قرار گرفته‌اند. قرارگیری این فضاها در ضلع جنوبی سبب می‌گردد 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 می‌پذیرد، قرارگیری آن‌ها در طبقه همکف موجب دسترسی ساده‌تر به این فضاها و جلوگیری از اتلاف انرژی در فضاهای کم تردد دیگر می‌گردد.

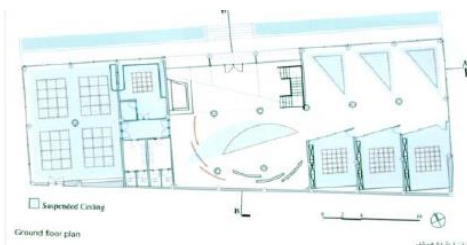
فضاهای با کاربری کمتر نیز در ضلع شمالی ساختمان و در طبقه اول در نظر گرفته شده‌اند. با توجه به اینکه این فضاها نیاز کمتری به انرژی دارند، قرارگیری آن‌ها در ضلع شمالی سبب می‌گردد تا تنها از طریق سیستم تاسیساتی ساختمان و در مواقع کاربری، به انرژی مورد نیاز خود دسترسی یابند و همچنین قرارگیری آن‌ها در طبقه اول ساختمان و دوری از مکان‌های پر تردد، سبب می‌گردد تا اتلاف انرژی کمتری نیز داشته باشند.

### ۳-۹-۲- ساختمان اداری ونوس شیشه

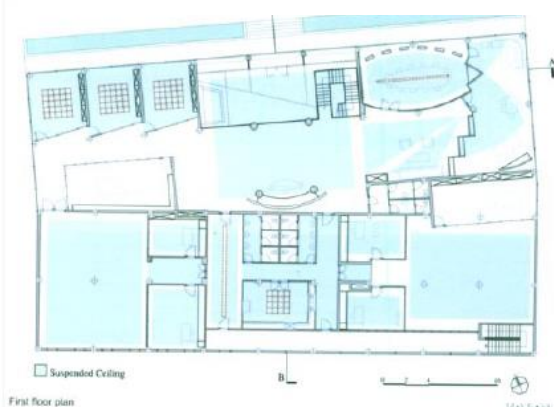
کارخانه ونوس شیشه در شهرک صنعتی شمس آباد، از بهترین کارخانه‌های تولید محصولات شیشه در خاورمیانه است. این کارخانه تهیه‌کننده شیشه‌های اتومبیل پژو است که اخیراً به بازار شیشه‌های ساختمانی نیز وارد شده است (برج تهران). کوشش بر آن بوده که در بنای اداری این کارخانه، از انواع شیشه تولید این شرکت استفاده شود و به نوعی ساختمان به نمایشگاه دائمی محصولات شرکت تبدیل شود. ساختمان اداری به گونه‌ای به کارخانه منظم شده که کل فضای کارخانه از دفتر مدیریت قابل رؤیت باشد

ایده های اصلی طراحی معماری عبارت بوده اند از : اول آنکه، بنا نمایانگر محصولات ونوس شیشه باشد، و از این رو کل تما به صورت حجمی شیشه ای طراحی شده است و سیستم curtain wall دوجداره برای پوسته ساختمان، با تأکید روی خطوط افقی ( بائوهای پهن، کله قندی ) و اجزای عمودی تقریباً نا مرئی انتخاب شده است . دوم آنکه، در عین سادگی و مینی مالیست بودن طراحی نمای بیرونی که ساختمان های میس وندر روهه را تداعی می کند، معماری داخلی، پیچیده تر و بازیگوشانه باشد.

سقفهای کاذب اشکال هندسی بسیار متنوعی دارند (منحنی، مثلث و ...) و سعی شده حالت ساختمان از یکنواختی و سردی رایج بناهای اداری بیرون آید. کارفرما : ونوس شیشه طراح مهندسان مشاور کام ما ، اجرا : ونوس شیشه زمان اجرا شهریور ۱۳۸۵ - تیر ۱۳۸۶ زیربنا ۱۶۰۰ متر مربع



شکل (۳-۱) ساختمان اداری ونوس شیشه [۳۵]



شکل (۳-۲) ساختمان اداری ونوس شیشه [۳۵]

### ۳-۹-۳- دفاتر تتراپیک

تتراپیک شرکتی سوئدی است که از ۴۰ سال پیش در ایران فعالیت دارد و کارخانه های آن بسته بندیهای کاغذی مواد غذایی تولید می کند ( پاکت شیر، پنیر، آب میوه و ...) این شرکت که اخیرا دفاتر خود را به ساختمان خورشید در خیابان ولی عصر منتقل کرده، مایل بود که طرح جدید دفتر با فضاهای اداری جهانی همگام باشد. برنامه بسیار دقیقی، برای یک و نیم طبقه به طراح ارائه شد که طی آن ۱۳ آپارتمان به یک واحد عظیم اداری تبدیل شد، هر چند مرزهای قانونی این ۱۳ واحد حفظ شده است. کارفرما: شرکت تتراپیک طراح مهندسان مشاور گام ما اجرا شرکت آذر ۷ زمان اجرا: دی - اسفند ۱۳۸۸ زیربنا: ۱۸۰۰ متر مربع



first floor plan, after renovation

نقشه طبقه اول، بعد از بازسازی



شکل (۳-۳) دفاتر تتراپیک [۳۶]

### ۳-۹-۴- دفتر فناوری ریاست جمهوری

در سال ۱۳۸۰ دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری تصمیم گرفت تهیه طرح ساختمان مرکزی خود را که قرار است در قطعه زمینی روی تپه عباس آباد تهران ساخته شود را به مسابقه بگذارد. پاسخ گویی به عملکرد خاص دفتر فناوری، انعطاف پذیری و هوشمندی، جذابیت فضاهای داخلی، معنی داری و اثر گذاری نمای خارجی نوآوری در طرح و ساخت، صرفه جویی در انرژی و امکان مرحله بندی اجرا، از مهم ترین خواسته های برنامه بوده است. در این میان، طرح مهندسان مشاور نقش جهان - پارس، به نظر هیئت داوران از ویژگی های زیر برخوردار بوده است:

فرم خارجی ساده، بدیع و منحصر به فرد

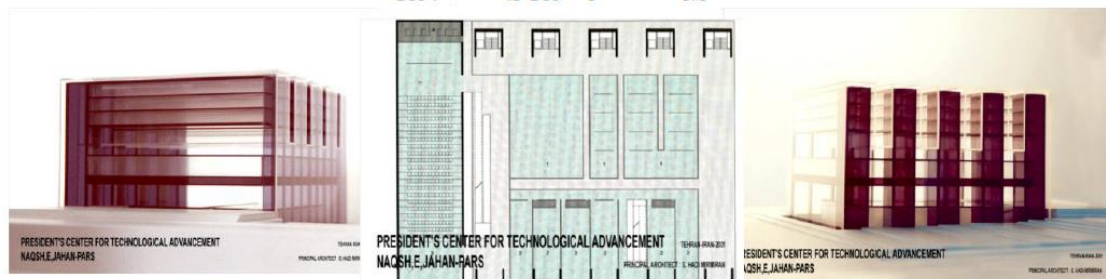
سادگی و شفافیت سازه و فضا های دروری

قابلیت ساخت مرحله ای

بهره گیری از استعاره ، رمز و معنی

توجه ویژه به خط آسمان

## زیبایی شناسی یادمانی ( مورومتال )



شکل (۳-۴) دفتر ریاست جمهوری [۳۷]

## فصل چهارم: بررسی نمونه موردی و شبیه سازی انرژی

#### ۴-۱- نمونه موردی

##### ۴-۱-۱- معرفی

ساختمان مورد مطالعه در این پژوهش، یک ساختمان با کاربری اداری است. ساختمان اداری حکیم اعظم به عنوان نمونه موردی انتخاب شد، که در منطقه سه شهر تهران واقع شده است. نمای کلی از این ساختمان در شکل زیر آمده است.



شکل (۴-۱) ساختمان اداری حکیم اعظم [۴۱]

ساختمان مذکور دارای مساحتی معادل ۶۰۰۰ متر مربع می‌باشد که شامل ۶ طبقه بالای همکف می‌شود. در طبقه همکف این ساختمان فضاهایی نظیر پارکینگ و لابی قرار دارد و در هر طبقه چهار دفتر اداری موجود است. همچنین در جبهه جنوبی ساختمان از نمای دوپو سته شیشه‌ای برای زیبا سازی های معماری و کاهش تابش خورشیدی به فضاهای داخل و کاهش خیره کنندگی استفاده شده است. ساختمان

حکیم اعظم دارای کشیدگی در جهت محور شمالی جنوبی است که جبهه های شرقی و غربی آن با همجواری با ساختمانهای مجاور، عملاً بدون بازشو است.

#### ۴-۱-۲- اقلیم

شهر تهران در منطقه پروژه، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۷۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی دارد، ارتفاع این قسمت از شهر از سطح دریا حدود ۱۵۲۰ متر است.

#### ۴-۱-۳- روند طراحی

تیم طراحی در حین اجرای سازه و بتن ریزی وارد پروژه شد، بنابراین محل قرارگیری سازه، دسترسی های عمودی و نورگیرهای متعدد غیرقابل تغییر بوده است. در طراحی این بنا سعی شد از محدودیت ها و نقاط ضعف تحمیلی پروژه به عنوان ظرفیتی برای ایده ی اصلی طرح استفاده شود. در نتیجه نورگیرها از فضاهای بی کیفیت پاسیوهای مرسوم فاصله گرفته و به محورهای سبز عمودی تبدیل شدند که مانند گذاری سبز، از بیرون به درون بنا راه می یابند و تا بام امتداد دارند. این مسیرهای سبز تبلوری از پوسته ی خارجی ساختمان و تداوم آن به محیط داخلی هستند.

با توجه به موقعیت مکانی پروژه که روبروی مجتمع پارک پرنس واقع گردیده، در طراحی نما، ارتباط و دیالوگ با خطوط اصلی ساختار فرمی این مجموعه در اولویت قرار گرفت. از طریق بیرون کشیدن پیشانی بتنی که به نوعی امتداد دال های بتنی طبقات ساختمان است، ضمن ایجاد پیوستگی با لایه های ساختاری بنا سعی در هماهنگی و بازنمایی خطوط بنای مقابل شده است. با اضافه کردن لایه سبز بر روی این پیشانی و استفاده ی انتزاعی از فرم های هندسی ایرانی، سعی در ایجاد عمق و سایه های متنوع روی جداره ی بیرونی و

خلق کیفیتی بصری و اقلیمی شده است. سبزی‌نگی به عنوان مرز برون و درون و گشوده به سمت شهر قرار می‌گیرد و چشم اندازی زیستی خلق می‌شود.

لایه‌ی شفاف نما با ترکیبی از پنل‌های متحرک و مشبک از جنس مس ضمن بخشیدن انعطاف پذیری به کاربران فضاهای داخلی، طیف گسترده‌ای از فرم‌ها بر روی سطح خارجی می‌سازند و ستون‌هایی که بدون تناسب زیبایی‌شناسانه، از قبل در ساختار فلزی بنا تبیین شده بود، به صورت بصری توسط این فرم‌ها پنهان میشوند. خلوص و خاصیت تغییر رنگ مس از آن محصولی آزاد و زنده ساخته که احساس تعلق خاطر مخاطب را درگیر می‌کند. این ویژگی در گیاهان و تا حدی متریال بتن نیز یافت می‌شود. ترکیب این سه محصول، ضمن ایجاد هماهنگی با رنگ‌های پیرامونی سعی دارد کیفیتی چندلایه و شاعرانه پدید آورد. در ساماندهی فضایی پلان اصلی، کیفیت نور طبیعی و دسترس‌ی‌ها، فضاهای کار و سرویس را تعریف می‌کند و حس مکان‌یابی از طریق معرفی حجم‌های دارای هویت عملکردی متفاوت (تضاد رنگ و متریال) بر اساس یک روند خطی ساماندهی شده است (که به گونه‌ای قادر به شناسایی این حجم‌های مشخص از پارکینگ، لابی، طبقات تا بام باشیم).

بدلیل کیفیتی که محورهای سبز عمودی داخل بنا خلق میکنند حول آنها مثلث سرویس، نشیمن، رستوران ایجاد می‌شود که با هم تعامل فضایی و عملکردی دارند. بدین ترتیب نوعی فضای میانجی بین فضای کار و عمومی ایجاد شده، برخلاف فضاهای کار (open space) که از تمام شاخصه‌های انعطاف‌پذیری فضایی (استفاده از کف کاذب و نورپردازی انطباق‌پذیر...) برای خلق فضاهای متنوع و منعطف برخوردارند، این فضای میانجی تثبیت‌شده طراحی شده تا کیفیت فضایی ایجاد شده، در آینده کمتر دستخوش تغییرات شود. لایه شفاف حائل بین سبزی‌نگی و فضای داخلی، تکرار ریتم و متریال نماست. تا به مثابه نمای داخلی یک حیاط مرکزی، ارتباط پیوسته‌ای با محیط خارجی ساختمان خلق کند و با ایجاد شفافیت، عناصر مختلف

طرح را با هم پیوند دهد. دریچه‌های هوا و کانال‌های تعبیه شده در مسیر سبز، رطوبت و اکسیژن تولید شده توسط گیاهان را به درون بنا هدایت کرده تا در مقابل هوای خشک و آلوده‌ی تهران، هوای مطبوع تری ایجاد کند و بدین‌صورت عملکرد کاربردی و تعاملی این فضا تقویت گردد. درب‌های کشویی تمام‌قد پیوستگی فضاها را بدون هیچ گونه حائل بصری تقویت می‌کنند، این قابلیت انعطاف‌پذیری تا جداره‌ی شهری بنا از طریق پنل‌های متحرک مسی بسط یافته است.

