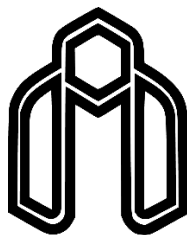


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی معماری

طراحی ساختمان اداری گاز منطقه ای در مشهد
(با رویکرد خالص صفر انرژی)

نگارنده : نرگس نظری

استاد راهنما :

دکتر مسعود طاهری شهر آئینی

شهریور ۱۳۹۸

تقدیم به:

بر خود لازم می دانم تا مراتب سپاس را از بزرگوارانی به جا آورم که اگر دست یاریگر شان نبود، هرگز این پایان نامه به انجام نمی رسید. با تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته و فرزانه دکتر مسعود طاهری شهر آئینی که در طول نگارش این مجموعه با راهنمایی های عالمانه ، سکندار شایسته ای در هدایت این پایان نامه بوده اند.

سپاس بیکران بر همدلی و همراهی خانواده عزیز بویژه مادر دلسوز و مهربانم که سجده ی ایثارش گل محبت را در وجودم پروراند و دامن گهربارش لحظه های مهربانی را به من آموخت.

تعهد نامه

اینجانب نرگس نظری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد (دکتری) رشته معماری دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه طراحی ساختمان اداری گاز منطقه ای در مشهد (با رویکرد خالص صفر انرژی) تحت راهنمایی دکتر مسعود طاهری شهر آئینی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ: ۱۳۹۸/۴/۲۴

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

تبادل کل انرژی از جهت مصرف و تولید انرژی تجدیدپذیر در ساختمان خالص انرژی صفر، یکی از پارامترهای اصلی طراحی در این ساختمان ها است. کاهش انرژی مصرفی، نیاز به تولید انرژی کمتری را نیز در بر خواهد داشت. ساختمان اداره گاز منطقه ای شهر مشهد با عنوان ساختمان خالص انرژی صفر با شرایط اقلیمی و پتانسیلی محیط، قابلیت تبدیل به الگویی برای طراحی ساختمان های اداری کم مصرف از لحاظ انرژی را دارد. تحقیق حاضر با توجه به موضوع مورد پژوهش بر اساس مطالعات میدانی و جمع آوری داده های هواشناسی منطقه ای، اقلیمی، منابع طبیعی و انرژی های بالقوه موجود در شهر مشهد در قالب تفکیک معیارها، الگوها، شناخت عوامل موجود و رابطه میان متغیرها دسته بندی شده است و در نرم افزار Excel ثبت تا برای مراحل آتی مورد بررسی قرار بگیرند. سپس بر مبنای روش تجربی و آزمایشگاهی، با توجه به داده های جمع آوری شده اقدام به بررسی نحوه تبادل و اتلاف انرژی در دو سطح بیرونی و درونی جداره های موثر، تبادل انرژی مصرفی و تولیدی، انرژی خورشیدی مستقیم (غیر فعال)، جهت گیری بهینه ساختمان، و همه عوامل موثر در کاهش انرژی در شرایط مشابه محیطی و اقلیمی شهر مشهد و با استفاده از نرم افزارهای انرژی (DesignBuilder Energy Plus Autodesk) محیط شبیه سازی شده و مورد ارزیابی قرار می گیرد. در مرحله طراحی نیز در راستای رعایت اصول معماری پایدار و بهینه سازی مصرف انرژی برای دستیابی ساختمانی با خصوصیات خالص انرژی صفر و با پیروی از نتایج پژوهشی کسب شده شروع به طراحی می کنیم، برای حصول اطمینان از طراحی، ساختمان طراحی شده نیز در نرم افزار های فوق مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. در نتایج شبیه سازی شده، کاهش عمده ی با راهکارهای نگهداشت انرژی انجام و تبادل مصرف و تولید انرژی در پایان کسب شد.

واژه های کلیدی: خالص صفر انرژی، اداره گاز مشهد، انرژی تجدید پذیر

فهرست مطالب

۱	فصل ۱
۲-۱-۱-مقدمه.....	۲
۲-۱-۲-بیان مسئله.....	۲
۲-۱-۳-هدف و ضرورت اجرای طرح.....	۵
۲-۱-۴-پرسش ها و فرضیه ها.....	۷
۲-۱-۵-روش ها و فنون اجرایی طرح.....	۷
۹	فصل ۲
۹	ادبیات موضوع
۱-۲-مقدمه.....	۱۰
۲-۲-انرژی و اهمیت آن.....	۱۱
۳-۲-روند مصرف انرژی در ایران.....	۱۲
۴-۲-منابع انرژی.....	۱۵
۲-۴-۱-۱-منابع انرژی قابل تجدید.....	۱۵
۲-۴-۱-۲-بیوانرژی.....	۱۵
۲-۴-۱-۳-بیوگاز.....	۱۵
۲-۴-۱-۴-انرژی خورشیدی.....	۱۶
۲-۴-۱-۵-انرژی آب.....	۱۷
۲-۴-۱-۶-انرژی باد.....	۱۷
۲-۴-۱-۷-انرژی جذر و مد اقیانوس ها.....	۱۷
۲-۴-۱-۸-انرژی امواج دریا.....	۱۸
۲-۴-۱-۹-انرژی جریانهای اقیانوسی.....	۱۸
۲-۴-۱-۱۰-گرمای آتشفشانی و چشمه های آب گرم.....	۱۸
۲-۴-۱-۱۱-گرمای زمین.....	۱۸
۲-۴-۱-۱۲-انرژی های فیزیکیوشیمیایی.....	۱۹
۲-۴-۱-۱۳-انرژیهای الکترومغناطیسی.....	۲۰
۲-۵-منابع انرژی غیر قابل تجدید.....	۲۰
۲-۵-۱-نفت.....	۲۰
۲-۵-۲-انرژی هسته ای.....	۲۰
۲-۵-۳-زغال سنگ.....	۲۰
۲-۵-۴-گاز طبیعی.....	۲۱
۲-۶-مقایسه انواع انرژی تجدید پذیر.....	۲۱
۲-۷-Nzeb ساختمان با انرژی صفر.....	۲۱
۲-۸-شرایط مرزی و جریان انرژی Nzeb.....	۲۲
۲-۹-چهار تعریف دقیق از Nzeb.....	۲۳
۲-۹-۱-Zero - energy خالص محل.....	۲۳
۲-۹-۲-Zero - energy خالص منبع.....	۲۳
۲-۹-۳-Zero - energy خالص مواد انتشار یافته.....	۲۳
۲-۹-۴-Zero - energy خالص هزینه ها.....	۲۳

۲۳	۱۰-۲- مبحث تولید، دریافت و حفظ انرژی.....
۲۴	۱۱-۲- مقایسه Nzeb با ساختمانهای سبز.....
۲۵	۱۲-۲- مزایا و معایب Nzeb :.....
۲۴	۱-۱۲-۲- مزایا:.....
۲۵	۲-۱۲-۲- معایب:.....
۲۵	۳-۱۲-۲- شروط برای حصول اهداف Nzeb.....
۲۶	۱۳-۲- نمونه های موردی.....
۲۵	۱-۱۳-۲- نمونه اول:موسسه BCA در سنگاپور.....
۲۶	۲-۱۳-۲- ساختمان در یک نگاه.....
۲۷	۳-۱۳-۲- نمونه دوم: پژوهشگاه مواد و انرژی شهرستان کرج.....
۲۹	۱-۳-۱۳-۲- نمونه پارامترهای طراحی معماری.....
۳۰	۲-۳-۱۳-۲- نمونه پارامترهای طراحی مکانیکی.....
۳۰	۳-۳-۱۳-۲- تامین انرژی.....

۳۱

فصل ۳

روش ها و فنون ساختمان در منطقه مورد مطالعه

۳۲	۳-۱- اطلاعات اقلیمی شهر مشهد.....
۳۲	۳-۱-۱- طبقه بندی اقلیمی شهر مشهد.....
۳۲	۳-۱-۱-۱- روش دمارتن:.....
۳۲	۳-۱-۱-۲- روش امبرژه:.....
۳۳	۳-۱-۱-۳- طبقه بندی کوپن:.....
۳۳	۴-۱-۱-۳- گونه بندی نیاز سالانه انرژی.....
۳۴	۳-۲- نمودار دما.....
۳۹	۳-۳- نیاز سرمایشی و گرمایشی ساختمان.....
۴۰	۴-۳- نمودار رطوبت نسبی.....
۴۳	۵-۳- تحلیل جهت باد مطلوب و نا مطلوب.....
۴۹	۶-۳- میزان تابش دریافتی.....
۵۰	۷-۳- نمودار سایبان.....
۵۰	۸-۳- نمودار تابش.....
۵۴	۹-۳- نمودار دید.....
۵۴	۱۰-۳- نمودار سایکومتريک.....
۵۷	۱۱-۳- نمودار آسایش حرارتی فضای بیرون.....
۶۰	۱۲-۳- شاخص آسایش حرارتی داخلی.....
۶۴	۱۳-۳- تحلیل شرایط اقلیمی.....

۶۵

فصل ۴

مطالعه میدانی، شبیه سازی ساختمان قدیم و طراحی ساختمان جدید

۶۶	۱-۴- مشخصات کلی ساختمان.....
۶۶	۲-۴- بررسی نقشه های وضع موجود.....
۶۸	۳- ۴- مشخصات پوسته خارجی.....
۷۰	۴-۴- سیستم های گرمایی و سرمایی.....

۷۰	۴ - ۵ - سیستم های روشنایی
۷۲	۴ - ۶ - مصرف انرژی در ساختمان
۷۴	۴ - ۷ - تعیین برچسب انرژی ساختمان
۷۶	۴ - ۸ - تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی
۷۷	۴ - ۹ - تعیین ضریب بار ساختمان به روش معکوس (BLC)
۷۹	۴ - ۱۰ - تعیین روز درجات گرمایش، گاز مصرفی واقعی، گاز مصرفی هدف گذاری شده، اختلاف، CUSUM
۸۰	۴ - ۱۱ - تهیه مدل اولیه در نرم افزار دیزاین بیلدر
۸۱	۴ - ۱۲ - بررسی مطابقت عملکرد حرارتی مدل شبیه سازی شده و ساختمان واقعی
۸۲	۴ - ۱۳ - فاکتورهای طراحی جدید ساختمان خالص صفر انرژی اداره گاز
۸۲	۴ - ۱۳ - ۱ - جهت قرارگیری بنا
۸۳	۴ - ۱۳ - ۲ - کشیدگی ساختمان
۸۳	۴ - ۱۳ - ۳ - تعداد طبقات
۸۳	۴ - ۱۳ - ۴ - سایه بان
۸۴	۴ - ۱۳ - ۵ - گلخانه خورشیدی
۸۴	۴ - ۱۳ - ۶ - دودکش خورشیدی
۸۴	۴ - ۱۳ - ۷ - طاقچه نوری
۸۵	۴ - ۱۴ - تحلیل سایت
۸۶	۴ - ۱۴ - ۱ - دسترسی سایت
۸۶	۴ - ۱۴ - ۲ - همسایگی های سایت
۸۶	۴ - ۱۴ - ۳ - محدودیت های طراحی سایت
۸۶	۴ - ۱۵ - انتخاب فرم بهینه
۸۸	۴ - ۱۶ - مشخصات طراحی ساختمان خالص انرژی صفر
۸۹	۴ - ۱۷ - طراحی ساختمان خالص انرژی صفر

۹۷

فصل ۵

نتایج

۹۸	۵ - ۱ - برآورد و تحلیل اثر انجام اقدامات با استفاده از مدل شبیه سازی شده بنا در مقایسه با نمونه موردی
۹۸	۵ - ۲ - مقایسه تطبیقی شبیه سازی ساختمان خالص انرژی صفر با ساختمان بدون پارامترهای نگهداشت انرژی
۹۸	۵ - ۳ - مشخص کردن تفکیک جذب های حرارتی داخلی و خورشیدی
۱۰۰	۵ - ۴ - تفکیک سوختی
۱۰۱	۵ - ۵ - تولید دی اکسید کربن
۱۰۱	۵ - ۶ - عملکرد حرارتی دیوار های خارجی
۱۰۳	۵ - ۷ - شبیه سازی گلخانه خورشیدی
۱۰۴	۵ - ۸ - تعیین توان سیستم فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان
۱۰۵	۵ - ۹ - تعیین نمودار تغییرات دمایی با استفاده از تهویه صورت گرفته توسط بادگیر
۱۰۶	۵ - ۱۰ - نمودار جذب خورشیدی
۱۰۶	۵ - ۱۱ - مجموع انرژی مصرفی
۱۰۸	۵ - ۱۲ - نتیجه گیری

۱۱۱

مراجع

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱- اهداف برنامه چشم انداز سال ۱۴۰۴ برای مصرف انرژی در ساختمان در ایران ۶
- شکل ۱-۲- مصرف انرژی دنیا بر اساس quadrillion BTU (Jia-jun et al. 2015) ۱۱
- شکل ۲-۲- جریان انرژی در کشور آلمان (Jia-jun et al. 2015) ۱۲
- شکل ۳-۲- تامین اثری از مایع و حاملهای انرژی (Jia-jun et al. 2015) ۱۲
- شکل ۴-۲- نمودار مقایسه ای مصرف انرژی در ایران و اروپا (بهادری نژاد، ۱۳۸۵) ۱۳
- شکل ۵-۲- پیش بینی روند مصرف انرژی در کشور با اعمال ضرایب کاهش در آینده (بهادری نژاد، ۱۳۸۵) ۱۴
- شکل ۶-۲- تامین انرژی از منابع تجدید پذیر در دنیا (بهادری نژاد، ۱۳۸۵) ۱۵
- شکل ۷-۲- نمای کلی موسسه BCA سنگاپور ۲۶
- شکل ۸-۲- تصویرسازی اولیه موسسه BCA سنگاپور ۲۷
- شکل ۹-۲- نمای جنوبی پژوهشگاه مواد و انرژی شهرستان کرج ۲۸
- شکل ۱۰-۲- پلان مجموعه ۲۹
- شکل ۱۱-۲- استفاده از گلخانه ۲۹
- شکل ۱۲-۲- جانمایی کلکتورهای آبگرم خورشیدی بر روی ساختمان ۳۰
- شکل ۱-۳- نقشه ایران و استان خراسان رضوی ۳۲
- شکل ۲-۳- نقشه ایران و استان خراسان رضوی ۳۳
- شکل ۳-۳- داده های آب و هوایی در نرم افزار گرس هاپر ۳۸
- شکل ۴-۳- نمودار روز درجه گرمایش و سرمایش در مشهد ۳۸
- شکل ۵-۳- نمودار دمای ماهیانه و سالیانه در مشهد ۳۸
- شکل ۶-۳- نمودار رطوبت نسبی ماهانه و سالانه در مشهد ۴۲
- شکل ۷-۳- جهت باد مطلوب و نامطلوب ماهانه و سالانه در مشهد ۴۷
- شکل ۸-۳- نیروی باد در ارتفاع در مشهد ۴۸
- شکل ۹-۳- میزان تابش دریافتی سطوح در مشهد ۴۹
- شکل ۱۰-۳- میزان سالانه تابش دریافتی سطوح در مشهد ۵۰
- شکل ۱۱-۳- نمودار سایبان در مشهد ۵۰
- شکل ۱۲-۳- نمودار های تابش خورشید در مشهد ۵۲
- شکل ۱۳-۳- میزان دید از ساختمان به داخل در مشهد ۵۳
- شکل ۱۴-۳- نمودار سایکومتریک در مشهد ۵۴
- شکل ۱۵-۳- آسایش حرارتی فضای بیرون در مشهد ۵۹
- شکل ۱۶-۳- شاخص آسایش حرارتی داخلی در مشهد ۶۱
- شکل ۱۷-۳- داده های آب و هوایی در نرم افزار گرس هاپر ۵۹
- شکل ۱-۴- نمای جنوبی بنای مورد مطالعه ۶۶

- شکل ۴-۲- پلان طبقه همکف بنای مورد مطالعه..... ۶۷
- شکل ۴-۳- پلان طبقه اول بنای مورد مطالعه..... ۶۷
- شکل ۴-۴- پلان طبقه دوم بنای مورد مطالعه..... ۶۷
- شکل ۴-۵- پلان طبقه ۱- بنای مورد مطالعه..... ۶۸
- شکل ۴-۶- نمای جنوبی بنای مورد مطالعه..... ۷۱
- شکل ۴-۷- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در رختکن در ماه دسامبر..... ۷۱
- شکل ۴-۸- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در راهروها در ماه دسامبر..... ۷۱
- شکل ۴-۹- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در آبدارخانه در ماه دسامبر..... ۷۱
- شکل ۴-۱۰- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در قسمت اداری در ماه دسامبر..... ۷۲
- شکل ۴-۱۱- مصرف برق طبقات (میانگین قبض های برق ۱۳۹۴-۱۳۹۷)..... ۷۲
- شکل ۴-۱۲- سهم مصرف برق واحد های اداری و سیستم های مشترک ساختمان از کل مصرف ساختمان..... ۷۳
- شکل ۴-۱۳- سهم سیستم های سرمای تبخیری و روشنایی از کل مصرف برق واحد اداری..... ۷۳
- شکل ۴-۱۴- نمودار میانگین کل مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه در سال های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷..... ۷۴
- شکل ۴-۱۵- تفکیک سهم مصرف گاز به اجزای سیستم گرمایش و تامین آب گرم..... ۷۴
- شکل ۴-۱۶- تعیین برچسب انرژی ساختمان مورد مطالعه..... ۷۶
- شکل ۴-۱۷- مدل ترسیم شده در نرم افزار دیزاین..... ۷۷
- شکل ۴-۱۸- تعیین ضریب بار ساختمان به روش معکوس..... ۷۸
- شکل ۴-۱۹- نمودار CUSUM..... ۸۰
- شکل ۴-۲۰- خروجی نرم افزار دیزاین بیلدر برای انتخاب فرم مناسب..... ۸۷
- شکل ۴-۲۱- نمودار مصرف گاز مورد مطالعه و ساختمان شبیه سازی شده (نگارنده)..... ۸۲
- شکل ۴-۲۲- طاقچه نوری..... ۸۵
- شکل ۴-۲۳- تحلیل سایت طراحی..... ۸۵
- شکل ۴-۲۴- پلان طبقه همکف..... ۸۹
- شکل ۴-۲۵- پلان طبقه اول..... ۹۰
- شکل ۴-۲۶- پلان طبقه ۱-..... ۹۱
- شکل ۴-۲۷- مقطع شرقی غربی از بنا..... ۹۲
- شکل ۴-۲۸- مقطع شمالی-جنوبی از بنا..... ۹۳
- شکل ۴-۲۹- مقطع سه بعدی از بنا..... ۹۴
- شکل ۴-۳۰- تصاویر سه بعدی از بنا..... ۹۴
- شکل ۴-۳۱- دیتیل اتصال گلخانه به بادگیر..... ۹۵
- شکل ۴-۳۲- دیتیل دیوار خارجی..... ۹۵
- شکل ۵-۱- جذب و اتلاف حرارتی در ساختمان بدون راهکارهای اقلیمی (نگارنده)..... ۹۸
- شکل ۵-۲- جذب و اتلاف حرارتی در ساختمان خالص صفر انرژی (نگارنده)..... ۹۹

- شکل ۵-۳- تفکیک منابع سوختی در ساختمان بدون راهکارهای اقلیمی در فصل سرد (نگارنده)..... ۱۰۰
- شکل ۵-۴- تفکیک منابع سوختی در ساختمان خالص صفر انرژی در فصل سرد (نگارنده)..... ۱۰۱
- شکل ۵-۵- تولید روزانه دی اکسید کربن در ساختمان بدون شرایط غیر فعال (نگارنده)..... ۱۰۱
- شکل ۵-۶- جذب حرارتی دیوار در ساختمان بدون راهکارهای اقلیمی در فصل سرد (نگارنده)..... ۱۰۲
- شکل ۵-۷- جذب حرارتی دیوار در ساختمان با راهکارهای اقلیمی در فصل سرد (نگارنده)..... ۱۰۲
- شکل ۵-۸- تعادل حرارتی ماهانه فضای گلخانه خورشیدی (نگارنده)..... ۱۰۳
- شکل ۵-۹- دمای آسایش ماهانه ساختمان خالص صفر انرژی (نگارنده)..... ۱۰۵
- شکل ۵-۱۰- جذب خورشیدی مستقیم در ساختمان بدون راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۱- جذب خورشیدی مستقیم در ساختمان با راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۲- نیاز انرژی ساختمان بدون راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۳- نیاز انرژی ساختمان با راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۴- تفکیک اتلاف انرژی در دو ساختمان (نگارنده)..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱۵- جذب انرژی ها غیرفعال در دو ساختمان (نگارنده)..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱۶- تفکیک بارهای انرژی در دو ساختمان (نگارنده)..... ۱۱۰

فهرست جداول

جدول ۱-۲-مقایسه انواع انرژی تجدید پذیر.....	۲۱
جدول ۲-۲- ویژگی های ساختمان صفر انرژی آکادمی (wittkopf,2015).....	۲۷
جدول ۱-۳- لیست استراتژی ها با اساس نمودار سایکومتريک شهر مشهد(نگارنده).....	۵۵
جدول ۱-۴-محاسبه ضریب انتقال حرارت دیوار آجر توپر ۲۲ سانتی متری،مجاور فضای خارج.....	۶۹
جدول ۲-۴-محاسبه ضریب انتقال حرارت دیوار آجر توپر ۱۱ سانتی متری،مجاور فضای کنترل نشده.....	۶۹
جدول ۳-۴- ضریب انتقال حرارت درها و پنجره های ساختمان،استخراج شده از مبحث نوزدهم.....	۷۰
جدول ۴-۴- محاسبه روز درجه گرمایش،میزان گاز مصرفی در ماه(نگارنده).....	۷۷
جدول ۵-۴- محاسبه مجموع روز درجه گرمایشی،میزان گاز مصرفی ،مدت زمان بهره برداری از سیستم(نگارنده).....	۷۸
جدول ۶-۴- محاسبه گاز مصرفی واقعی،گاز مصرفی هدف گذاری شده و CUSUM (نگارنده).....	۷۹
جدول ۷-۴- میانگین کل مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه در سال های ۹۴ تا ۹۷ بر حسب متر مکعب(نگارنده).....	۸۱
جدول ۸-۴-مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه و مدل شبیه سازی شده(نگارنده).....	۸۲
جدول ۹-۴-پارامتر های طراحی ساختمان انرژی صفر مذکور.....	۸۸
جدول ۱-۵- مقدار عددی تعادل حرارتی ماهانه در ساختمان بدون راهکار اقلیمی.....	۱۰۰
جدول ۲-۵-مقدار عددی تعادل حرارتی ماهانه در ساختمان با راهکار اقلیمی.....	۱۰۵
جدول ۳-۵-مشخصات مصالح بکار رفته(نگارنده).....	۱۰۶
جدول ۴-۵-مقدار تعادل حرارتی ماهانه فضای گلخانه خورشیدی(نگارنده).....	۱۰۵
جدول ۵-۵-مشخصات صفحات فتوولتائیک شبیه سازی شده(نگارنده).....	۱۰۵
جدول ۶-۵-مقدار عددی نیاز انرژی ساختمان بدون راهکار(نگارنده).....	۱۰۵
جدول ۷-۵-مقدار عددی نیاز انرژی ساختمان با راهکار(نگارنده).....	۱۰۸

فصل ١

کلیات موضوع

۱-۱- مقدمه

در زندگی امروزی، دستیابی به منابع انرژی قابل اطمینان و در دسترس برای تأمین آسایش و رفاه به خصوص در شهرها با توجه به پیشرفت تکنولوژی و فناوری بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. انرژی مورد استفاده در قرن های اخیر غالباً از طریق سوخت های فسیلی تأمین می شده است که امروزه متوجه شده ایم این منابع محدود می باشد و همچنین گاز ناشی از سوختن آن باعث آلودگی هوا و افزایش دمای کره زمین شده است. لذا انسان ها در جست و جوی منابع انرژی پاک و تمام نشدنی همچون انرژی خورشیدی، باد و غیره می باشند.

طبق بررسی های انجام شده ساختمان ها از بخش هایی هستند که مصرف قابل توجهی از مصارف انرژی را برای آسایش انسان ها به خود اختصاص داده اند. این امر موجب شده دولت ها، سازمان ها و دانشگاه ها مطالعات و اقداماتی در جهت کاهش این آمار و افزایش آگاهی عمومی انجام دهند. از جمله این اقدامات روی آوردن به ساختمان های پایدار، سبز، انرژی صفر و انرژی پلاس می باشد. این امر در ساختمان ها و ساخت ساختمان های خودکفا، بدون مطالعه و پژوهش و دستیابی به دانش این رشته امکان پذیر نمی باشد. در این پژوهش سعی بر آن شده به مبحث انرژی های پاک به خصوص انرژی خورشیدی و بررسی ساخت ساختمان های انرژی صفر پرداخته شود. در این فصل با بیان مساله، اهداف و ضرورت های طرح، پیشینه موضوع طرح و پرسش ها آشنا خواهیم شد و در فصول آینده به تفصیل به موضوع می پردازیم.

ایران به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه و با سرانه ی مصرف انرژی بالای آن در مقایسه با میانگین جهانی، نیاز ویژه ای برای ساختمان های صفر انرژی، سبز و پایدار را که در جهت همسازی و سازگاری با طبیعت و کاهش مصرف انرژی هستند را دو چندان می کند.

۱-۲- بیان مسئله

گسترده شدن نیاز انسان به منابع انرژی همواره از مسائل مهم در زندگی بشر بوده و تلاش برای دستیابی به یک منبع تمام نشدنی انرژی از آرزوهای دیرینه انسان می باشد. قبل از انقلاب صنعتی انرژی مورد استفاده بشر اساساً تجدیدپذیر بود. فرم شهرها و بناهای موجود در آن براساس اقلیم منطقه به گونه ای طراحی می شد تا حداکثر استفاده از انرژی های طبیعی به خصوص انرژی خورشید و باد را برای شهروندان فراهم سازد. این موضوع در شهرهای ایران و به خصوص شهرهای کویری به خوبی مشاهده می شود. سازماندهی صنعتی پس از انقلاب صنعتی به طور غالب براساس انرژی بخار با استفاده از سوخت زغال سنگ به جای سوزاندن چوب صورت گرفت و این تکنولوژی با افزایش تقاضا برای مصرف انرژی بیشتر مواجه گشت. انقلاب صنعتی در واقع انقلابی در سوخت فسیلی بود و هرچند پیشرفت سریعی را به دنبال داشت، اما عواقب وخیمی مانند آلودگی هوای شهرها، که سلامتی شهروندان را به خطر می انداخت، را در برداشت (عباسی، ۱۳۹۱). با توجه به اینکه انرژی به دست آمده از سوخت های فسیلی پایان پذیر است، استفاده صحیح و اصلاح راندمان انرژی و بهینه کردن مصرف آن بسیار توسعه یافته است.

امروزه توجه به انرژی و مصرف آن به دلایل بسیاری از جمله افزایش مداوم جمعیت و افزایش تقاضا، محدودیت منابع تجدید ناپذیر، هزینه های بالای سوخت، آلودگی های زیست محیطی و گرم شدن کره زمین بیش از پیش اهمیت یافته

است و به یک مسأله جهانی تبدیل شده است. به گونه ای که جامعه جهانی راهی جز گرایش به سمت و سوی معماری و ساخت و ساز سبز و پایدار و تولید ساختمان های با مصرف انرژی صفر نمی بیند. با توجه به انتشار آمار توسط آژانس بین المللی انرژی، بیش از ۳۰ درصد منابع مختلف انرژی کشورها در ساختمان های مسکونی، اداری، تجاری و غیره مصرف می شود (خرمی، ۱۳۹۱). طی ۴۰ سال گذشته دو رویداد جهانی، بحران آلودگی محیط و ضرورت استفاده بهتر از انرژی را به جوامع بشری هشدار داد. اولین رخداد، تحریم نفتی به سال ۱۹۷۳ بود که در پی کمبود پرکاربردترین منبع انرژی اتفاق افتاد. دومین رویداد نیز، هشدار جهانی پیرامون تخریب لایه اوزن بود. پروتکل کیوتو به سال ۱۹۹۷ توافقنامه ای را ارائه نمود که به واسطه آن کشورهای صنعتی، انتشار آلودگی را در جو زمین کاهش داده و رویکرد انرژی کارایی را در بخش های اقتصادی عمده خود به کار گیرند و دامنه تحقیقات در زمینه کاربرد انرژی های تجدیدپذیر را رواج دهند (مفیدی شمیرانی و همکاران، ۱۳۹۲). اگر تمامی سوخت های فسیلی را جمع کنیم و بسوزانیم، این انرژی معادل تابش ۴ روز خورشید به سطح زمین است و از این لحاظ خورشید، منبعی عظیم از انرژی به شمار می رود (عابدی، ۱۳۹۵). این نکته حائز اهمیت است که تولید انرژی را به طرف انرژی های تجدیدپذیر سوق داده و در واقع گذر از تکنولوژی سخت که بر پایه سوخت های فسیلی شکل گرفته به طرف تکنولوژی نرم مانند آنهایی که با طبیعت سازگار و با اکولوژی برخورداری است، را شامل می شود و در آینده جزء لاینفک و اصلی بازگشت تکنولوژی به سوی طبیعت و همسازی و سازگاری با طبیعت و استفاده از انرژی های تجدید پذیر به خصوص انرژی خورشیدی خواهد بود.

انرژی خورشیدی یکی از منابع انرژی های تجدیدپذیر و کاملاً پاک و عاری از هر گونه آلودگی و ارزان می باشد. میزان تابش انرژی خورشیدی در نقاط مختلف جهان متغیر بوده و در کمربند خورشیدی زمین بیشترین مقدار را داراست. ایران از کشورهایی است که نه تنها بر روی کمربند خورشید واقع شده بلکه در عین حال جزء کشورهایی است که پتانسیل بسیار بالایی برای استفاده از انرژی خورشیدی و انرژی های تجدیدپذیر دارد. ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است، در منطقه ای که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده ها قرار دارد. میزان تابش خورشیدی در ایران متوسط تابش ۵،۵ - ۴،۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز و بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاتر از میزان متوسط جهانی است. در ایران به طور متوسط سالیانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که بسیار قابل توجه است و می توان از این مزیت در تامین انرژی ساختمان ها و از جمله ساختمان های انرژی صفر بهره برد. در یک ساختمان انرژی صفر هیچ گونه سوخت فسیلی مصرف نمی شود و مصرف انرژی سالانه آن با تولید سالانه اش برابری می کند. در این ساختمان ها کاهش مصرف انرژی را به روش های نوین ایجاد می کنیم و همین مقدار مصرف اندک را نیز به کمک انرژی های تجدید پذیر تامین می کنیم. ساختمان انرژی صفر ترکیبی از طرح های انفعالی و تکنولوژی های فعال برای برقراری تعادل بین تولید و مصرف انرژی می باشد (Wang, 2009). ایده ساختمان های صفر انرژی که برای کم نمودن مصرف انرژی ساختمانی می باشد و در واقع امکانات زندگی و کار را در یک فضای بدون سوخت فسیلی پیشنهاد می دهد بدون شک نیاز قرن آینده می باشد.

نگاهی به سرانه ی مصرف انرژی در ایران و مقایسه ی آن با میانگین جهانی، اهمیت به کارگیری ساختمان های صفر انرژی و سبز و پایدار را که در جهت همسازی و سازگاری با طبیعت و کاهش مصرف انرژی هستند را دو چندان می کند. برای نمونه سرانه ی مصرف سالیانه ی برق در ایران ۲۵۰۰ و در جهان ۸۰۰ کیلووات است که ۳ برابر میانگین جهان می باشد. همچنین سرانه ی مصرف روزانه آب در ایران ۳۰۰ و در جهان ۱۵۰ لیتر است که ۲ برابر میانگین جهانی است.

. سرانه ی مصرف سالیانه ی گاز در ایران ۱۷۰۰ و در جهان ۶۰۰ متر مکعب است که در حدود ۳ برابر میانگین جهانی است. مصرف انرژی در ساختمان های ایران نیز حدود ۴ برابر میانگین کشورهای اروپایی است (خرمی، ۱۳۹۱). براساس آمار و ارقام منتشرشده، متوسط مصرف انرژی به ازای هر مترمربع ساختمان در ایران ۲ برابر متوسط مصرف در کشورهای صنعتی است که در بعضی از شهرهای کشورمان، این رقم به حدود ۴ برابر میرسد (عباسی، ۱۳۹۱). میانگین مصرف انرژی ساختمان ها در ایران بیش از ۲٫۵ برابر متوسط مصرف جهانی است. شهرهای بزرگ بویژه تهران دارای آلودگی هوایی بالایی می باشند که غالباً ناشی از مصرف انرژی فسیلی است. بیش از ۹۸ درصد از مصرف انرژی ساختمان ها در ایران از محصولات نفتی وگازی تامین می شود. ساختمان ها در استان تهران بیش از ۴۰ درصد دی اکسید کربن این استان را تولید می کنند (نصرالهی، ۱۳۹۰). طبق این آمار کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان و مسکن تاثیر بسزایی بر مصرف انرژی کل در کشور دارد.

صنعت ساختمان بدلیل مصرف بالای منابع زمین، مواد خام و انرژی و همچنین تولید نخاله، نقشی مهم و تعیین کننده در محیط زیست دارد. این صنعت همچنین مصرف کننده مهم انرژی های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر و تولید کننده مهم گازهای گلخانه ای و سایر پسماندهای جامد و گازی است. به مرور با افزایش عوامل مخرب محیطی، میزان انرژی مصرفی ساختمان ها نیز افزایش یافت. به همین ترتیب اندازه گیری انرژی مورد نیاز برای ساخت و ساز و تولید مصالح نیز اهمیت بیشتری یافت. صنعت ساختمان بین ۲۵ تا ۴۰ درصد کل انرژی مصرفی در بسیاری از کشورها را به خود اختصاص داده است. به همین دلیل در صورت کنترل میزان مصرف انرژی در بخش ساختمان و در نتیجه آن، کاهش میزان تولید دی اکسید کربن حاصل از این بخش، می توان به شکل قابل توجهی به جلوگیری از افزایش دمای زمین کمک نمود. توجه به شرایط اقلیمی، در مراحل مختلف طراحی ساختمان ها، به خصوص ساختمان هایی که به نحوی مورد استفاده مستقیم و وسیع انسان قرار می گیرند امری ضروری است. این توجه از دو جهت حائز اهمیت است یکی بالا بردن کیفیت آسایش و بهداشت در فضاهای داخلی و دیگری صرفه جویی در مصرف سوخت (عباسی، ۱۳۹۱).

اگر بخواهیم به مصرف کنندگان انرژی در بخش ساختمان نگاهی داشته باشیم، می توانیم آن ها را به ۵ گروه ادارات و ساختمان های دولتی، ساختمان های مسکونی، مراکز تجاری، بیمارستان ها و هتل ها تقسیم کنیم. بهینه سازی مصرف انرژی در تمام این ساختمان ها باید به نقش مهم معماری، عمران، تأسیسات مکانیکی و برقی به طور جداگانه ای نگریسته و برای هر کدام آیین نامه ها و مقررات ویژه ای وضع کرد (نوری مکرّم، ۱۳۹۲). با توجه به نقش معمار به عنوان طراح ساختمان در مصرف بهینه انرژی و کاهش اتلاف انرژی لازم است تا میزان تبادل حرارت را در قسمتهای مختلف ساختمان مورد بررسی قرار داده و صرف نظر از قسمتهای مختلف ساختمان عواملی چون نحوه استقرار ساختمان و فرم ساختمان نیز در میزان اتلاف انرژی نقش مؤثری را دارد. نحوه استقرار و فرم ساختمان از دو جهت می تواند اتلاف انرژی را کاهش دهد. یکی جهت تابش خورشید و دیگری جهت وزش باد می باشد. جهت یابی ساختمان نسبت به تابش آفتاب و وزش باد بستگی به نوع اقلیم محیط داشته و فرم ساختمان نیز می تواند به گونه ای طراحی گردد که هماهنگی لازم را با تابش آفتاب و وزش باد داشته باشد. ساختمان های اداری به دلیل ویژگی کاملاً متفاوتی که از نظر زمان اشغال فضا و عملکرد نسبت به ساختمان های مسکونی دارند، به نحو کاملاً متفاوتی تحت تاثیر شرایط اقلیمی قرار می گیرند به طوری که در تامین انرژی های مورد نیاز ساختمان در فصول سرد و گرم از نیروهای طبیعی حداکثر استفاده را به عمل آورد. انعطاف پذیری، بهره‌وری و صرفه جویی در مصرف انرژی، نیازهای امروز ساختمان های اداری هستند.

ساختمان، یک محیط بسیار پیچیده است؛ جایی که پوسته و جداره های بیرونی آن، سیستم ها و تجهیزات تاسیساتی و سیستم نورپردازی و روشنایی مهمترین مؤلفه های مصرف انرژی را شکل می دهند و به صورت سیستمی یکپارچه، رفتار انرژی را مشخص می نمایند. لذا درک و فهم عملکرد انرژی به مثابه نتیجه و حاصل همه جنبه های فرآیند طراحی ساختمان از اهمیت ویژه ای برخوردار است و خود پیچیدگی زیادی را در بر دارد که ابزارهای مدلسازی و تحلیل می تواند تا حدی مؤثر باشد (مفیدی شمیرانی و همکاران، ۱۳۹۲) با توجه به اینکه توجه به اصول کاهش مصرف انرژی از زمان طراحی می تواند تا 80٪ از میزان کل انرژی مصرفی یک ساختمان بکاهد آزمایش مدل ساختمان ها قبل از اجرا ضروری می نماید. با توجه به نحوه عملکرد و روش محاسبه هر کدام از نرم افزارهای شبیه سازی انرژی، استفاده از هر کدام در مراحل مشخصی از پروسه طراحی توصیه می شود. ایزولاسیون حرارتی مناسب، پیش بینی سیستم های تامین انرژی تجدیدپذیر و بهره گیری مناسب از انرژی تابش و باد از مهمترین عوامل دستیابی به مصرف انرژی صفر می باشند. نرم افزار کاربردی DesignBuilder به منظور طراحی بهینه انرژی ساختمان برای ساختمان های در مرحله طراحی و ساخت و ممیزی و بهینه سازی انرژی ساختمان های ساخته شده ارائه شده است. این نرم افزار ابزاری برای کارشناسان مکانیک، انرژی، تأسیسات، معماری و عمران ساختمان است. این نرم افزار پیشرفته ترین و شناخته شده ترین رابط کاربری برای نرم افزار انرژی پلاس (EnergyPlus) و نرم افزاری استاندارد و دقیق برای شبیه سازی انرژی ساختمان هاست.

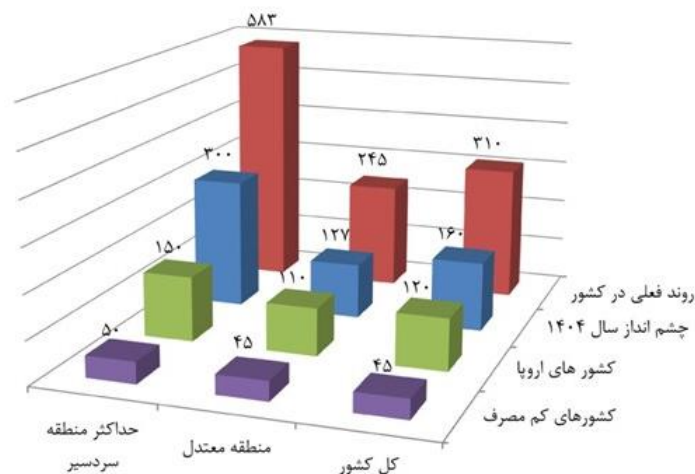
موضوع طرح پژوهشی حاضر طراحی ساختمان اداری گاز منطقه ای خالص صفر انرژی در مشهد می باشد که شروع این مهم از ساختمان اداری گاز (گاز یکی از انرژی های مهم، تجدید ناپذیر و محدود کشور می باشد) دارای اهمیت است و می تواند در جهت فرهنگ سازی این موضوع در کشور و دیگر ساختمان ها گامی مؤثر باشد. این طرح علاوه بر تامین فضاهای اداری و فنی، انرژی مورد نیاز خود را از انرژی های تجدیدپذیر تامین می کند و از اصول طراحی ساختمان انرژی صفر پیروی می کند. بر اساس گزارش منتشر شده از طرح جامع علمی کشور، "انرژی های نو و تجدیدپذیر" در اولویت الف علم و فناوری کشور قرار دارند. لذا طرح حاضر در نظر دارد با طراحی این اداره از تمام پتانسیل های موجود در زمینه انرژی های پاک بهره بگیرد.

۱-۳-هدف و ضرورت اجرای طرح

مصرف روز افزون انرژی در شهر ها به ویژه در ساختمان ها که سهم قابل توجهی را به خود اختصاص داده اند، جهان را با مخاطراتی چون گرم شدن سیاره ی زمین، تخریب لایه اوزون و بارش باران های اسیدی مواجه ساخته است. از سوی دیگر، تامین آب و راحتی بی قید و شرط استفاده کنندگان ساختمان ها، چه در منازل و چه در محیط های کار، باعث ایجاد وابستگی مفرد انسان به سیستم های مکانیکی و در نتیجه، مصرف عنان گسیخته ی انرژی شده و این بی توجهی در طراحی ساختمان های معاصر، انعکاس یافته است. انسان اکنون از لحاظ صرفه جویی انرژی، در موقعیتی قرار دارد که هیچگاه تا به این حد بحرانی نبوده است، لذا موضوع معماری پایدار، استفاده ی بهینه از انرژی و توجه به محیط، در راس برنامه های اجرایی بیشتر حکومت ها، قرار گرفته است (عباسی، ۱۳۹۱). اما در جهان سه گونه ساختمان داریم که تمام دولت ها وقتی می خواهند در زمینه صرفه جویی در انرژی برنامه ریزی و اقدام کنند روی این سه گروه ساختمان ها؛ یعنی ساختمان های اداری، آموزشی و درمانی یعنی بیمارستانها، مدارس و ادارات کار می کنند. لذا موفقیتشان در

برنامه ریزی و اجراء تضمین شده است. بنابراین هرگز نباید در ابتدا از خانه مردم شروع کنیم؛ ضمن اینکه باید به سیاست های تشویقی و تنبیهی نیز توجه داشته باشیم (جهانبخش، ۱۳۹۳).

لذا توجه و تدوین راهکارهای کاهش مصرف انرژی بخصوص در بخش ساختمان در کشور ما امری ضروری است. این موضوع از دو منظر حائز اهمیت است. در وهله اول از منظر زیست محیطی و کاهش مصرف انرژی به معنای کاهش گازهای گلخانه ای و به طبع آن کاهش تخریب محیط زیست است و در وهله دوم، کاهش میزان مصرف انرژی به معنای کاهش هزینه های مصرفی و توانمندسازی اقتصاد کشور و در راستای اهداف مستقیم اقتصاد ملی است (مدیریت مهندسی و فناوری میر، ۱۳۹۴).



شکل ۱-۱- اهداف برنامه چشم انداز سال ۱۴۰۴ برای مصرف انرژی در ساختمان در ایران (مدیریت مهندسی و فناوری میر، ۱۳۹۴)

کارشناسان باور دارند که جایگزینی تدریجی انرژی های پاک بالاخص انرژی خورشیدی با سوخت های فسیلی برای کشور ما به دلیل ارزش های افزوده ای که به همراه دارد، یک اقدام مؤثر و در عین حال ضروری است. ایران می تواند و باید امنیت انرژی خود را در درازمدت افزایش دهد و لازمه ی این کار تغییر مسیر از سمت سوخت های فسیلی به سمت انرژی های پاک است.

با توجه به موضوعات مطرح شده در متن و مسائل افزایش مصرف انرژی های تجدید ناپذیر، اثرات گرم شدن زمین، آلودگی ها و محدودیت این منابع در جهت ضرورت کاهش مصرف این انرژی ها و بهره گیری از انرژی های تجدید پذیر بخصوص انرژی خورشیدی که در کشور ما در دسترس می باشد، در ساختمان ها که بخش اعظمی از مصرف انرژی را دارند در نظر است. هدف تحقیق طراحی ساختمان اداری گاز منطقه ای خالص صفر انرژی در مشهد می باشد که شروع این مهم از ساختمان اداری گاز (گاز یکی از انرژی های مهم، تجدید ناپذیر و محدود کشور می باشد) دارای اهمیت است و می تواند در جهت فرهنگ سازی این موضوع در کشور و دیگر ساختمان های گامی مؤثر باشد.

