



مؤسسه آموزش عالی غیر دولتی غیر انتفاعی انرژی

طراحی برج اداری با استفاده از سیستم های خنک کننده خورشیدی و سیستم توزیع دمای منطقه ای

پایان نامه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی معماری گرایش انرژی

نام دانشجو
محمد هادی سلیمانی

استاد راهنما:
دکتر مجتبی میرزایی

استاد مشاور:
دکتر صادق خاجی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب محمد هادی سلیمانی به شماره دانشجویی ۳۰۷۰ دانشجوی رشته معماری انرژی مقطع تحصیلیکارشناسی ارشد تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه/رساله حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض درخصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذیصلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط

استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضا:

تقدیم به:

چهار رکن مقدس زندگانیم

پدر، مادر، همسر و دختر عزیزم

که عاشقانه مرا در این مسیر یاری نموده و وجود مقدسشان همواره امید بخش

ادامه طریق، برایم بوده و هست...

اساتید گرامی

جناب آقای دکتر مجتبی میرزایی

جناب آقای دکتر صادق خاجی

با احترام و به پاس تمام رهنمود های ثمر بخش و راهگشایان کمال
تشکر و قدردانی را دارم و از درگاه حضرت باری تعالی برایتان
سلامتی، شادکامی و توان مضاعف در انتقال مفاهیم علمی و
معرفتی گوهر وجودتان به تمام کاوش گران عرصه دانش را
آرزومندم.

چکیده

امروزه به دلایل مختلفی از جمله کاهش منابع سوخت های فسیلی و اثرات نامطلوب آنها بر روی محیط زیست، کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمانف از اولویت های طراحی ساختمان می باشد. به همین منظور در پژوهش پیش رو برخی سیستم های فعال و غیر فعال موثر بر مصرف انرژی در ساختمان (از جمله سیستم چیلر های جذبی، سیستم توزیع دمای منطقه ای سقف سرد، سازه هایی همچون مشربیه و اینفلکتور پنل) در اقلیم های گرم و خشک مشابه شهر سمنان مورد بررسی قرار گرفت. برای این پژوهش ابتدا ساختمان در بخش طراحی معماری مورد کاوش قرار گرفت و تلاش گردید یک طرح بهینه معماری که حاوی برخی از سیستم های غیر فعال ایجاد کننده شرایط پایداری در آن می باشد را ترسیم نمود. سپس به طراحی سیستم های فعال روزآمد در بخش سیستم های تهویه مطبوع ساختمان پرداخته شد و نهایتاً با ترکیب کردن این عوامل، ساختمان مذکور در نرم افزار شبیه سازی انرژی، مدلسازی گردید که به دنبال آن برای اینکه بتوان نتایج بدست آمده را قضاوت نمود یک ساختمان با همان طراحی معماری و مواد و مصالح، منتها بدون سه عامل چیلر جذبی، سیستم سقف سرد و اینفلکتور پنل بصورت مضاعف در نرم افزار های شبیه سازی انرژی ایجاد گردید. سپس نتایج حاصله در بخش های: مصرف انرژی در قسمت های اصلی مصرف کننده انرژی ساختمان، مصرف سوخت در ساختمان و میزان تولید CO₂ مورد مقایسه قرار گرفت که در تمامی این بخش ها، ساختمان اصلی بهبود معنادار عملکرد را نسبت به ساختمان مورد مقایسه نشان داد. این نتایج از آن جهت حائز اهمیت است که در حال حاضر به علت نرخ پایین قیمت حامل های انرژی در منطقه خاورمیانه و علی الخصوص ایران، روش های پرهزینه کاهش مصرف سوخت با سیستم های فعال، چندان طرفدار ندارد اما در ترکیب این سیستم ها با سیستم های غیر فعال، نیاز به سیستم های پویا کاهش یافته نهایتاً باعث کاهش هزینه اولیه خرید و نصب و راه اندازی این سیستم ها میشود و این امر ممکن است سازندگان را به استفاده از این سیستم ها در صنعت ساختمان بیش از پیش، ترغیب نماید.

واژه های کلیدی: سیستم سرمایش خورشیدی، سیستم توزیع دمای منطقه ای، گرمایش تشعشی، برج اداری، اینفلکتور پنل

فهرست مندرجات

فصل اول (بیان مساله).....	۱۶
۱-۱- مقدمه.....	۱۶
۱-۲- فرضیات:.....	۱۸
۱-۳- اهداف:.....	۱۹
۱-۴- روش پژوهش و مراحل انجام پایاننامه:.....	۱۹
فصل دوم : رویکرد های طراحی پروژه.....	۲۰
۲-۱- مقدمه.....	۲۰
۲-۲- سرمایه‌ش از طریق تهویه.....	۲۱
۲-۳- سرمایه‌ش تبخیری.....	۲۱
۲-۴- سرمایه‌ش تابشی.....	۲۱
۲-۵- سرمایه‌ش با اثر جرم.....	۲۲
۲-۶- سرمایه‌ش از طریق رطوبت زدایی.....	۲۲
۲-۷- روش های کاهش وابستگی به انرژی حاصل از سوخت های فسیلی.....	۲۳
۲-۷-۱- سیستم بار (Barra system):.....	۲۴
۲-۷-۲- سولیل بریز (Brise soleil):.....	۲۴
۲-۷-۳- سقف خنک و سقف سبز (Cool roof and green roof):.....	۲۴
۲-۷-۴- نور روز (Daylighting):.....	۲۴
۲-۷-۵- خانه دو پوشش (Double envelope house):.....	۲۵
۲-۷-۶- پناهگاه زمین (Earth sheltering):.....	۲۵
۲-۷-۷- خانه انرژی پلاس (Energy plus house):.....	۲۵
۲-۷-۸- روشنایی فلورسنت ، لامپ فلورسنت کم مصرف و روشنایی LED :.....	۲۶
۲-۷-۹- خانه کم مصرف (Low-energy house):.....	۲۶
۲-۷-۱۰- استفاده از انرژی خورشیدی غیر فعال (Passive solar):.....	۲۶
۲-۷-۱۱- انرژی خورشیدی (Solar energy):.....	۲۶
۲-۷-۱۲- سوپر عایق (Super insulation):.....	۲۶
۲-۷-۱۳- معماری پایدار (Sustainable architecture):.....	۲۷
۲-۷-۱۴- پایداری (Sustainability):.....	۲۷
۲-۷-۱۵- ساختمان انرژی صفر (Zero energy building):.....	۲۷
۲-۸- تشریح ساختمان سبز.....	۲۸
۲-۹- رتبه بندی ساختمان ها در استاندارد لید.....	۲۸
۲-۱۰- نمونه ساختمان های دارای استاندارد لید.....	۲۹
۲-۱۰-۱- برج هرست (Hearst Tower).....	۲۹

۲۹	..... ۱-۱-۱۰-۲ مصرف انرژی برج هرست
۳۱	..... ۲-۱-۱۰-۲ ویژگی و شاخص های آسمان خراش هرست
۳۱	..... ۲-۱۰-۲ برج شانگهای
۳۲	..... ۱-۲-۱۰-۲ طرح
۳۲	..... ۲-۲-۱۰-۲ پایداری
۳۴	..... ۳-۱۰-۲ برج های دوقلوی البحر
۳۴	..... ۱-۳-۱۰-۲ محل
۳۴	..... ۲-۳-۱۰-۲ طراحی مفهومی
۳۵	..... ۳-۳-۱۰-۲ شرح
۳۵	..... ۴-۳-۱۰-۲ صفحات سایه انداز
۳۶	..... ۵-۳-۱۰-۲ برجها
۳۶	..... ۶-۳-۱۰-۲ فضاها
۳۷	..... ۷-۳-۱۰-۲ ساختار
۳۸	..... ۸-۳-۱۰-۲ پنل های خورشیدی
۳۹	..... ۲-۱۰-۳-۹ سلولهای فتوولتائیک

فصل سوم (فرایند و روش طراحی)..... ۴۱

۴۱	..... ۱-۳ مقدمه
۴۱	..... ۲-۳ معماری بیونیک (معماری طبیعت الگو):
۴۴	..... ۳-۳ انرژی تابشی خورشید:
۴۷	..... ۴-۳ انرژی باد :
۵۸	..... ۳-۵ سیستم های فعال مناسب مناطق گرم و خشک
۵۸	..... ۳-۵-۱ سیستم سقف سرد
۵۸	..... ۳-۵-۱-۱ سیستم های سقف سرد
۵۹	..... ۳-۵-۱-۲ انواع سیستم های سقف سرد
۶۰	..... ۳-۵-۱-۳ مکانیزم انتقال حرارت
۶۰	..... ۳-۵-۱-۴ مزایا و معایب سیستم های سقف سرد
۶۲	..... ۳-۵-۲ چیلر جذبی
۶۲	..... ۱-۲-۵-۳ طرز کار چیلر جذبی و اجزاء مهم تشکیل دهنده آن
۶۳	..... ۲-۲-۵-۳ لیتیوم بروماید چیست؟
۶۴	..... ۳-۲-۵-۳ انواع چیلر جذبی
۶۶	..... ۶-۳ روش ترکیب عوامل و بررسی و نتیجه گیری
۶۶	..... ۷-۳ چرا دیزان بیلدر؟ :
۶۸	..... ۳-۸ الزامات مد نظر در طراحی:

فصل چهارم (مطالعات زمینی و ترسیم طرح معماری) ۶۹

مطالعات زمینی و بررسی تاثیرات محیطی.....	۶۹
۱-۴ مقدمه:.....	۶۹
۲-۴ معرفی شهرستان سمنان.....	۶۹
۳-۴ معرفی سایت:.....	۷۵
۴-۳-۱ ابعاد و محل وقوع:.....	۷۵
۲-۳-۴ دسترسی ها:.....	۷۶
۴-۴ روند طراحی معماری.....	۷۶
۱-۴-۴ کلیات.....	۷۶
۲-۴-۴ معرفی طرح معماری.....	۷۶
۳-۴-۴ پلکان.....	۷۸
۴-۴-۴ چیدمان طبقات.....	۷۹
۵-۴-۴ اسلب ها.....	۸۱
۶-۴-۴ دو پوستگی.....	۸۲
۷-۴-۴ قاعده ساختمان.....	۸۴
۸-۴-۴ کانال های آسانسور و داکت های تاسیساتی.....	۸۵
۹-۴-۴ فضاهای امن.....	۸۷
۱۰-۴-۴ فضای تقسیم.....	۸۸
۱۱-۴-۴ تغییر قاعده ساختمان.....	۸۹
۱۲-۴-۴ رنگ بنا.....	۹۰
۱۳-۴-۴ پلان نهایی واحد های اداری.....	۹۱
۱۴-۴-۴ برش ها.....	۹۳
۱۵-۴-۴ نمای نهایی.....	۹۵
۱۶-۴-۴ جمع بندی.....	۹۷

فصل پنجم (تجزیه و تحلیل داده ها) ۹۸

۱-۵ مقدمه.....	۹۸
۲-۵ تحلیل سایت.....	۹۹
۳-۵ میزان تولید CO2.....	۱۰۱
۴-۵ شرایط آسایش.....	۱۰۲
۵-۵ عملکرد همزمان سیستم های ایستا و پویای تهویه هوا.....	۱۰۴
۶-۵ مصرف سوخت ساختمان.....	۱۰۶
۱-۶-۵ گرمایش.....	۱۰۷
۲-۶-۵ سرمایش.....	۱۰۷

۱۰۸	..... نورپردازی و روشنایی	۵-۶-۳
۱۰۸	..... مصرف برق وسایل برقی	۵-۶-۴
۱۰۸	..... آب گرم مصرفی	۵-۶-۵
۱۰۸	..... مصرف انرژی کل	۵-۷
۱۱۰	..... گرمایش ایجاد شده داخل ساختمان	۵-۸
۱۱۱	..... بار سیستم	۵-۹
۱۱۳	..... سایه اندازی ساختمان	۵-۱۰
۱۱۵	..... جمع بندی	۵-۱۱
۱۱۶	..... مقایسه شرایط آسایش ایجاد شده دو ساختمان	۵-۱۱-۱
۱۱۷	..... مقایه میزان مصرف انرژی در زیر بخش های اصلی دو ساختمان	۵-۱۱-۲
۱۱۷	..... مقایسه مصرف برق اداری	۵-۱۱-۲-۱
۱۱۸	..... مقایسه انرژی مصرفی برای نوردهی	۵-۱۱-۲-۲
۱۱۸	..... مقایسه انرژی مصرفی برای گرمایش	۵-۱۱-۲-۳
۱۱۸	..... مقایسه انرژی مصرفی برای سرمایش	۵-۱۱-۲-۴
۱۱۸	..... مقایسه انرژی مصرفی برای آب گرم	۵-۱۱-۲-۵
۱۱۸	..... مقایسه مصرف سوخت دو ساختمان	۵-۱۱-۳
۱۱۹	..... مقایسه مصرف انرژی برق در دو ساختمان	۵-۱۱-۳-۱
۱۱۹	..... مقایسه مصرف انرژی سوخت گاز در دو ساختمان	۵-۱۱-۳-۲
۱۲۰	..... مقایسه میزان تولید CO2	۵-۱۱-۴
۱۲۰	..... نتیجه گیری	۵-۱۲

فهرست شکل ها

- شکل (۱-۲) جدول انواع سامانه های ایستا-نگارنده..... ۲۰
- شکل (۲-۲) نورپردازی فعال روزانه..... ۲۲
- شکل (۳-۲) منحرف کردن نور یا سولیل برای..... ۲۳
- شکل (۴-۲) خانه محاط با زمین-سوئیس، معمار: پیتر وچ..... ۲۴
- شکل (۵-۲) برج هرست..... ۲۹
- شکل (۶-۲) برج شانگهای..... ۳۱
- شکل (۷-۲) برج شانگهای..... ۳۲
- شکل (۸-۲) شمای داخلی برج البحر..... ۳۵
- شکل (۹-۲) نمای جنوب شرقی برج در حالت بسته بودن سایبانها..... ۳۶
- شکل (۱۰-۲) صفحات سایبان پوسته خارجی..... ۳۷
- شکل (۱۱-۲) ساختار سایه بان ها..... ۳۸
- شکل (۱۲-۲) وضعیت دیواره نسبت به پوسته ثانویه..... ۳۸
- شکل (۱۳-۲) سلول های فتوولتائیک..... ۳۹
- شکل (۱-۳) شمای کلی ساختار هندسی تارعنکبوت..... ۴۲
- شکل (۲-۳) نقشه میانگین سالیانه میزان دریافت انرژی خورشیدی بر حسب کیلو وات ساعت بر متر مربع..... ۴۴
- شکل (۳-۳) تغییر در وضعیت دریافت انرژی تابشی با ایجاد شکستگی..... ۴۵
- شکل (۴-۳) ساختمان با سطوح کروی و خطوط عمودی بدون شکستگی زیاد..... ۵۰
- شکل (۵-۳) دیواره موجی که هدایت کننده جریان هواست..... ۵۰
- شکل (۶-۳) نه حاذ و نه خیز در معماری سنتی ایرانی..... ۵۱
- شکل (۷-۳) نمای موج پلکانی..... ۵۱
- شکل (۸-۳) برش کلی یک شناسیل..... ۵۲
- شکل (۹-۳) دیواره موج با پوش کنترل کننده نوردر تراس ها..... ۵۳
- شکل (۱۰-۳) اینفلکتور پل و توانایی جلوگیری از عبور اشعه مارورابنفش بدون کاست نور مرئی..... ۵۳
- شکل (۱۱-۳) رفتار اینفلکتور پل در تابستان و زمستان..... ۵۴
- شکل (۱۲-۳) باد کاتاباتیک، باد های روزانه، باد آناباتیک..... ۵۵
- شکل (۱۳-۳) نمای موج با ارتباط عمودی..... ۵۶
- شکل (۱۴-۳) نمای موج با ارتباط عمودی و مورب..... ۵۶

شکل (۳-۱۵) شماتیک کلی عملکرد سقف سرد.....	۵۸
شکل (۳-۱۶) سیستم سقف سرد پانلی.....	۵۸
شکل (۳-۱۷) شماتیک کلی نحوه کارکرد چیلر جذبی.....	۶۲
شکل (۳-۱۸) چارت نحوه ترسیم و نرم افزار های مورد نیاز-نگارنده.....	۶۵
شکل (۳-۱۹) جدول الزاماتی که میبایست در طراحی لحاظ شود-نگارنده.....	۶۷
شکل (۴-۱) موقعیت شهر سمنان در کشور.....	۶۸
شکل (۴-۲) میانگین بیشترین دمای ماهیانه در ده سال گذشته-نگارنده.....	۷۲
شکل (۴-۳) میانگین بارش ماهیانه در ده سال گذشته- نگارنده.....	۷۳
شکل (۴-۴) میانگین سمت و سرعت باد در ده سال گذشته-نگارنده.....	۷۴
شکل (۴-۵) محل سایت در شهر سمنان.....	۷۴
شکل (۴-۶) ساختار تار عنکبوت.....	۷۶
شکل (۴-۷) اتود اولیه پلان-نگارنده.....	۷۶
کل (۴-۸) پلان با پوسته خارجی مقعر و محدب-نگارنده.....	۷۷
شکل (۹-۴) پلکان سه رمپ-نگارنده.....	۷۸
شکل (۴-۱۱) طبقات با چینش چرخشی رفت و برگشتی-نگارنده.....	۷۹
شکل (۴-۱۲) طبقات چیده شده بروی یکدیگر با چرخش ساعتگرد-نگارنده.....	۸۰
شکل (۴-۱۳) اسلب در سطوح مقعر میتواند بیروزی زدگی داشته باشد-نگارنده.....	۸۱
شکل (۴-۱۴) ایجاد پیوستگی توسط اسلب ها-نگارنده.....	۸۱
شکل (۴-۱۵) ترکیب دوپوسته با هم-نگارنده.....	۸۲
شکل (۴-۱۶) قاعده وسیع پلکانی مربعی-نگارنده.....	۸۳
شکل (۴-۱۷) نمای نزدیک به نهایی برج با قاعده چهار وجهی منتظم-نگارنده.....	۸۴
شکل (۴-۱۸) محل قراگیری آسانسور ها و داکت های تاسیساتی در هسته مرکزی-نگارنده.....	۸۵
شکل (۴-۱۹) بخش مرکزی ساختمان که کلیه ارتباطات عمودی را در بر میگیرد-نگارنده.....	۸۶
شکل (۴-۲۰) فضاهای امن در هر طبقه-نگارنده.....	۸۷
شکل (۴-۲۱) فضای ارتباطی (راهروها)-نگارنده.....	۸۸
شکل (۴-۲۲) ساختار هشت ضلعی در قاعده ساختمان.....	۸۹
شکل (۴-۲۳) نمای با رنگ روشن.....	۹۰
شکل (۴-۲۴) پلان واحد های اداری با الهام از تار عنکبوت-نگارنده.....	۹۰
شکل (۴-۲۵) پلان نهایی واحد های اداری-نگارنده.....	۹۱

شکل (۴-۲۶) پلان طبقات تجاری اول و دوم-نگارنده.....	۹۱
شکل (۴-۲۷) پلان طبقه همکف-نگارنده.....	۹۱
شکل (۴-۲۸) برش ۱-نگارنده.....	۹۲
شکل ۴-۲۹- برش ۲- نگارنده.....	۹۳
شکل (۴-۳۰) نمای نهایی-نگارنده.....	۹۴
شکل (۴-۳۱) جدول سطح و سطوح- نگارنده.....	۹۵
شکل (۴-۳۲) جدول سطح مقطع طبقات-نگارنده.....	۹۶
شکل (۵-۱) نمودار های تحلیل سایت-نگارنده.....	۹۹
شکل (۵-۲) نمودار میزان تولید CO_2	۱۰۰
شکل (۵-۳) نمودار شرایط آسایش ايجادی-نگارنده.....	۱۰۲
شکل (۵-۴) نمودار عملکرد تهویه ای ساختمان.....	۱۰۴
شکل (۵-۵) نمودار بخش ها و میزان مصرف انرژی در ساختمان-نگارنده.....	۱۰۵
شکل (۵-۶) نمودار مصرف انرژی کل-نگارنده.....	۱۰۸
شکل (۵-۷) نمودار انرژی اخذ شده از داخل وساختمان و خورشید-نگارنده.....	۱۰۸
شکل (۵-۸) نمودار بار سیستم-نگارنده.....	۱۱۱
شکل (۵-۹) دیاگرام حرکت خورشید-نگارنده.....	۱۱۲
شکل (۵-۱۰) میانگین زاویه میل خورشید (آزیموت) بر ساختمان-نگارنده.....	۱۱۳
شکل (۵-۱۱) نمودار همزمانی حرکت خورشید و دریافت بروی جداره ساختمان-نگارنده.....	۱۱۴

فهرست جداول

جدول (۵-۱) داده های سایت-نگارنده.....	۹۹
جدول (۵-۲) میزان تولید CO_2 -نگارنده.....	۱۰۲
جدول (۵-۳) شرایط آسایش-نگارنده.....	۱۰۲
جدول (۵-۴) عملکرد تهویه ای ساختمان-نگارنده.....	۱۰۴
شکل (۵-۴) نمودار عملکرد تهویه ای ساختمان.....	۱۰۷
شکل (۵-۵) نمودار بخش ها و میزان مصرف انرژی در ساختمان-نگارنده.....	۱۰۹
جدول (۵-۵) بخش ها و میزان مصرف انرژی در ساختمان.....	۱۱۱
جدول (۵-۶) مصرف انرژی کل-نگارنده.....	۱۱۲

- جدول (۷-۵) انرژی اخذ شده از داخل ساختمان و خورشید-نگارنده..... ۱۱۶
- جدول (۸-۵) بار سیستم-نگارنده..... ۱۱۶
- جدول (۹-۵) داده های شرایط آسایش ایجاد شده در ساختمان اصلی-نگارنده..... ۱۱۷
- جدول (۱۰-۵) داده های شرایط آسایش ایجاد شده در ساختمان مورد مقایسه-نگارنده..... ۱۱۷
- جدول (۱۳-۵) مصرف سوخت ساختمان اصلی-نگارنده..... ۱۱۹
- جدول (۱۴-۵) مصرف سوخت ساختمان مورد مقایسه-نگارنده..... ۱۱۹
- جدول (۱۵-۵) تولید CO_2 ساختمان اصلی..... ۱۲۰
- جدول (۱۶-۵) تولید CO_2 ساختمان مورد مقایسه..... ۱۲۰

فصل اول (بیان مساله)

۱-۱- مقدمه

با توجه به اینکه امروزه سوخت های فسیلی بدلائل متعددی از جمله:

۱- روند روبه رشد قیمت

۲- آلودگی های زیست محیطی

۳- موجودی رو به اتمام

۴- انحصار در تولید

۵- معضلات نقل و انتقال و.....، منابع مناسبی برای انرژی بخصوص در آینده نزدیک نمیشد لذا یافتن منابع انرژی ارزان قیمت و پایدار جزو اولویت های دولت ها و هدف مورد مطالعه مراکز تحقیقاتی میباشد.

بنا بر این میبایست اولاً نحوه تولید انرژی نو و پایدار و ثانیاً نحوه مصرف آنها در هر بخشی از جامعه، مورد بازنگری اساسی قرار گیرد. یکی از بخشهایی که با توجه به مقیاس آن میتواند هم مولد و هم مصرف کننده باشد، بخش ساختمان است. به گونه ای که در سطوح مرتبط با محیط اطراف ساختمان میتوان با طراحی و بکارگیری مواد و مصالحی که انرژی های محیط اطراف ساختمان از جمله حرارات محیط، باد، رطوبت، و ... را به انواع قابل مصرفی از انرژی در داخل ساختمان تبدیل مینماید، بهره جست.

همچنین با توجه به فوران عظیم جمعیتی در سده اخیر و محدود بودن فضای زیستی درون شهری به همراه تغییر سبک امرار معاش اکثریت جمعیت بالغ، شاهد رشد ساختمانها در ارتفاع بوده ایم به گونه ای که بطور کامل چهره بسیاری از شهرهای بزرگ را تغییر داده اند.

حال تامین، توزیع و حفظ دمای آسایش در طبقات مختلف یک برج خود به علمی بروز و بسیار مهم تبدیل گردیده است به گونه ای که تاسیسات مورد استفاده در یک برج، یکی از تعیین کننده ترین الزامات در طراحی برج میباشد که هر گونه طرح نوآورانه میبایست قبل از اجرا کاملاً بررسی گردد و نتیجه قطعی داشته باشد زیرا در محل زندگی یک کلونی جمعیتی چندین صد نفره امکان اجرای طرح نوآورانه با آزمون و خطا، وجود نخواهد داشت لذا امروزه مدلسازی یک برج به همان میزان که از منظر طراحی معماری و سازه ای بسیار حائز اهمیت است از حیث نیاز های انرژی و رفتار های تبادل حرارتی یک برج نیز بسیار مهم بوده و طراحی یک برج بدون مدلسازی مصرف انرژی و تبادل حرارتی آن، بسیار غیر

عقلانی می باشد زیرا بسیاری از مخاطرات و هزینه های مرحله انتخاب، اجرا و نگهداری سیستم های تاسیساتی با این روش کشف و رفع میگردد.

بدین وسیله شاید بتوان میزان نیاز یک برج را به انرژی شبکه سراسری کاهش داد یا حتی نزدیک به صفر رساند. در داخل ساختمان نیز شاید بتوان با بکارگیری سیستم های غیر فعال، هدر رفت انرژی را با جذب و نگهداری بیشتر دمای مطلوب کاهش داد و پیرو آن تولید و مصرف انرژی غیر ضروری را به حداقل رساند.

در کشور ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی نزدیک به خط استوا در ایران روزانه بطور متوسط ۵,۵ کیلووات ساعت انرژی خورشیدی بر هر متر مربع از سطح زمین می تابد و در ۹۰٪ خاک کشور حدود ۳۰۰ روز آفتابی در داریم. مساحت ایران تقریباً ۱,۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر مربع یعنی حدود $۱۰^{۱۲} \times ۱,۶$ است. میزان تابش روزانه انرژی خورشید در ایران برابر است با: $۱۰^{۱۲} \times ۵,۵ \times ۱,۶$ کیلووات ساعت. میزان کل تابش خورشید در طول روز برای ایران تقریباً برابر است با ۹,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ مگاوات ساعت. اگر تنها از ۱٪ مساحت ایران انرژی خورشیدی جذب کنیم و راندمان سیستم دریافت انرژی تنها ۱۰٪ باشد. باز هم میتوانیم روزانه دریافت پرتو های خورشیدی خود افزایش دما را نیز به دنبال دارد و برای رسیدن به دمای تعادل و آسایش در داخل ساختمان و همچنین افزایش استفاده از این انرژی خورشیدی، تدابیر مناسبی باید اندیشید. (۱)

سلول خورشیدی (فتوولتائیک) برای اولین بار در نیمه اول دهه ۱۹۵۰ وارد بازار شد و با استقبال قابل ملاحظه ای مواجه گشت. در سال ۱۹۵۸ طراحی آمریکایی با تردید در سفینه وانگارد یک یک مبدل حاوی سلولهای خورشیدی هر یک به قدرت ۲ میلی وات به عنوان نیروی کمکی به کار بردند ولی با کمال تعجب مشاهده کردند دستگاه رادیویی سفینه که با این مبدل کار می کرد تا ۶ سال بطور مداوم پیام رادیویی به زمین مخابره نمود. در سال ۱۹۶۱ برای نخستین بار در ایتالیا از انرژی حرارتی خورشیدی برای تولید الکتریسیته توسط توربین های بخار کوچک استفاده گردید. با بحران انرژی سال ۱۹۷۳، توجه به کاربرد انرژی خورشیدی بالا گرفت و سرمایه گذاری های زیادی در غالب کشورهای جهان (به خصوص کشورهای صنعتی) برای پژوهش و دستیابی به طرحهای بهینه کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی انجام پذیرفت. در دهه ۱۹۸۰ با از بین رفتن بحران انرژی، توجه به انرژی خورشیدی تقلیل یافت و در حال حاضر مهمترین موضوعی که در کشورهای صنعتی به آن توجه قابل ملاحظه ای می شود سلولهای خورشیدی می باشد. علاوه بر این، روش های گرمایش طبیعی خورشیدی در بسیاری از کشورهای جهان (به خصوص آمریکا) در دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات در زمینه انرژی خورشیدی در ایران از حدود ۳۵ سال قبل و به طور تقریباً همزمان در دانشگاههای شیراز و صنعتی شریف شروع شد اما

همانطور که شاهد هستیم بدلیل برخی سیاست گذاری های غلط، کمبود دانش عمومی و آموزش های فرهنگی، استفاده از سوخت های فسیلی همچنان بسیار بالا و بسیار فراتر از استانداردهای جهانی میباشد.

بنابر این ممکن است در دوره کنونی تغییر شکل استفاده از انرژی سوخت های فسیلی و استفاده بیشتر از انرژی های نو چندان مورد توجه نباشد، اما قطع به یقین این موضوع در آینده نزدیک تبدیل به یک نیاز و ضرورت خواهد شد لذا داشتن برنامه های مناسب امری لاجرم و ضروری میباشد.

در پژوهش پیش رو تلاش بر آن است تا با طراحی یک فرم کارآمد از برج و استفاده از پرتوهای دریافتی از خورشید تهدید افزایش دما به فرصتی برای کاستن دمای یک برج بلند مرتبه تبدیل شود. پایه این تفکر استفاده همزمان از پدیده سرمایش تشعشی یا (Cooling Radation) و (Inflector Panels) است. به گونه ای که سیستم های خنک کننده خورشیدی (Solar Air Condition) دمای مطلوب را به محدوده آسایش با کمترین وابستگی به شبکه سراسری برساند و همزمان برای افزایش راندمان، یک سیستم توزیع منطقه ای (Spot Cooling/Heating) نیز طراحی نمود تا به پاسخ این پرسش دست یافت که:

- (۱) بطور کلی سرمایش تشعشی (cooling radiation) تا چه میزان توانایی مقابله با تنش های حرارتی یک برج و حفظ دمای آسایش آنرا دارد ؟
- (۲) آیا میتوان با استفاده از سیستم های passive راندمان سرمایش تشعشی (cooling radiation) در مقیاس یک برج را افزایش داد؟
- (۳) آیا سیستم های توزیع دمای منطقه ای به افزایش کارایی سیستم های خنک کننده خورشیدی کمک میکند و اگر هم اینچنین است این اثر بخشی تا چه میزان از نظر اقتصادی قابل اعتنا است؟

۱-۲- فرضیات:

- (۱) ممکن است که با تغییر در نحوه قرارگیری ساختمان و انتخاب و چینش متریال، بتوان بصورت غیرفعال میزان تنش های حرارتی یک برج را کاهش داد.
- (۲) فرض بر این است که با بکارگیری پدیده سرمایش تشعشی بوسیله متریال و تاسیسات خاص آن، نیاز به استفاده از سیستم های فعال دیگر برای ایجاد دمای آسایش در ساختمان کاهش یابد.
- (۳) احتمال می رود تا بتوان با طراحی یک سیستم توزیع منطقه ای دما که در آن، هر قسمت از پلان با توجه به میزان نیاز آن قسمت، دما دهی شود بدون اینکه دمای کل حجم

یک واحد را کاهش یا افزایش داد، تاثیر بسزایی در افزایش عملکرد سیستم های تولید دما و کاهش نیاز یک برج به انواع سوخت و انرژی را شاهد بود .

۱-۳-اهداف:

- ۱) افزایش عملکرد حرارتی یک برج در بخش های تولید، توزیع و حفظ دما
- ۲) کاهش وابستگی یک برج بلند مرتبه به شبکه برق و گاز سراسری و نتیجتاً کاهش آلاینده‌گی بوسیله کاهش مصرف سوخت فسیلی
- ۳) کاهش هزینه های جاری مربوط به حامل های انرژی برج بوسیله کاهش نیازی یک برج به انرژی برای تامین دمای مطلوب

۱-۴- روش پژوهش و مرحله انجام پایان نامه:

در قدم اول محل مناسب طراحی برج مذکور بعد از بررسی تمامی جوانب تحت نظر استاد راهنما برگزیده میشود.

سپس یک برج اداری با رعایت تمامی ظوابط شهرداری و شهرسازی و نیازسنجی های انجام شده طراحی میگردد.

تمامی طبقات و بخشهای برج مذکور ابتدا با یک پوسته نفوذ پذیر در نرم افزار هایی همچون **DESIGN BUILDER** مدلسازی میگردد.

بعد از یافتن نقاط بحرانی ساختمان، بار دیگر با استفاده از سیستم های خنک کننده خورشیدی از جمله **DeflectorPanels** و **InflectorPanels** و **AbsorbtionChiller** و ... ساختمان را مدلسازی مینماییم. نهایتاً با مقایسه آماری نتایج، گزارشات و نمودارهای بدست آمده و تحلیل کلیه داده های آماری به فرم بهینه ساختمان با استفاده از این سیستم های کاهنده دما دست خواهیم یافت مضافاً اینکه توجیه پذیری پروژه و شکل بازگشت سرمایه آن مشخص خواهد شد.

فصل دوم: رویکرد های طراحی پروژه

۲-۱- مقدمه

با عنایت به مباحث مطرح شده در فصل پیشین، بررسی این موضوع پژوهش نیازمند تدقیق و کنکاش در کلیه جنبه های کاربری و کالبدی یک ساختمان میباشد. لذا در ابتدای امر الزامات طراحی یک ساختمان بلند مرتبه با شرط تامین حداکثر رفاه با حداقل ممکن مصرف انرژی، میبایست مطالعه و بررسی گردد. در همین راستا در این بخش نمونه ای از ساختمان هایی با کاربری های اداری و یا چند عملکردی مورد بررسی قرار میگیرد تا بتوان هم از نقاط مثبت آنها در طراحی بهره گرفت و برای کاستی های آن نیز چاره ای اندیشید.