قالب‌های بتونی نما دارای نوعی طراحی مدولار و بهینه به جهت هزینه‌ی ساخت و تولید قالب است که ضمن وفاداری به فرم‌های هندسی بنا (که از ضریب یکسانی از یک چند ضلعی بدست آمده‌اند). با چرخیدن یا کوتاه شدن به حداقل برسند. در این پروژه ارزش‌گذاری و اولویت‌فضایی برای طراحی وجود نداشته و تمامی فضاها به اندازه‌ی فضاهای اصلی از اهمیت طراحی برخوردارند.

## ۴-۲- شبیه‌سازی انرژی

برای بررسی میزان صرفه‌جویی مصرف انرژی این ساختمان از شبیه‌سازی با نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر استفاده شده است. شبیه‌سازی به صورت مرحله‌ای انجام شده است که منظور از شبیه‌سازی مرحله‌ای این است که ابتدا ساختمان اداری حکیم اعظم به صورت خام (بدون استفاده از سیستم‌های غیرفعال) در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر مدل‌سازی شد و بر پایه مدل تولید شده شبیه‌سازی انجام گرفت و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفت. سپس مرحله به مرحله سیستم‌های غیرفعال انرژی به آن اضافه شد تا تاثیر هر کدام از موارد دیده شود و برای اینکه اهمیت هر کدام از سیستم‌ها به صورت جداگانه تعیین شود، نتایج هر مرحله به صورت مجزا ارائه شد و در آخر تمامی مراحل با هم در یک نمودار واحد مقایسه شدند.

## ۴-۲-۱- مراحل شبیه‌سازی انرژی

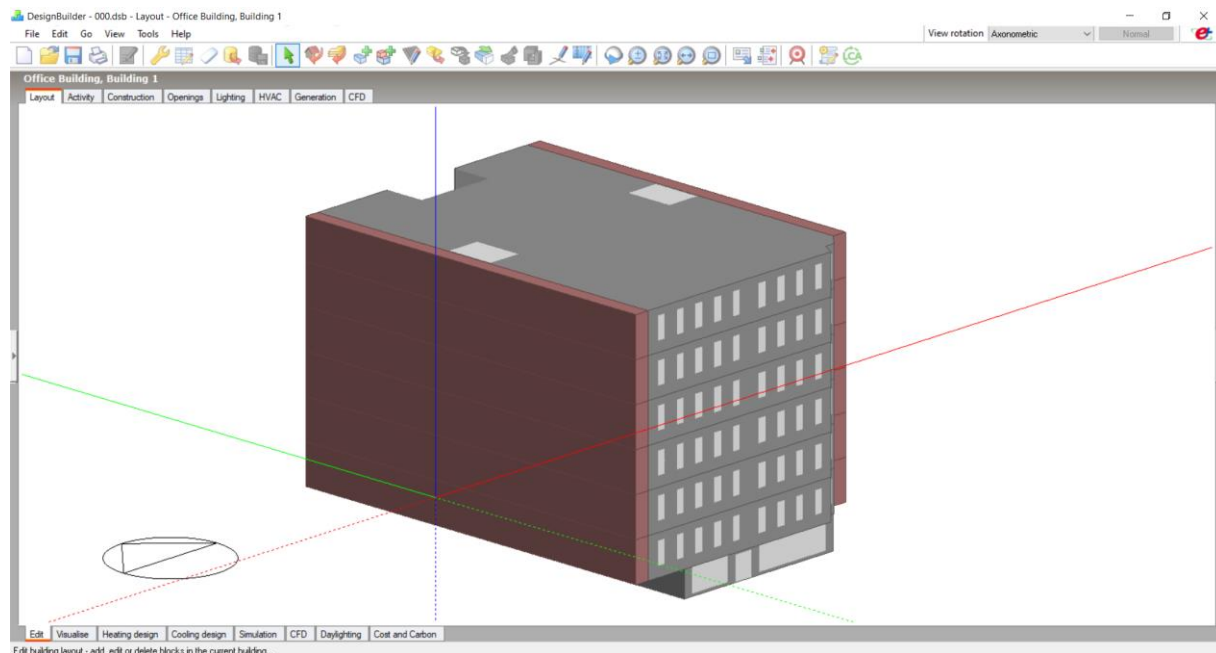
مراحل‌ی که در قسمت قبل ارائه شد را در این قسمت معرفی می‌شود و در قسمت های بعدی به تشریح

هر کدام از آن ها می پردازیم.

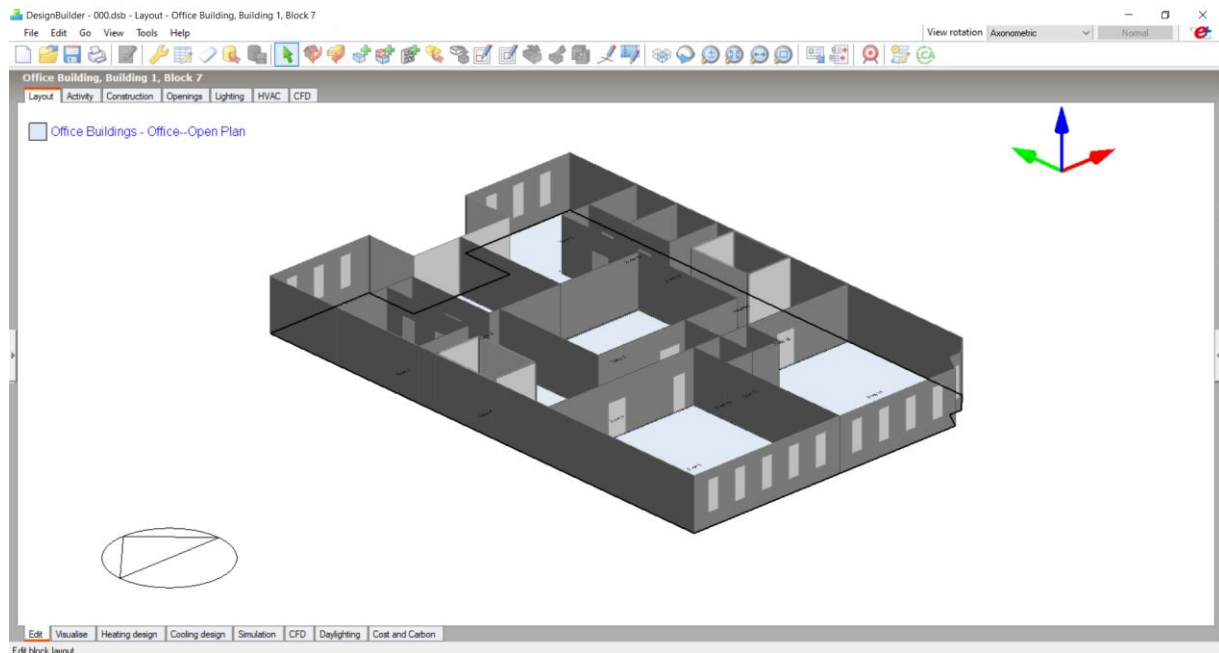
- ۱- مدل پایه
- ۲- سایه بان پنجره ها
- ۳- عایق کاری
- ۴- پنجره سه جداره
- ۵- کنترل نفوذ هوا
- ۶- کنترل هوشمند روشنایی
- ۷- زمهریر

۴-۲-۱-۱- مدل پایه

در مدل پایه فقط مدل سازی ساختمان در نرم افزار دیزاین بیلدر می باشد که هیچ کدام از سیستم های غیرفعال در آن اضافه نشده است. مدل سازی پایه ساختمان اداری حکیم اعظم با هدف این انجام شد که میزان صرفه جویی انرژی سیستم های غیرفعال مشخص شود. در زیر عکس هایی از مدل سازی در نرم افزار نرم افزار دیزاین بیلدر مشاهده می کنید.



شکل (۴-۲) حجم سه بعدی مدل پایه در نرم افزار دیزاین بیلدر



شکل (۴-۳) مدل سازی فضای درونی ساختمان حکیم اعظم در نرم افزار دیزاین بیلدر

نتایج شبیه سازی این مدل را در زیر مشاهده می کنید.

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1													
1 Jan - 31 Dec, Monthly													
EnergyPlus Output	Month												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
Room Electricity (kWh)	16250.24	14938.31	16049.03	14938.31	16906.20	15393.06	16906.20	16687.87	15611.40	16906.20	16031.90	14955.43	
Lighting (kWh)	22986.69	21147.75	22756.82	21147.75	23906.15	21837.35	23906.15	23676.29	22067.22	23906.15	22756.82	21147.75	
Heating (Gas) (kWh)	28038.76	18275.93	4731.36	2088.80	4.42	0.00	0.00	0.00	0.00	341.44	4018.98	21551.94	
Cooling (Electricity) (kWh)	0.00	0.01	25.98	2796.82	10846.38	24374.17	30926.11	31026.84	18516.28	3067.18	63.88	0.00	
DHW (Electricity) (kWh)	2502.93	2300.84	2471.88	2300.84	2603.97	2370.84	2603.97	2551.10	2423.71	2603.97	2450.06	2322.67	
Air Temperature (°C)	17.53	18.74	21.86	24.42	26.97	29.07	29.05	29.21	28.46	25.56	22.47	18.11	
Radiant Temperature (°C)	17.15	18.63	22.19	25.05	28.26	31.02	31.19	31.36	30.15	26.45	22.89	17.89	
Operative Temperature (°C)	17.34	18.68	22.03	24.73	27.62	30.04	30.12	30.28	29.31	26.01	22.68	18.00	
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	3.89	4.98	10.66	16.30	21.74	28.25	29.87	30.07	25.90	17.79	11.42	5.59	
External Infiltration (kWh)	-32596.96	-29451.15	-25929.09	-17901.66	-11801.23	-1881.58	1618.77	1729.42	-5502.74	-17516.86	-24681.89	-29652.02	
General Lighting (kWh)	22986.69	21147.75	22756.82	21147.75	23906.15	21837.35	23906.15	23676.29	22067.22	23906.15	22756.82	21147.75	
Miscellaneous (kWh)	6356.06	5805.22	6154.85	5805.22	6631.48	5879.43	6631.48	6413.14	6097.76	6631.48	6137.72	5822.34	
Computer + Equip (kWh)	9894.18	9133.09	9894.18	9133.09	10274.72	9513.63	10274.72	10274.72	9513.63	10274.72	9894.18	9133.09	
Occupancy (kWh)	3864.36	3398.62	3109.44	2634.27	2788.30	2383.40	2711.23	2603.87	2506.71	2898.06	3035.30	3398.92	
Solar Gains Interior Windows (kWh)	30.47	35.34	52.65	66.19	71.24	67.23	74.31	61.87	47.77	41.56	27.21	27.65	
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	10774.71	11667.81	14557.90	15116.10	17603.04	18620.29	18003.37	17018.08	15565.06	14315.61	13142.93	10286.54	
Zone Sensible Heating (kWh)	20962.20	13489.66	3608.39	1589.07	5.45	10.70	17.25	14.29	3.14	258.41	3108.00	16641.39	
Zone Sensible Cooling (kWh)	-3232.54	-3823.65	-9241.07	-19350.34	-43544.90	-67674.88	-80170.87	-80001.35	-55685.71	-26154.24	-10423.63	-3537.59	
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	0.86	0.87	1.04	1.66	2.45	2.23	1.82	1.93	2.39	2.61	1.25	0.85	



شکل (۴-۴) نتایج شبیه سازی ماهانه مدل پایه

جدول (۴-۱) نتایج شبیه سازی سالانه مدل پایه

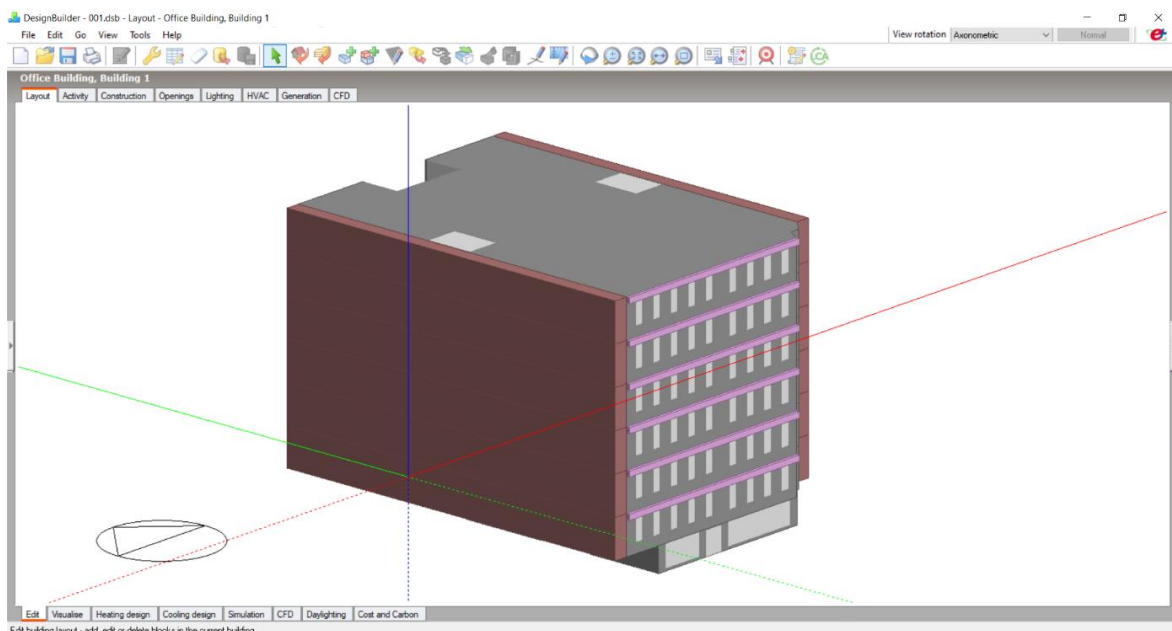
**Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1**