۴-۱- پرسش ها و فرضیه ها

عوامل هدررفت انرژی در ساختمان های اداری و مهم ترین عامل کدام است ؟
چگونه می توان عوامل هدررفت انرژی را به بهترین روش و با انرژی های تجدیدپذیر بهینه کرد؟
راهکار های مؤثر سیستم های فعال و غیر فعال خورشیدی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان اداری صفر انرژی کدامند؟
از بین دو سیستم فعال و سیستم غیرفعال خورشیدی یا ترکیب این دو باهم کدام یک برای ساختمان اداری بهینه تر از لحاظ کارایی، اقتصادی می باشد؟
کارایی اجزاء مختلف پوسته بیرونی ساختمان در کاهش مصرف انرژی در ساختمان اداری چقدر است ؟

۵-۱- روش ها و فنون اجرایی طرح

در این تحقیق ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه ای به جمع آوری اطلاعات در زمینه های : انرژی های پاک و تجدیدپذیر و انرژی خورشید ، سیستم های فعال و غیر فعال ، شاخصه های انرژی و راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان و ساختمان صفر انرژی و ... پرداخته، این مرحله تا پایان کار ادامه دارد، نخستین گام در طراحی ساختمان با هدف کاهش میزان مصرف انرژی، شناسایی دقیق و صحیح مشخصات آب و هوایی و اقلیمی منطقه ای است که ساختمان مورد نظر در آن طراحی و احداث می شود. اطلاعات اقلیمی مورد نظر را می توان با استفاده از نرم افزارهای 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. و سپس با استفاده از پژوهش میدانی ممیزی یک ساختمان اداری گاز منطقه ای موجود در مشهد را تحلیل نموده، هدف از این کار ارائه مقایسه ای با استفاده از شاخص های بدست آمده از مرحله بعد و همچنین تعیین عواملی که توجه کردن یا نکردن به آن در طراحی ساختمان متداول باعث کاهش یا افزایش مصرف انرژی شده است می باشد . به منظور تدوین راهکارهای غیر فعال میبایست به پارامترهایی که در طراحی معماری یک ساختمان اداری مورد توجه قرار می گیرد پرداخت و پارامترهایی که تغییر در آنها موجب تغییر در رفتار انرژی ساختمان می شود را شناسایی کرد. برای این منظور نسبت به مدل سازی رفتار انرژی آن در محیط مجازی اقدام نمود. در حال حاضر نرم افزارهای تخصصی در این ارتباط طراحی و به بازار ارائه شده اند که توانایی مدل سازی 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. در مرحله بعد طراحی و شبیه سازی ساختمان با مصرف انرژی صفر با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای مؤثر منتج از دو مرحله قبل این مرحله یک روند رفت و برگشتی بین طراحی معماری و شبیه سازی می باشد .

فصل ٢

ادبيات موضوع

پایان پذیری انرژی حاصل از سوخت های فسیلی به ویژه نفت خام، جهان امروز را نیازمند استفاده از منابع دیگر برای جایگزینی آن می نماید. امروزه عاقلانه آن است که بگوییم عرضه انرژی برای هر جامعه ای یک نیاز قطعی است. از این رو جامعه جهانی در تلاش برای استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی هستند که همیشه در دسترس بوده و باعث الودگی زیست محیطی و گرم شدن زمین نمی شود. با توجه به انتشار آمار توسط آژانس بین المللی انرژی، بیش از ۳۰ درصد منابع مختلف انرژی کشورها در ساختمان های مسکونی، اداری، تجاری و غیره مصرف می شود. در جوامع پیشرفته برای این منظور به استفاده گسترده از انرژی های تجدید پذیر و ساختمان های انرژی صفر، معماری پایدار و سبز روی آورده اند.

طبق بررسی های انجام شده بخش زیادی از مصرف انرژی مربوط به بخش ساختمان و تنظیم شرایط محیطی آن می باشد. به گونه ای که طبق آمار جهانی مصرف انرژی در این بخش به کل انرژی مصرفی بیش از ۳۰ درصد می باشد. لذا پرداختن به این موضوع در ساختمان های موجود و ساختمان های جدید از مباحث با اهمیت در پژوهش ها و نظام ساخت و ساز می باشد و فعالیت های گسترده ای در این زمینه انجام شده است. (Pechenkina, 2012)

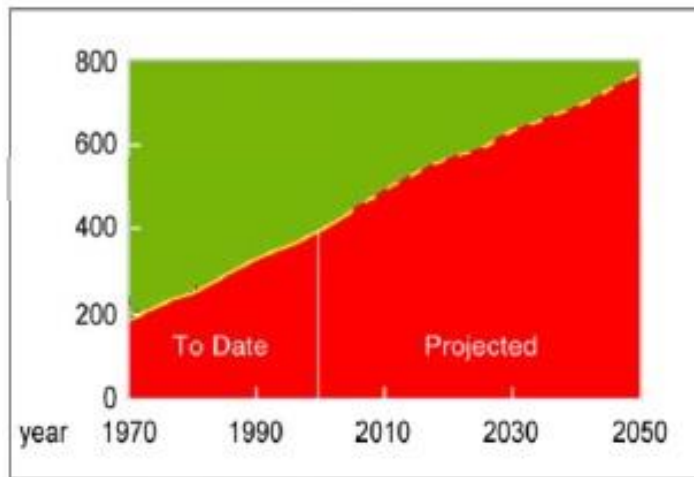
به منظور حل این مسائل دو دیدگاه اساسی مطرح استفاده از انرژی های جایگزین همچون انرژی های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشیدی، باد و غیره بهینه سازی مصرف انرژی می باشد. در بخش ساختمان ایده ساخت ساختمان های انرژی صفر یکی از اقدامات مهم در این زمینه می باشد. این ساختمان ها به دلیل مستقل بودن از سوخت های فسیلی و کمک در کاهش آلاینده های کربنی و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در حال رشد بوده و توجه بسیاری را به خود جلب نموده است. در یک ساختمان انرژی صفر ابتدا در بخش های مختلف آن بهینه سازی مصرف انرژی صورت می گیرد و سپس با استفاده از تکنولوژی های انرژی تجدیدپذیر، میان تولید و مصرف انرژی تعادل برقرار می گردد. این ساختمان می تواند از شبکه تأمین انرژی جدا و مستقل باشد.

در کشور ما نیز در سال های اخیر فعالیت های گسترده ای توسط سازمان بهینه سازی مصرف سوخت در زمینه صرفه جویی مصرف انرژی آغاز شده است. در بخش ساختمان نیز نهادهای مربوطه و متخصصین و محققین و دانشگاه ها و سازندگان اقداماتی را آغاز کرده اند.

در این فصل به مباحث نظری طرح از جمله انرژی های تجدیدناپذیر، انرژی های تجدیدپذیر، انرژی صفر در ساختمان، و غیره پرداخته خواهد شد.

۲-۲- انرژی و اهمیت آن

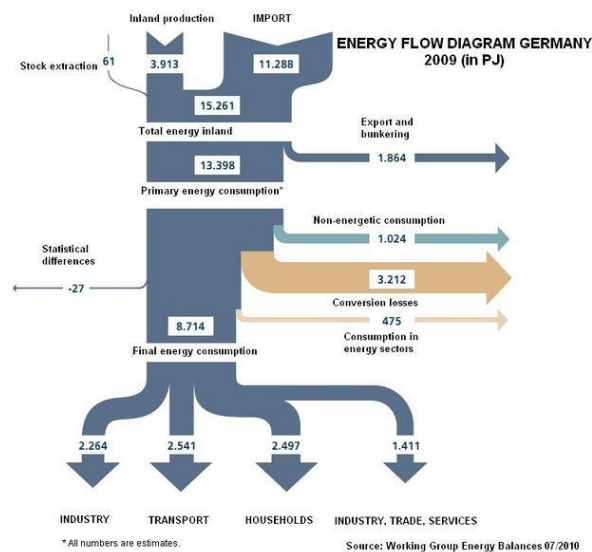
بدون تردید انرژی در اشکال مختلف آن در زندگی انسان همواره نقشی اساسی داشته است. انسان انرژی لازم برای بقای بیولوژیک خود را با مصرف مواد غذایی تامین می نماید. در سایر موارد نیاز های تکاپوی خود را از منابعی دریافت می کند که به مرور زمان تنوع و بازدهی بیشتری یافته اند. نخستین منبع انرژی که انسان استفاده کرد آتش بود. استفاده کنترل شده از آن اولین وسیله ای بود که سیمای طبیعت را دگرگون ساخت.



شکل ۲-۱ مصرف انرژی دنیا بر اساس (Jia-jun et al. 2015) quadrillion BTU

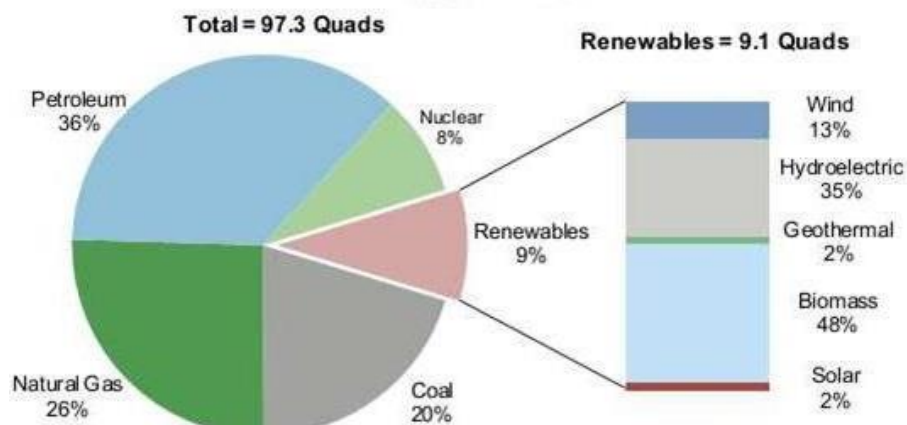
به موازات ظهور انقلاب صنعتی (حدود ۱۷۰۰ میلادی) در انگلیس و سپس ا شاعه آن به کل دنیا استفاده از انرژی در اشکال گوناگون آن آغاز گردید؛ زغال سنگ، نفت، گاز، انرژی اتمی و انرژی هیدروژنی، کم کم نیروگاه ها شکل گرفتند. با ایجاد بحران انرژی در دهه ۷۰ استفاده از انرژیهای دیگر که عنوان انرژی تجدیدپذیر را گرفتند بوجود آمد. بعضی از این شیوه ها از دوران های بسیار دور شناخته شده بودند. مانند انرژی باد در آسیاب های بادی.

ضمن پذیرش این موضوع که انسان بدون انرژی نمی تواند به حیات ادامه دهد، باید دید کدامیک از اشکال انرژی کمترین آسیب را به محیط زیست وارد می کنند و چه تمهیداتی را باید بکار برد تا مصرف کاهش و کارایی انرژی افزایش یابد. نکته مهمتر این است که کدامیک از اشکال انرژی نشان داده شده است. در میزان تولید انرژی جهان از منابع مختلف می توان دید که سهم انرژیهای پاک و تجدید پذیر هنوز بسیار کم است.



شکل ۲-۲- جریان انرژی در کشور آلمان (Jia-jun et al. 2015)

مصرف انرژی در شهرها به سه بخش صنعت، مسکونی و اداری، حمل و نقل تقسیم می شود مصرف انرژی بیشترین تولید دی اکسید کربن و متعاقبا گرمایش زمین و تغییر اقلیم را سبب می شود. انرژی گرمایش و روشنایی بناهای مسکونی و اداری نصف انتشار گازهای گلخانه ای را ایجاد می کند. (Jia-jun et al. 2015)

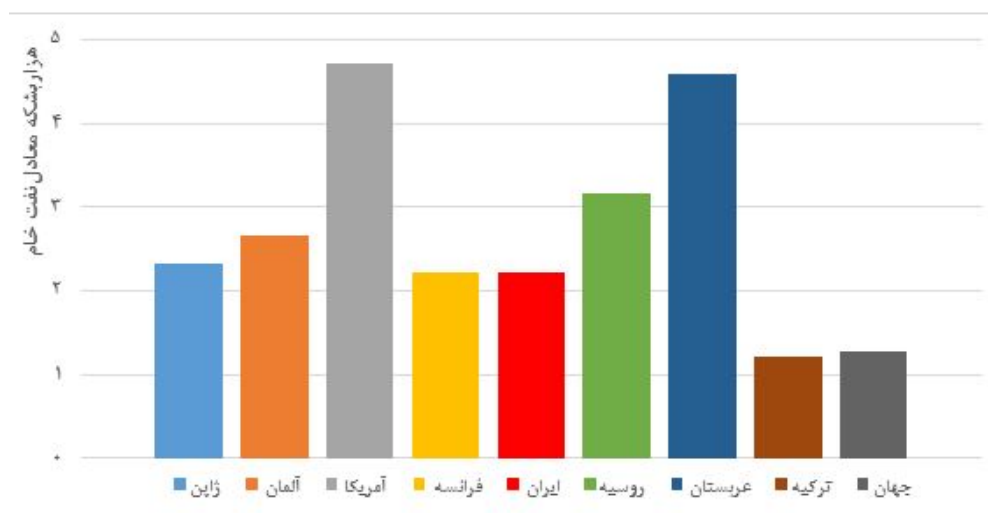


شکل ۳-۲- تامین انرژی از مایع و حامل های انرژی (Jia-jun et al. 2015)

۳-۲- روند مصرف انرژی در ایران

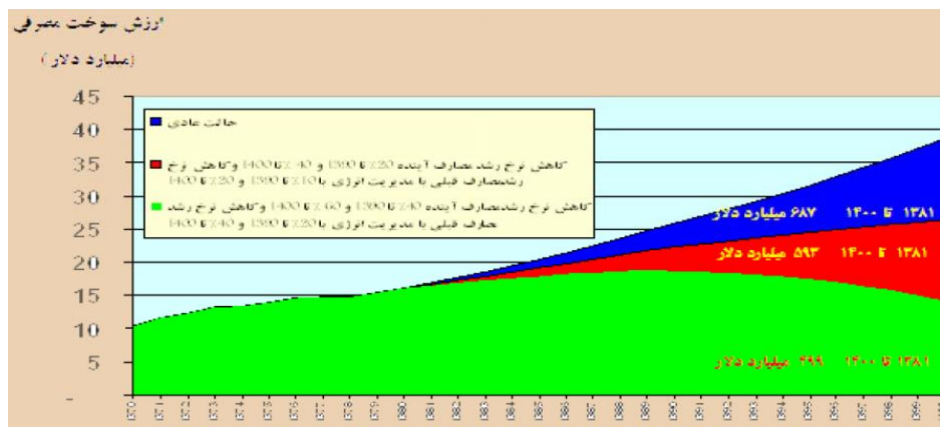
بر اساس گزارش آژانس بین المللی انرژی در سال ۲۰۰۷، میزان مصرف انرژی ایران نسبت به کل مصرف جهان ۵/۲ درصد ارزیابی شده است، به صورت طبیعی، افزایش مصرف انرژی نه تنها نگران کننده نیست بلکه می تواند شاخص خوبی برای پویایی اقتصاد باشد، اما منوط به آنکه این منابع انرژی در راستای افزایش تولید

ناخالص ملی صرف شود. آمار و ارقام مصرف انرژی در سه دهه اخیر در کشورهای صنعتی بیانگر آن است که علیرغم افزایش تولید ناخالص ملی این کشورها، رشد مصرف انرژی کاهش یافته و به تبع آن شدت مصرف انرژی نیز سیر نزولی داشته است، در حالیکه در کشور ما عکس این مطلب اتفاق افتاده است، براساس آمار موجود، بالغ بر ۴۰ درصد کل مصرف انرژی در ایران، مربوط به بخش های خانگی و تجاری می باشد که بخش های غیر مولد محسوب می شوند در ایران به ازای تولید یک واحد معین از کالا یا خدمات، ۳ الی ۴ برابر نسبت به ۳۰ سال گذشته انرژی مصرف می شود. نمودار ذیل به خوبی بیانگر آن است که حتی اگر ما برنامه های بهینه سازی مصرف انرژی ترسیم شده در سند چشم انداز را به طور کامل تا سال ۲۰۱۰ محقق کنیم باز هم از وضعیت کنونی اروپا عقب خواهیم بود.



شکل ۲-۴- نمودار مقایسه ای مصرف انرژی در ایران و کشورهای منتخب (بهداری نژاد، ۱۳۸۵)

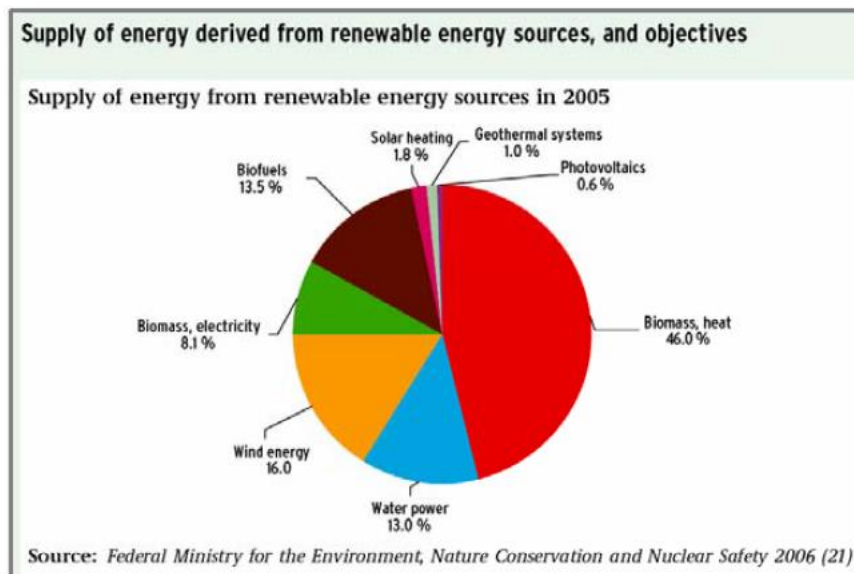
بر اساس نمودار ذیل مجموع هزینه های انرژی کشور از سال ۱۳۸۱ تا ۱۴۰۰ در صورت اجرا نکردن بهینه سازی مصرف انرژی به رقمی معادل ۹۸۷ میلیارد دلار خواهد رسید که این یعنی تبدیل شدن ایران به یک وارد کننده بزرگ انرژی، در صورت اعمال ۱۰ درصد کاهش در میزان مصرف انرژی، به رقمی معادل ۹۳ میلیارد دلار خواهیم رسید و در صورت اعمال ۳۰ درصد کاهش در میزان مصرف، به رقمی برابر با ۴۹۹ میلیارد دلار دست خواهیم یافت.



۴-۲- منابع انرژی

در یک طبقه بندی ساده منابع انرژی به دو گروه تقسیم میشوند: منابع انرژی قابل تجدید، غیر قابل تجدید.

۴-۲-۱- منابع انرژی قابل تجدید



شکل ۴-۲- تامین انرژی از منابع تجدید پذیر در دنیا (بهداری نژاد، ۱۳۸۵)

این منابع با مصرف باز در دسترس هستند و تمام نمی شوند. در ضمن تولید آلودگی نیز ندارند.

۴-۲-۱-۱- بیوانرژی

این عنوان به انرژی هایی داده شده که دارای منشا بیولوژیک یا زیستی هستند و از آن ها به دو شیوه استفاده می شود: طبیعی و با فراوری شده. استفاده مستقیم از انرژی گیاهی و جانوری در این دسته قرار دارند، هر چند عواقب زیست محیطی در بر دارند، مثلاً استفاده از چوب به نابودی رویش طبیعی و محافظ خاک منجر می شود. (بهداری نژاد، ۱۳۸۵)

۴-۲-۱-۲- بیوگاز

به مجموعه گاز های تولید شده از تجزیه و تخمیر مخلوطی از مواد بیوژن مانند فضولات حیوانی انسانی و بقایای گیاهی و لجن حاصل از تصفیه فاضلاب شهری که در شرایط غیر هوازی و در نتیجه تحت تاثیر فعالیت میکروارگانیسم های غیر هوازی تشکیل می گردد عنوان بیوگاز اطلاق می شود. (Beuarskens, Faiij, Fraenkel, 2002)

۲-۴-۱-۳- انرژی خورشیدی

تمام انرژیهای موجود جهان در مقایسه با انرژی خورشید ناچیز هستند و غالب آن ها خود حاصل از انرژی خورشید می باشند مانند انرژی موجود در چوب، باد، جریانات رودخانه ها، مواد سوختی و... خورشید یک رآکتور هسته ای غیر آلوده کننده است.

مجموع جریان انرژی خورشید در سطح زمین معادل $1.6 \times 10^{17} \text{ W}$ / ۹ وات است. این منبع عظیم انرژی با توجه به جمعیت چهار بلیونی (4×10^9) زمین ۲۳۶۰۰ کیلووات از انرژی خورشید برای هر فرد تولید می کند (نفت ۳۷۰ وات برای هر نفر).

مقدار انرژی خورشید که بوسیله زمین کسب میشود را می توان از طریق ضریب ثابت خورشیدی (I) و آن مقدار از سطح زمین که در معرض خورشید است محاسبه کرد (تصویر زمین بر سطحی عمود بر اشعه خورشید πr^2). ضریب ثابت خورشیدی عبارت است از آن مقدار انرژی که بوسیله اشعه های خورشید در یک واحد زمان به یک واحد سطح می تابد. ارزش آن عبارتست از $1/94$ کالری در دقیقه بر هر سانتیمتر مربع یا 0.135 وات بر هر سانتیمتر مربع. آن مقدار از قدرت خورشید که بوسیله کره زمین جذب می گردد از فرمول $p = I\pi r^2$ بدست می آید که در آن I ضریب ثابت خورشیدی و r عبارت از شعاع کره زمین است. بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{وات } p = 0.135 \times 3.14159 \times (637 \times 10^6)^2 = 173000 \times 10^{12}$$

از مجموع انرژی که به کره زمین میرسد 1.6×10^{17} وات آن بوسیله انعکاس مستقیم بصورت تشعشعات با طول موج کوتاه به فضای خارج کره زمین بر می گردد و مقدار 0.1×10^{17} وات تبدیل به گرما شده و مستقیماً بوسیله اتمسفر، اقیانوسها و لیتوسفر جذب می گردد، مقدار زیادی از این گرما فوراً به فضا بصورت طول موج حرارتی بلند بر می گردد.

1.6×10^{17} وات از انرژی خورشیدی در سیکل اعمال هیدرولوژیک (تبخیر، بارندگی و غیره) وارد می کرده و 0.1×10^{17} وات از انرژی خورشید بوسیله باد، و موج ها و جریانه های هدایتی گرفته می شود و بالاخره 0.4×10^{17} وات از انرژی خورشیدی در عمل فتوسنتز وارد می گردد.

مقدار تابش خورشید در سطح زمین در ۴۸ ایالت آمریکا محتوی ۷۰۰ برابر مقدار انرژی است که در حال حاضر در سراسر ایالات آمریکا مصرف می شود. با وجود این عظمت انرژی که خورشید بر زمین ارزانی می دارد، استفاده عملی از آن در حال حاضر بیشتر محدود به انرژی الکتریکی است که بوسیله ترموکوپل های سیلیکون ژرمنیوم یا سلول های خورشیدی حاصل میشود که تا ۱۰ درصد از انرژی تابشی خورشید را می تواند ذخیره کند مقدار متوسط شدت تابش سالانه خورشید در ایران حدود ۲۰ تا ۳۰ مگاژول بر متر مربع در روز است و ۶۰٪ از اراضی کشور نیمه خشک و در معرض تابش شدید خورشید است که در این راستا نیروگاههای فتوولتائیک بسیار کارآمد هستند. (Lax, 2004)

۲-۴-۱-۴- انرژی آب

انرژی ناشی از قوه ثقل به هنگام جریان آب از سطح بالا به پائین، یکی از نیروهای مورد استفاده بشر از دوره های ماقبل تاریخ تاکنون بوده است. نیروی آب یکی از منابع تولید کننده انرژی مورد دلخواه بشر است ولی متأسفانه مقدار آن بسیار محدود و قابل افزایش نیست چون منابع آبی محدود است و مقداری هم که فعلاً تولید می گردد غالباً از طریق احداث سدها عملی شده است. (Sawin, 2013)

۲-۴-۱-۵- انرژی باد

نیروی باد نیز از زمان های ماقبل تاریخ مورد استفاده بشر قرار گرفته است. این نیرو برای حمل و نقل مردم و کالا از نقطه ای به نقطه دیگر در سطح دریا به کار رفته است. در واقع استفاده از این نیرو یک تحول اقتصادی در زندگی مردم گذشته برجای گذاشته بود. پروانه ها با چرخهای بادی بزرگی از هزاران سال قبل از میلاد مسیح مورد استفاده بشر بوده و بعداً در قرن سیزدهم به اوج استفاده رسید. این پروانه های بادی برای آسیاب، بالا بردن آب از سطح زمین به کار می رفت. هلند یکی از مشهورترین کشورهای جهان در استفاده از نیروی باد بوده است. بدون شک از نیروی باد در مناطق مناسب و جائیکه تقریباً بادهای شدید و نسبتاً مداوم وجود دارد استفاده خواهد شد. ضمناً چون باد واقع در یک ناحیه دائماً نمی وزد لذا پروانه های بادی که توربین های مخصوص را به حرکت در می آورند را بایستی برای کارهایی اختصاص داد که هدف از آن مقدار کل کار انجام شده باشد و نه مداوم بودن کار، مثل پمپاژ آب، در حال حاضر به علت اینکه گازوئیل بصورت ارزان در اختیار مردم است لذا موتورهای گازوئیلی با الکتریکی جای موتورهای بادی را گرفته است، استفاده از نیروی باد برای کاستن مصرف گازوئیل از هم اکنون باید مجدداً در سطح دنیا تا حد امکان متداول گردد و با کسب تجارب بیشتر این تکنیک اصلاح و توسعه داده شود. (Antonia V. Hergoz, Lipman & Kammen, 2000)

۲-۴-۱-۶- انرژی جذر و مد اقیانوس ها

جذر و مد متناوب سطح اقیانوسها یک منبع نیروی قابل توجه و استفاده است. اولین سیستم پمپاژ آب شهر لندن بوسیله چرخ یا پروانه ای که بر اساس نیروی جذر و مد کار می کرد و بر بالای پل لندن نصب شده بود در سال ۱۸۲۶ بکار افتاد. یک سری نقاط خاص برای تأسیسات تولید نیرو از جذر و مد پیشنهاد شد که در آنجا اختلاف ارتفاع روزانه جذر و مد (با در نظر گرفتن متوسط تغییرات ارتفاع سالانه) ۷ تا ۱۰ متر است. بعلاوه چرخش زمین در برابر ماه و خورشید یک نیروی متناوب جاذبه ای بر روی آب اقیانوسها عمل نموده و موجب بالا و پائین رفتن آب اقیانوسها می گردد، انرژی پتانسیل آب در مد و انرژی پتانسیل در جذر تعیین کننده انرژی کل جذر و مد است.

۲-۴-۱-۷- انرژی امواج دریا

انرژی امواج دریا ناشی از باد است و بطور غیر مستقیم از نور خورشید حاصل می شود. امواج عملاً کوچکتر از آنند که بتوانند ایستگاه قدرتی خاص را بکار انداخته و نیروی قابل استفاده تولید کنند. بهر حال اگر تصور کنیم که امواج یک درصد از انرژی باد را در بر داشته باشند مجموع نیروی قابل تحصیل از امواج 9×10^{10} وات خواهد بود.

۲-۴-۱-۸- انرژی جریانهای اقیانوسی

در اقیانوسها جریانات عظیمی شامل گلف استریم وجود دارد که مقدار زیادی آب را به حرکت در می آورد این جریان شامل انرژی سینتیک است که اصولاً می تواند مورد بهره برداری بشر قرار گیرد این انرژی با غوطه ور کردن پروانه ها یا توربین ها در مسیر این جریان قابل استخراج است. جریان اقیانوسها از زمان های ماقبل تاریخ برای حمل و نقل به کمک قایق و غیره استفاده شده است، ولی هرگز کوشش جهت استخراج قدرت جریانهای اقیانوسها بعمل نیامده است.

۲-۴-۱-۹- گرمای آتشفشانی و چشمه های آب گرم

در طی جابجایی و چین خوردگیهای زمین، انرژی زمین لرزه ای ممکن است تبدیل به انرژی حرارتی گردد. انرژی حرارتی که بدینوسیله توسعه می یابد ممکن است تولید مکانهای داغ و سنگهای مذاب و آتشفشانی در امتداد نقاط چین خورده نماید. بعلاوه کمی قابلیت هدایت حرارتی غالب سنگها، گرمای آتشفشانی در طی سالیان متمادی جمع گردیده و منابع حرارتی قابل توجهی در نواحی مختلف پوسته زمین تشکیل داده است. حرارت زیاد این منابع و بنابر این قدرت پتانسیل زیاد آنها در تبدیل به کار، انرژی سنگ های مذاب و زمین داغ در حوالی مناطق فعال آتشفشانی معمولاً یک منبع عملی جهت تولید نیرو محسوب می شود منابع قابل استفاده از گرمای آتشفشانی بستگی به چشمه های آب گرم و فوران بخار آب گرم تحت فشار دارد. آب گرمی که از چنین چاه هایی خارج می گردد از کانال های زیر زمینی سرچشمه می گیرد که با مواد مذاب آتشفشانی در تماس هستند. این حرارت آتشفشانی لازم نیست که مربوط به آتشفشان فعال زمان حاضر باشد بلکه این گرما غالباً سال های متمادی در زیر زمین بوسیله آتشفشانی که در قدیم فعال بوده ذخیره شده است. امکان استخراج انرژی از چشمه های آب گرم که جنبه اقتصادی داشته باشد بستگی دارد به درجه حرارت آب، حجم جریان آب و در بعضی حالات به فشار بخار آب.

۲-۴-۱-۱۰- گرمای زمین

وقتی حرارت اعماق مختلف زمین را مطالعه می کنیم می بینیم که برای هر ۳۰ متر عمق یک درجه سانتیگراد افزایش حرارت داریم. این گرادیان مبین جریان انرژی برابر با $10^2 \times 3$ وات از اعماق زمین به سطح است. منبع این حرارت همان گرمای فسیلی است که در طول بوجود آمدن زمین بوسیله ابرهایی از گازها و

ذرات غبار در اعماق آن محبوس گشته است. قسمت کوچکی از این حرارت ممکن است از تشعشعات عناصر رادیواکتیو داخل زمین حاصل شود. اگر متوسط درجه حرارت داخل زمین حداقل ۵۰۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود و ظرفیت حرارتی آن ۱۲ کالری بر گرم فرض شود (این مقدار مساوی ظرفیت حرارتی بازالت است)، زمین بطور متوسط حداقل حاوی ۱۰۰ کالری بر گرم از انرژی حرارتی محبوس شده خواهد بود. تأسیسات تولید قدرت از گرمای زمین برای اینکه بتواند از انرژی که بطور معمول به میزان 6×10^6 وات بر سانتیمتر مربع جریان دارد استفاده کند، احتیاج به استخراج گرما در یک سطح دایره ای به شعاع ۱۴ کیلومتر خواهد داشت که قادر باشد ۵۰ مگاوات از نیروی حرارتی را جمع آوری کند. اگر تأسیسات نیرو بمنظور تولید ۱۰ مگاوات نیروی الکتریکی باشد، گرمایی معادل ۲۶۰ درجه سانتیگراد باید قابل دسترس باشد. این درجه حرارت در عمق تقریباً ۸ کیلومتری وجود دارد. با قرار دادن تعداد مناسب از بمب های اتمی در یک مسیر صحیح ۸ کیلومتری به سمت اعماق زمین و انفجار همزمان آن ها از نظر اقتصادی ممکن است که یک ناحیه متخلخل به منظور جریان آب ایجاد کرد، بطوری که مقدار حرارت مورد نظر بوسیله جریان آب تحت فشار بدست آید. این تکنیک در واقع همان شرایطی را بوجود می آورد که مشابه است با چشمه های آب گرم طبیعی که هم اکنون برای مصارف الکتریکی مورد استفاده است. تأسیسات نیرو برای استفاده از گرمای زمین باید آلوده کننده محیط نبوده و در جایی نهاده شوند که اکولوژی سطح زمین را دچار اختلال نسازند. در اینجا باید متذکر شد که استفاده از انرژی حرارتی زمین در تأسیسات نیرو، بواسطه خروج دود و بخار های مهر و آبهای پر از مواد معدنی و حرارت های زائد مشکلات بزرگی برای محیط زیست به وجود خواهد آورد و مسائل دیگری مانند صدای شدید کارخانجات و دستگاه های مربوطه و زمین لرزه ها نیز وجود خواهد داشت. از طرف دیگر معلوم نیست کاویدن اعماق زمین که یک تخریب مهیب کره زمین می باشد چه نتایج وخیم و مصیبت باری پیش خواهد آورد. پس در این زمینه باید به دنبال راه حلی برای استفاده از این منبع انرژی طبیعی، بدون وارد آمدن زیان باشیم. مثلاً در ساختمان، می توان با خواباندن کانال هایی در کف ساختمان در تماس با خاک در عمق قابل قبولی برای پیش گرمایش یا پیش سرمایش هوای ورودی به تأسیسات حرارتی بهره برد و بدین ترتیب انرژی کمتری برای گرمایش و سرمایش استفاده خواهد شد. ایران روی کمربند ژئوترمال جهان قرار دارد و استفاده از انرژی زمین در آن به راحتی مهیا می باشد. (Communities, 2001)

۲-۴-۱-۱۱- انرژی های فیزیکی شیمیایی

منبع انرژی فیزیکی شیمیایی حاصل از یک سری فعل و انفعالات مانند یخ زدن، تبخیر، حل کردن یک ماده قابل حل در یک حلال یا سایر تغییرات مشابه است که ظاهراً هیچ گونه تغییراتی در ساختار شیمیایی بوجود نمی آورد. مانند انرژی اتمسفر خشک زمین یا انرژی ناشی از یخ.

۲-۴-۱-۱۲- انرژیهای الکترومغناطیسی

زمین شامل آذرخش، حوزه مغناطیسی زمین، جریانهای الکتریکی سطح زمین می باشد.

۲-۵- منابع انرژی غیر قابل تجدید

این گروه شامل نفت، گاز، زغال سنگ، بنزین، مازوت، گازوئیل و کروزین هستند که بعد از مصرف غیر قابل بازیافت هستند. نکته مهم در مورد آنها تنها صرفه جویی و کاهش مصرف است که می تواند دوره استفاده از آنها را افزایش دهد. ولی در این حالت نیز باعث آلودگی و آشفته‌گی ساختار داخلی زمین میشود. (Communities, 2001)

۲-۵-۱- نفت

نفت بنیان گذار تمدن فعلی جهان است که از زمان های ما قبل تاریخ برای گرم کردن، پخت و پز و روشنایی بکار رفته است. چینی ها ۱۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح چاه نفت داشتند. مصرف نفت در گذشته بسیار ناچیز و در نقاط محدودی از کره زمین بوده است. اما در این اواخر انرژی حاصل از نفت بطور گسترده ای برای کارهای مکانیکی و الکتریسته مورد استفاده شدید قرار گرفت. احتمال می رود به علت استخراج سرسام آور نفت در کشورهای خاورمیانه ذخیره نفت این منطقه خیلی زودتر از ذخایر نفت کشورهای آمریکا و روسیه به پایان برسد.

۲-۵-۲- انرژی هسته ای

انرژی هسته ای که از تبدیل جسم (m) به انرژی (E) حاصل می گردد بر اساس فرمول انرژی توده ای انشتین $E = MC^2$ می باشد که در آن $C = 2 \times 10^{10}$ سانتی متر بر ثانیه سرعت نور می باشد. این انرژی ها از طریق شکستن هسته های اتمی به خصوص اورانیوم ۲۳۵، پلوتونیوم ۲۳۹ و اورانیوم ۲۳۳ حاصل می گردد. (قیابکلو، ۱۳۹۰)

۲-۵-۳- زغال سنگ

معادن زغال سنگ ابتدا در چین در حدود ۱۱۰۰ سال قبل از میلاد مورد استفاده قرار گرفت. ذخایر زغال سنگ قابل دسترسی دنیا کاملاً غنی است ولی بهر حال فناپذیر است. بنابر این روزی این معادن نیز تهی خواهند شد. نیمی از منابع زغال سنگ جهان در آمریکا است. مایعات حاصل از زغال سنگ درست مانند نفت قابل تصفیه به بنزین، نفت سفید و سوخت دیزل است. انرژی زغال سنگ آمریکا را معادل نفت عربستان سعودی تخمین می زنند. عیب مهم استخراج زغال سنگ تخریب طبیعت است به خصوص که مقدار عمده ای از معادل زغال سنگ محتوی مقادیر زیادی گوگرد است که موجب متصاعد شدن گازهای سمی می گردد، از

طرف دیگر مشکل فضولات و ضایعات کارخانه های مولد گاز است که منجر به آلودگی محیط زیست می گردد.

۲-۵-۴- گاز طبیعی

در سال ۱۹۹۸ دنیا معادل $3/38 \times 10^{26}$ ارگ انرژی از گاز طبیعی با نسبت $10^{10} \times$ وات بدست آورد که برای جمعیت 4×10^9 نفری میزان ۲۷۰ وات برای هر نفر می شود. ذخایر گاز ایران در مقام دوم پس از روسیه و حدود ۱۲/۵٪ ذخایر گاز طبیعی کل دنیا است. (احمدپور، ۱۳۹۳)

۲-۶- مقایسه انواع انرژی تجدید پذیر

جدول ۲-۱- مقایسه انواع انرژی تجدید پذیر

نوع منبع	محدودیت جغرافیایی	محدود زمانی	تنوع در تولید	پیچیدگی فنی	نیاز به تهیه	بازدهی	سرمایه گزاری و قیمت
خورشیدی	دارد	دارد	برق و گرما	ساده تا بسیار پیچیده	ندارد	کم تا متوسط	متوسط تا بسیار سنگین
باد	دارد	دارد	برق و مکانیکی	ساده تا متوسط	ندارد	متوسط	ارزان تا متوسط
امواج	دارد	دارد	برق	نسبتا پیچیده	ندارد	کم تا متوسط	متوسط تا سنگین
آب های جاری	دارد	دارد	برق و مکانیکی	ساده تا متوسط	ندارد	متوسط تا بالا	ارزان
زیست توده	اندک	تا حدودی	بسیار متنوع	ساده تا متوسط	دارد	متوسط تا بالا	متوسط
زمین گرمایی	دارد	اندک	برق و گرما	متوسط	تا حدودی	متوسط	ارزان تا متوسط
پیل سوختی	ندارد	ندارد	برق و گرما	متوسط تا پیچیده	دارد	بالا	سنگین

۲-۷- Nzeb ساختمان با انرژی صفر

ساختمان ها تاثیر بسزایی در مصرف انرژی و محیط زیست دارند. ساختمانهای تجاری و مسکونی مصرف

تقریباً ۴۰ درصد انرژی اولیه و حدود ۷۰٪ از انرژی الکتریکی را در ایالات متحده به خود اختصاص می دهند (EIA2055) به دلیل افزایش سرعت ساخت بناهای جدید نسبت به گذشته انرژی مصرفی در بخش ساختمانی در حال افزایش است. مصرف انرژی در ساختمانهای تجاری بین سالهای ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ دو برابر شد و انتظار میرود تا سال ۲۰۲۵ به میزان ۵۰٪ دیگر نیز افزایش یابد. (EIA2055) این روند افزایش مصرف انرژی ادامه خواهد داشت مگر بتوان ساختمان هایی طراحی کرد که خود انرژی لازم برای جبران این تقاضای رو به رشد را تولید کنند. به این منظور دپارتمان انرژی امریکا در یک هدف جسورانه تصمیم به ایجاد فناوری و دانش پایه ساختمانهای تجاری با مصرف انرژی صفر (Nzeb) تا سال ۲۰۲۵ گرفت.

بطور مفهومی یک NZeb خالص ساختمانی است که به دلیل افزایش بهره وری، نیاز به انرژی بسیار کمی دارد. بطوری که بالانس انرژی مورد نیاز آن توسط فناوری منابع تجدیدپذیر قابل تامین باشد. علی رغم استفاده از عبارت zero energy نمی توان یک تعریف دقیق از مفهوم آن ارائه داد. (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۴)

۸-۲ - شرایط مرزی و جریان انرژی NZeb

در پشت مفهوم NZeb این ایده نهفته است که ساختمان ها می توانند انرژی مورد نیاز خود را با هزینه کمتر، از منابع بومی، غیر آلاینده و تجدید پذیر تامین کنند. در شرایط ایده آل یک NZeb به میزان مصرف سالانه با بیش از آن انرژی تجدید پذیر در محل تولید می کند. مفاهیم و مفروضات زیر برای کمک به تعاریف راهنما برای Zeb در نظر گرفته می شود:

اتصال شبکه ای برای برقراری تعادل انرژی مجاز و ضروری است. در یک NZeb نوعا وقتی تولید در محل جوابگوی نیاز نیست منابع انرژی سنتی مانند برق و گاز طبیعی به مصرف میرسند. بالعکس اگر تولید محلی بیش از نیاز باشد، برق اضافی به شبکه عمومی صادر میشود. با این روش شبکه بالانس انرژی را به عهده میگیرد. تولید اضافی را میتوان برای مصارف آبی ذخیره کرد. حصول Zeb بدون شبکه بسیار مشکل است چون فناوری های امروز در ذخیره انرژی محدودیت دارند. از طرف دیگر ساختمان هایی که از شبکه برق مستقل هستند بر منابع انرژی خارجی مثل پروپان و دیگر سوخت ها برای پخت و پز، گرمایش محیط و آب و ژنراتورهای پشتیبان استفاده می کنند. در این ساختمان ها نمی توان انرژی تولیدی اضافی را در شبکه ذخیره کرد و در نتیجه تولید انرژی از منابع تجدید پذیر را باید بیش از حد معمول افزایش داد. در بیشتر مواقع مثل تابستان این اضافه تولید بی استفاده می ماند. در اینجا ما فرض می کنیم که همواره میتوان انرژی تولیدی در محل را به شبکه سپرد. همچنین برای نفوذ به بازار های بزرگ شاید همیشه نیاز به شبکه نباشد. در این شرایط گاهی ذخیره انرژی در محل ضروری است. (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۴)

۹-۲ - چهار تعریف دقیق از Nzeb

بر اساس شرایط مرزی و ابعاد میتوان تعاریف متعددی از ZEB داشت. تعریفی مناسب است که منطبق بر اهداف پروژه و ارزشهای مد نظر تیم طراحی و مالک ساختمان باشد.

Zero - energy-۱-۹-۲ خالص محل

در این حالت مقدار انرژی تجدید پذیر تولید شده در محل برابر با انرژی مصرفی ساختمان است. این حالتی است که در این پروژه در نظر گرفته شده است.

Zero - energy-۲-۹-۲ خالص منبع

این حالت پیچیده تر از تعریف قبلی است، با توجه به اینکه تامین انرژی برق از منابع خارجی فرآیندی کم بازده است، برای داشتن تعادل انرژی میزان برق صادر شونده به شبکه باید بطور قابل ملاحظه ای بیشتر از انرژی برق گرفته شده از شبکه باشد. زیرا تنها ۳۵٪ انرژی فسیلی یک کارخانه را میتوان به برق تبدیل کرد. همچنین در انتقال برق اتلاف انرژی وجود دارد.

Zero - energy-۳-۹-۲ خالص مواد انتشار یافته

این حالت که صفر کربن هم نامیده میشود، ساختمانی است که کربن منتشر شونده از سوختهای فسیلی مورد استفاده محلی یا غیر محلی در تعادل با میزان تولید انرژی تجدید پذیر در محل قرار دارد.

Zero - energy-۴-۹-۲ خالص هزینه ها

در این حالت ساده تعادل هزینه بین انرژی خریداری شده و هزینه فروش انرژی برق تولیدی به شبکه وجود دارد. این شرایط تحت تاثیر تغییر قیمت انرژی می باشد (Pless, Torcellini, 2010)

۱۰-۲ - مبحث تولید، دریافت و حفظ انرژی

هدف یک طراح NZeb تنها ایجاد یک ساختمان که در تعادل انرژی با انتشار گازهای آلاینده قرار دارد، نیست بلکه حداقل کردن مصرف انرژی حتی اگر از منابع تجدید پذیر تامین شود پر اهمیت است برای تولید انرژی در ساختمان های مجزا می توان از فناوری های مختلفی مانند سلول خورشیدی و ذخیره کننده های

فصلی برای گرمایش استفاده کرد. برای جبران تغییرات در میزان تولید اغلب باید به شبکه برقی محلی وصل بود برای حصول حداقل میزان مصرف باید شرایط متفاوتی نسبت به ساختمانهای معمولی در نظر گرفت. در یک ساختمان معمولی هدف حداقل کردن هزینه های ساخت است. طراح معمولاً تحلیل انرژی خاصی انجام نمی دهد. اما در طراحی Zeb هر تصمیمی درباره انتخاب سیستم های اصلی باید با توجه به اثرات آینده آن بر میزان مصرف انرژی صورت گیرد. طراح Zeb معمولاً طرح خود را برای افزایش هزینه های ساخت حاصل از کاهش مصرف انرژی آماده می کند. کاهش مصرف موجب جبران هزینه ها در آینده خواهد شد. علاوه بر استفاده از منابع تجدید پذیر باید از منابع دیگر مانند نور و حتی گرمای بدن و انرژی های گرمایی دیگر که معمولاً در ساختمانها تلف میشود بهره برد. مثلاً بازیابی حرارتی آب گرم و تهویه هوای گرم برای افزایش بازدهی آبگرمکن های خورشیدی، استفاده از عایق های ویژه و غیره. طراحان نوعاً از برنامه های کامپیوتری پیچیده ای برای مدلسازی استفاده می کنند که می توان متغیرهای طراحی مختلفی را در آنها به شمار آورد. مثلاً برای تعیین جهت ساختمان نسبت به نور خورشید، نوع و محل قرارگیری پنجره ها و عمق سایبان آن، درجه عایقکاری اجزای ساختمان، هوابندی، بازدهی حرارتی و نور با توجه به آب و هوای محلی. به کمک این نرم افزارها می توان نحوه طراحی و هزینه ها را قبل از ساخت پیش بینی کرد. (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۴)

۱۱-۲- مقایسه Nzeb با ساختمانهای سبز

هدف ساختمانهای سبز و معماری پایدار استفاده بهینه از منابع و کاهش اثرات نامطلوب ساختمان ها بر محیط زیست است. ساختمان های Zeb در یک هدف با ساختمانهای سبز مشترک هستند که همان کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای است. اما NZeb لزوماً ساختمان سبز نیست، مثلاً در NZeb لزومی به کاهش زباله ها از طریق بازیافت مواد ساختمانی نیست. از طرفی در ساختمانهای سبز لازم نیست انرژی مصرفی خالص صفر باشد. نرم افزارهایی که برای طراحی ساختمان های سبز بکار می روند احتمالاً مناسب طراحی N Zeb نیستند. (احمدپور، ۱۳۹۳) ۲

۱۲-۲- مزایا و معایب Nzeb :

۱۲-۲-۱- مزایا:

افزایش قیمت انرژی تأثیری بر زندگی ساکنان این ساختمانها نخواهد داشت. به دلیل دماهای داخلی یکنواخت تر، آسایش بیشتری حاصل میشود. این یکنواختی را میتوان در مقایسه بین نقشه های خطوط هم دما نشان داد. هزینه بهینه سازی مصرف انرژی در طراحی و ساخت اولیه بسیار کمتر از وقتی است که

بخواییم در آینده وضعیت مصرف انرژی ساختمان را بهبود دهیم. ارزش ساختمان هنگام فروش بیشتر خواهد بود با افزایش قیمت انرژی بر این ارزش افزوده خواهد شد.