مطالعات مربوط به استفاده از انرژی های پاک و ارزان طبیعی از دیرباز در ساختمان، امری لاجرم و علی حده بوده است. چه بسا بتوان گفت بشر اولیه هم برای ایجاد سرپناه، برای استفاده از حداکثر نور و حرارت، جهت آنرا به سمت خورشید نشانه میگرفت. اما با توجه به رشد روز افزون جمعیت بشری و لزوم تامین نیازهای اولیه از جمله مسکن، نوع ساخت و ساز و کاهش هزینه های تولید و نگهداری این ساختمان ها یکی از مهمترین بخش های مطالعات اولیه ساخت یک ساختمان میباشد. از طرفی رشد فزاینده قیمت سوخت های فسیلی و استحصالی، هزینه های ایجاد و حفظ شرایط آسایش محیطی را به شدت افزایش داده است. لذا بسیاری از پژوهش های مربوط به نحوه استحصال و مصرف انرژی در حوزه ساختمان صورت میپذیرد تا با کاهش مصرف انرژی در ساختمان بتوان مستقیماً هزینه های تولید، انتقال و مصرف انرژی کاهش داد.

شایان ذکر است نحوه جذب و مصرف انرژی در ساختمان، در دو بخش سیستم های فعال و غیر فعال بررسی میگردد که مشخصاً سیستم های غیر فعال (سیستم های که با عدم اتکا به انرژی حاصل از سوخ های فسیلی فعالیت مینمایند) مناسب ترین گزینه برای جایگزینی سیستم های متکی به سوخت های فسیلی میباشد.

استفاده از سامانه های ایستا برای گرمایش و سرمایش ساختمانها راهکاری جدید نیست و طی قرنهای متمادی بشر از آنها استفاده کرده است. جذب مستقیم نور خورشید از طریق یک پنجره معمولی با جهتگیری جنوبی ساده ترین نوع این سامانه هاست. با این توصیف تاریخیچه استفاده از سامانه های ایستا به دوران خانه سازیهای اولیه باز میگردد.

گرمایش ایستا	سرمایش ایستا
جذب مستقیم	سرمایش از طریق تهویه (تهویه با نیروی باد و اثر دودکشی و تهویه شبانه و کلاhek تهویه باد و بام دوجداره)
دیوار ذخیره ساز حرارتی (دیوار ترومب و دیوار آبی)	سرمایش تبخیری (مستقیم و غیر مستقیم)
فضای خورشیدی (گلخانه و آتریوم)	سرمایش تابشی (مستقیم و غیر مستقیم)
چرخه جابجایی هوا (بستر سنگی و سیستم دوجداره)	سرمایش از طریق اثر جرم (اتصال مستقیم و اتصال غیر مستقیم)
	سرمایش از طریق رطوبت زدایی

شکل (۱-۲) جدول انواع سامانه های ایستا-نگارنده

در جدول فوق چهار روش جهت ایجاد سرمایش به صورت ایستا مطرح شده است که در ادامه به توصیف هر یک پرداخته می شود.

۲-۲ سرمایش از طریق تهویه

اساس سرمایش ایستا، جابجایی هواست که با افزایش قدرت تبخیر باعث ایجاد سرما می شود. در کاربرد های ایستا، حرکت هوا بوسیله باد و یا با استفاده از اثر دودکشی تامین شده و در سامانه های ترکیبی از پنکه برای کمک به جریان هوا استفاده می شود. تهویه با تخلیه هوای گرم داخل و تعویض آن با هوای خنکتر خارج و نیز هدایت جریان هوا به سمت ساکنان با ترکیبی از این روش ها شامل جابجایی و تبخیر، سبب ایجاد سرمایش می شود. این روش شامل تهویه با نیروی باد، تهویه با اثر دودکشی، کلاhek تهویه باد و روش بام دوجداره است.

۲-۳ سرمایش تبخیری

تبادل گرمای هوا، با گرمای نهان قطرات آب در سطوح مرطوب، سبب ایجاد سرمایش تبخیری می گردد. در این روش می توان از تبخیر از سطوح مرطوب، برای سرمایش هوای ساختمان، به صورت مستقیم و غیر مستقیم استفاده کرد. از سرمایش تبخیری در رطوبت کمتر از ۷۰ درصد (مناطق گرم و خشک)، در هوای با ظرفیت تبخیر بالا، استفاده می شود.

۲-۴ سرمایش تابشی

تشعشع شبانه از دیوارها و مصالح متراکم ساختمانی، که به صافی آسمان بستگی دارد، منجر به ایجاد سرمایش تابشی می شود. سرمایش تابشی نوعی انتقال گرما از یک سطح گرمتر به

سطوح خنک اطراف است. در هوای خشکتر سطوح زمین می توانند گرمای بیشتری را به فضای خارجی تابش کنند.

۲-۵- سرمایش با اثر جرم

زمین یک منبع گرمایی نامحدود با ظرفیت ذخیره حرارتی بالاست که از آن برای ذخیره سازی فصلی گرما می توان استفاده کرد. دمای خاک در عمق پانزده متر، تقریباً پایدار و دو یا سه درجه بیشتر از میانگین سالانه دمای سطح است. با افزایش عمق، نوسانات سالانه دمای خاک کاهش یافته و تاخیر زمانی در دماها ایجاد خواهد شد. به این ترتیب می توان از دمای ثابت زمین برای خنک کردن بنا استفاده کرد. استفاده از تماس با خاک جهت سرمایش به دو روش تماس مستقیم و غیرمستقیم انجام می شود. در تماس مستقیم، جداره ساختمان در زیر زمین مدفون شده و در تماس غیر مستقیم، ساختمان با کانالهای حرارتی مدفون در زمین (تونلهای هوا) خنک می شود. سرمایش با استفاده از مصالح حرارتی در دیوارها نیز نمونه ای از چرخه روزانه سرمایش از طریق اثر جرم می باشد.

۲-۶- سرمایش از طریق رطوبت زدایی

دریافت رطوبت از بخار آب هوا، رطوبت زدایی است. از این روش در رطوبت بالاتر از ۸۰ تا ۷۰ درصد استفاده می شود. در رطوبت زدایی از سه روش رقیق ساختن با استفاده از هوای خشک، تقطیر و خشک کنندگی، برای خارج ساختن بخار آب از هوای اتاق استفاده می شود.

البته با توجه به اقلیم عمدتاً گرم و خشک ایران، معماران سنتی ایرانی از دیرباز در طراحی و به کار بردن سامانه های غیر فعال تبخیر داشته اند که از نمونه های آن میتوان به سیستم هایی همچون، بادگیر، گودال باغچه، شبستان و شوادان، حیاط مرکزی، حوضخانه، ایوان، خیشخوان و شناسیل اشاره نمود که عموماً قابل تعمیر کاربری بوده و میتوان از آنها در طراحی های امروزی نیز بهره جست بعنوان نمونه:

شناسیل، پنجره ای بیرون آمده و مشبک در جداره ساختمان است که در جلو بازشوهای نمای خارجی قرار می گیرد. در خانه های کنار ساحل (در ایران، بوشهر)، شناسیل مکانی برای استفاده از نسیم و باد مطبوع دریاست. که در یک یا دو طرف جبهه بیرونی و یک تا چهار طرف جبهه داخلی قرار گرفته است. شناسیل علاوه بر ایجاد تهویه با استفاده از نسیم در تابستان، برای ایجاد سرمایش بیشتر و پرهیز از نور خورشید، سایه اندازی طراحی شده است. در ایران شناسیلها از جنس چوب یا حصیر بوده و به دو صورت مسقف و بی سقف ساخته شده است. استفاده از جداره های چوبی مشبک، علاوه بر میسر ساختن امکان تهویه و سایه اندازی، حفاظ بصری مناسبی در مقابل دید از خارج بوده و حریمیت فضا را فراهم کرده است. در کشورهای عربی خاورمیانه فضاهایی مشابه شناسیل و به نام «مشریه» وجود

دارد. قرار دادن کوزه های سفالی آب در این فضاها علاوه بر خنک ساختن آب آشامیدنی، با ایجاد سرمایش تبخیری سبب کاهش دما می شود. (۲)

موارد برشمرده شده نمونه هایی از روش ها و سیستم های غیر فعال هستند که میتوان آنها را در ساختمان های امروزی نیز استفاده نمود. همانگونه که امروزه در کشورهای اروپایی استفاده از سیستم های غیر فعال به جهت پایین آوردن مخارج استفاده از سوخت های فسیلی امری رایج و مرسوم میباشد. البته مطالعات وسیعی در زمینه ترکیب سیستم های ایستا با سیستم های پویا با هدف افزایش راندمان سیستم های پویا صورت پذیرفته است اما با توجه به اینکه، هر کشور با توجه به خصوصیات اقلیمی آن منطقه استاندارد های لازم در خصوص مصرف انرژی را تدوین مینماید، لازم است دستاوردهای حاصل از تحقیقات در مناطق خاص بومی سازی شود. بعنوان مثال با توجه به اینکه در کشور های اروپایی اکثریت اقلیم معتدل و مرطوب حاکم میباشد، اما به جهت هزینه بالای استفاده از انرژی استحصالی از سوخت های فسیلی، حفظ دمای آسایش در ساختمان یا استفاده از سیستم های غیر فعال امری بسیار حائز اهمیت و منطقی مینماید که در زیر به چند نمونه از آنها اشاره میگردد:

۲-۲- روش های کاهش وابستگی به انرژی حاصل از سوخت های فسیلی

نورپردازی فعال روزانه (Active daylighting):

نورپردازی فعال روزانه سیستم جمع آوری نور خورشید با استفاده از دستگاه مکانیکی برای افزایش راندمان جمع آوری نور برای یک هدف روشنایی خاص است. سیستم های روشنایی فعال در روز با سیستم های روشنایی غیرفعال متفاوت است زیرا سیستم های منفعل ثابت هستند و به طور فعال خورشید را دنبال نمی کنند. (۳)



شکل (۲-۲) نورپردازی فعال روزانه

۲-۷-۱- سیستم بار (Barra syst em):

سیستم بار یک فناوری ساختمان منفعل خورشیدی است که توسط Horazio Barra در ایتالیا ساخته شده است. از دیواره جمع کننده برای گرفتن اشعه خورشید به صورت گرما استفاده می کند. همچنین از اثر ترموسیفون برای توزیع هوای گرم شده از طریق کانالهای درج شده در کف بتن آرمه ، گرم کردن کفها و از این رو ساختمان استفاده می کند. از طرف دیگر ، در هوای گرم می توان هوای خنک شب را از طریق کفها بیرون کشید تا آنها را به صورت تهویه مطبوع سرد کند. (۴)

۲-۷-۲- سولیل بریز (Brise soleil):

ویژگی معماری یک ساختمان است که با منحرف کردن نور خورشید ، گرما را در آن ساختمان کاهش می دهد. (۵)



شکل (۲-۳) منحرف کردن نور یا سولیل برای

۲-۷-۳- سقف خنک و سقف سبز (Cool roof and green roof):

سطوح بازتابنده می توانند بازتاب انرژی خورشیدی و انتشار گرمای زیادی داشته باشند. سقف سبز یا سقف نشیمن ، سقف یک ساختمان است که به طور جزئی یا کاملاً پوشیده از پوشش گیاهی و یک محیط در حال رشد ، روی یک غشای ضد آب کاشته شده است. همچنین ممکن است شامل لایه های اضافی مانند مانع ریشه ای و سیستم های زهکشی و آبیاری باشد. باغ های کانتینر روی سقف ها ، که گیاهان در گلدان ها نگهداری می شوند ، عموماً سقف های سبز واقعی تلقی نمی شوند. حوضچه پشت بام شکل دیگری از سقف های سبز است که برای تصفیه آب های شیرین مورد استفاده قرار می گیرد. پوشش گیاهی ، خاک ، لایه زهکشی ، سد سقف و سیستم آبیاری سقف سبز را تشکیل می دهند. (۶)

۲-۷-۴- نور روز (Daylighting):

نورپردازی روز تمرین قرار دادن پنجره ها ، چراغ های روشنایی ، سایر دهانه ها و سطوح بازتابی است به گونه ای که نور خورشید می تواند روشنایی داخلی مؤثر را فراهم کند. در هنگام طراحی ساختمان ، هدف از افزایش حداکثر راحتی بصری یا کاهش مصرف انرژی به نورپردازی توجه ویژه ای می شود. صرفه جویی در مصرف انرژی می تواند از کاهش استفاده از روشنایی مصنوعی (الکتریکی) یا از گرمای خورشیدی منفعل حاصل شود. استفاده از انرژی روشنایی مصنوعی می تواند با نصب کمتر چراغ های برقی در جایی که نور روز در آن حضور دارد یا با کم کردن خودکار یا خاموش کردن چراغ های برقی در پاسخ به حضور نور روز ، کاهش یابد. فرایندی که به عنوان برداشت نور روز شناخته می شود.

۲-۷-۵- خانه دو پوشش (Double envelope house):

یک خانه پوشش دوتایی، یک طرح خانه منفعل خورشیدی است که انرژی خورشیدی را در سولاریوم جمع می کند و به طور انفعالی اجازه می دهد تا هوای گرم در اطراف خانه بین دو مجموعه دیوار ، در یک پوشش دوتایی گردش کند. این طراحی از سال ۱۹۷۵ توسط لی پورتر باتلر در ایالات متحده انجام شده است. (۷)

۲-۷-۶- پناهگاه زمین (Earth sheltering):

پناهگاه زمینی ساختاری است با زمین (خاک) در برابر دیوارها ، پشت بام ، یا کاملاً زیر زمین دفن شده است. (۸)



شکل (۲-۴) خانه محاط با زمین-سوئیس، معمار: پیتر وچ

۲-۷-۷- خانه انرژی پلاس (Energy plus house):

یک خانه انرژی پلاس نسبت به دریافت از منابع خارجی در طی یک سال انرژی بیشتری را از منابع انرژی تجدید پذیر تولید می کند. این امر با استفاده از ترکیبی از فن آوری ریز تولید و تکنیک های کم مصرف ساختمان از جمله: طراحی ساختمان خورشیدی ایستا، عایق کاری و انتخاب دقیق و قرارگیری سایت انجام می شود. کاهش راحتی های مدرن همچنین می تواند در پس انداز انرژی کمک کند، اما بسیاری از خانه های انرژی مثبت، تقریباً از خانه

سنتی متمایز نیستند و ترجیح می دهند در عوض از وسایل بسیار کارآمد با انرژی ، وسایل جانبی و غیره استفاده کنند.(۹)

۲-۷-۸- روشنایی فلورسنت ، لامپ فلورسنت کم مصرف و روشنایی LED :

یک لامپ فلورسنت کم مصرف (CFL) ، طراحی شده برای جایگزینی یک لامپ رشته ای است. برخی از انواع در لامپ های رشته ای طراحی شده اند. لامپ ها از لوله ای استفاده می کنند که خمیده یا تابش باشد تا در فضای لامپ رشته ای قرار بگیرد و یک بالاست الکترونیک فشرده در پایه لامپ قرار گیرد.

۲-۷-۹- خانه کم مصرف (Low-energy house):

یک خانه با مصرف انرژی کم با یک طراحی و ویژگی های فنی با کارایی مشخص می شود که با استفاده از انرژی کم و انتشار گازهای کربن ، می تواند سطح زندگی و راحتی بالا را فراهم کند. سیستمهای گرمایش سنتی و سرمایش فعال وجود ندارد ، و یا استفاده از آنها ثانویه است. ساختمانهای کم مصرف ممکن است به عنوان نمونه ای از معماری پایدار تلقی شوند. خانه های کم مصرف غالباً دارای طراحی و مؤلفه های ساختمانی خورشیدی فعال و غیرفعال هستند که باعث کاهش مصرف انرژی خانه و تأثیر حداقل بر سبک زندگی ساکن می شوند. در سراسر جهان ، شرکت ها و سازمان های غیر انتفاعی دستورالعمل ارائه می دهند و صدور گواهینامه هایی را برای تضمین عملکرد انرژی ساختمان ها و فرایندها و مواد آنها ارائه می دهند.

۲-۷-۱۰- استفاده از انرژی خورشیدی غیر فعال (Passive solar):

در طراحی ساختمان خورشیدی منفعل ، پنجره ها ، دیوارها و کف ها برای جمع آوری ، ذخیره ، بازتاب و توزیع انرژی خورشیدی به صورت گرما در زمستان و رد گرمای خورشیدی در تابستان ساخته شده است. به این روش ، طرح خورشیدی منفعل گفته می شود زیرا برخلاف سیستم های گرمایش خورشیدی فعال ، استفاده از دستگاه های مکانیکی و برقی را شامل نمی شود.

۲-۷-۱۱- انرژی خورشیدی (Solar energy):

انرژی خورشیدی نور و گرمای تابشی از خورشید است که با استفاده از طیف وسیعی از فناوریهای در حال تحول مانند گرمایش خورشیدی ، فتوولتائیک ، انرژی حرارتی خورشیدی ، معماری خورشیدی ، نیروگاه های نمک مذاب و فتوسنتز مصنوعی استفاده می شود.

۲-۷-۱۲- سوپر عایق (Super insulation):

سوپر عایق یک رویکرد برای طراحی ساختمان ، ساخت و ساز و مقاوم سازی است که با استفاده از عایق و مقاومت در مقیاس بالاتر از حد معمولی ، گرمزدگی را به طرز چشمگیری کاهش می دهد. سوپر عایق یکی از اولین روش های رویکرد خانه منفعل است.

۲-۷-۱۳- معماری پایدار (Sustainable architecture):

معماری پایدار معماری است که به دنبال به حداقل رساندن تأثیر منفی محیطی ساختمانها با بهره وری و اعتدال در استفاده از مواد ، انرژی و فضای توسعه و اکوسیستم به طور کلی است. معماری پایدار در طراحی محیط ساخته شده از یک رویکرد آگاهانه در مورد انرژی و حفاظت از محیط زیست استفاده می کند.

۲-۷-۱۴- پایداری (Sustainability):

پایداری توانایی وجود مداوم است. در قرن بیست و یکم ، این موضوع به طور کلی به ظرفیت زیست کره و تمدن بشری برای همزیستی اشاره دارد. همچنین به عنوان فرایند افرادی که تغییر را در یک محیط متعادل هموستاز حفظ می کنند تعریف شده است ، که در آن بهره برداری از منابع ، جهت سرمایه گذاری ، جهت گیری توسعه فناوری و تغییر نهادی همه با هم هماهنگ بوده و هم پتانسیل فعلی و هم آینده را برای تحقق بخشند. نیازها و آرزوهای بشر برای بسیاری از افراد در این زمینه ، پایداری از طریق حوزه ها یا ستون های بهم پیوسته زیر تعریف می شود: محیط ، اقتصادی و اجتماعی ، که بر اساس اصول سیستم های تفکر است. حوزه های فرعی توسعه پایدار نیز در نظر گرفته شده است: فرهنگی ، فناوری و سیاسی. با توجه به آینده مشترک ما ، توسعه پایدار به عنوان توسعه ای تعریف می شود که "نیازهای حال حاضر را برطرف می کند بدون اینکه توانایی نسل های آینده را در برآورده ساختن نیازهای خود داشته باشد." توسعه پایدار ممکن است یک اصل سازمان دهنده پایداری باشد ، اما دیگران ممکن است این دو اصطلاح را متناقض بدانند. (۱۰)

۲-۷-۱۵- ساختمان انرژی صفر (Zero energy building):

یک ساختمان با انرژی صفر (ZE) ، همچنین به عنوان ساختمان خالص انرژی خالص (ZNE) ، ساختمان انرژی خالص صفر (NZEB) شناخته می شود ، ساختمان خالص صفر ، بنایی است با مصرف انرژی خالص ، به معنای کل انرژی مورد استفاده ساختمان به صورت سالانه برابر است با مقدار انرژی تجدید پذیر ایجاد شده در سایت یا در تعاریف دیگر توسط منابع انرژی تجدیدپذیر در خارج از کشور. در بعضی موارد ، این ساختمانها در نتیجه عملیات کمتری در مقایسه با ساختمانهای غیر ZNE مشابه ، گازهای گلخانه ای کمی را به جو وارد می کنند. آنها در بعضی مواقع انرژی غیر تجدید پذیر را مصرف می کنند و گازهای گلخانه ای تولید می کنند ، اما در بعضی مواقع باعث کاهش مصرف انرژی و تولید گازهای گلخانه ای در جای دیگر می شوند. (۱۱)

۲-۸- تشریح ساختمان سبز

طبق تعریف آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)، ساختمان سبز تلاش جامعی است برای تغییر رویکرد طراحی، ساخت و بهره برداری از ساختمان ها. این رویکرد شامل کل چرخه حیات ساختمان می شود.

لید یا رهبری در انرژی و طراحی منطبق با محیط زیست استاندارد برای ارزیابی ساختمان های سبز می باشد که توسط شخص ثالث انجام می شود و بر این اساس ساختمان ها به چهار رتبه مختلفی از نظر تطابق با مفهوم سبز بودن ساختمان تقسیم می شوند.

این استاندارد توسط بسیاری از کشورهای دیگر از جمله کانادا، استرالیا، چین، امارات و ... پذیرفته شده است. تمام فعالین حوزه ساختمان از جمله مهندسان ساختمان، معماری، مکانیک، برق، طراحان داخلی و خارجی ساختمان، مهندسان محیط زیست مخاطب این استاندارد می باشند.

سه دستاورد توسعه پایدار (Sustainability) از طریق ساختمان سبز شامل: کسب منافع اقتصادی، حفاظت محیط زیست و افزایش مسوولیت های اجتماعی (مشخص شده با سه حرف P یا Ps) می باشد.

استاندارد لید کاملاً جامع بوده و انواع ساختمان ها را اعم از مسکونی، اداری، تجاری، آموزشی، بیمارستانی و ... پوشش می دهد و دارای الزامات ویژه می باشد. این استاندارد توسط انجمن ساختمان سبز آمریکا (USGBC) تهیه و تدوین شده است و از سال ۱۹۹۳ تا اکنون در حال تکامل بوده است.

لید دارای اهداف مختلفی است که مهمترین آنها کاهش آسیب به لایه اوزون، کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی و حفاظت از منابع آب است. علاوه بر اینکه مزایای اقتصادی برای صاحبان ساختمان سبز دارد.

۲-۹- رتبه بندی ساختمان ها در استاندارد لید

ساختمان سبز از نظر تعداد امتیاز دریافت شده در پروسه ارزیابی و ممیزی ساختمان به چهار سطح ذیل تقسیم بندی می شود:

۱- گواهینامه معمولی (امتیاز ۴۰ تا ۴۹)

۲- گواهینامه نقره ای (امتیاز ۵۰ تا ۵۹)

۳- گواهینامه طلایی (امتیاز ۶۰ تا ۷۹)

۴- گواهینامه پلاتینیوم (امتیاز ۸۰ و بیشتر)

استاندارد لید ساختمانها را بنا به کاربرد در دسته بندی مختلف مورد ارزیابی قرار می دهد، دسته بندیهای ذیل جزو مهمترین این دسته ها می باشد:

- ۱- محل ساختمان و حمل و نقل
- ۲- محل های پایدار (SS)
- ۳- بهره وری آب (WE)
- ۴- انرژی و اثر آن بر اتمسفر (EA)
- ۵- مواد استفاده شده در ساختمان و منابع آن (MR)
- ۶- کیفیت هوای داخل ساختمان (IEQ)
- ۷- نوآوری در طراحی (ID)
- ۸- استفاده از اولویت های محلی (RP)

استاندارد در هر دسته براساس شاخص های مختلف یک سری پیشن یازها و یک سری امتیاز تعریف می کند. جهت دریافت گواهینامه لید برای هر ساختمان تمام پیشنهادها باید برآورده شوند.

۲-۱۰- نمونه ساختمان های دارای استاندارد لید

۲-۱۰-۱ برج هرست (Hearst Tower)

نمای (در هم تنیده) از قاب فولادی مثلثی تشکیل شده که ۲۱٪ کاربرد کمتر فولاد نسبت به همین گونه ساختمانهای سنتی را به دنبال داشت. همچنین نکته تأثیرگذار این بنادر مورد استاتیک آن است؛ زمانی که مشخص می شود ۹۰٪ از ۱۰۴۸۰ تن فولاد استفاده شده حاصل متریالهای بازیافتی است. لیست بلند بالایی از ملاحظات محیطی پشت در این ساختمان در نظر گرفته شد که این رویکرد به سمت تعیین نقش برج هرست به عنوان دارنده گواهی (LEED Gold) پیش رفت. سنگهای آهک رسانی گرمایی، کف آتریوم را فرش کرده و لوله های پلی اتیلن که آب را به منظور کنترل دمای محیطی ساختمان به گردش در می آورند، را پوشش می دهند. در اوقات بارانی، آب باران بر روی بام جمع و سپس در زیرزمین ذخیره می گردد، و در لوله کشی کف، آبیاری و تندیس آبی در لابی استفاده می شود.

۲-۱۰-۱-۱ مصرف انرژی برج هرست

از نوآوری هایی که در این برج به انجام رسیده پیش بینی هایی را می توان نام برد که در جهت کاهش مصرف انرژی بوده است که در این زمینه تدارکات وسیعی دیده شده از جمله آنها می توان از حس گرهای حرکتی تا تجهیزات سیستم تهویه با راندمان بسیار بالا نام برد. رعایت این مسائل باعث گردید که کل میزان مصرف انرژی در این ساختمان ۲۲٪ کمتر از آسمانخراشهای مشابه و هم اندازه با آن باشد که این معنای صرفه جویی به میزان دو میلیون کیلو وات برق در سال است. در تهیه مواد برای قسمت های مختلف این برج سعی شده که

در مصرف منابع صرفه جویی شود به طوری که موکت های مورد مصرف در کف پوش ها و همینطور تجهیزات سقف و بخش اعظم دکوراسیون داخلی از مواد بازیافتی استفاده شده است. آب باران در تانک ها و گالن هایی که ظرفیت آن ها ۱۴۰۰۰ لیتر می باشد جمع آوری شده و این امر باعث مرطوب کردن فضای باز داخلی برج می شود. قرار بر این گردید که این برج در مقوله صرفه جویی انرژی و همینطور رعایت مسائل زیست محیطی دارای نشان طلا از طرف انجمن شهر نیویورک شود. سازه هندسی خاص این برج در واقع از فریم های مثلثی چهار طبقه که به یکدیگر متصل شده اند تشکیل شده چون مثلث ها ضمن اینکه می توانند بار جاذبه را حمل کنند توانایی ایجاد پایداری جانبی را نیز دارند و بنابراین ستون ها نیاز به کمربندهای تقویتی نداشته و بدین ترتیب در مصرف فولاد ۲۰۰۰ تن صرفه جویی خواهد شد. در قسمت بالای برج آن را به وسیله ستون های غول پیکر که تعداد آن ها ۱۲ عدد است برپا بود و حمل آن ها به صورت یکپارچه امکان پذیر نبود چون بسیار سنگین بودند و ضمناً طول هر یک بیش از ۲۶ متر بود که در خیابان تخلیه شدند و بعد از جوشکاری قسمت های مختلف و برپا کردن آن ها داخلشان را به وسیله بتون پر شد .

نور: بهینه سازی مقدار نور طبیعی سیال در سراسر ساختمان یکی دیگر از کاهش هزینه های این برج است. در راستای ایجاد حد اعلی نور؛ فاستر دیوارهای داخلی را محدود ساخت تا نور کمتری توسط آن ها حذف شود. حسگرهای نوری نیز به منظور اندازه گیری مقدار نور طبیعی و واکنش خودکار آن ها با توجه به نور مورد نیاز به کار می روند .

۹۵٪ نور فضاها ی داخلی به دلیل این است که پنجره های این برج از کف تا سقف ادامه می یابد.



شکل (۲-۵) برج هرست

گردش آب و آب نما: مهندسین از طریق مدلی طرح یک آبشار یا آب نما را که در طول آن حدود ۱۰ متر می باشد و قرار است در لابی یا ورودی ساختمان نصب کردند. آب مورد نیاز این آب نما به وسیله آب باران در پشت بام تأمین می شود که در اثر پایین آمدن از آن میزان رطوبت نسبی را به حدود ۳۰ الی ۵۰ درصد می رساند که این میزان بسته به فصل متفاوت

است و وجود چنین آب نمایی باعث کاهش ۵٪ مصرف سیستم تهویه در تابستان می گردد. آب از طریق شیلنگ های پلی اتیلن که در کف نصب شده اند در تابستان ایجاد خنکی و در زمستان ایجاد گرمایش می کند. در زمستان این سیستم قادر است دمای کف را که به وسیله سنگ گرانیت پوشیده است دبه حدود ۲۶ درجه سانتیگراد برساند که این به معنای تأمین ۳۶٪ گرمای مورد نیاز است و در طول تابستان این سیستم دمای کف را به کمتر از ۲۰ درجه سانتیگراد رسانده که باعث ۱۰٪ صرفه جویی در عملکرد سیستم ارکاندیش می گردد. آبشار یخ، این تندیس آبی که ارتفاعش به سه طبقه می رسد، از هزاران پنل شیشه ای تشکیل شده، و همچنین در [فرایند کنترل] شرایط دمایی ساختمان بواسطه برودت و تزریق رطوبت به هوای محیط با بهره بری از همان آب باران بازیافتی، شرکت می کند. برج، در دوره ای طولانی از سال، از طریق تهویه طبیعی؛ در دمای آسایش باقی می ماند.

۲-۱۰-۱- ویژگی و شاخص های آسمان خراش هرست

استفاده از الگوی سبک مثلثی شکل در سازه که باعث صرفه جویی ۲۰ درصدی در مصرف فولاد نسبت به دیگر سازه ها می باشد استفاده از مواد بازیافتی و به کار گرفتن آن ها در ساخت موکت و کف پوشها و تجهیزات سقف و بخش اعظم دکوراسیون داخلی همچنین جمع آوری و ذخیره آب باران در مخازنی به ظرفیت ۱۴ هزارلیتر برای استفاده بهینه در مرطوب ساختن فضای داخلی آسمان خراش استفاده از مکانیسم آبی در شیلنگهای پلی اتیلن که در کف بوسیله سنگهای گرانیت پوشانده شده است و در طول تابستان این سیستم دمای کف را به کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد می رساند و باعث صرفه جویی ۱۰ درصدی در سیستم ایرکاندیشن می گردد. ۹۰ درصد فولاد مصرفی از طریق بازیافت آهن قراضه به جای استفاده از سنگ معدنی آهن به دست آمده است. بازیافت ۸۵ درصدی مصالح حاصل از تخریب بخش هایی از ساختمان قدیمی و بهره گیری و استفاده از تهویه طبیعی ساختمان در بیشتر از نصف سال و همچنین بکارگیری سنسورهای حرکتی و نوری در مکانهای بسته و باز جهت خاموش کردن چراغها (۱۲)

۲-۱۰-۲- برج شانگهای

برج شانگهای بلندترین ساختمان در چین است و در هسته مرکزی منطقه مالی و بازرگانی در شانگهای واقع شده است. ساختمان مرکز شانگهای یک آسمان خراش ۶۳۲ متری (۲۰۷۳ فوت)، با ۱۲۸ طبقه در پودونگ شانگهای میباشد.

کار ساخت و ساز روی برج در نوامبر ۲۰۰۸ آغاز شد و در ۳ آگوست ۲۰۱۳ به پایان رسید. نمای بیرونی در تابستان ۲۰۱۵، به پایان رسید و کار در سپتامبر ۲۰۱۵ تکمیل در نظر گرفته شد. گرچه این ساختمان در ابتدا قرار بود در نوامبر ۲۰۱۴ به بهره برداری کامل برسد. شانگهای برج برنده جایزه مهندسی عمران Tien-yem Jeme 2018 است.

۲-۱۰-۲- طرح

این برج به شکل نه ساختمان استوانه ای میباشد که در بالای یکدیگر انباشته شده و در مجموع دارای ۱۲۸ طبقه است و همه آنها در لایه داخلی نمای شیشه ای محصور شده اند. در بین آنها و لایه بیرونی، که با بالا آمدن پیچش می یاب ، نه منطقه داخلی فضای عمومی بازدید کنندگان را فراهم می کند. هر یک از این نه منطقه دارای دهلیز خاص خود است که شامل باغ ها، کافه ها، رستوران ها و فضای خرده فروشی و منظره پانوراما از شهر است. هر دو لایه نما شفاف است و فضاهای فروشگاهی و سالن های اجتماعات در پایه برج فراهم شده است. نمای شفاف یک ویژگی طراحی منحصر به فرد است ، زیرا اکثر ساختمانها فقط با استفاده از یک شیشه بسیار بازتابی برای کاهش جذب گرما ، از یک نمای منفرد استفاده می کنند ، اما لایه شیشه دو برج شانگهای نیاز به تاسیسات نوردهی را از کاهش میدهد. این برج قادر است روزانه ۱۶۰۰۰ نفر را در خود جای دهد.

برج شانگهای به برج جین مائو و SWFC می پیوندد تا اولین گروه بندی مجاور جهان از سه ساختمان فوق ستاره را تشکیل دهد. هتل ۲۵۸ اتاقه آن ، واقع در بین طبقه های ۸۴ و ۱۱۰ قرار است توسط هتل های بین المللی جین جیانگ به عنوان هتل برج شانگهای اداره شود و در زمان تکمیل آن ، مرتفع ترین هتل جهان خواهد بود. این برج همچنین دارای موزه ای خواهد بود. زیرسطوح برج دارای فضاهای پارکینگ برای ۱۸۰۰ وسیله نقلیه است.