EnergyPlus Output 1 Jan - 31 Dec, Run period Licensed

	Year
Room Electricity (MWh)	191.57
Lighting (MWh)	271.24
Heating (Gas) (MWh)	79.05
Cooling (Electricity) (MWh)	121.64
DHW (Electricity) (MWh)	29.51
Air Temperature (°C)	24.31
Radiant Temperature (°C)	25.22
Operative Temperature (°C)	24.76
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	17.27
External Infiltration (MWh)	-193.57
General Lighting (MWh)	271.24
Miscellaneous (MWh)	74.37
Computer + Equip (MWh)	117.21
Occupancy (MWh)	35.33
Solar Gains Interior Windows (MWh)	0.60
Solar Gains Exterior Windows (MWh)	176.67
Zone Sensible Heating (MWh)	59.71
Zone Sensible Cooling (MWh)	-402.84
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ach/h)	1.67

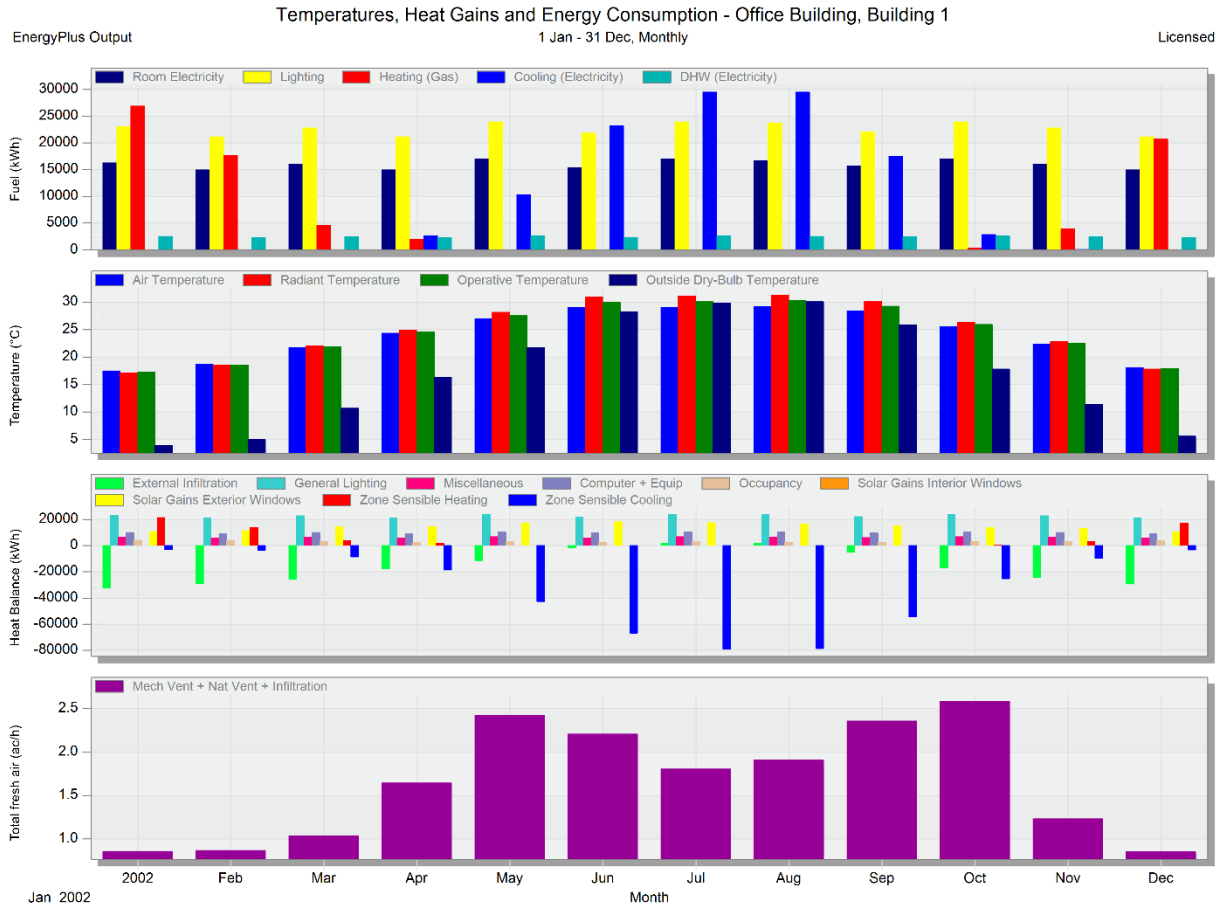
#### ۴-۲-۱-۲ سایه بان جنوبی پنجره ها

با توجه به این که نمای اصلی در ضلع جنوبی ساختمان واقع هست و بیشترین نور خورشید از همین محل تامین می شود، وجود سایه بان در تابستان به دلیل تابش عمودی خورشید، کمک میکند تا از ورود گرمای بیش از به داخل جلوگیری شود و در زمستان به دلیل اینکه خورشید پایین تر می رود، سایه بان مزاحمتی برای دریافت نور خورشید ایجاد نمی کند و همین باعث گرم شدن محیط داخلی می شود. به همین دلیل وجود سایه بان می تواند تاثیر مهمی در استفاده از انرژی خورشید به عنوان انرژی پاک و رایگان می شود.



شکل (۴-۵) اضافه کردن سایه بان به ساختمان حکیم اعظم

نتایج شبیه سازی و میزان تاثیرگذاری سیاه بان در میزان مصرف انرژی را در جدول زیر مشاهده می کنید.



شکل (۴-۶) نتایج شبیه‌سازی ماهانه سایه‌بان

**Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1**

EnergyPlus Output 1 Jan - 31 Dec, Monthly Licensed

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Room Electricity (kWh)	16250.24	14938.31	16049.03	14938.31	16906.20	15393.06	16906.20	16687.87	15611.40	16906.20	16031.90	14955.43
Lighting (kWh)	22986.69	21147.75	22756.82	21147.75	23906.15	21837.35	23906.15	23676.29	22067.22	23906.15	22756.82	21147.75
Heating (Gas) (kWh)	26839.67	17605.04	4605.99	2037.44	4.43	0.00	0.00	0.00	0.00	327.66	3868.12	20653.87
Cooling (Electricity) (kWh)	0.00	0.00	24.85	2645.08	10293.74	23192.50	29443.63	29441.99	17509.13	2865.34	57.14	0.00
DHW (Electricity) (kWh)	2502.93	2300.84	2471.88	2300.84	2603.97	2370.84	2603.97	2551.10	2423.71	2603.97	2450.06	2322.67
Air Temperature (°C)	17.47	18.65	21.75	24.34	26.91	29.04	29.02	29.19	28.42	25.49	22.38	18.04
Radiant Temperature (°C)	17.07	18.50	22.03	24.92	28.16	30.95	31.12	31.28	30.05	26.35	22.76	17.80
Operative Temperature (°C)	17.27	18.57	21.89	24.63	27.54	30.00	30.07	30.23	29.24	25.92	22.57	17.92
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	3.89	4.98	10.66	16.30	21.74	28.25	29.87	30.07	25.90	17.79	11.42	5.59
External Infiltration (kWh)	-32475.05	-29271.20	-25684.32	-17735.82	-11685.28	-1833.55	1661.00	1771.84	-5416.50	-17382.70	-24493.25	-29512.08
General Lighting (kWh)	22986.69	21147.75	22756.82	21147.75	23906.15	21837.35	23906.15	23676.29	22067.22	23906.15	22756.82	21147.75
Miscellaneous (kWh)	6356.06	5805.22	6154.85	5805.22	6631.48	5879.43	6631.48	6413.14	6097.76	6631.48	6137.72	5822.34
Computer + Equip (kWh)	9894.18	9133.09	9894.18	9133.09	10274.72	9513.63	10274.72	10274.72	9513.63	10274.72	9894.18	9133.09
Occupancy (kWh)	3872.27	3410.69	3124.39	2640.98	2790.86	2384.11	2711.85	2604.45	2508.15	2901.83	3044.75	3407.88
Solar Gains Interior Windows (kWh)	30.47	35.34	52.65	66.19	71.24	67.23	74.31	61.87	47.77	41.56	27.21	27.65
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	10622.04	11403.92	14048.12	14559.65	16995.92	18118.29	17453.81	16339.68	14904.27	13887.81	12918.22	10168.60
Zone Sensible Heating (kWh)	21241.94	13753.83	3718.51	1641.34	5.72	11.05	17.78	14.82	3.23	262.40	3166.54	16886.03
Zone Sensible Cooling (kWh)	-3174.43	-3717.22	-8906.13	-18867.96	-42808.87	-66906.70	-79302.25	-78829.27	-54596.71	-25502.63	-10035.52	-3468.20
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ach)	0.86	0.87	1.03	1.64	2.42	2.20	1.80	1.91	2.36	2.58	1.23	0.85

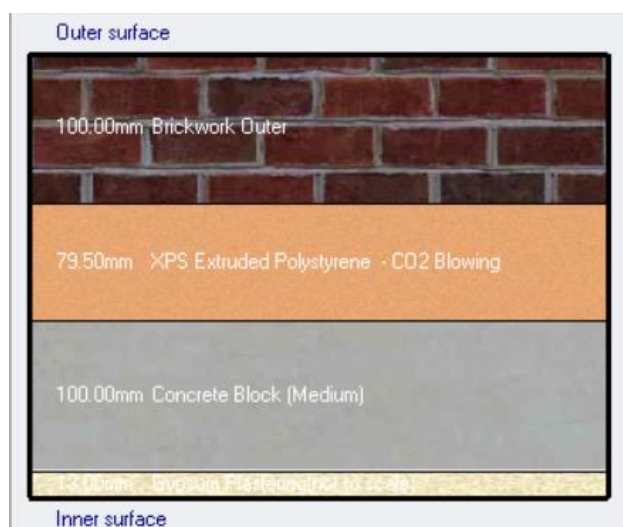
جدول (۴-۲) نتایج شبیه‌سازی سالانه سایه‌بان

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1		
EnergyPlus Output	1 Jan - 31 Dec, Run period	Licensed
	Year	
Room Electricity (MWh)	191.57	
Lighting (MWh)	271.24	
Heating (Gas) (MWh)	75.94	
Cooling (Electricity) (MWh)	115.47	
DHW (Electricity) (MWh)	29.51	
Air Temperature (°C)	24.25	
Radiant Temperature (°C)	25.11	
Operative Temperature (°C)	24.68	
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	17.27	
External Infiltration (MWh)	-192.06	
General Lighting (MWh)	271.24	
Miscellaneous (MWh)	74.37	
Computer + Equip (MWh)	117.21	
Occupancy (MWh)	35.40	
Solar Gains Interior Windows (MWh)	0.60	
Solar Gains Exterior Windows (MWh)	171.42	
Zone Sensible Heating (MWh)	60.72	
Zone Sensible Cooling (MWh)	-396.12	
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	1.65	

همانطور که مشاهده می‌شود میزان بار گرمایشی ساختمان ۷۶ MWh می‌باشد که حدوداً ۳ MWh نسبت به حالت پایه کاهش یافته است. بار سرمایشی ساختمان ۱۱۵ MWh می‌باشد که حدوداً ۶ MWh نیز کاهش یافته است.

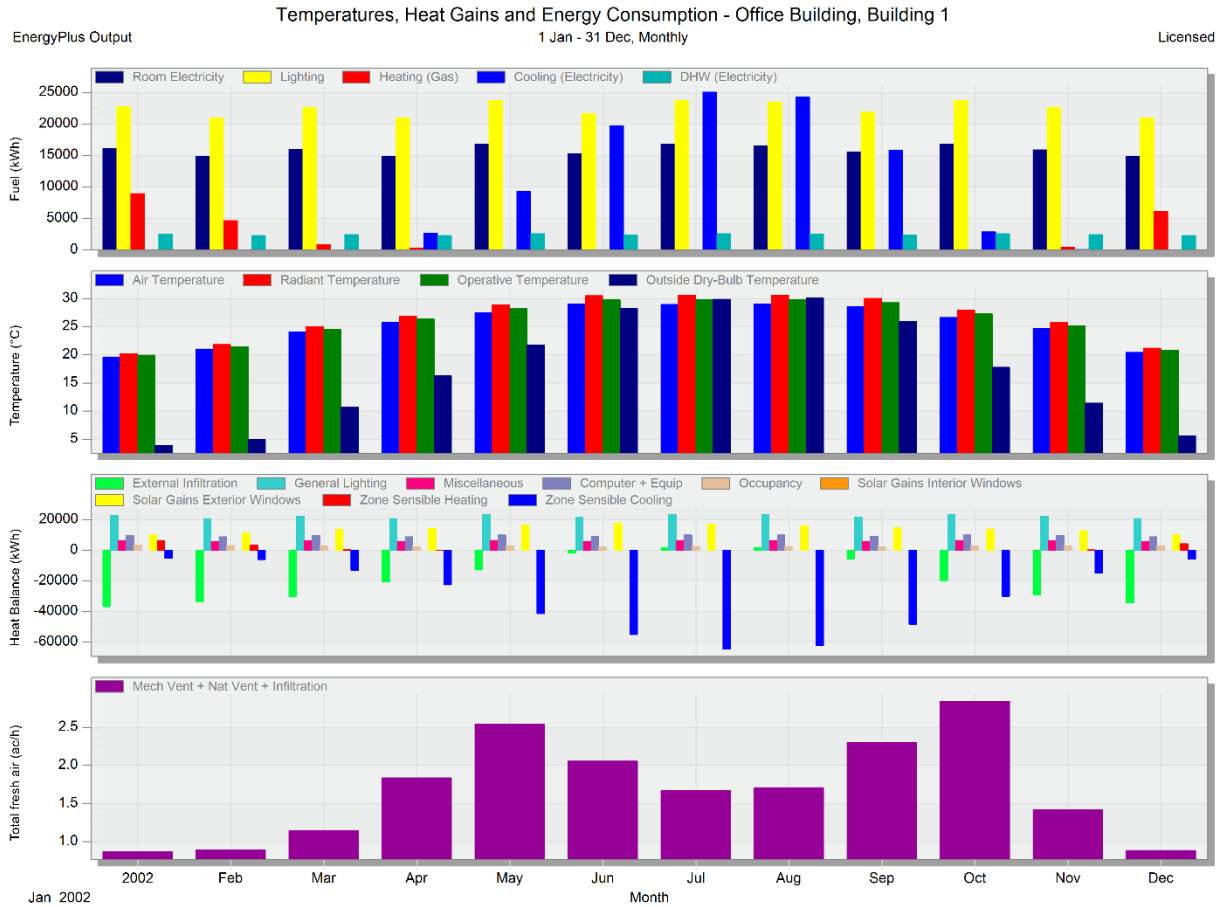
#### ۴-۲-۱-۳- عایق کاری ساختمان

در این مرحله به لایه های موجود در دیوار، کف و سقف ۸ cm عایق پلی استایرن منبسط شده اضافه کردیم تا انرژی داخل ساختمان به راحتی از دست نرود.