۲-۱۲-۲- معایب:

- هزینه های اولیه ساخت بالاتر است.
- در صورت کاهش احتمالی قیمت انرژی سرمایه گذاری صورت گرفته بی نتیجه خواهد بود.
- به دلیل افزایش قیمت ساختمان ممکن است برای شروع آن با مشکل مواجه شویم. (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۴)

۲-۱۲-۳- شروط برای حصول اهداف Nzeb

هدف باید از ابتدا تعیین شود و تیم پروژه تصمیمات یکپارچه ای اخذ کنند. مهندسین معمار، مکانیک و برق باید از اثرات ناشی از تصمیم گیری ها مطلع باشند و ساختمان و سیستم های مورد نیاز را با هم طراحی کنند. یک راه حل جامع بسیار بهتر از مشخص کردن سیستم ها بصورت جداگانه است. تاثیر هر راهکاری بر میزان مصرف انرژی باید سبک و سنگین شود. جزئیات اهمیت زیادی دارند. مصرف انرژی باید با افزایش بازدهی به میزان زیادی کاهش یابد در غیر این صورت ساختن یک Zeb غیر ممکن خواهد بود. توصیه می شود ۵۰ تا ۷۰ درصد بازده انرژی نسبت به استاندارد ۹۰.۱ - ۲۰۰۴ ASHRAE افزایش یابد.

ابتدا باید به تجهیزاتی که بیشترین انرژی را مصرف می کنند توجه نمود، سه مصرف کننده عمده انرژی تهویه مطبوع، روشنایی و لوازم برقی هستند، بهترین استراتژی برای صرفه جویی در ساختمان های تجاری استفاده از نور روز است، راه دیگر استفاده از تهویه طبیعی با توام است، گرمایش و سرمایش تابشی، سرمایش تبخیری، استفاده از سیستمهای تهویه و گرمایش مجزا، پمپهای گرمایش منابع زمینی و روشهای خورشیدی غیر فعال باید بر روی تامین انرژی در محل سرمایه گذاری شود، بر اساس تجربیات بدست آمده یکی از ساده ترین و کارآمدترین روشهای تولید انرژی سیستم PV در پشت بام است. البته قیمت نسبتا بالای آن را می توان با معافتهای مالیاتی و وامهای بدون بهره دولتی جبران نمود. (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۴)

۲-۱۳- نمونه های موردی

۲-۱۳-۱- نمونه اول: موسسه BCA در سنگاپور

ساختمان انرژی صفر در سنگاپور اولین از نوع خودش در جنوب شرق آسیاست. این ساختمان بازسازی شده از

زمان پایان ساختش در سال ۲۰۰۹ تا کنون به طور کامل با انرژی خورشیدی کار کرده و حتی توانسته مقداری انرژی افزون بر مصرفش را انباشت کند. در تاریخ ۲۵ ژوئن امسال، سه مگاوات ساعت الکتریسیته را انباشت کرده بود. این ساختمان سه طبقه که پیش تر یک کارگاه بوده، در آکادمی ساخت و ساز سنگاپور (Bca) قرار دارد و مرکز تحقیقات جزیره در راستای کاهش نیاز به واردات سوخت است.



شکل ۲-۷- نمای کلی موسسه BCA سنگاپور

۲-۱۳-۲- ساختمان در یک نگاه

نام: ساختمان صفر انرژی آکادمی BCA

محل اجرا: جاده برادل ۲۰۰۱، سنگاپور

تکمیل: اکتبر ۲۰۰۹

فضاها: دفتر، مرکز بازدید کنندگان، کتابخانه و اتاق چند منظوره (۶۷ درصد از مساحت طبقه ناخالص)، تهویه

مطبوع کلاس های درس و سالن مدرسه (به طور طبیعی تهویه (۳۳٪)

اشغال: ۸۰ کارمند دائمی، اشغال ۱۰۰٪، میانگین ۹۰ بازدید کننده در هر هفته

امتیاز / جوایز:

گواهی، سبز علامت گذاری به عنوان جایزه پلاتین، ساختمان و ساخت و ساز سازمان (۲۰۰۹)

برنده جایزه تیم وزیر، وزارت توسعه ملی، سنگاپور (۲۰۱۰)

برنده، BCI سبز جوایز رهبری، نهادی دسته بندی، ساخت و ساز ساختمان (۲۰۱۰)

برنده، جایزه دستاورد معتبر مهندسی، موسسه مهندسين سنگاپور (۲۰۱۰)

برنده، ثبت ویژه، جوایز انرژی آ سه آن، رقابت بهره وری انرژی، مرکز آ سه آن انرژی (۲۰۱۱)

برنده جایزه ممتاز، وزیر جایزه تحقیق و توسعه توسعه ملی، وزارت توسعه ملی، سنگاپور (۲۰۱۱)

تکمیل بازسازی اساسی: اکتبر سال ۲۰۰۹، ساختمان اصلی ساخته شده در سال ۱۹۸۴



شکل ۲-۸- تصویرسازی اولیه موسسه BCA سنگاپور

جدول ۲-۲- ویژگی های ساختمان صفر انرژی آکادمی BCA (wittkopf,2015)

ساختمان فن آوری یکپارچه با انرژی کارآمد و فتوولتائیک برای رسیدن به تعادل خالص انرژی صفر و نشان دادن فن آوری های مختلف PV و یکپارچه سازی ساختمان	راهکارهای کاهش کربن
سایه اندازی بوسیله سقف تهویه شده PV و نما، انرژی کارآمد نما و سقف سبز، طاقچه های نور	کاهش انتقال گرما
سیستم دودکش خورشیدی برای آسایش حرارتی بهتر	تهویه طبیعی
راهنماهای نور توخالی افقی و عمودی، طاقچه های نور و سقف بازتابنده برای افزایش نور روز در قسمت های عمیق تر	نور روز
کوئل تکی با سیستم فن دوقلو، جابجایی و شخصی سازی سیستم تهویه شخصی	تهویه مطبوع
سیستم نظارت ساختمان، سنسور و اندازه گیری برای پخش زنده، نظارت و مدیریت	کنترل فردی
۹۸٪ از تمام مصالح مصرفی در ۶۲۱ مایل از محل پروژه	مصالح (ساخت و ساز)
۹۳٪ از مساحت طبقه ناخالص اجازه دید به بیرون از خانه را می دهد	سلامتی (طراحی)
آسایش حرارتی: غیرفعال (تهویه طبیعی) ۵۵٪، فعال (تهویه مطبوع) ۴۵٪ آسایش بصری: غیرفعال (نور طبیعی) ۵۱٪، فعال (برق و روشنایی) ۴۹٪	حالت راحتی

۲-۱۳-۳- نمونه دوم: پژوهشگاه مواد و انرژی شهرستان کرج

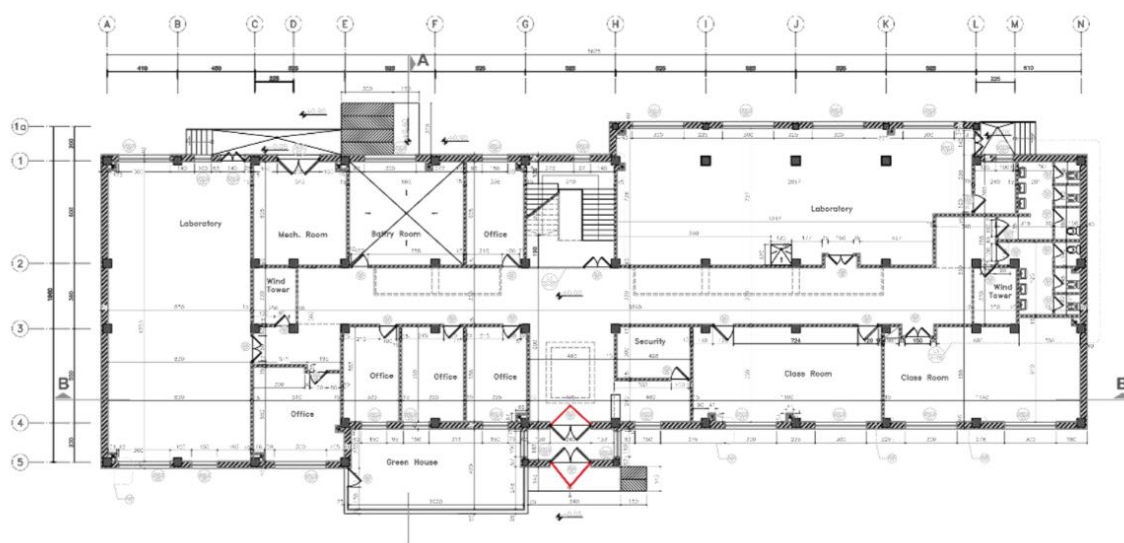
پروژه طراحی و اجرای اولین ساختمان انرژی صفر ایران در سال ۱۳۹۱ از سوی پژوهشگاه مواد و انرژی تعریف شده و طراحی و اجرای به شرکت مشاوران بهسازی نو سازی انرژی (مبنا) واگذار گردید. ساختمانهای انرژی صفر خالص به ساختمانهایی EPC آن در قالب اطلاق میشود که خالص مصرف انرژی سالیانه آن صفر باشد. اجرای ساختمان انرژی صفر معمولاً با دید پیشبرد دانش طراحی در کشور صورت میگیرد. با توجه به کم رنگ بودن سوابق مرتبط، در طراحی اولین ساختمان انرژی صفر کشور علاوه بر استفاده از تجربیات طراحی ها متداول، از موارد دیگری کمک گرفته شده است. تنها با به کارگیری الزامات معماری خاص در طراحی، مصرف

انرژی ساختمان به حدود ۱۰٪ یک ساختمان مشابه کاهش یافته است. همچنین از استانداردهای تدوین شده جهت طراحی با رویکرد انرژی مانند برای انجام (Dynamic simulation) جهت طراحی استفاده شده است. در کنار این موارد از شبیه سازی دینامیکی ساختمان ASHRAE90.1 محاسبات دقیق بهره گرفته شده است.



شکل ۲-۹- نمای جنوبی پژوهشگاه مواد و انرژی شهرستان کرج

ساختمان انرژی صفر پژوهشگاه مواد و انرژی در شهرستان کرج نیز با دیدگاه کاهش مصارف انرژی اولیه و جبران انرژی مصرف شده از طریق تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر و پاک، به عنوان اولین ساختمان انرژی صفر در ایران طراحی گردید که همانکون مراحل ساخت آن در جریان می باشد. ساختمان مذکور با زیربنای ۲۰۰۰ متر مربع در دو طبقه و با کاربری آموزشی پژوهشی در منطقه مشکین دشت کرج واقع گردیده است. در تقسیم بندی ساختمانهای ZEB، این ساختمان در گروه ساختمانهای "انرژی اولیه صفر خالص" قرار می گیرد که در آن مجموع انرژی اولیه تولیدی و مصرفی سالیانه ساختمان برابر صفر 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.



شکل ۲-۱۰- پلان مجموعه

۲-۱۳-۱- نمونه پارامترهای طراحی معماری

علاوه بر موارد معمول در طراحی ساختمان انرژی صفر، عوامل ویژه دیگری نیز در معماری ساختمان در نظر گرفته شده است. کشیدگی ساختمان و همچنین جهت گیری آن تاثیر بسزایی در کسب انرژی حرارتی خورشید و همچنین استفاده از روشنایی طبیعی ساختمان دارد. ساختمان دارای کشیدگی شرقی-غربی است تا بیشتر فضاهای ساختمان بتوانند از حداکثر گرمایش خورشید و همچنین روشنایی طبیعی استفاده نمایند. همچنین با توجه به موقعیت جغرافیایی ساختمان بر روی زمین و عدم محدودیت در چرخش ساختمان در محل اجرای پروژه، با استفاده از نرمافزار شبیه سازی IES VE ساختمان نسبت به محور خود در زوایای مختلف چرخانده شد تا بهترین جهت گیری ساختمان نسبت به خورشید برای استفاده از حداکثر اکتساب انرژی به دست آید.



شکل ۲-۱۱- استفاده از گلخانه

در جانمایی فضاهای ساختمان نیز تلاش شده است تا فضاهایی که دارای کاربری بیشتری هستند به منظور استفاده بهتر از نور و انرژی خورشید، در ضلع جنوبی ساختمان قرار گیرند و فضاهایی که کاربری کمتری دارند در ضلع شمالی ساختمان قرار داده شده اند. همچنین رژیم اشغال فضاها در تعیین موقعیت هر فضا در ساختمان موثر بوده است. میزان بهینه عایقکاری ساختمان با توجه هزینه اولیه و بالانس انرژی ساختمان تعیین گردیده است. طراحی سایه بانها در ضلع جنوبی ساختمان به منظور کاهش بار حرارتی ناشی از خورشید در زمان اوج بار سرمایشی ساختمان، با توجه به اجازه عبور حداکثر انرژی خورشید در دوره گرمایش ساختمان بهینه سازی شده اند.

۲-۱۳-۲- پارامترهای طراحی مکانیکی

تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان انرژی صفر مهمترین بخش در مصرف، تولید و در نهایت بالانس انرژی ساختمان برای تبدیل آن در ZEB می باشد. استفاده از تجهیزات کم مصرف مانند لامپهای LED طراحی روشنایی ساختمان، به کار بستن سیستم مدیریت ساختمان BMS به منظور پایش و کنترل تجهیزات و انرژی مصرفی آنها سبب کاهش مصرف انرژی در ساختمان میگردد.



شکل ۲-۱۲- جانمایی کلکتورهای آبگرم خورشیدی بر روی ساختمان

۲-۱۳-۳- تامین انرژی

جهت تامین انرژی مورد نیاز، منابع متنوعی نظیر باد، انرژی زمین گرمایی، زیست توده و خورشید موجود است. با توجه به تعریف پروژه در قالب EPC جهت تعیین منبع/ منابع انرژی پاک، امکان سنجی فنی اقتصادی بر روی منابع مختلف صورت گرفته و با بهره گیری از اطلاعات اقلیمی محل، صرفه اقتصادی بهره گیری از هریک از منابع مشخص شده است. بر این اساس مهمترین منبع تامین انرژی ساختمان، انرژی خورشیدی در نظر گرفته شده و طراحی سیستمهای تاسیساتی ساختمان نیز بر همین اساس انجام گرفته است. در این ساختمان برای تولید انرژی و ایجاد تعادل بین انرژی مصرف شده و تولیدی، از سیستمهای آبگرم خورشیدی به منظور تامین گرمایشو آبگرم مصرفی ساختمان و همچنین از سیستمهای فوتوولتاییک به منظور تامین انرژی الکتریکی ساختمان استفاده شده است. طراحی این سیستمها با توجه به انرژی مصرفی ساختمان در طول یک سال و بالانس انرژی سالیانه ساختمان صورت پذیرفته است. با توجه به اینکه این پروژه به صورت EPC بوده و هزینه های اجرای ساختمان حایز اهمیت میباشد، استفاده از سایر روشهای تولید انرژی با استفاده از منابع بازگشت پذیر و پاک در این پروژه قابل اجرا نمی باشد.

فصل ۳

روش ها و فنون ساختمان در منطقه مورد مطالعه

۱-۳-اطلاعات اقلیمی شهر مشهد

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی با ۳۲۸ کیلومتر مربع مساحت در شمال شرق ایران و در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و در حوضه آبریز کشف رود، بین رشته کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع است. ارتفاع شهر از سطح دریا حدود ۱۰۵۰ متر (حداکثر ۱۱۵۰ متر و حداقل ۹۵۰ متر)



شکل ۱-۳-نقشه ایران و استان خراسان رضوی (ویکی پدیا)

۱-۱-۳-طبقه بندی اقلیمی شهر مشهد

طبقه بندی اقلیمی، توصیفی از وضعیت آب و هوای یک منطقه است. طبقه بندی اقلیمی در برخی از روش ها توسط فرمول و در برخی دیگر با نمودار مشخص می شود.

۱-۱-۱-۳-روش دمارتن:

در طبقه بندی دمارتن از دما و بارش برای طبقه بندی اقلیمی استفاده می شود. با پلات کردن بارش و دمای سالانه مشخص شد که مشهد ۲۶ سال دارای اقلیم خشک و ۲۹ سال دارای اقلیم نیمه خشک بوده است.

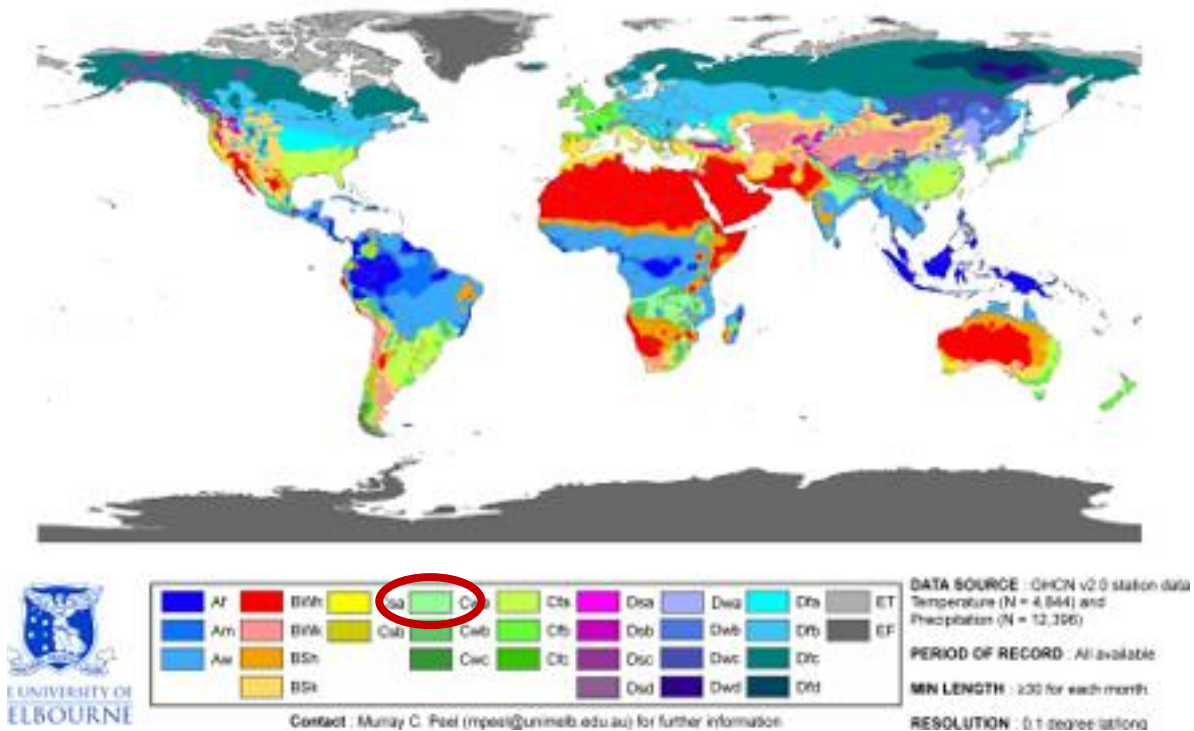
۱-۱-۲-۳-روش امبرژه:

برای هر سال و میانگین دوره آماری مشهد نوع اقلیم براساس روش امبرژه مشخص شده است. در حالت سالانه ۱۴ سال اقلیم مشهد نیمه مرطوب معتدل، ۱۴ سال نیمه خشک معتدل، ۵ سال نیمه خشک سرد، ۴ سال خشک سرد، ۹ سال معتدل، ۲ سال نیمه مرطوب سرد، ۳ سال مرطوب معتدل و چند سال نیز در قسمت بیابانی قرار گرفته است. در حالت میانگین، کل دوره اقلیم مشهد نیمه خشک معتدل تعیین شده است.

۳-۱-۱-۳- طبقه بندی کوپن:

طبق طبقه بندی کوپن اقلیم مشهد به صورت CSa (آب و هوای مدیترانه ای) است از خصوصیات این اقلیم استقرار پرفشار جنب حاره در تابستان و خشکی این فصل می باشد.

World map of Köppen-Geiger climate classification



شکل ۳-۲- نقشه ایران و استان خراسان رضوی (ویکی پدیا)

- اقلیم: سرد و نیمه خشک
- ارتفاع از سطح دریا: ۹۶۹ متر
- میانگین رطوبت نسبی در تابستان: ۳۳٪
- میانگین رطوبت نسبی در زمستان: ۶۷٪
- میانگین حداکثر دما در تابستان: ۳۵/۲۸ درجه سانتی گراد
- میانگین حداقل دما در زمستان: ۹/۴۴- درجه سانتی گراد

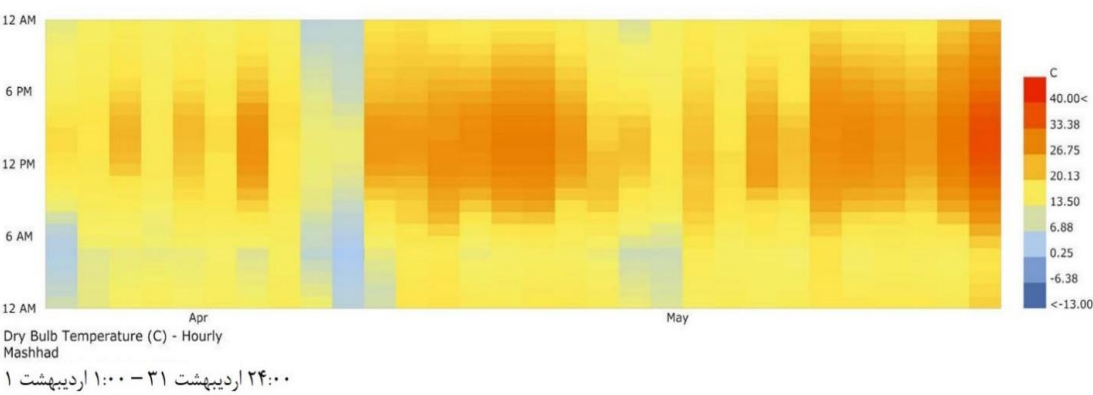
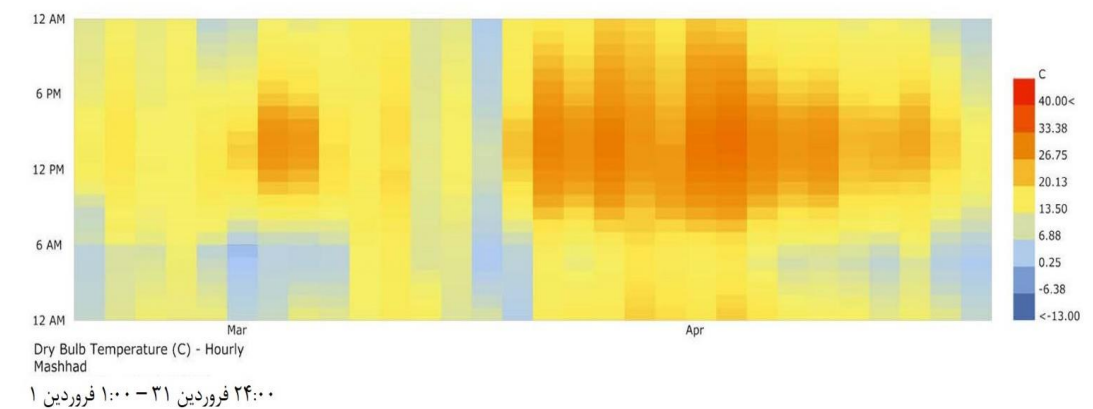
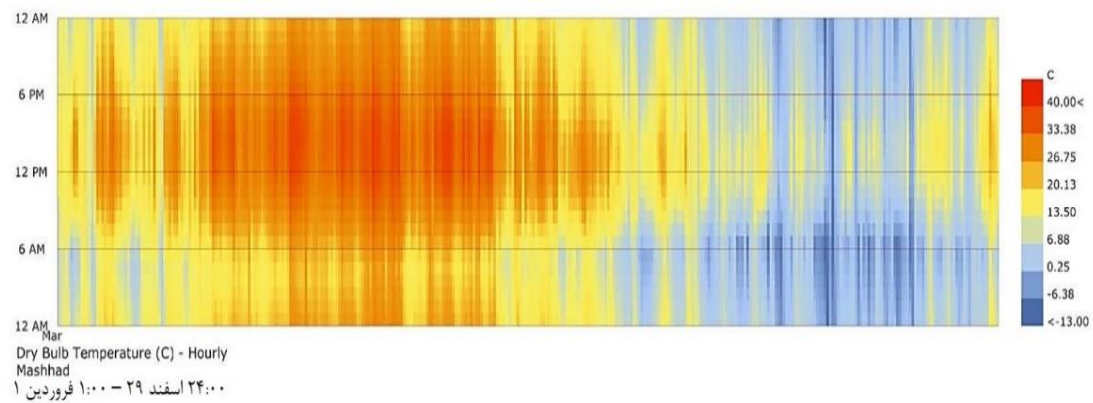
۳-۱-۱-۴- گونه بندی نیاز سالانه انرژی

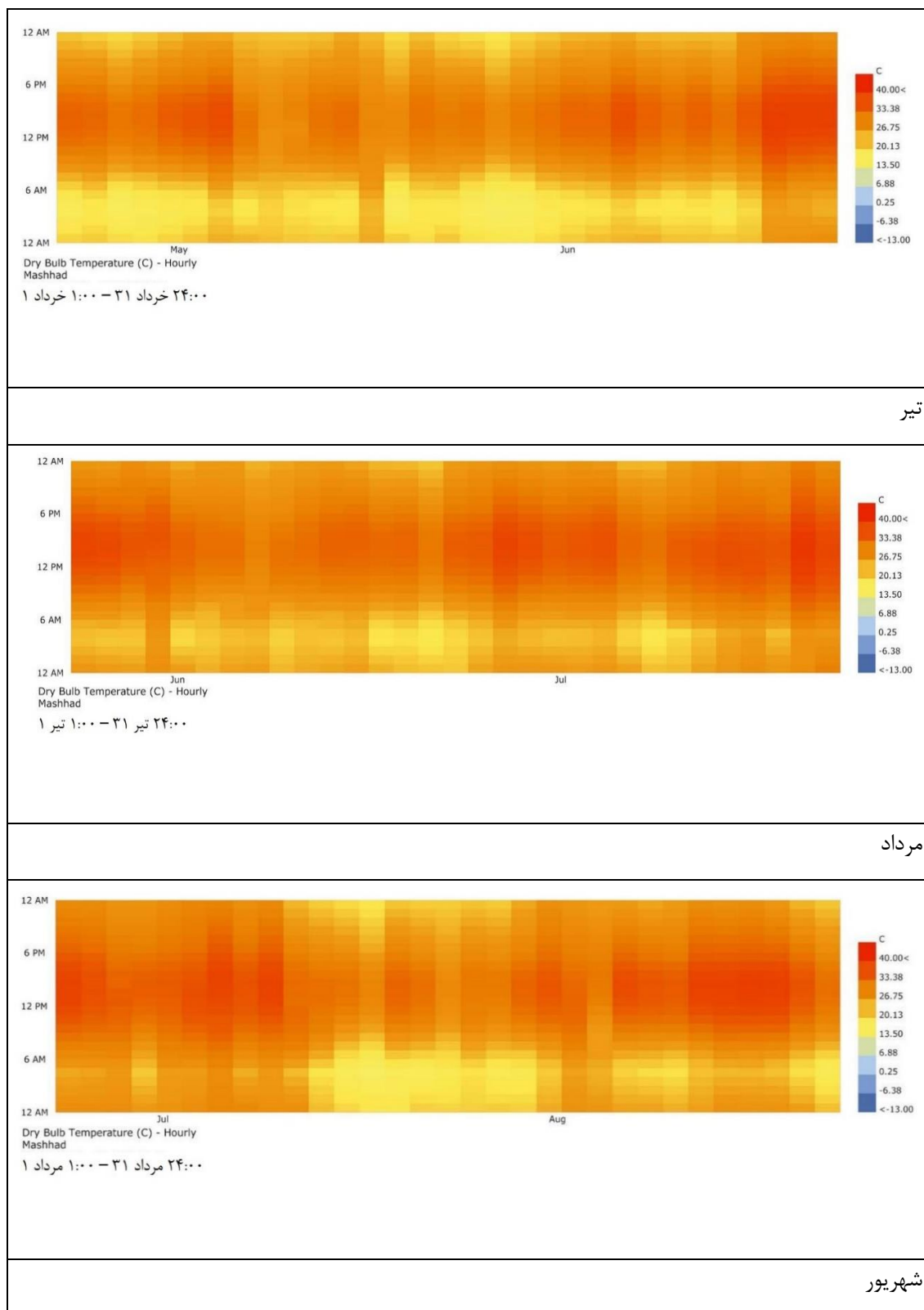
شهر مشهد در تابستان دارای نیاز سرمایشی متوسط، نسبتاً گرم، نسبتاً مرطوب و در زمستان دارای نیاز گرمایشی زیاد، بسیار سرد است.

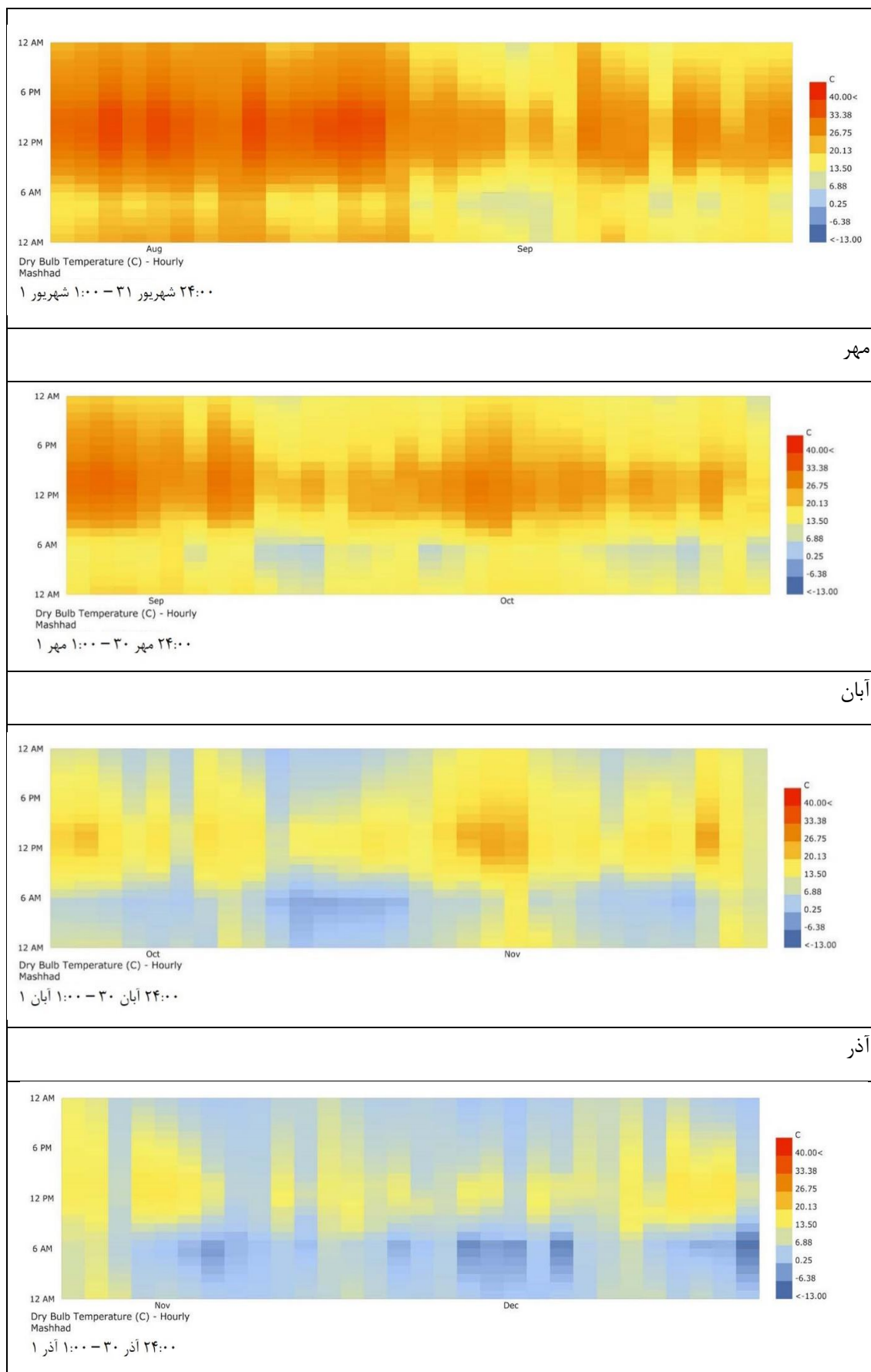
۳-۲- نمودار دما

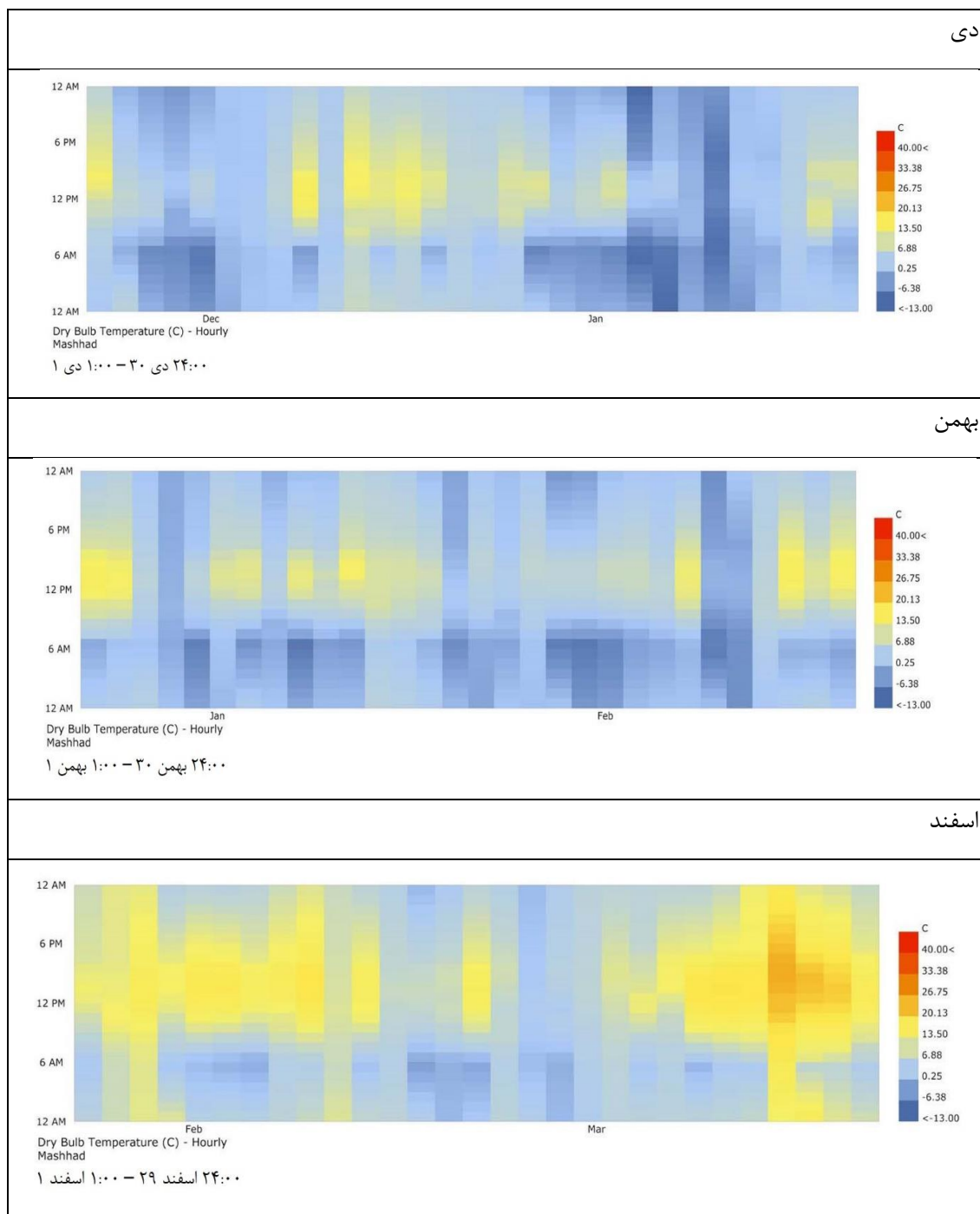
پروفیل دمای ساعتی اقلیم مشهد در ساعت های مختلف تمام سال مطابق شکل زیر می باشد.

طبق نتایج بیشترین دمای روزانه در ماه ژولای (مرداد) $37/20$ درجه سانتی گراد بوده و حداقل دمای روزانه در ماه ژانویه (بهمن) به $12/90$ - درجه سانتی گراد خواهد رسید. به منظور استفاده از استراتژی های سرمایش و گرمایش و با توجه به پروفیل دمایی، ساختمان در برخی ماه ها نیاز به سرمایش و گرمایش دارد. در ابتدا باید از راهکارهای اقلیمی جهت افزایش آسایش حرارتی افراد استفاده نمود تا نیاز برودتی و حرارتی ساختمان کاهش یابد، به منظور تامین مابقی ساعت های عدم آسایش از سیستم مکانیکی استفاده خواهد شد.



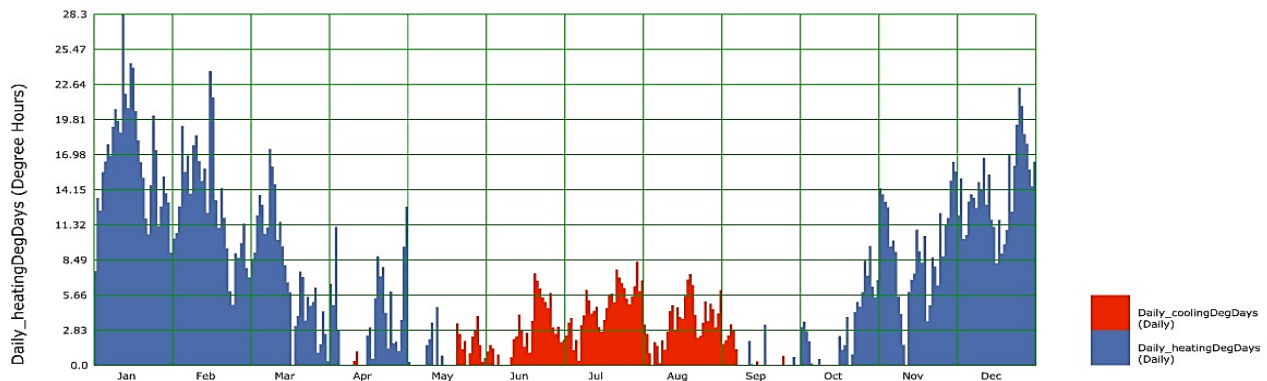




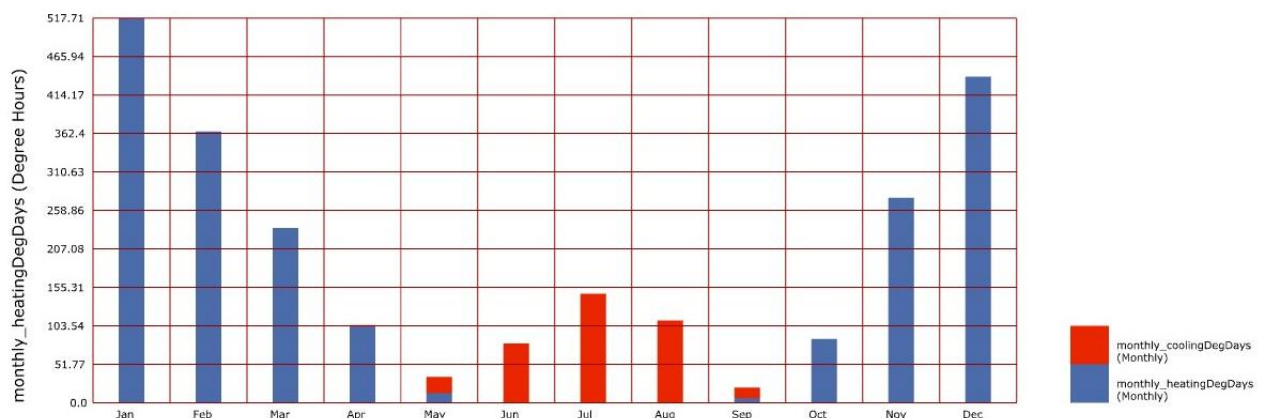


شکل ۳-۳- نمودار دمای ماهانه و سالیانه در شهر مشهد (نگارنده)

۳-۳- نیاز سرمایشی و گرمایشی ساختمان



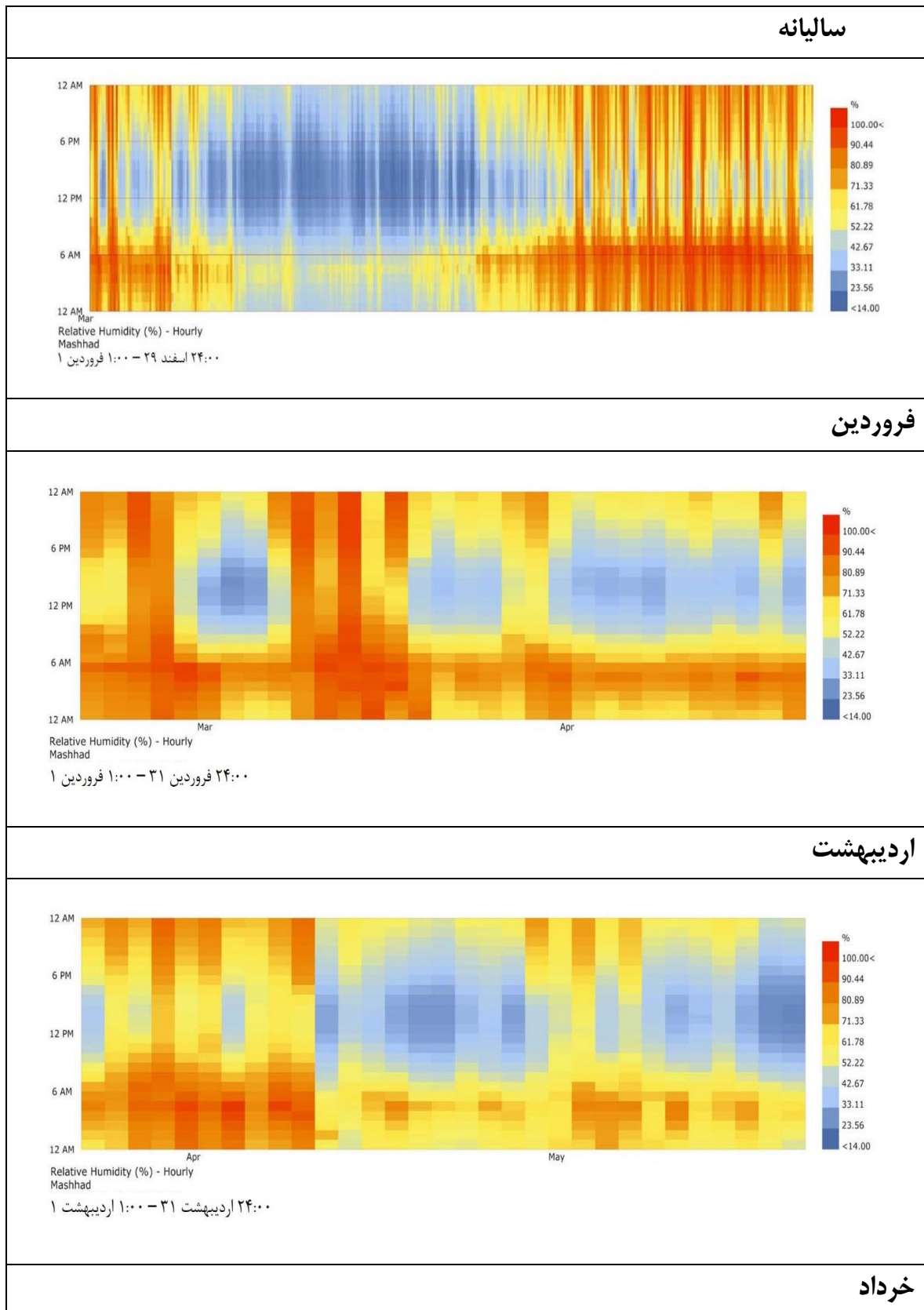
شکل ۳-۴- نمودار روز درجه گرمایش و سرمایش در شهر مشهد (نگارنده)

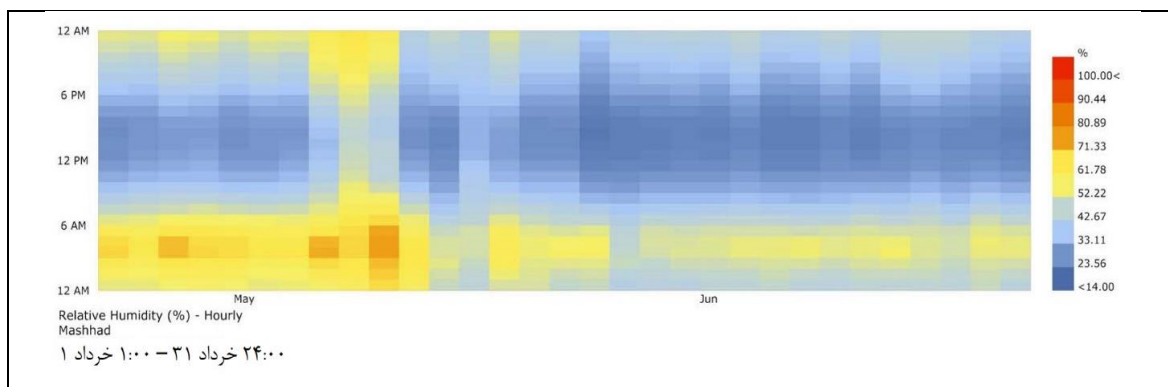


شکل ۳-۵- نمودار دمای ماهانه و سالیانه در شهر مشهد (نگارنده)

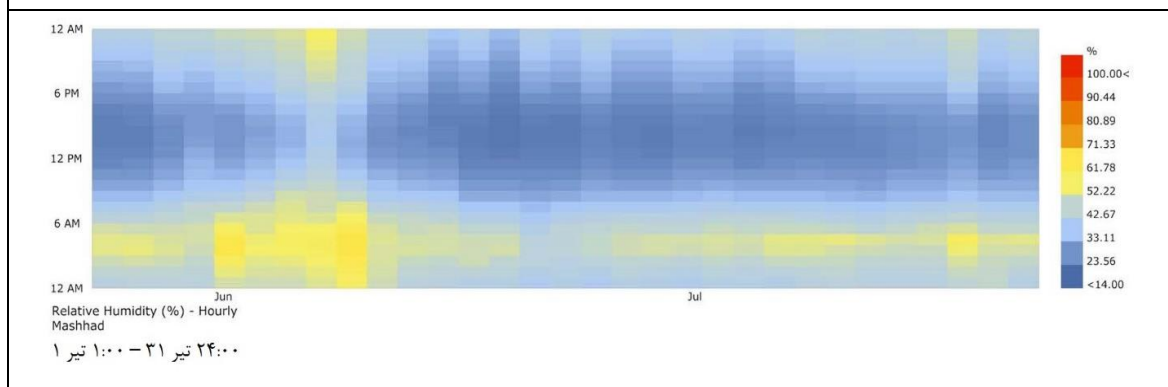
نیاز به گرمایش و سرمایش و نسبت آن در طول سال از عوامل مهمی است که در تصمیم‌گیری‌های طراحی همساز با اقلیم نقش تعیین‌کننده دارد. روز درجه، اختلاف میانگین دمای روزانه با دمای مبنا می‌باشد لذا برای روز درجه گرمایش، دمای مبنا ۱۸ درجه ای و برای روز درجه سرمایش، دمای ۲۱ درجه سانتیگراد در نظر گرفته می‌شود پس روز درجه نشان‌دهنده مواقعی است که باید با استفاده از تمهیدات غیرفعال یا فعال دمای داخل را در محدوده ۱۸ تا ۲۱ درجه سانتیگراد نگه داشت. همانگونه که در نمودار HDD, CDD روز درجه سرمایش و گرمایش در شهر مشهد دیده می‌شود شیوه‌های فعال یا غیرفعال گرمایشی برای ۷۵ درصد مواقع سال و سرمایش برای ۲۵ درصد مواقع سال باید در نظر گرفته شود.