شکل (۲-۶) برج شانگهای

۲-۱۰-۲- پایداری

برج شانگهای دارای چندین عنصر معماری سبز است. سازندگان آن گواهینامه هایی از کمیته ساختمان سبز چین و شورای ساختمان سبز ایالات متحده برای طراحی پایدار ساختمان دریافت کردند. در سال ۲۰۱۳ ، این برج به عنوان "سبزترین ساختمان فوق العاده بلند در زمین در آن مقطع زمانی شناخته شد. این ساختمان برای جذب آب باران برای استفاده داخلی و بازیافت فاضلاب برای آبیاری طراحی شده است. در برج شانگهای ، بیش از ۲۰۰ توربین بادی در حال چرخش در بالای برج (بلندترین توربین های جهان ، به طور

طبیعی) قرار گرفته که حدود ۱۰٪ از برق ساختمان را تولید می کنند. اینها یکی از بدیهی ترین فن آوری های سبز هستند. اما تنها یک قسمت از کاهش مصرف انرژی را شامل میشود.

این ساختمان آب باران را جمع آوری کرده و از پسماندهای آن مجدداً استفاده می کند ، دارای سیستم قدرتمند خنک کننده و گرمایشی است و از ۴۰ روش صرفه جویی در مصرف انرژی دیگر استفاده می کند که سازندگان آن ادعا می کنند ۳۴۰۰۰ تن از تولید کربن سالانه خود قطع می کنند. این ساختمان در دو لایه شیشه برای خنک کننده گی طبیعی و تهویه طبیعی پیچیده شده است و در کل توسعه دهندگان می گویند که یک سوم سایت "فضای سبز" است ، از جمله ۲۴ باغ آسمان که بین این دو پوسته قرار دارند.



شکل (۷-۲) برج شانگهای

در شکل فوق نمایی از دکوراسیون برج شانگهای را نشان می که در کنار برج مروارید و طراح نمای شیشه ای مشخص است، که پیش آن با افزایش ارتفاع، ۱۲۰ درجه کامل می شود ، و با این پیش بر روی پوسته خارجی بارهای باد روی ساختمان را ۲۴٪ کاهش دهد. این مقدار مواد ساختمانی مورد نیاز را کاهش می دهد. برج شانگهای ۲۵٪ از فولاد ساختاری کمتر از طرحی معمولی با ارتفاع مشابه استفاده کرد. شیوه های ساخت و ساز همچنین برای پایداری بهینه شدند. گرچه بیشتر انرژی این برج توسط سیستم های قدرت معمولی تأمین می شود، ۲۷۰ توربین بادی با محور عمودی که در نما و در نزدیکی بالای برج قرار دارند ، قادر به تولید حداکثر ۳۵۰،۰۰۰ کیلووات ساعت انرژی مکمل در سال هستند ، و انتظار می رود ۱۰٪ از نیازهای برقی ساختمان را تأمین کند. نمای شیشه ای عایق دو لایه برای کاهش نیاز به تهویه مطبوع داخلی طراحی شده است و از یک شیشه تقویت شده پیشرفته با تحمل بالا برای تغییرات دما تشکیل شده است. علاوه بر این ، سیستمهای گرمایشی و سرمایشی ساختمان از منابع انرژی زمین گرمایی استفاده می کنند. مضافاً اینکه، آب باران و فاضلاب برای شستشوی توالت ها و آبیاری فضاهای سبز برج بازیافت می شوند. (۱۳)

۲-۱۰-۳- برج های دوقلوی البحر

جستجوی طرح های خلاقانه برای آسمان خراش ها، طبیعت و فرهنگ اصلی ترین منبع الهام برای طراحی این برج بوده است. برج های البحر این دو منبع (معماری سنتی و محیط پیرامونی) را در سیستم شناسایی پیشرفته نشان می دهند که به منظور ادغام ساختمان در بافت فرهنگی آن و پاسخگویی مستقیم به الزامات آب و هوایی منطقه ترکیب شده اند. همچون شکل "مشریه" از صفحه نمایش ها، که در سنت معماری اسلامی تکیه شده است. استفاده از فن آوری های مدرن بسیار پیشرفته این ساخت این سازه را با استفاده از مدل سازی پارامتری و الگوریتمی ممکن می کند. مفهوم طراحی با استفاده از برنامه نویسی رایانه، بدون قربانی کردن ایده آل های پروژه، اصلاح شد. در پایان، الگوی جدیدی در طراحی خلاقانه ساختمانهای بلند به وجود آمد.

بسیاری از برج های موجود عمدتاً بر پایه سیستم های پرده ای یا بازتابی با کارایی بالا و شیشه های دوجداره ساخته شده اند که مطمئناً این نوع سیستم ها می توانند نتایج قابل قبولی را ارائه دهند، به طور کلی به علت ضعف نمای خارجی، عدم وجود نور طبیعی بهینه و تابش شدید درخشان از قسمت بیرونی شاید در نگاه اول سایبان گزینه مناسبی برای یک برج نباشد. از طرف دیگر، دستگاههای سایه بان ثابت برای برخی پروژه ها با نتایج مثبت استفاده شده اند، اما آنها فقط برای یک مجموعه شرایط خاص بهینه شده اند و بنابراین نمی توانند نتایج ایده آل را در تمام مناطق و شرایط را ارائه دهند. مشربیه در برج های البحر یک مجموعه از اجزای سایه اندازی شفاف است که در پاسخ به مسیر خورشید باز و بسته می شود. هر یک از این دو برج دارای بیش از ۱۰۰۰ محافظ خورشیدی جداگانه هستند که از طریق سیستم مدیریت ساختمان کنترل (Building Management System) می شوند و بدین ترتیب یک نمای هوشمند را ایجاد می کنند.

۲-۱۰-۳- محل

برج های ۲۵ طبقه البحر در ورودی شرقی تقاطع خیابان های سعودا و السلام، در شهر ابوظبی واقع شده است. دما می تواند در بزرگترین شهر و پایتخت امارات متحده عربی در تابستان به ۵۰ درجه سانتیگراد برسد. الگوهای هندسی که از صفحات غول پیکر تشکیل شده است، شامل بیش از ۱۰۰۰ عنصر متحرک است که بسته به موقعیت خورشید، مطابق با موقعیت خورشید، در طول روز منقبض و گسترش می یابند، مشابه موسسه جهان عرب که توسط ژان نوول در پاریس طراحی شده است.

۲-۱۰-۳- طراحی مفهومی

سیستم نما مخالف نمای معمولی آسمان خراش های منطقه است و یک راه حل چابک تر و پویاتر برای شرایط آب و هوایی ارائه می دهد. برج های البحر به دنبال ارائه یک طراحی

حساس به بافت و فرهنگ هستند که از فناوری مدرن نیز برای دستیابی به بالاترین استانداردهای ممکن بهره وری بهره می برند.

سیستم سایه بان **Mashrabiya** ، بر اساس یک طرح مشبک سنتی شرقی است که یکی از اصلی ترین مفاهیمی است که منجر به این شد که شرکت **Aedas** در کمیسیون ساخت برج هایی که دفتر مرکزی **ADIC** در ابوظبی است ، برنده شود. وظیفه اصلی معماران و مهندسان خبره توسط تیم طراحی رایانه ، یافتن توضیحی پارامتریک برای هندسه پانل های متحرک نما و شبیه سازی عملکرد آن در پاسخ به قرار گرفتن در معرض خورشید و تغییر در نتیجه زاویه های بروز در نقاط مختلف در طول سال تعریف گردید.

۲-۱۰-۳-۳- شرح

ابوظبی شهری با آب و هوایی بسیار گرم بوده، که در آن انتظار ریختن قطره ای باران از آسمان را نیز نمی توان داشت. زاویه قرارگیری خورشید و نور شدید آن باعث شده طراحان برج های دوقلو البجار ابوظبی دست به کار شده و این ساختمان های غول پیکر را بر اساس محیط بسازند. در ساخت این برج طراحان از مشربیه که یک وسیله ی سنتی ایجاد سایه در امارات می باشد بهره گرفته و بر روی ساختمان تماما از سلول های خورشیدی استفاده کرده اند، به طوری که آقای **Chris Wilkinson** ، یکی از اعضای گروه داوران در مورد نمای برجهای البجار اذعان داشته : تا به حال چنین پوسته ای که توسط کامپیوتر کنترل شود با این وسعت ساخته نشده که آن را با بهترین حالت نور داخلی و خورشیدی هماهنگ سازد. این برج های دوقلوی ۱۴۵ متر ارتفاع داشته و در شب به شکل کریستال خود را نشان می دهند.

این پانل های قرار گرفته بر روی ساختمان در طول روز با توجه به زاویه تابش خورشید از خود عکس العمل نشان می دهند، این دیواره با فاصله ای دو متری از دیواره خارجی و بر روی یک فریم مجزا ساخته شده است. عملکرد این پانل ها به گونه ای بوده که در طول روز نور خورشید را جذب کرده و تا ۵۰ درصد از گرما و نور ورودی به داخل ساختمان جلوگیری می کنند، هنگام غروب خورشید نیز تمامی صفحات بسته می شوند، و قسمت بیشتری از نمای زیرین قابل مشاهده می گردد. زمانیکه خورشید از شرق طلوع می کند، تمامی پانل های شرقی بسته شده و زمانیکه خورشید به سوی غرب می رود تمامی نوار عمودی سایبان ها به حرکت خورشید عکس العمل نشان داده و حرکت می کنند. بر اساس این تکنولوژی دست معماران برای انتخاب شیشه های ساختمان نیز بازتر بوده و آنها توانسته اند شیشه هایی با رنگ های نسبتا طبیعی برای ساختمان استفاده کنند، از این رو کارمندان هم دید بیشتری نسبت به فضای بیرونی داشته و هم نور کافی برای انجام فعالیت های روزمره در اختیار خواهند داشت.

۲-۱۰-۳-۴- صفحات سایه انداز

صفحات سایه انداز پویا و واکنشی، باعث افزایش بیشتر تعامل با خورشید می شود که مانند شناسیل عمل می کنند و اساس آن بر پایه پوسته دوم که نور را فیلتر می کند و تابش نور را کاهش می دهد، میباشد. این سیستم با انرژی تجدید پذیر حاصل از پانل های فتوولتائیک هدایت می شود. این شبکه غول پیکر تقریباً دو برج را به طور کامل محاصره کرده است ، به جز بخش نماهایی که رو به شمال قرار دارد.

تا شب ، تمام صفحه ها جمع میشوند ، که نمای بیشتری را می توان دید ... با آمدن خورشید در سمت شرق ، این سایه بان ها در طول آن طرف ساختمان شروع به بسته شدن می کند و هنگامی که خورشید به دور آن حرکت می کند.

۲-۱۰-۳-۵- برجها

ساختمان های پیل بر اساس یک فرم هندسی از قبل منطقی ساخته شده و با استفاده از ابزار طراحی پارامتری تنظیم شده است تا به نسبت سطح بهینه بین دیوارها و کف دست یابد. شکل کلی برجها برای تکمیل سیستم سایه بهینه شده است. طراحی به عنوان دو سیلندر ساده ، روی یک صفحه کف دایره ای شروع شده و کارآمدترین شکل را از نظر "ناحیه دیوار به کف" ارائه می دهد و بیشترین حجم فضا را در کوچکترین منطقه ایجاد می کند. علاوه بر این، طرح کف دایره ای بر اساس ترکیبی از دایره های هندسی برای کاهش تابش آفتاب، که جهت گیری طبیعی ایجاد کرده است ، بیان می شود. شکل برجها سپس در اطراف یک هسته پیچیده شده ، در پایه و قسمت بالایی آن باریک تر و در اطراف طبقه های میانی گسترده تر است. برجها دارای ۹ آسانسور هستند که پنج متر در ثانیه صعود می کنند.



شکل (۲-۸) نمای داخلی برج البحر

۲-۱۰-۳-۶- فضاها

الف- باغها

در امتداد نمای جنوبی ، باغهای داخلی و روباز وجود دارد که همچنین سایه آن به کاهش اثرات نور خورشید کمک می کند. این مناطق همچنین فضاهایی را برای کارمندانی فراهم می کند که از فضاهایی برای جلسات و استراحت استفاده می کنند.

ب- تراس سلطنتی (پدیوم)

این ساختمان دارای طیف گسترده ای از امکانات مشترک از جمله نمازخانه ها ، رستوران ها و سالن اجتماعات است ، ضمن اینکه امکان دسترسی متمایز را برای دسته های مختلف کاربران اعم از اعضای عمومی ، کارمندان و افراد VIP فراهم می کند که می توانند از ورودی مجزا از باغ استفاده کنند. منطقه ای در عرشه فوقانی.



شکل (۲-۹) نمای جنوب شرقی برج در حالت بسته بودن سایبانها

دو پارکینگ زیرزمینی وجود دارد که ظرفیت آن برای ۸۰ وسیله نقلیه و یک منطقه "mezzanine" به عنوان محوطه ملاقات برای پرسنل در تریون قرار گرفته است. در طبقه بالا ، در ارتفاع ۱۲۰ متر ، یک عرشه مشاهده وجود دارد که برای عموم آزاد است.

۲-۱۰-۳-۷- ساختار

در هنگام شب تمام صفحات باز شده و همه پانل های سایه بان تا خورده و بیننده قسمت بیشتری از نما را مشاهده خواهد نمود. در هنگام صبح که خورشید در شرق بالا می رود، سیستم سایه بان "مشرابه" در امتداد شرق ساختمان شروع به بسته شدن مینماید و هنگام حرکت خورشید اطراف ساختمان، آنگاه کل نوار افقی سایه بان با خورشید به دور ساختمان حرکت میکند.

گرمای طاقت فرسا در ابوظبی، توجه به سایه و تهویه هوا را به عنوان دو عنصر مهم در هر ساخت و ساز جدید را در این اقلیم اجباری باید دانست و اصلی ترین نتیجه در کنترل تهویه هوا، کاهش مصرف انرژی است. به طور سنتی ، ساختمانهای کناره خلیج فارس از فناوری

ای به نام شناسیل و یا مشربیه استفاده می کردند ، که از پانل های پیچیده چوبی تشکیل شده بود و باعث کاهش گرمای خورشید می شدند.

۲-۱۰-۳-۸- پنل های خورشیدی

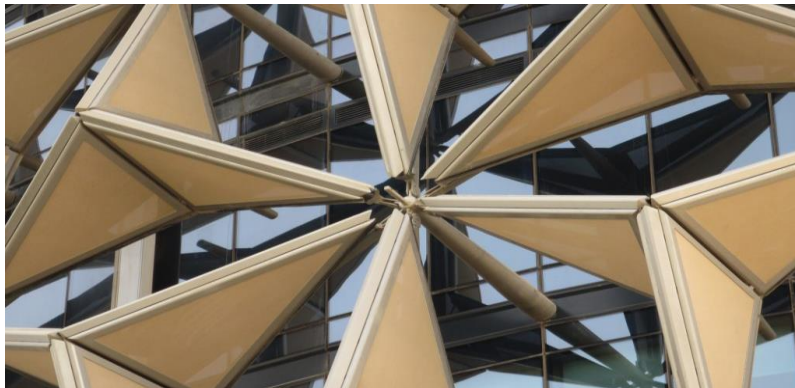
صفحه سایه بان پیشگام برجها ، که توسط کامپیوتر کنترل می شوند ، به عنوان پرده ای پره ای عمل می کنند ، که دو متر از نمای بیرونی ساختمانها در یک قاب مستقل قرار گرفته است. هر مثلث در فیبر شیشه ای با میکرو سوراخ پوشیده شده است و برای پاسخ به حرکت خورشید به منظور کاهش سود و تابش خورشید برنامه ریزی شده است. تخمین زده می شود که صفحه سایبان ها بیش از ۵۰٪ میزان خورشیدی را کاهش داده و استفاده از تهویه هوا را کاهش می دهد. همچنین ، قابلیت فیلترشکن بودن نور به معماران این امکان را داده است تا در انتخاب شیشه از انتخاب بیشتری برخوردار باشند. و این امکان را داده است تا از نوع طبیعی شیشه ای رنگی استفاده شود ، که نور بیشتری را در فضای داخلی ایجاد می کند و نیاز به نور مصنوعی را کاهش می دهد. این یک روش استفاده از تکنیک باستانی به شیوه ای مدرن است ، که به آرزوی معماران نیز برای ایفای نقش اصلی در زمینه پایداری پاسخ می دهد.



شکل (۲-۱۰) صفحات سایبان پوسته خارجی

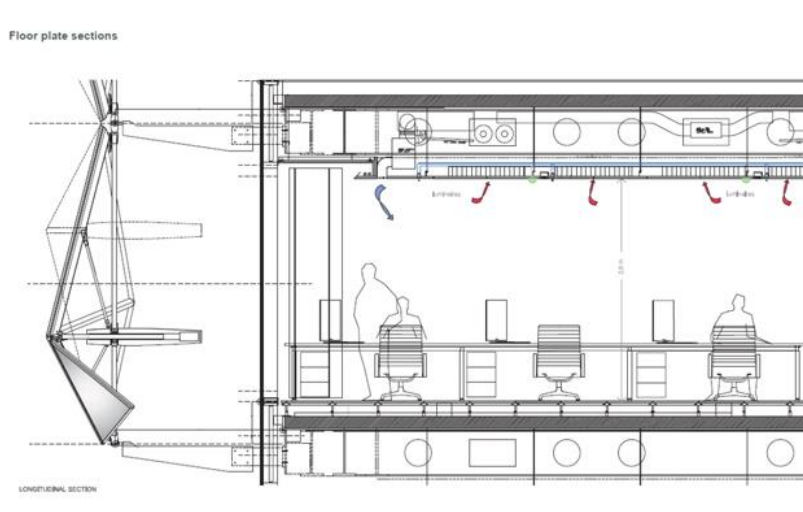
هر واحد شامل یک سری پنل های کشیده PTFE (poly tetra fluoro ethylene) است و توسط یک ماژول خطی که هر روز یک بار به صورت تدریجی باز و بسته می شود ، در پاسخ به دنباله از پیش برنامه ریزی شده ای که برای جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید از لحظه برخورد عملیاتی می شود ، اداره می شود. کل نصب توسط سنسورهای مختلفی محافظت می شود که در صورت تغییر شرایط ، واحدها را باز می کنند. به عنوان مثال ، اگر هوا ابری باشد یا وزش باد شدید باشد، این سیستم فعال خواهد شد. تأثیرات این سیستم قابل تعمیم به کل جهان است که دارای مزایای زیر است:

- ۱- میزان تابش نور را کاهش می دهد.
- ۲- باعث افزایش نفوذ نور روز می شود.
- ۳- وابستگی به نور مصنوعی را کاهش می دهد.



شکل (۱۱-۲) ساختار سایه بان ها

و این میزان خورشیدی را بیش از ۵۰ درصد کاهش می دهد ، که این امر به معنای کاهش انتشار ۱۷۵۰ تن CO₂ در سال است. الگوهای هندسی که این صفحه نمایش غول پیکر را تشکیل می دهند شامل بیش از ۱۰۰۰ عنصر متحرک است که بسته به موقعیت خورشید در طول روز گسترش و منقبض می شوند.

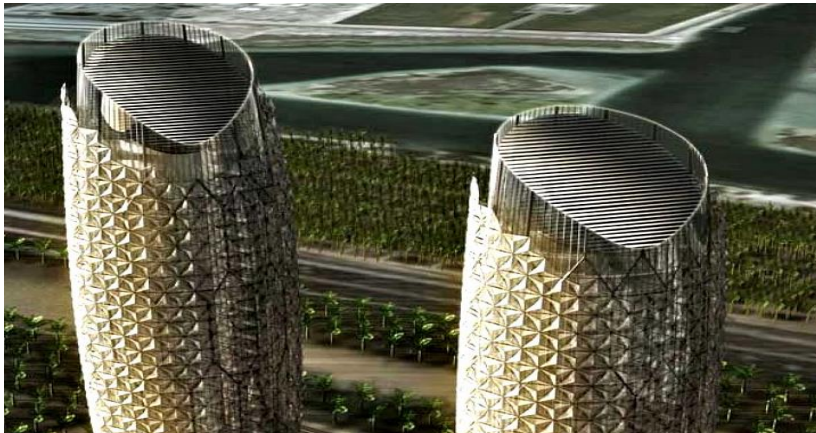


شکل (۱۲-۲) وضعیت دیواره نسبت به پوسته ثانویه

۹-۳-۱۰-۲- سلولهای فتوولتائیک

سقف های جنوبی هر برج دارای سلول های فتوولتائیک هستند ، که تقریباً ۵٪ از کل انرژی مورد نیاز از منابع انرژی تجدید پذیر را تولید می کنند ، که برای گرمایش آب مورد استفاده قرار می گیرد. این برجها اولین ساختمانهای خلیج فارس بودند که دارای رتبه LEED نقره ای شدند.

در حالی که تعرفه های انرژی یارانه ای در منطقه خلیج فارس مانع انجام هرگونه تحلیل معنی دار هزینه و فایده ای می شود (بعلت ارزانی بیش از حد منابع انرژی در خلیج فارس)، اعتقاد بر این است که پروژه برج های البحار در بحث گسترده تری در مورد موضوعاتی مانند "هزینه استفاده" و "کل هزینه عمر" کمک خواهد کرد.



شکل (۲-۱۳) سلول های فتوولتائیک

تخمین زده می شود که این چنین سایه بانی بیش از ۵۰ درصد از دریافت خورشیدی را کاهش میدهد و بالطبع انرژی مورد نیاز ساختمان برای تهیه مطبوع نیز کاهش پیدا میکند. به علاوه توانایی سایه بان برای فیلتر کردن نور به معماران اجازه داده است تا در شیشه های تمام شده ی نمای اصلی قدرت انتخاب بیشتری داشته باشند. زیرا استفاده از شیشه با رنگ طبیعی، اجازه ورود نور بیشتری را میدهد و چشم انداز بهتری از بیرون به بیننده ارائه مینماید و همچنین باعث استفاده کمتر از نور مصنوعی میگردد. این سایه بان یک تکنیک قدیمی را در روشی مدرن به کار گرفته است. همچنین به اشتیاق کشور امارات در پیشرو بودن در ساخت و ساز پایدار در منطقه پاسخ داده است.

کنترل کامپیوتری نما در ساختمان البحر، برای پاسخ به شرایط خورشیدی و نور مطلوب، در این مقیاس عظیم هرگز در گذشته صورت پذیرفته بود. علاوه بر این، جلوه ی پوسته بیرونی ساختمان ریشه های محکمی از بافت فرهنگی آن را نشان میدهد. برای مهندسی پایدار پروژه و رویکرد حساس فرهنگی و شهری، این برج ها برنده جایزه "نوآوری برج های سال ۲۰۱۲" توسط شورای ساختمان های بلند و زیستگاه شهری شده اند. (۱۴)

فصل سوم (فرایند و روش طراحی)

۳-۱- مقدمه

طبق بررسی های انجام شده در فصل پیشین، برای طراحی یک ساختمان با وابستگی کمتر به انرژی حاصل از سوخت های فسیلی، میبایست سیستم های ایستا را در طراحی کالبدی ساختمان بکار گرفت تا بار وارده بر سیستم های فعال کاهش یابد. از این رو در طراحی این برج تلاش میگردد تا در ابتدای امر سیستم های غیر فعال را در طراحی استفاده نمود و همزمان با این ترکیب میبایست به دنبال تحلیل پرسش های مطرح شده در فصل قبل بود.

به طور کلی طراحان دو روش برای به کار بردن و شبیه سازی (تقلید) اشکال طبیعی به کار برده اند. در روش اول هدف طراح تنها تقلید و شبیه سازی از نمود ظاهری اشکال طبیعی است. پس ساختمان تنها در بر گیرنده ظاهر زیبای خارجی پدیده است یا همان نمای در برگیرنده آن را بازتاب خواهد داد. در روش دوم طراح با الهام گرفتن از اشکال طبیعی به خلق و ثبت اثر می پردازد. مسلماً توجه معماران به طبیعت و شناخت اشکال طبیعی و الهام گرفتن از آن ها برای کشف الگوهای مناسب و بهینه ای که کمک می کنند مهندسان مبتکر و صنعتگران هنرمند ساختمانی باشند، از ضرورت و اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۳-۲- معماری بیونیک (معماری طبیعت الگو):

معماری بیونیک، نوعی از معماری است که مهندسی زیستی خالق نیز نامیده می شود و عبارت است از مجموعه ای از روش های بیولوژیکی و سیستم های موجود در طبیعت که مورد استفاده در مهندسی و فن آوری های جدید قرار می گیرد. به طور کلی ما می توانیم سه سطح بیولوژیک در نظر بگیریم که فن آوری های مدرن می توانند بر اساس آنها شکل بگیرند:

- ۱- تقلید از روش های تولید طبیعی
- ۲- تقلید از مکانیسم وجود داشته در طبیعت
- ۳- مطالعه اصول سازمان یافته بر اساس رفتار اجتماعی و ارگانیسم

در همین راستا در این بخش تلاش میگردد تا با بررسی ساختارهای طبیعی و ترکیب آن با سیستم غیر فعال، راه های بکار گیری آن را بررسی نمود.

در طول تاریخ زندگی، مدل سازی های بسیاری از طبیعت توسط انسان شکل گرفته است. اما پروژه های علمی در این زمینه برای اولین بار توسط داوینچی انجام شد. او سعی می کرد با مطالعه پرندگان در حال پرواز، یک ماشین پرنده بسازد. اگرچه او نتوانست موفق شود اما تلاش های او، اولین مطالعات زیستی متریک در سراسر جهان شناخته شد. (۱۵)

در بدو امر طراحی حجم ساختمان در اقلیم نیمه بیابانی سمنان مد نظر قرار گرفت که اولین انرژی موجود در اقلیم منطقه اثر گرمایش حاصل از انرژی تابشی بوده که میبایست از این ویژگی برای کمک به کاهش بار گرمایشی ساختمان در فصل زمستان استفاده نمود و همینطور اثر نامطلوب آنرا در فصل تابستان که بار انرژی سرمایشی را به طرز محسوسی تحت اثر قرار میدهد را کاهش داد. حال این نکته بدیهی است که یک سطح صاف شعاع های بیشتری از انرژی خورشیدی به نسبت یک سطح چندین وجهی دارای شکستگی دریافت مینماید.

اصلی ترین ویژگی الگو، خودداری از سعی و تالش بیهوده و انجام فعالیت بی نتیجه است (اصطلاحاً لزومی بر اختراع مجدد چرخ نیست اما میتوان کاربرد آن را بهینه کرد) که باعث استفاده کمتر از وقت و انرژی می شود.

معماری و بهره برداری از طبیعت روندی است که ما آن را به صورت غریزی درک کرده و پرورش می دهیم. بیشترین فرم یا نمونه متعادل و پایدار از این بحث دارا بودن الزام و تعهد به زندگی است که شخص در چهارچوب مواد و مصالح نشان می دهد. در حقیقت این یک روند است که می تواند به یک ساختار الگو بدهد یا بگیرد.

۳-۲-۱- سیستم های سازه ای بیونیک:

سیستم ساخت و ساز از ستون: در طبیعت تعداد زیادی از گیاهان بومی بلند با یک سطح کوچک با ساقه های دور از هم که در برابر نیروهای مختلف زیست محیطی پایدار است، وجود دارد. برای مثال در خوشه های گندم سیاه نسبت قطر خارجی کاه به ارتفاع آن $1/5$ است. وزن خوشه کمی بیشتر از $1/5$ برابر ساقه است. ارتفاع نیشکر تقریباً ۳ متر است و قطر ساقه آن ۱۵ میلی متر می باشد. مقاومت و ثبات این ساختمان های طبیعی را می توان با یک مجموعه از خصوصیات این طور توضیح داد که آرایش متقابل بافت سخت و نرم در ساقه سبب واکنش متحیر کننده ای در مقابل فشار و کشش می شود. ساقه غالت مانند میچ پا و برجستگی های آن قابلیت ارتجاعی را نشان می دهند. یک باد قوی تنها می تواند ساقه های ضعیف را خم کند. یک درخت در مقابل باد توسط ریشه هایش مقاومت می کند و ممکن است بشکند. آسمان خراش ها بر اساس این مطالعات ساخته شدند.

۳-۲-۲- ساختار لایه ای:

با جست و جو در محیط ساختمان های گنبدی شکل به راحتی یافت می شوند: (تخم مرغ، دانه ها، برگ ها، حیوانات دریایی و شپش و ...). این سازه ها با دیواره های نازک در فضا خم می شوند. به دلیل شکل صاف خود و ویژگی های نا آرام می توانند نیرو را به طور مساوی گسترش دهند. یک نمونه از ساختار منحصر به فرد و ایده آل با توجه به ثبات ساختاری، پوسته تخم مرغ است. تنها ویژگی این ساختار شکل هندسی آن نیست بلکه اگر

قطر پوسته تخم مرغ ۳,۰ میلی متر باشد، باز هم هفت لایه دارد که هر کدام از آنها نقش خود را دارند و پوشش ارتجاعی محتویات سمت داخلی تخم مرغ را احاطه کرده است که این پوسته برای تحمل تغییرات مواد داخل تخم مرغ به دلیل قدرت کشش بر خلاف پوسته خارجی مناسب است.

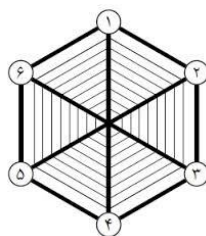
این نوع از سازه ها شاید الگوهای گسترده ترین ساخت و سازها با فضاهای بزرگ با فاصله طولانی بین تکیه گاه های اصلی (پایون ها، سینما، تئاتر، زمین های ورزشی و...) است. این سازه ها به مقدار کمی به مواد و مصالح نیاز دارند. تقریباً همه آن ها روشن هستند و ضخامت دیواره های کناری تنها چند میلی متر است.

۳-۲-۳- سازه هایی با کابل الاستیک (کشسان):

تار عنکبوت یکی از معجزات ساختارهای طبیعی است. آن ها قوی تر از سیم فولادی با قطرهای برابر هستند و اثر کشسانی ای دارند که به آنها اجازه می دهد ارتجاعی باشند که این خاصیت ارتجاعی در تار عنکبوت ۱/۲۵ برابر بیشتر از سیم فولادی است. این سبک ساختار با ظرفیت و قدرت مورد توجه دانشمندان قرار گرفته شد. مهندسان از آن ساختار برای ساخت کابل الاستیک استفاده کردند. تار عنکبوت به عنوان اولین نماد از ساختار پل معلق که به عنوان یک پدیده هنری در انواع گوناگون کاربرد دارد در نظر گرفته می شود.

از سوی دیگر با دقت در ساختار تار عنکبوت مشخص میشود که در مرکز آن یک هسته اصلی قرار دارد و با توجه به محل قرارگیری این شبکه در فضا، شعاع های منتظمی به نقاط اتصالی کناری کشیده میشود. فاصله این شعاع ها نیز از یک نظم هندسی مخصوص آن فضا پیوری میکند. سپس خطوط عمود بر این شعاع ها از مرکز تا کناره ها به فواصل منظم پیش میرود.

این ساختار چندضلعی با هسته مرکزی و ترکیب شعاعی آن یکی از بهترین چیدمان های فضایی برای طراحی پلان و کسب بهترین بازخورد در برابر زلزله برای یک ساختمان است.



شکل (۱-۳) شمای کلی ساختار هندسی تار عنکبوت

در کنار تار عنکبوت می توانیم در طبیعت سازه هایی به همان سبک پیدا کنیم مانند بال خفاش، باله ماهی و پای باله دار پرندگان که در ساختار خود دارای توزیع شدگی و ثبات روی یک سطح هستند.

ساختمان های تشکیل شده از اشکال هندسی:

طبیعت منشأ اشکال شش وجهی و سه وجهی است که می توان در سلول های کروی یا حباب ها آن را مشاهده کرد. به هر صورت آنها مجموعه ترکیبات و ساختار های پیچیده طبیعی و یا اشکال دیگری هستند. این اشکال می توانند تحت فشار شکل جدیدی با محورهایی تا ۱۲۰ درجه به خود بگیرند. این مدل سطوح الاستیکی هستند و در آنها برخی از قابلیت های کششی وجود دارد. اشکال چند ضلعی را می توان روی پوست زرافه ها و یا لاک لاکپشت ها مشاهده کرد و انواع دیگر را می توانیم در قسمت های داخلی کندوی عسل ببینیم. یک زنبور عسل با جویدن رسوبات مومی با بزاق خود آنها را به اشکال شش ضلعی می ریزد و با کنار هم چسبانیدن این شش ضلعی ها کندوی عسل شکل می گیرد. این پدیده همواره منبعی الهام بخش برای طبیعت شناسان و ریاضی دانان و فلاسفه بوده است. جانوران تک سلولی یا پلانکتون های میکروسکوپی در آب شور و برخی در اقیانوس زندگی می کنند.

۳-۲-۴- طبیعت و حرکت:

یکی از ویژگی های ارگان های طبیعی توانایی حرکت و تغییر در آنهاست. اساساً یکی از نقاط نظم اتمی در جهان حرکت است که پیدا کردن مثال برای آن در طبیعت آسان است مثل گردباد، طوفان، سیل، رشد گیاهان، شکار و عواملی از این قبیل. حرکت با مفاهیم زمینه ای چون تغییر مکان یا شکل دنبال می شود؛ بنابراین اگر ما این مفاهیم زمینه ای از حرکت را در ساختمان ها دنبال کنیم بهترین درس ها را از طبیعت خواهیم آموخت. نکته قابل توجه در حرکت ساختارها مانند بدن انسان هماهنگی و تعادل در حین حرکت است. نمونه های این ساختار ها در استادیوم ها، مکان های عمومی، پوشش دهنده ها و مکان های تاریخی، پل ها و درب های متحرک، ساختار های کوچک هماهنگ و تأیید شده با محیط زیست و... دیده می شوند.