شکل (۴-۷) لایه های تشکیل دهنده دیوار

نتایج شبیه سازی به شرح زیر می باشد:



شکل (۴-۸) نتایج شبیه سازی ماهانه عایق کاری ساختمان

**Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1**

EnergyPlus Output Licensed

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Room Electricity (kWh)	16116.83	14815.67	15917.27	14815.67	16767.41	15266.69	16767.41	16550.87	15483.23	16767.41	15900.28	14832.65
Lighting (kWh)	22799.24	20975.30	22571.25	20975.30	23711.21	21659.28	23711.21	23483.21	21887.27	23711.21	22571.25	20975.30
Heating (Gas) (kWh)	8924.49	4668.24	791.96	326.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.65	423.34	6099.71
Cooling (Electricity) (kWh)	0.02	0.02	25.47	2624.10	9258.78	19699.03	25023.52	24286.29	15800.73	2865.12	67.72	0.04
DHW (Electricity) (kWh)	2482.38	2281.95	2451.59	2281.95	2582.60	2351.38	2582.60	2530.16	2403.82	2582.60	2429.94	2303.60
Air Temperature (°C)	19.64	21.04	24.07	25.84	27.50	29.01	28.95	29.07	28.55	26.64	24.63	20.45
Radiant Temperature (°C)	20.23	21.83	25.04	26.93	28.86	30.53	30.56	30.61	30.03	27.94	25.71	21.16
Operative Temperature (°C)	19.93	21.43	24.56	26.39	28.18	29.77	29.75	29.84	29.29	27.29	25.17	20.80
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	3.89	4.98	10.66	16.30	21.74	28.25	29.87	30.07	25.90	17.79	11.42	5.59
External Infiltration (kWh)	-36968.98	-33788.10	-30584.53	-20774.76	-12854.12	-1764.45	1805.24	1983.06	-5657.71	-19788.58	-29147.13	-34579.19
General Lighting (kWh)	22799.24	20975.30	22571.25	20975.30	23711.21	21659.28	23711.21	23483.21	21887.27	23711.21	22571.25	20975.30
Miscellaneous (kWh)	6303.88	5757.56	6104.32	5757.56	6577.04	5831.16	6577.04	6360.49	6047.70	6577.04	6087.33	5774.54
Computer + Equip (kWh)	9812.95	9058.11	9812.95	9058.11	10190.37	9435.53	10190.37	10190.37	9435.53	10190.37	9812.95	9058.11
Occupancy (kWh)	3588.10	3124.55	2819.43	2505.85	2742.85	2368.50	2693.92	2588.77	2486.03	2788.26	2755.98	3087.36
Solar Gains Interior Windows (kWh)	30.47	35.34	52.65	66.19	71.24	67.23	74.31	61.87	47.77	41.56	27.21	27.65
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	10559.86	11329.59	13936.51	14415.27	16778.15	17863.67	17227.92	16147.10	14776.07	13793.05	12850.46	10111.74
Zone Sensible Heating (kWh)	6352.64	3311.88	586.04	245.45	2.50	15.86	26.79	22.60	4.67	7.70	330.64	4481.56
Zone Sensible Cooling (kWh)	-5311.98	-6208.96	-13145.31	-22649.60	-41477.33	-55195.91	-64779.91	-62458.29	-48477.17	-30168.35	-15096.71	-5854.56
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ach)	0.86	0.89	1.15	1.84	2.54	2.06	1.67	1.71	2.30	2.84	1.42	0.88

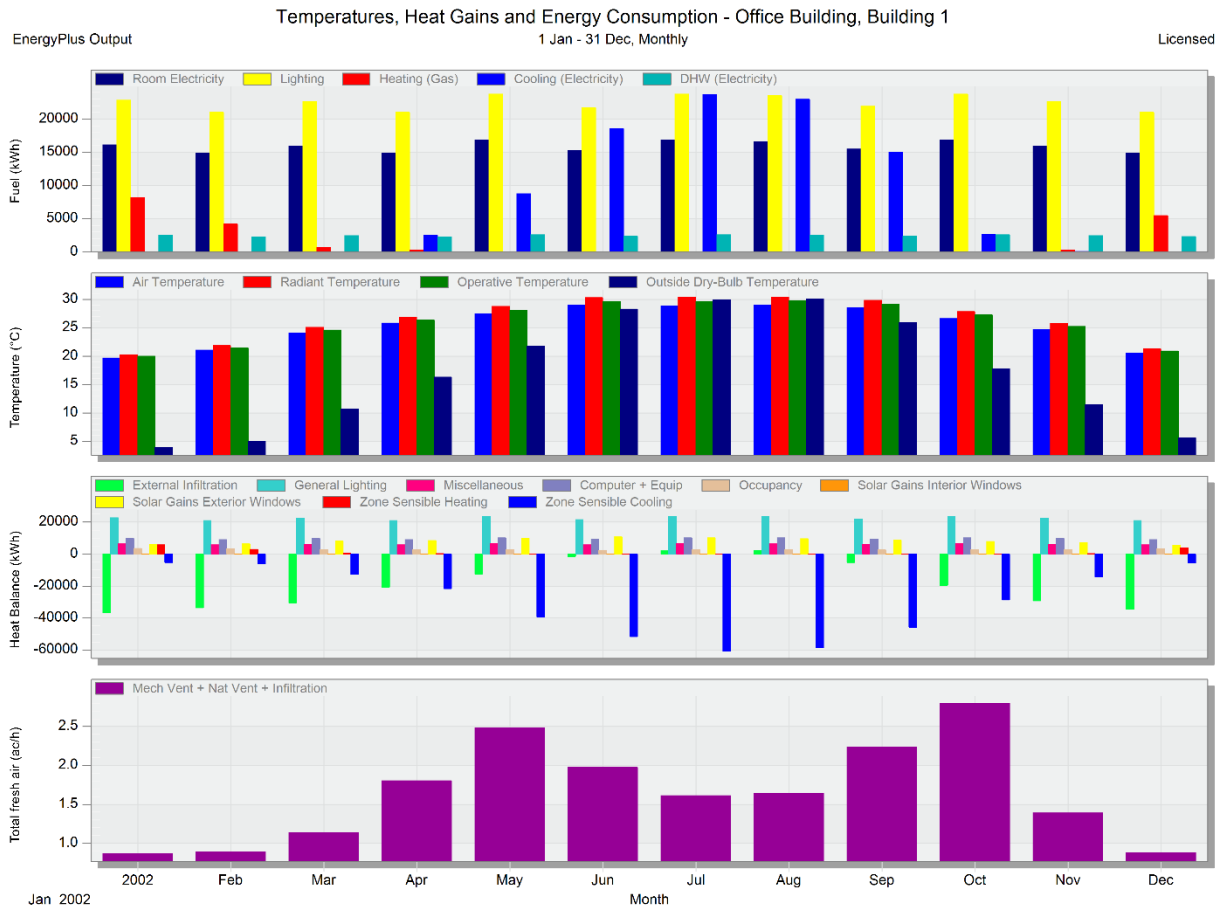
جدول (۳-۴) نتایج شبیه سازی سالانه عایق کاری ساختمان

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1	
EnergyPlus Output	1 Jan - 31 Dec, Run period
	Year
Room Electricity (MWh)	190.00
Lighting (MWh)	269.03
Heating (Gas) (MWh)	21.24
Cooling (Electricity) (MWh)	99.65
DHW (Electricity) (MWh)	29.26
Air Temperature (°C)	25.47
Radiant Temperature (°C)	26.64
Operative Temperature (°C)	26.05
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	17.27
External Infiltration (MWh)	-222.12
General Lighting (MWh)	269.03
Miscellaneous (MWh)	73.76
Computer + Equip (MWh)	116.25
Occupancy (MWh)	33.55
Solar Gains Interior Windows (MWh)	0.60
Solar Gains Exterior Windows (MWh)	169.79
Zone Sensible Heating (MWh)	15.39
Zone Sensible Cooling (MWh)	-370.82
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	1.68

با عایق کاری ساختمان مصرف انرژی در ساختمان به مقدار زیادی کاهش یافت که نشانه اهمیت این موضوع می باشد. بار گرمایشی ساختمان در این حالت ۲۱ MWh می باشد که نسبت به حالت قبل ۵۵ MWh کاهش داشتیم و بار سرمایشی ساختمان ۹۹ MWh می باشد که حدوداً ۱۶ MWh کاهش یافته است.

#### ۴-۱-۲-۴- تعویض پنجره دو جداره با پنجره سه جداره

در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان اجرای پنجره دو جداره اجباری می باشد اما اگر ما با مقداری هزینه بیشتر پنجره سه جداره در ساختمان بگذاریم می توانیم مصرف انرژی را کاهش دهیم. نتایج شبیه سازی انرژی برای تعیین مقدار کاهش انرژی در ساختمان اداری حکیم اعظم در ادامه آمده است.



شکل (۴-۹) نتایج شبیه‌سازی ماهانه پنجره سه‌جداره

**Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1**

EnergyPlus Output Licensed

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Room Electricity (kWh)	16116.83	14815.67	15917.27	14815.67	16767.41	15266.69	16767.41	16550.87	15483.23	16767.41	15900.28	14832.65
Lighting (kWh)	22799.24	20975.30	22571.25	20975.30	23711.21	21659.28	23711.21	23483.21	21887.27	23711.21	22571.25	20975.30
Heating (Gas) (kWh)	8185.74	4176.09	706.88	292.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.42	306.14	5469.45
Cooling (Electricity) (kWh)	0.01	0.01	25.46	2487.85	8761.36	18524.72	23643.59	22937.97	14971.71	2634.89	56.61	0.03
DHW (Electricity) (kWh)	2482.38	2281.95	2451.59	2281.95	2582.60	2351.38	2582.60	2530.16	2403.82	2582.60	2429.94	2303.60
Air Temperature (°C)	19.67	21.05	24.11	25.82	27.44	28.94	28.88	29.01	28.47	26.62	24.69	20.52
Radiant Temperature (°C)	20.27	21.84	25.06	26.86	28.73	30.32	30.34	30.40	29.82	27.85	25.73	21.25
Operative Temperature (°C)	19.97	21.45	24.59	26.34	28.09	29.63	29.61	29.70	29.15	27.24	25.21	20.88
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	3.89	4.98	10.66	16.30	21.74	28.25	29.87	30.07	25.90	17.79	11.42	5.59
External Infiltration (kWh)	-37059.72	-33835.48	-30678.02	-20729.96	-12736.05	-1619.76	1942.58	2111.76	-5494.74	-19745.72	-29296.17	-34758.97
General Lighting (kWh)	22799.24	20975.30	22571.25	20975.30	23711.21	21659.28	23711.21	23483.21	21887.27	23711.21	22571.25	20975.30
Miscellaneous (kWh)	6303.88	5757.56	6104.32	5757.56	6577.04	5831.16	6577.04	6360.49	6047.70	6577.04	6087.33	5774.54
Computer + Equip (kWh)	9812.95	9058.11	9812.95	9058.11	10190.37	9435.53	10190.37	10190.37	9435.53	10190.37	9812.95	9058.11
Occupancy (kWh)	3594.31	3127.95	2815.33	2506.95	2745.29	2371.05	2696.36	2591.28	2488.82	2787.05	2740.10	3081.58
Solar Gains Interior Windows (kWh)	30.47	35.34	52.65	66.19	71.24	67.23	74.31	61.87	47.77	41.56	27.21	27.65
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	5914.88	6419.49	8044.64	8437.32	10008.31	10683.46	10245.37	9633.64	8650.59	7875.66	7213.40	5649.07
Zone Sensible Heating (kWh)	5815.22	2978.80	621.06	222.00	2.72	17.71	30.32	25.17	5.27	5.88	241.31	3976.40
Zone Sensible Cooling (kWh)	-5344.81	-6140.73	-12782.27	-21747.84	-39532.76	-51714.05	-60970.48	-58824.49	-45905.86	-28883.69	-14258.93	-5749.35
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ach)	0.86	0.89	1.13	1.80	2.48	1.98	1.61	1.64	2.24	2.80	1.39	0.88