۳-۴- نمودار رطوبت نسبی

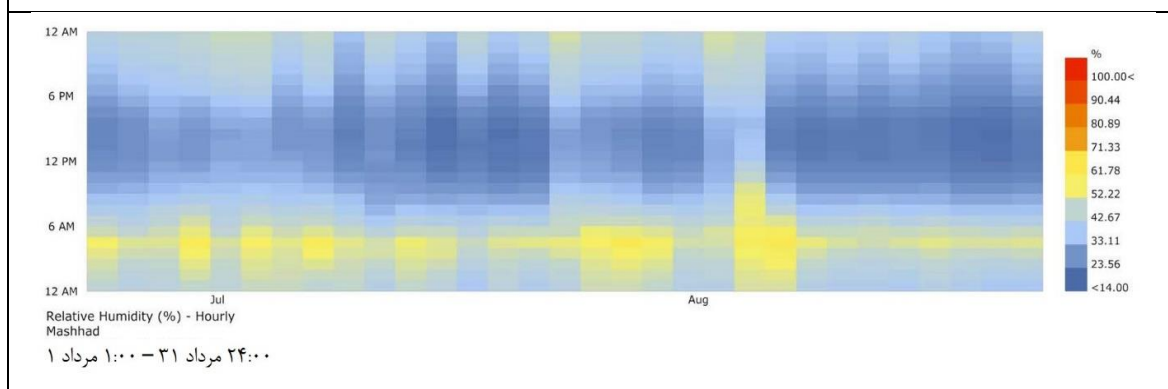




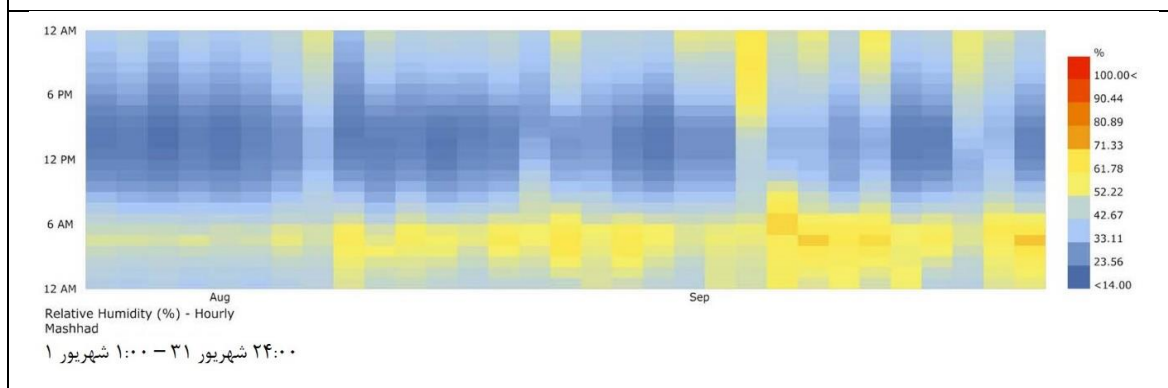
تیر



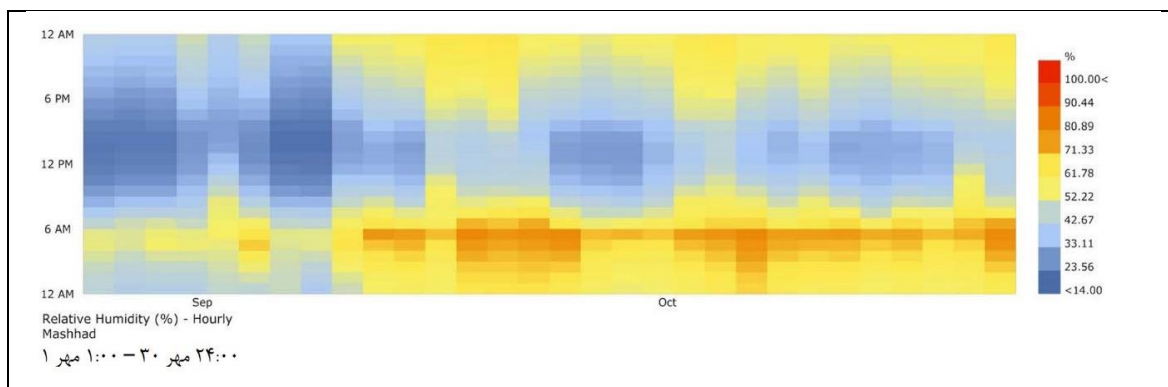
مرداد



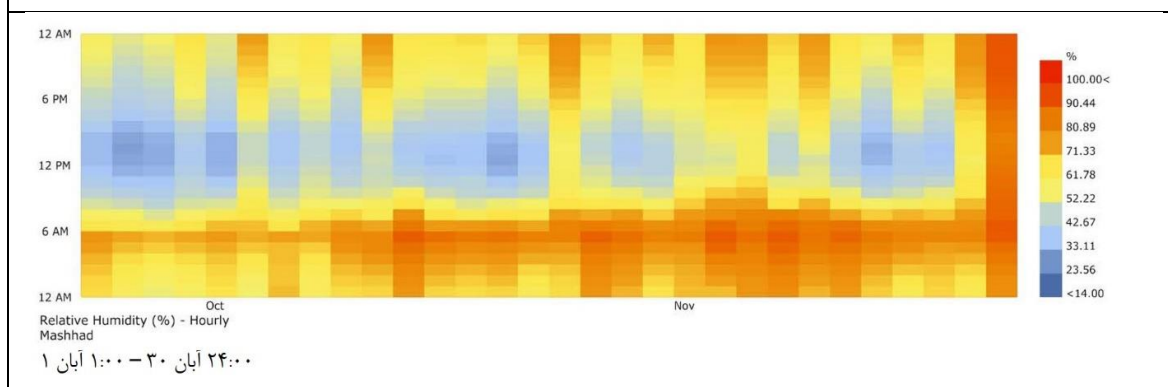
شهریور



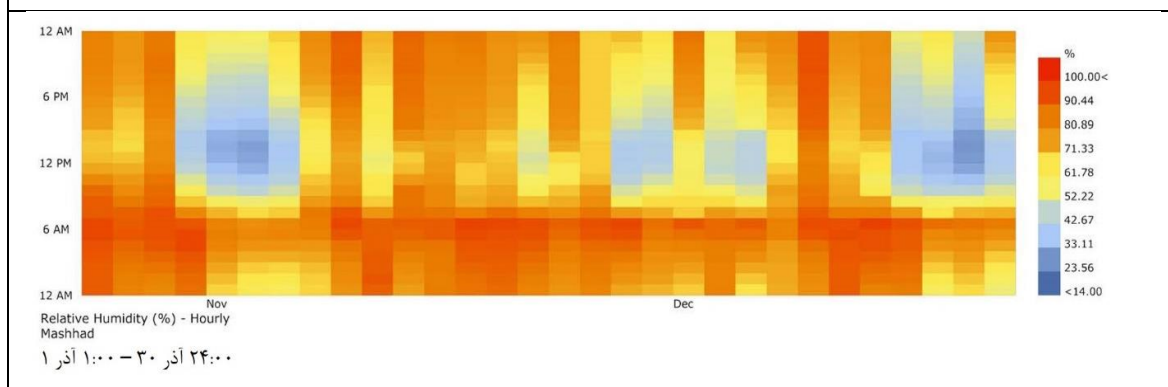
مهر



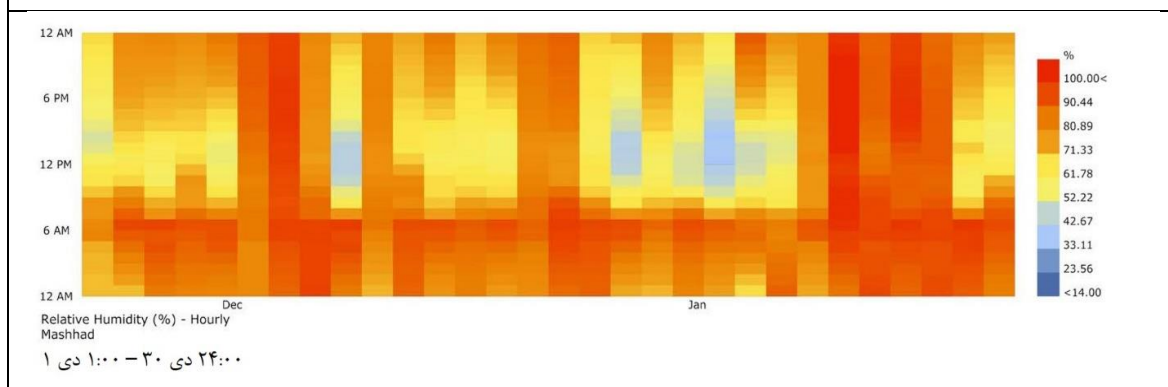
آبان



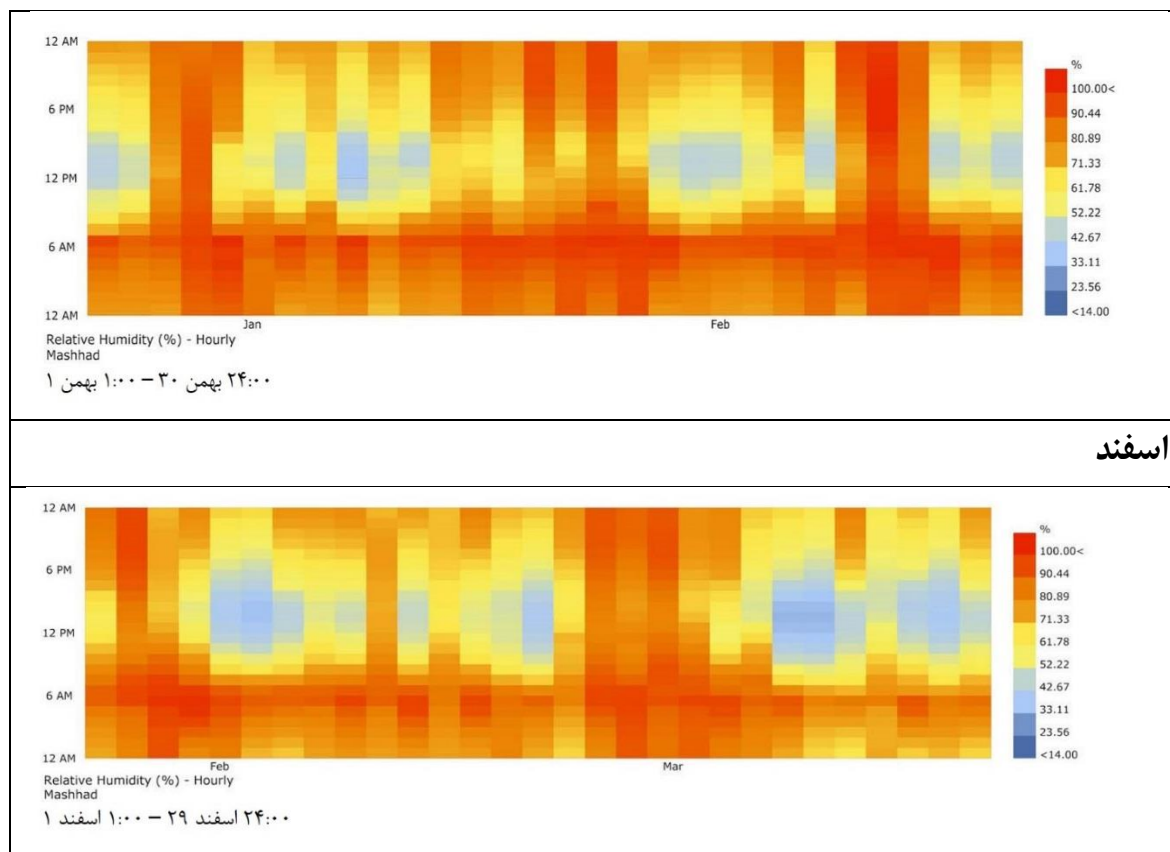
آذر



دی



بهمن

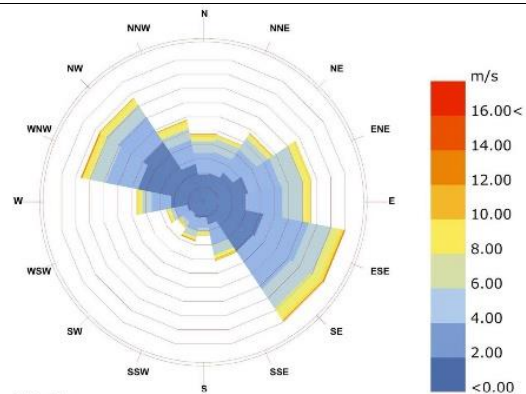


شکل ۳-۶- نمودار رطوبت نسبی ماهانه و سالیانه در شهر مشهد (نگارنده)

مطابق نتایج زیر میانگین ماهانه رطوبت نسبی هوا در ماههای مختلف در شبانه روز دارای نوسانات بالایی می باشد. در ماه ژانویه (بهمن) مقدار رطوبت نسبی به بیشترین حد خود یعنی ۱۰۰٪، و در ماه آگوست (اویل شهریور) به کمترین مقدار یعنی ۱۵٪ می رسد. رطوبت عامل موثری محسوب نمی شود. اصولاً در محاسبه شاخص آسایش پارامترهای دما و فشار و رطوبت و سرعت باد تاثیر دارند. در تابستان پایین بودن رطوبت در این اقلیم محدوده آسایش را کمتر میکند که با بالا بردن آن توسط گیاهان و بام و دیوار سبز کمک بسیار زیاد به کاهش دما در فصول گرم با ایجاد سرمایش تبخیری انجام می شود.

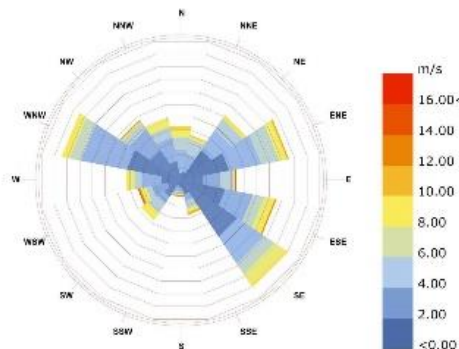
۳-۵- تحلیل جهت باد مطلوب و نا مطلوب

سالیانه



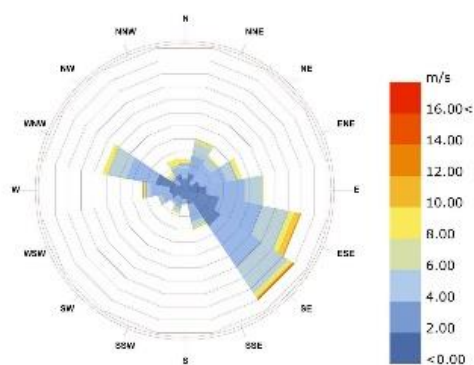
Wind-Rose
Mashhad
۲۴,۰۰۰ اسفند ۲۹ - ۱ فروردین ۱
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 0.88% of the time = 73 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.1%. = 88 hours.

فروردین



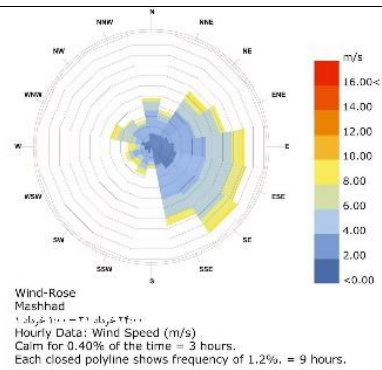
Wind-Rose
Mashhad
۲۴,۰۰۰ فروردین ۳۱ - ۱ فروردین ۱
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 0.27% of the time = 2 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.2%. = 9 hours.

اردیبهشت

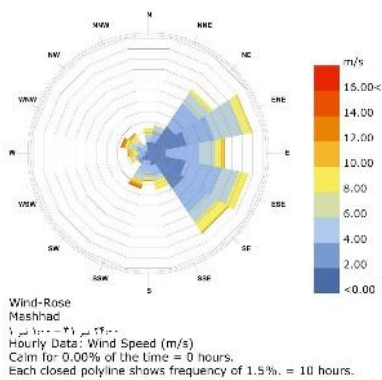


Wind-Rose
Mashhad
۲۴,۰۰۰ اردیبهشت ۳۱ - ۱ اردیبهشت ۱
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 0.00% of the time = 0 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.6%. = 11 hours.

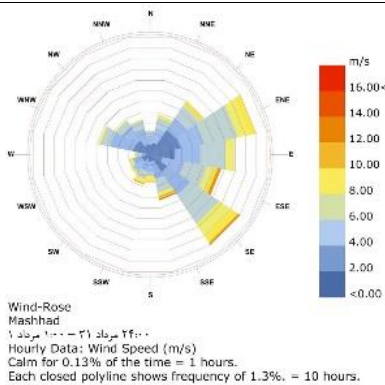
خرداد



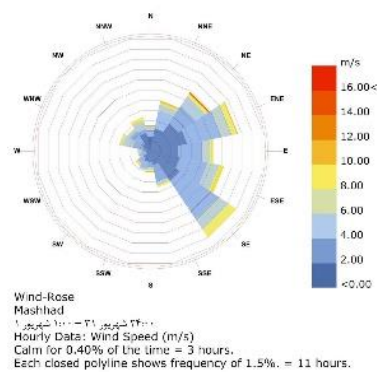
تیر



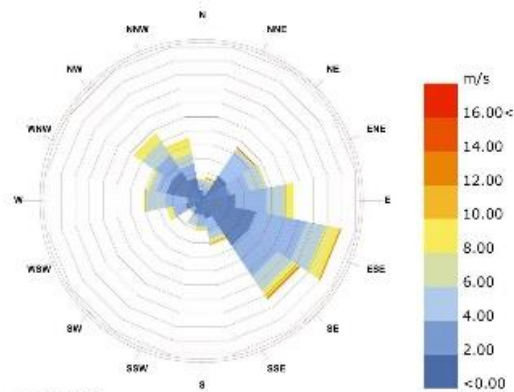
مرداد



شهریور

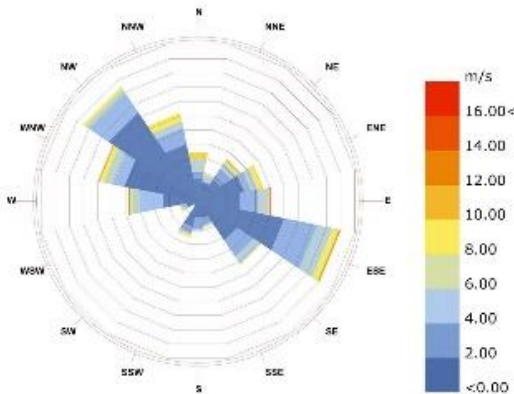


مهر



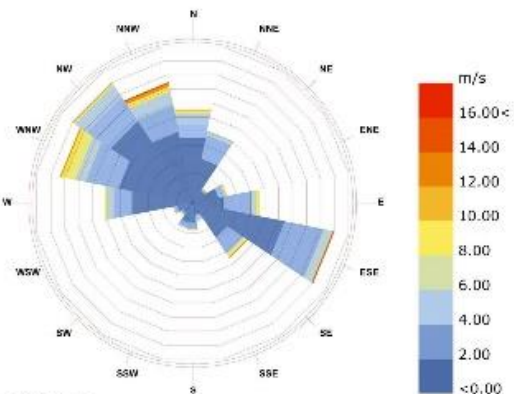
Wind-Rose
Mashhad
۱ مهر ۱۴۰۰ - ۳۰ شهریور ۱۴۰۰
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 0.56% of the time = 4 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.5%. = 10 hours.

آبان



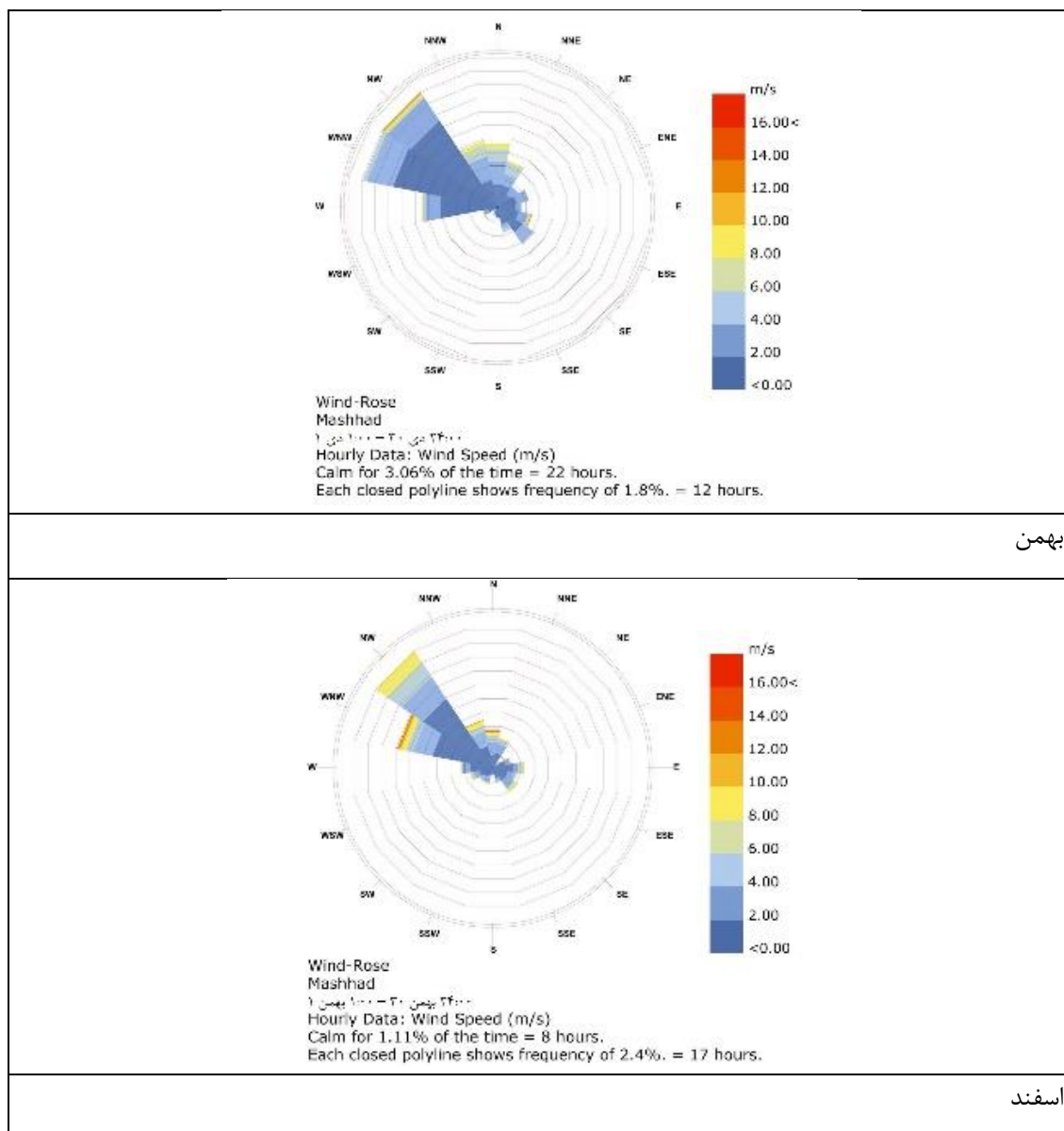
Wind-Rose
Mashhad
۱ آبان ۱۴۰۰ - ۳۰ آبان ۱۴۰۰
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 0.83% of the time = 6 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.4%. = 10 hours.

آذر



Wind-Rose
Mashhad
۱ آذر ۱۴۰۰ - ۳۰ آذر ۱۴۰۰
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 2.78% of the time = 20 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.3%. = 9 hours.

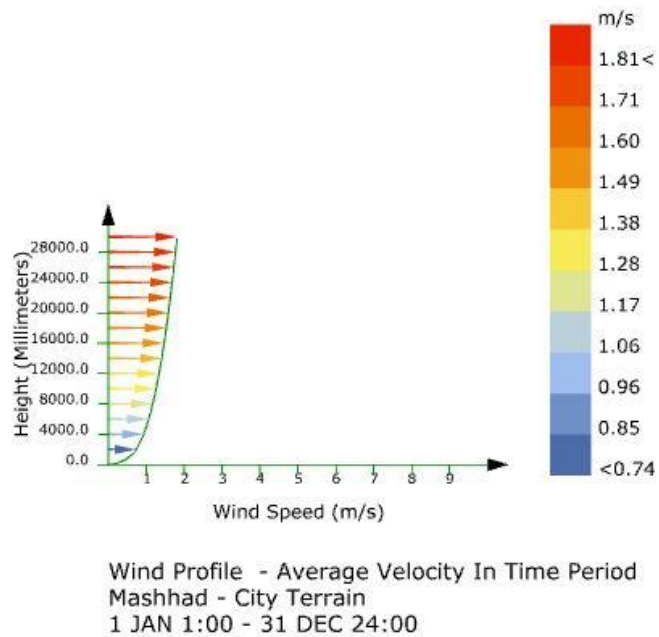
دی



شکل ۳-۷- جهت باد مطلوب و نا مطلوب ماهانه و سالیانه در شهر مشهد (نگارنده)

جهت باد مطلوب در این اقلیم از جنوب شرقی تا شمال غربی می باشد و جهت باد مطلوب عمدتاً در راستای شمال غربی در طول فصل سرد و جنوب شرقی در فصول گرم می باشد، که در گراف ها سرعت و جهت باد در اقلیم مشهد در هر ماه به صورت جداگانه آنالیز شده است. برای تامین انرژی گرمایشی پلان ساختمان در جهتی طراحی می شود که در تابستان در معرض باد های خنک شمالی و در زمستان مصون از باد های سرد باشد. با آنالیز سرعت و جهت باد در فصل های تابستان و زمستان و وجود روزهای با بالاترین دما و کمترین دما در این فصول می توان نتیجه گرفت باد غالب تابستان از جنوب شرقی برای تهویه طبیعی مناسب می باشد و از بادهای غالب زمستان از سمت شمال غربی برای طراحی بهینه چرخش ساختمان و تعبیه باد شکن از جمله درختان استفاده کرد. از آنجا که باد غالب مشهد از جهت غرب به شرق می باشد، طول اضلاع ساختمان در محوطه حیاط در جهت شرق و غرب تا حد ممکن کاهش یافته اند تا ساختمان ها در زمستان در معرض کمترین اثر بادهای نامطلوب قرار گیرند.

پاییزی و زمستانی
سرعت کمتری
سردسیر بودن
اهمیت گرم کردن
نسبت به سرد کردن
بایست جهت وزش
مورد توجه قرار داد.
های سرد می وزند
اتلاف حرارت
مصرف سوخت،
ای در کاهش دمای
پایین بردن دمای



اگر چه بادهای
به ترتیب در صد و
دارند، لذا به دلیل
منطقه و با توجه به
فضا های داخلی
این فضاها، می
این باد ها را کاملا
بادهایی که در ماه
علاوه بر بالا بردن
ساختمان و افزایش
بطور قابل ملاحظه
محسوس یعنی در

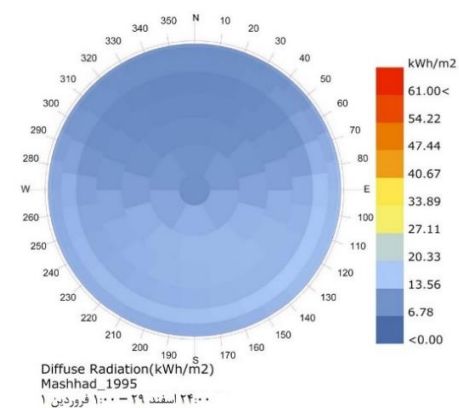
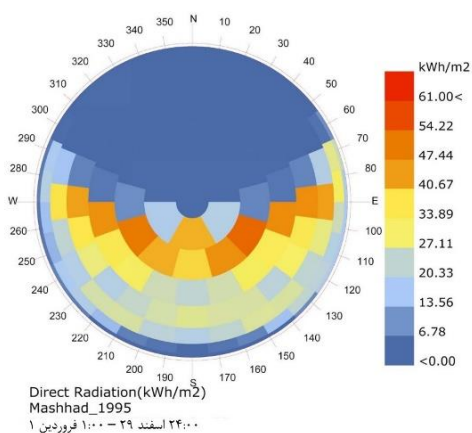
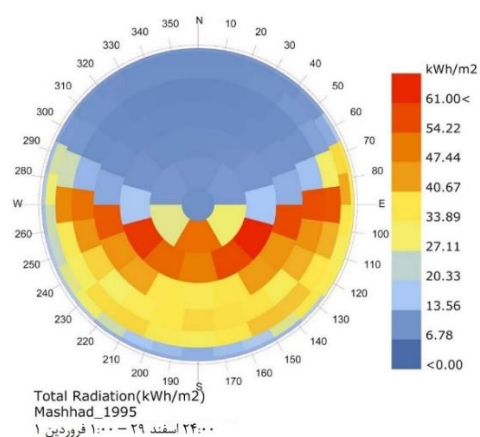
هوا در رابطه با احساس سرما موثرند.

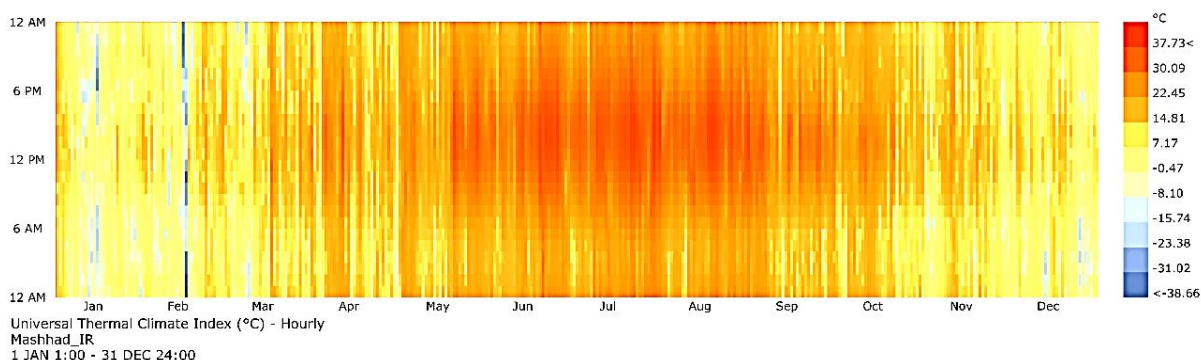
در تحلیل سرعت باد در ارتفاع میتوان نتیجه گرفت که نیروی باد در ساختمان های بالای ۶ سقف و بالای ۲۰ متر زیاد است و باید به طراحی پوسته در معرض باد توجه نمود.

شکل ۳-۸- نیروی باد در ارتفاع در شهر مشهد (نگارنده)

۳-۶- میزان تابش دریافتی

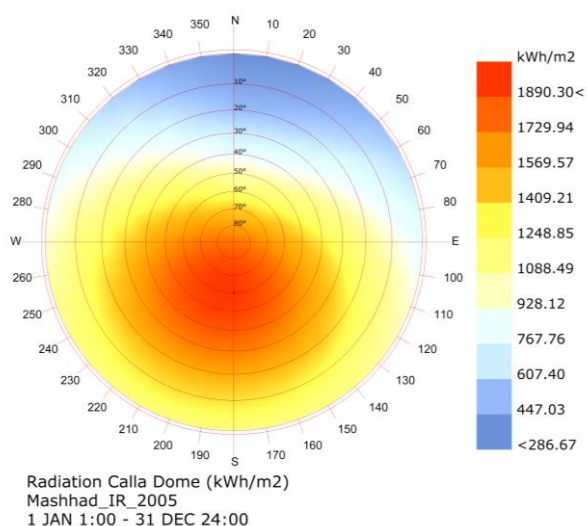
به منظور بررسی حرارت جذب شده توسط خورشید از طریق جدارهای افقی و عمودی ساختمان لازم است تابش کل دریافتی در ساختمان مورد بررسی قرار بگیرد. گراف زیر تابش ساعتی دریافتی ساختمان را نشان می دهد که حداکثر تابش دریافتی طبق نمودارهای زیر برابر ۹۸۳ کیلو وات ساعت در هر متر مربع است.





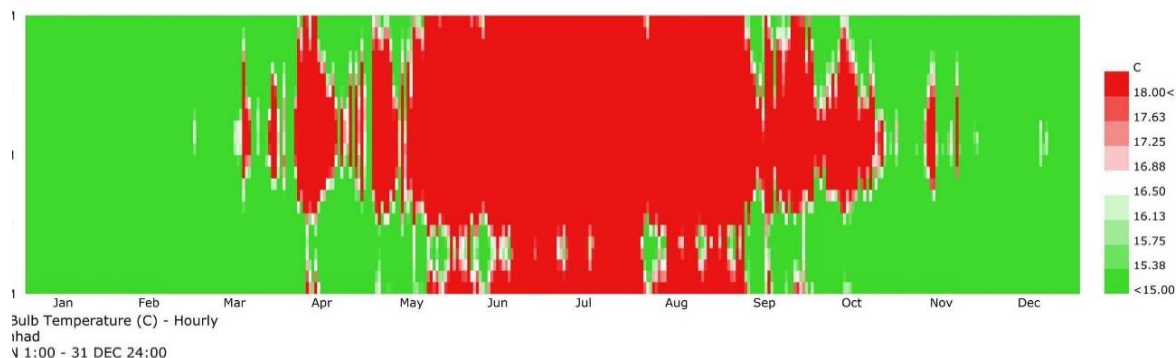
شکل ۳-۹- میزان تابش دریافتی سطوح در شهر مشهد (نگارنده)

این نمودار دمایی را که ما حس میکنیم نشان می‌دهد و با دمای خشکی که در نمودارهای فوق توضیح داده شده، متفاوت است. بهترین راستای ساختمان به منظور حصول حداکثری تابش زاویه ۱۸۰ درجه یعنی رو به سمت جنوب خواهد بود. در این راستا تابش دریافتی تا ۱۸۹۰,۴ کیلو وات ساعت بر متر مربع خواهد رسید، لذا برای استفاده از ظرفیت حرارتی مصالح به منظور گرمایش فضاها با استفاده از سیستم‌های غیر فعال، بهتر است این فضاها در راستای جنوب قرار بگیرند همچنین جدارهای نورگذر به منظور گرمایش فضا می‌توانند بیشترین تاثیر را با قرارگیری در جبهه جنوب داشته باشند.



شکل ۳-۱۰- میزان سالانه تابش دریافتی سطوح در شهر مشهد(نگارنده)

۳-۷- نمودار سایبان

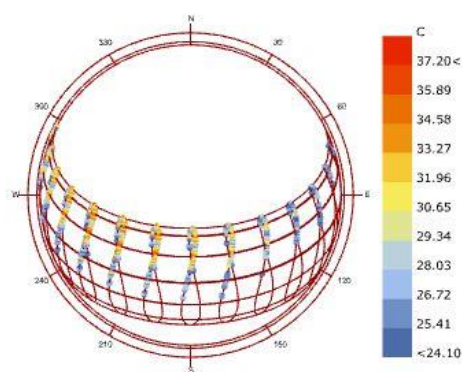


شکل ۳-۱۱- نمودار سایبان در شهر مشهد(نگارنده)

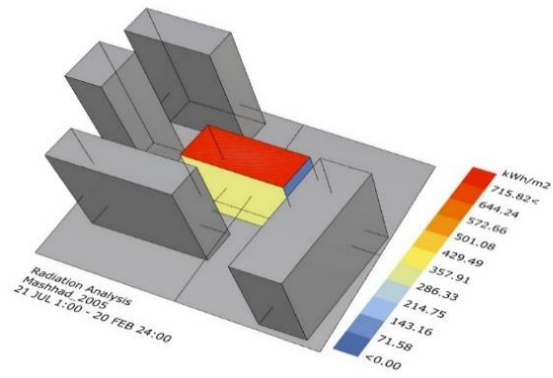
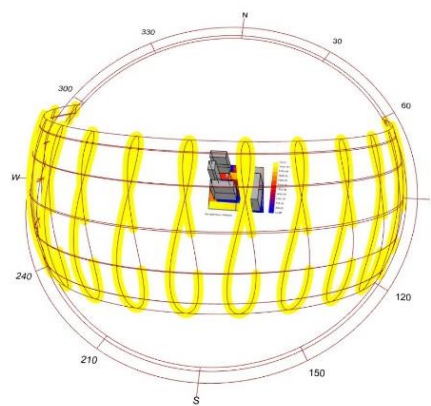
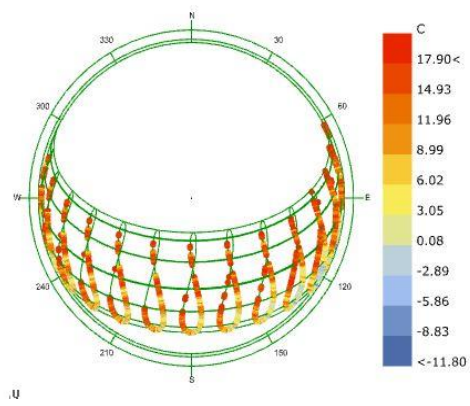
با اعمال سایه بان می‌توان از ورود تابش مستقیم به داخل در فصل تابستان، تا حدودی به این مهم، نزدیک شد. اصولاً دمای بالای ۱۸ درجه نیاز به سایبان دارد و همانطور که در نمودار شهر مشهد مشخص شده، از اوایل فروردین تا اواخر مهر ماه نیاز به سایبان مشهود است.

۳-۸- نمودار تابش

دمای بیش از ۲۴ درجه سانتی گراد



دمای کمتر از ۱۸ درجه سانتی گراد

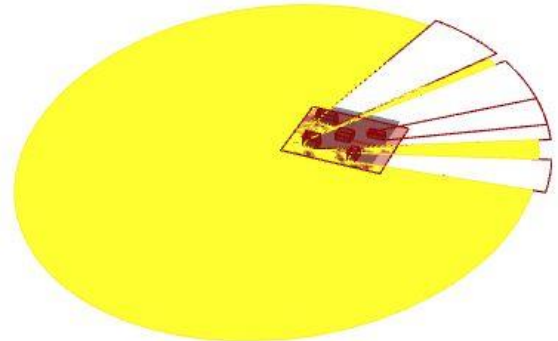
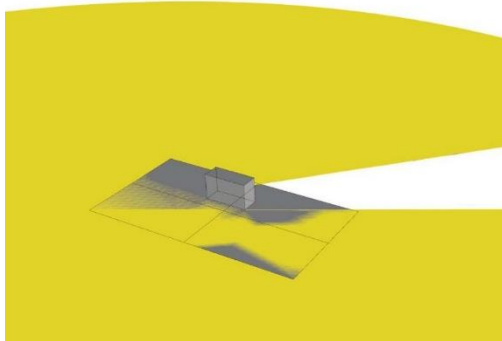


شکل ۳-۱۲- نمودارهای تابش خورشید در شهر مشهد (نگارنده)

شدت تابش خورشید، مهمترین عامل تعیین کننده بازده سیستم‌های خورشیدی است. گرچه فاصله زمین با خورشید تقریباً ثابت است ولی به علت تفاوت زاویه تابش در هر منطقه، میزان انرژی قابل استفاده نیز متفاوت می باشد. بیشترین میزان تشعشع خورشیدی زمانی حاصل می شود که پرتو تابش، عمود بر سطح بتابد، این امر با استفاده از دنبال کننده های خورشید که به طور لحظه ای خورشید را دنبال می کنند امکان پذیر است، اما به کارگیری ردیاب های خورشیدی، مستلزم صرف انرژی و هزینه های اضافی بوده و در برخی شرایط عملی و مقرون به صرفه نیست. روش جایگزین، استفاده از شیب و جهت بهینه برای دریافت بیشترین تابش در دوره های زمانی گوناگون است. شیب بهینه سیستم‌های خورشیدی برای شهر مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶/۱۶ درجه، براساس یک مدل ریاضی محاسبه شده است. محاسبات نشان داد، استفاده از تنظیم شیب به صورت دوره ای باعث می شود کل انرژی دریافتی سالیانه ۱۳٪ نسبت به سطح افقی افزایش یابد. بهترین دوره برای تغییر شیب بدین صورت است که در ماه های اسفند و فروردین از شیب ۲۴ درجه، در سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیر از شیب ۴ درجه، در ماه های مرداد و شهریور از شیب ۲۱ درجه و از ابتدای مهر تا پایان بهمن ماه نیز از شیب ۵۲ درجه استفاده گردد و اگر قرار است یک سیستم خورشیدی در کل سال ثابت بماند، بهتر است با شیب ۳۰ درجه رو به جنوب قرار گیرد. (طاهری و همکاران، ۱۳۹۲)

میانگین مجموعه سالانه ساعات آفتابی مشهد، ۲۵۰۰ ساعت است و بیانگر اهمیت سرمایه گذاری در این زمینه برای کسب انرژی است. همچنین توان بالقوه آفتاب برای تبخیر و تعرق را نشان می دهد. کمترین ساعات آفتابی در بهمن ماه و بیشترین آن در تیر ماه است. انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطوح قائم در طول سال بر ضلع جنوبی و جنوب غربی و جنوب شرقی بیشترین درصد است. پس از آن در ضلع غربی و شرقی انرژی بالایی را دریافت می کنند و کمترین انرژی بر ضلع شمالی است. در ماههای گرمضلع غربی انرژی بالاتری را نسبت به ضلع جنوبی دریافت می کند.