۳-۳- انرژی تابشی خورشید:

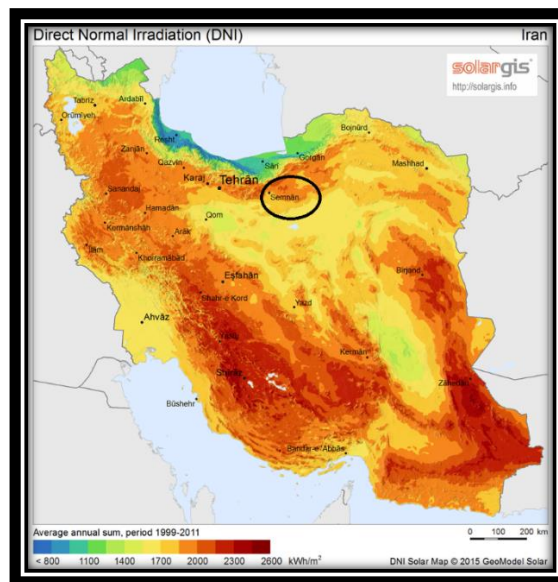
یکی از مهمترین روشهای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمانها، بهره جستن مناسب از انرژی خورشید در جهت کاهش هزینه گرمایشی یا جلوگیری از اثر نامطلوب آن در راستای کاهش هزینه سرمایشی است. برای اینکار روشهای مختلفی مثل:

- ۱- استفاده مناسب از نواح سایبانها، استفاده از شیشه های دو یا چند جداره،
- ۲- طراحی ساختمان با توجه به جهت گیری آن نسبت به نور خورشید،
- ۳- همچنین استفاده از نماهای مناسب برای ساختمانها بکار میروند.

این روشها سالهای متمادی است که در کشورهای مختلف دنیا به آنها عمل میشود. هر کشور با توجه به خصوصیات اقلیمهای مختلف آب هوایی موقعیت جغرافیایی خود نیاز به یکسری دستورالعملهای اجرایی دارد که با توجه به آنها، طراحی ساختمانها بر اساس

کمترین مصرف انرژی انجام پذیرد. بدیهی است که این دستورات عملیاتی اجرایی با توجه به اقلیمهای مختل آب هوایی متفاوت خواهد بود. هنر طراحان ساختمان در این است که در طراحی بنا علاوه بر استحکام و زیبایی، هزینه مصرف انرژی مورد نیاز سالیانه را در کمترین مقدار خود نگه دارند.

جهت گیری دیوارهای ساختمان، روی میزان انرژی تابشی برخوردی به آن دیوارها کاملاً موثر است. بطور مثال برای شهرهای ایران که در نیمکره شمالی کره زمین قرار دارند، در طول روز دیوارهای شمالی در سایه قرار میگیرند در نتیجه تابش خورشیدی مستقیم که سهم عمده ای از تابش کل را دارد، به این دیوارها نمی تابد. به سایر دیوارها با توجه به جهت گیری شان، درصدی از انرژی تابشی مستقیم برخورد می نماید. بنابراین میتوان از جهت گیری ساختمان به عنوان یک عامل طراحی اقلیمی در جهت کاهش مصرف انرژی سالیانه بهره برد. تمهیداتی در جهت افزایش انرژی دریافتی (در مناطق سردسیر) یا کاهش آن (در مناطق گرمسیر) پیشنهاد نمود.



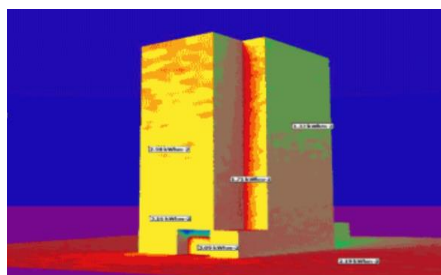
شکل (۲-۳) نقشه میانگین سالیانه میزان دریافت انرژی خورشیدی بر حسب کیلو وات ساعت بر متر مربع

در نواحی گرمسیر همچون سمنان، اکثر ماههای سال دارای هوای گرم دمای بالاتر از آسایش حرارتی می باشند. بنابراین در اینگونه نواحی باید تا حد امکان از ورود انرژی گرمایی خورشیدی به داخل ساختمان جلوگیری نمود. یکی از مهمترین راهکارها برای اینکار، استفاده مناسب از خواص تشعشعی پوسته خارجی دیوارهای ساختمان میباشد. با توجه به اینکه در نیمکره شمالی نور خورشید بیشتر به دیوارهایی که در جهت شرقی، جنوب شرقی، جنوبی جنوب غربی و غربی قرار دارند، میتابد این دیوارها از لحاظ محاسبات انرژی حرارتی مهمترین جهت گیرها را دارند. اصولاً دیوارهای شمالی اغلب در سایه قرار میگیرند فقط انرژی حرارتی بصورت تشعشع غیر مستقیم پخشی به آنها میرسد که در مقایسه با دیوارهای جنوبی بسیار کمتر میباشد. بنابراین تنها نیاز به

محاسبات حرارتی ناشی از انرژی خورشید در دیوارهای به سمت جنوب شرقی غربی میباشد.

در فصلهای بهار تابستان بیشترین شدت تابش روی دیوارهای غربی و شرقی است. بنابراین برای اقلیمهای گرم خشک که اغلب مناطق ایران خصوصا ناحیه کویری را شامل میشوند نکات زیر باید رعایت شوند:

- ۱- باید دیوارهای شرقی غربی دارای عایق بندی بسیار مناسبی باشند.
 - ۲- پوسته این دیوارها باید از مصالح ساختمانی با رنگ روشن مثل آجر زرد یا سنگهای ساختمانی سفید باشد.
 - ۳- همچنین با توجه به فرهنگ مردم ایران که بیشتر هنگام بعدازظهر عصر در منازل حضور دارند باید دیوار غربی که بیشترین تابش روی آن در بعدازظهر انجام میشود بخوبی عایق بندی شده حتما از مصالح با رنگ روشن در پوسته خارجی آن استفاده گردد.
- در فصل تابستان شدت تابش روی دیوار جنوبی نزدیک به ۸۰ درصد شدت تابش روی دیوارهای شرقی غربی است. بنابراین در اقلیمهای گرمسیر، دیوارهای جنوبی هم نیاز به عایق بندی مناسب مصالح پوسته خارجی با رنگ روشن دارند. اهمیت این دیوار برای اقلیمهای گرمسیر دقیقا مثل دیوار غربی است. علاوه بر موار ذکر شده، در طراحی ساختمان باید روی دیوارهای شرقی، غربی، جنوبی از پنجره های کوچک با سایبان مناسب استفاده نمود. یک روش دیگر برای کاهش انرژی گرمایی ورودی به ساختمانها از دیوارهای شرقی غربی، تاحد امکان کوچک نمودن آنهاست. به عبارتی در هنگام ساخت بنا، باید جهت کلی طول بزرگتر ساختمان در راستای شرق - غربی باشد. بنابراین در این حالت دیوارهای با مساحت کمتر در جهت شرقی غربی قرار میگیرند در نتیجه انرژی کمتری دریافت میکنند. یک نکته دیگر که میتوان خصوصا در طراحی مجتمع های مسکونی در نظر گرفت، استفاده از سایه ساختمانهای مجاور روی دیوارهای شرقی غربی است. در این حالت توصیه میگردد که فاصله مجتمع های مسکونی تا حد امکان در جهت شرقی غربی کم باشد در حالت بهینه این مجتمع ها بهم چسبیده باشند. در این حالت دیوارهای شرقی غربی دیگر در معرض تابش مستقیم نخواهند بود و از هدر رفتن انرژی مصرفی ساختمان هم جلوگیری خواهد شد.



شکل (۳-۳) تغییر در وضعیت دریافت انرژی تابشی با ایجاد شکستگی

بنابراین حتماً برای تنظیم میزان دریافت انرژی خورشید باید نمای خارجی را از یک پوسته صاف و یکدست به حالت پوسته دارای شکستگی تغییر داد تا هر بخش به تناسب نیاز خود از نور بهره مند شده اما باعث افزایش اثر نامطلوب دما از طریق رسانش نشود. (۱۶)

۳-۴- انرژی باد :

تأثیر وزش باد در ساختمان بطور کلی ایجاد تهویه طبیعی در ساختمان است که به اختلاف فشاری که وزش باد در جداره های خارجی آن بوجود می آورد بستگی داشت و جریان هوایی که در اثر اختلاف دمای سطوح مختلف یک ساختمان در فضای داخلی آن ایجاد می شود ناچیز و قابل اغماض است و این تنها وزش باد است که در چگونگی تهویه طبیعی و دمای هوای داخلی یک ساختمان و در نتیجه آسایش ساکنین آن تأثیر می گذارد. حداقل و حد مطلوب تهویه مورد نیاز در یک ساختمان به نوع اقلیم بستگی داشته و این حد فصول مختلف یک منطقه نیز تغییر می نماید.

ساختمانها به طور کلی و نما به عنوان جزء در معرض باد باید به صورت مستقل برای اثرات ناشی از باد طراحی و اجرا شوند. این اثر بر روی نما باید با توجه به میانگین سرعت باد در منطقه، ارتفاع، شکل هندسی ساختمانها، میزان پوشش و گرفتگی که موانع مجاور برای آنها ایجاد میکنند محاسبه شود.

ساکنین مناطق گرم و خشک با اتخاذ تدابیر ذیل به مشکلات آب و هوایی این نواحی فائق گردیده اند.

بطور کلی ساختمانهای اینگونه مناطق با مصالحی از قبیل خشت و گل ظرفیت حرارتی زیادی دارند بنا شده اند. مناطقی که شدت گرما بسیار زیاد است کوشش شده تا با قرار دادن خانه ها در دل تپه ها یا زیرزمین زمان تأخیر حرارت را به بی نهایت رسانده و بدین شکل از شرایط گرمایی متعادل عمق زمین بهره گیری نمایند.

گل را می توان ماده ساختمانی اصیل و قدیمی ایران در مناطق گرم و خشک دانست. در دسترس بودن خاک و ارزانی و شکل پذیری این ماده و عایق بودن آن در برابر سرما و گرما از دیرباز روستائیان این مناطق را به بهره برداری از گل به شکل چینه، خشت و کاهگل هدایت نموده است.

حرارت ناشی از تابش خورشید بر سطوح خارجی به هنگام روز از میان مصالح عبور نمی کند و حداقل تا پس از مدت زمانی، تشعشع دوباره در ساختمان ایجاد نخواهد شد. دیوارها و سقفهای نازک و سبک با سرعت بیشتری گرم و سرد می شود.

در این مناطق پلان ساختمانها تا حد امکان متراکم و فشرده است و کوشش گردیده تا آنجا که ممکن است سطح خارجی ساختمان به نسبت حجم آن کم باشد. این تراکم و فشرده گی

پلان خانه ها میزان تبادل حرارت از طریق جداره های خارجی ساختمان را چه در تابستان و چه در زمستان به حداقل رسانده و در نتیجه از نفوذ حرارت بداخل ساختمان در تابستان و اتلاف آن در زمستان بطور قابل ملاحظه ای جلوگیری می نماید.

معمولاً ساختمانها در بافت متراکم و مجموعه های بسیار فشرده بنا گردیده اند و بدین شکل کوشش شده است تا بیشترین سایه ممکن به سطوح خارجی ایجاد گردد. در نتیجه این تراکم و فشردگی مجموعه، توده کل مصالح ساختمانی افزایش یافته و زمان تأخیر به حد مطلوب رسیده است. در بیشتر نواحی این گونه مناطق، بدلیل کمبود بارندگی و در نتیجه کمبود چوب، سقف ساختمانها به شکل خرپشته، طاق یا گنبد بدون هیچگونه اسکلت و از خشت خام و گل ساخته شده است. البته در مناطق نیمه بیابانی بدلیل اعتدال نسبی هوا وجود چوب به میزان نسبتاً کافی اکثر بامها یا استفاده از چوب و به شکل مسطح ساخته شده اند. در این مناطق سعی شده که از ورود هوای خارجی بداخل ساختمان جلوگیری بعمل آید. از اختلافات زیاد حرارت در شب و روز می توان بهره گیری نمود. هوای خنک شب را می توان از طریق بستن درها و پنجره ها در طول روز و باز کردن آنها به هنگام شب ذخیره سازی و حفظ نمود. ساکنین این منطقه برای قابل تحمل کردن هوای این منطقه و استفاده از باد تدابیری اتخاذ کرده اند از جمله ایجاد بادگیر.

نمونه کامل بادگیر را می توان در شهرهای کاشان و یزد مشاهده کرد. این بادگیرها که بر بام مناطق مسکونی ساخته می شود راه هواکش آن مستقیماً به سردابه، زیر زمین و یا اطاق نشیمن منتهی می شود. در شهرهایی که باد مطلوب جهت مشخصی دارد و به بادگیر یک طرفه برخورد می کنیم مانند بادگیرهای شهر طبس که در این شهر ایوانها و بادگیرها به سمت باد مطلوب که از طرف شمال می وزد ساخته شده و شهر جهت محسوسی به خود گرفته است. در حالیکه وجود بادهای مطلوب از طرف کرکس کوه در کاشان ساختن بادگیری های بلند و چهار طرفه را مطرح نموده است، در آرادان که از توابع شهرستان گرمسار است، و به فاصله کمی از آن در طرف شمال شرقی شهر واقع شده به ندرت به بادگیر برمی خوریم و بادگیرهای موجود نیز اغلب کوتاه است. در اینجا بخاطر وجود بادهای پرگرد و خاک کویری، بادگیر خوب کار نمی کند. در عوض مکشهایی که به جای بادگیر پیش بینی شده هوای سرد آنها را خنکتر می کند. جریان هوا در خانه بدین صورت است که دهانه سرداب زیر ایوان گشاد ساخته می شود و مختصر جریان هوا در حیاط از راه دهانه سرداب به سرداب و بوسیله دو یا یک مکش بالا کشیده می شود.

در مناطق گرم و خشک همانطور که ذکر شد باید میزان تهویه طبیعی در روز را به حداقل ممکن رساند. چون در اثر ورود هوای گرم خارج دمای هوا و سطوح داخلی نیز افزایش می یابد بخصوص در طول روز که سرعت باد زیاد و در نتیجه میزان تهویه طبیعی نیز زیاد است، تغییرات دمای هوای داخلی در سطحی نزدیک به دمای هوای خارج تغییر می نماید.

از طرف دیگر چون رطوبت هوای اینگونه مناطق کم است حتی با جریان هوایی با سرعت کم امکان سرد شدن بدن از طریق تبخیر عرق بدن وجود داشته و در نتیجه احتیاج به سرعت زیاد هوا برای خنک سازی از راه تبخیر لازم نمی باشد. سرعت هوا برای ایجاد چنین وضعیتی می تواند ۱۵ سانتی متر در ثانیه باشد و این سرعتی است که در نتیجه اختلاف دمای سطوح و همچنین در نتیجه نفوذ هوای خارج بداخل از طریق درز پنجره ها در هوای اتاق بوجود می آید و بدین ترتیب نیازی به باز بودن پنجره ها نخواهد بود. در عصر و شب بدلیل پایین بودن دمای هوای خارج نسبت به دمای هوا و سطح داخلی تهویه طبیعی امکان سریع خنک شدن هوای داخلی را بوجود می آورد. نیاز به کوران در عصر و شب وجود پنجره های باز شو را ضروری می سازد. بهترین جهت ساختمان در این مناطق برای اتاقهای قابل سکونت شمالی - جنوبی می باشد. فرم ساختمان باید بطریقی باشد که کمترین مقدار حرارت را در زمستان از دست بدهد و در تابستان نیز کمترین مقدار حرارت را از آفتاب و محیط اطرافش کسب نماید. در مناطق سردسیر یا در ماههای سرد که هوا خیلی سرد و رطوبت آن بسیار کم است سعی می گردد ورود هوای خارج بداخل ساختمان به حداقل ممکن برسد. وظیفه تهویه در چنین شرایطی این است که تعویض هوای داخلی را در حدی که از کثیف شدن آن جلوگیری می نماید نگاهداری این مقدار تعویض هوا معمولا اکسیژن مورد نیاز برای تنفس را نیز تأمین می نماید. در این مناطق ورود بدون کنترل هوای سرد به داخل اتاق ایجاد سوز نموده و رطوبت نسبی هوای داخلی را نیز تا حدی که باعث سوزش و خارش پوست بدن می شود پایین می آورد. بنابراین افزودن رطوبت به هوای داخلی ساختمان در ماههای سرد در مناطق فوق تقریبا ضروری است. در مناطق گرم یا در ماههایی که هوا گرم است وظیفه اصلی این است که میزان تهویه در روز را به حداقل ممکن رساند به حدی که بتوان از کثیف شدن هوای داخلی جلوگیری نمود. در عصر و شب این مناطق که هوای خارج معمولا خنکتر از هوای داخل ساختمان است می توان با ایجاد کوران در داخل ساختمان از تاثیر گرمی سطوح داخلی دیوارها که در این هنگام گرمای سطوح خارجی به آنها انتقال یافته است و کاملا گرم هستند در هوای داخلی و در نتیجه گرم شدن هوای داخل ساختمان جلوگیری نمود. وقتی باد به یک ساختمان برخورد می نماید جریان مستقیم هوا در اطراف و بالای ساختمان شکسته و پخش می شود در این حالت فشار هوا در سطوح رو به باد زیاد و در سطوح پشت به باد خیلی کم بوده و بدین ترتیب در سطوح مختلف ساختمان اختلاف فشار ایجاد میشود.

هنگامیکه باد بطور عمودی بر یک ساختمان مستطیل می وزد دیوارهای مقابل باد تحت فشار و دیوارهای پشت به باد تحت مکش یا فشار منفی قرار می گیرند. اگر باد به شکل مایل به این ساختمان بوزد دو سطح مقابل باد تحت فشار و دو سطح دیگر تحت مکش قرار خواهند گرفت.

بام ساختمان ها همیشه در منطقه مکش قرار می گیرند البته در مورد بامهای شیب دار این موضوع در حالتی صحت دارد که شیب بام کم باشد. سطوح رو به باد بام هاییکه شیبشان تند است در منطقه فشار و سطوح پشت به باد این بامها در منطقه مکش قرار می گیرند.

موقعیت پنجره نسبت به جهت وزش باد تأثیر قابل ملاحظه ای در وضعیت تهویه طبیعی در داخل یک اتاق می گذارد. عمده ترین اصل برای ایجاد یک تهویه موثر و قابل استفاده این است که قسمت های باز شو در دو قسمت رو به باد و پشت به باد قرار داشته باشند آزمایشات زیادی ثابت کرده است که اگر وزش باد بطور مایل به پنجره رو به باد برخورد نماید تقریباً تمام نقاط اتاق تحت تأثیر جریان هوا قرار گرفته و باد با یک برخورد نماید تقریباً تمام نقاط اتاق تحت تأثیر جریان هوا قرار گرفته و باد با یک حرکت دایره ای شکل در طول دیوارها و گوشه های اتاق به جریان می افتد (تا مدت ها پیش چنین تصور می شد که اگر جهت وزش باد بر پنجره رو به باد عمود باشد باعث حداکثر جریان هوا می شود البته باید پنجره ای رو به باد و پشت به باد آن کاملاً مقابل هم باشند. در این حالت جریان باد از یک طرف وارد و از طرف دیگر بدون تغییر جهت خارج می شود). در صورتیکه پنجره ای اتاقی در دیوارهای مجاور هم قرار داشته باشند وضعیت تهویه طبیعی زمانی مطلوب خواهد بود که جهت وزش باد عمود بر سطح پنجره رو به باد باشد.

در گذشته در مقابل اثرات ناراحت کننده باد اقدامات حفاظتی به عمل می آورند. در عین حال طوری ساختمان را می ساختند که انسان از جنبه های مفید باد سود ببرد. در جاهای پر باد کمترین دید به طرف خارج به خصوص در مقابل بادهای مزاحم، قانونی عمومی بوده است.

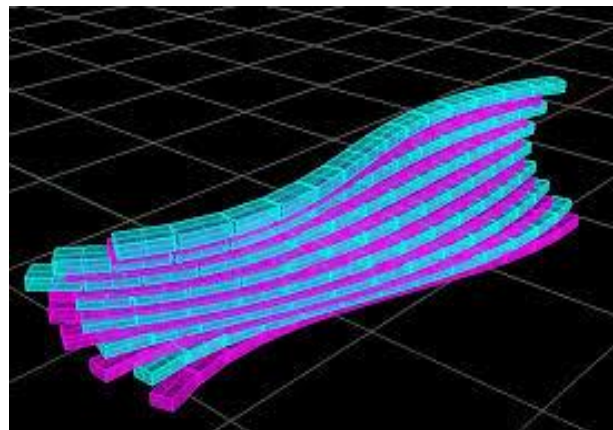
درهم فرورفتن خانه ها به خاطر پیدا کردن حالت حفاظت در مقابل باد انگیزه تنگی شهرها و روستاهای مناطق بادخیز است. در مناطق گرمسیری و مرطوب کوران هوا در مقابل درجه حرارت شدید و رطوبت زیاد به عنوان راه حل و چاره اهمیت خاصی دارد. در مناطق گرم و خشک خانه ها با تو رفتگی های بازی بنام ایوان مشخص میشود.

ایوانها عموماً در جهت جریانهای خنک باد قرار دارند. به هر صورت در بیشتر مناطق اقلیمی در هر زمان خصوصیات فرق می کند. در بعضی مناطق برای جلوگیری از باد مزاحم اقدام به ایجاد بادشکن می کنند. اطراف ساختمانهای کم ارتفاع تأثیر قطعی روی جریان هوا و سرعت باد دارد این نکته ساختمان را تا حدی از قید نیاز به جهت قطعی و مشخص آزاد می کند باد شکن ها به صورت دیوار یا درختان هستند. (۱۷)



شکل (۳-۴) ساختمان با سطوح کروی و خطوط عمودی بدون شکستگی زیاد

در طرح فوق یک ساختمان با سه یال و نشسته بروی یک قاعده وسیع در نظر گرفته شد و سطح هر یال با دو شکستگی عمودی سرتاسری به یک انحنای نرم میرسد که در نگاه اول باعث حرکت باد بروی جداره خارجی میشود اما راستای سیر باد را تغییر نمیدهد تا بتوان از اثر نامطلوب باد در طبقات فوقانی برای طبقات تحتانی استفاده نمود. همچنین اثر کوران را کاهش نمیدهد و تنها مسیر آنرا تغییر میدهد که مسلماً چندان کارا نمیشود.



شکل (۳-۵) دیواره موجی که هدایت کننده جریان هواست

بدین منظور در هر طبقه با ایجاد یک صفحه دارای شمای از نه حاذ و نه خیز که در معماری سنتی ایرانی برای کنترل جابجایی هوا بروی سطح و مدیریت رطوبت بروی سطوح خارجی استفاده میگردد، لحاظ میگردد که این سیستم غیر فعال نیز در طراحی نهایی گنجانده شود.

با بررسی معماری سنتی و روش های غیر فعال بهره گیری و حفظ انرژی استفاده شده در ساختمان های سنتی، روش های بسیار موثر و کارایی که حاصل نبوغ و هوش سرشار معماران ایرانی است، کاملاً مشهود مینماید. یکی از این روشها استفاده از برجستگی ها و فرو رفتگی های بر سطح جدار خارجی ساختمان میباشد که در عین سادگی و اینکه ممکن است در نگاه اول صرفاً برای ایجاد جلوه بصری به نظر بیاید، اما ترکیب بسیار جالبی از زیبایی و کارکرد میباشد. این تغییر هنرمندانه در سطوح با توجه به جنس آجری نما باعث هدایت آب حاصل از بارش به شریان های روی جداره شده و از سکون هوا بروی

جداره خارجی جلوگیری میکند. لذا در طراحی پیش رو سعی بر این است تا از روش به گونه ای بروی جداره خارجی ساختمان استفاده نمود که بتوان اثر نامطلوب باد را در طبقات فوقانی کاهش داده و در طبقات تحتانی از این جابجایی مازاد هوا استفاده نمود.



شکل (۳-۶) نه حاذ و نه خیز در معماری سنتی ایرانی

اما عمق و ارتفاع این فرورفتگی ها و برجستگی ها تابعی از ارتفاع کلی ساختمان میباشد بطوری که هرچه ارتفاع ساختمان بلند تر باشد، مسلماً سطح جداره خارجی بیشتر شده و بنابراین برای هدایت هوا میبایست این فرو رفتگی ها عمیق تر و برجستگی ها بزرگتر باشد. بنابراین با توجه به ارتفاع برج مد نظر میبایست این سطوح بزرگتر اما با زوایای نرم تری در نظر گرفته شود.



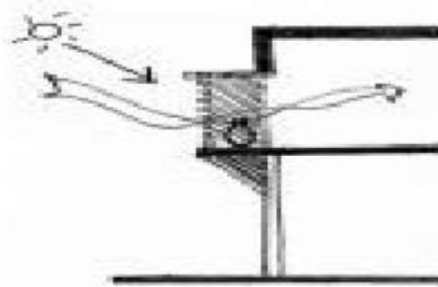
شکل (۳-۷) نمای موج پلکانی

من حیث المجموع و بصورت نظری احتمالاً نمایی با فرم فوق اولاً نیروی باد وارده بر ساختمان را مدیریت نموده و ثانیاً با توجه به سایه اندازی نسبی بروی طبقات پائینی بخشی

از اثرات نامطلوب انرژی تابشی را کاهش می‌دهد. اما این نوع نما در مناطق مرطوب باعث هواماندگی درون فضاها و پشت قوس ها می‌شود که با تجمع رطوبت باعث ایجاد مشکلات مضاعف رطوبتی می‌گردد ولی با توجه به اینکه اقلیم مورد بررسی شهرستان سمنان می‌باشد و درصد رطوبت نسبی هوا در این منطقه، طبق مندرجات دفترچه مطالعات، چندان چالش برانگیز نمی‌باشد و از این حیث مساله ای برای انتخاب این نوع نما در این منطقه نیست. اما می‌بایست به نوعی این نما بکارگیری شود که با تغییراتی در آن بتوان حداکثر بهره وری را جابجایی هوا بروی جداره در آن ایجاد نمود.

نهایتاً با شبیه سازی این نوع چیدمان در نرم افزارهای شبیه سازی انرژی میتوان با قطعیت در مورد اثرات این نوع نما اظهار نظر نمود.

یکی دیگر از عناصر کالبدی ساختمان که بیشتر در مناطق ساحلی جنوبی کشور بکار میرود، سازه ای بنام شناسیل می‌باشد. این سازه در حقیقت نوعی برون زدگی از جداره خارجی ساختمان می‌باشد و در نگاه اول همچون یک تراس و بالکن می‌باشد. اما این نوع از تراس که در معماری سنتی شهرستانی همچون بوشهر بوفور دیده می‌شود، علاوه بر اینکه در ساختمان های نوار ساحلی، تذلل از منظره دریا را میسر می‌سازد، با استفاده از نسیم دریا باعث گردش هوا بروی جداره خارجی شده و با سراهی های بکار رفته در این بالکن ها که وظیفه کنترل نور را دارند خنکای خاصی را در این فضاها ایجاد می‌نمایند بطوری که با گذاشتن سبوی آب در این تراس، آبی خنک حاصل می‌آید.



شکل (۳-۸) برش کلی یک شناسیل

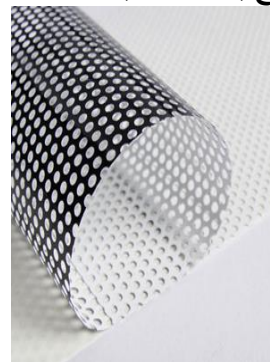
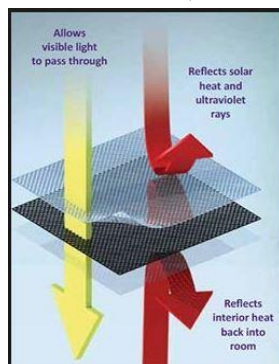
اما همانطور که پیشتر اشاره شد این نوع سازه، خاصه در مناطق گرم و مرطوب اجرا می‌گردد که سکون هوا باعث هواماندگی و افزایش رطوبت نسبی هوا و نهایتاً عدم آسایش می‌گردد و صرف جابجایی هوا با توجه به رطوبت بالای آن باعث ایجاد شرایطی نزدیک به آسایش می‌گردد. اما در مناطق گرم و خشک جابجایی هوای خشک باعث ایجاد شرایط ناخوشایندی از لحاظ آسایشی می‌گردد که بدون اندیشیدن چاره ای برای این کاستی رطوبتی، جابجا کردن هوا کاری غیر منطقی و غیر عقلانی است.

در این پژوهش در نظر است که با قرار دادن تراس هایی با شمای نزدیک به شناسیل اولاً بتوان بصورت انتخابی جریان هوا را ایجاد نمود ثانیاً اینکه با اقتباس از نرده های شناسیل که باعث شکست اشعات مستقیم خورشید شده و بدون کاستن از حجم نور سایه اندازی مناسبی را ایجاد مینماید، برای اقلیمی گرم و خشک شهرستان سمنان نمونه خاصی از تراس را طراحی نمود که هم کمکی به کاهش مصرف انرژی ساختمان باشد و مضافاً سهمی هم در کاهش بار سرمایشی ساختمان در تابستان داشته باشد. نمونه از آنچه مد نظر است در تصویر ذیل مشاهده میشود که پوشش متخلخل دیواره تراس از سمتی که خورشید زاویه عمود تری برسطح تراس و پنجره های ساختمان دارد باث کنترل نور و کاهش اثرات گرمایش تشعشعی میگردد.



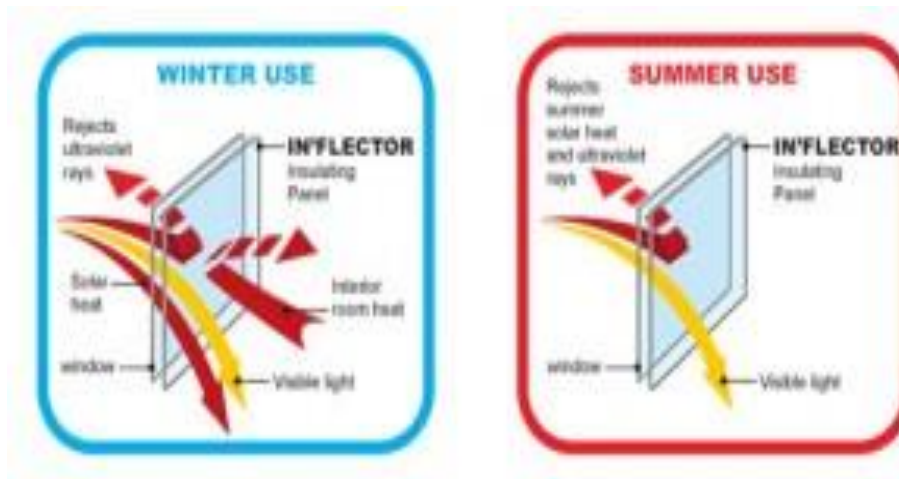
شکل (۳-۹) دیواره موج با پوش کنترل کننده نور در تراس ها

البته در بخش میبایستی نوع دیگری از متریکال را معرفی نمود که به گونه ای به صورت غیر فعال بدون کاهش قابل ملاحظه ای در میزان نور ورودی به داخل ساختمان گرمایش تشعشعی بعضاً تا ۸۰ درصد و بصورت انتخابی طبق ادعای شرکت های تولید کننده کاهش میدهد. یکی از این نوع پوشش ها، پوشش **Inflector Shaders** میباشد.



شکل (۳-۱۰) اینفلکتور پنل و توانایی جلوگیری از عبور اشعه مارورابنفش بدون کاست نور مرئی

این ماده بصورت یک ورقه نازک دو میلیمتری می باشد که بروی جداره داخلی شیشه های پنجره نصب میگردد و با استفاده همزمان از جنسی که بازتابنده اشعه ماورای بنفش بوده و سورخ های بسیار ریز یک میلیمتری که باعث شکست نور میشود، این قابلیت را ایجاد میکند که بدون کاهش فروان عمق نفوذ نور مرئی، در فصل تابستان از ورود گرمای تشعشی خاص از تابش خورشید و در فصل زمستان مانع خروج گرمایش تشعشی از داخل ساختمان به بیرون شود.