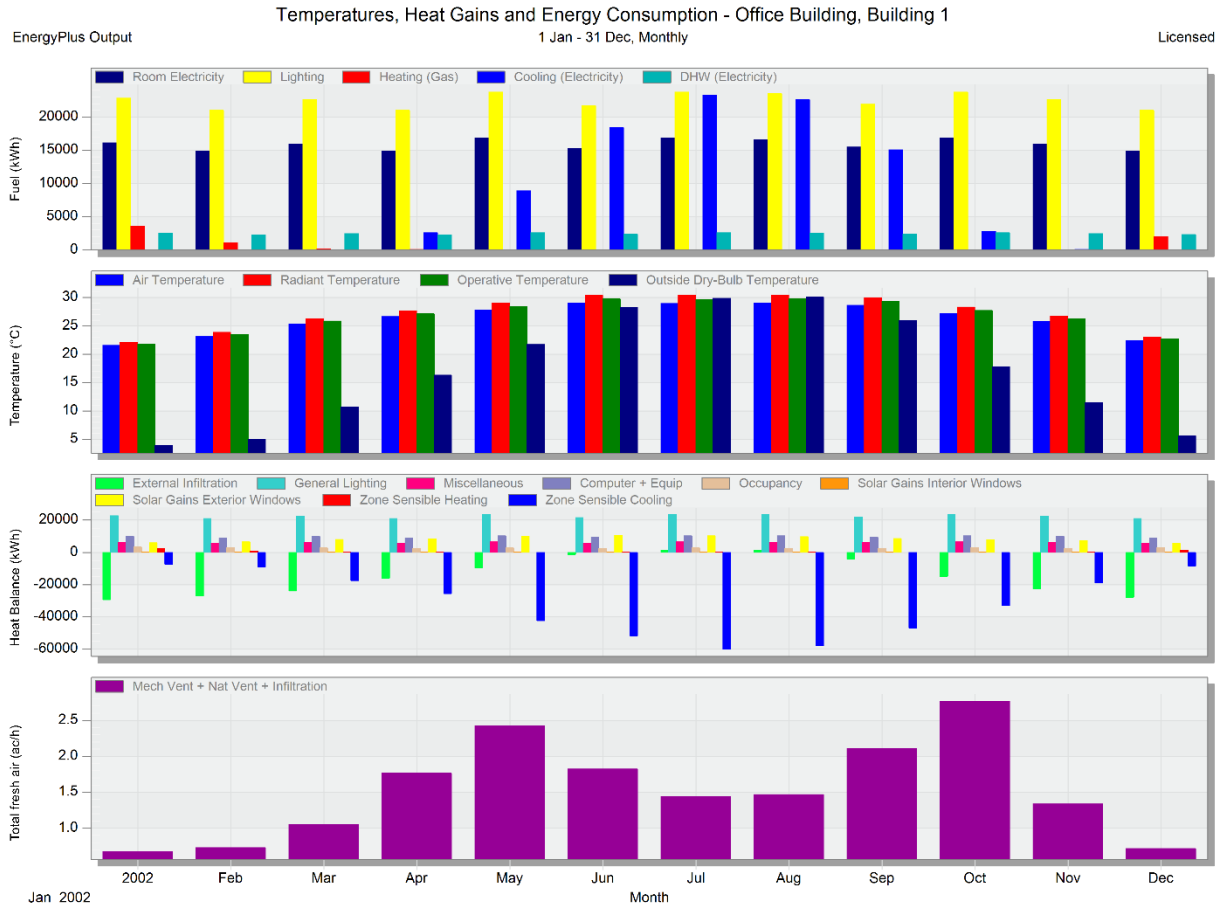
جدول (۴-۴) نتایج شبیه سازی سالانه پنجره سه جداره

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1		
EnergyPlus Output	1 Jan - 31 Dec, Run period	Licensed
	Year	
Room Electricity (MWh)	190.00	
Lighting (MWh)	269.03	
Heating (Gas) (MWh)	19.14	
Cooling (Electricity) (MWh)	94.04	
DHW (Electricity) (MWh)	29.26	
Air Temperature (°C)	25.45	
Radiant Temperature (°C)	26.56	
Operative Temperature (°C)	26.01	
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	17.27	
External Infiltration (MWh)	-221.90	
General Lighting (MWh)	269.03	
Miscellaneous (MWh)	73.76	
Computer + Equip (MWh)	116.25	
Occupancy (MWh)	33.55	
Solar Gains Interior Windows (MWh)	0.60	
Solar Gains Exterior Windows (MWh)	98.78	
Zone Sensible Heating (MWh)	13.84	
Zone Sensible Cooling (MWh)	-351.86	
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	1.65	

همانطور که پیش‌بینی شده بود، میزان بار گرمایشی ساختمان به ۱۹ MWh رسیده است که شامل ۲ MWh کاهش می‌باشد و میزان بار سرمایشی ساختمان به ۹۴ MWh رسیده است که شامل ۵ MWh کاهش می‌باشد.

#### ۴-۲-۱-۵- کنترل نفوذ هوا

همانطور که می‌دانید در فضاهای اداری ما اتلاف حرارتی بالایی داریم که باعث هدر رفت انرژی می‌شود. اگر ما بتوانیم با روش‌های نوین مانند پرده هوا جلوی اتلاف حرارتی را بگیریم، مصرف انرژی در ساختمان کاهش می‌یابد و از انرژی استفاده بهینه‌تری داشته باشیم. بر همین مبنا اگر مقداری کاهش در نفوذ هوای ناخواسته داشته باشیم، میزان مصرف انرژی در ساختمان حکیم اعظم به شکل زیر می‌باشد:



شکل (۴-۱۰) نتایج شبیه سازی ماهانه کنترل نفوذ هوا

**Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1**

EnergyPlus Output 1 Jan - 31 Dec, Monthly Licensed

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Room Electricity (kWh)	16116.83	14815.67	15917.27	14815.67	16767.41	15266.69	16767.41	16550.87	15483.23	16767.41	15900.28	14832.65
Lighting (kWh)	22799.24	20975.30	22571.25	20975.30	23711.21	21659.28	23711.21	23483.21	21887.27	23711.21	22571.25	20975.30
Heating (Gas) (kWh)	3518.55	1088.07	131.47	56.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	31.94	2005.58
Cooling (Electricity) (kWh)	0.22	0.23	27.57	2577.73	8890.88	18397.93	23238.08	22577.57	15073.60	2815.84	77.82	0.26
DHW (Electricity) (kWh)	2482.38	2281.95	2451.59	2281.95	2582.60	2351.38	2582.60	2530.16	2403.82	2582.60	2429.94	2303.60
Air Temperature (°C)	21.54	23.13	25.36	26.62	27.79	29.05	28.94	29.06	28.65	27.14	25.77	22.38
Radiant Temperature (°C)	22.04	23.86	26.29	27.65	29.05	30.41	30.39	30.43	29.97	28.33	26.77	23.06
Operative Temperature (°C)	21.79	23.50	25.83	27.13	28.42	29.73	29.67	29.74	29.31	27.73	26.27	22.72
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	3.89	4.98	10.66	16.30	21.74	28.25	29.87	30.07	25.90	17.79	11.42	5.59
External Infiltration (kWh)	-29555.84	-27272.37	-24056.74	-16108.54	-9682.13	-1323.67	1288.76	1437.06	-4199.10	-14985.86	-22737.46	-27921.47
General Lighting (kWh)	22799.24	20975.30	22571.25	20975.30	23711.21	21659.28	23711.21	23483.21	21887.27	23711.21	22571.25	20975.30
Miscellaneous (kWh)	6303.88	5757.56	6104.32	5757.56	6577.04	5831.16	6577.04	6360.49	6047.70	6577.04	6087.33	5774.54
Computer + Equip (kWh)	9812.95	9058.11	9812.95	9058.11	10190.37	9435.53	10190.37	10190.37	9435.53	10190.37	9812.95	9058.11
Occupancy (kWh)	3293.04	2824.08	2677.66	2444.40	2732.39	2368.60	2694.85	2590.42	2483.92	2760.70	2628.70	2830.43
Solar Gains Interior Windows (kWh)	30.47	35.34	52.65	66.19	71.24	67.23	74.31	61.87	47.77	41.56	27.21	27.65
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	5914.88	6419.49	8044.64	8437.32	10008.31	10683.46	10245.37	9633.64	8650.59	7875.66	7213.40	5649.07
Zone Sensible Heating (kWh)	2592.98	805.87	100.01	42.57	2.74	18.20	31.69	26.28	5.33	0.05	25.66	1397.37
Zone Sensible Cooling (kWh)	-7356.99	-9043.95	-17709.15	-25791.69	-42434.59	-51887.47	-60262.96	-58092.95	-46958.36	-33036.33	-19210.65	-8544.10
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ach)	0.67	0.73	1.05	1.76	2.42	1.82	1.44	1.47	2.11	2.76	1.34	0.72

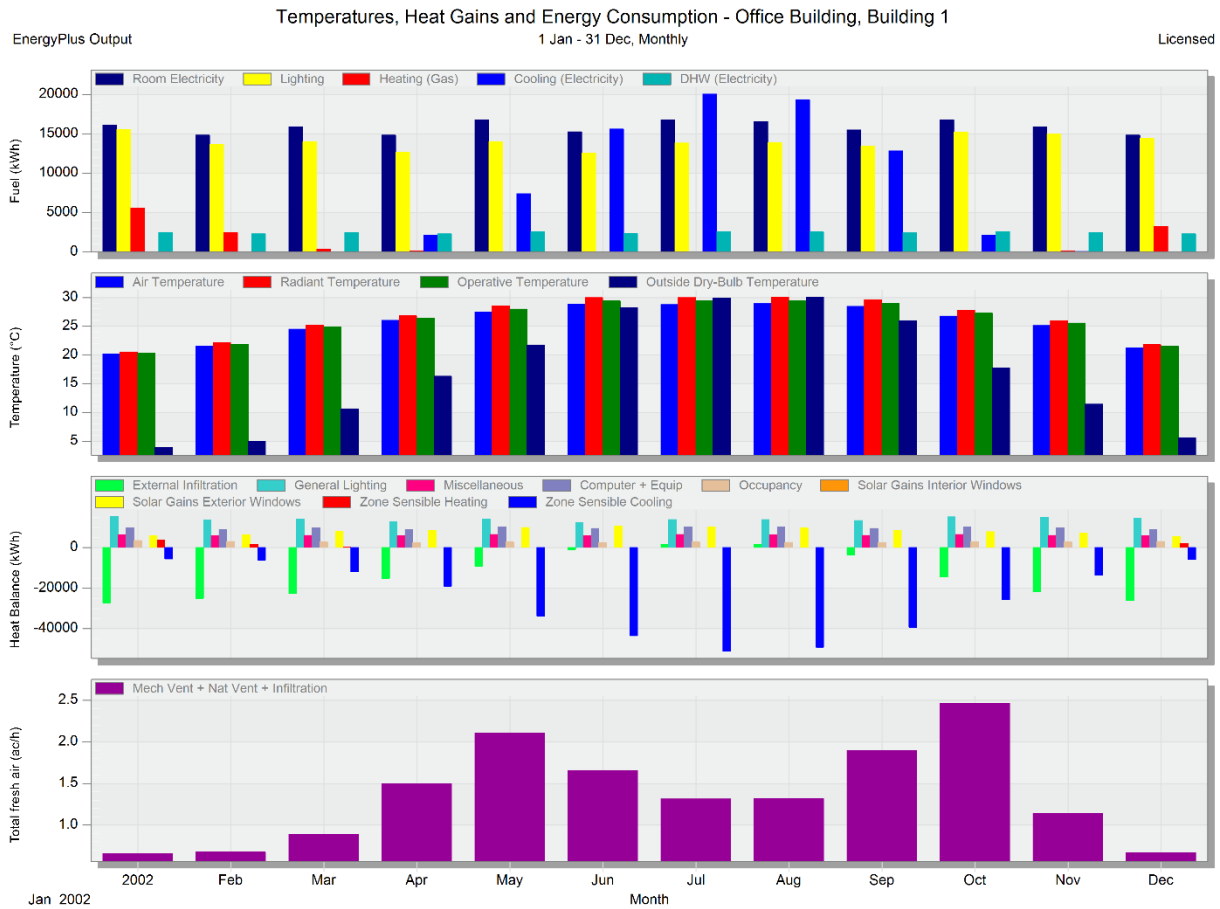
#### جدول (۴-۵) نتایج شبیه سازی سالانه کنترل نفوذ هوا

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1		
EnergyPlus Output	1 Jan - 31 Dec, Run period	Year
Room Electricity (MWh)		190.00
Lighting (MWh)		269.03
Heating (Gas) (MWh)		6.83
Cooling (Electricity) (MWh)		93.68
DHW (Electricity) (MWh)		29.26
Air Temperature (°C)		26.30
Radiant Temperature (°C)		27.37
Operative Temperature (°C)		26.83
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)		17.27
External Infiltration (MWh)		-175.12
General Lighting (MWh)		269.03
Miscellaneous (MWh)		73.76
Computer + Equip (MWh)		116.25
Occupancy (MWh)		32.33
Solar Gains Interior Windows (MWh)		0.60
Solar Gains Exterior Windows (MWh)		98.78
Zone Sensible Heating (MWh)		5.05
Zone Sensible Cooling (MWh)		-380.33
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)		1.53

این مورد هم از اهمیت به سزایی برخوردار است و میزان قابل ملاحظه ای کاهش در مصرف انرژی دارد. میزان بار گرمایشی ۱۷ MWh است که در مقایسه با حالت قبل ۱۲ MWh کاهش داشته است و میزان بار سرمایشی ۹۳ MWh است که در مقایسه با حالت قبل ۱ MWh کاهش داشته است. در نتایج مشخص است که این پارامتر در بار گرمایشی ساختمان تاثیر بسیار بیشتری از بار سرمایشی می گذارد.