۳-۹-نمودار دید



نمودار

۳-۱۳-میزان دید از ساختمان به داخل در شهر مشهد(نگارنده)

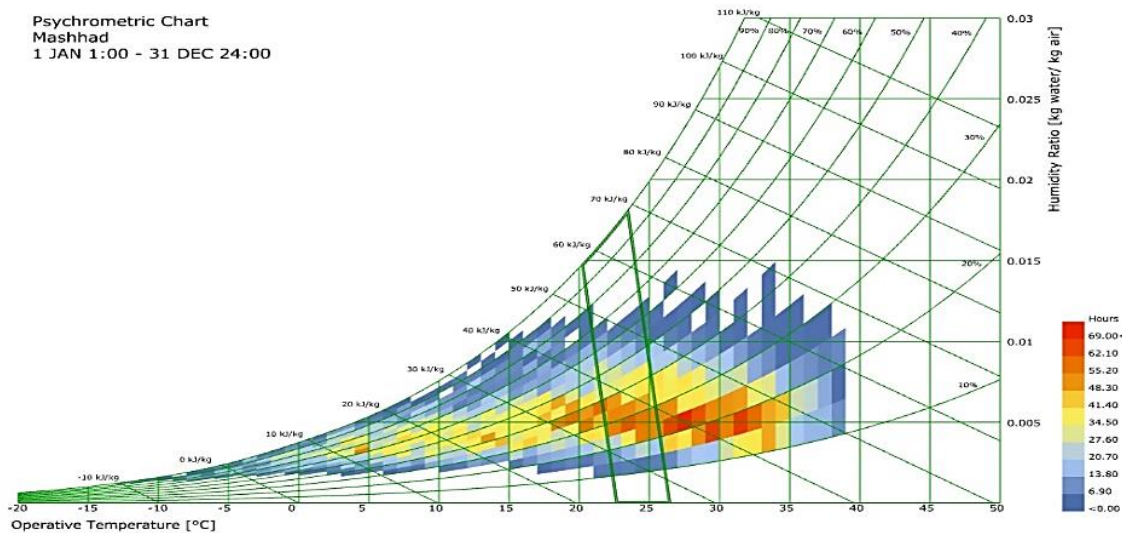
این نمودار برای دریافت میزان دید از ساختمان به داخل طراحی شده است. به این صورت که تعداد پرتوهایی که خارج شود، نشان دهنده این است که از ساختمان به خارج دید داریم. با استفاده از این نمودار می توان حساب کرد که چند درصد از پنجره هایی که طراحی کردیم به بیرون دید دارند.

۳-۱۰-نمودار سایکومتريک

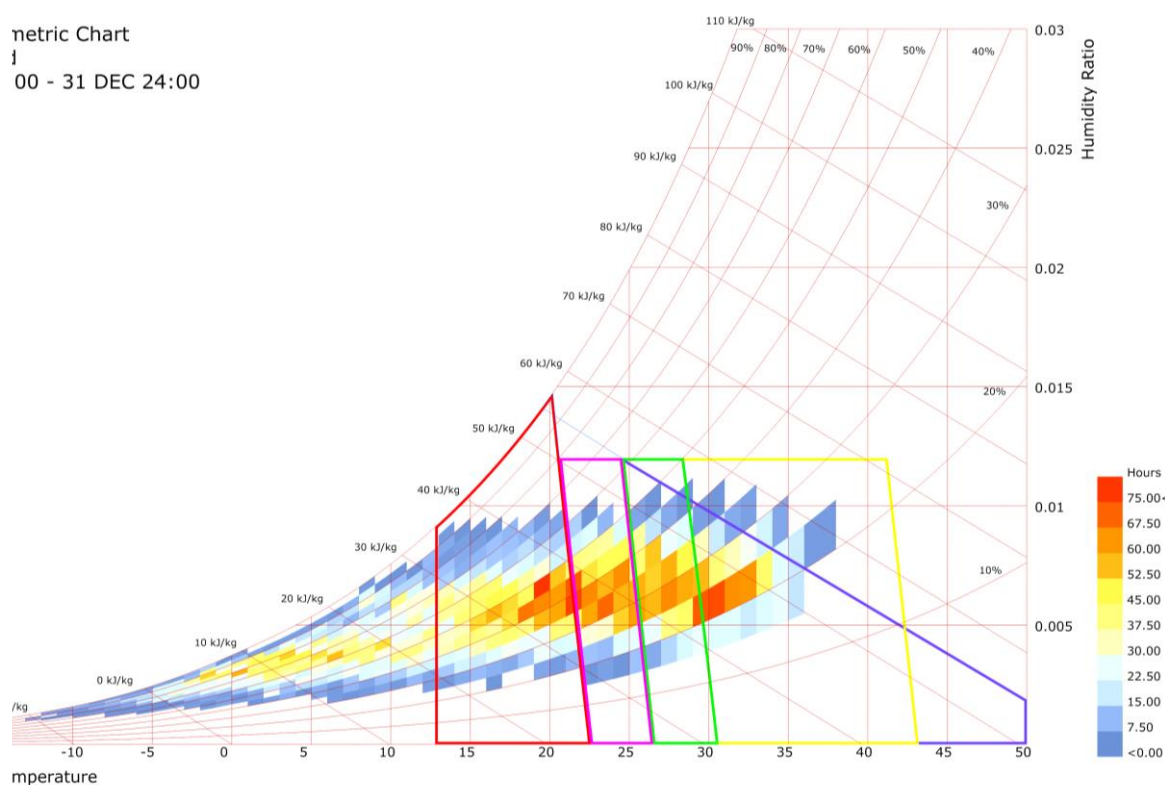
یکی از موثرترین روشهای تعیین راهکارهای غیر فعال در ابتدایی ترین مراحل طراحی یک پروژه استفاده از نمودار سایکرومتریک برای استفاده از استراتژی های پسیو است. در نمودار زیر می توان این راهکارها را با توجه به شرایط آب و هوایی هر اقلیم استخراج کرد که به کمک نرم افزار های شبیه سازی این امر میسر است. از جمله این راهکارها بر اساس نمودار سایکرومتریک می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تهویه طبیعی
- سرمایش تبخیری
- جرم حرارتی و تهویه شبانه
- استفاده از بارهای داخلی ساختمان
- رطوبت زدایی
- جذب انرژی خورشیدی
- رطوبت زنی
- سایه اندازی

با بررسی نمودار سایکرومتریک برای اقلیم مشهد و همچنین بررسی پتانسیل اجرای استراتژی های اقلیمی مشخص شد که ۱۱ درصد کل ساعات دارای آسایش حرارتی بوده و با استفاده از مکانیزم های طبیعی می توان تعداد ساعات بیشتری به محدوده آسایش اضافه کند.



Psychrometric Chart
Mashhad
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00



شکل-۱۴-سایکرومتریک شهر مشهد(نگارنده)

جدول ۳-۱- لیست استراتژی ها با اساس نمودار سایکومتريک شهر مشهد(نگارنده)

لیست استراتژی ها		
بنفش	۱۱/۱۰	آسایش
آبی	۱۵/۲۷	سرمایش تبخیری
زرد	۹/۶۳	جسم حرارتی + تهویه شب
سبز	۸/۷۷	گردش اجباری هوا
قرمز	۲۵/۹۴	حرارت تولید شده توسط تجهیزات داخلی
آبی کمرنگ	۰/۰	خشک کننده رطوبت

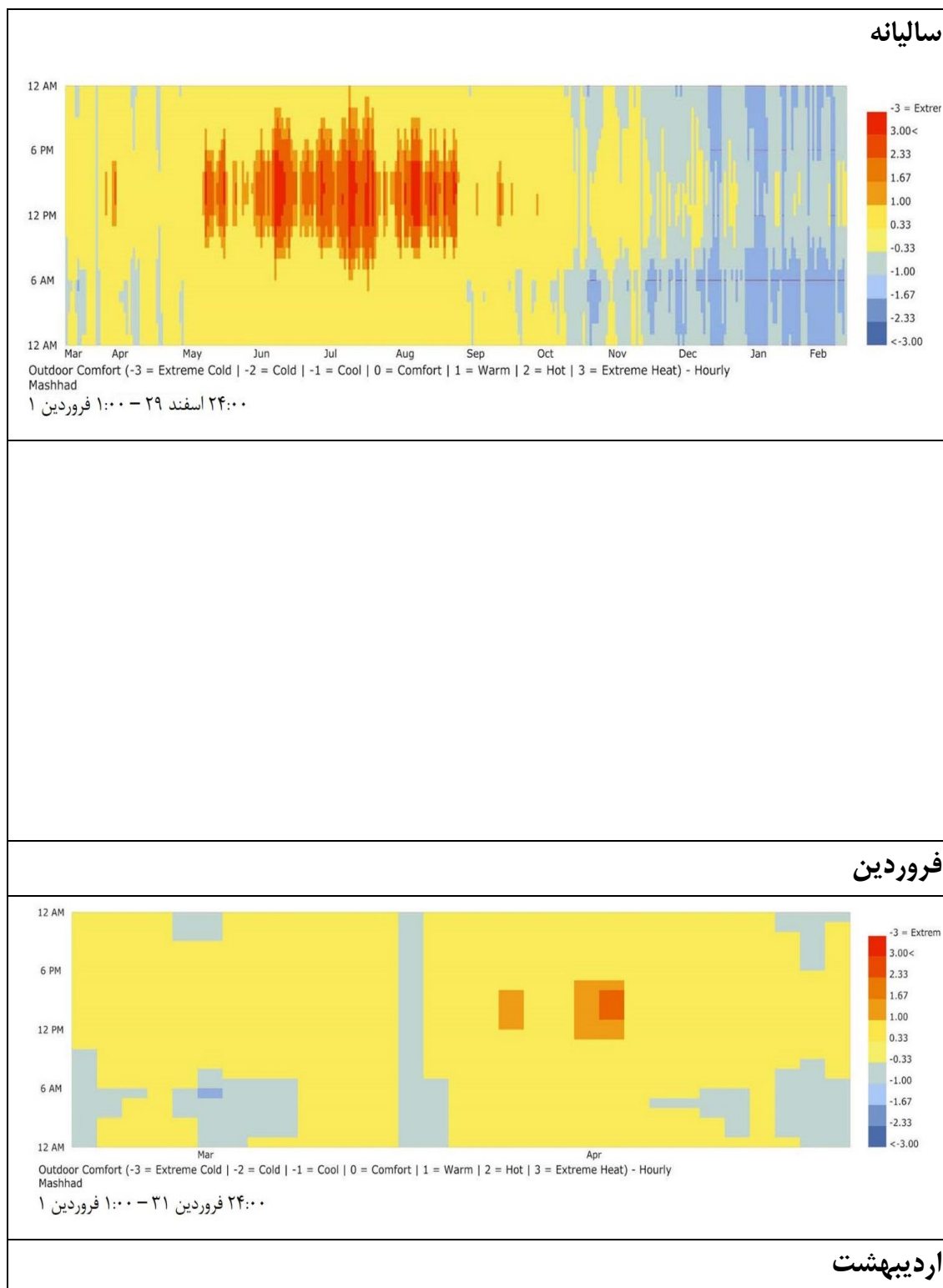
در فصل گرم در اقلیم مشهد با رطوبت نسبی پایین می توان با استفاده از سرمایش تبخیری (Evaporative Cooling)، آسایش حرارتی را فراهم نمود. با استفاده از سرمایش تبخیری می توان ۱۵,۲۷ درصد به ساعات آسایش حرارتی کل سال افزود. این راهکار می تواند با استفاده از حوضچه و فواره در حیاط، آب نما، کولر آبی، ایرواشر، گیاهان و درختان اطراف ساختمان و غیره قابل اجرا باشد که به اولویت بندی های طراحی ساختمان برمی گردد.

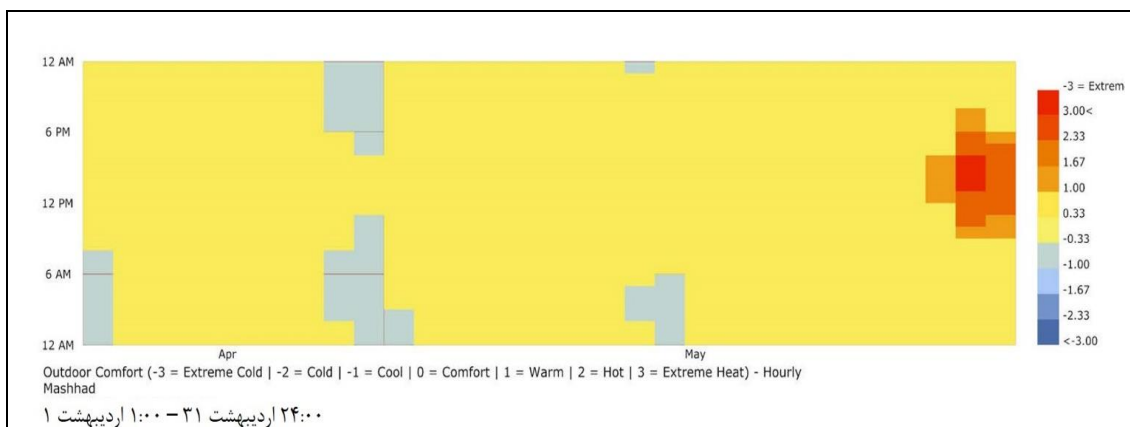
در فصول سرد به منظور گرمایش می توان با استفاده از حرارت تولید شده توسط تجهیزات داخلی یا بارهای داخلی (Internal Heat Gain)، ۲۵,۹۴ درصد کل ساعات سال را به محدوده آسایش حرارتی اضافه کرد.

با استفاده از گردش اجباری هوا (استفاده از فن یا پنکه سقفی) می توان ۸,۷۷ درصد به ساعات آسایش حرارتی کل سال در فصول گرم اضافه نمود.

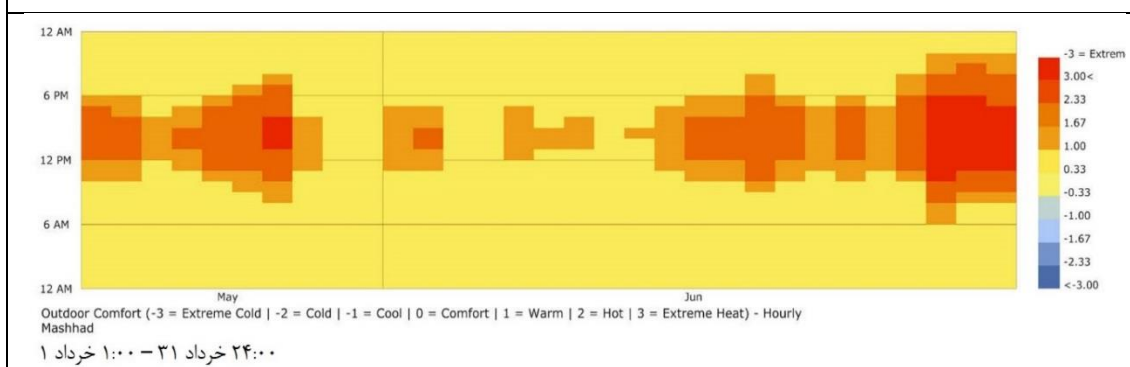
یکی از راهکارهای اقلیمی مطرح شده ، استفاده از مصالحی با گرمای ویژه بالا می باشد تا بتواند حرارت را در طول روز که دمای هوا زیاد بوده جذب کند و پیک دمای داخل را کاهش دهد و در طول شب با باز گذاشتن پنجره های ساختمان، مصالح بتوانند در اثر برقراری همرفت طبیعی، حرارت را به محیط پس دهد. این راهکار می تواند ۹,۶۳ درصد به ساعات آسایش حرارتی سال اضافه کند.

۱۱-۳ نمودار آسایش حرارتی فضای بیرون

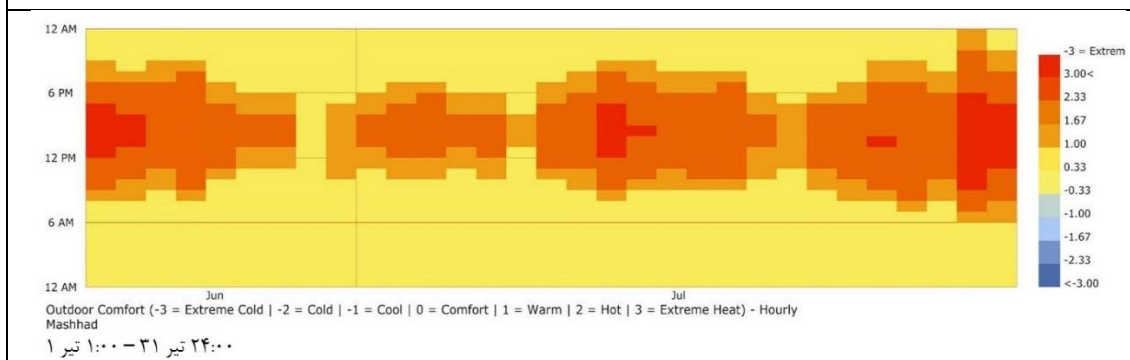




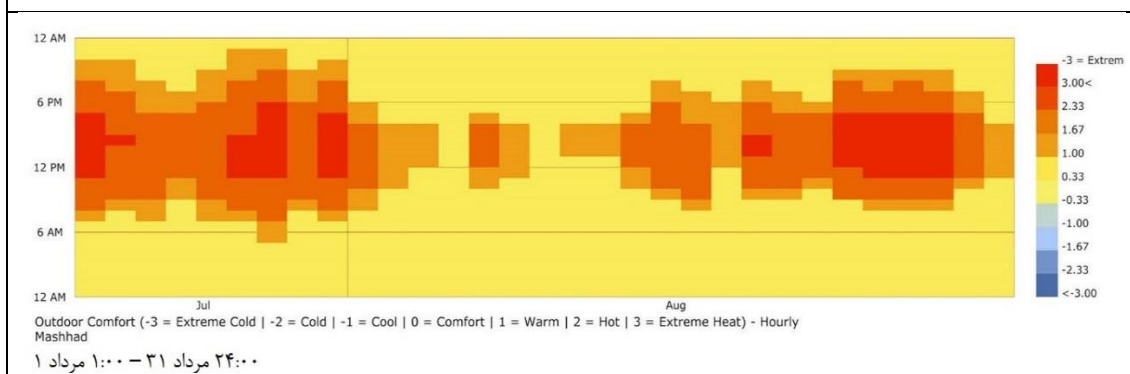
خرداد



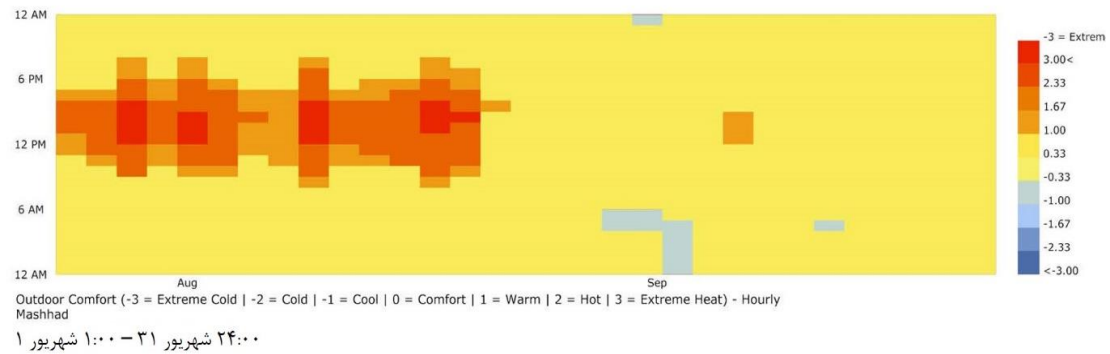
تیر



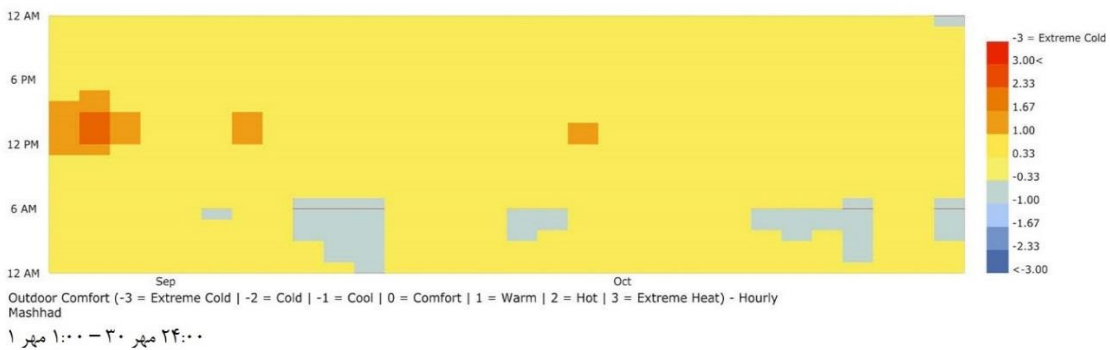
مرداد



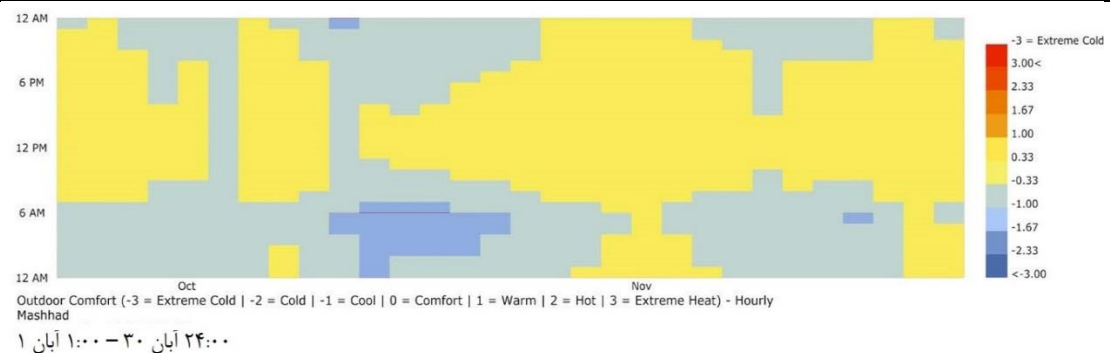
شهریور



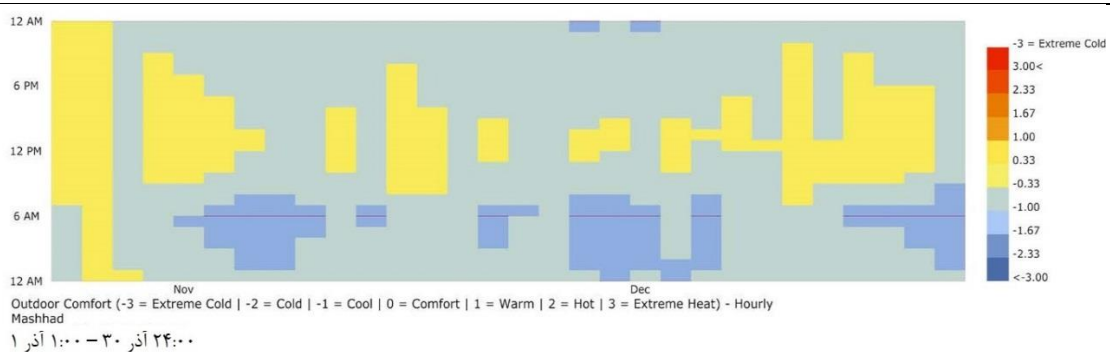
مهر



آبان



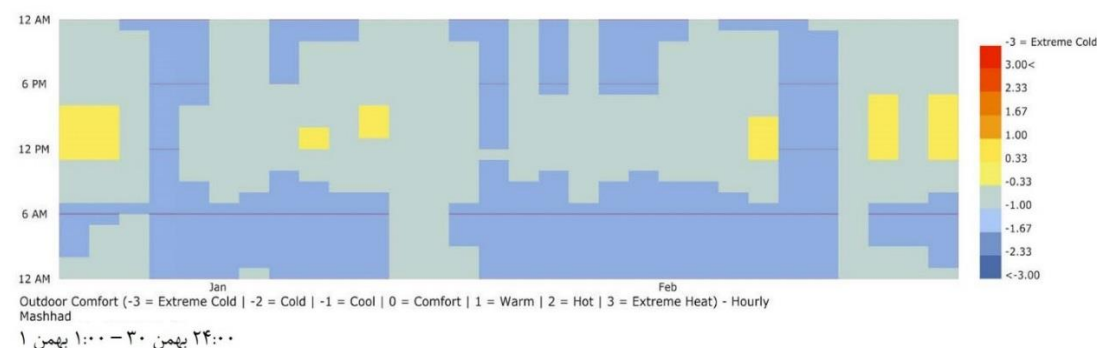
آذر



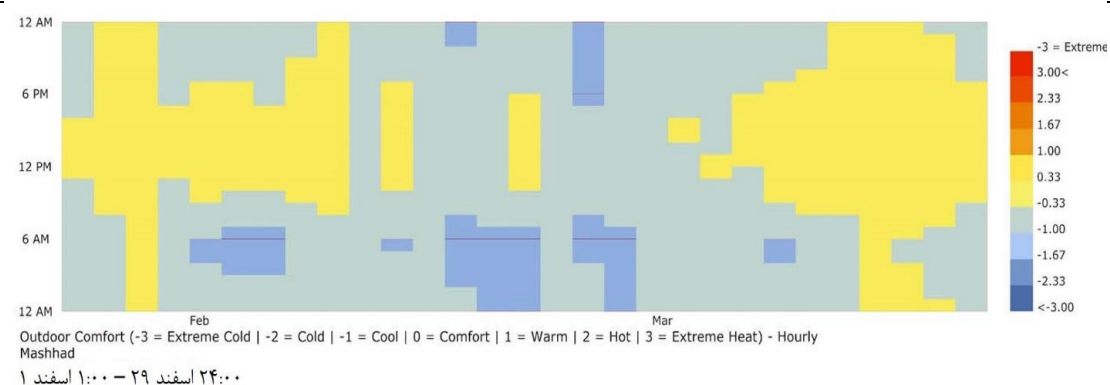
دی



بهمن



اسفند



شکل ۳-۱۵-آسایش حرارتی فضای بیرون در شهر مشهد(نگارنده)

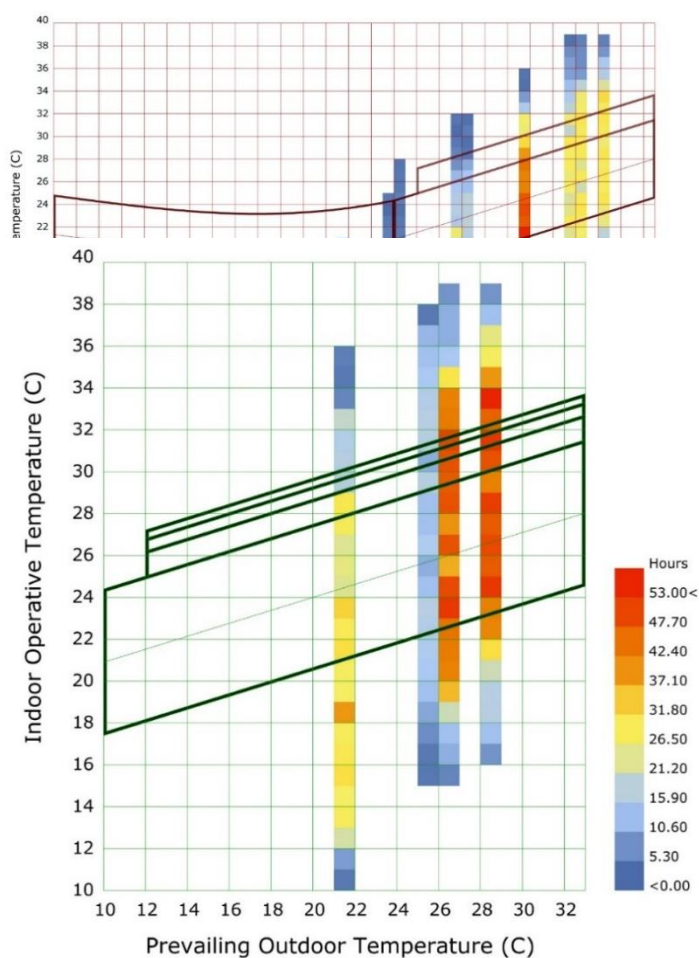
آسایش حرارتی در دو ماه اول سال مطابق نمودار ها بین ۱ و -۱ می باشد که در محدوده آسایش است و بدون نیاز به سیستم مکانیکی می باشد. در سه ماهه خرداد، تیر و مرداد از شاخص ۱ بالاتر است و دما بالاتر از محدوده آسایش می باشد. استفاده از پوشش گیاهی خزان پذیر جهت ایجاد سایه و انعکاس خورشید و جذب کمتر پوسته راهکار بسیار خوبی است و نیز باعث ایجاد وزش نسیم های تابستانی می شود. (مخصوصا در ضلع غربی و جنوبی)

از اوایل آبان ماه تا اواخر اسفند دمای خارج از محدوده آسایش سردتر است و نیاز به گرمایش در اقلیم مشهد بسیار مهمتر از سرمایش می باشد. بالا بردن سطح قرار گرفتن در معرض خورشید زمستانی با توجه به نمودار خورشیدی در ضلع جنوب بیشترین جذب برای زمستان وجود دارد. استفاده از مصالح با ظرفیت گرمایی بالا جهت ذخیره سازی گرما در طول روز و انتقال آن در شب به فضای داخل و همچنین استفاده از کلکتورهای دیواری و بام در سطوح ضلع جنوب بسیار کارا می باشد.

ایجاد پانل های انعکاسی روی سطوح خارجی شیشه ها در زمستان جهت افزایش پرتو افکنی و استفاده از آتریوم و گلخانه برای افزایش جذب نور خورشید مناسب است.

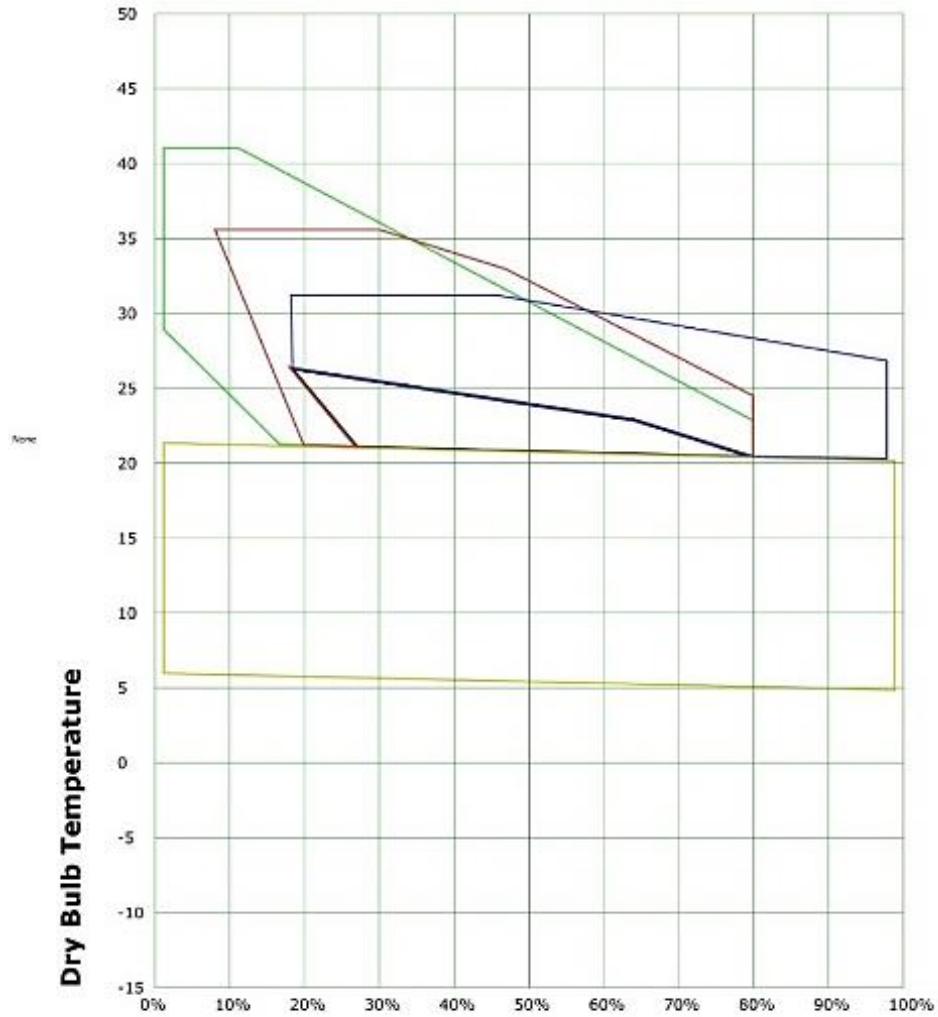
۱۲-۳- شاخص آسایش حرارتی داخلی

مطابق نمودار زیر درصد ساعات که در محدود آسایش قرار ندارد حدود ۷,۵ درصد است. و ۶۴,۸ درصد بسیار سرد است. با توجه به نمودار، نیاز گرمایش حدود ۹ برابر نیاز سرمایش می باشد.



Adaptive Chart
Mashhad
21 JUN 1:00 - 22 SEP 24:00

Bio Climatic Chart Nasbhad

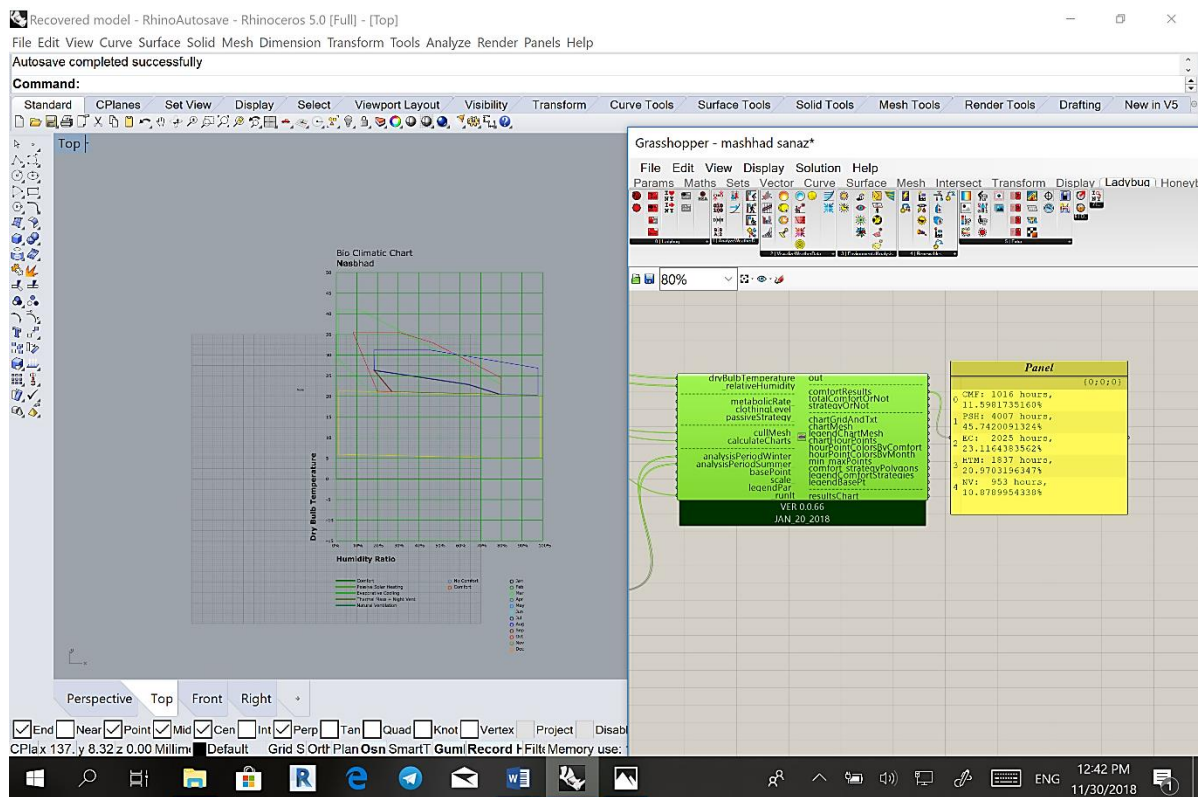


Humidity Ratio



شکل ۳-۱۶- شاخص آسایش حرارتی داخلی در شهر مشهد(نگارنده)

نمودار دما و رطوبت بیانگر ، حدود ۱۱,۵ درصد در محدوده آسایش می باشند معادل ۱۰۱۴ ساعت در سال.
۴۵,۵ درصد گرمایش خورشید در محدوده آسایش قرار میگیرد (غیر فعال) جذب گرمای خورشید حدود ۴۰۰۱ ساعت در سال.
۲۳,۷ درصد با کمک سرمایش تبخیری حدود ۲۰۹۷ ساعت در سال در محدوده آسایش قرار میگیرد.
۲۱,۵ درصد با استفاده از ظرفیت گرمایی مصالح و تهویه شب در محدوده آسایش قرار میگیرد و با تهویه طبیعی حدود ۱۱ درصد میتوان به آسایش حرارتی کمک کرد



شکل ۳-۱۷- داده های آب و هوایی در نرم افزار گرس هاپر

۱۳-۳-تحلیل شرایط اقلیمی

همانطور که از ارزیابی اطلاعات پایه آب و هوایی مشهد برمی آید به طور میانگین در هفت ماه از سال دما کمتر از دمای آسایش می باشد (از اوایل پاییز تا اواخر فروردین ماه) و در سه ماه بالای حد آسایش (اوایل خرداد تا اواخر مرداد ماه) و همچنین در دو ماه سال در محدوده آسایش قرار دارد. مقایسه روز درجه سرمایش و گرمایش در شهر مشهد نشان می دهد که بیش از نیمی از سال نیاز گرمایش شامل تمهیدات فعال یا غیرفعال ضروری به نظر می رسد و این در حالی است که نیاز به سرمایش تقریباً نصف نیاز به گرمایش در طول سال می باشد. با توجه به بررسی نقاله خورشیدی شهر مشهد کشیدگی بنا شرقی غربی با جهت گیری ۱۸۰ تا ۱۹۵ از مبنای شمال بهترین می باشد.

تطبیق داده های اقلیمی با توجه به گلباد و دما با روش ماهیانه نشان می دهد که شکل قرارگیری بنا در جهت شرقی غربی مناسب می باشد تهویه طبیعی با توجه به پایین بودن رطوبت لزومی ندارد ولی می توان از جریان های موقت با توجه به باز شوهای روبه روی هم استفاده کرد و همچنین از حیث مصالح سنگین با زمان تاخیر مناسب در جداره های خارجی مناسب می باشد که راهکار غیر فعال آن، دیوار و استفاده از بام سبز با توجه به ایجاد رطوبت مناسب در منطقه ای و کاهش دمای بام و انتقال حرارت آن به داخل می باشد.

بر اساس نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی نیمی از سال استفاده از سیستم گرمایش توصیه می شود که همزمان جذب داخلی گرما به گرمایش بنا کمک می کند همچنین ذخیره گرما توسط جذب مستقیم ایستا با استفاده از مصالح سبک و سنگین را پیشنهاد می کند این نمودار نشان می دهد استفاده از سایه بان مناسب را مهمترین راه کاهش سرمایش در شهر مشهد تخمین می زند پس از آن جرم حرارتی سرمایش تبخیری مستقیم جرم حرارتی به تهویه شبانه سرمایش تبخیری در این اقلیم مناسب می باشد البته تهویه طبیعی و استفاده از دستگاه خنک کننده نیز در ماه های کم مورد نیاز است.

کاربرد دیوار و بام سبز به عنوان پوسته دو جداره راهکار خوبی برای عایق بندی و بالا بردن رطوبت نسبی شهر مشهد می باشد. پیچک و پوشش گیاهی روی نمای غربی برای کنترل نور خورشید عملکرد مطلوبی دارد. از آنجایی که در طول زمستان و تابستان جرم گرمایی در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی متر دمای روزانه را کاهش می دهد، سطح بیرونی ساختمان بار گرمایشی و برودتی کمتری متحمل می شود. از این رو نیاز به عایق کاری به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

فصل ۴

مطالعه میدانی، شبیه سازی ساختمان قدیم و
طراحی ساختمان جدید

۴-۱- مشخصات کلی ساختمان

ساختمان مورد مطالعه در این پروژه، ساختمان اداری شرکت گاز واقع در بلوار پیروزی و در جنوب غرب شهر مشهد قرار دارد. این بنا دارای سه طبقه اداری و یک زیر زمین است. ساختمان قدمتی حدود ۱۰ سال دارد و زیربنای آن حدود ۲۸۰۰ مترمربع است. پلان ساختمان به صورت مستطیلی کشیده شده در راستای شرقی- غربی است و جبهه های شمالی و جنوبی بنا به طور کامل در مجاورت فضای باز قرار گرفته اند.

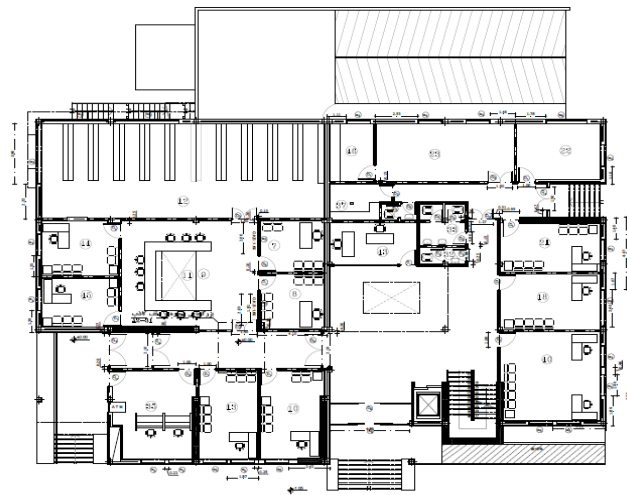


شکل ۴-۱- نمای جنوبی بنای مورد مطالعه

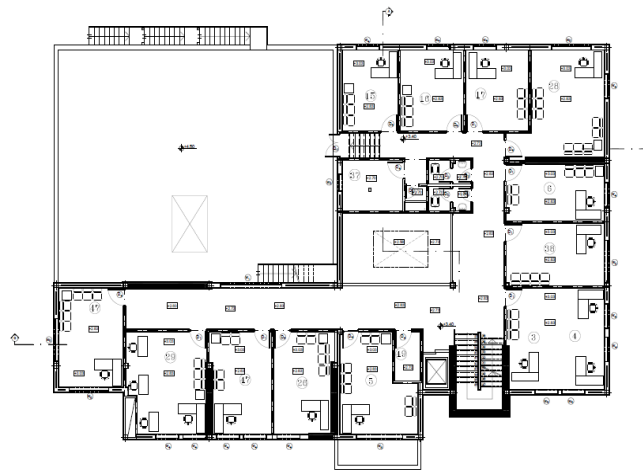
از نکات مهم در ساختمان از نظر انتقال حرارت، که در همان ابتدای بازدید مورد توجه قرار گرفت، باز بودن فضای پارکینگ و ارتباط مستقیم آن با فضای خارج از طریق گشودگی بازشوهای آن است. از طرف دیگر راه پله ساختمان نیز که دسترسی به طبقات را فراهم می کند، بدون جدار جداکننده به دیوار متصل شده است. این فضاها فاقد سیستم مکانیکی گرمایش و سرمایش هستند.

۴-۲- بررسی نقشه های وضع موجود

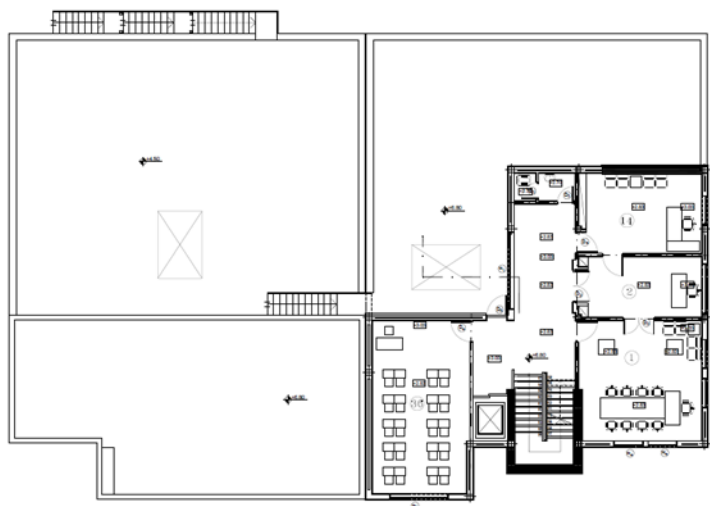
برای بررسی انرژی ساختمان نیاز به بررسی وضع دقیق انرژی ساختمان می باشد. به همین منظور در خلال بازدید از ساختمان و برداشت اطلاعات، نقشه های ساختمان برداشت شد تا محاسبات و شبیه سازی بعدی بر پایه آن انجام شود. در ادامه نقشه های ارائه شده از ساختمان ارائه می شود.