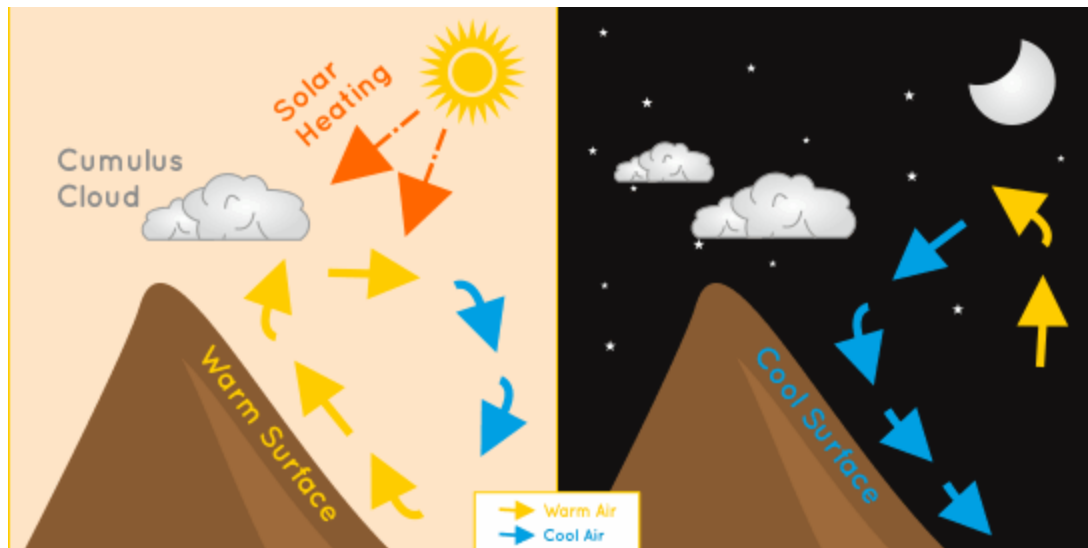
شکل (۳-۱۱) رفتار اینفلکتور پنل در تابستان و زمستان

از مزایای این سیستم، موارد زیر ریر را میتوان برشمرد:

- ۱- خاصیت انتخابی که بدون کاهش اثرگذار نورمرئی، از ورود بخش قابل توجهی از گرمای تشعشی به داخل ساختمان جلوگیری مینماید.
- ۲- با ممانعت از ورود اشعه فرابنفش به داخل ساختمان، مسلماً اثرات نامطلوب زیستی و حرارتی این طیف نوری را کاهش میدهد.
- ۳- مانع خروج حرارت داخل ساختمان بصورت شارش تشعشی به خارج ساختمان میگردد.
- ۴- به علت ضخامت بسیار پایین آن میتوا بصورت یک پرده دورتاب آنرا نصب نمود و یا برچید.
- ۵- هزینه اجرای آن به نسبت اثرگذاری بروی سامانه های فعال سرمایشی و گرمایشی بسیار مقرون بصره است.
- ۶- نهایتاً به خاطر عدم امکان رویت داخل ساختمان از بیرون، فضای محفوظ و محجوبی در داخل ایجاد میگردد. (۱۸)

از سوی دیگر در مناطقی همچون شهر سمنان که از دو جهت به رشته کوه و دو جهت دیگر به کویر منتهی میگردد نوع خاصی از بادهای روزانه وزان میباشند که ذیلاً به بررسی آنها خواهیم پرداخت.

الف- بادهای کاتاباتیک: هوای روی رشته کوه ها در هنگام بازتابش شبانه زمین خنک می گردد و متراکم تر از هوای اطراف خود خواهد شد و توسط نیروی جاذبه زمین به پائین سرایشی و به سمت دشت حرکت می نماید به این نوع باد پایین رو، کاتاباتیک یا دشت رو می گویند که با توجه به وضعیت شهر سمنان این جریان هوا میتواند قابل تامل و بهره گیری باشد.



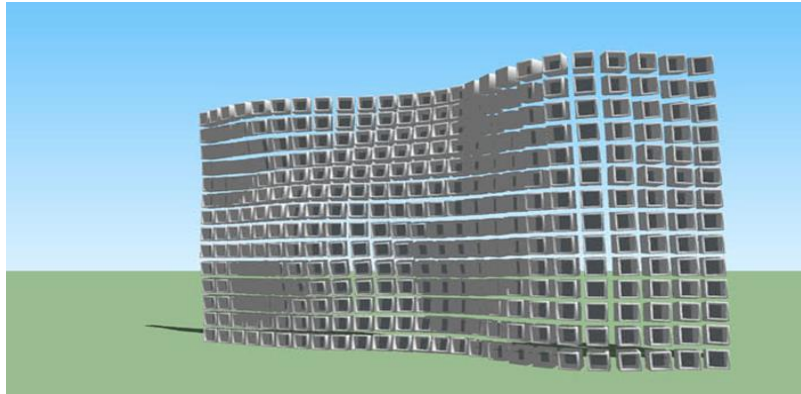
باد آناباتیک

باد های روزانه

شکل (۳-۱۲) باد کاتاباتیک

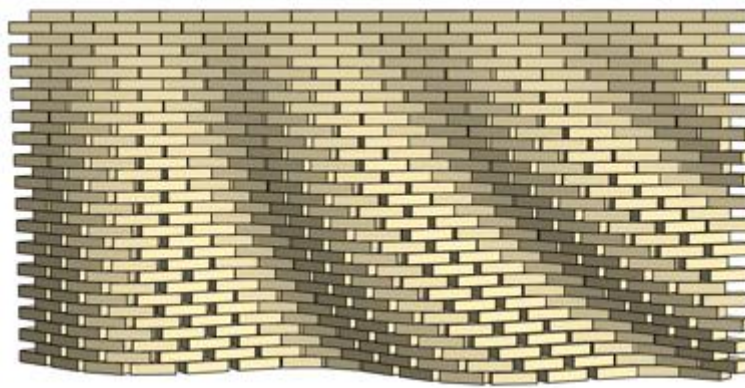
ب- بادهای آناباتیک: وقتی دامنه های کوه بواسطه نور خورشید گرم می شوند، هوای فوقانی به صورت جریانی عمودی صعود می کند، و هوای باد بالارو به داخل حرکت می کند تا جای آن را بگیرد. به تعریفی دیگر، باد بالارو باد فراشیب ناشی از گرمایش محلی در سطوح شیب دار در شرایط هوای خوب است. به باد بالارو، باد فرارو هم گفته شده است. باد پایین رو در مقابل باد بالارو قرار دارد

با توجه به اینکه مقرر است تا یک ساختمان بلند مرتبه طراحی گردد، دومین عنصر موثر بر این نوع ساختمان ها اثر باد غالب بر جداره های ساختمان میباشد. لذا این نیروی طبیعی که بخودی خود میتواند باعث تهویه طبیعی در ساختمان گردد حتماً باید بصورت بهینه استفاده گردد تا با کاهش اثر کورانی باد در طبقات بالا جابجایی هوا را در طبقات پایین تر که به علت ارتفاع کمتر از گردش هوای کمتری در سطح خارجی برخوردارند را بیشتر نموده و سکون هوا را خنثی نماید. مع الوصف میبایست انرژی باد را طوری هدایت نمود که در طبقات بالا باعث کاهش قدرت باد شده و کوران هوا را خنثی نماید و در طبقات پایین باعث افزایش متناسب جریان هوا گردد. (۱۹)



شکل (۳-۱۳) نمای موج با ارتباط عمودی

از منظر استفاده از سیستم های ایستا برای هدایت باد بروی یک جداره میبایست که از زوایای نرم استفاده نمود اما برای کاهش اثر با و تغییر مسیر آن باید از زوایای شکسته بروی سطوح بهره برد. بنابراین با فرض اینکه نیروی باد عموماً در ارتفاع های بالای فضای سبز منطقه تا حداکثر ارتفاع برج، بیشتر میگردد میبایست راه کاری برای استفاده از این باد و کاهش اثر نامطلوب آن استفاده نمود.



شکل (۳-۱۴) نمای موج با ارتباط عمودی و مورب

همانطور که در طرح فوق مشخص است نمای موج مورب بهترین گزینه برای هدایت و جابجایی هوا بروی سطح میباشد به گونه ای که در مناطقی که سرعت و قدرت جابجایی هوا بیشتر از حد نیاز برای مصارف تهویه و انتقال حرارت میتواج جهت و قدرت آن را به سمت لزوم سوق داد.

با نگاه به وضعیت اقلیمی شهر سمنان وجود رشته کوه البرز در شرق و شمال این شهر و نزدیکی آن به سایت مورد مطالعه وجود باد های کاتاباتیک و آناباتیک را تایید مینماید. بنابراین استفاده از این باد های روزانه هم میبایست مد نظر قرار گیرد.

نهایتاً با توضیحات فوق، وجود یک حجم استوانه ای که در عین اینکه در عرض های همسان فرم مدور داشته باشد اما در عرض های غیر همسان شکلی از شکستگی را ایجاد

نماید که باعث هدایت باد شود را میبایست ایجاد نمود. لذا در اتود های اولیه طراحی حجم فرم طبقاتی پلکانی با چرخش مدور در عکس جهت باد غالب، هدف طراحی قرار گرفت.

ویژگی مورد توجه در طراحی وجود یک هسته مرکزی (Central Core) برای بالا بردن ایمنی ساختمان در برابر زلزله بوده است. بدین منظور یک ستون بتنی 2×2 در مرکز ساختمان در نظر گرفته شد که به دور آن پلکان دو رمپ قرار خواهد گرفت. وجود این پلکان بتنی بدور این هسته خود باعث استحکام این پلکان در مواقع زلزله میگردد که البته بحث اثبات آن و میزان افزایش استحکام آن خارج از موضوع این پژوهش بوده و لزومی برای بررسی دقیق تر مشهود نمیشد اما بدیهی است که این ستون مرکزی حتماً باعث افزایش جذب و دفع بارهای ناشی از زلزله به پلکان خواهد بود.

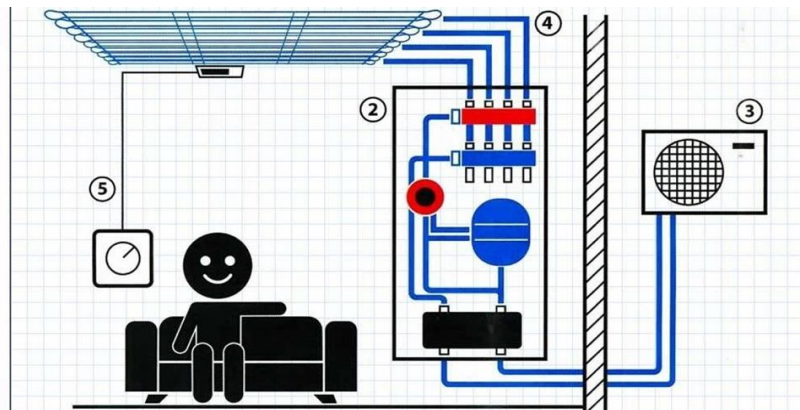
۳-۵- سیستم های فعال مناسب مناطق گرم و خشک

۳-۵-۱- سیستم سقف سرد

سیستم سقف سرد عمدتاً با استفاده از انتقال حرارت تشعشعی، امکان مناسبی برای سرمایش یک فضا فراهم می آورد. در سیستم سقف سرد، حرارت توسط یک سطح سرد، از طریق جابجایی آزاد و تشعشع جذب شده و به محیط خارج شده انتقال می یابد و از این طریق بالاترین سطح آسایش فراهم می یابد. تحقیقات نشان می دهند که کارایی و بازدهی افراد یک اتاق بستگی مستقیم به کیفیت هوای اتاق و شرایط آسایش دارد. به همین دلیل این دو عامل در تهویه مطبوع ساختمان ها از اهمیت زیادی برخوردارند. دمای هوا، میزان رطوبت، سرعت گردش هوا و میزان ذرات معلق هوا از عوامل مؤثر بر آسایش انسان می باشند. نامناسب بودن هر یک از این عوامل به تنهایی موجبات عدم آسایش انسان را فراهم می آورد. یک سیستم تهویه مطبوع (HVAC) مناسب، باید بتواند به میزان کافی هوای تازه وارد اتاق کند (Ventilation)، آلودگی ها را حذف کند، دمای مناسب ایجاد کند، از وزش هوا و گردایان دمای زیاد بر حذر باشد و علاوه بر همه اینها، مصرف انرژی پایینی داشته باشد. سیستم سقف سرد به عنوان سیستمی که در عین مصرف کم انرژی، قابلیت تأمین شرایط مناسب آسایش را دارا می باشد، از مطلوبیت و محبوبیت روبه افزایشی در سطح دنیا برخوردار است.

۳-۵-۱-۱- سیستم های سقف سرد

اکثریت قریب به اتفاق سیستم های سرمایشی معمول، از روش مستقیم یعنی دمیدن هوای تهویه شده به داخل اتاق بهره می گیرند. اما در سیستم سقف سرد، روش غیرمستقیم به کار گرفته شده است. ایده اصلی در سیستم سقف سرد، ایجاد سطوحی سرد در فضای مورد نظر است.



شکل (۳-۱۵) شماتیک کلی عملکرد سقف سرد

این سطوح توسط یک سیستم عمدتاً هیدرونیک در دمای مناسبی نگه داشته می شوند. حرارت از طریق فرایندهای جابجایی آزاد و تشعشع از محیط جذب می شود. مهم ترین برتری سقف سرد نسبت به سایر سیستم ها، بهره گیری از فرایند تشعشعی است که در بهبود شرایط آسایش بسیار مؤثر است.

۲-۱-۵-۳- انواع سیستم های سقف سرد

سیستم های سقف سرد از لحاظ نوع سطوح سرد به چند دسته تقسیم می شوند. در نوعی از این سیستم ها آب به عنوان سیال عامل از میان لوله های پلاستیکی تعبیه شده در سقف بتنی به گردش در می آید. این آرایش، امکان استفاده از ظرفیت گرمایی بالای بتن و انتقال پیک بار سرمایشی به ساعات غیرپیک را فراهم می آورد.

نوعی دیگر از سیستم سقف سرد، از شبکه ای از لوله های نازک (موین) پلاستیکی تشکیل شده که می تواند در لایه گچ دیوار هم کار گذاشته شود. این سیستم یک توزیع یکنواخت دما ایجاد می کند و به دلیل انعطاف پذیری لوله های پلاستیکی، بهترین انتخاب برای بازسازی سیستم های قدیمی می باشد.



شکل (۳-۱۶) سیستم سقف سرد پانلی

رایج ترین نوع سقف سرد ، سیستم های پانلی می باشند.

پشت این پانل ها که معمولاً از صفحات آلومینیوم ساخته شده و در سقف کاذب تعبیه می شوند، لوله های فلزی متصل شده است. نکته قابل اهمیت در ساخت این پانل ها، استفاده از

ماده ای با ضریب هدایت حرارتی بالاست که موجب پاسخ سریع سیستم به تغییرات دمایی می گردد. برخی انواع سقف سرد، از هوا به عنوان سیال عامل استفاده می کنند. درصدی از هوای تغذیه با عبور از داخل پانل، حرارت جذب شده توسط پانل را به خارج انتقال می دهد. مقداری از هوای تازه نیز از سوراخ های ریزی که روی پانل تعبیه شده، وارد اتاق می شود و عمل Ventilation را انجام می دهد

از آنجایی که پانل های سقف سرد فقط گرمای محسوس فضا را حذف می کنند و به طور کلی قادر به تأمین هوای تازه محیط نیستند، می توانند به طور ترکیبی با یک سیستم Ventilation نه تنها شرایط هوای داخل مناسبی را فراهم می آورد، بلکه بار نهان یا بار ناشی از رطوبت را هم حذف می کند. همچنین کنترل رطوبت فضا نیز توسط این سیستم انجام می شود. از آنجا که در سیستم ترکیبی، Ventilation فقط بار نهان را حذف می کند، حجم هوای مورد نیاز در مقایسه با سیستم های سرمایشی معمول کمتر است. بهترین نتیجه با به کارگیری یک سیستم تهویه جابجایی (Displacement Ventilation)، بدون گردش مجدد هوا فراهم می آید. این سیستم، هوای تازه را با دمای کمتر از دمای اتاق، در سطح پایینی نزدیک کف، وارد اتاق می کند. در نتیجه یک جریان جابجایی یکنواخت، از کف تا سقف به وجود می آید و از طریق دریچه های تعبیه شده در نزدیک سقف از فضا خارج می شود.

۳-۵-۱-۳- مکانیزم انتقال حرارت

دفع حرارت در سیستم های سقف سرد از طریق جابجایی آزاد و تشعشع صورت می گیرد. انتخاب برای بازسازی سیستم های قدیمی می باشد...

در سیستم های پانلی، جابجایی معمولاً از نوع جابجایی طبیعی است؛ یعنی حرکت هوا به دلیل گرم یا سرد شدن لایه های مرزی هوا صورت می پذیرد. مقدار انتقال حرارت تابعی است از درجه حرارت سطح پانل و درجه حرارت لایه جریان هوایی که از روی پانل عبور می کند. نفوذ هوای خارج، حرکت افراد و سیستم های تهویه مکانیکی می توانند در فرایند جابجایی طبیعی اغتشاش ایجاد کنند، اما این میزان چندان اهمیتی ندارد. براساس تحقیقات انجام شده، ابعاد اتاق معمولاً تأثیر چندانی بر انتقال حرارت به روش جابجایی طبیعی ندارد، مگر در فضاهای بسیار بزرگ.

۳-۵-۱-۴- مزایا و معایب سیستم های سقف سرد

سیستم سقف سرد با بهره گیری از انتقال حرارت تشعشعی، شرایط آسایش را فراهم می آورد. یکنواختی دمای اتاق و حرکت آرام و نامحسوس هوا، احساس رضایت بخشی برای ساکنین به همراه دارد. از آنجا که هیچ قطعه متحرکی در پانل ها وجود ندارد، سیستم کاملاً بی صدا و بی نیاز از تعمیرات داخل فضای مورد تهویه است.

پراکندگی ذرات معلق و گرد و غبار، به دلیل عدم وجود کوران هوا به حداقل می رسد. سرعت پاسخ به تغییرات در سیستم های تشعشعی بسیار بالاست.

سیستم سرمایش سقفی در دمای کارکرد بالاتری نسبت به سیستم های معمول (حدود ۱۶) عمل می کند. لذا چیلرها در دماهای بالاتری عمل کرده و در نتیجه با افزایش بازده و کاهش مصرف انرژی مواجه خواهیم بود. علاوه بر آن، با استفاده از پمپ های حرارتی با ضریب عملکرد بالا، برج های خنک کن، سرمایش شبانه و یا ترکیبی از موارد فوق، می توان تجهیزات الکتریکی و مصرف انرژی الکتریکی را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش داد. همچنین با ترکیب این سیستم با سیستم های ذخیره سازی انرژی، می توان پیک بار را به ساعات کم مصرف انتقال داد. توانایی استفاده از سیستم سرمایش مجانی در سیستم سقف سرد نیز، نهایتاً به کاهش مصرف انرژی می انجامد. در سرمایش مجانی، دفع گرما توسط برج خنک کن بسته مرطوب انجام پذیرفته و از چیلر فقط در هوای خیلی گرم استفاده می شود.

شرایط آب و هوایی گرم و خشک و یا معتدل مناسب ترین گزینه برای استفاده از سیستم های سقف سرد است. در مناطقی که میزان رطوبت هوا زیاد است، احتمال تقطیر (condensation) بر روی سطح پانل ها وجود دارد، که این مسأله ظرفیت سرمایشی پانل را کاهش می دهد.

سرمایش و انتقال آب، بسیار کم هزینه تر از هواست، چرا که انرژی مورد نیاز پمپ در حدود ۵٪ انرژی مصرفی فن ها در سیستم های هوایی است. در سیستم های ترکیبی نیز به دلیل کاهش حجم هوا، هزینه سرمایش، ابعاد و کانال ها و نیز انرژی مورد نیاز برای انتقال هوا کاهش می یابد. استفاده از سقف سرد یک مزیت بزرگ دارد و آن صرفه جویی در فضای ساختمان است. به دلیل کاهش حجم هوای تغذیه و در نتیجه کاهش سطح مقطع کانال ها، فضای مفید ساختمان به میزان قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. کاهش ارتفاع هر طبقه به این معنی است که مصالح ساختمانی کمتری در بنای ساختمان مصرف می شود. این کاهش هزینه، برای ساختمان های بزرگ رقم قابل توجهی خواهد بود.

نهایتاً سیستم سقف سرد با بهره گیری از مکانیزم تشعشعی، قادر است بالاترین شرایط آسایش را فراهم کند. همچنین استفاده از سیستم سقف سرد، کاهش مصرف انرژی را به دنبال خواهد داشت. دمای کارکرد بالا، کاهش حجم هوا، قابلیت ترکیب با سیستم های ذخیره سازی انرژی و سرمایش مجانی، این سیستم را قادر می کند که صرفه جویی قابل توجهی در مصرف انرژی داشته باشد. از مقایسه سیستم سقف سرد با فن کویل، برتری این سیستم بر سیستم قدیمی فن کویل آشکار شد. لازم است در آینده مقایسه ای کیفی و فنی - اقتصادی میان این سیستم با سایر سیستم ها انجام گیرد. با توجه به شرایط اقلیمی ایران، سیستم سقف سرد می تواند جایگزین مناسبی برای سیستم های سرمایشی معمول باشد. (۲۰)

۲-۵-۳- چیلر جذبی

چیلر جذبی به منظور استفاده از انرژی های تجدیدپذیر (همچون انرژی خورشید و یا زمین گرمایی) و یا انرژی تلف شده در نیروگاه ها در پروژه های CCHP (تولید همزمان گرما، سرما و برق) طراحی و ساخته شد. علیرغم راندمان پایین این دستگاه ها نسبت به سایر دستگاه های سرمایشی، قیمت پایین سوخت های فسیلی در کشورهای صاحب نفت و همچنین عدم اطلاع از کاربرد اصلی این دستگاه ها، سبب شد که چیلرهای جذبی در این کشورها به صورت گسترده مورد استفاده قرار گیرند.

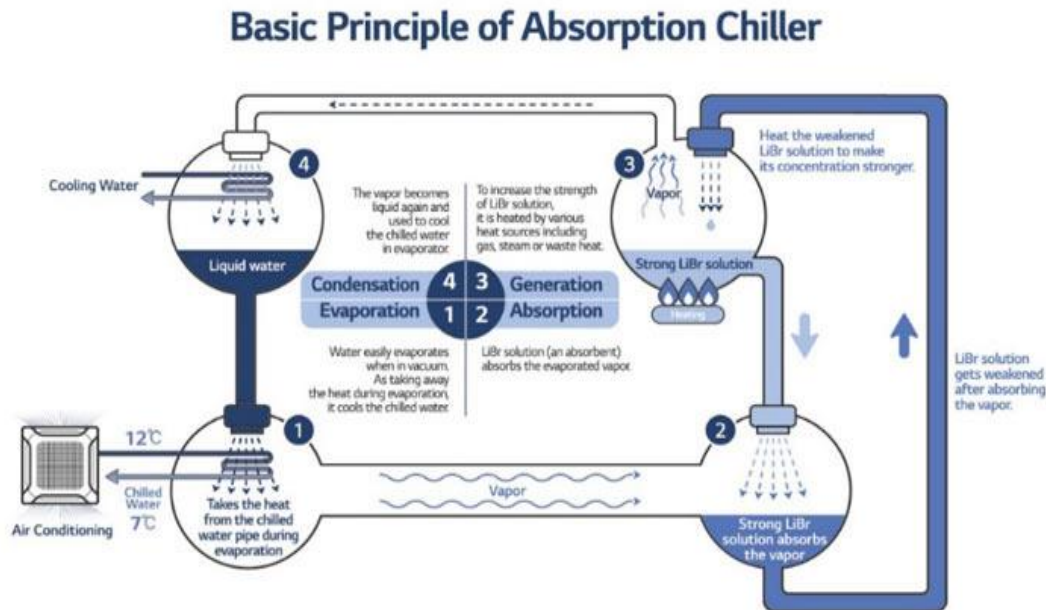
این مقاله به معرفی و بررسی عملکرد انواع چیلرهای جذبی میپردازد. امید است که با انجام تحقیقات کامل در زمینه انتخاب دستگاه های سرمایشی، مصرف انرژی و آلودگی های زیست محیطی ناشی از آن را کاهش داده تا آسمان و زمینی پاک را به نسل آینده تحویل دهند.

۳-۵-۲-۱- طرز کار چیلر جذبی و اجزاء مهم تشکیل دهنده آن

چیلر جذبی دستگاهی است که از حرارت ورودی (آب گرم یا بخار آب) در تولید آب سرد استفاده می کند. کارکرد چیلر جذبی مانند کلیه دستگاه های سرمایشی دیگر بر اساس اصل کلی تبخیر مبرد استوار است. طبق تعریف، گرمای نهان تبخیر به میزان انرژی اطلاق می شود که فقط سبب تغییر فاز سیال از مایع به گاز می گردد و در افزایش و یا کاهش دمای آن تاثیری ندارد. در چیلر جذبی نیز مبرد در حالت مایع با جذب گرمای محیط در درجه حرارت ثابت تبدیل به بخار شده و ایجاد برودت می نماید. با توجه به کاهش فشار داخل چیلرهای جذبی به هفت میلیمتر جیوه، آب حدوداً در دمای ۷ درجه سانتی گراد به جوش می آید و با جذب گرمای نهان به بخار تبدیل می گردد. چیلر جذبی از چهار قسمت اصلی اواپراتور، ابزربر، ژنراتور و کندانسور تشکیل شده است.

آب (که در واقع همان مایع مبرد می باشد) به کمک پمپ مبرد بر روی لوله های مبدل حرارتی سرد کننده (اواپراتور) پاشیده شده و سپس تبخیر می گردد و در نتیجه این فرایند، عمل تبخیر در اواپراتور ایجاد برودت می نماید. بخار حاصله از این فرایند توسط لیتیوم بروماید در ابزربر جذب شده و محلول رقیق لیتیوم بروماید را بوجود می آورد. سپس این محلول رقیق شده توسط پمپ محلول و بواسطه مبدل به ژنراتور دما بالا انتقال می یابد. محلول لیتیوم بروماید در ژنراتور حرارت داده شده و تغلیظ می گردد. این حرارت می تواند بوسیله مشعل، آب داغ و یا بخار تولید شود. محلول پس از حرارت دهی به دو بخش بخار و مایع تقسیم می شود. بخار در چیلر دو اثره برای تغلیظ بیشتر به ژنراتور ثانویه منتقل می شود و سپس مایع به جا مانده به علت وجود اختلاف فشار بین ژنراتور و ابزربر، تحت تأثیر نیروی ثقلی به ابزربر باز می گردد. از سوی دیگر، بخار حاصله از ژنراتور در کندانسور

دستگاه توسط آب برج خنک کننده، تقطیر و مجدداً به اواپراتور باز می گردد و در نتیجه سیکل بروندی دستگاه به همین ترتیب تکرار می شود.



شکل (۳-۱۷) شماتیک کلی نحوه کارکرد چیلر جذبی

چیلر جذبی دستگاهی است که در خلاء کار می کند و یا اصطلاحاً فشار منفی است. این بدان معناست که در صورت بروز نشتی (Leak) و یا شکستن وکیوم دستگاه که توسط گاز ازت صورت می گیرد، مشکلات اساسی از قبیل عدم کارکرد صحیح دستگاه، کریستال شدن، اسیدی شدن محلول، خوردگی اجزاء داخلی و غیره پدیدار می گردد. به طور معمول می توان بیان نمود که درصد زیادی از مشکلات عدم کارکرد صحیح چیلر جذبی به دلیل حضور گازهای غیر قابل تقطیر در چیلر می باشد که می بایست بوسیله سیستم **purge** از چیلر خارج گردند. این گازهای مضر به دو طریق در چیلر جذبی نمایان می شوند:

- ۱- به صورت بروز واکنش های شیمیایی و احتمال ایجاد خوردگی در داخل محفظه چیلر
- ۲- به علت ورود هوا به داخل چیلر به خاطر کوتاهی در بهره برداری دستگاه یا وجود نشتی در بخش های مختلف چیلر

یکی از عوامل مهم کاهش توان جذب لیتیوم بروماید در محفظه جاذب، وجود این گازهای غیر قابل تقطیر در بخش جذب کننده رطوبت (ابزبر) است که باعث کاهش انتقال حرارت و افزایش فشار محفظه می شود. همچنین با افزایش فشار در قسمت کندانسور و کاهش قابلیت جذب، فرایند تقطیر مبرد مختل می گردد زیرا این گازها غیر قابل تقطیر می باشند.

۳-۵-۲-۲- لیتیوم بروماید چیست؟

یکی از عناصر کلیدی عملکرد چیلر جذبی، نمک لیتیوم بروماید است که حیات دستگاه را میسر می سازد. لیتیوم بروماید یک نوع نمک با خاصیت قلیایی است که مانند نمک معمولی، پودری شکل به رنگ سفید و با دانه های کریستالی است. این نمک از ترکیب ماده لیتیوم با برومید بدست می آید که در دمای ۱۲۶۵ درجه سانتیگراد به جوش می آید و در دمای ۵۵۲ درجه سانتیگراد ذوب می گردد. نمک لیتیوم بروماید جاذب قدرتمندی برای رطوبت است که در مجاورت آب، محلول رقیق لیتیوم بروماید را تشکیل می دهد که در ژنراتور چیلر جذبی مجدداً تغلیظ می گردد. این محلول خواص خورندگی بالایی دارد و می بایست برای کنترل آن از مواد ضد خورندگی همچون لیتیوم مولیبدات استفاده نمود. در حقیقت، اگر این نمک شیمیایی سرد شود، خاصیت جذب رطوبت بالایی پیدا می کند و اگر حرارت داده شود، هر آنچه که جذب نموده (رطوبت) را مجدد رها می کند. این اتفاق، عملکرد تولید برودت در چیلرهای جذبی را تضمین می نماید.

۳-۵-۲-۳- انواع چیلر جذبی

الف- چیلر جذبی آب گرم

چیلرهای جذبی آب گرم معمولاً در برخی از فرایندهای تولید که از آب برای خنک کردن سیستم استفاده می شوند و آب گرم بدون هزینه که در سیستم وجود دارد استفاده می شود که این امر توجیه اقتصادی دارد. در سایر پروژه ها با توجه به نیاز موتورخانه به تجهیزات تولید آب گرم همچون دیگ های آبگرم، پمپ، لوله کشی، عایق کاری و ... هزینه های تعمیرات تجهیزات، افت انرژی حرارتی و مصرف مضاعف انرژی برای تهیه آبگرم، استفاده از چیلرهای جذبی آب گرم کاربرد و توجیه اقتصادی ندارد.

ب- چیلر جذبی بخار

در این نوع چیلر، محلول لیتیوم بروماید توسط بخار دما بالا تغلیظ می گردد. در مدل های دو مرحله ای، این محلول طی دو مرحله و به ترتیب در ژنراتور دما بالا و سپس در ژنراتور دما پایین تغلیظ می گردد. نکته قابل ذکر در این نوع چیلرها این است که چیلرهای دو مرحله ای بخار جهت کارکرد نیازمند بخار با فشار حدود 8 bar می باشند. به دلیل حجم بالای بخار مورد نیاز و تجهیزات جانبی، از این نوع چیلر بیشتر برای پروژه های نیروگاهی و بیمارستانی که تجهیزات ایستگاه فشار و بخار دارند استفاده می شود. و از لحاظ اقتصادی برای کاربری های دیگر به صرفه نیستند.

ج- چیلر جذبی شعله مستقیم

چیلرهای جذبی شعله مستقیم (direct fire) یکی از پرکاربردترین چیلرها هستند که دارای امتیازات بزرگی نسبت به سایر چیلرهای جذبی می باشند. در این نوع چیلر، تغلیظ لیتیوم بروماید مستقیماً توسط مشعل صورت می گیرد و نیازی به دستگاه های واسطه جهت تولید

حرارت نیست که این عامل باعث کاهش هزینه های خرید اولیه و بهره برداری می شود. امتیاز دیگر چیلر جذبی شعله مستقیم این است که، به دلیل وجود مشعل و محفظه احتراق امکان استفاده از آن در فصول سرد سال برای تولید گرمایش میسر می شود. این چیلرها بصورت دو اثره ساخته می شوند، یعنی تغلیظ محلول لیتیوم بروماید در دو مرحله صورت می گیرد. بر همین اساس، بالاترین میزان ضریب بهره متعلق به این دسته از چیلرها می باشد. استفاده از این دستگاه در دو حالت سرمایش و گرمایش در کل فصول سال، میزان استهلاک آن را افزایش داده که نیاز به اپراتوری تخصصی در آن را ضروری می سازد.

د- مقایسه چیلر جذبی و چیلر تراکمی

در انتها مقایسه کلی بین چیلرهای تراکمی و جذبی انجام گرفته که در ۹ مورد بیان می گردد:

- ۱- عملکرد: ضریب عملکرد چیلر تراکمی در بار جزئی در حدود ۳-۵ برابر چیلر جذبی می باشد.
- ۲- حجم دستگاه: نسبت حجم و سطح اشغالی چیلر جذبی در مقایسه با چیلر تراکمی در حدود ۲-۱/۵ برابر می باشد.
- ۳- مصرف آب: مصرف آب در چیلر جذبی بسیار بالا می باشد (نسبت به چیلرهای تراکمی آب خنک). مصرف بالای آب سبب هزینه آب بها بالاتر و همچنین رسوب گذاری بیشتر و هزینه رسوب گیری بالاتر می شود.
- ۴- تجهیزات جانبی: دبی بیشتر آب، تبخیر و مصرف آب بیشتر در چیلرهای جذبی، سبب بزرگتر شدن تجهیزات برج و پمپ ها گشته که با سرمایه گذاری اولیه بیشتر و مصرف برق بالاتر همراه خواهد بود.
- ۵- عمر مفید: با توجه به راهبری آسان تر و امکان سرویس و تعمیر تمامی قطعات و عدم نیاز به تجهیزات بازدارنده، عمر چیلرهای تراکمی طولانی تر برآورد می شود.
- ۶- آلودگی زیست محیطی: چیلر جذبی در تمام مدت کارکرد خود، گاز CO_2 ، CO ، NOx و غیره را در محیط منتشر ساخته ولی در چیلرهای تراکمی آلودگی زیست محیطی وجود ندارد.
- ۷- عملکرد در هر آب و هوایی: چیلرهای تراکمی را می توان در هر آب و هوایی استفاده نمود در صورتیکه در بیش از نیمی از مناطق کشور از چیلرهای جذبی نمی توان استفاده نمود.
- ۸- استفاده از نیروی متخصص: جهت راهبری و تعمیر و نگهداری چیلرهای جذبی استفاده از نیروهای متخصص ضروری می باشد که این موضوع هزینه بالایی دارد.
- ۹- خطرات: کریستال شدن، شکستن خلاء، پرج، خوردگی، رسوب و آلودگی لیتیوم بروماید خطراتی هستند که در دستگاه های چیلر جذبی احتمال آن وجود دارد و در صورت آلودگی

لیتیوم بروماید می بایست کل محلول تخلیه و پس از رفع مشکل، دوباره لیتیوم بروماید تزریق شود. (۲۱)

۳-۶- روش ترکیب عوامل و بررسی و نتیجه گیری

با در نظر گرفتن تمامی موارد فوق در این مرحله میبایست به دنبال روشی بود که چطور میتوان این عوامل را در یک طراحی در کنار هم ترکیب نمود که بیشترین کارایی و حصول بهترین نتیجه را ممکن نمود. بدین ترتیب در نظر است که طبق فلوچارت ذیل مراحل طراحی، مدل سازی، شبیه سازی انرژی و گزارش گیری را اجرا نمود.