#### ۴-۲-۱-۶- کنترل هوشمند روشنایی ساختمان

در ساختمان های اداری به طور معمول چراغ های موجود در ساختمان های اداری در ساعات کاری به طور مداوم روشن است که هم باعث بالا رفتن مصرف الکتریکی و هم گرم شدن ساختمان می شود. با هوشمند نمودن ساختمان و تعریف برنامه هایی برای روشنایی می توان از روشن بودن مداوم چراغ ها خودداری و از بیش از حد گرم شدن ساختمان جلوگیری کرد. میزان تاثیر این راهکار در زیر مشاهده می کنید:



شکل (۴-۱۱) نتایج شبیه‌سازی ماهانه کنترل هوشمند روشنایی

**Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1**

EnergyPlus Output 1 Jan - 31 Dec, Monthly Licensed

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Room Electricity (kWh)	16116.83	14815.67	15917.27	14815.67	16767.41	15266.69	16767.41	16550.87	15483.23	16767.41	15900.28	14832.65
Lighting (kWh)	15531.56	13660.94	13996.39	12617.81	14038.98	12545.72	13843.35	13894.57	13445.22	15217.61	14929.37	14418.96
Heating (Gas) (kWh)	5565.71	2440.69	326.50	125.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	78.65	3271.73
Cooling (Electricity) (kWh)	0.00	0.01	25.64	2083.70	7377.36	15585.83	20019.15	19307.70	12824.57	2103.32	39.23	0.03
DHW (Electricity) (kWh)	2482.38	2281.95	2451.59	2281.95	2582.60	2351.38	2582.60	2530.16	2403.82	2582.60	2429.94	2303.60
Air Temperature (°C)	20.16	21.59	24.48	26.03	27.47	28.85	28.77	28.91	28.43	26.78	25.14	21.24
Radiant Temperature (°C)	20.55	22.14	25.19	26.83	28.49	29.98	29.99	30.05	29.55	27.77	25.95	21.77
Operative Temperature (°C)	20.36	21.86	24.84	26.43	27.98	29.42	29.38	29.48	28.99	27.28	25.55	21.50
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	3.89	4.98	10.66	16.30	21.74	28.25	29.87	30.07	25.90	17.79	11.42	5.59
External Infiltration (kWh)	-27394.38	-25073.75	-22666.92	-15228.78	-9193.96	-1046.11	1533.93	1651.12	-3897.83	-14445.04	-21770.46	-26109.86
General Lighting (kWh)	15531.56	13660.94	13996.39	12617.81	14038.98	12545.72	13843.35	13894.57	13445.22	15217.61	14929.37	14418.96
Miscellaneous (kWh)	6303.88	5757.56	6104.32	5757.56	6577.04	5831.16	6577.04	6360.49	6047.70	6577.04	6087.33	5774.54
Computer + Equip (kWh)	9812.95	9058.11	9812.95	9058.11	10190.37	9435.53	10190.37	10190.37	9435.53	10190.37	9812.95	9058.11
Occupancy (kWh)	3584.79	3105.06	2796.32	2501.02	2749.28	2377.09	2702.36	2596.76	2493.42	2784.12	2708.26	3038.62
Solar Gains Interior Windows (kWh)	30.47	35.34	52.65	66.19	71.24	67.23	74.31	61.87	47.77	41.56	27.21	27.65
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	5914.87	6419.48	8044.48	8436.77	10007.34	10682.97	10244.71	9632.53	8650.17	7875.61	7213.39	5649.06
Zone Sensible Heating (kWh)	3823.45	1681.71	238.82	94.68	3.25	21.45	37.52	31.06	6.11	0.08	60.75	2226.53
Zone Sensible Cooling (kWh)	-5575.51	-6253.66	-11859.38	-19065.04	-33855.47	-43510.25	-51202.94	-49191.91	-39270.36	-25752.68	-13697.57	-5904.28
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ach)	0.65	0.67	0.89	1.50	2.10	1.66	1.31	1.32	1.90	2.46	1.14	0.67

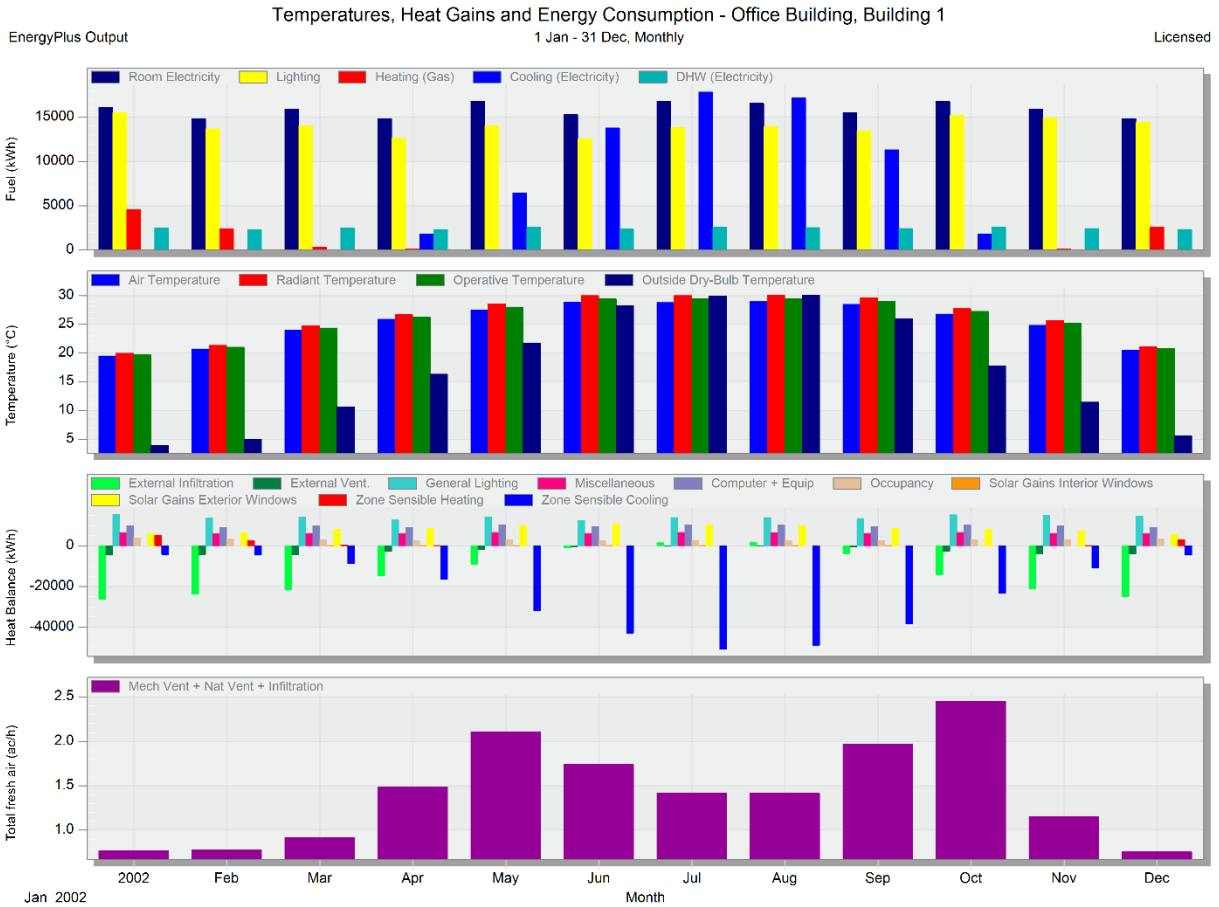
جدول (۴-۶) نتایج شبیه سازی سالانه کنترل هوشمند روشنایی

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1	
EnergyPlus Output	1 Jan - 31 Dec, Run period
	Year
Room Electricity (MWh)	190.00
Lighting (MWh)	168.14
Heating (Gas) (MWh)	11.81
Cooling (Electricity) (MWh)	79.37
DHW (Electricity) (MWh)	29.26
Air Temperature (°C)	25.67
Radiant Temperature (°C)	26.54
Operative Temperature (°C)	26.11
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	17.27
External Infiltration (MWh)	-163.64
General Lighting (MWh)	168.14
Miscellaneous (MWh)	73.76
Computer + Equip (MWh)	116.25
Occupancy (MWh)	33.44
Solar Gains Interior Windows (MWh)	0.60
Solar Gains Exterior Windows (MWh)	98.77
Zone Sensible Heating (MWh)	8.23
Zone Sensible Cooling (MWh)	-305.14
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ach)	1.36

مقدار بار روشنایی ساختمان در حالت قبل ۲۶۹ MWh بوده است که با اعمال کنترل روشنایی ساختمان این مقدار به ۱۶۸ MWh کاهش پیدا کرده است. همین امر باعث شده است که بار گرمایشی ساختمان به دلیل این که تعداد چراغ های روشن کم شده است، افزایش یابد اما بار سرمایشی از ۹۳ MWh به ۷۹ MWh کاهش یافته است.

#### ۴-۲-۱-۷- زمهریر

زمهریر معدل واژه انگلیسی Earth tube هست و به لوله هایی گفته می شود که وظیفه تامین هوای تازه را دارند. این لوله ها را ابتدا از زیرزمین عبور می دهند به دلیل اینکه در آن جا دمای هوا معتدل تر است، به طوری که در تابستان خنک تر از هوای بیرون است و در زمستان گرم تر از هوای درون هست. پس هوایی که از زیرزمین عبور می کند علاوه بر تامین هوای تازه، می تواند در کاهش بار سرمایشی و گرمایشی موثر باشد.



شکل (۴-۱۲) نتایج شبیه سازی ماهانه زمهریر

**Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1**

EnergyPlus Output 1 Jan - 31 Dec, Monthly Licensed

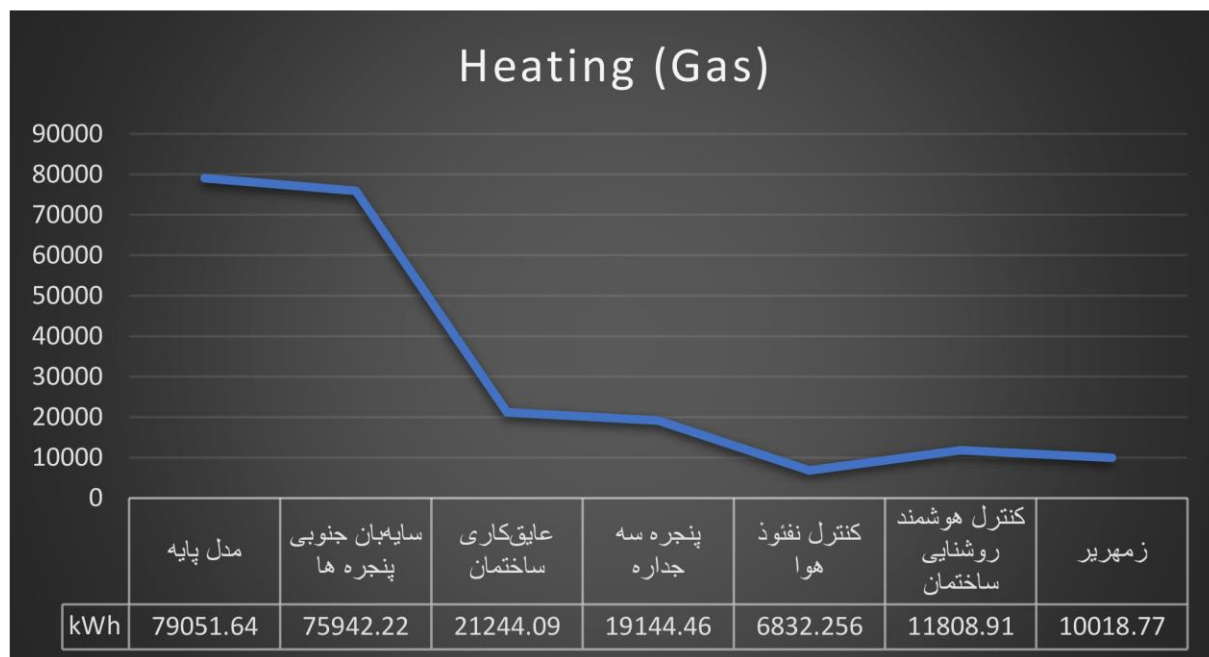
Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Room Electricity (kWh)	16116.83	14815.67	15917.27	14815.67	16767.41	15266.69	16767.41	16550.87	15483.23	16767.41	15900.28	14832.65
Lighting (kWh)	15531.56	13660.94	13996.39	12617.81	14038.98	12545.72	13843.35	13894.57	13445.22	15217.61	14929.37	14418.96
Heating (Gas) (kWh)	4530.48	2386.14	326.28	109.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	77.70	2588.57
Cooling (Electricity) (kWh)	0.00	0.00	22.45	1802.49	6439.25	13784.27	17806.60	17180.32	11292.72	1795.85	27.10	0.00
DHW (Electricity) (kWh)	2482.38	2281.95	2451.59	2281.95	2582.60	2351.38	2582.60	2530.16	2403.82	2582.60	2429.94	2303.60
Air Temperature (°C)	19.45	20.71	23.94	25.84	27.45	28.85	28.77	28.91	28.43	26.73	24.80	20.48
Radiant Temperature (°C)	19.92	21.33	24.68	26.66	28.48	29.98	29.99	30.05	29.55	27.73	25.65	21.06
Operative Temperature (°C)	19.68	21.02	24.31	26.25	27.96	29.42	29.38	29.48	28.99	27.23	25.23	20.77
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	3.89	4.98	10.66	16.30	21.74	28.25	29.87	30.07	25.90	17.79	11.42	5.59
External Infiltration (kWh)	-26268.37	-23819.86	-21801.65	-14944.60	-9168.89	-1045.62	1534.85	1651.54	-3897.30	-14366.95	-21243.64	-24899.38
External Vent. (kWh)	-4626.06	-4381.15	-4439.84	-2940.03	-1950.45	-480.86	-229.75	-152.90	-664.98	-2687.72	-3902.06	-4013.35
General Lighting (kWh)	15531.56	13660.94	13996.39	12617.81	14038.98	12545.72	13843.35	13894.57	13445.22	15217.61	14929.37	14418.96
Miscellaneous (kWh)	6303.88	5757.56	6104.32	5757.56	6577.04	5831.16	6577.04	6360.49	6047.70	6577.04	6087.33	5774.54
Computer + Equip (kWh)	9812.95	9058.11	9812.95	9058.11	10190.37	9435.53	10190.37	10190.37	9435.53	10190.37	9812.95	9058.11
Occupancy (kWh)	3760.52	3305.52	2935.27	2539.97	2750.67	2377.10	2702.58	2596.83	2493.47	2796.59	2799.04	3222.79
Solar Gains Interior Windows (kWh)	30.47	35.34	52.65	66.19	71.24	67.23	74.31	61.87	47.77	41.56	27.21	27.65
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	5914.87	6419.48	8044.48	8436.77	10007.34	10682.97	10244.71	9632.53	8650.17	7875.61	7213.39	5649.06
Zone Sensible Heating (kWh)	4988.35	2493.03	380.84	131.37	3.26	21.46	37.53	31.08	6.12	0.10	101.98	3017.13
Zone Sensible Cooling (kWh)	-4305.76	-4692.15	-8884.12	-16620.56	-31942.59	-43032.13	-50977.34	-49042.11	-38612.45	-23318.04	-10899.28	-4588.33
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	0.77	0.78	0.92	1.49	2.11	1.74	1.41	1.41	1.97	2.45	1.16	0.76