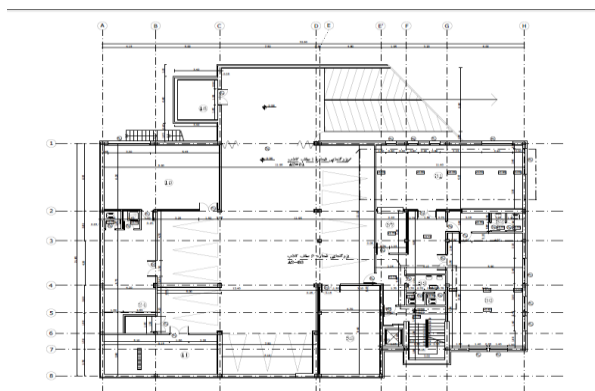
شکل ۲-۴- پلان طبقه همکف



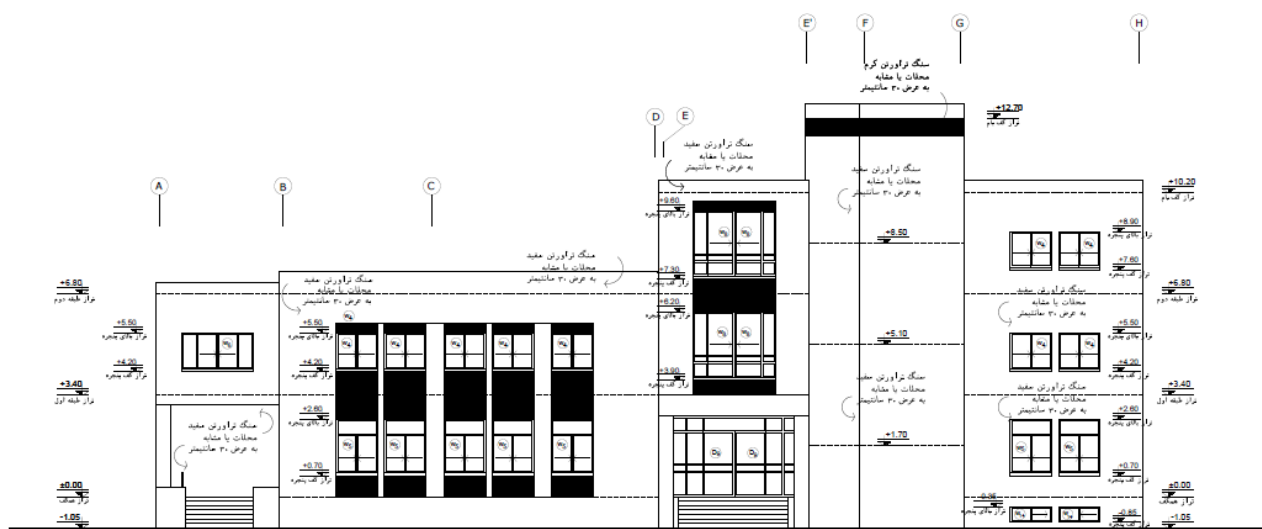
شکل ۳-۴- پلان طبقه اول



شکل ۴-۴- پلان طبقه دوم



شکل ۴-۵- پلان طبقه ۱-



شکل ۴-۶- نمای جنوبی

۴ - ۳- مشخصات پوسته خارجی

دیوارهای خارجی این ساختمان از آجر توپر ۲۲ سانتی متری و بیشتر دیوارهای داخلی از آجر توپر ۱۱ سانتی متری ساخته شده اند. پوشش داخلی دیوارها اندود گچ یا کاشی و پوشش خارجی دیوارها، در نماهای شمالی و جنوبی، سنگ پلاک است.

سازه سقف میان طبقات و بام ساختمان تیرچه و بلوک است که از زیر با گچ و خاک و گچ پرداختی پوشانده شده است. پوشش کف سنگ پلاک است، پوشش نهایی بام نیز قیر گونی می باشد.

پنجره های ساختمان از شیشه ۴ میلی متری درون قاب آلومینیومی ساخته شده است و درزبندی آنها مناسب نمی باشد. همچنین با توجه به مجاورت جبهه جنوبی ساختمان با بزرگراهی پر رفت و آمد، افت صوتی اندک این پنجره ها، موجب عدم آسایش صوتی افراد شده است.

در ادامه ضریب انتقال حرارت اجزای مختلف پوسته خارجی کدر ساختمان، با استفاده از ضرایب مندرج در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان و محاسبه مقاومت حرارتی تک تک لایه های جدار، محاسبه می گردد.

جدول ۴-۱- محاسبه ضریب انتقال حرارت دیوار آجر توپر ۲۲ سانتی متری، مجاور فضای خارج

نام لایه	D [m]	λ [W/m.k]	R [m ² .k/w]
اندود گچ	0.030	0.50	0.060
آجر توپر	0.220	—	0.200
اندود سیمان	0.020	1.15	0.017
سنگ پلاک	0.020	2.90	0.007
لایه های هوا	—	—	0.170
			0.454

$$\Rightarrow U = 1 / 0.454 = 2.20 \text{ [W/m}^2\text{.k]}$$

جدول ۴-۲- محاسبه ضریب انتقال حرارت دیوار آجر توپر ۱۱ سانتی متری، مجاور فضای کنترل نشده

نام لایه	D [m]	λ [W/m.k]	R [m ² .k/w]
اندود گچ	0.030	0.50	0.060
آجر توپر	0.110	—	0.090
اندود سیمان	0.020	1.15	0.017
سنگ پلاک	0.020	2.90	0.007
لایه های هوا	—	—	0.220
			0.394

$$\Rightarrow U = 1 / 0.394 = 2.54 \text{ [W/m}^2\text{.k]}$$

جدول ۴-۳- ضریب انتقال حرارت درها و پنجره های ساختمان، استخراج شده از مبحث نوزدهم

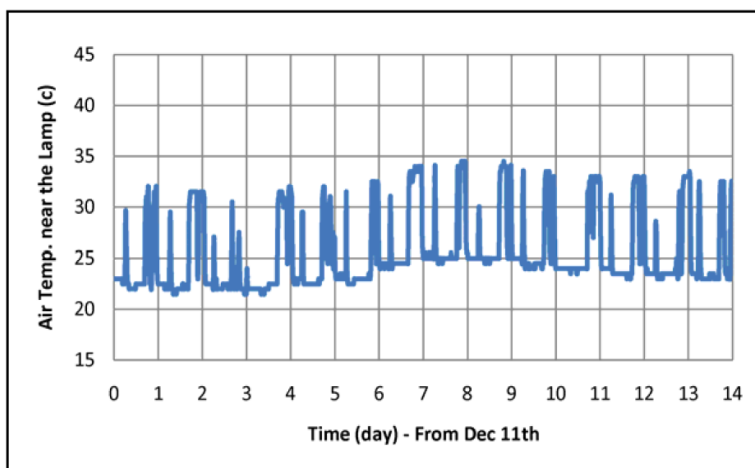
نوع جدار	سطح شیشه	فضای مجاور	U [W/m ² .k]
در چوبی	کمتر از ۳۰٪	کنترل نشده	2.0
در فولادی	بیش از ۳۰٪	کنترل نشده	4.5
پنجره آلومینیومی تک جداره	-	کنترل نشده	4.5
پنجره آلومینیومی تک جداره	-	خارج	5.8

۴-۴- سیستم های گرمایی و سرمایی

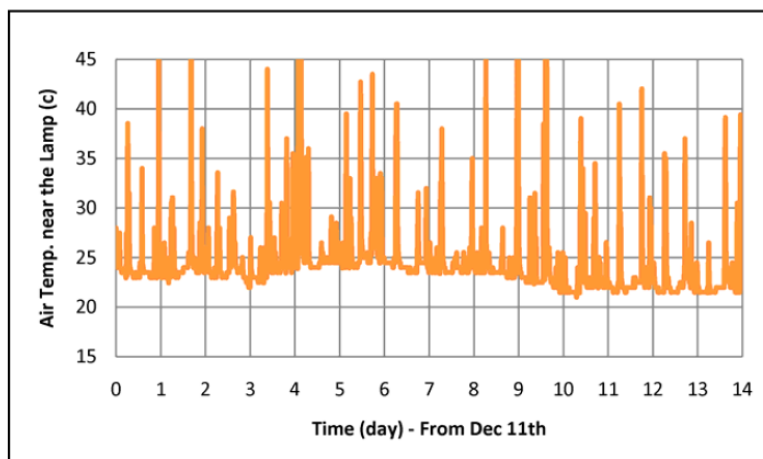
گرمایش ساختمان توسط سیستم مرکزی (موتورخانه) تأمین می شود و به طور عمده از سیستم گرمایش مستقلی استفاده نمی شود. آب گرم مصرفی توسط سیستم مرکزی تأمین می شود. سیستم گرمایش شامل دیگ آب گرم چدنی، مشعل، پمپ، منبع دوجداره و منبع انبساط بسته می باشد. در هیچ کدام از اجزای دیگ، منبع دوجداره، منبع انبساط و لوله ها عایق حرارتی مورد استفاده قرار نگرفته است. پایانه های حرارتی سیستم رادیاتورهای آلومینیومی هستند که در اتاق ها قرار گرفته اند. سیستم سرمایش ساختمان چیلر جذبی می باشد.

۴ - ۵ - سیستم های روشنایی

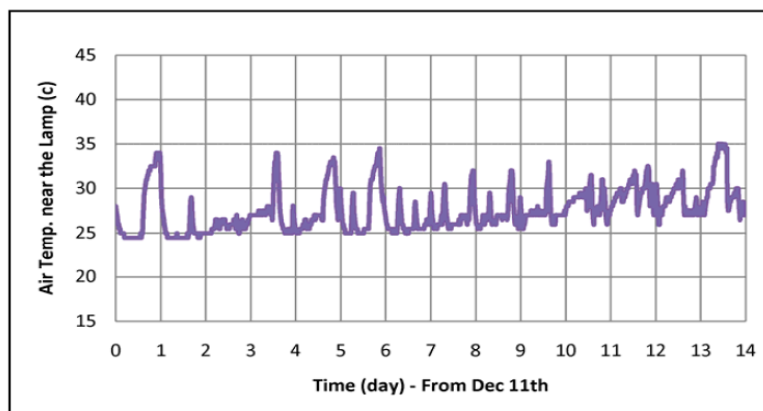
لامپ های استفاده شده در ساختمان مورد مطالعه، از انواع ال‌ت‌های معمولی و هالوژن و در موارد معدود، از نوع مهتابی (فلورسنت) هستند. لامپ های ال‌ت‌های و هالوژن تنها حدود ۷ درصد انرژی مصرفی خود را به نور تبدیل می کنند و بقیه توان خروجی آنها به صورت گرماست، اما لامپ های مهتابی ۲۲ درصد از توان مصرفی خود را به نور تبدیل می کنند و بهره نوری بالاتری دارند (نوربرت الخبر، ۲۰۰۱). البته در محاسبات حرارتی ساختمان باید در نظر داشت که نور تابیده شده از لامپ ها نیز پس از برخورد به سطوح به حرارت تبدیل می شود (راهنمای طراحی اقلیمی، ۱۳۶۸). بنابراین تمام توان مصرفی یک لامپ در رده کسب حرارت داخلی ساختمان در نظر گرفته می شود و باید در محاسبه بارهای گرمایشی، و به خصوص سرمایشی، مورد نظر قرار گیرد. به همین سبب در بازدید از ساختمان لازم است علاوه بر برداشت تعداد لامپ های ساختمان و توان هر کدام از آنها، تخمینی از ساعات استفاده از آنها نیز به دست آید تا بتوان کسب حرارت داخلی حاصل از لامپ ها را برآورد نمود.



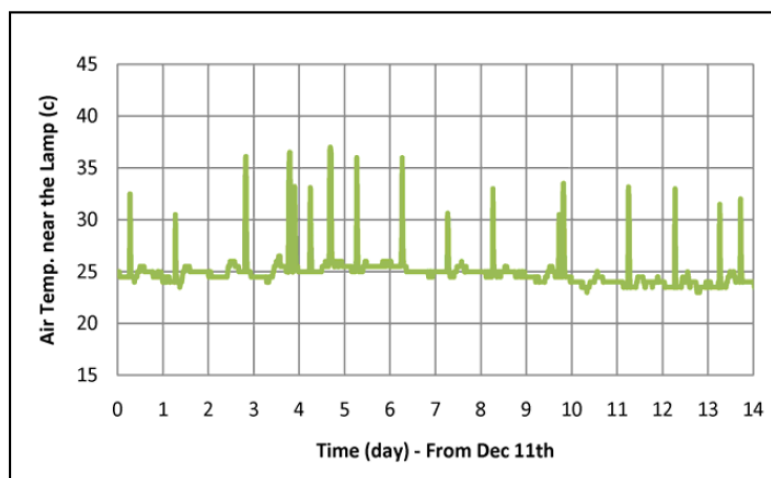
شکل ۷-۴- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در رختکن در ماه دسامبر



شکل ۸-۴- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در راهروها در ماه دسامبر



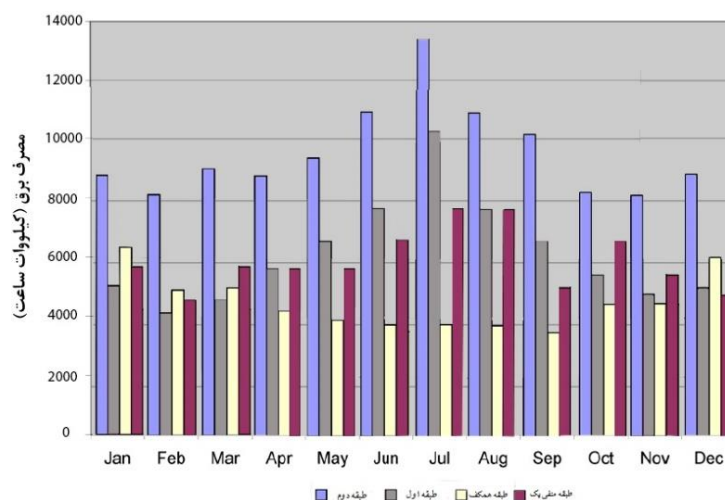
شکل ۹-۴- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در آبدارخانه در ماه دسامبر



شکل ۱۰-۴- زمان استفاده از روشنایی مصنوعی در قسمت اداری در ماه دسامبر

۴ - ۶- مصرف انرژی در ساختمان

حامل های انرژی مورد استفاده در این ساختمان گاز طبیعی و برق هستند. از گاز طبیعی برای گرمایش فضاها و تهیه آب گرم استفاده می شود. جریان برق نیز در سیستم های روشنایی واحدها و فضاهای مشترک، دیگ و چیلر جذبی، اجزایی از سیستم گرمایی و تأمین آب گرم هستند. به منظور بررسی مصرف انرژی واقعی ساختمان و شناخت الگو و اجزای آن، قبض های مصرف گاز و برق سه سال ساختمان جمع آوری گردید.

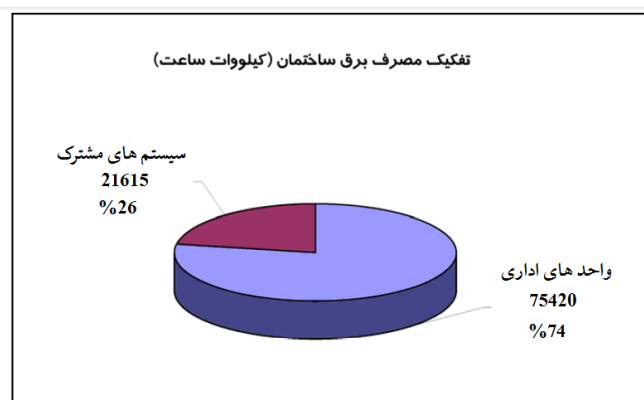


شکل ۴-۱۱- مصرف برق طبقات (میانگین قبض های برق ۱۳۹۴-۱۳۹۷)

میانگین کل مصرف سالانه برق طبقات برابر با ۱۳۰۴۳ کیلووات ساعت می باشد. همچنین مطابق نمودار شکل ۴-۱۱ مشاهده می شود که مصرف برق در ماههای گرم سال، افزایش می یابد. به این ترتیب می توان سهم مصرف سیستم

سرمایشی را، با جمع مقادیر افزایش مصرف در ماه های گرم و در نظر گرفتن کاهش مصارف روشنایی در این ماه ها، در حدود ۲۴۰۰ تا ۳۵۰۰ کیلووات ساعت برآورد نمود. نکته دیگری که در نمودار قابل مشاهده است، افزایش مصرف برق در طبقه دوم ساختمان در ماه های سرد سال است، که آن را می توان به کارکرد بیشتر سیستم گرمایی و استفاده بیشتر از سیستم های روشنایی در این دوره از سال نسبت داد.

در شکل ۴-۱۲ کل مصرف برق ساختمان در واحدهای اداری و بخش های مشترک تفکیک شده است. در شکل ۴-۱۳ نیز مصرف سالانه برق واحدهای اداری ساختمان بر حسب نوع مصرف، جداسازی شده است. مطابق این نمودار مشاهده می شود که سهم سیستم سرمایش از مصرف برق واحدهای اداری ساختمان مورد مطالعه تنها ۱۷ درصد است.

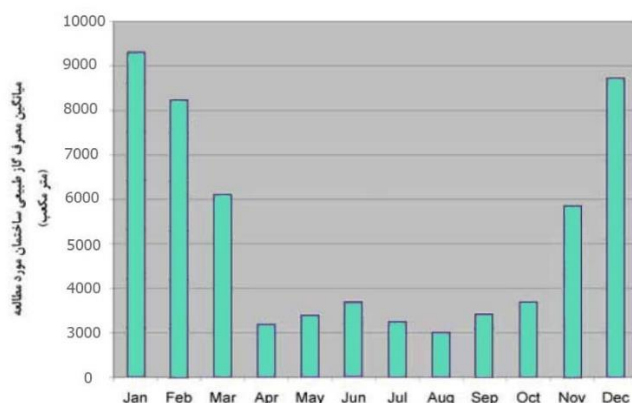


شکل ۴-۱۲- سهم مصرف برق واحدهای اداری و سیستم های مشترک ساختمان از کل مصرف ساختمان

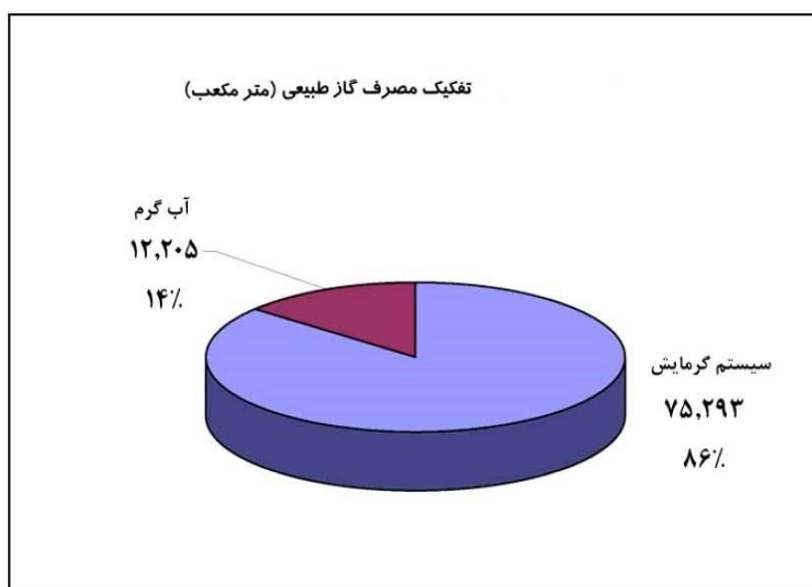


شکل ۴-۱۳- سهم سیستم های سرمایشی و روشنایی از کل مصرف برق واحد اداری

همچنین در نمودار شکل ۳-۱۹ مصرف گاز طبیعی سالانه ساختمان نشان داده شده است. مطابق این نمودار مشاهده می شود که ساختمان در تمام ماه های سال کف مصرف نسبتاً ثابتی دارد که مربوط به پخت و پز و آب گرم مصرفی می باشد.



شکل ۴-۱۴- نمودار میانگین کل مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه در سالهای ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷ (متر مکعب)
 میانگین کل مصرف سالانه گاز طبیعی ساختمان، در سال های بررسی شده ۹۷۰۳۹ متر مکعب بوده است که در این میان حدود ۱۲۲۰۵ متر مکعب آن صرف تأمین آب گرم و پخت و پز شده و باقی آن مربوط به سیستم گرمایش



ساختمان است.

شکل ۴-۱۵- تفکیک سهم مصرف گاز به اجزای سیستم گرمایش و تأمین آب گرم

۴ - ۷- تعیین برچسب انرژی ساختمان

$$E_{actual} = ((\sum_i (Q_{Fi} \times HV_i \times 0.278) + Q_E \times F_C) / A_f$$

فرمول ۳-۱- تعیین برچسب انرژی ساختمان

233834.3179	+	53613	=	281.8111
-------------	---	-------	---	----------

E_{actual} میزان مصرف انرژی سالیانه ساختمان موجود برحسب واحد زیر بنای مفید ($kWh/m^2/year$)؛
 Q_{Fi} مجموع مصرف حامل انرژی $\dot{m}$ که در هر مورد واحد آن در جدول مشخص شده است
 HV_i ارزش حرارتی حامل انرژی $\dot{m}$ که در مورد هر نوع سوخت، مقدار آن در جدول ۲ مشخص شده است؛
 Q_E مجموع میزان مصرف برق؛
 F_C ضریب تبدیل برق به انرژی اولیه (با احتساب راندمان متوسط تولید و توزیع برق در کشور معادل ۲۷ درصد برای تبدیل انرژی الکتریکی مصرفی به معادل انرژی اولیه بر اساس ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۷) مقدار آن معادل ۳/۷ در نظر گرفته شده است
 A_F مساحت زیر بنای مفید برحسب (m^2)

فرمول ۳-۲- تعیین نسبت انرژی در ساختمان های غیر مسکونی

$$R = \frac{E_{act}}{E_{ideal}} = \boxed{3.395314}$$

E_{act} شاخص مصرف انرژی سالیانه ساختمان موجود برحسب واحد زیر بنای مفید $kWh/m^2/year$
 E_{ideal} شاخص مصرف انرژی اولیه سالیانه ساختمان ایده آل (رده مصرف انرژی A)

رده مصرف انرژی ساختمان D

برچسب انرژی ساختمان‌های اداری		
 بازدهی بیشتر بازدهی کمتر		D
	میزان مصرف انرژی ساختمان نسبت به (ساختمان نرده‌ال)	نسبت انرژی:
	(بر حسب کیلووات ساعت بر مترمربع در سال)	شاخص مصرف انرژی:
	اداری	کاربری:
	مشهد	شهر:
نیمه خشک	براساس تقسیم بندی ۸ گانه	اقلیم:
۲۸۰۰	بر حسب مترمربع	زیربنای مفید:
۱۴۱۴/۱۴۴۴		کد پستی:
در بلوار پیروزی در جنوب غرب شهر مشهد		آدرس:

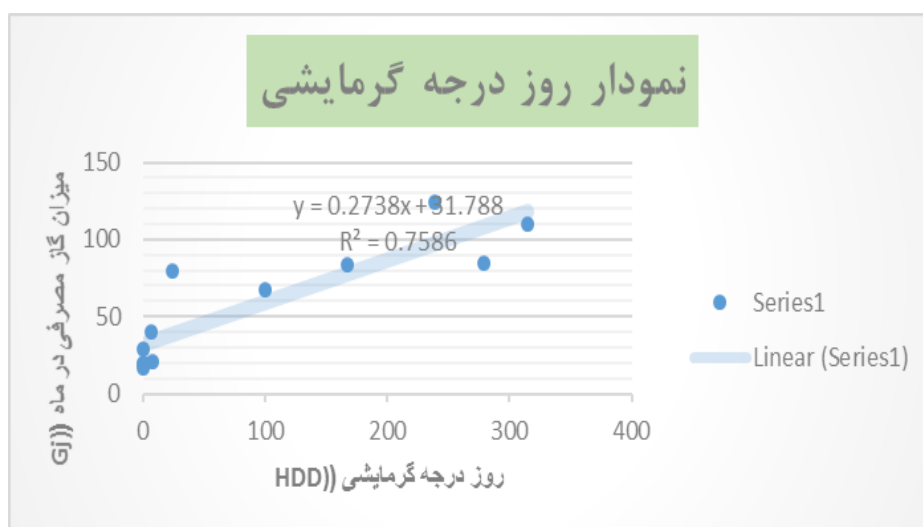
شکل ۴-۱۶- تعیین برچسب انرژی ساختمان مورد مطالعه

۴ - ۸- تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی

تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی تکنیکی آماری است که رابطه بین متغیرها را معین کرده و به کمیت در می آورد. تجزیه و تحلیل رگرسیون با حذف عامل زمان از فرایند تحلیل و تمرکز بر پارامترهایی که بر انرژی مصرفی تاثیر دارند، نتایج مناسبی ارائه می دهد. تجزیه و تحلیل رگرسیون ارتباط بین مصرف انرژی و متغیرهایی مانند روز - درجات گرمایشی برای یک مقطع زمانی معین را ایجاد می کند و از آن می توان برای ایجاد خط پایه برای معادله استاندارد اجرایی، که در مقابل آن مصرف انرژی بعدی را می توان اندازه گیری کرد، بکار گرفت.

جدول ۴-۴- محاسبه روز درجه گرمایش، میزان گاز مصرفی در ماه (نگارنده)

ردیف	ماه	روز درجه گرمایش (HDD)	میزان گاز مصرفی در ماه (Gj)	y	x ²	xy
1	فروردین	23.8	79.142394	566.44	1883.589	
2	اردیبهشت	6.1	39.899064	37.21	243.3843	
3	خرداد	0	28.45244	0	0	
4	تیر	0	18.425454	0	0	
5	مرداد	0	16.615658	0	0	
6	شهریور	0	19.521328	0	0	
7	مهر	7.2	21.009598	51.84	151.2691	
8	آبان	99.9	67.855414	9980.01	6778.756	
9	آذر	279	84.226757	77841	23499.27	
10	دی	314.8	109.71422	99099.04	34538.04	
11	بهمن	239.1	124.465997	57168.81	29759.82	
12	اسفند	167.4	83.51843	28022.76	13980.99	
		1137.3	76.415391	272767.1	110835.1	
		2250.8				



شکل ۴-۱۷- نمودار روز درجه گرمایش (نگارنده)

با استفاده از معادله فوق می توان متوجه شد که مصرف گاز ساختمان به صورت تئوری $Gj 31,788$ است.

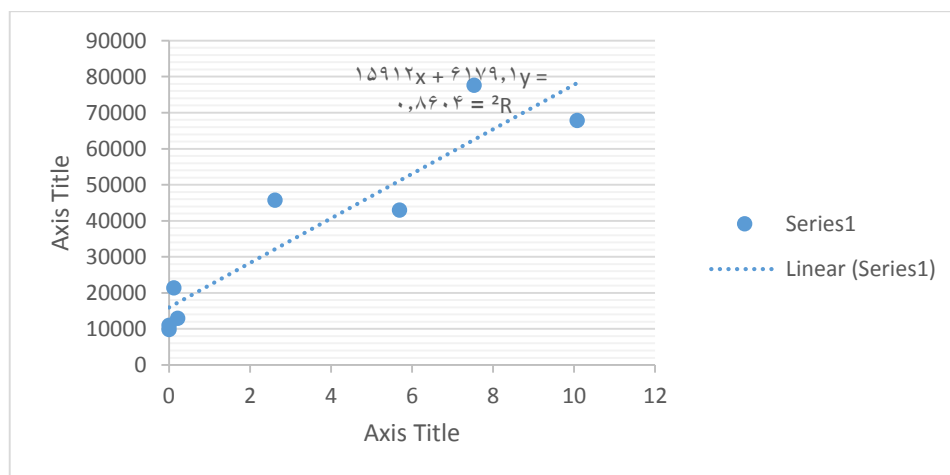
۴-۹- تعیین ضریب بار ساختمان به روش معکوس (BLC)

در این روش با استفاده از اطلاعات مصرف انرژی سالانه ساختمان و وابستگی آن با دمای هوای بیرون می توان مقدار BLC را تعیین کرد. بر این اساس BLC برابر با شیب خط رگرسیون مربوط به نمودار مصرف انرژی ساختمان برحسب

دمای هوای خارجی است و محل برخورد خط با محور عمودی معادل مصرف پایه ساختمان و یا میزان مصرف انرژی جهت تامین آبگرم می باشد.

جدول ۴-۵- محاسبه مجموع روز درجه گرمایشی، میزان گاز مصرفی، مدت زمان بهره برداری از سیستم (نگارنده)

تعداد روزهای دوره	میزان مصرف گاز طبیعی	شروع دوره	پایان دوره	مجموع روز درجه گرمایشی در طول دوره	اختلاف دمای متوسط ۱۸ درجه	مدت زمان بهره برداری از سیستم به ثانیه	توان مصرفی
46	1420	96/2/2	96/3/18	5.6	0.12173913	2318400	21369.21153
46	733	96/3/18	96/5/2	0	0	2318400	11030.72679
42	599	96/5/2	96/6/13	0	0	2116800	9872.690382
49	920	96/6/13	96/8/1	10.53	0.214897959	2469600	12997.19793
48	2980	96/8/1	96/9/19	273.27	5.693125	2419200	42976.69478
43	4216	96/9/19	96/11/2	433.24	10.07534884	2167200	67871.91953
35	3926	96/11/2	96/12/7	263.55	7.53	1764000	77649.78118
58	3833	96/12/7	97/2/5	151.81	2.617413793	2923200	45747.65223



شکل ۴-۱۸- تعیین ضریب بار ساختمان به روش معکوس (نگارنده)

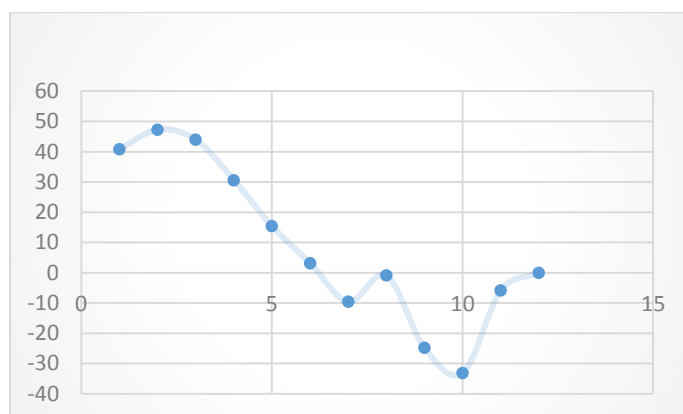
تغییرات میزان مصرف سوخت با تغییرات دمای هوا برابر ۱۶,۴۱۵ است که مقدار اینرسی حرارتی ساختمان را مشخص می کند.

۴-۱۰- تعیین روز درجات گرمایش، گاز مصرفی واقعی، گاز مصرفی هدف گذاری شده، اختلاف، CUSUM

تکنیک CUSUM روشی برای برآورد مصرف انرژی است و روش جمع مرکب انحراف معیار نامیده می شود و معیاری است که بیانگر انحراف تدریجی از الگوی مصرف استاندارد می باشد و از جمع مرکب اختلاف بین مصرف انرژی واقعی و مصرف انرژی هدف گذاری شده و یا خط پایه می باشد.

جدول ۴-۴- محاسبه گاز مصرفی واقعی، گاز مصرفی هدف گذاری شده و CUSUM (نگارنده)

ماه	روز درجات گرمایشی	گاز مصرفی واقعی	گاز مصرفی هدف گذاری شده	اختلاف	CUSUM
فروردین	23.8	79.142394	38.30444	40.83795	40.837954
اردیبهشت	6.1	39.899064	33.45818	6.440884	47.278838
خرداد	0	28.45244	31.788	-3.33556	43.943278
تیر	0	18.425454	31.788	-13.3625	30.580732
مرداد	0	16.615658	31.788	-15.1723	15.40839
شهریور	0	19.521328	31.788	-12.2667	3.141718
مهر	7.2	21.009598	33.75936	-12.7498	-9.608044
آبان	99.9	67.855414	59.14062	8.714794	-0.89325
آذر	279	84.226757	108.1782	-23.9514	-24.844693
دی	314.8	109.71422	117.98024	-8.26602	-33.110713
بهمن	239.1	124.465997	97.25358	27.21242	-5.898296
اسفند	167.4	83.51843	77.62212	5.89631	-0.001986



شکل ۴-۱۹- نمودار CUSUM (نگارنده)

با بررسی نمودار CUSUM مشخص می گردد که تغییر عمده در طول برنامه نظارتی ایجاد شده است. در فوریه مصرف انرژی بطور چشمگیری افزایش یافته است با انجام ممیزی و بررسی بیشتر در ساختمان موارد زیر مشخص گردید:

در فوریه ساعت زمانی نصب شده بر روی سیستم گرمایشی اشتباه تنظیم شده بود و گرمایش ساختمان تا ساعت ۲۲ ادامه داشته و این موضوع سبب افزایش چشمگیر مصرف گاز شده است و در ماه مه مساله شناسایی و اصلاح گردیده است و از این نقطه مجدداً منحنی CUSUM یک خط افقی شده است.

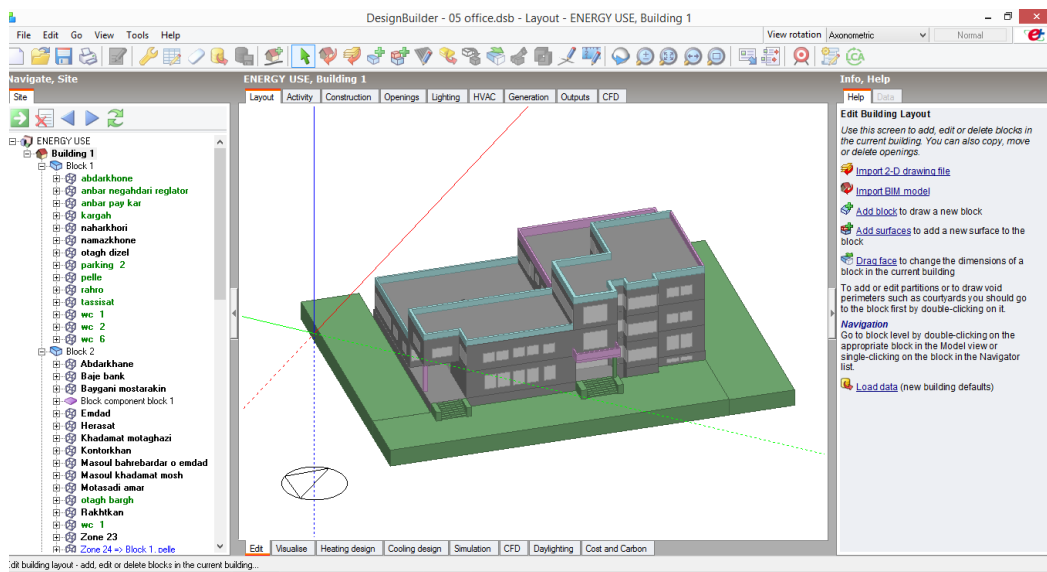
۴-۱۱- تهیه مدل اولیه در نرم افزار دیزاین بیلدر

برای تهیه مدل ساختمان مورد مطالعه در نرم افزار انرژی پلاس، ابتدا مدل سه بعدی کالبد آن در نرم افزار دیزاین بیلدر، که دارای رابط کاربر گرافیکی است، تهیه گردید.

قدم اول در شبیه سازی حرارتی یک ساختمان در هر نرم افزار شبیه ساز، تعیین مناطق حرارتی ساختمان است. به همین سبب لازم است پیش از تهیه مدل سه بعدی در نرم افزار دیزاین بیلدر با بررسی پلان ها و مقاطع ساختمان را از نظر حرارتی منطقه بندی نمود. در این جا منطقه مفهومی حرارتی و نه هندسی است. منطقه حرارتی حجمی از هوا با دمای یکسان است، به همراه تمامی سطوح انتقال دهنده و ذخیره کننده حرارت که در مرز و یا درون آن قرار گرفته اند. در منطقه بندی ساختمان باید به مواردی از قبیل کنترل با عدم کنترل دمایی فضاها، دمای مبنای سیستم های مکانیکی در فضاهای متفاوت، وجوه مختلف ساختمان و نحوه بهره گیری از تابش آفتاب و توجه نمود.

مناطق حرارتی لزوماً بر دیوارهای جدا کننده اتاق ها منطبق نیستند و ممکن است چندین فضای ساختمان یک منطقه حرارتی را شکل بدهند. انتخاب درست و بهینه مناطق حرارتی هم منجر به دریافت نتایج بهتر از نرم افزارها شده و هم محاسبات و شبیه سازی نرم افزار را ساده تر می نماید در ساختمان مورد مطالعه ۲۶ منطقه حرارتی در نظر گرفته شد؛ که عبارت اند از: آبدار خانه، انبار نگهداری رگلاتور، انبار پای کار، نماز خانه، ناهارخوری، اتاق دیزل، سرویس بهداشتی، راهرو، پله، باجه بانک، حراست، کنتورخوان، امداد، بایگانی مشترکین، مسئول بهره برداری، مسئول ایستگاه، ایستگاه ذخیره، کنفرانس، معاونت، رئیس خدمت.

در شکل ۴-۲۰ مدل ترسیم شده در نرم افزار دیزاین بیلدر برای ساختمان مورد مطالعه، نشان داده شده است.



شکل ۴-۲۰- مدل ترسیم شده در نرم افزار دیزاین

۴-۱۲- بررسی مطابقت عملکرد حرارتی مدل شبیه سازی شده و ساختمان واقعی

بهترین معیار به منظور بررسی مطابقت عملکرد حرارتی مدل شبیه سازی شده و ساختمان مورد مطالعه، مصرف انرژی آنها است. به منظور مقایسه مصرف انرژی ساختمان موجود و مدل شبیه سازی شده، ابتدا داده های مصرف انرژی ساختمان مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که سرمایش ساختمان به شیوه تبخیری و با مصرف انرژی الکتریکی اندک صورت می گیرد، می توان سوخت اصلی ساختمان را گاز طبیعی مورد استفاده در سیستم گرمایش مرکزی به حساب آورد. (محمدکاری، ۱۳۸۸)

میانگین کل مصرف گاز طبیعی ساختمان را در ماه های مختلف سالهای ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷ نشان می دهند. لازم به توضیح است از آنجا که زمان قرائت کنتور و صدور قبض از سوی شرکت ملی گاز لزوماً آغاز ماه های شمسی یا میلادی نیست و هم چنین فواصل قرائتها ممکن است بیشتر یا کمتر از یک ماه باشد، به منظور تهیه جدول ۴-۱ مصارف مندرج در قبضها در ماه های میلادی توزیع شده است. علت انتخاب ماههای میلادی نیز آسان تر شدن مقایسه این ارقام با نتایج ماهانه نرم افزار انرژی پلاس است.

جدول ۴-۵- میانگین کل مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه در سال های ۹۴ تا ۹۷ بر حسب متر مکعب (نگارنده)

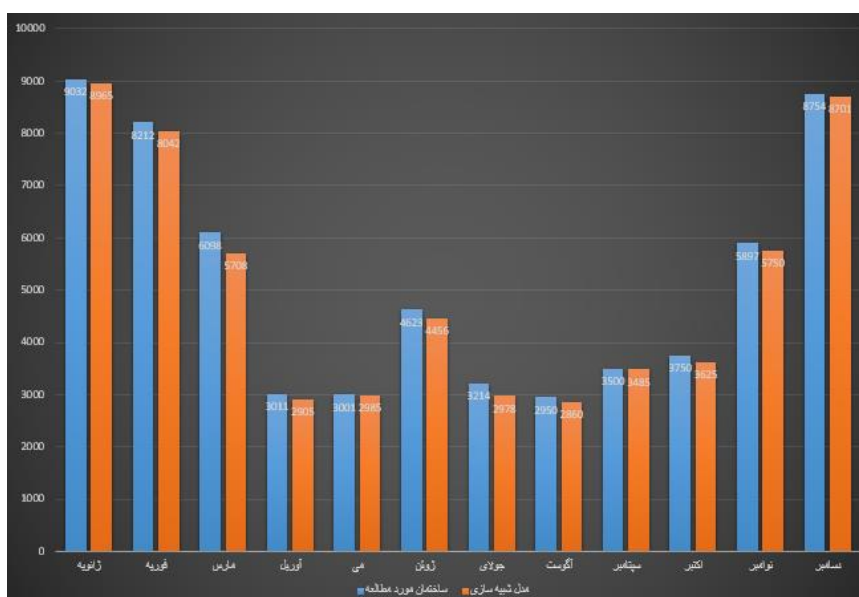
مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه (مترمکعب)	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
میانگین سال های ۹۴-۹۷	۹۰۳۲	۸۲۱۲	۶۰۹۸	۳۰۱۱	۳۰۰۱	۴۶۲۳	۳۲۱۴	۲۹۵۰	۳۵۰۰	۳۷۵۰	۵۸۹۷	۸۷۵۴

پس از به دست آمدن این اعداد، امکان مقایسه مصرف انرژی ساختمان با مصرف انرژی برآورد شده در مدل فراهم می گردد. در جدول ۴-۵ مصرف گاز طبیعی گرمایشی ساختمان و مصرف انرژی برآورد شده در مدل بر حسب متر مکعب گاز طبیعی مقایسه شده است.

جدول ۴-۶- مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه و مدل شبیه سازی شده (نگارنده)

مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه (مترمکعب)	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
ساختمان مورد مطالعه	۹۰۳۲	۸۲۱۲	۶۰۹۸	۳۰۱۱	۳۰۰۱	۴۶۲۳	۳۲۱۴	۲۹۵۰	۳۵۰۰	۳۷۵۰	۵۸۹۷	۸۷۵۴
مدل شبیه سازی	۹۲۵۴	۸۳۴۲	۶۲۵۰	۳۱۱۰	۳۱۰۵	۴۷۵۸	۳۴۰۲	۳۰۰۲	۳۶۱۴	۳۸۹۰	۵۹۵۲	۸۸۹۶

با بررسی اعداد مندرج در جداول فوق و نمودار مشاهده می شود که اختلاف مصرف انرژی واقعی و مصرف انرژی برآورد شده، در هیچ یک از ماه های سال از ۱۰ درصد فراتر نمی رود. به این ترتیب می توان مدل شبیه سازی شده در نرم افزار انرژی پلاس را نمونه مناسبی از ساختمان واقعی به حساب آورد و پس از آن، در مراحل بعد، تأثیر اقدامات مختلف بر کاهش مصرف انرژی ساختمان را بر روی این مدل بررسی نمود.



شکل ۴-۲۱- نمودار مصرف گاز طبیعی ساختمان مورد مطالعه و مدل شبیه سازی شده

۴-۱۳- فاکتورهای طراحی جدید ساختمان خالص صفر انرژی اداره گاز

۴-۱۳-۱- جهت قرارگیری بنا

جهت قرارگیری ساختمان می تواند مصرف انرژی گرمایشی، روشنایی، انرژی کل، انرژی اولیه و بلاخص انرژی سرمایشی ساختمان های اداری را به شدت تحت تاثیر قرار دهد (نصراللهی، ۱۳۹۳: ۳۱). بررسی های انجام شده در این

زمینه نشان می‌دهد که در مناطق گرم مانند تهران ساختمان باید در جهتی باشد که حداقل انرژی خورشیدی را در طول فصل های گرم دریافت نماید (کسمایی مرتضی، ۱۳۸۲: ۱۲۶). در نتیجه جهت گیری موثر برای کمترین مصرف انرژی، جهت گیری جنوبی است (نصراللهی، ۱۳۹۳: ۹). و همچنین ساختمان های اداری زمانی که جهت گیری جنوبی دارند، پایین ترین مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی را دارند اگر چه در کمترین میزان خود نیستند. اگر ساختمان از جنوب به سمت شرق و یا غرب بچرخد، مصرف انرژی با رفتاری نسبتا مشابه افزایش می یابد (نصراللهی، ۱۳۹۳: ۳۰) در نتیجه در این پروژه بنا تنها در راستای شمالی جنوبی قرار گرفته است.

۴-۱۳-۲- کشیدگی ساختمان

شدت زیاد تابش آفتاب در مشهد باعث کشیدگی آن در جهت محور شرقی- غربی می شود (کسمایی مرتضی، ۱۳۸۲: ۱۱۶). یعنی طول ساختمان در جهت محور شرقی و غربی و عرض بنا در جهت محور شمالی جنوبی است. زیرا دیوار جنوبی در مناسب ترین زمان از روز بیشترین مقدار انرژی را در زمستان کسب می کند اما دیوارهای شرقی- غربی که در تابستان مقدار بسیار زیادی انرژی به آنان تابیده می شود باید حتی المقدور سطح کمتری داشته باشند. (قبادیان، ۱۳۹۰: ۷)

براساس نتایج بدست آمده از کتاب ساختمان های اداری، انرژی کارا بهره وری انرژی با طراحی معماری انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان های اداری با کاهش کشیدگی ساختمان در محور شمالی جنوبی نسبت جبهه شرقی و غربی کاهش یافته است (نصراللهی، ۱۳۹۳: ۳۲). نسبت طول و عرض ساختمان براساس گفته های بالا و نوع طراحی آن بین نسبت ۱ به ۱٫۲ و ۱٫۴ به ۶٫۴ در نظر گرفته شده است.