شکل (۳-۱۸) چارت نحوه ترسیم و نرم افزار های مورد نیاز-نگارنده

۳-۷ چرا دیزاین بیلدر؟

نرم افزار دیزاین بیلدر DesignBuilder از جمله نرم افزار های پر کاربرد برای شبیه سازی انرژی در ساختمان است. همچنین از این نرم افزار برای مدل سازی ساختمان از جنبه های مختلف مثل فیزیک ساختمان (مصالخ ساختمانی)، معماری ساختمان، سیستم های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی و ... استفاده میشه. همچنین قابلیت مدل سازی همه جنبه های ساختمان را دارا هست.

علاوه بر مدل سازی بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان، مصارف مختلف انرژی ساختمان از قبیل مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی، روشنایی، لوازم خانگی، آب گرم مصرفی و غیره را بصورت دینامیک مدل سازی می نماید. این نرم افزار همچنین قابلیت محاسبه میزان روشنایی

روز و حتی مدل سازی CFD را دارد. نرم افزار مدل سازی دیزاین بیلدر با استفاده از فایل اقلیمی شهرهای مختلف ایران، محاسبات دریافت و اتلاف و مصرف انرژی را دقیقاً بر اساس شرایط اقلیمی محل قرارگیری ساختمان انجام می دهد.

نقش موثر این نرم افزار زمانی روشن تر می گردد که در طی مراحل طراحی و مدل سازی ساختمان، با اعمال تغییرات کوچک و بزرگ در طراحی، تاثیرات این تغییرات در میزان مصرف و یا صرفه جویی انرژی ساختمان و یا هریک از فضاها مشخص می شود. موتور مدل سازی این نرم افزار، EnergyPlus است که توسط دپارتمان انرژی آمریکا ساخته شده و از دقیق ترین نرم افزارهای موجود می باشد. نرم افزار دیزاین بیلدر نه تنها از دقت زیادی در محاسبات برخوردار است، بلکه در مقایسه با دیگر نرم افزارهای مدل سازی موجود از قابلیت های زیادی برخوردار است. جدول زیر قابلیت های مدل سازی چند نرم افزار را با یکدیگر مقایسه می نماید و نشان می دهد که نرم افزار دیزاین بیلدر، نسبت به بسیاری دیگر از نرم افزارها از قابلیت های مدل سازی بسیار بیشتری برخوردار است. اولین ورژن از نرم افزار دیزاین بیلدر Design Builder در سال ۲۰۰۵ به عنوان اولین رابط کاربری گرافیکی با موتور آنالیز انرژی "انرژی پلاس" که از معتبرترین موتورهای آنالیز انرژی در سطح جهان بوده و توسط دپارتمان انرژی ایالات متحده تدوین شده است، تهیه و وارد بازار ساختمانی شد. ورژن بعدی این نرم افزار یعنی ورژن ۲ در سال ۲۰۰۹ و در ماه می عرضه شد که در آن قابلیت ایجاد رابط کاربری با BIM و آنالیز یکپارچه جریان هوا CFD به عنوان امکانات جدید به این نرم افزار افزوده شد. ورژن بعدی هم که در سال ۲۰۱۱ عرضه شد با افزودن سیستم های نوین تاسیساتی (HVAC) و هم چنین امکان آنالیز نور روز با بهره گیری از موتورهای پیشرفته در این زمینه، قابلیت های این نرم افزار را ارتقا داد. تا به امروز ورژن های جدید تری از این نرم افزار نیز روانه بازار شده که هر کدام با حفظ ویژگی های پایه و اصلی سعی در افزودن قابلیت های جدید به منظور بررسی و تحلیل هر چه دقیق تر و حرفه ای تر عملکرد ساختمان و مصرف انرژی در آن را داشته اند. نرم افزار دیزاین بیلدر Design Builder توانایی ارائه انواع تخصص های ساختمانی با یک بانک اطلاعاتی وسیع و گسترده در عرصه عملکرد انرژی ساختمانی دارد و این مهم مدیون سال ها تجربه و همکاری تهیه کنندگان این نرم افزار با متخصصان و مهندسان امور ساختمانی و همکاری موثر در بسیاری از پروژه های ملی و دولتی در سطح وسیع می باشد.

هدف از نرم افزار دیزاین بیلدر فراهم کردن یک ابزار پیشرو جهت طراحی بهینه ساختمان و افزایش راندمان مصرف انرژی با بهره مندی از یک محیط کاربری ساده و در عین حال توانمند جهت ایفای نقش جهت کاهش تاثیرات مخرب زیست محیطی که وابسته به مصرف انرژی است، می باشد.

در این میان با توجه به شرایط بحرانی کشور ما به لحاظ مصرف انرژی و هم چنین مصرف بیش از ۴۰ درصد انرژی کشور در بخش ساختمان بهره مندی صحیح و اصولی از این نرم افزار می تواند کمک بسیاری را جهت طراحی بهینه ساختمانی به لحاظ مصرف انرژی و به طبع آن کاهش آلودگی های زیست محیطی که بخش عظیمی از آن مرتبط با تامین انرژی جهت بخش ساختمان می باشد، ایفا کند تا از این طریق بتوان پیامد های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی که به واسطه مصرف انرژی و مسائل مرتبط با آن ایجاد می شود را کاهش داد. (۲۲)

۸-۳- الزامات مد نظر در طراحی:

و بعنوان جمع بندی تمام موارد فوق، مسبایست به نوعی این ساختمان را طراحی نمود که مواردی همچون معماری بیونیک، طراحی بر اساس کنترل و هدایت نور و ایجاد امکان استفاده بهینه از جابجایی هوا را ممکن سازد.

عواملی که در نظر است در طراحی گنجانیده شود			
ردیف	المان مد نظر	علت انتخاب	محل قراردادی
۱	ستون هسته مرکزی	افزایش مقاومت در برابر بار های وارده و ایجاد انسجام در طرح کلی	مرکزی ترین نقطه ساختمان
۲	پلکان سه رمپ	کاهش ارتفاع کف پله ها که مستقیماً باعث سهولت استفاده از پله ها میگردد که نهایتاً برای تردد در طبقات مجاور هم رغبت بیشتری را برای عدم استفاده از آسانسور ایجاد مینماید	به دور ستون هسته مرکزی برای افزایش استحکام در برابر زلزله
۳	ساختار چند وجهی منتظم برای پلان طبقات	با الهام از ساختار تار عنکبوت که یکی از بهترین نمونه های ساختار های چندوجهی با هسته مرکزی است و تقسیم بندی فضا را تسهیل مینماید.	در کلیه طبقات اداری و تجاری
۴	چرخش طبقات بروی یکدیگر	همچون برج شانگ های چین، با ثابت نگاه داشتن هسته مرکزی در ساختمان مابقی طبقات به دور هسته مرکزی خواهند چرخید	در کلیه طبقات اداری و تجاری
۵	استفاده از متریال با ضریب انتقال حرارت پایین	ایجاد شرایط عدم تبادل دما از روی سطوح دیوار، کف و سقف ها تا نیاز شرایط آسایش ایجاد شده توسط سیستم های فعال و غیر فعال، پایداری بیشتری داشته باشد.	کف، سقف و دیوار ها
۶	استفاده از متریال با ظرفیت حرارتی بالا	اخذ حداکثر انرژی گرمایشی از سطوح پیرامونی و انتقال آن به محیط داخل ساختمان به صورت گرمایش تشعشعی در ساعات شب	متریال جداره خارجی ساختمان
۷	ایجاد تراس هایی با خاصیت کنترل دما	با الهام از ساختار هایی مثل شناسیل یا مشربیه و ایجاد شرایطی نزدیک به دو پوستگی، توان پایداری شرایط آسایش ایجاد شده در ساختمان را تقویت نمود	جداره خارجی ساختمان
۸	استفاده از صفحات اینفلکتور پنل	ایجاد خاصیت کنترل نور و عدم اجازه ورود امواج ماوراء بنفش به داخل ساختمان که نتیجه آن عدم ایجاد دمای نامطلوب بالا در طول روز با حفظ حداکثر روشنایی در ساختمان خواهد بود	جداره داخلی شیشه هایی که در بیرونی ترین قسمت تراس قرار خواهد گرفت
۹	چیلر جذبی به عنوان سیستم تهویه فعال	به علت فراوانی نور خورشید میتوان این سیستم را در شهر سمنان پیشنهاد نمود	تمام ساختمان
۱۰	سیستم سقف سرد	به حال رطوبت کم هوا این سیستم را میتوان در ترکیب با سیستم چیلر جذبی در شهر سمنان پیشنهاد نمود.	تمام قسمت های ساختمان

شکل (۳-۱۹) جدول الزاماتی که میبایست در طراحی لحاظ شود-نگارنده

فصل چهارم (مطالعات زمینی و ترسیم طرح معماری)

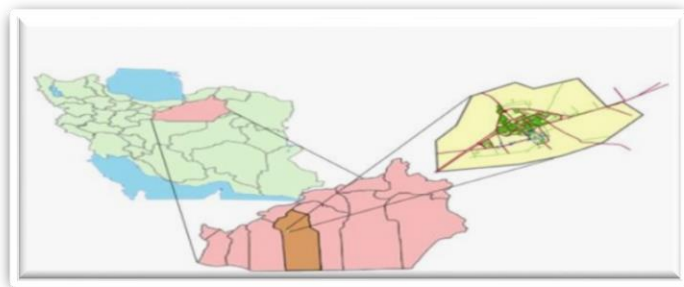
مطالعات زمینی و بررسی تأثیرات محیطی

۴-۱ مقدمه:

برای طراحی یک ساختمان دارای سیستم های ترکیبی ایستا و پویا، در گام نخست میبایست خصوصیات اقلیمی موثر بر ساختمان را بررسی نمود. لذا برای یافتن پاسخ این سوال که چگونه میتوان از انرژی گرمایی خورشید برای کاهش انرژی مصرفی برای سرمایش ساختمان استفاده نمود باید اقلیمی برای این منظور انتخاب نمود که اولاً از میزان بالایی از انرژی تابشی مناسبی برخوردار باشد و ثانیاً تعداد روزهای آفتابی زیادی در طول سال برخوردار باشد. بنابر این، اقلیم های حاشیه کویر مرکزی در ایران برای انجام این مطالعات انتخاب گردید که از این میان شهر سمنان با توجه به اقلیم گرم و خشک و دریافت بالای انرژی حرارتی انتخاب گردید.

در ادامه به بررسی خصوصیات اقلیمی شهر سمنان که در روند طراحی یک ساختمان میبایست مد نظر قرار گیرد خواهیم پرداخت.

۴-۲ معرفی شهرستان سمنان



شکل (۴-۱) موقعیت شهر سمنان در کشور

شهرستان سمنان، مرکز استان سمنان است. این شهر با وسعتی حدود ۲,۲۱۹ کیلومتر مربع، در دامنه جنوبی رشته کوه های البرز قرار گرفته است که از شمال به استان مازندران، از جنوب به دشت کویر، از شرق به شهرستان دامغان و از غرب به شهرستان گرمسار ختم می شود. ارتفاع سمنان از سطح دریا ۱,۱۱۷ متر است و هر چه از غرب به شرق این استان پیش می رویم به میزان ارتفاع آن از سطح دریا افزوده می شود. هوای شهر سمنان خشک و معتدل است و در تابستان گرم و در زمستان نسبتاً سرد می باشد. بارندگی های این شهر در فصول سرد سال صورت می گیرد و میزان متوسط بارندگی سالانه آن به ۱۴۰ میلی متر می رسد. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۷,۷ درجه سانتیگراد است و این در حالی است که حداکثر مطلق حرارت ۴۴,۵ درجه سانتیگراد و حداقل مطلق ۶,۴- درجه سانتیگراد گزارش

شده است. همچنین متوسط تعداد روزهای یخبندان در طول سال در حدود ۴۸ روز می باشد. جمعیت شهر سمنان بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۹۵ خورشیدی، برابر بر ۱۹۶,۵۲۱ نفر بوده است.

۴-۲-۱- بافت شهر سمنان

شهر سمنان دارای هفت محله معروف به نام های، اسفنجان (جنوب غربی شهر سمنان)، لتییار (شمال شرقی سمنان)، شاهجو (جنوب شرقی سمنان)، ناسار (مرکز و شمال غربی شهر سمنان) و محلات زاوقان، کوشمغان و کدیور (چهار کیلومتری غرب سمنان) می باشند. سه محله اخیر، محلات ثلاث یا سمنک نامیده می شوند

۴-۲-۲- شاخصه های طبیعی

استان سمنان به علت موقعیت خاص جغرافیای و همجواری آن با رشته کوه های البرز و زمین های هموار کویر، دارای چهار شرایط اقلیمی متفاوت است. به گونه ای که هم دشت های کویری و هم جنگل های انبوه در آن به چشم می خورد. در حال حاضر، استان سمنان دارای ۲۲۵,۰۰۰ هکتار جنگل طبیعی و ۶۶,۲۲۶ هکتار جنگل دست کاشت است. همچنین بخش وسیعی از پارک ملی کویر تحت نظارت محیط زیست استان است. از دیگر جاذبه های طبیعی منطقه می توان به موارد زیر اشاره کرد.

چشمه روزیه، منطقه حفاظت شده پرور، غار دربند مهدیشهر، آبگرم سمنان، پارک ملی کویر، منطقه حفاظت شده خارتوران، منطقه حفاظت شده خوش ییلاق، منطقه گردشگری پیغمبران، جنگل رودبارک، جنگل فینسک، قله ارم، قله باغستان، قله سیاه کوه، قله قدمگاه، قله کرکس، قله مرغک، قله نیزوا، کویر خوریان، کویر شوراب، کویر کوه سرخ، کویر و تپه های دلازیان، منطقه نمونه گردشگری آهوان، دریاچه سد شهید شاهچراغی، غار بندیر چال افتر، منطقه حفاظت شده چاشم، منطقه شکار ممنوع خنار، منطقه شکارممنوع تپال، منطقه نمونه گردشگری چشمه علی دامغان.

۴-۲-۳- شاخصه های تاریخی

شهر سمنان با سابقه تاریخی چند هزار ساله به دلیل واقع شدن در گذر حوادث ناشی از لشکرکشی ها و مهاجرت های بین شرق و غرب و مهم تر از همه داشتن تاریخ تمدن دیرینه، دارای آثار باستانی متعدد دیدنی مربوط به دوره های مختلف تاریخ است که مبین قدمت کهن آن است. با توجه به اسناد و مدارک و بررسی های انجام شده، استان سمنان دارای بیش از ۱۱۴۷ اثر تاریخی است که تاکنون ۷۱۸ اثر در فهرست آثار تاریخی به ثبت رسیده است. برخی از مهم ترین آثار تاریخی شهر سمنان عبارتند از:

مقبره پیرنجم‌الدین، آب‌انبار پاچنار، آب‌انبار توکلی، آب‌انبار چارسی، آب‌انبار سنادره، آب‌انبار قاضی (کدیور)، آب‌انبار قلی، آب‌انبار کارخانه (تدین)، آب‌انبار کاشفی، آب‌انبار کاله خونکه، آب‌انبار کهنه دژ، آب‌انبار ناسار، آب‌انبار امامزاده علوی، آب‌انبار پایاب آقا، شکارگاه ابراهیم خان، بیمارستان تدین، آسیاب طاووس، بازار سرپوشیده سمنان، تیمچه پهنه، تیمچه ناسار، حمام پهنه، حمام خوشنیا، حمام ناسار، حمام نخست، حمام قلی، یخچال آتشگاه، یخچال چوب مسجد، یخچال زاوغان، یخچال غربی شاهجوی، موزه امیر، موزه پهنه، موزه حیات وحش، موزه سکه، مسجد سلطانی (امام)، مسجد جامع سمنان، مناره مسجد جامع سمنان، مسجد جامع زاوقان، خانه تدین، خانه ترابی، خانه رنجبران، خانه طاهری، خانه کلاتر، خانه مشیرالاطبا، خانه ناظمیان، عمارت امیر، برج چهل دختران، تکیه پهنه، تکیه ناسار، دروازه ارگ، قلعه پاچنار، کارخانه نساجی، رباط انوشیروانی، قلعه سارو، کاروانسرای آهوان، کاروانسرای ده‌نمک، کاروانسرای سمنان (زن‌دان مرکزی فعلی)، کاروانسرای عین‌الرشید، کاروانسرای قصر بهرام و کاروانسرای لاسجرد.

۴-۲-۴ شاخصه های مذهبی

بیشترین تراکم امامزاده‌های سمنان مربوط به منطقه محلات ثلاث است. دقیق‌ترین تحقیق درباره نسب‌نامه این امامزاده‌ها توسط علامه حائری انجام شده است. این امامزاده‌ها علاوه بر اینکه اهمیت مذهبی و کارکرد زیارتی دارند؛ ساختمان آنها نیز از نظر تاریخی دارای اهمیت ویژه است.

امامزاده ابراهیم اسماعیل، امامزاده زکریا، امامزاده سید اسد، امامزاده سیدالمرسلین، بقعه سی سر، پیغمبران، امامزاده اشرف، امامزاده علویان، امامزاده یحیی، مقبره پیر علمدار، مقبره حکیم الهی، امامزاده علی بن جعفر، مسجد سلطانی (امام)، مناره مسجد جامع سمنان، مسجد جامع زاوقان، مسجد جامع سمنان

۴-۲-۵ عوارض طبیعی

در جنوب سمنان مناطقی چون دشت کویر، ریگ جن، تپه‌های حصار از مهم‌ترین ویژگی‌های جغرافیایی به شمار می‌روند. رودخانه فصلی گل رودبار در شمال غرب این شهر و با سرچشمه گرفتن از رشته کوه‌های البرز و گذر از شهرستان مهدیشهر به دشت کویر می‌ریزد

۴-۲-۶ شاخصه های مردمی

جمعیت شهر سمنان بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۹۵ خورشیدی، بالغ بر ۱۸۵۱۲۹ نفر بوده است. مردم سمنان به زبان سمنانی سخن می‌گویند. زبان سمنانی به علت ویژگی خاص خود مورد توجه دانشمندان و ایران‌شناسان بسیار قرار گرفته است. این زبان از زبان‌های ایرانی شاخه شمال باختری است. ایران‌شناسان زیادی چون پرفسور کریستن سن، هوتوم سیندلر، ویلهلم لیکر، جرج مورگن و استایرن تحقیقات جامعی درباره زبان سمنانی انجام

داده‌اند. همچنین نزدیک‌ترین زبان به زبان راجی، سمنانی است. نکته قابل ذکر اینکه اگرچه زبان سمنانی هنوز هم توسط مردم سمنان به کار می‌رود، اما نسل جدید سمنانی‌ها با وجود فهمیدن آن به این زبان باستانی کمتر سخن می‌گویند. جمعیت این شهر در سال‌های پیش به صورت زیر بوده است. در این شهر درصد سواد بسیار بالا و باسوادترین شهر ایران است. (۲۳)

۴-۲-۷- خصوصیات اقلیمی

استان سمنان در دامنه‌های جنوبی سلسله جبال البرز قرار گرفته است. ارتفاع آن از شمال به جنوب کاهش می‌یابد و به دشت کویر ختم می‌شود.

رشته‌کوه‌های البرز، از کوه‌های طالش در غرب شروع و تا ارتفاعات خراسان در شرق کشیده شده است. این رشته ممتد، از نظر نحوه استقرار در شرق و غرب تفاوت‌هایی پیدا کرده است. جهت کوه‌ها در غرب تا حبله‌رود از شمال غربی به سوی جنوب شرقی است، در حالی که در شرق این رودخانه امتداد این کوه‌ها جهت معکوس دارد، یعنی از جنوب غربی به طرف شمال شرقی امتداد دارد. این دیواره بلند و طولانی، مانند قوسی بزرگ است که به سمت شمالی گشوده شده و مناطق پست و مسطح اطراف دریای خزر را از فلات مرتفع مرکزی ایران (از جمله استان سمنان) جدا کرده است. کوه‌های پراکنده جنوبی استان سمنان که متشکل از تپه‌های اواخر دوران ترشیاری هستند، دشت‌هایی مانند گرمسار، ایوانکی، چاله دامغان، میامی و مخروط‌افکنه شاهرود را به وجود آورده‌اند.

در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان استان سمنان را به دو بخش کوهستانی و دشت‌های پایکوهی تقسیم کرد:

نواحی کوهستانی از مهم‌ترین و کارآمدترین ناحیه‌های دارای امکانات معدنی هستند که برای گذران اوقات فراغت مردم نیز مناسب‌اند. در دشت‌های پایکوهی استان، بسیاری از شهرهای باستانی جای گرفته‌اند.

خصوصیات جوّی استان سمنان نشانگر تنوع در اقلیم آن است. این تنوع اقلیمی، به دو شکل خود را نشان می‌دهد:

- اقلیم نیمه بیابانی شدید که اقلیم مختص دشت‌ها، کویر نمک و قسمت‌هایی از فلات شمالی و مرکز ایران است و بخش‌هایی از استان سمنان از جمله گرمسار و بن کوه را در بر گرفته است. در این نقاط، میزان بارش و نزولات جوّی اندک است و معمولاً بارندگی آن در اوایل بهار و در بعضی از سال‌ها در تابستان نیز به وقوع می‌پیوندد.

۱- اقلیم نیمه بیابانی خفیف که علاوه بر بخش های مختلف ایران، قسمت هایی از خراسان، سمنان، شاهرود و دامغان را نیز در بر می گیرد. بارندگی در این نواحی، معمولاً در پائیز و بهار نیز صورت می گیرد، ولی بیشترین بارندگی در فصل زمستان روی می دهد.

استان سمنان، تحت تأثیر جریان های هوایی گرم و خشک دشت کویر است ولی عواملی چون دوری از دریا، جهت و امتداد کوه ها، ارتفاع مکان و وزش بادهای نیز در آب و هوای آن مؤثرند. در این استان، سه نوع آب و هوا را می توان مشخص کرد:

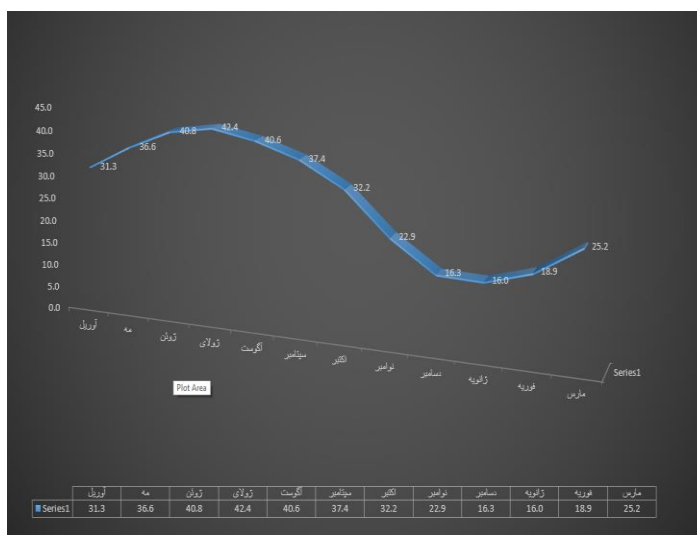
قسمت شمالی شامل شاهرود، دامغان، مهدی شهر و شهمیرزاد، در زمستان هوایی خشک و مرطوب و در تابستان وضعیتی معتدل دارد.

قسمت جنوبی شامل گرمسار و جنوب شهرستان سمنان، در تابستان ها هوای بیابانی و نسبتاً گرم و خشک و در زمستان ها هوای سرد دارد.

قسمت شمال شرقی شامل میامی و حسین آباد کالپوش، در تابستان هوای معتدل و مرطوب و در زمستان هوای سرد دارد.

۴-۲-۷-۱ وضعیت دمایی شهر سمنان

میانگین حرارت سالانه شهر سمنان ۸/۱۷ درجه، شاهرود ۱/۱۴ و گرمسار ۵/۱۷ درجه سانتی گراد است. با توجه به این ارقام، سردترین شهرها از میان چهار شهر استان، شاهرود و سپس دامغان و گرم ترین شهر، سمنان و سپس گرمسار است. میانگین حداکثر مطلق درجه حرارت در ماه های تیر و مرداد که گرم ترین ماه های سال در استان سمنان است به ۲۵ درجه سانتی گراد و میانگین حداقل درجه حرارت در ماه های دی و بهمن که سردترین ماه های سال استان است به ۱۱ درجه سانتی گراد می رسد. همچنین اختلاف حداکثر مطلق درجه حرارت بین گرم ترین و سردترین ماه های سال به ۳۱ درجه سانتی گراد می رسد.



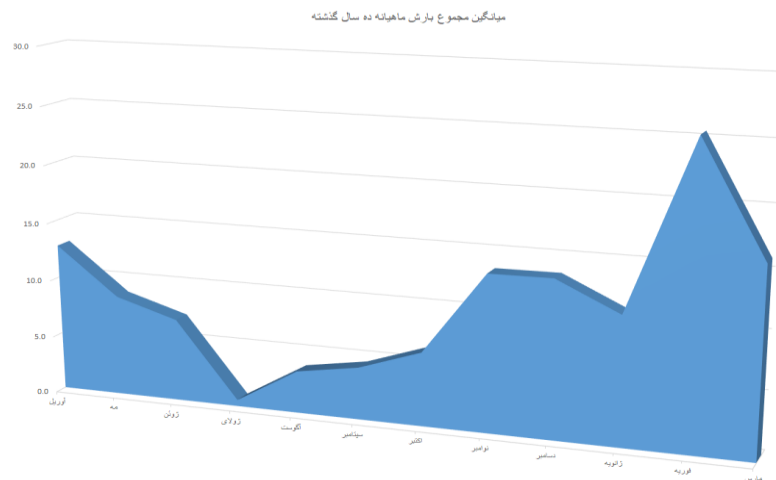
شکل (۲-۴) میانگین بیشترین دمای ماهیانه در ده سال گذشته-نگارنده

۴-۲-۷-۲- وضعیت بارش در شهرستان سمنان

در استان سمنان، نزولات جوی بسیار کم و غالباً به صورت ریزش باران است و میزان آن به طور متوسط به ۱۴۵ میلی متر در سال می رسد. با توجه به اینکه میزان رطوبت نسبی با بارندگی نسبت مستقیم دارد، لذا میزان رطوبت از غرب به شرق استان و از جنوب به شمال افزایش می یابد. به طوری که درصد رطوبت نسبی در شاهرود ۴۹ و در گرمسار ۴۰ درصد است.

شاهرود در میان شهرستان های مهم استان با ۱/۱۶۱ میلی متر بارش سالانه بیشترین و دامغان با ۲/۱۲۰ میلی متر کم ترین میزان بارندگی را دارند.

تنوع ناهمواری و مجاورت کویر و کوهستان در محدوده استان سمنان (علاوه بر بادهای محلی) موجب پیدایش بادهای غربی و کویری هم شده است.



شکل (۴-۳) میانگین بارش ماهیانه در ده سال گذشته- نگارنده

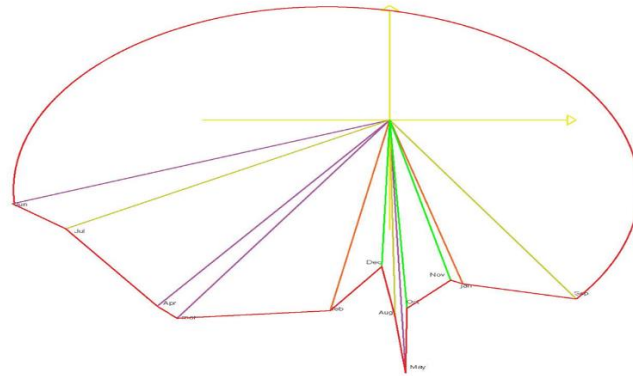
۴-۲-۷-۳- بادهای مهم سمنان عبارت اند از:

بادهای غربی : این بادهای معمولاً مرطوب اند و در ماه های سرد سال از غرب تا شمال غربی می وزند.

بادهای کویری : این بادهای معمولاً از مناطق کویری و بیشتر در ماه های گرم سال می وزند و موجب افزایش درجه حرارت و خشکی هوا می شوند .

استان سمنان به علت تنوع جغرافیایی، دارای آب و هوایی متفاوت است. به این صورت که در نواحی کوهستانی هوا سرد، در دامنه کوه ها معتدل و در کنار کویر گرم است. در دامغان به علت وزش بادهای شدید شمالی و بارندگی در نواحی گرگان و مازندران، زمستان ها سرد و تابستان ها معتدل، در سمنان تابستان ها گرم و زمستان ها معتدل، در شاهرود با توجه به پستی و بلندی های آن، در قسمت شمالی سرد، در قسمت مرکزی معتدل و در قسمت جنوبی

گرم است. در گرمسار نیز تغییرات فصلی زیاد است. تابستان های این ناحیه بسیار گرم و خشک و زمستان های آن نسبتاً سرد و بارانی است.



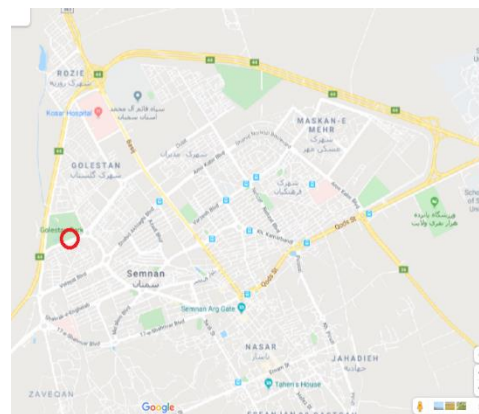
شکل ۴-۴- میانگین سمت و سرعت باد در ده سال گذشته-نگارنده

۳-۴- معرفی سایت:

۳-۴-۱- ابعاد و محل وقوع:

با توجه به طرح تفصیلی و پهنه بندی شهر سمنان که ساختمان های بلند مرتبه میبایستی در منطقه شمال غربی این شهر با رعایت سایر ضوابط واقع گردند و با در نظر گرفتن ساخت چهار برج ۱۴ طبقه مسکن مهر در ضلع شمال غربی میدان شقایق و بخش شرقی بوستان گلستان در غرب شهر سمنان، ضلع جنوبی پارک گلستان بعنوان محل طراحی برج مذکور انتخاب گردید.

این عرصه یک پنج ضلعی نا منتظم میباشد که طبق برداشت حدودی به روش نقطه یابی با نرم افزار Google Map و ترسیم نقشه UTM در نرم افزار Auto Cad حدود عرصه آن ۸۱۳۵ متر مربع میباشد. که این متراژ عرصه ملاک عمل برای تعیین سطح اشغال طبق ضوابط شهرداری سمنان قرار گرفت.



شکل (۴-۵) محل سایت در شهر سمنان

۴-۳-۲- دسترسی ها:

سایت مذکور در ضلع شمال غربی میدان گلستان و ضلع شمالی بلواری به همین نام واقع گردیده است. این عرصه از سمت بلوار گلستان دسترسی مستقیم دارد و به فاصله پانصد متر به میدان علی اصغر و در جنب آن جاده اصلی سمنان - سرخه منتهی میشود. فاصله با مرکز شهر کمتر چهار کیلومتر بوده و با بیمارستان امیرالمونین و در جنوب و بیمارستان کوثر در ضلع شمال شرقی حدود دو کیلومتر فاصله دارد.

۴-۴- روند طراحی معماری

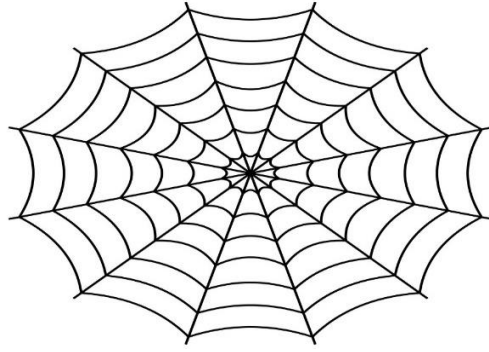
۴-۴-۱- کلیات

با در نظر گرفتن کلیه مطالب فصول گذشته به یک نتیجه کلی برای یک طرح ذهنی (از نظر نگارنده) دست یافته شد که بر اساس آن ترکیبی از معماری بیونیک و معماری سنتی و بعضاً غیر بومی میبایست طراحی شود و در یک منظر کلی در کنار هم بهره گیری شود. با در نظر گرفتن این نکته که اصلی ترین هدف این طراحی کاستن از مصرف انرژی یک ساختمان با ترکیب انواع روشهای فعال و غیر فعال میباشد، برخی از المان های زیبایی شناختی بصری ممکن است در سایه هدف حفظ انرژی قرار گیرد.