جدول (۴-۷۸) نتایج شبیه سازی سالانه زمهریر

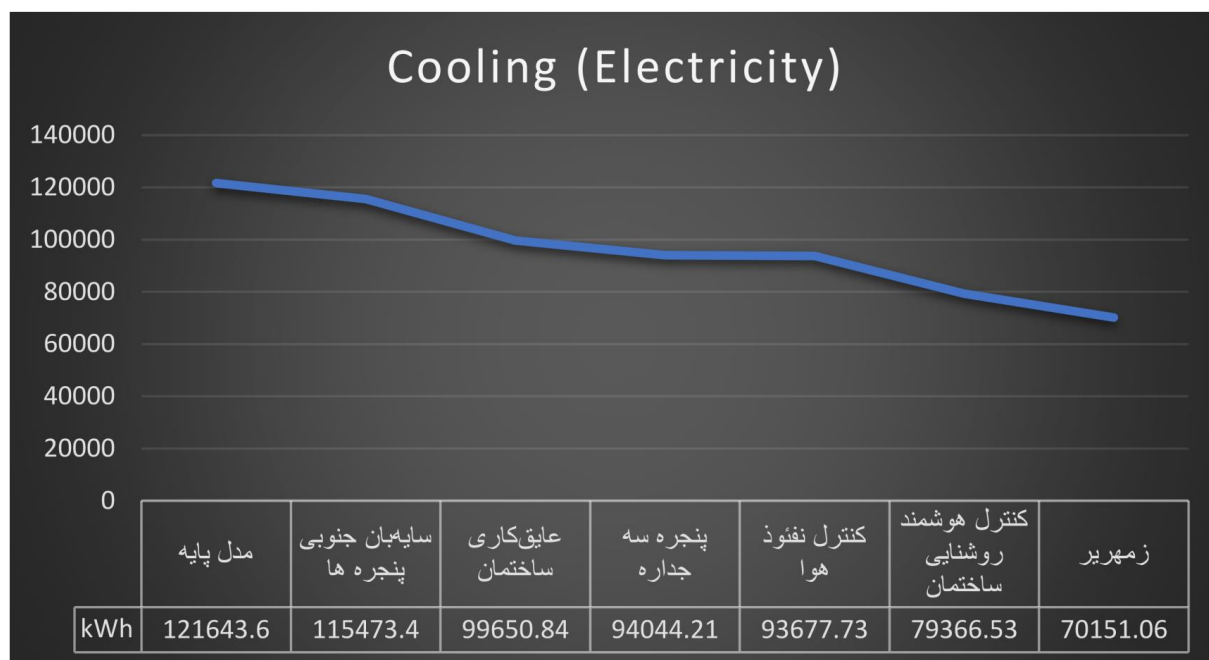
Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Office Building, Building 1		
EnergyPlus Output	1 Jan - 31 Dec, Run period	Licensed
	Year	
Room Electricity (MWh)	190.00	
Lighting (MWh)	168.14	
Heating (Gas) (MWh)	10.02	
Cooling (Electricity) (MWh)	70.15	
DHW (Electricity) (MWh)	29.26	
Air Temperature (°C)	25.38	
Radiant Temperature (°C)	26.28	
Operative Temperature (°C)	25.83	
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	17.27	
External Infiltration (MWh)	-158.27	
External Vent. (MWh)	-30.47	
General Lighting (MWh)	168.14	
Miscellaneous (MWh)	73.76	
Computer + Equip (MWh)	116.25	
Occupancy (MWh)	34.28	
Solar Gains Interior Windows (MWh)	0.60	
Solar Gains Exterior Windows (MWh)	98.77	
Zone Sensible Heating (MWh)	11.21	
Zone Sensible Cooling (MWh)	-286.91	
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	1.42	

به کار بردن زمهریر در ساختمان اداری حکیم اعظم باعث شده تا بار گرمایشی ساختمان از ۱۱ MWh به ۱۰ MWh کاهش پیدا کند و بار سرمایشی نیز از ۷۹ MWh به ۷۰ MWh کاهش یابد.

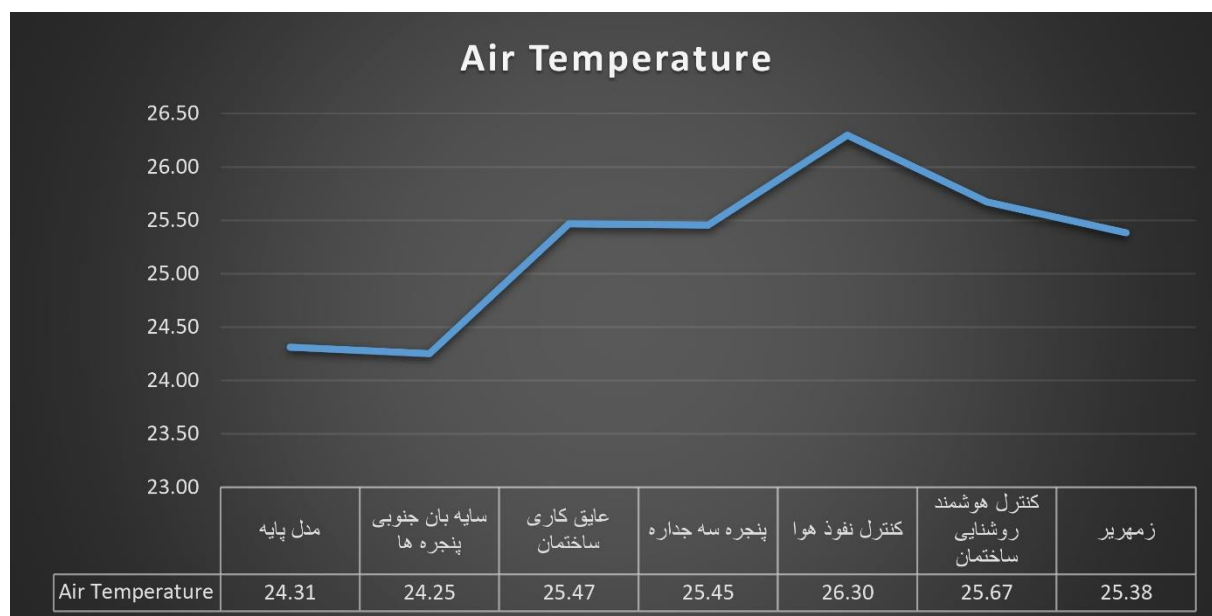
در شکل های زیر مقایسه کلی بین تمامی حالت هایی که در بالا صحبت شد، برای میزان گرمایش و سرمایش و همچنین دمای هوا انجام گرفته است.



شکل (۴-۱۳) مقایسه میزان گرمای مصرفی در مدل‌های ارتقا یافته با مدل پایه



شکل (۴-۱۴) مقایسه میزان سرمای مصرفی در مدل‌های ارتقا یافته با مدل پایه



شکل (۴-۱۵) مقایسه دمای هوا در مدل های ارتقا یافته با مدل پایه

	مدل پایه	سایه بان جنوبی پنجره ها	عایق کاری ساختمان	پنجره سه جداره	کنترل نفوذ هوا	کنترل هوشمند روشنایی ساختمان	زمهریر
Heating (Gas)	79051.64	75942.22	21244.09	19144.46	6832.26	11808.91	10018.77
Cooling (Electricity)	121643.60	115473.40	99650.84	94044.21	93677.73	79366.53	70151.06
Air Temperature	24.31	24.25	25.47	25.45	26.30	25.67	25.38



## فصل پنجم: جمع بندی

## ۵-۱- نتیجه گیری

افزایش روز افزون مصرف انرژی در جهان و طبقات مخرب زیست محیطی توجهات زیادی را به موضوع کاهش مصرف انرژی بخصوص منابع فسیلی به خود جلب کرده است. ایران نیز علاوه بر اثرات نامطلوب زیست محیطی، از نقطه نظر اقتصادی ملزم به کاهش مصرف انرژی است. در سال ۲۰۱۳ ایران بیش از چین گاز طبیعی مصرف کرده است و ۴۰٪ از کل انرژی مصرفی در ایران مربوط به ساختمان‌هاست. در صورت ادامه روند کنونی ایران تا سال ۱۴۰۳ تبدیل به وارد کننده انرژی خواهد شد. به همین منظور در سند چشم انداز ۱۴۰۳ نیز اهداف مشخصی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان تعریف شده است. بخش‌های مختلفی در ساختمان مصرف کننده انرژی هستند که از آن میان انرژی مصرفی سیستم تهویه مطبوع و سیستم روشنایی بیشترین سهم مصرف انرژی ساختمان‌ها را بخود اختصاص داده اند. از سوی دیگر سیستم تهویه و روشنایی تحت تاثیر مستقیم از تصمیمات طراحی معماری ساختمان است، لذا اتخاذ تدابیر مناسب در فاز طراحی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی ساختمان منجر شود.

به همین منظور می‌توان با مدلسازی مصرف ساختمان با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز انرژی پارامترهای تاثیر گذار در طراحی معماری از جمله هندسه و حجم، جهت گیری، سطوح شفاف و سایه اندازها

و عایقکاری حرارتی را بهینه سازی نمود. لذا ضروری است تا با استفاده از مدلسازی انرژی ساختمان در فاز طراحی و بهینه سازی پارامتریک اجزای ساختمان‌هایی را طراحی نمود که نیاز کمتری به انرژی های مختلف بخصوص در سیستم تهویه و روشنایی داشته و در نتیجه میزان کل مصرف انرژی سالانه تحت تاثیر طراحی معماری آن به صورت حاصل جمع انرژی مصرفی سیستم سرمایش، گرمایش و روشنایی به حداقل ممکن کاهش یابد.

با توجه به آنچه در طی این پژوهش بررسی گردید، می‌توان نتیجه گرفت که تصمیمات اخذ شده در مراحل اولیه طراحی که یک معمار آن را به عهده دارد، نقش بسیار مهمی در نتیجه طراحی و میزان کارایی ساختمان خواهد داشت. با توجه به بحران های زیست محیطی و کمبود منابع انرژی که در حال مصرف بی رویه قرار گرفته اند، نیاز به طراحی ساختمان‌های پایدار و دوستدار محیط زیست که به محوطه پیرامون خود آسیب نزده و در عین حال از لحاظ مصرف انرژی دارای سهم بسیار اندکی باشند، همچنین کیفیت قضایی و کاربری را حفظ نمایند، بسیار حیاتی می‌باشد. با توجه به مطالعات و شبیه سازی های صورت گرفته در این پژوهش، نتیجه گرفته می‌شود که مصرف انرژی در ساختمان های اداری با برخی از تمهیدات غیرفعال انرژی و به کمک انرژی خورشیدی می‌توان تا مقدار زیادی در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرد و به کمک استفاده از انرژی های نو و پاک می‌توان از مصرف سوخت های فسیلی جلوگیری کرد.

بعضی از روش های بهینه سازی مصرف انرژی، فقط در ساختمان‌های در حال احداث توجیه اجرایی و اقتصادی دارند مانند عایق کاری دیوار و کف، انتخاب مصالح مناسب انتخاب عایق کاری مناسب سیستم لوله کشی ساختمان و ... به منظور بهینه ساختن این روش ها، می‌توان در هنگام ساخت ساختمان، با صرف هزینه‌ای که علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، آسایش حرارتی محیط زندگی را نیز افزایش داد. اما اگر این اقدامات را پس از احداث ساختمان بخواهیم انجام دهیم، هزینه‌ی اجرای این طرح‌ها بسیار بالاست

همچنین برخی دیگر از طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های در حال احداث و مورد بهره‌برداری، قابل استفاده‌اند که اجرای آنها به دلیل عدم تعویض و جایگزینی با روش‌های قبلی سبب اتلاف سرمایه گذاری اولیه نمی‌گردد.

همچنین در تمامی فصول سال قابل اجرا بوده و به علت عدم نیاز به تغییرات فیزیکی و مکانیکی، ساکنین ساختمان را نیز دچار مشکل نمی‌نمایند. نظیر این ایده‌ها می‌توان به دمپر خودکار موتورخانه، استفاده از موتورخانه هوشمند، درزگیر پنجره، در و پنجره‌هایی با شیشه‌های دو جداره و غیره اشاره کرد. همچنین با توصیفات به عمل آمده و محاسبات و نتایجی که بررسی گردید. نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی از ابزارهای جدا ناشدنی پروژه‌های طراحی ساختمان‌های انرژی‌کارا و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود است که امروزه تقاضای بسیار و سיעی برای استفاده از آنها در صنعت ساختمان وجود دارد. یکی از دلایل افزایش تقاضا برای نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، کمبود شدید مهندسان مشاور انرژی توانمندی است که بتوانند گروه طراحی را به سمت ساختمان‌های انرژی‌کارا هدایت کنند. تنوع و پیچیدگی این نرم‌افزارهای انتخاب مناسب‌ترین آنها را با توجه به اهداف پروژه دشوار کرده است. این نرم‌افزارها از نظر میزان دقت متفاوت بوده و بکارگیری آنها در شرایط مختلف احتیاج به آگاهی و دانش تخصصی دارد. تا زمانی که مدلسازی انرژی به عنوان ابزاری مفید در طراحی در نظر گرفته شده باشد، باید اعتبار آنها بررسی و ملاحظات برای بهره‌گیری از آنها در نظر گرفته شود.