۴-۱۳-۳- تعداد طبقات

تعداد طبقات بهینه از جنبه مصرف انرژی، فارغ از عوامل اصلی همچون اقلیم، نوع کاربری، زمان اشغال ساختمان و غیره به عواملی همچون طول و عرض ساختمان بستگی دارد. چرا که اثر کاهشی و یا افزایشی تعداد طبقات یک ساختمان بر فشردگی آن به سطح زیربنای ساختمان بستگی دارد. در اقلیم مشهد، از نظر مجموع مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی، روشنایی و انرژی اولیه مورد نیاز در ساختمان های اداری، براساس کتاب ساختمان های اداری انرژی کارا بهره وری انرژی با طراحی معماری داشتن دو طبقه حالت بهینه می باشد (نصراللهی، ۱۳۹۳: ۳۶). اما این تعداد در واقعیت جوابگو نبوده. به همین جهت افزایش مصرف انرژی را در این بخش تا حدی نادیده گرفته به این صورت که ۲ طبقه به همراه یک طبقه زیرزمین طراحی شده است. البته لازم به ذکر می باشد که زیرزمین به جهت نورگیر نبودن از قسمت تحلیل های نرم افزار انرژی خارج شده است و تنها در قسمت طراحی آن رسم می شود.

۴-۱۳-۴- سایه بان

کار پوسته در این پروژه سایه اندازی، انعکاس نور و داشتن ظرفیت حرارتی مناسب است. جداره ها ذکر شده در بخش سایه اندازی به دو بخش تقسیم می شود. بخش اول سایه اندازی بر روی دیوارها و سطوح افقی در تماس با نور مستقیم آفتاب است و بخش دوم مربوط به سایه اندازی بر روی پنجره ها می شود. همان طور که قبلا گفته شد از شکل و عمق و ... سایه بان برای سایه اندازی پنجره ها استفاده شده. در نتیجه در جبهه جنوبی ساختمان سایه بان افقی و در جبهه شرقی سایه بان عمودی استفاده می شود. (سیدالعلی و نصراللهی، ۲۰۱۵)

۴- ۱۳- ۵- گلخانه خورشیدی

گلخانه یک فضای شیشه ای است که در دیواره جنوبی ساختمان با کشیدگی شرقی-غربی قرار میگیرد. این سیستم، میتواند قسمتی از نیازهای حرارتی فضاهای مجاور خود را تامین کند، بدین صورت که انرژی خورشیدی را دریافت کرده و توسط یک دیوار مشترک، انتقال گرما از گلخانه خورشیدی به فضاهای مجاور، از طریق هدایت یا توسط باز شوهای موجود در دیوار مشترک با جریان همرفت، صورت میگیرد. با ایجاد گلخانه ها بازدهی حرارتی ۶۰٪ الی ۷۰٪ در زمستان است و مقدار حرارت منتقل شده به اتاق ها ۱۰٪ الی ۳۰٪ انرژی تابشی است که با اضافه کردن سیستم انبساط کننده این مقدار بیشتر میشود. به طور کلی گلخانه خورشیدی سه عملکرد اصلی دارد. به طور کلی سه شیوه متفاوت برای ارتباط کالبدی گلخانه خورشیدی با ساختمان وجود دارد که بر مبنای میزان محصوریت، به انواع مختلف متصل یا الحاقی، نیمه محصور و محصور، دسته بندی میشوند. گلخانه ها یا به صورت اتاقک های شیشه ای به جبهه های جنوبی بنا متصل میشوند که به آن گلخانه متصل یا الحاقی گفته میشود، یا بخشی از آن بیرون و بخش دیگر به داخل بنا نفوذ نموده که به آن گلخانه نیمه محصور گفته شده و یا اینکه کاملاً در درون بنا محصور شده اند و تنها از سقف نور میگیرند که در این صورت به آنها گلخانه محصور گفته میشود و مانند آتریوم عمل میکنند. از آنجا که عمل جذب حرارت و ذخیره انرژی هر دو در یک فضای جداگانه مانند گلخانه صورت میپذیرد، از این جهت به سیستم گلخانه ای، سیستم دریافت مجزا گفته میشود. در این پروژه از نوع گلخانه الحاقی استفاده شده است. (مهدوی، ۱۳۶۵: ۵۶)

۴- ۱۳- ۶- دودکش خورشیدی

یکی از روش های تهویه غیرفعال، استفاده از دودکش خورشیدی است که با کمک انرژی تجدیدپذیر خورشید و با به کارگیری پدیده اثر دودکشی در یک کانال هوا، تهویه مورد نیاز فضاهای مجاور خود را فراهم می کند. در این پروژه گلخانه خورشیدی مذکور در فصل تابستان به عنوان یک دودکش خورشیدی عمل کرده و تهویه فضاهای مجاور خود را فراهم می کند.

۴- ۱۳- ۷- طاقچه نوری

یکی از مهم ترین بخش های طراحی یک ساختمان پوسته خارجی آن است چرا که اولین و مهم ترین قسمت ساختمان است که با محیط بیرون ارتباط مستقیم دارد. لذا یک طراحی اقلیمی و اصولی تاثیر فراوانی در کاهش مصرف انرژی و شوک های بیرونی دارد. بدین منظور در این پروژه سیستم های کنترل کننده نور و حرارت در جبهه جنوبی پیشنهاد می شود. این سیستم ها شامل بازتاب دهنده های نوری (طاقچه نوری) جهت افزایش عمق نفوذ نور به فضاهای داخلی است. هم چنین سایبان های پویا که تابش و گرمای خورشید را در فصل زمستان کنترل می کنند. استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا جهت جذب گرمای خورشید در فصل زمستان از دیگر راهکارهای اقلیمی پیشنهاد شده برای این پروژه است. (قیابکلو، مبانی فیزیک ساختمان ۵- نور روز، ۱۳۹۴)



شکل ۴-۲۲- طاقچه نوری

۴-۱۴- تحلیل سایت

سایت پروژه واقع در در بلوار ارشاد در شهر مشهد با کشیدگی تقریباً شرقی- غربی است. جهت باد مطلوب در این شهر از جنوب شرقی تا شمال غربی می باشد و جهت باد نامطلوب عمدتاً در راستای شمال غربی در طول فصول سرد و جنوب شرقی در فصول گرم می باشد، برای تامین انرژی گرمایشی، پلان ساختمان در جهتی طراحی می شود که در تابستان در معرض باد های خنک شمالی و در زمستان مصون از باد های سرد باشد. با آنالیز سرعت و جهت باد در فصل های تابستان و زمستان و وجود روزهای بالاترین دما و کمترین دما در این فصول می توان نتیجه گرفت باد غالب تابستان از جنوب شرقی برای تهویه طبیعی مناسب می باشد و از بادهای غالب زمستان از سمت شمال غربی برای طراحی بهینه چرخش ساختمان و تعبیه باد شکن از جمله درختان استفاده کرد. از آنجا که باد غالب مشهد از جهت غرب به شرق می باشد، طول اضلاع ساختمان در محوطه حیاط در جهت شرق و غرب تا حد ممکن کاهش یافته اند تا ساختمان ها در زمستان در معرض کمترین اثر بادهای نامطلوب قرار گیرند.



شکل ۴-۲۳- تحلیل سایت طراحی

۴-۱۴-۱- دسترسی سایت

دسترسی ها به سایت پروژه، جبهه شمالی مجاور خیابان اصلی و جبهه غربی مجاور خیابان فرعی است. دسترسی سواره و پیاده از این دو خیابان تعریف می شود.

۴-۱۴-۲- همسایگی های سایت

همسایگی های سایت از سمت جنوب و شرق بلوک های مسکونی شرکت گاز و از سمت شمال مجتمع های مسکونی و از غرب آپارتمان های مسکونی است. در راستای بلوار خیام که نزدیک به این بلوار می باشد ساختمان اصلی شرکت گاز و ساختمان های اداری واقع شده است.

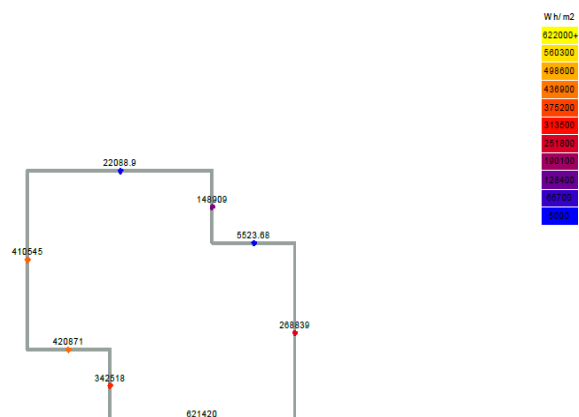
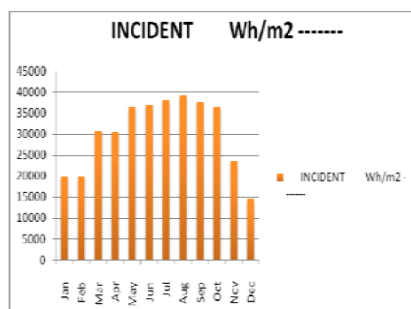
۴-۱۴-۳- محدودیت های طراحی سایت

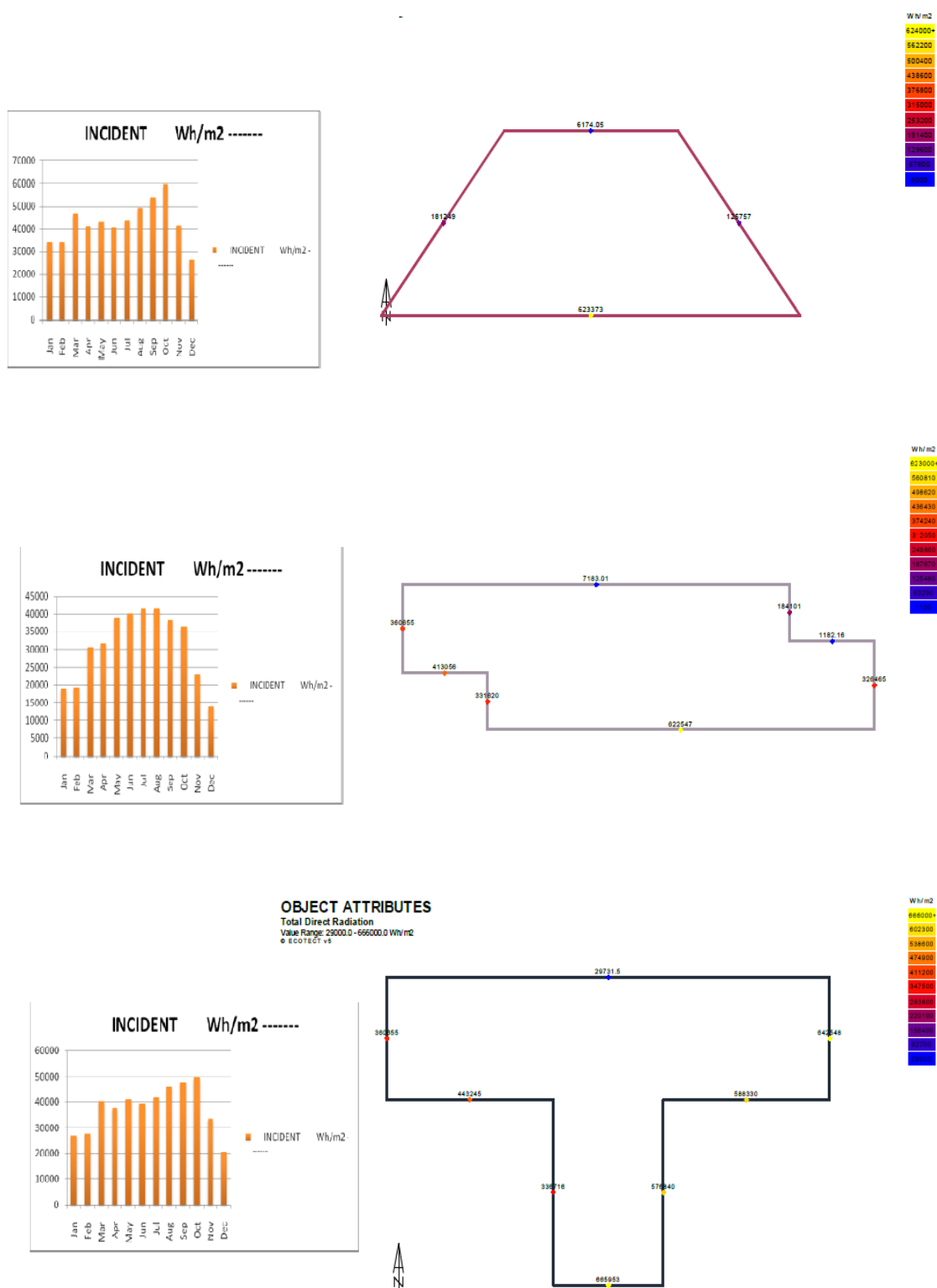
محدودیت های طراحی نور گیری غیرمستقیم جبهه شمالی است.

۴-۱۵- انتخاب فرم بهینه

شکل گیری اولیه ساختمان مستلزم توجه به فرم می باشد. با تاکید بر شاخصه های محیطی و کالبدی در شکل دهی به ساختمان خاص صفر انرژی اداری گاز و همسو بودن با اصول طراحی ساختمان انرژی صفر، مسیر اصلی طراحی حجم بنا، انتخاب فرمی با کمترین اتلاف انرژی است، از این جهت شکل کلی بنا به شکل مربع و مستطیل انتخاب شد تا به نحوی که حداقل گوشه و دیوار های محیطی و سطوح داخلی اش از خارجی کمتر باشد. ولی سعی بر این است که این محدودیت فرمی، کاهنده زیبایی و عملکرد بنا نشود.

در شکل زیر تمامی فرم های ساختمان در نرم افزار دیزاین بیلدر مدل سازی شده و میزان تابش خورشیدی بر روی نماهای ساختمان محاسبه شده است. میزان تابش بر روی هر سطح بر حسب وات ساعت بر متر مربع محاسبه و ثبت گردیده است. در نمودار های کنار هر یک از احجام میزان تابش سالانه به نمایش در آمده و برای مقایسه احجام از نظر میزان دریافت تابش بسیار کاربردی و لازم است.





شکل ۴-۲۴- خروجی نرم افزار دیزاین بیلدر برای انتخاب فرم مناسب

مطابق نمودارها مشاهده می شود فرم شماره یک بیشترین تابش را در زمستان و کمترین تابش را در تابستان داراست پس فرمی بهینه محسوب می شود.

۴-۱۶- مشخصات طراحی ساختمان خالص انرژی صفر

جهت حصول به ساختمان خالص صفر انرژی، انتخاب نوع مصالح و عوامل اقلیمی و خورشیدی و محیطی اساس کار است. بر این اصل، با کمک از تحلیل های جز به جز، نوع مصالح تاثیر گذار و دیگر عوامل انتخاب شده و با ساختمان بدون این اصول قیاس می شود.

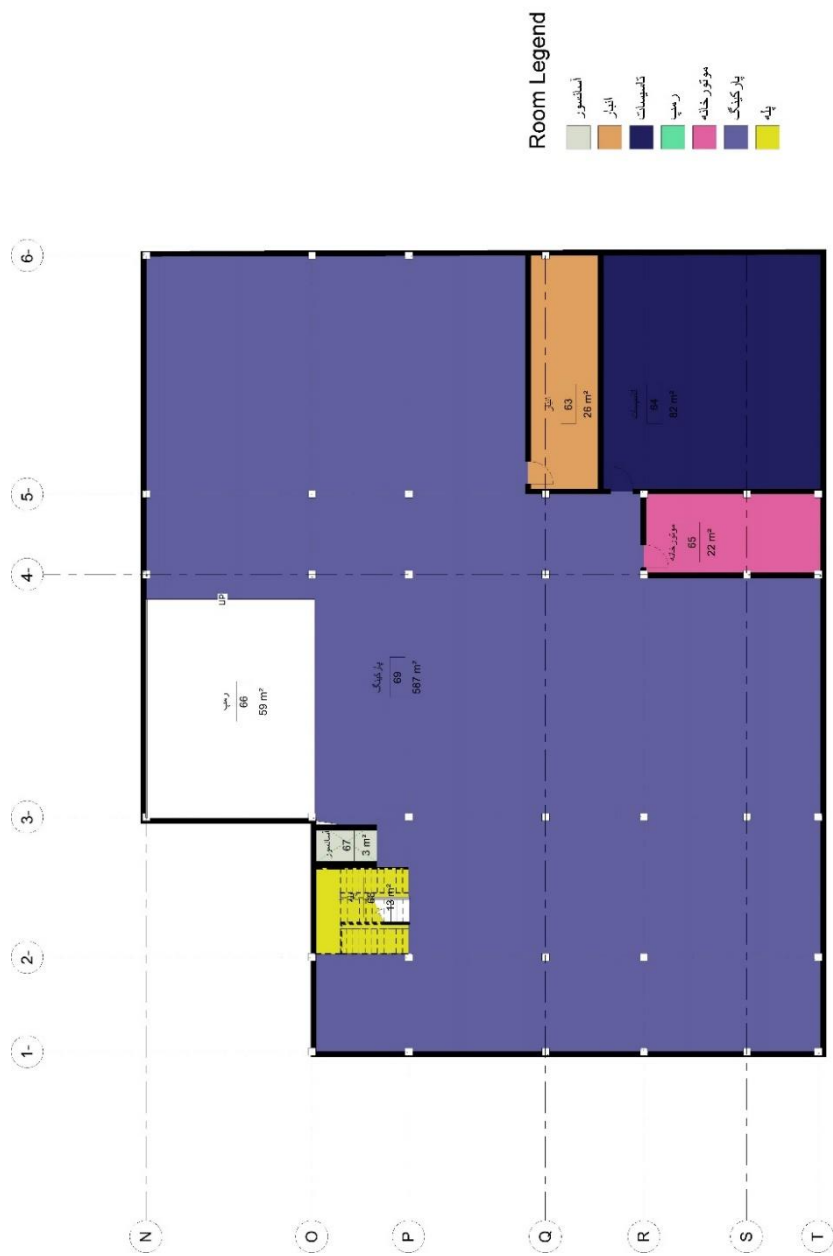
جدول ۴-۷- پارامتر های طراحی ساختمان انرژی صفر مذکور

مشخصات	مولفه
Wall, mass, R-50(9.68), u-0.018	جنس دیوار خارجی
لایه بتنی ۲۰۳/۲۰ mm	
تخته عایق بندی (فایبر گلاس)- ۳۴۸/۶mm	
تخته گچی- ۱۲/۷mm	
U-Value(w/m ² -k):0.100	
Flat roof 2000 regs	جنس سقف
آسفالت- 19mm	
تخته فیبر- ۱۲mm	
پلی استارین انبساطی (یونولیت)- ۱۲۲mm	جنس دیوار داخلی
U-Value(w/m ² -k):0.252	
15mm single leaf brick	
دیوار آجری- ۱۵mm	جنس دیوار داخلی
U-Value(w/m ² -k):2.245	
شیشه دو جداره	
دو جداره ۶ میلی متری، بدون سایه انداز	جنس شیشه خارجی
۶ میلی متری دو یا سه جداره	نوع شیشه داخلی
۱۰۰	ابعاد بازشوهای جنوبی
۲۰	ابعاد بازشو های شمالی
•	دیوار دو پوسته جداره شمالی
•	فرم اقلیمی
•	سیستم روشنایی کم مصرف
فتوولتائیک	نولید انرژی تجدید پذیر
دودکش خورشیدی	
گلخانه خورشیدی	
•	سایه انداز

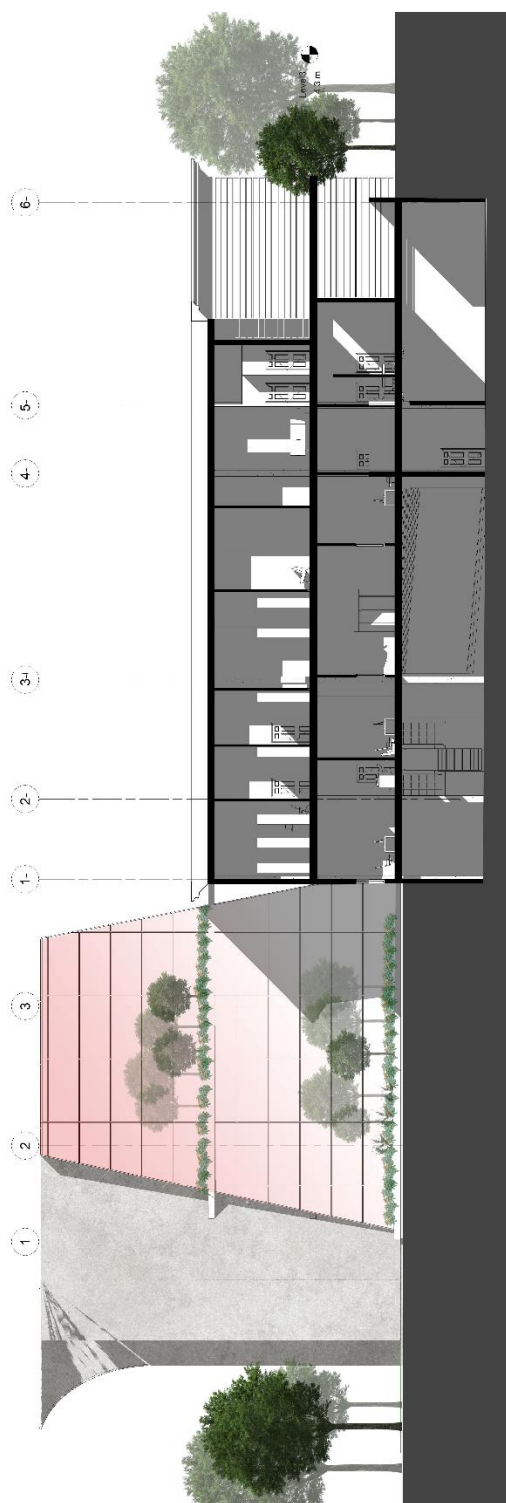
۱۷-۴ طراحی ساختمان خالص انرژی صفر



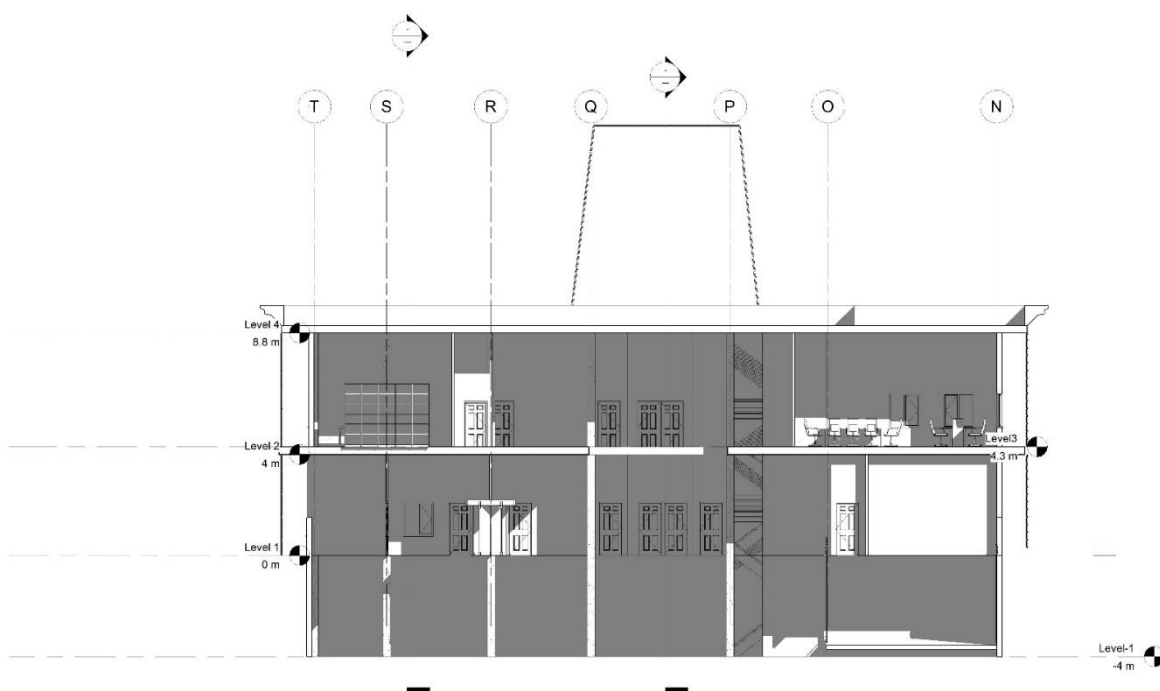
شکل ۴-۲۵- پلان طبقه همکف (نگارنده)



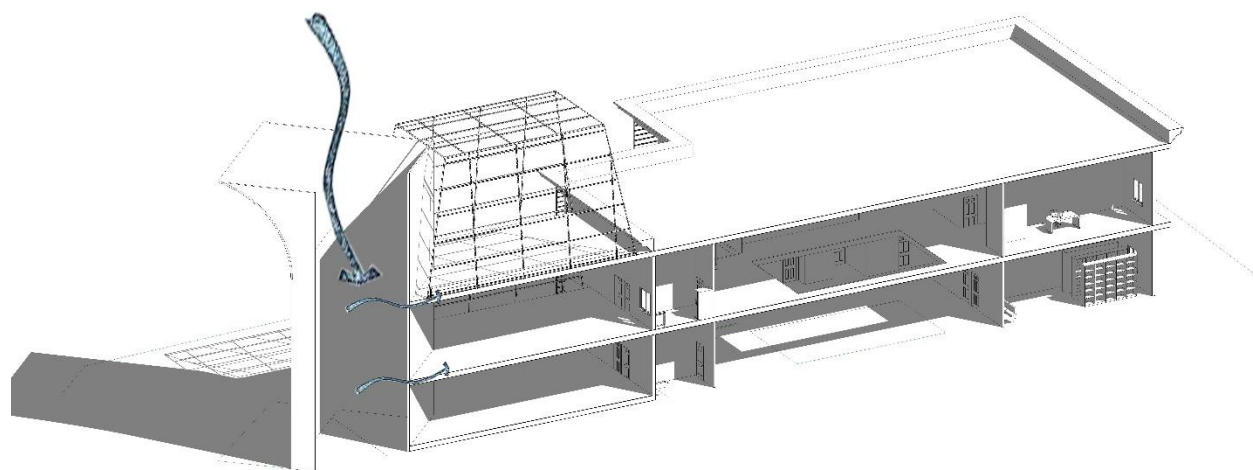
شکل ۴-۲۶- پلان طبقه ۱- (نگارنده)

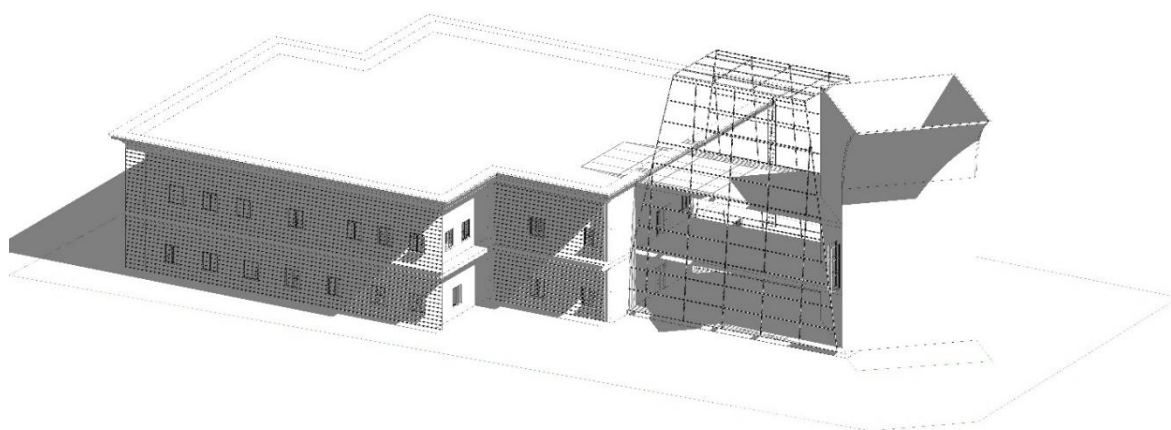


شکل ۴-۲۷-مقطع شرقی-غربی از بنا نگارنده



شکل ۴-۲۸-مقطع شمالی-جنوبی از بنا نگارنده)





شکل ۴-۲۹-مقطع سه بعدی از بنا نگارنده)

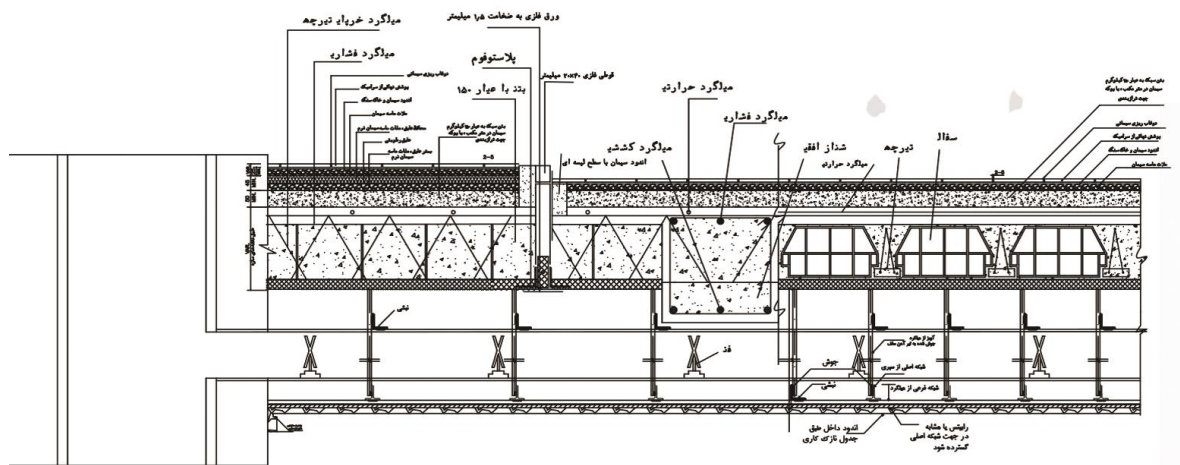


شکل ۴-۳۰-تصاویر سه بعدی از بنا نگارنده)

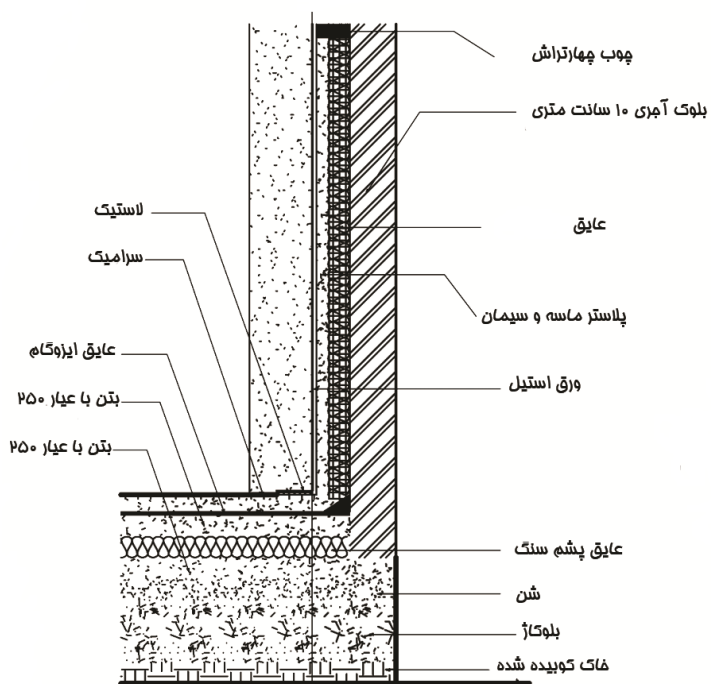
بادگیر

گلخانه

طبقات



شکل ۴-۳۱-دیتیل اتصال گلخانه به بادگیر



شکل ۴-۳۲-دیتیل دیوار خارجی

فصل ۵

نتایج

۵-۱- برآورد و تحلیل اثر انجام اقدامات با استفاده از مدل شبیه سازی شده بنا در مقایسه با نمونه

موردی

در این بخش، با استفاده از مدل شبیه سازی شده ساختمان در نرم افزار انرژی پلاس، نتایج انجام طراحی جدید ساختمان اداره گاز با رویکرد خالص صفر انرژی بررسی می شود. در مورد اقدامات مختلف استفاده شده در ساختمان، بسته به مورد، تغییرات بار گرمایی و سرمایی، دمای هوای فضاها، دمای سطوح، تابش آفتاب دریافتی و غیره محاسبه و تحلیل می شود.

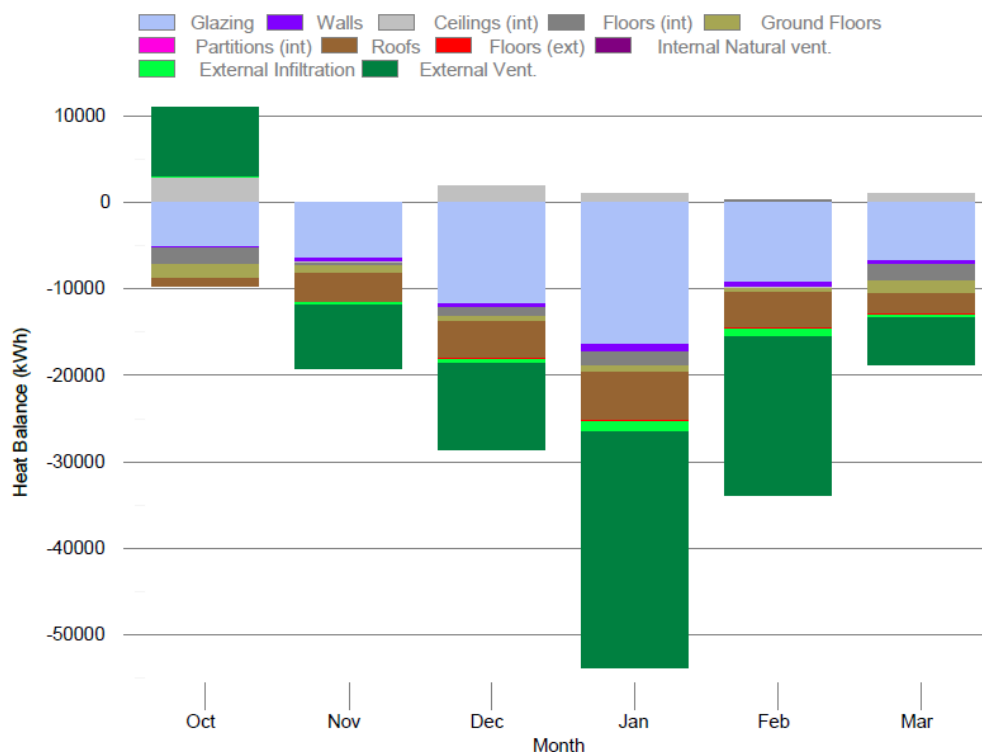
۵-۲- مقایسه تطبیقی شبیه سازی ساختمان خالص انرژی صفر با ساختمان بدون پارامترهای

نگهداشت انرژی

برای درک کل مراحل نتایج شبیه سازی نیازمند بررسی اولیه داده های استخراج شده از نتایج energyPlus بر پایه ی اینکه ساختمان بدون طراحی اقلیمی و طراحی ساختمان خالص انرژی صفر در مقایسه صرفه جویی انرژی تا چند درصد فاصله خواهند داشت؟ آیا میزان این فاصله آنقدر زیاد خواهد بود که بتوان در ساختمان هایی در امثال این نوع بناها، به عددی قابل قبول در بحث استفاده از انرژی های تجدید پذیر، کاهش مصرف انرژی، تولید انرژی در خود سایت و غیره دست یافت؟

۵-۳- مشخص کردن تفکیک جذب های حرارتی داخلی و خورشیدی

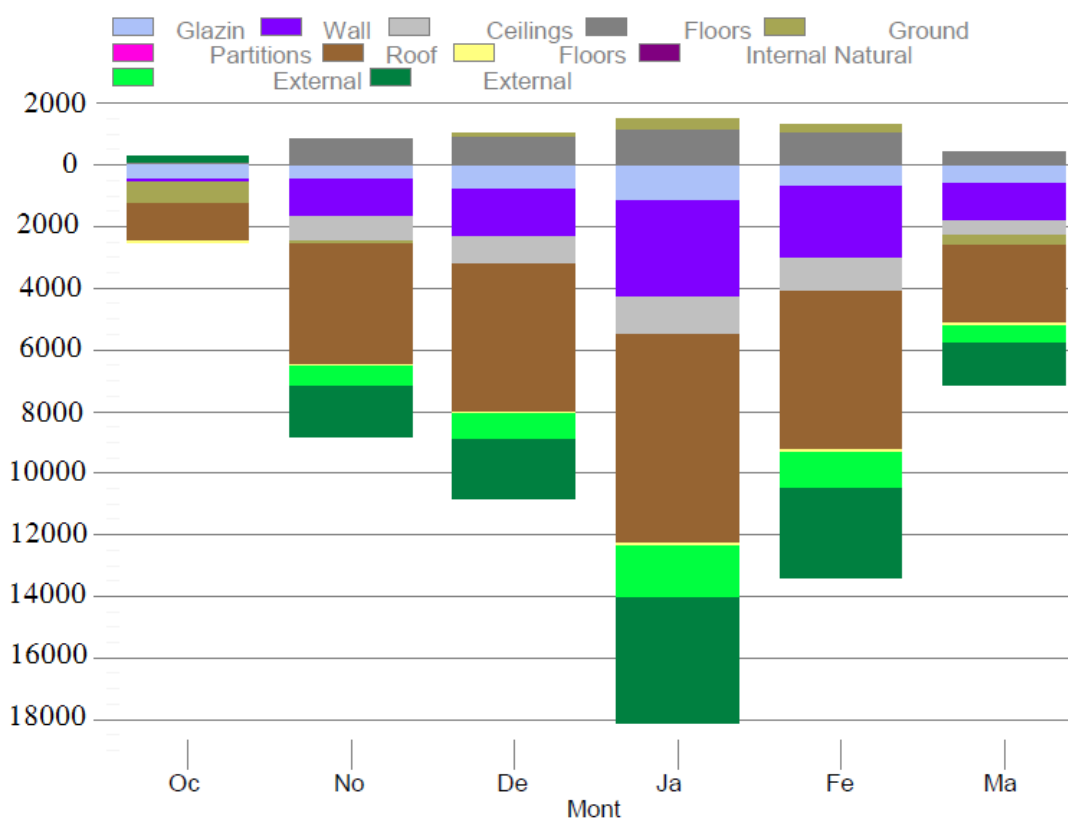
جداسازی انرژی های کسب شده در فضای داخلی شامل: انرژی حرارتی جذبی از ساکنین، تجهیزات، سیستم روشنایی، بازشوهای داخلی و خارجی است. هر چه مقدار این انرژی نسبت به بار گرمایی بنا در تعادل باشد، ساختمان انرژی کمتری جهت گرمایش خود نیاز خواهد داشت.



شکل ۵-۱- جذب و اتلاف حرارتی در ساختمان بدون راهکارهای اقلیمی (نگارنده

جدول ۵-۱- مقدار عددی تعادل حرارتی ماهانه در ساختمان بدون راهکار اقلیمی (نگارنده)

تهویه خارجی	نفوذ هوای خارجی	کف های خارجی	پشت بام	دیوار های داخلی	طبقه همکف	کف های داخلی	سقف های داخلی	دیوار های خارجی	بازشوها
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
۷۹۲۹	۲۳۴	-۵۲	-۹۸۵	۱۶	-۱۵۲۰	-۱۹۵۷	۲۸۱۲	-۱۸۱	-۵۱۲۷
-۷۳۴۳	-۳۱۷	-۴۹	-۳۲۳۱	-۱	-۱۰۱۰	-۲۶۳	-۱۲۸	-۳۹۱	-۶۴۹۰
-۱۰۰۷۵	-۴۸۳	-۸۳	-۴۳۰۵	۲۲	-۶۲۹	-۸۸۱	۱۸۳۱	-۵۵۷	-۱۱۶۹۰
-۲۷۳۶۳	-۱۱۷۴	-۱۵۳	-۵۵۷۵	-۱۷	-۷۵۶	-۱۶۰۵	۱۰۳۶	-۸۲۶	-۱۶۴۱۲
-۱۸۵۱۹	-۷۹۷	-۹۲	-۴۱۱۴	-۳	-۴۵۲	۲۷۶	-۲۲۴	-۶۰۹	-۹۱۷۷
-۵۴۷۴	-۲۵۴	-۸۵	-۲۴۱۲	-۱۹	-۱۳۵۸	-۱۹۱۶	۱۰۲۱	-۴۴۳	-۶۸۰۶



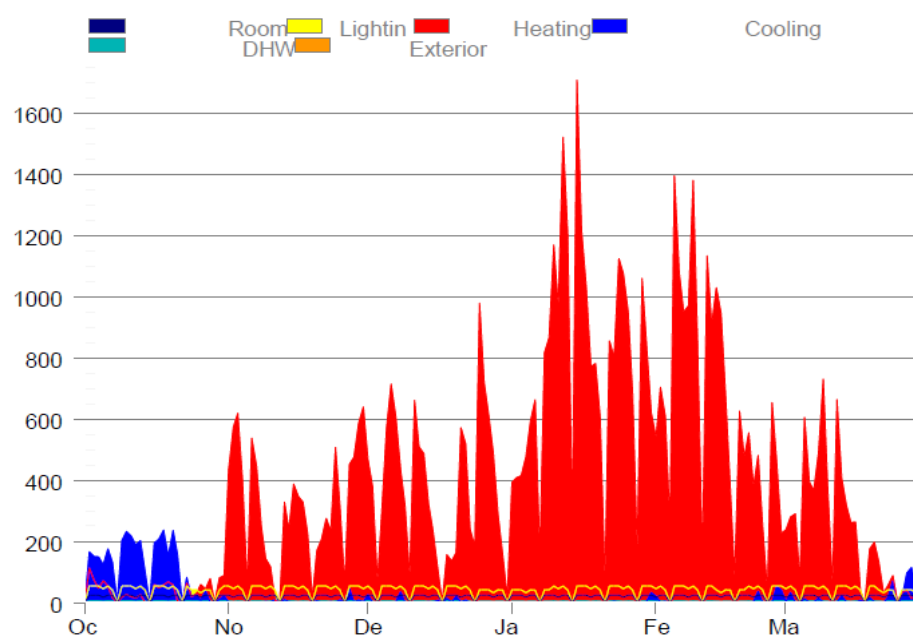
شکل ۵-۲- جذب و اتلاف حرارتی در ساختمان خالص صفر انرژی (نگارنده)

جدول ۵-۲- مقدار عددی تعادل حرارتی ماهانه در ساختمان با راهکار اقلیمی (نگارنده)

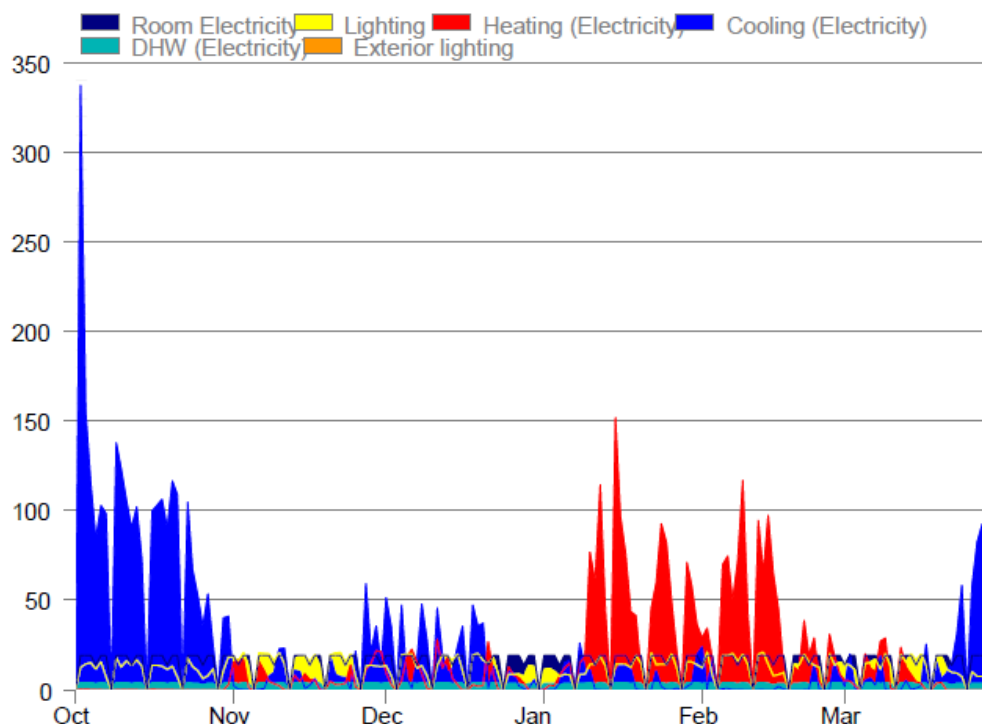
تهویه خارجی	نفوذ هوای خارجی	کف های خارجی	پشت بام	دیوار های داخلی	طبقه همکف	کف های داخلی	سقف های داخلی	دیوار های خارجی	بازشوها
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
۲۳۵۳	۲۲۲	-۷۰۲	-۱۱۹۶۲	۷۴	-۶۹۸۱	۲۷۱	۸۱	-۹۹۰	-۴۷۹۴
-۱۶۵۲۱	-۶۶۸۷	-۳۲۱	-۳۹۴۸۹	۷۸	-۶۰۲	۸۴۶۴	-۸۰۸۳	-۱۲۰۲۷	-۴۷۲۱
-۱۹۳۳۴	-۸۰۷۷	-۵۹۴	-۴۷۹۹۱	۸۴	۸۳۸	۹۳۷۰	-۹۰۲۵	-۱۵۴۷۵	-۷۷۷۰
-۴۰۸۳۰	-۱۶۸۱۱	-۱۲۰۸	-۶۷۳۱۰	-۱۲۰	۳۴۹۰	۱۱۵۴۴	-۱۲۱۲۲	-۳۱۳۳۵	-۱۱۶۶۷
-۲۸۹۷۱	-۱۱۹۵۳	-۷۱۴	-۵۱۵۰۲	-۴۳	۲۶۸۰	۱۰۵۶۳	-۱۰۷۰۳	-۲۳۰۹۱	-۶۹۹۹
-۱۳۵۵۹	-۵۶۴۰	-۸۶۸	-۲۵۲۵۶	-۱۷۶	-۳۱۴۳	۴۱۲۱	-۴۷۷۱	-۱۲۲۸۹	-۵۸۲۳

تحلیل های تعادل حرارتی در هر دو ساختمان بیانگر کاهش اتلاف انرژی در ساختمان خالص صفر انرژی است. و نتایج خوبی در طراحی ساختمان بهینه شده کسب شده است.