بر همین اساس سعی نگارنده در طراحی این برج بر این است که با ترکیب موارد مد نظر، میزان تاثیر آن را بروی مصرف انرژی کل در یک ساختمان مشاهده و محاسبه نمود.

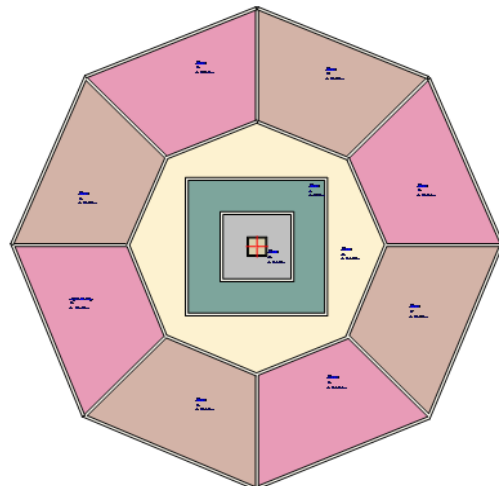
۴-۴-۲- معرفی طرح معماری

در گام نخست تلاش بر این است تا تمامی عواملی را که مد نظر در طراحی میباشد و وجود آن از الزامات ذهنی نگارنده میباشد را کاملاً مشخص و واضح در کنار هم انتخاب نمود نمود و راهکارهای ترکیب این عوامل را کاوش نمود. از این رو اولین ساختار بسار قابل توجه که شاید به نوعی بتوان آنرا پایه اصلی طراحی دانست، بکارگیری معماری بیونیک با الهام از ساختار تار عنکبوت میباشد. همانطور که در فصل پیشین بطور اجمالی این موضوع مورد بررسی قرار گرفت؛ ساختار تار عنکبوت یکی از مستحکم ترین ساختار های سازه ای در طبیعت میباشد که بر خلاف ظاهر ساده و سست آن بسیار مقاوم و کاراست. از یک منظر کلی تمامی ساختمان های بلند مرتبه دارای یک فرم استوانه ای میباشند که قاعدتاً پلان در یک طبقه آن در بسار از طبقات دیگر بصورت تیپ اجرا میگردد. بنابراین در در نظر داشتن این پس زمینه ذهنی از ساختار تار عنکبوت، تصمیم گرفته شد تا بصورت هم زمان پلان و حجم کلی ساختمان طراحی گردد تا با دستیابی به شماتیک ساختمان نسبت به تصحیحات لازمه اقدام نمود.



شکل (۴-۶) ساختار تار عنکبوت

همانطور که در تصویر فوق مشخص است این ساختار دارای یک هسته مرکزی است که شعاع هایی به محیط اطاف از مرکز آن کسبیل شده اند. فواصل بین این شعاع ها نیز با خصوص عمود به این شعاع ها به بخشهایی تقسیم میشوند که به راحتی میتوان روابط بین بخشی را نیز در مان آنها تعریف نمود. همچنین این ساختار متقارن به مرکز جهت گیری کلی ساختمان را با مشکل خاصی مواجه نمینماید که این خود یک مزیت بسیار بزرگ برای طراحی ساختمان میباشد. با مشاهد تصویر فوق یک ساختار دوازده وجهی در محیط این سازه طبیعی مشاهد میشود که با انحنای به سمت داخل قدرت جذب نیروی وارده بر آن (اثر برخورد حشره به این سازه ابریشم گون) را بصورت غیر قابل باوری افزایش میدهد. برای طراحی ساختمان مذکور در نظر است مه قطاع های مثلثی این ساز در قسمت قاعده مدور باشند تا بتوان از یک حجم ساده دوری جست. منتهی احتیاطات لازمه را برای از دست ندادن ثبات کلی ساختار با رعایت نمود. با تحقیق در تدقیق بروی مدول های مختلف تار

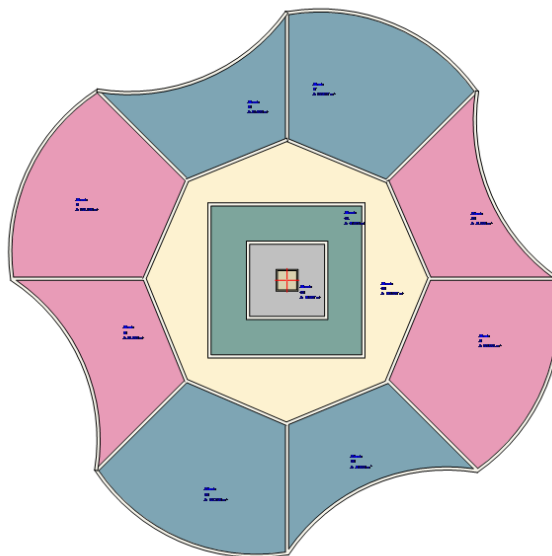


شکل (۴-۷) اتود اولیه پلان-نگارنده

عنکبوت به این نکته دست میابیم در بسته به شرایط محیطی حاکم بر محل تنیده شدن این سازه ممکن است شکل آن دستخوش تغییراتی گردد که برای قرار گیری در نقطه مذکور مناسب سازی شود. از جمله ایتن تغییرات میتوان تغییر در تعداد وجوه منشعب از مرکز

و ایجاد یک عدم تقارن را در حجم کلی برشمرد که همگی در جهت افزایش قدرت مقابله در برابر بار وارده اعمال میگردد.

بنابراین طرح اولیه به صورت یک ساختار مدور با یک هسته مرکزی شکل گرفت. این هسته مرکزی میبایست استحکامات لازمه را برای ایجاد انسجام در ساختار کلی اسجد نماید. در شمای فوق همانطور که پیش از این اشاره شد، یک ستون به عنوان هسته مرکزی ساختمان در نظر گرفته شد که با ابعاد 1.5×1.5 متر در مرکز ساختمان قرار خواهد گرفت. اما وجوه جداره خارجی ساختمان که نهایتاً نما را تشکیل خواهند داد به صورت اضلاع منتظمی میباشند که برای امکان ایجاد و هدایت جریان هوا بروی گوسته خارجی تصمیم بر این شد تا اضلاع خارجی به صورت خطوط محدب و مقعر در کنار یکدیگر ترسیم گردد.

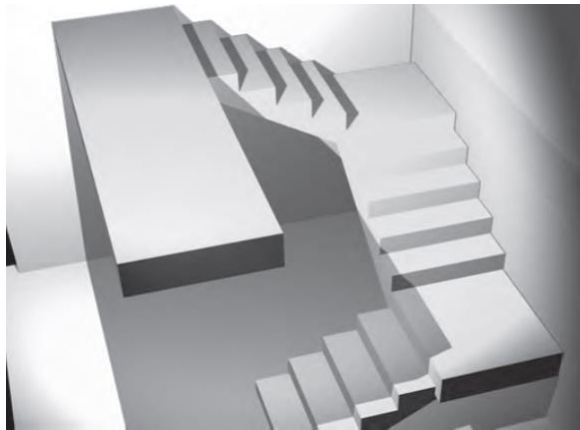


شکل (۴-۸) پلان با پوسته خارجی مقعر و محدب-نگارنده

۴-۳-۴- پلکان

در تصویر فوق به دور ستون میانی یک رشته پلکان سه رمپ بتنی قرار خواهد گرفت که با توجه به مساحت 2.2 متر مربعی ستون بتنی استحکام بسیار مناسبی در مواقع حساس از جهت بارهای وارده به ساختمان ایجاد نمود همچنین پلکان سه رمپ، دو توقف یا اصطلاحاً دو پاگرد را در حدفصل طبقات ایجاد مینماید که این امر اولاً تردد بروی پلکان را تسهیل نموده و ثانیاً به این علت که شیب رمپ پله کمتر میشود، ارتفاع هر کف پله نیز کمتر میشود و نهایتاً بالا و پایین رفتن از آن نیز راحت تر خواهد بود. و تاثیر مستقیم این موضوع بر مصرف انرژی در ساختمان از این بابت است که اصولاً پلکانی که سهولت استفاده و دسترسی در آن مشهود باشد رغبت بیشتری برای استفاده در طبقات با فاصله کم ایجاد مینماید و افراد توانمند تر وقت کمتری را برای استفاده از آسانسور صرف نموده و بیشتر از پلکان استفاده مینمایند. البته در پژوهش پیش رو آنالیز نمودن این موضوع بعلت تاثیر نه

چندان بالای آن بر نتایج نهایی، مدنظر نمیباشد و صرفاً بدیهی بودن اصل این قضیه، باعث گردیده که در طراحی معماری و شبیه سازی انرژی نهایی از این نوع پلکان استفاده شود.



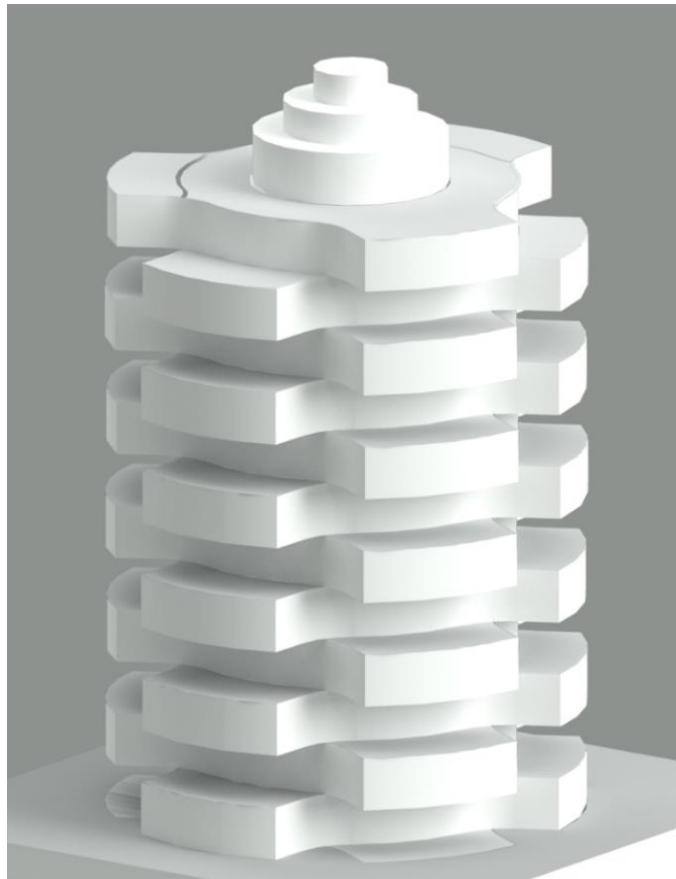
شکل (۹-۴) پلکان سه رمپ-نگارنده

۴-۴-۴-چیدمان طبقات

همانطور که پیش از این نیز اشاره شد برای حفظ پیوستگی طراحی پلان و نما همزمان مورد توجه قرار گرفت. توضیح تاینکه در برخی از روشهای طراحی که بیشتر نمای خارجی ملاک عمل میباشد، ابتدا حجم کلی یک بنا ایجاد میگردد و پس از کار بروی حجم کلی، پلان های داخلی را بر اساس امکاناتی که حجم ترسیم شده در اختیار طراح قرار میدهد را درون حجم مذکور ایجاد مینمایند. این روش مزایا و معایب خاص خود را دارد اما آنچه که مشخص است گلان در تبعیت از حجم و نما میباشد. اما در طراحی این ساختمان الزام اول، الهام از ساختار تار عنکبوت میباشد و الزام دوم ایجاد جریان هوا بروی پوسته خارجی میباشد که برای این موضوع اضلاع خارجی به صورت مقعر و محدب ترسیم گردید. حال اگر تعدادی از این یک طبقه را بدون هیچگونه تغییری بروی یکدیگر قرار دهیم برجی را به شکل زیر خواهیم داشت.

اما این موضوع تنها باعث کارآمدی در تراز همان طبقه میشود و تنها سقوط و صعود جریان هوا را بروی پوسته به صورت کاملاً عمودی در پی خواهد داشت. بنابراین برای مقابله با اثر نامطلوب کوران و ایجاد تهویه طبیعی میبایست تغییری در چینش طبقات بروی یکدیگر ایجاد نمود تا این اثرات را خنثی نموده و همچنین بتوان از سکون هوا را در قسمت های ناطلوب جلوگیری نمود. راه حل این چالش در چرخش طبقات بروی یکدیگر در با مرکزیت ستون هسته اصلی میباشد اما میزان و جهت چرخش، باید بررسی گردد. در این نوع از چینش طبقات بروی همف هر طبق ۳۶ درجه در جهت عقربه های ساعت چرخیده و در طبقه بعد مجدداً در نقطه اولیه خود قرار میگیرد که فرم فوق را تشکیل میدهند. اما الزاماً این فرم از بنا باعث ایجاد جریان هوا بصورت قابل کنترل و توزیع متناسب دما نخواهد شد زیرا محل هایی در فواصل بین تراس ها ایجاد میگردد که بعلت قرار گرفتن در بین سطوح بلند تر، سکون هوا

را ایجاد مینمایند. ممکن است این موضوع در اقلیم شهر سمنان چندان مهم به نظر نرسد اما با در نظر گرفتن این نکته که با هدایت متناسب جریان هوایی از روی سطوح مرتفع تر برج به روی سطوح پایین تر میتوان از اثرات تهویه ای آن استفاده نمود، منطقاً میبایست به دنبال راه حلی بود تا بتوان این نیروی باد را مهار نمود.



شکل (۴-۱۱) طبقات با چینش چرخشی رفت و برگشتی-نگارنده

یکی از راهکارهای این موضوع چرخش کل حجم برج حول مرکز خود برج در جهت یا خلاف جهت جریان باد غالب (بسته به اینکه میخواهیم این نیرو را پراکنده کنیم و یا اینکه متمرکز نموده و قسمت درگیری بکار گیریم) میباشد. از نمونه هایی که این موضوع را به چالش کشیده اند میتوان به برج شانگهای چین به عنوان دومین ساختمان سبز مرتع جهان اشاره نمود که با چرخش بروی پوسته خارجی اثر نامطلوب باد بروی حداره خارجی تا حدود ۳۰٪ کاهش داده است. و بلکست در برج هایی که میبایست نیروی باد به سمت توربین های بادی موجود بروی برج هدایت شود چرخش به سمتی است که نیرو های باد متمرکز گردد. اما در طراحی این حجم بنا میخواهیم هم از پراکندگی و هم متمرکز کنندگی طوری استفاده نماییم تا کوران طبقات فوقانی تبدیل به نسیمی در طبقات تحتانی گردد.

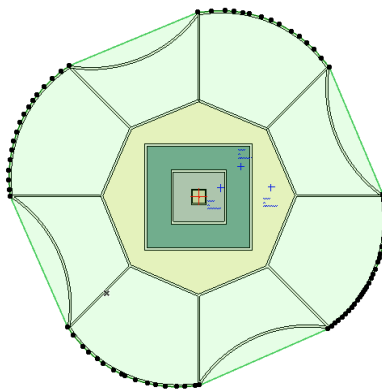


شکل (۴-۱۲) طبقات چیده شده بروی یکدیگر با چرخش ساعتگرد-نگارنده

با توجه به اینکه در پلان نهایی چهار وجه محدب و چهار وجه مقعر خواهیم داشت و با فرض قرارگیری آنها در یک دایره کامل، در هر نیم دایره دو وجه محدب خواهیم داشت. همچون شکل بالا در نظر است لبه سمت چپ ضلع محدب طبقه فوقانی به روی لبه سمت راست ضلع محدب طبقه تحتانی قرار گیرد. از این رو میبایست هر طبقه ۲۲,۵ درجه ساعتگرد بروی طبقه پایینی چرخش نماید تا حالت مذکور ایجاد گردد و جریان باد در هر طبقه با کمی کاهش توان مقداری از تغییر جهت به طبقات پایینی هدایت شود.

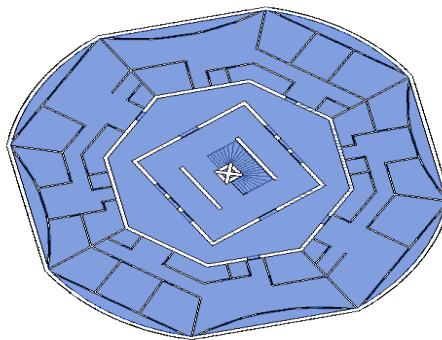
۴-۴-۵- اسلب ها

اسلب ها باریکه و یا ورقه هایی از ساختمان میباشند که فواصل بین دو طبقه را مشخص مینمایند. بطور کلی اسلب ها مرز عملکردی دو طبقه میباشند به نوعی سقف یک طبقه و کف یک طبقه دیگر میباشند. فرق یک اسلب با سقف و یا کف این است که اسلب میتواند از چهار چوب ساختمان بیرون زدگی نیز داشته باشد. در شمای فوق مقرر گردید یک اسلب کامل در هر طبقه در نظر گرفته شود تا اثر هواماندگی را در جداره های دو طبقه متصل کاهش دهد.



شکل (۴-۱۳) اسلب در سطوح مقعر میتواند بیرون زدگی داشته باشد-نگارنده

همانطور که در این شکل ها مشخص است این اسب ها فضاهای لازمه را در خصوص ایجاد بیرون زدگی فراهم مینمایند که باعث تسهیل چیدمان طبقات بروی یکدیگر شده و از طرف دیگر به ایجاد شرایط دالان هوایی بروی پوسته خارجی کمک مینماید.



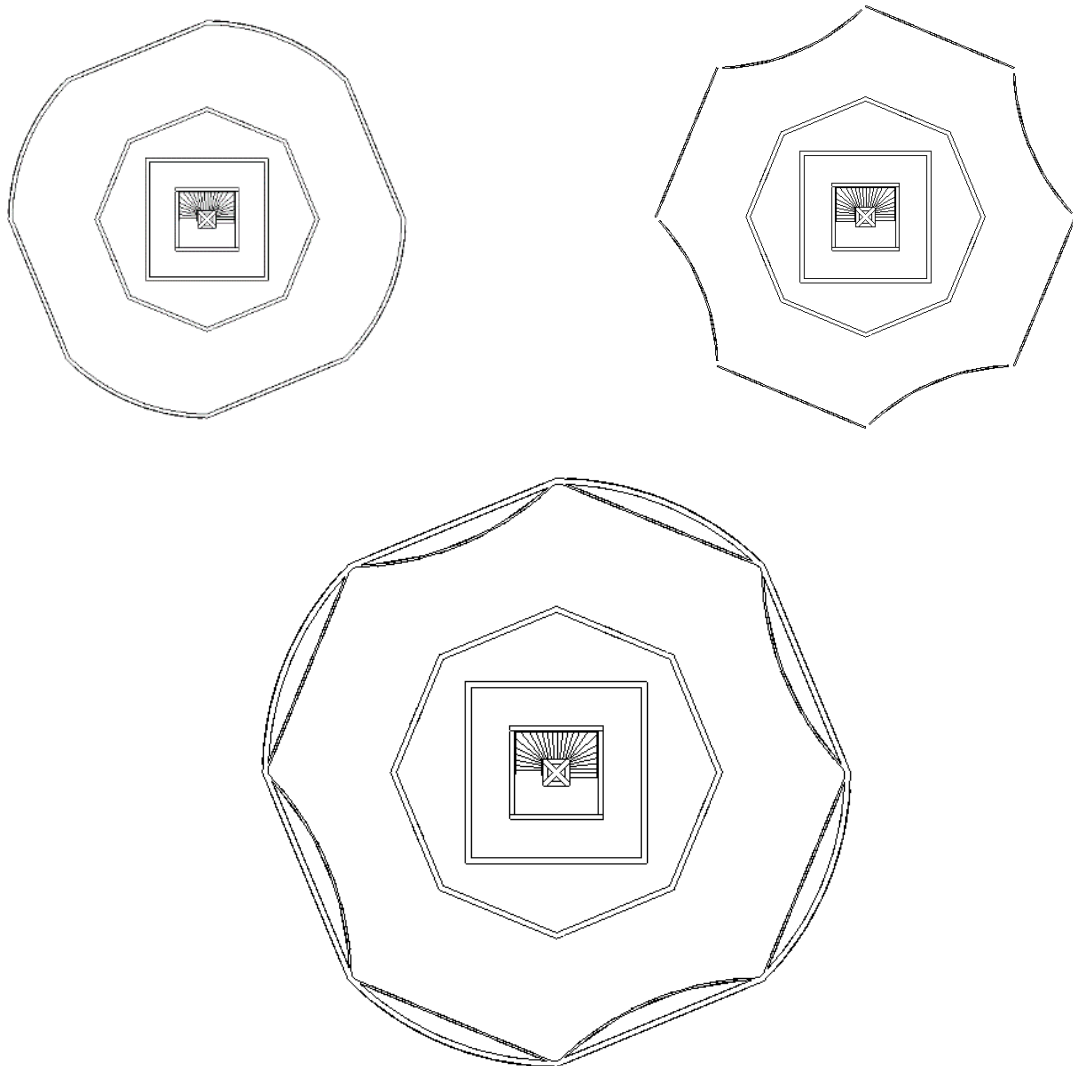
شکل (۴-۱۴) ایجاد پیوستگی توسط اسلب ها-نگارنده

۴-۴-۶-دو پوستگی

یکی از راه های جلوگیری از تبادل حرارات در جداره ها دو مضاعف کردن آن است که اصطلاحاً به آن دوپوستگی میگویند. از جمله این روشها میتوان از پنجره های دو جداره یاد کرد که در آن از دو لایه شیشه ای که میان آین دو لایه شیشه ای خلاء و یا یک گاز بی اثر قرار گرفته، تشکیل شده است که این کار باعث میگردد بسته به نحوه اجرا و نوع متریال تا بیش از ۹۰٪ مانع تبادل حرارت بیرون و درون پنجره‌ها شود. این مهم در مورد دیوار ها نیز طبق مینماید به گونه ای که در آجرهای امروزی دولا به مجزا از حفرات تعبیه شده است که تاثیر بسزایی در جلوگیری از تبادل حرارتی از روی جداره دارد. در موارد بسیاری میز میتوا دوجداره غیر هم فاز را طوری ترکیب نمود که باعث جذب دمای محیط بروی یکی از جداره شد همچون دیواره ترمب که مخصوص جذب و حفظ دمای خارجی در روز بوده تا در ساعات شب از طریق انتقال حرارت از روی جداره دیواره داخلی به افزایش دما در داخل بنا کمک نمود.

از بزرگترین و مهمترین نمونه های دو پوستگی در نمای خرجی از برج شانگهای میتوان نام برد که بک ساختمان را درون پوسته دوجداره از از شیشه های مخصوص طراحی شده قرار داده اند که یک اصطلاحا ساختمان درون یک آکواریوم قرار گرفته است. این امر سبب شده است که ساختمان بیشترین جذب نور را داشته باشد و همانطور که در فصل گذشته مورد بررسی قرار گرفت، تا ۴۰٪ از هزینه های نورپردازی واحد های ساختمان را کاسته است.

اما در اقلیم هایی همانند شهر سمنان نور مستقیم خورشید بعنوان یک عامل مفید و مضر باید بررسی شود. زیرا همانطور که بهترین منبع روشنایی ساختمان میباشد ولی حرارت نامطلوب داخل واحد ها را به طرز محسوسی افزایش میدهد که این امر در ماه های خرداد تا آبان باعث افزایش بار سرمایشی ساختمان و متعاقب آن میزان مصرف انرژی سیستم های سرمایشی ساختمان میگردد.

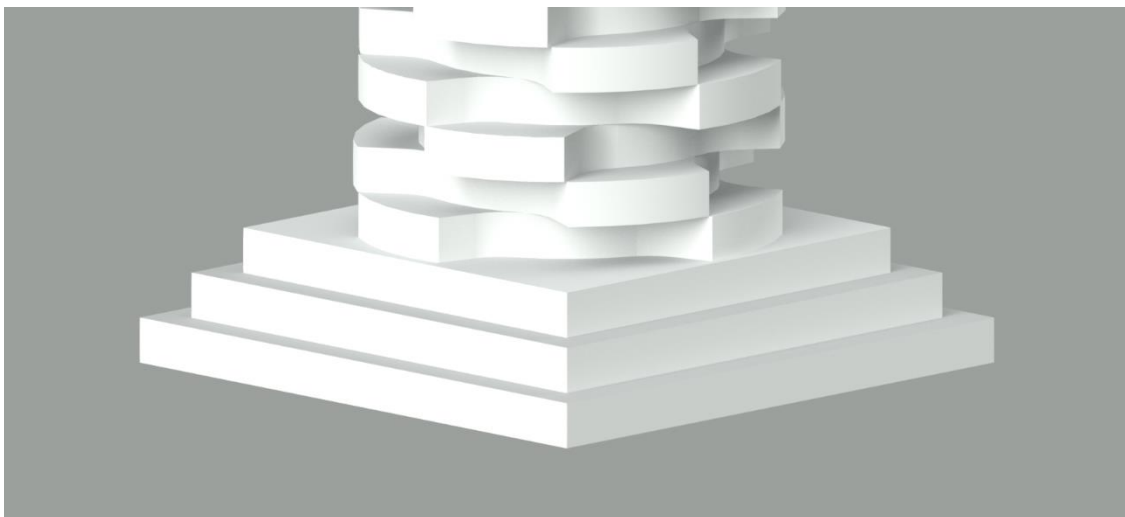


شکل (۴-۱۵) ترکیب دوجداره با هم-نگارنده

اما از همین فراوانی نور خورشید میتوان در دو بخش مهم استفاده مطلوب نمود. اول به صورت کنترل شده در بخش نور پردازی و دوم انتخاب سیستم چیلر های جذبی که در بخش پیشنهاد سیستم تاسیساتی بیشتر توضیح داده خواهد شد. در گذشته در اقلیم های حاشیه کویری همچون سمنان با ضخیم کردن جداره های خارجی میزان انتقال حرارت را کاهش داده و مانع انتقال حرارت از خارج به داخل ساختمان در تابستان و داخل به خرج ساختمان در زمستان میشده اند. اما این راهکار در ساختمان های بلند مرتبه به علت وزن بسیار بالای دیوار ها منطقی و اجرایی نمیشد و بنابراین برای دستیابی به این طرز عملکرد از دیوار های دوجداره و یا اصطلاحاً دوپوستگی بهره گرفته میشود. در طراحی این ساختمان جداره هایی مد نظر است که در حداقل ۶۰٪ یک دیواره بنایی پنجره هایی با حداقل قاب قرار گیرند تا بیشترین میزان نور را به داخل ساختمان هدایت نمایند

۴-۷-۴- قاعده ساختمان

در ابتدای امر با توجه به فرم استوانه ای بنا یک قاعده وسیع مستطیلی در نظر گرفته شد. این امر به این علت که قاعده وسیع تر یک بنا باعث افزایش استحکام در برابر بارهای وارده ناشی از زلزله میشود انتخاب گردید.



شکل (۴-۱۶) قاعده وسیع پلکانی مربعی-نگارنده

همانطور که در شمای فوق میبینیم که قاعده وسیع مستطیلی در تراز اول ساختمان در نظر گرفته شد که این به دلیل افزایش سطح قرارگیری ساختمان بروی زمین و افزایش توان ساختمان برای مقاومت در برابر بارهای وارده انتخاب گردید. در دو طبقه فوقانی هر کدام از طبقات به میزان ۵ متر نسبت به طبقات پایینی به سمت هسته ساختمان عقب نشینی نموده اند.

کاربری این طبقات بصورت واحد های تجاری و خدماتی در نظر گرفته شده است که در مباحث شبیه سازی انرژی در نرم افزار دیزاین بیلدر این سه طبقه بصورت کاملاً جداگانه نسبت به سایر طبقات بررسی میگردد. زیرا ارتفاع سقف تمام شده در این سه طبقه بیشتر بوده

و ثانیاً تردد افراد بسیار افزون تر سایر طبقات با کاربری اداری میباشد. البته میزان گردش هوا و نورپردازی این طبقات بستگی مستقیم به به ساعت روز دارد. از جمله اینکه در این نوع کاربری ها در ساعات اولیه صبح به علت تردد کمتر، نیاز کمتری از سوی تاسیسات تهویه هوا و نورپردازی برای مصرف انرژی وجود خواهد داشت و هر چه به ساعات غروب افتاب و تاریکی مطلق هوا نزدیک میشویم میزان نیاز به انرژی افزایش پیدا میکند اما این امر در واحد های فوقانی با کاربری اداری کاملاً معکوس میباشد. به گونه ای که با توجه به ساعات کارکرد این واحد ها یعنی از ساعت ۷ صبح الی ۱۸ عصر نیازمند صرف انرژی برای تهویه مطبوع و نوردهی میباشد.

بنابراین این سه طبقه ابتدایی ساختمان، شرایط و ویژگی های خاص خود را دارد که بس از بررسی اولیه در مورد سایه اندازی یک چهار ضلعی منتظم و میزان دریافت نور مستقیم خورشید نتایج بدست میآید که میبایست برای دستیابی به حدکثر میزانبهره بروری انرژی خورشیدی راه حل هایی برای آن اندیشید.



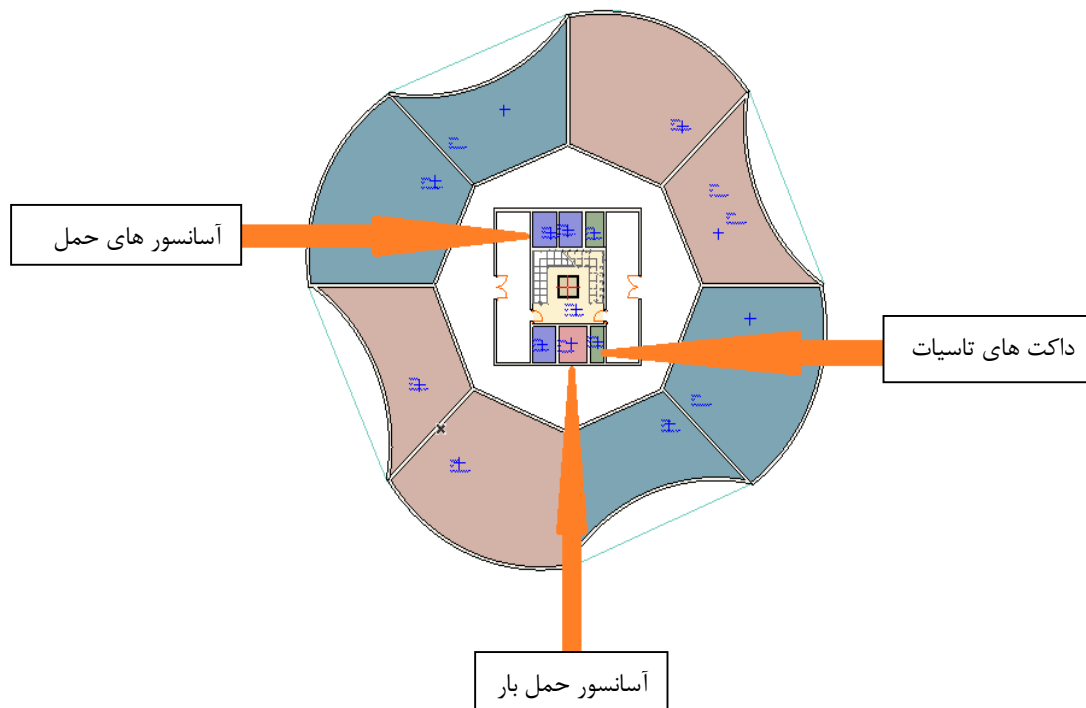
شکل (۴-۱۷) نمای نزدیک به نهایی برج با قاعده چهار وجهی منتظم-نگارنده

۴-۴-۸- کانال های آسانسور و داکت های تاسیساتی

در بخش ارتباطات عمودی ساختمان چهار خط آسانسور که سه تای آن با ظرفیت اسمی ۱۲ نفر با ابعادی معادل ۲۰۵*۲۸۰ سانتی متر و یک آسانسور حمل بار با ابعادی معادل ۲۴۰*۲۸۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است. در کنار این آسانسور نیز یک داکت عمودی

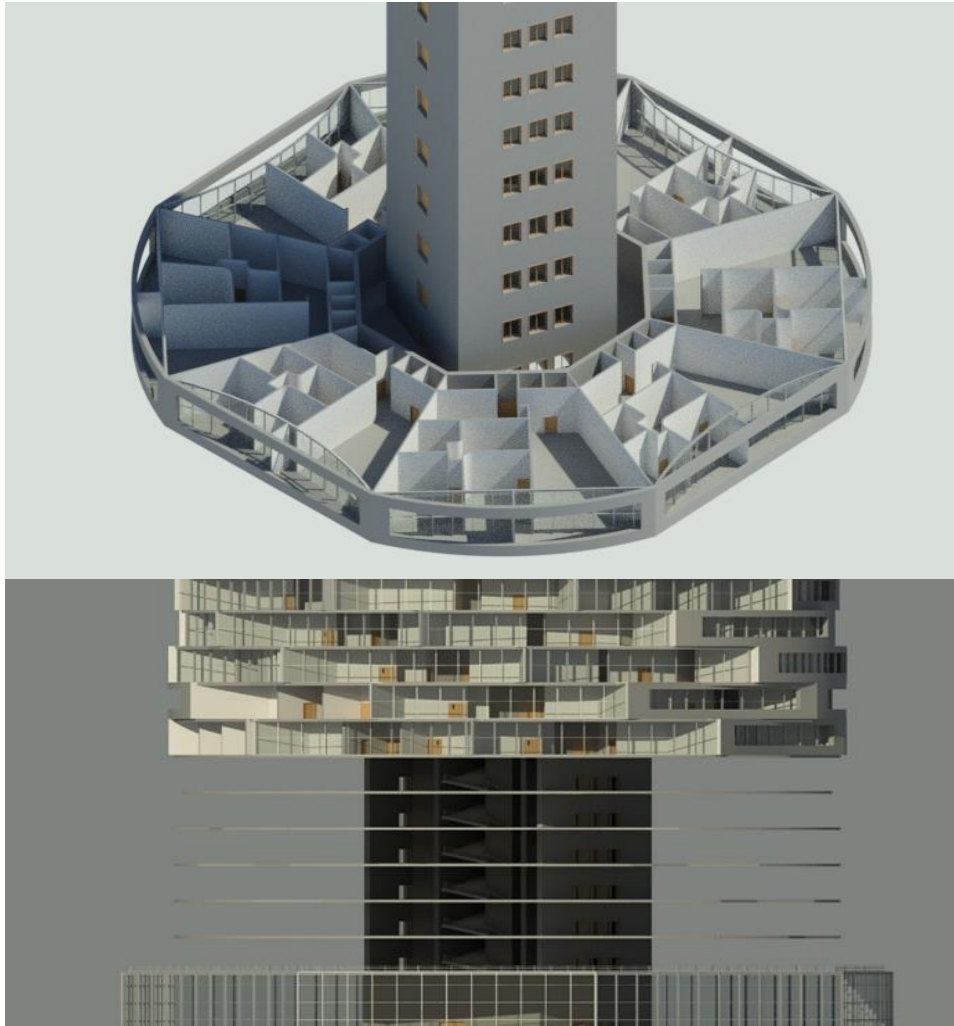
سرتاسری از بالاترین نقطه ساختمان تا پایین ترین نقطه آن که تاسیسات موتورخانه مرکزی در آن واقع میشود در نظر گرفته شده است.