## ۵-۲- پیشنهادها

به منظور استفاده بهتر از انرژی در کشور، پیشنهادهایی راهبردی و غیرقیمتی ارائه می‌گردد که با اجرایی نمودن آنها می‌توان در بخش انرژی کشور به سوی توسعه پایدار حرکت نمود. این پیشنهادها در سه

بخش عنوان می‌شود. ابتدا پیشنهادهای راهبردی است برای هر چه بهتر شدن وضعیت مصرف انرژی در کشور دوم پیشنهادهایی خواهد بود برای پژوهش‌هایی از این دست که به بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان اختصاص دارد، در نهایت نیز پیشنهادهایی برای پژوهشگران ارائه می‌گردد. ساختمان‌های خورشیدی در بسیاری از جهات نشانگر پیشرفت‌های زیست محیطی هستند. حفظ انرژی، ترافیک، آب و طبیعت همگی در برنامه ریزی و طرح آن‌ها دخالت دارند. کاربرد محتاطانه‌ی منابع ارزشمند انرژی و حفظ شرایط اقلیمی، اهداف اصلی سیاست انرژی در کشور می‌باشند. جهت ایجاد تنوع در منابع تأمین انرژی و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی باید حرکتی در تولید انرژی‌ها صورت گیرد تا در صورت بروز بحران انرژی در جهان، جهت تأمین بخشی از انرژی، مورد استفاده قرار گیرند.

## ۵-۲-۱- پیشنهادهای راهبردی

- تدوین قوانین و مقررات در خصوص به کارگیری الزامی استانداردها در بخش ساختمان.
- ارتقای فناوری فرایندها و تجهیزات بخش‌های مصرف‌کننده‌ی انرژی در بحث ساختمان
- تدوین و اجرای استانداردهای مدیریت انرژی "EMS" در بخش‌های مصرف‌کننده
- تهیه‌ی مقرراتی که بر مبنای آن ساختمان‌ها پیش از اقدام به احداث و یا در بدو بهره‌برداری، ممیزی انرژی و عوامل کاهش‌دهنده‌ی مصرف انرژی در آنها لحاظ گردد.
- توجه به علمی سازی روند تولیدات مربوط به مباحث انرژی در بخش ساختمان
- ارتقای دانش زیست محیطی جامعه برای استفاده‌ی درست و بهینه از انرژی با در نظر گرفتن پروژه‌های عملیاتی به دلیل پذیرش این موضوع از سوی جامعه که اهمیت مصرف در است انرژی می‌تواند سرمایه گذاری برای آینده و امری مهم برای آسایش بیشتر در زندگی باشد.

۵-۲-۲- پیدش‌نهادی برای رفع موانع مربوط به بهینه سازی مصرف انرژی و بیشترین بهره‌وری از

### انرژی خورشید در طراحی معماری

۱- از مالکان و سرمایه‌گذاران علاقمند به صرفه‌جویی در مصرف انرژی، حمایت کنند.

۲- سیاست‌های تشویقی برای مالکان و سرمایه‌گذاران پیش‌بینی گردد.

۳- فرهنگ سازی لازم جهت ارتقای فرهنگ عمومی در رابطه با مزایای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌ها انجام شود.

۴- سازمان‌های نظام مهندسی خط‌های اطلاعاتی مهندسان را با برگزاری دوره‌های آموزشی مرتفع نماید.

۵- استفاده از تجارب دیگر کشورهای موفق می‌تواند در مقوله انرژی خورشیدی به تسریع این روند کمک نماید.

۶- کاربرد نیروی خورشیدی در امور روزمره، نمونه و ایده‌های تابی را برای توجه جهانیان به جای خواهد گذاشت

۷- استفاده از تکنولوژی‌های کارآمد برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی

۸- بسترسازی برای استفاده از تسهیلات، امکانات و حمایت‌های مالی در بخش دولتی و غیردولتی در خصوص بهینه‌سازی و بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در ساختمان

۹- شناسایی و معرفی دست اندکاران برتر در خصوص کاهش مصرف انرژی و به کارگیری انرژی

خورشیدی در ساختمان

۱۰- استفاده از تجهیزات هوشمند و استفاده از مصالح با کیفیت و استاندارد، ضرورت صرفه‌جویی انرژی

است.

### ۵-۳- پیشنهادها برای پژوهش های آتی

اقدامات بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان، از تنوع بسیار زیادی برخوردار است که هریک از

این اقدامات را می‌توان از نظر اقتصادی مورد بررسی و ارزیابی قرار دارد

بررسی اقتصادی استفاده از CHP در ساختمان حکیم اعظم می‌تواند پژوهش خوبی در راستای

بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان باشد

## مراجع

- ۱- دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهر سازی معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان، مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان صرفه جویی در مصرف انرژی، تهران، نشر توسعه ایران، ۱۳۵۱.
- ۲- قیابکلو، ز. مبانی فیزیک ساختمان ۲ تنظیم شرایط محیطی زهرا، تهران، ۱۳۵۴
- ۳- ابراهیم زاده، زهرا (۱۳۹۳). معماری پایدار، معرفی راهکارهای طراحی ساختمانهای مسکونی با رویکرد استفاده از انرژی خورشیدی- ویکی پدیا
- ۴- سدی، کامران فرو محمدی، لادن، بهناز و ریحانه. (۱۳۸۸). کاربرد سامانه های خورشیدی در ساختمان به منظور بهینه سازی انرژی در معماری پایدار. اولین همایش ملی معماری پایدار، بی تا
- ۵- سعدی، فریدون (۱۳۸۶). اهمیت و ضرورت های بهینه سازی و کاهش شدت مصرف انرژی علوم سیاسی - مجلس و راهبرد، ۵۴. ۲۵۲-۲۷۸
- ۶- به کیش، امیر. (۱۳۸۴). شهرسازی از دیدگاه مصرف بهینه انرژی نمونه موردی (کاربری های مسکونی اداری) - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی دانشکده هنر و معماری
- ۷- حسین زاده و فرشچی تبریزی، امیر و فرشاد. (۱۳۹۳). بررسی استفاده از انرژی خورشیدی در سیستم های تهویه مطبوع با توجه به اقلیم ایران. فنی تخصصی، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان، ۲۲۱، ۱۷۲-۱
- ۸- خلجی اسدی، عایدی و شرعی، مرتضی، زهرا و نیما. (۱۳۸۶). سیستم های ترکیبی خورشیدی راه حلی نوین برای گرمایش در ساختمان ها. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۳، ۲۸-۱۵

- ۹- دفتر تعاونیهای عمران و مسکن وزارت تعاون. (۱۳۸۲). نگاهی نو به ارتقا بهره وری مصرف انرژی در بخش مسکن و ساختمان. ۷۳۶۹، ۱۴۲.
- ۱۰- قیابکلو، زهرا (۱۳۹۰). مبانی فیزیک ساختمان ۲ "تنظیم شرایط محیطی". چاپ سوم، جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر
- ۱۱- ماهنامه دانش نما. (۱۳۹۳). فنی تخصصی، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان.
- ۱۲- مجله اقتصاد انرژی (۱۳۸۱). اصول و کاربرد انرژی خورشیدی. ۴۳ مجله اقتصاد انرژی. (۱۳۸۲). سومین همایش بهینه سازی انرژی مصرف سوخت در ساختمان. ۵۶۵۷
- ۱۳- مرتضایی، نسرين (۱۳۹۰). بررسی دلایل عدم استفاده از انرژی خورشیدی در معماری ایران و ارائه راهکارها و طراحی یک نمونه موردی در تبریز. دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی
- ۱۴- تحصیل دوست، محمد (۱۳۹۰)، نفوذ هوا در ساختمان، مطالعه موردی بررسی رفتار بناهای متداول در محدوده تهران، رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۰
- ۱۵- ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰، معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو
- ۱۶- سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور (۱۳۹۳)، طرح تدوین راهنمای طراحی مدارس با تراز مصرف انرژی سالانه صفر، مجری: سعید امینیان - پژوهشکده مطالعات توسعه جهاد دانشگاهی تهران، تهران. سره
- ۱۷- مفیدی شمیرانی، سید مجید، غیائی، محمد مهدی، طاهباز، منصور، مهدوی نیا، مجتبی (۱۳۹۲)، روش شناسی گزینش نرم افزارهای کاربردی شبیه ساز انرژی در حوزه معماری، هویت شهر شماره ۱۳، صفحه ۴۵-۵۵.

۱۸- منصور نیکپور، سومین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، لاهه

مولایی عوامل موثر بر کاهش مصرف انرژی در مجتمع های اداری تجاری -۱۳۹۴

۱۹- محسن قاسمی، غزاله شاملو، طراحی مجتمع تجاری- اداری با رویکرد کاهش

مصرف انرژی، سومین کنگره بین المللی معماری و شهرسازی معاصر خاورمیانه، ۱۳۹۶

۲۰- همایون اربابیان - دانشکده معماری، دانشگاه علم و صنعت ایران-سومین

همایش ملی انرژی (۱۳۸۰)

۲۱- شیری، مژگان؛ مرتضی بهادری؛ سیدمحمد هاشمی و فاطمه احمدی گرجایی،

۱۳۹۳، بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان شرکت توزیع برق تهران بزرگ به کمک ممیزی

انرژی، نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی

مصرف انرژی

۲۲- مهران پور، محمدرضا، ۱۳۹۳، زیگبی، منطق فازی و سیستم مدیریت مصرف

انرژی، نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی

مصرف انرژی

۲۳- بهنام فر، محمد؛ سپیده خسروی و الهام ایزدی، ۱۳۹۳، طراحی کنترل کننده

ایی برای مدیریت انرژی ساختمان های هوشمند، نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند

مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی

۲۴- بیات، پرویز؛ حسین مسافر؛ حجت حاجی آبادی و سمانه ثقفی، ۱۳۹۳، سیستم

هوشمند مدیریت ساختمان رویکردی نوین در مدیریت مصرف انرژی، نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی

۲۵- علایی بروجنی، سجاد و شهاب تقی پورقهفرخی، ۱۳۹۵، طراحی مجتمع تجاری

با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی

۲۶- وریج کاظمی، محمد و رضا وریج کاظمی، ۱۳۹۲، ارائه راهکارهای عملیاتی به

منظور بهینه سازی مصرف و مدیریت انرژی در ساختمان های اداری و مسکونی ایران، اولین همایش ملی ساختمان آینده

۲۷- سپهری، مانا و محمدرضا مثنوی، ۱۳۹۵، بهینه سازی مصرف انرژی با

راهکارانتخاب فرم ساختمان توسط نرم افزار دیزاین بیلدر در اقلیم تهران (با طراحی نمونه موردی)، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی

۲۸- شریفی، محمدرضا و سالم مهرزاد، ۱۳۹۶، مدلسازی انرژی در ساختمان توسط

نرم افزار دیزاین بیلدر و بررسی روش های کاهش مصرف انرژی، نخستین همایش بین المللی ایده های راهبردی در علوم مهندسی ایران

۲۹- همایون اربابیان - دانشکده معماری، دانشگاه علم و صنعت ایران- سومین

همایش ملی انرژی (۱۳۹۱)

۳۰- رجبی قادی، مازیار و سید یاسر موسوی، ۱۳۹۶، بررسی مولفه های طراحی بر ساختمان بلند اداری با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی در منطقه ۲ تهران، پنجمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس

۳۱- شاملو، غزاله و محسن قاسمی، ۱۳۹۶، طراحی مجتمع تجاری- اداری با رویکرد کاهش مصرف انرژی (مورد مطالعه: مجتمع تجاری- اداری در شهر زاهدان)، سومین کنگره بین المللی معماری و شهر سازی معاصر خاورمیانه، تهران، انجمن معماری شهر سازی استان البرز - جامعه مهندسان شهر ساز- موسسه بنا شهر پایدار - کانون معماری ایران، دانشگاه بهشتی،

۳۲- اعلائی بروجنی، سجاد و شهاب تقی پورقه فرخی، ۱۳۹۵، طراحی مجتمع تجاری با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی

33- Attia, S., Beltrán, L., De Herde, A. and Hensen, J.(۲۰۰۹) "Architect Friendly: A comparison of ten different building performance simulation tools", Proceedings of ۱۱th International IBPSA Conference, Glasgow, Skotland.

34- Baharvand, M., Bin Ahmad, M., Safikhani, T., Abdul Majid, R. "DesignBuilder Verification and Validation for Indoor Natural Ventilation Conditions". *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, Vol ۳, No.۴, pp. ۱۸۲- ۱۸۹, ۲۰۱۳.

- 35- Beattie, K.H. and I.C. Ward(۱۹۹۹) "The Advantages Of Building Simulation For Building Design Engineers", Proceedings of ۷th International IBPSA Conference, Kyoto, Japan.
- 36- Chung, L.P., Ahmad, M.H.b.H. and Ossen, D.R., "Comparison Of Integrated Environmental Solutions (Virtual Environment) And Autodesk Ecotect Simulation Software Accuracy With Field Measurement For Temperature", Sustainability in Built Environment ۱, pp.۸۵-۱۰۰, ۲۰۱۳.
- 37- Ebrahimpour, A. and M. Maerefat, "A method for generation of typical meteorological year", *Energy Conversion and Management*, Vol.۵۱, No.۳, pp. ۴۱۰-۴۱۷, ۲۰۱۰.
- 38- -Montaser Koohsari. A, Fayaz. R and Mohammad Kari.B , "Integrating Thermal and Lighting
- 39- Analysis to Optimize Window Size of Educational Buildings," Naqshejahan, p. ۱۴, ۲۰۱۵
- 40- -Shan.R , "Optimization for heating, cooling and lighting load in bu
- 41- ilding façade design," elsevier, p. ۱۰, ۲۰۱۳
- 42- -WRIGHT.J , BROWNLEE.A and MOURSHED.M , "Multi-objective optimization of cellular

- ۴۴- سایت انرژی استار [www.energystar.ir](http://www.energystar.ir)
- ۴۵- سایت آوین پالایش [www.avinpalayesh.com](http://www.avinpalayesh.com)
- ۴۶- سایت بهینه سازی مصرف سوخت [www.ifco.ir](http://www.ifco.ir)
- ۴۷- سایت سازمان انرژی های نو [www.suna.org.ir](http://www.suna.org.ir)
- ۴۸- سایت شرکت بهینه سازی مصرف سوخت [www.ifco.ir](http://www.ifco.ir)
- ۴۹- سایت مدیریت و بهینه سازی مصرف انرژی [www.eecm.ir](http://www.eecm.ir)