۵-۴- تفکیک سوختی



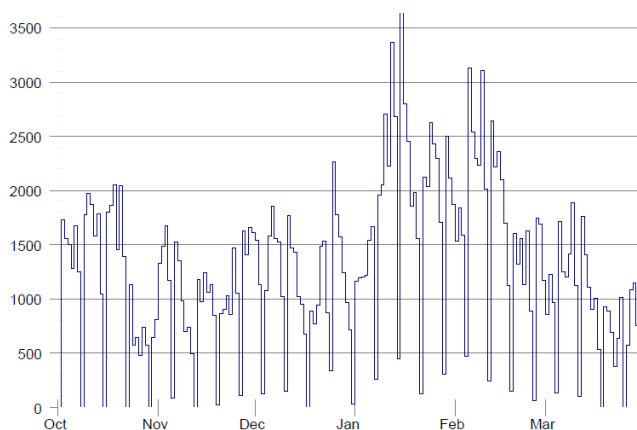
شکل ۵-۳- تفکیک منابع سوختی در ساختمان بدون راهکارهای اقلیمی در فصل سرد (نگارنده)



شکل ۵-۴- تفکیک منابع سوختی در ساختمان خالص صفر انرژی در فصل سرد (نگارنده)

تحلیل نتایج بار سوختی در شبیه سازی ساختمان نشان از صرفه جویی در تمام بخش های مصرفی انرژی ساختمان است. بیشترین بخش مصرف انرژی در گرمایش و روشنایی ساختمان خلاصه می شود. پس در ساختمان خالص صفر انرژی کاهش تا ۶۸۰ مگاوات در سال برای گرمایش و ۵۳ مگاوات در سال برای روشنایی داریم.

۵-۵- تولید دی اکسید کربن



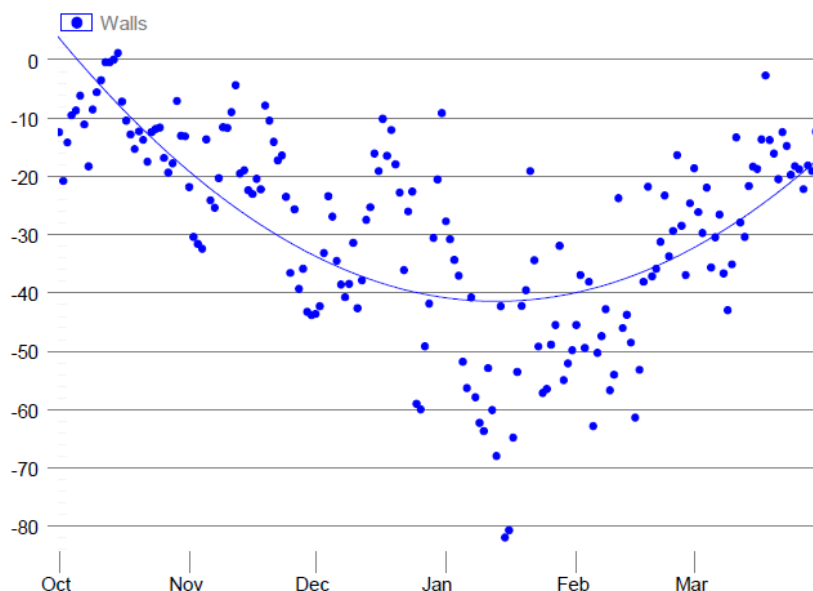
انرژی های استفاده شده در ساختمان بدون راهکارهای کاهش مصرف انرژی، که نیاز مصرف انرژی شان با انرژی های تجدید ناپذیر تامین می شود، تولید دی اکسید کربن غیر قابل انتظار خواهد بود. در ساختمان خالص انرژی صفر تولید انرژی از منابع تجدید پذیر ممکن می شود، و میزان تولید دی اکسید کربن نزدیک به صفر خواهد بود.

شکل ۵-۵- تولید روزانه دی اکسید کربن در ساختمان بدون شرایط غیر فعال (نگارنده)

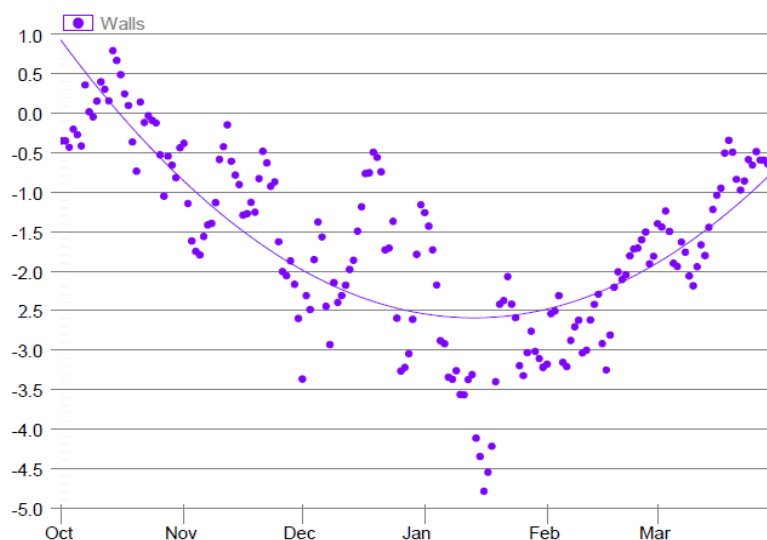
۵-۶- عملکرد حرارتی دیوار های خارجی

مصلحتی که دارای جرم حرارتی زیاد هستند، هنگامی که در معرض حرارت قرار می گیرند، می توانند حرارت بیشتری در قیاس آنها با سایر مصالح در خود ذخیره کنند. (Page & Gregory , Moghtaderi , Sugo ۲۰۰۸). همچنین

هنگامی که منبع حرارت حذف شود، گرمای ذخیره در خود را با سرعت کمتری آزاد می کنند. در روزهای زمستان، مصالح باجرم حرارتی بالا، انرژی حرارتی حاصل از تابش خورشید را که از طریق بازشوها وارد فضای داخل گردیده و محبوس شده است در خود ذخیره کرده و سپس عصر هنگامی که خورشید غروب کرده و منبع حرارت حذف گردیده است و نیاز به گرما در فضای داخلی بیشتر است، دوباره به آهستگی این حرارت را به فضای داخل باز پس می دهند. این امر موجب کاهش بار گرمایشی ساختمان می گردد. (Balaras, ۱۹۹۶)



شکل ۵-۶- جذب حرارتی دیوار در ساختمان بدون راهکارهای اقلیمی در فصل سرد (نگارنده)



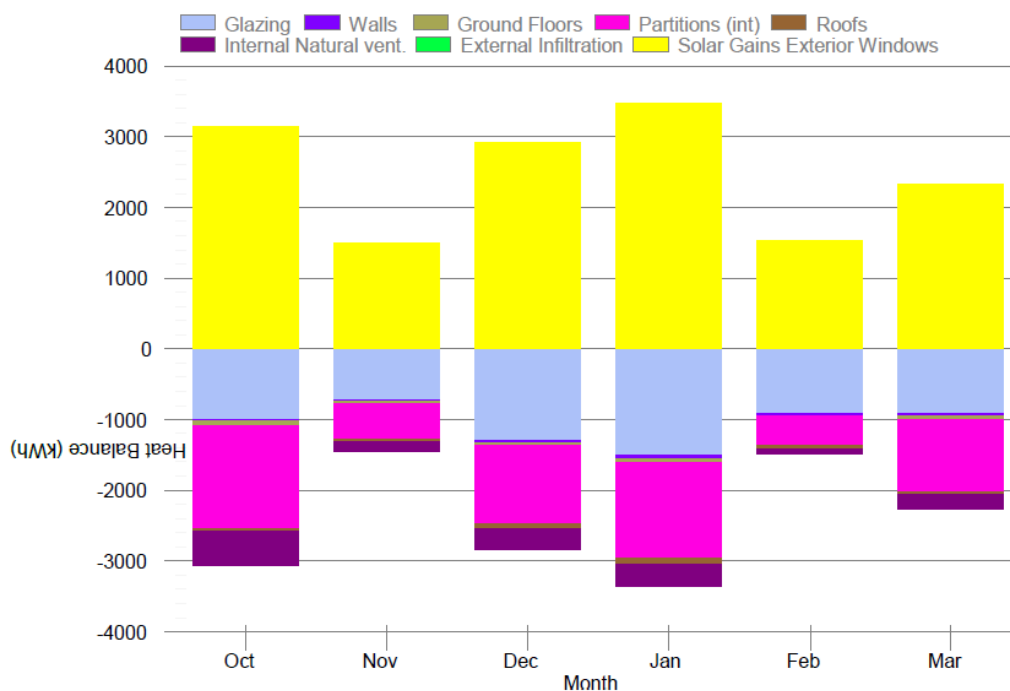
شکل ۵-۷- جذب حرارتی دیوار در ساختمان با راهکارهای اقلیمی در فصل سرد (نگارنده)

۵-۷- شبیه سازی گلخانه خورشیدی

یک سیستم گلخانه خورشیدی در جنوب ساختمان استفاده شده است که انرژی خورشیدی را به صورت مستقیم جذب کرده و آن را در دیواره های خود، به منظور انتقال به فضاهای مجاور جذب و ذخیره می نماید. مصالح استفاده شده در این گلخانه عبارتند از: در دیوارهای خارجی، دیوارهای دوجداره بلوک سفالی با 50 mm عایق پلی استایرن در لایه میانی، 10 mm نمای سیمانی در نمای رو به خارج و 15 mm اندود گچ در داخل می باشند. دیوار داخلی، بلوک سفالی با اندود گچ می باشد. کف و سقف از بتن مسلح هستند (جدول ۱-۵). برای رویه داخلی و خارجی دیوار، رنگ مات روشن، با گسیلندگی برابر 0.95 در نظر گرفته شده است. پنجره های گلخانه خورشیدی، در مدل هایی که دارای این فضا هستند، با یک لایه شیشه 6 mm در نظر گرفته شده است.

جدول ۵-۳- مشخصات مصالح بکار رفته (نگارنده)

مصالح	ضخامت [m]	ضریب هدایت حرارت (k) [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	ظرفیت گرمایی ویژه [J/kg.K]
بلوک سفالی	0.10	0.53	1850	0.84
اندود سیمان	0.01	1.00	1800	1000
اندود گچ	0.015	0.57	1300	1000
عایق پلی استایرن	0.05	0.04	26/5	1450
بتن مسلح	0.15	2/3	2300	1000



شکل ۵-۸- تعادل حرارتی ماهانه فضای گلخانه خورشیدی (نگارنده)

۵-۸- تعیین توان

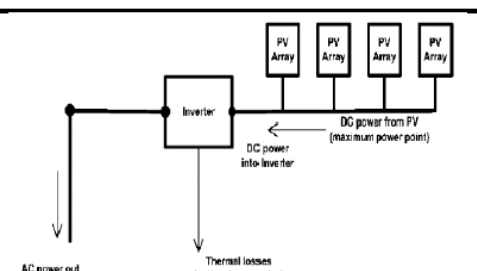
جدول ۵-۴- مقدار تعادل حرارتی ماهانه فضای گلخانه خورشیدی (نگارنده)

جذب خورشیدی از شیشه	نفوذ هوای خارجی	تهویه طبیعی داخلی	پشت بام	گلخانه	طبقه همکف	دیوارها	بازشوها
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
۳۱۵۱/۴۱	-۰,۲۰	-۴۷۶,۶	-۵۰,۵	-۱۴۵۵,۱	-۶۳,۹	-۲۲,۴	-۹۹۶,۹
۱۴۹۶/۱۸	-۰,۲۲	-۱۳۵,۷	-۴۳,۳	-۵۰۲,۶	-۳۰,۴	-۲۴,۹	-۷۱۷,۰
۲۹۱۷/۶۶	-۰,۴۱	-۲۹۶,۰	-۷۳,۷	-۱۱۰۰,۳	-۳۹,۵	-۳۷,۲	-۱۲۹۴,۷
۳۴۶۴/۳۲	-۰,۶۰	-۳۲۳,۰	-۸۰,۰	-۱۳۵۹,۰	-۴۵,۱	-۵۴,۸	-۱۵۰۵,۸
۱۵۳۰/۱۰	-۰,۳۳	-۷۳,۴	-۴۷,۷	-۴۱۸,۵	-۱۰,۱	-۳۲,۱	-۹۰۹,۰
۲۳۴۰/۵۹	-۰,۲۵	-۲۱۰,۰	-۴۶,۱	-۱۰۰۸,۹	-۵۷,۰	-۳۴,۹	-۹۱۷,۱

سیستم فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان

توان یک سیستم فتوولتائیک، به اندازه حداکثر بازده جریان مستقیم (دی سی) سیستم خورشیدی به کیلو وات معین شده است؛ بنابراین، یک سیستم ۲ کیلو وات هنگامی که کاملاً در معرض پرتوهای خورشید قرار گیرد، ۲۰۰۰ وات الکتریسیته دی سی تولید می کند، سپس این جریان مستقیم از طریق یک مبدل به جریان متناوب (ای سی) قابل استفاده تبدیل می شود و خروجی آن به ۱/۷ کیلو وات کاهش می یابد.

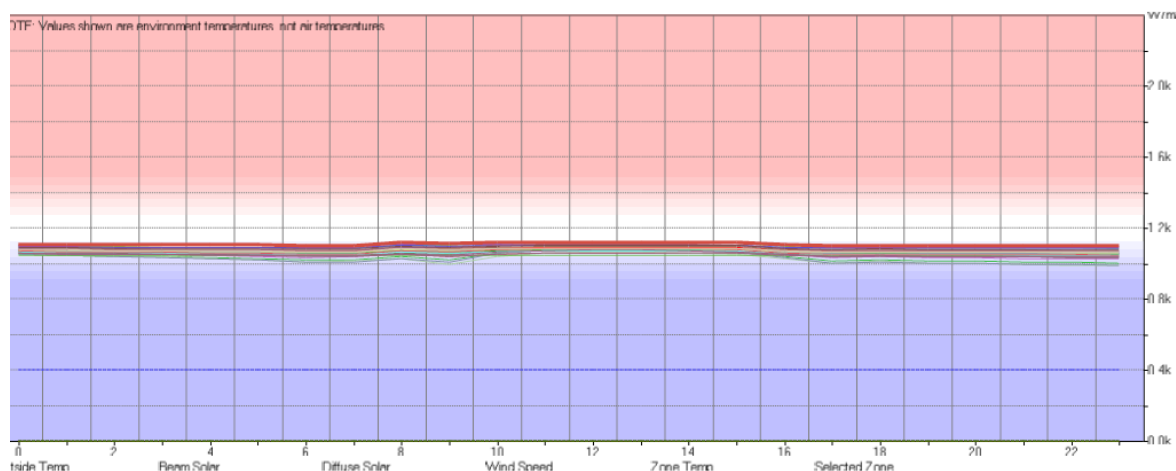
جدول ۵-۵- مشخصات صفحات فتوولتائیک شبیه سازی شده (نگارنده)

Photovoltaic	نوع عملکرد		ساده
	مدل عملکرد		بهره وری برنامه ریزی شده ^۱
	حالت انتقال حرارت یکپارچه ^۲		جدا ^۳
	سطح استفاده		پشت بام
DC with Inverter	برنامه عملیاتی ^۴		
	نوع باس الکتریکی ^۶		
	مبدل ^۷		
	مبدل ^۸		
	Base Load ^۵	جریان مستقیم با مبدل ^۷	ساده

با مشخصات صفحات فتوولتائیک جدول بالا، شبیه سازی شده، نیروی تولیدی از این صفحات با مساحت ۱۰۴۳/۴ مترمربع در طول سال ۱۹۶۷۸۰/۷۹ کیلو وات تولید برق می شود.

۵-۹- تعیین نمودار تغییرات دمایی با استفاده از تهویه صورت گرفته توسط بادگیر

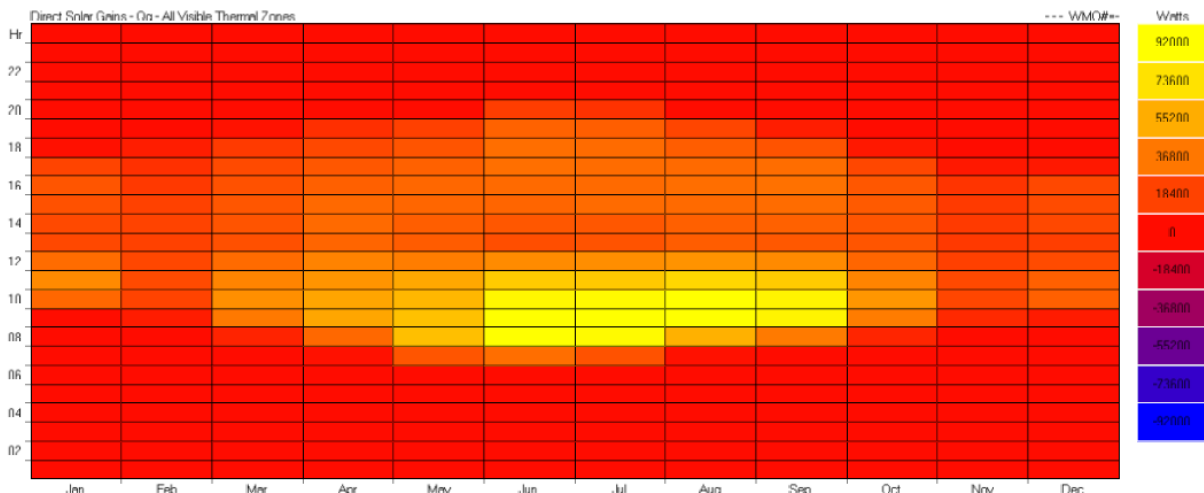
این نمودار، تغییرات دمای حوزه های حرارتی تعریف شده در طول ۲۴ ساعت و برای تمام روزهای سال را نمایش می دهد. همچنین نمایش قابل مقایسه ای از تغییرات دمای حوزه های حرارتی و دمای بیرون، در کنار میزان تابش خورشیدی و سرعت باد جهت تحلیل عوامل موثر را ارائه می دهد.



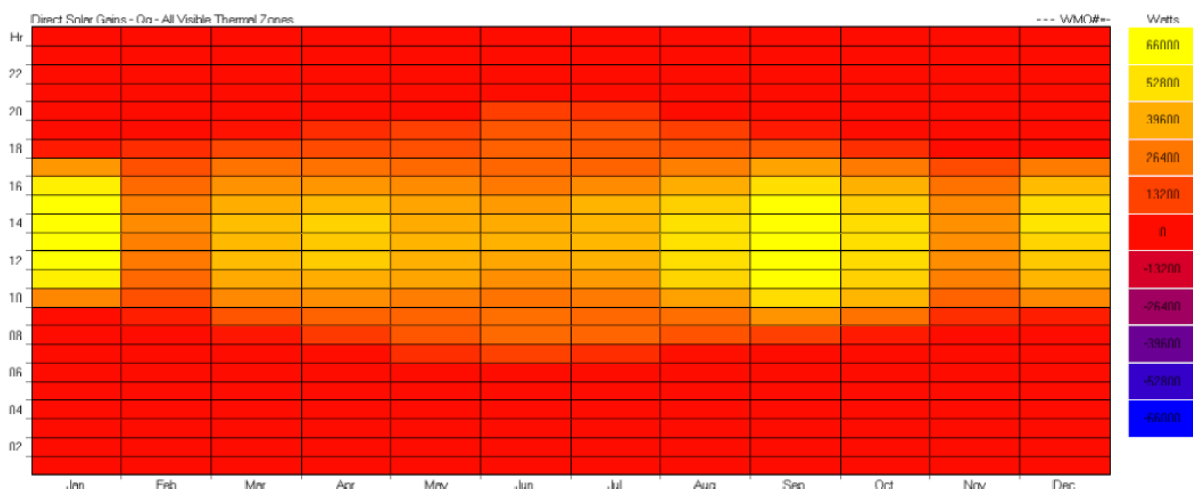
شکل ۵-۹- دمای آسایش ماهانه ساختمان خالص انرژی صفر (نگارنده)

۵-۱۰- نمودار جذب خورشیدی

این قابلیت بر حرارت ناشی از جذب مستقیم خورشیدی ناشی از سطوح شفاف و برخورد با سطوح داخلی و بازتابش حرارتی آنها، اشاره دارد.



شکل ۵-۱۰- جذب خورشیدی مستقیم در ساختمان بدون راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)



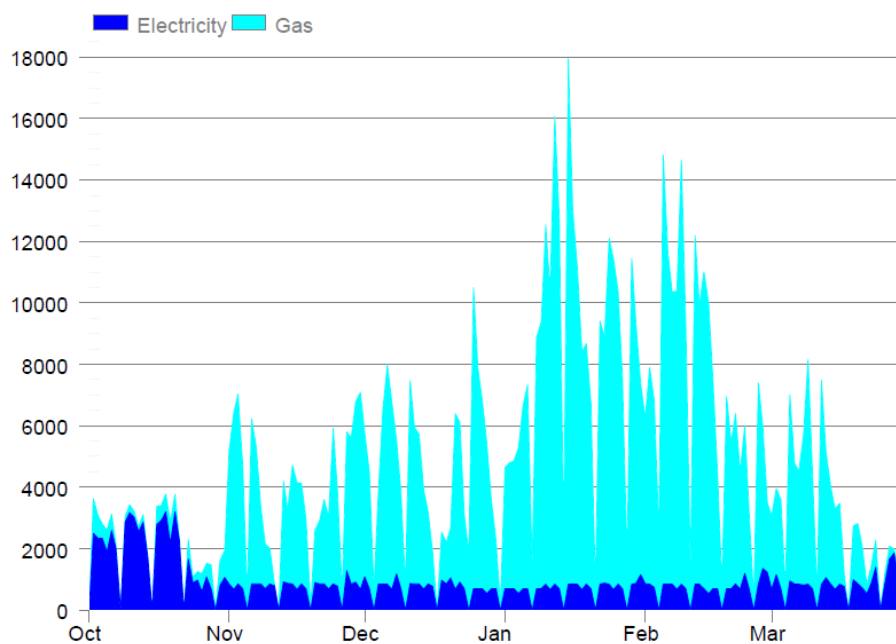
شکل ۵-۱۱- جذب خورشیدی مستقیم در ساختمان با راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)

نمودار جذب خورشیدی در ساختمان خالص انرژی صفر به میزان قابل توجهی نسبت به نمودار اولیه تغییر کرد. یعنی ساختمان در ماه های سرد به سرعت و به میزان قابل توجهی انرژی خورشید را به میزان قابل توجهی جذب کرده و دمای آن بالا رفته است. جهت گیری و کشیدگی بیشتر تاثیر را در تغییر نمودار به حالت مناسب داشته است.

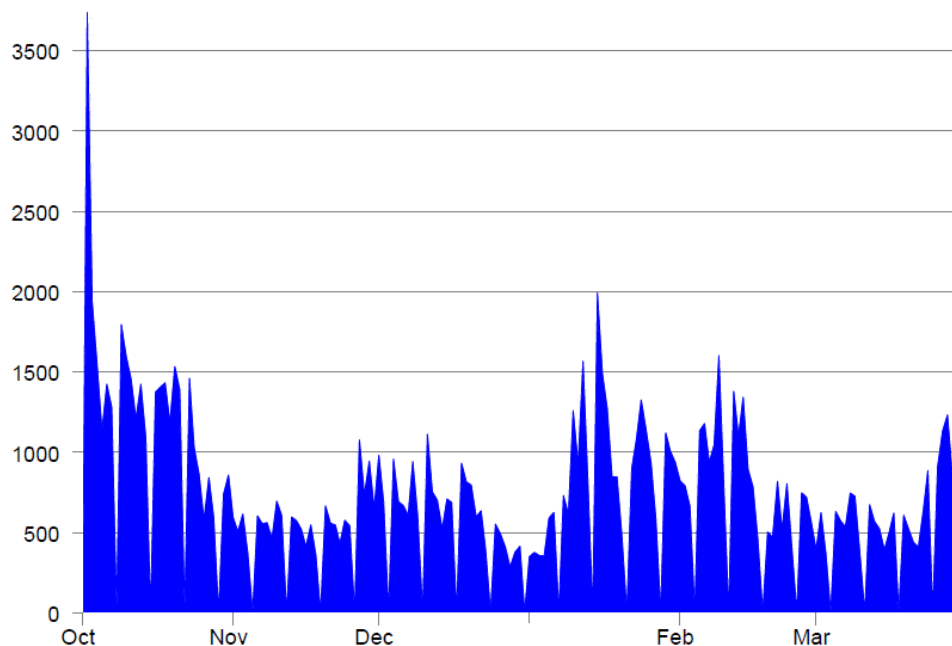
۵-۱۱- مجموع انرژی مصرفی

انرژی مصرفی در ساختمان خالص صفر انرژی از طریق منابع تجدیدپذیر (انرژی خورشیدی، باد و غیره) تامین می شود، در حالی که در ساختمان بدون طراحی اقلیمی این امر با گاز طبیعی، نفت، غیره و برق دریافتی از شبکه شهری صورت

می گیرد. با انجام طراحی اصول ساختمان خالص انرژی صفر، در مصرف انرژی، صرفه جویی قابل تاملی صورت گرفته است که نشان از نتیجه مثبت طراحی ساختمان خالص صفر انرژی اداره گاز دارد.



شکل ۵-۱۲- نیاز انرژی ساختمان بدون راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)



شکل ۵-۱۳- نیاز انرژی ساختمان با راهکار کاهش مصرف انرژی (نگارنده)

جدول ۵-۶- مقدار عددی نیاز انرژی ساختمان بدون راهکار (نگارنده)

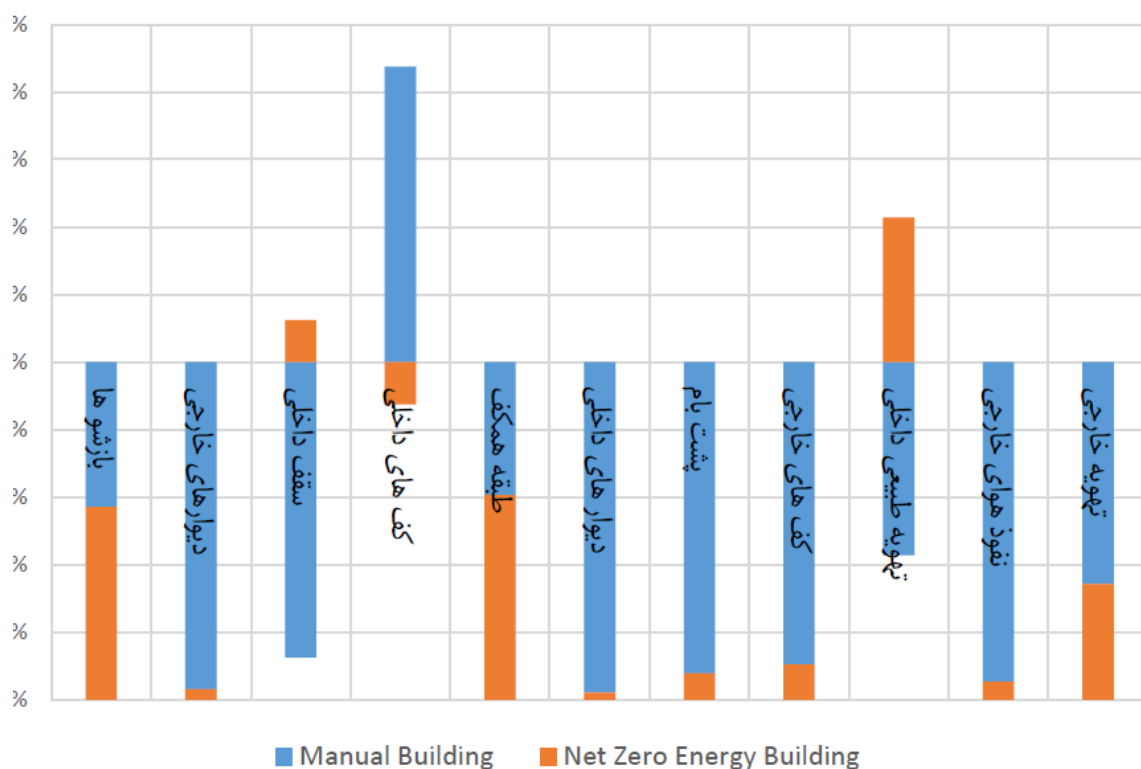
Fuel Totals - Final Project, M.S. in Architecture_thesis, NET Zero EnergyPlus Output	
1 Oct - 31 Mar, Annual Year	
Electricity (MWh)	165.01
Gas (MWh)	711.01

جدول ۵-۷- مقدار عددی نیاز انرژی ساختمان با راهکار (نگارنده)

Fuel Totals - Final Project, M.S. in Architecture_thesis, NET Zero Energy	
EnergyPlus Output	
1 Oct - 31 Mar, Annual Year	
Electricity (MWh)	130.52

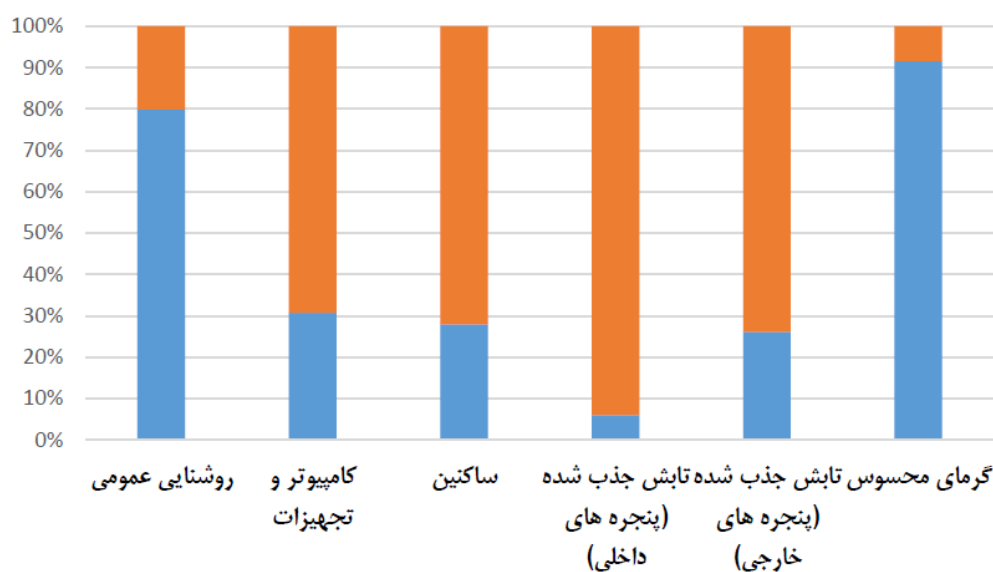
۵-۱۲- نتیجه گیری

کلیه مراحل طراحی را می توان در سه مرحله خلاصه کرد نخست، بررسی شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر، دوم، بکارگیری روش های موثر برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان و استفاده از سیستمها و تجهیزات با مصرف بهینه انرژی و سوم، تامین کل یا بخش اعظم انرژی مورد نیاز مصرفی ساکنان توسط منابع انرژی های تجدیدپذیر (از طریق باد و صفحات فتوولتایک) کاهش اتلاف انرژی در همه بخش های مختلف ساختمان با درصد بالا، اولین مرحله کاهش انرژی است. عمده ترین کاهش اتلاف انرژی در دیوار های خارجی، پشت بام، دیوارهای داخلی و نفوذ هوای خارجی با درصد ۹۰ و بالاتر انجام شده است.



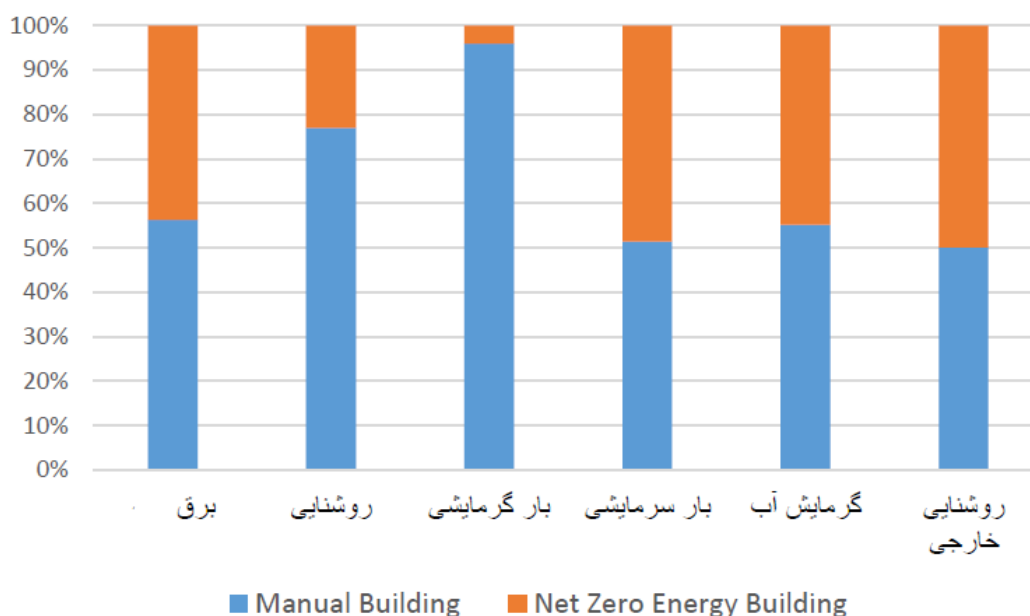
شکل ۵-۱۴- تفکیک ائتلاف انرژی در دو ساختمان (نگارنده)

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. جذب‌های غیرفعال ساختمان هرچه مقدارشان بیشتر باشد نیاز ساختمان را از انرژی‌های دیگر بی‌نیاز خواهند کرد. در ساختمان انرژی صفر طراحی شده، با استفاده از راهکارهای اقلیمی تقریباً ۳۰ به ۷۰ درصد انرژی غیرفعال نسبت به ساختمان غیر اقلیمی، کسب انرژی شده است.



شکل ۵-۱۵- جذب انرژی ها غیرفعال در دو ساختمان (نگارنده)

مرحله بعدی برای طراحی ساختمان انرژی صفر، کاهش در مصرف انرژی است. در ساختمان های بدون راهکارهای اقلیمی، بیشتر مصرف انرژی صرف گرمایش ساختمان (حدود ۸۶ درصد) صرف می شود، در حالی که در ساختمان طراحی شده، بار گرمایشی ساختمان ۹۰ درصد کاهش یافته است.



شکل ۵-۱۶- تفکیک بارهای انرژی در دو ساختمان (نگارنده)

در گام سوم جهت تعادل سازی مصرف و تولید انرژی، از مدول های PV به مساحت انرژی مصرفی در خود سایت انرژی برقی تولید شد. در ساختمان خالص انرژی صفر تولید انرژی برابر با مصرف انرژی در طول سال باشد.

در نهایت با مقایسه نتایج بدست آمده توجه به نکات زیر ضروری است:

- انتخاب مصالح با کمترین انتقال حرارتی و بیشترین مقاومت حرارتی
- بکارگیری سامانه دیوار دو پوسته در جداره جنوبی جهت جذب تابش خورشید و در جداره شمالی در جهت کاهش بار گرمایشی
- استفاده از گلخانه خورشیدی در ضلع جنوب ساختمان
- استفاده از سایه بان های عمودی و افقی برای کاهش بار سرمایشی در تابستان
- لزوم توجه به شرایط آب و هوایی و اقلیم هر منطقه برای رسیدن به فرم مطلوب معماری ساختمان
- لزوم استفاده از پوشش گیاهی از نوع درختان خزان پذیر در نمای جنوبی و درختان همیشه سبز در نمای شرقی و غربی ساختمان برای استفاده حداکثر از انرژی خورشیدی
- امکان تعادل سازی مصرف و تولید انرژی در خود سایت

مراجع

مراجع

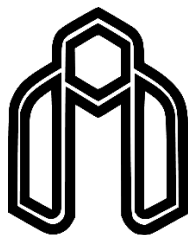
- ۱- غیایی، محمد مهدی، مهدوی نیا، مجتبی، طاهباز، منصوره، مفیدی شمیرانی، سید مجید. روش شناسی گزینش نرم افزارهای کاربردی شبیه سازی انرژی در حوزه معماری. هویت شهر، شماره سیزدهم / سال هفتم / بهار ۱۳۹۲ ص ۴۵-۵۵
- ۲- خرمی، محمد، معاونی، سهیلا، مشکوه رضوی، حسام الدین. ضرورت اجرای ساختمان های سبز در ایران و مقایسه آن با ساختمان های معمول امروزی، همایش ملی معماری و شهر سازی ایرانی - اسلامی، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران، سال ۱۳۹۱
- ۳- عباسی، فاطمه. توسعه پایدار و لزوم توجه به کاهش مصرف انرژی در آینده معماری، انجمن مفاخر معماری ایران، <http://ammi.ir>
- ۴- شرکت مدیریت مهندسی و فناوری میر (با مشارکت مهندسين مشاور مונکو ایران)، کاهش مصرف انرژی ساختمان به روش بهینه سازی پارامتریک در فاز طراحی معماری، بهار ۱۳۹۴، www.mir.co.ir
- ۵- نصر الهی، فرشاد. ضوابط معماری و شهر سازی کاهش دهنده مصرف انرژی ساختمان ها. نشست کمیته ملی انرژی ایران. ۱۷ اسفند ۱۳۹۰
- ۶- کریمی صفا، هادی، برادران رحیمی، اصغر. بررسی ساختمان های با مصرف انرژی صفر. دومین کنفرانس و نمایشگاه مدیریت و بهینه سازی انرژی. ۲۰ و ۲۱ دی ماه ۱۳۹۰. پژوهشگاه نیرو
- ۷- نوری مکرم، امیر. بهینه سازی مصرف انرژی و پیشنهاد چند راهکار برای صرفه جویی انرژی در ساختمان، دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی، اصفهان، سازمان بهره وری انرژی ایران، ۱۳۹۲.
- ۸- ذاکری، محمد، هادی، گرجی، مفید. حسین زاده، مرتضی. امکان سنجی یک ساختمان صفر انرژی در اقلیم مازندران. چهارمین کنفرانس بین المللی رویکرد های نوین در نگهداشت انرژی.
- ۹- نقد علیزاده، شقایق. هیبتي، سيد محمد رضا. بررسی امکان پذیری طراحی ساختمان با مصرف انرژی خالص صفر در ایران (با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر). مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس ملی انرژیهای تجدیدپذیر، پاک و کارآمد. ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش های صدا و سیما
- ۱۰- شول، مزده، موحدی، حسین، مینویی، شهرام. بررسی نقش استفاده از انرژی های نو در کاهش آلودگی حاصل از سوخت های فسیلی، ماهنامه فنی تخصصی دانش نما، سال بیست و پنجم، دوره سوم، شماره پیاپی ۲۵۸ - ۲۵۷، بهمن ۹۵
- ۱۱- عابدی، افشین، بیت اللهی، فرزاد. کاربرد انرژی خورشیدی در ساختمان ها، ماهنامه فنی تخصصی دانش نما، سال بیست و پنجم، دوره سوم، شماره پیاپی ۲۵۸ - ۲۵۷، بهمن ۹۵

- ۱۲- مظفری، ترشیزی، حسین، تقی زاده محمد، راهکارهای بهینه سازی مصرف سوخت، پژوهش های علمی و فنی در زمینه فضاهاى آموزشى و پرورشى، جهاد دانشگاهى واحد دانشگاه تهران، تابستان ۱۳۸۷
- ۱۳- اربابیان، همایون. بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان با توجه به معماری ساختمان، دانشکده معماری، دانشگاه علم و صنعت ایران-سومین همایش ملی انرژی (۱۳۸۰)
- ۱۴- خواجه مبارکه علی، ذوالفقاری امین، قربانی رامین. ارائه یک روش به منظور بهبود عملکرد بادگیر اولین ساختمان انرژی صفر ایران-۱۳۸۰
- ۱۵- کسمایی، مرتضی، "اقلیم و معماری"، نشر خاک، تهران، ۱۳۹۲
- ۱۶- قیابکلو. زهرا، مبانی فیزیک ساختمان ۵ (نور روز)؛ جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر، تهران
- ۱۷- دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، معاونت امور برق و انرژی، "تراز نامه انرژی ۱۳۹۱"، تهران
- ۱۸- احمدپور، امین، (۱۳۹۳)، معرفی انواع انرژی های تجدید پذیر و بررسی مزایای استفاده از آن، ششمین کنفرانس انرژیهای تجدیدپذیر، پاک و کارآمد، تهران، صص ۱۷.
- ۱۹- ریاحی، جواد، تقی پور، شهاب، جهانگیری، مهدی، (۱۳۹۴)، ساختمان های صفر انرژی مولفه ها و راه کارهای رسیدن به آن، کنفرانس بین المللی و دستاوردهای نوین در مهندسی عمران، معماری، محیط زیست و مدیریت شهری، تهران، صص ۹
- ۲۰- غیائی، مهدی، مهدوی نیا، مجتبی، طاهباز، منصوره، مفیدی، مجید. (۱۳۹۲). روش شناسی گزینش نرم افزارهای کاربردی شبیه ساز انرژی در حوزه معماری. هویت شهر، شماره سیزدهم، سال هفتم، صص ۴۶.
- [1] Hensen, J., Technische Universiteit Eindhoven, Class Lectures: Quality of Building Performance Simulation Predictions - Quality Assurance (2004)
- [2] Energy Design Resources, Building Simulation, Southern California Edison USA, 2000, www.energydesignresources.com. (2008).
- [3] Madhu Sudan, G.N.Tiwari, I.M.A1-Helal, " A daylight factor model under clear sky conditions for building An experimental validation", Solar Energy 115,379-389. (2015).
- [4] Francis Miguët, Dominique Groleau, " A daylight simulation tool for urban and architectural spaces application to transmitted direct and diffuse light through glazing". Building and Environment 37,833 - 843, (2002).
- [5] A. Tsangrassoulis, M. Santamouris, " A method to estimate the daylight efficiency of round skylights", Energy and Buildings 32,41-45, (2000).
- [6] Danny H.W. Li, Ernest K.W. Tsang, " An analysis of daylighting performance for office buildings in Hong Kong", Building and Environment 43 ,1446-1458, (2008).
- [7] Jiangtao Du, Steve Sharples, " Analysing the impact of reflectance distributions and well geometries on vertical surface daylight levels in atria for overcast skies", Building and Environment 45,1733-1745, (2010)

Abstract:

The balance of the total energy consumption and energy production (renewable) in zero-energy building is main design parameters in these buildings. With reduction of energy consumption, energy production will also lower. Mashhad Regional Gas Authority building as net zero-energy building with climate and environmental potential is capable to convert into the urban pattern. This research in relation with the subject based on field studies and collecting meteorological data region, climate, natural resources and energy potential available in Mashhad in the form of separation criteria, patterns, and relationships between variables classified factors available in using Excel software to be considered for the future. so, based on experimental and laboratory ways, according to data collected to examine how the exchange of energy between the outer and inner effective walls, energy balance and production, direct solar energy (passive), optimal orientation building, and all environmental and climatic factors in the reduction of energy in the same situation Sarien city with using energy software (DesignBuilder, Energy Plus, and Autodesk Ecotect Analysis) is simulated and evaluated. At the design stage, in line of following principles of sustainable architecture and energy efficiency to achieve zero energy building characteristics in following the research results obtained, we start design. To ensure for get confidence of design, building designed also will be evaluated in mentioned software. In the simulation results, the significant reduction of energy with saving solutions done and energy production and consumption balance gained at the end.

Keywords: Zero energy, Regional Gas Authority, architectural balance, renewable energy



دانشگاه صنعتی شاهرود

Shahrood University
Of Technology

Faculty of Architectural Engineering and Urbanism
M.Sc.Thesis in Architectural Engineering

Regional Gas office building design in Mashhad
(Approach net zero energy)

By: Narges Nazari

Supervisor:
Dr. Masoud Taheri

September - 2019