این داکت تاسیسات در بخش شمالی آن دارای ابعاد $۱۵۰ * ۲۸۰$ سانتی متر و در بخش جنوبی آن ابعادی معادل $۱۱۰ * ۲۸۰$ سانتی متر خواهد داشت. فاصله کف تا سقف هر طبقه در واحد های اداری ۵ متر در نظر گرفته شده است که ۴۰ سانتی متر آن مربوط به کف سازی و دیتیل کف بوده و ۱۹۰ سانتی متر آن مربوط به تاسیستن و تجهیزات تحت سقفی و نهایتاً سقف کاذب آن میباشد. با توجه به ابعاد این برج و لزوم استفاده از سیستم های تهویه مطبوع با داکت های افقی قطور، مسیر حرکت و چیدمان این داکت ها میبایست از زیر سقف اصلی هر طبقه در نظر گرفته شود و نهایتاً با پوشش سقف کاذب از نوع درای وال پوشیده شود. نهایتاً تمامی اسن داکت ها در قسمت مرکزی به داکت عمودی تاسیسات متصل میشوند که درون هر واحد و در محل های مور نیاز میتوان درپچه های بازدید این سیستم ها در سقف کتذب تعبیه نمود.



شکل (۴-۱۸) محل قراگیری آسانسور ها و داکت های تاسیساتی در هسته مرکزی-نگارنده

بعد از جانمایی پلکان در لایه بیرونی آن اتاقک های آسانسور، داکت های تاسیسات و فضاهای امن عمومی قرار دارد که با یک فضای تقسیم ۳۶۰ درجه مسیر ارتباطی بین واحد ها با فضاهای ارتباطی عمودی و فضاهای امن عمومی هر طبقه تعریف و ایجاد میگردد.



شکل (۴-۱۹) بخش مرکزی ساختمان که کلیه ارتباطات عمودی را در بر میگیرد-نگارنده

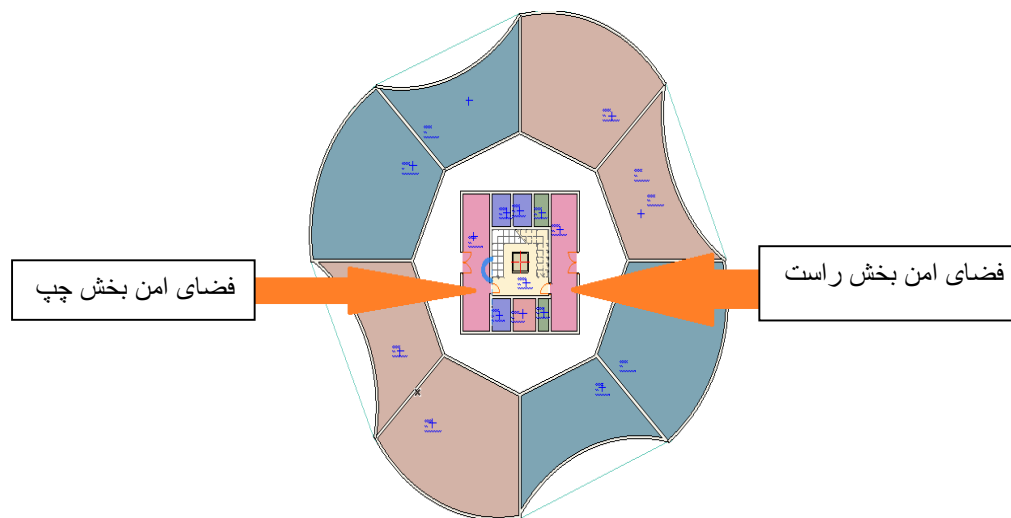
۴-۹-۴- فضاهای امن

اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی در ساختمانها، استفاده از مصالح سوختنی، توسعه شبکه های انرژی، برق و گاز و بکارگیری تجهیزات گوناگون سبب افزایش احتمال آتش سوزی در ساختمان ها گردیده است و به همین دلیل توجه بیشتر به موضوع حفاظت ساختمان ها در برابر حریق، امری الزامی و اجتناب ناپذیر محسوب می گردد. از سوی دیگر در ساختمان های بلند مرتبه با توجه به اینکه تخلیه ساختمان در مواقع وقوع بحران از جمله زلزله و آتش سوزی، ممکن است نیازمند زمانی یش از زمان در معرض خطر قرار گرفتن باشد، میبایست فضاهایی را در ساختمان برای مقابله با این چالش ها در نظر گرفت.

این فضا ها که اصطلاحاً از آنها به عنوان فضاهای امن ساختمانی نام برده میشود ممکن است کاربری های چند گانه ای نیز در یک ساختمان داشته باشد اما اساس پیش بینی کاربری آنها به عنوان فضای محافظتی میبایست اولویت اول باشد. به عنوان مثال ممکن است در یک ساختمان کوتاه مرتبه، ورودی اصلی یا همان لابی محل چندان خاصی به نظر بیننده نیاید اما میتوان با تدقیق در دیتیل اجرایی آن و استفاده از المانهای طراحی فضای امن، منطقه از

ساختمان را درون همین نقطه لابی به فضای امن تبدیل کرد. که در مواقع بروز بحران های داخل و یا خارج از ساختمان باعث حفظ جان افراد گردد.

در ساختمان های بلند مرتبه با توجه به اینکه ارتباط بین طبقات بصورت عمودی است و راه های ارتباط عمودی ایستا و پویا همگی در مواقع بروز شرایطی مثل زلزله و آتش سوزی میتوانند نا ایمن باشند، مبادست درون هر طبقه فضا هایی را به عنوان فضای امن در نظر گرفت. با توجه به اینکه این فضا های جنبه پناه گاهی دارند میبایست در نقاطی واقع شوند که کمترین زمان برای رسیدن به آن صرف گردد. از این رو با توجه به اینکه هسته مرکزی این ساختمان مستحکم ترین بخش آن بوده و از متریالی ساخته خواهد شد بیشترین توان را در برابر بار های ناشی از زلزله داشته و همچنین مقاومت بیشتری در برابر حرارت ناشی از آتش سوزی داشته باشد، مقرر گردید که این فضای امن در نزدیک ترین بخش به مرکز ساختمان قرار گیرد.



شکل (۴-۲۰) فضاهای امن در هر طبقه-نگارنده

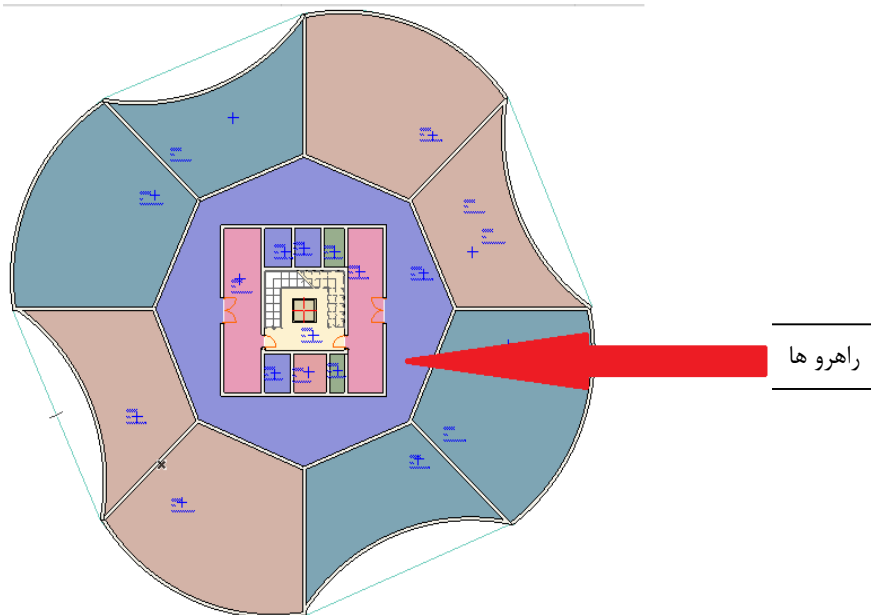
همانطور که در شکل فوق مشخص است در طبقه دو فضای امن در نظر گرفته شده است که در میان راه پله و فضای تقسیم واحد ها (راهروها) واقع شده اند. هر کدام از این بخش ها ۳۵ متر مربع را پوشش میدهند که با فرض ۱,۲ متر مربع فضا برای هر نفر میتواند حدود ۶۰ نفر در هر طبقه را در مواقع بحرانی در خود جای دهد. البته این ظرفیت اسمی بوده و تعداد بیش از این اعداد به واقعیت نزدیک تر است.

۴-۱۰-۴-۴ فضای تقسیم

صرف نظر از بحث زیبایی نمای هر سازه، طراحی و فضا سازی داخلی آن نیز از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. افراد بیشتر اوقات خود را در این فضا سپری می کنند. پس بی تردید اتمسفر و حال و هوای آن، تأثیری غیرقابل انکار بر روحیه فرد دارد. در تقسیم بندی فضای داخلی یک ساختمان عوامل مختلفی از جمله نوع کاربری، وضعیت نور، میزان تردد و

استفاده از فضای مورد نظر میتوانند دخیل و تاثیر گذار باشند. یکی از این فضاها که از دید برخی طراحان اصطلاحاً فضاهای پرت شده به حساب میآیند فضاهای تقسیم و یا مسیرهای دسترسی داخلی میباشند. اما واقعیت اینست که گاهاً اهمیت این فضا کمتر از بخش های مثل نما نبوده و چه بسا همین بخش های کمتر مورد توجه قرار گرفته نقطه عطفی در طراحی یک ساختمان باشند.

اصولاً در طراحی راهروها و مسیرهای ارتباطی ساختمان بلند مرتبه میبایست موارد خاصی را از جمله حجم تردد افراد و وسایل و همچنین الزامات تهویه ای هوای منطقه مذکور را مورد توجه ویژه قرار داد. به عنوان مثال در مبحث مقررات ملی ساختمان (مبحث ایمنی در برابر آتش سوزی) این طور عنوان میشود که حتی المقدور میبایست راهروها طوری طراحی



شکل (۴-۲۱) فضای ارتباطی (راهروها) - نگارنده

شوند که تونلی نداشته باشند و در مواقع انفجار، موج ناشی از این انفجار در یک تونل هدایت نشود و با ایجاد شکست ها و تغییر مسیر هایی در طول این راهروها، موجبات کاستن از نیروی موج انفجار در برخورد به شکستگی های ایجاد شده در مسیر های دسترسی را ایجاد نمود.

۴-۱۱- تغییر قاعده ساختمان

همانطور که پیش از این اشاره در ابتدای امر یک قاعد چهار وجهی منتظم برای این ساختمان در نظر گرفته شده بود اما به دو دلیل اصلی این قاعده از حالت چهار وجهی منتظم به یک هشت ضلعی منتظم تغییر داده شد.

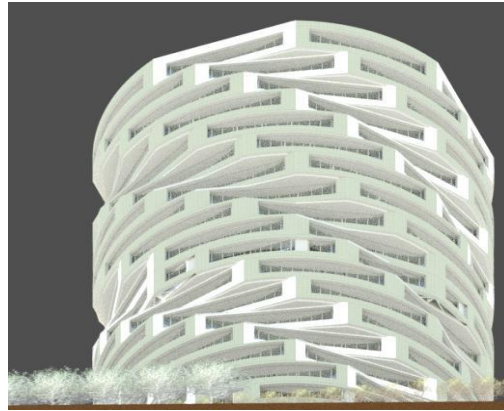


شکل (۴-۲۲) ساختار هشت ضلعی در قاعده ساختمان

اول اینکه ساختار هایی با اضلاع بیشتر سایه اندازه کنتری بروی یکدیگر دارد و از همین رو میزان بیشتری از نور خورشید را همزمان با چرخش خورشید در آسمان دریافت میکنند. دوم اینکه به دلیل رعایت تناسب سطح به حجم از منظر بصری ساختار هشت ضلعی قاعده، حجم مناسب تری را ایجاد مینماید.

۴-۱۲-۴- رنگ بنا

همانطور که پیش از این نیز اشاره شده بود رنگ، تاثیر بسزایی در میزان جذب و یا انعکاس نور بر سطح نمای خارجی دیوار ها دارد. همچنان که از دیرباز در مناطق کویری و حاشیه کویری برای کاهش میزان جذب انرژی حرارتی خورشید از رنگ های روشن استفاده میشده است. از همین رو با توجه به اینکه میزان دریافت انرژی حرارتی خورشید در جداره ها بالاست مقرر گردید تا رنگ متریال انتخابی در پوشش نهایی روشن تر در نظر گرفته شود.

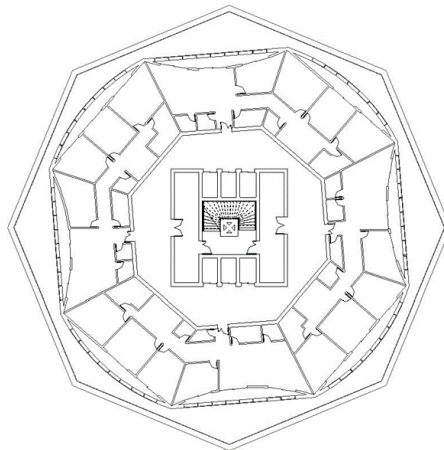


شکل (۴-۲۳) نمای با رنگ روشن

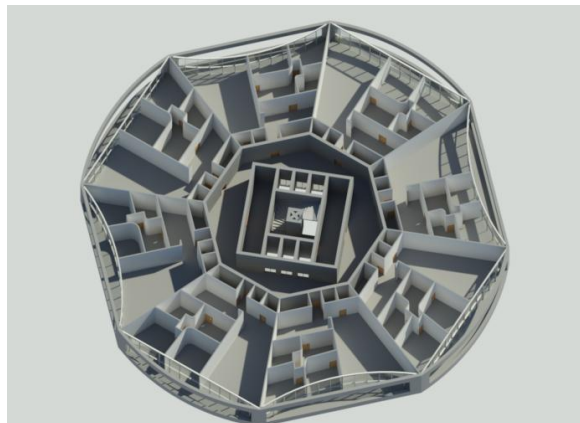
البته این موضوع بصورت تئوریک باید اثرات مطلوبی بروی مصرف انرژی در ساختمان داشته باشد اما با توجه به نوع شبیه سازی در نرم افزار دیزاین بیلدر نمیتوان بصورت تک المان ساختمان را بررسی نمود بلکه برای شبیه سازی انرژی میبایست تمامی عوامل اصلی که در این پژوهش میزان تاثیرات آنها مد نظر است در کنار یکدیگر و بصورت همزمان شبیه سازی شود تا یک نتیجه نهایی بدست آید و اصلی ترین علت این نوع شبیه سازی اثر عوامل موثر بروی یکدیگر میباشد. به عنوان مثال رنگ تاثیر مستقیمی در ضریب جذب متریال پیشنهادی خواهد داشت. (۲۴)

۴-۴-۱۳- پلان نهایی واحد های اداری

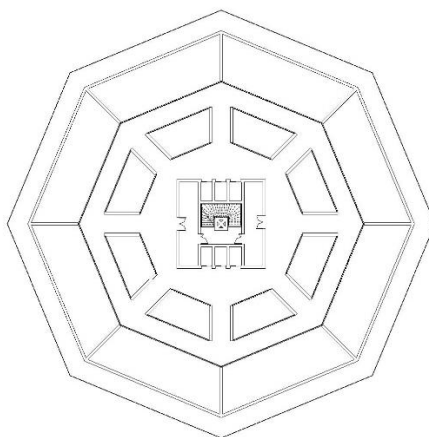
با توجه به اینکه در پژوهش پیش رو رفتار ساختمان از لحاظ انرژی بیشتر مورد تحقیق و جستار قرار میگیرد، برای طراحی پلان ها میزان تردد فرضی و کاربری آن کاملاً به صورت شماتیک میباشد. این موضوع از این جهت که میزان حرارت و تولید CO_2 موجودات زنده در شبیه سازی انرژی میبایست لحظ شود، باید یک بازه نسبی برای آن در نظر گرفت. همچنین در بخش نوردهی و تعداد کامپیوتر ها این امر کاملاً موثر بر نتایج نهایی خواهد بود.



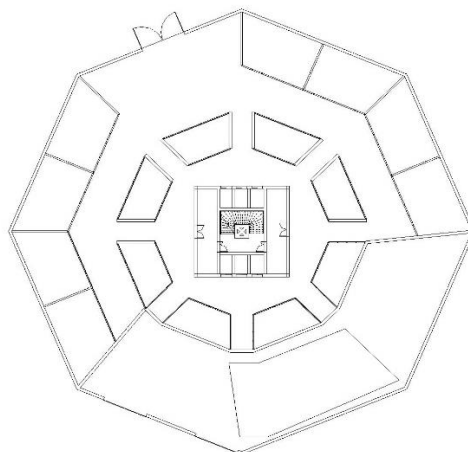
شکل (۴-۲۴) پلان واحد های اداری با الهام از تار عنکبوت-نگارنده



شکل (۴-۲۵) پلان نهایی واحد های اداری-نگارنده

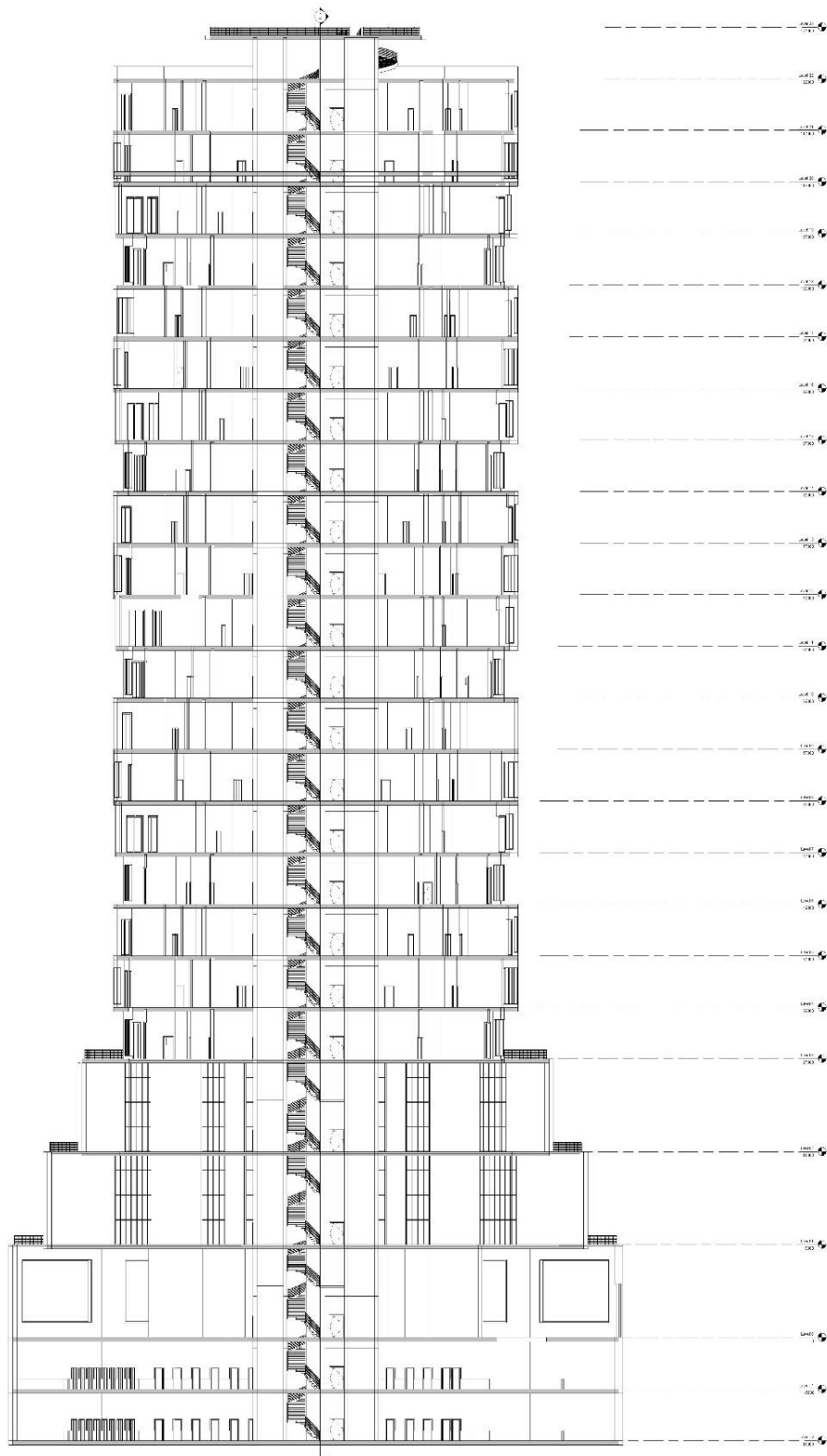


شکل (۴-۲۶) پلان طبقات تجاری اول و دوم-نگارنده

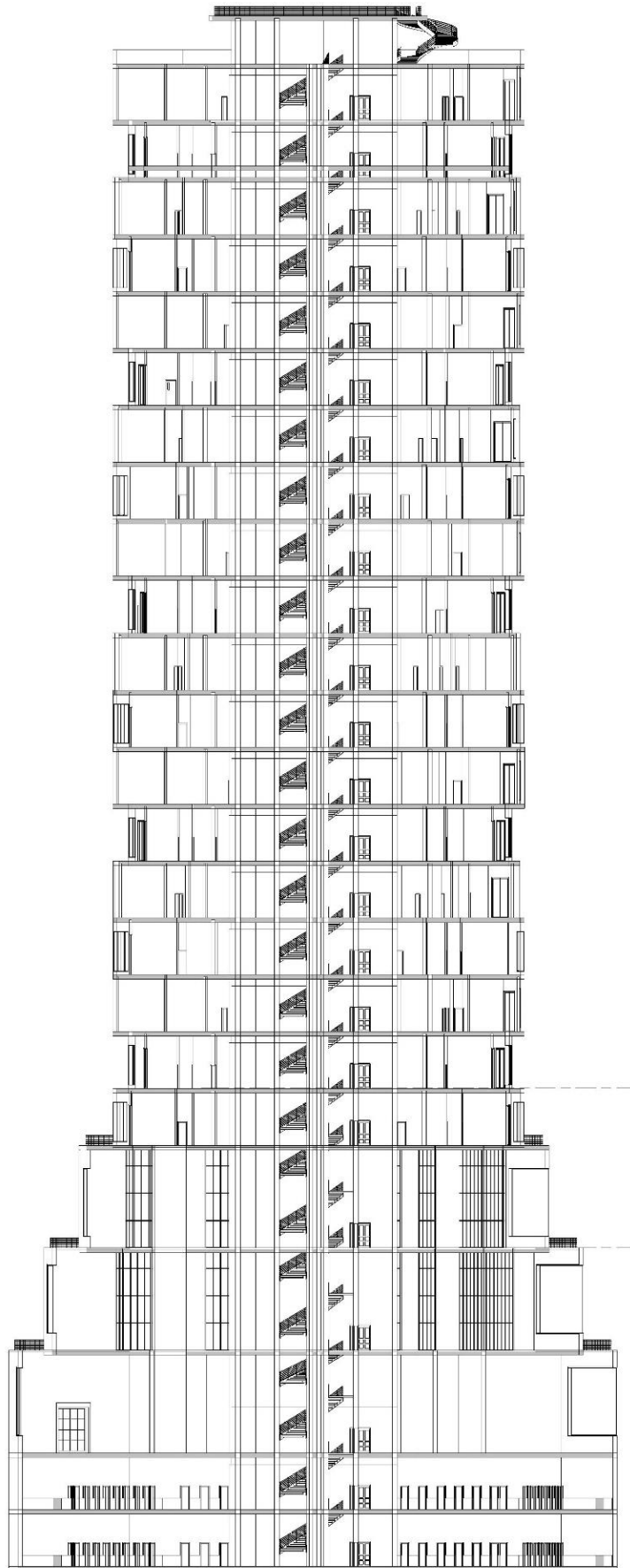


شکل (۴-۲۷) پلان طبقه همکف-نگارنده

۴-۴-۱۴- برش ها

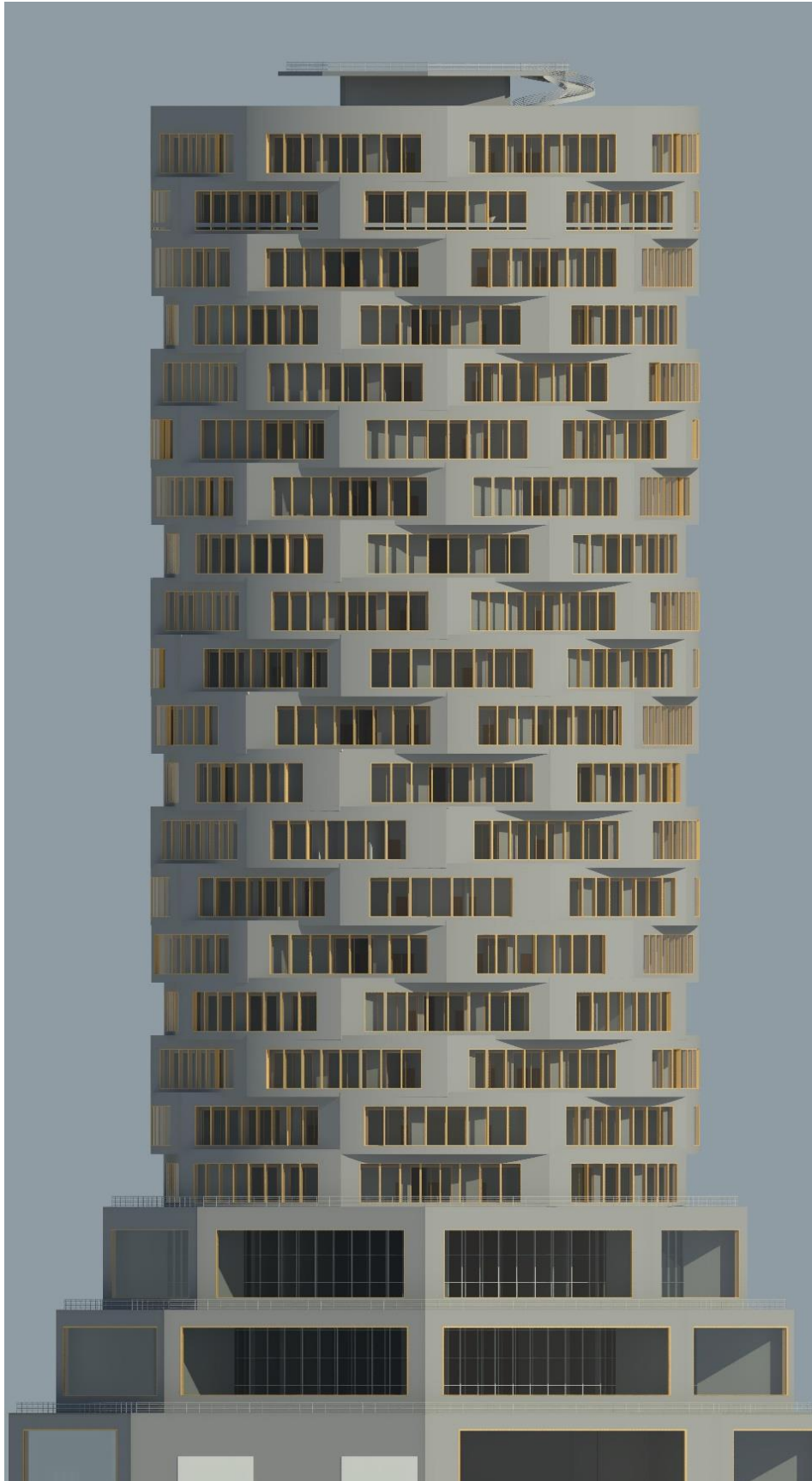


شکل (۴-۲۸) برش ۱-نگارنده



شکل ۴-۲۹-۲- نگارنده

۴-۴-۱۵-نمای نهایی



شکل (۴-۳۰) نمای نهایی-نگارنده

جدول سطح و سطوح

ردیف	نام واحد	تراژ (n ^۲)	تعداد تکرار در یک طبقه	تعداد طبقات دارای این زیر واحد	تعداد در کل ساختمان
۱	ستون مرکزی	۲.۲۵	۱	۲۵	۱
۲	مسطح مقطع پلکان	۱۶.۸	۱	۲۵	۱
۳	سطح مقطع پاگرد های طبقات	۱۳.۶	۱	۲۵	۱
۴	سطح مقطع آسانسور	۴.۴	۴	۲۵	۴
۵	سطح مقطع داکت عمودی تاسیسات	۴.۲	۲	۲۵	۱
۶	فضای امن	۳۲.۴	۲	۲۵	۵۰
۷	راهرو های اداری	۱۹۶	۱	۱۹	۱۹
۸	کل یک واحد اداری	۲۱۲	۴	۱۹	۷۶
۹	واحد های کوچک تجاری طبقه دوم	۳۴	۶	۱	۶
۱۰	واحد های بزرگ تجاری طبقه دوم	۶۴	۸	۱	۸
۱۱	واحد های کوچک تجاری طبقه اول	۳۴	۶	۱	۶
۱۲	واحد های کوچک تجاری طبقه اول	۱۱۷	۸	۱	۸
۱۳	واحد های کوچک تجاری طبقه همکف	۳۴	۶	۱	۶
۱۴	واحد های کوچک تجاری طبقه همکف	۶۹	۸	۱	۸
۱۵	سروس بهداشتی طبقات تجاری	۳۴	۲	۳	۶
۱۶	انباری	۹.۵	۶۳	۲	۱۲۶
۱۷	پارکینگ	۱۲.۵	۱۰.۵	۲	۲۱۰

شکل (۴-۳۱) جدول سطح و سطوح - نگارنده

۴-۴-۱۶-جمع بندی

در نهایت در بازبینی پایانی طراحی این برج اداری، یک ساختمان با دو طبقه در زیر زمین و بیست و سه طبقه روی زمین (مجموعاً بیست و پنج طبقه) شامل ۳ طبقه تجاری (هر طبقه ۱۶ واحد)، نوزده طبقه اداری (هر طبقه ۴ واحد) و طو طبقه پارکینگ و انباری و یک طبقه روی بام (اتق آسانسور ها و تاسیسات) و یک هلی پد بروی آن، پدید آمد.

ردیف	طبقه	متراژ (m ^۲)	تعداد	متراژ کل (m ^۲)
۱	منهای یک، منهای دو و همکف	۲۵۷۸	۳	۷۷۳۴
۲	همکف	۲۴۷۳	۱	۲۴۷۳
۳	اول	۱۹۱۳	۱	۱۹۱۳
۴	دوم	۱۴۳۰	۱	۱۴۳۰
۵	سوم تا بیست و یکم	۱۱۹۹	۱۹	۲۲۷۸۱
۶	بیست و دوم	۱۳۷	۱	۱۳۷
۷	متراژ کل			۳۶۴۶۸

شکل (۴-۳۲) جدول سطح مقطع طبقات-نگارنده

طبق مندرجات جدول فوق نهایتاً این برج در ۲۵ طبقه با متراژ نهایی ۳۶۴۶۸ متر مربع طراحی گردید.

فصل پنجم (تجزیه و تحلیل داده ها)

۵-۱- مقدمه

در این بخش تلاش گردیده که ساختمان طراحی شده در نرم افزار های شبیه سازی انرژی مدل سازی نموده و سوالات پژوهش را در نحوه مدل مدلسازی گنجانده و با بررسی نتایج بدست آمده، پاسخ مناسبی برای سوالات مربوطه ارائه نمود. بدین منظور بعد از نهایی نمودن طراحی معماری ساختمان مورد نظر، برای مدلسازی از دو نرم افزار **Design Builder** و **Ecotect** استفاده گردید که هرکدام از آنها در بخشهای عملکردی متناسب با نرم افزار و شرایط کاربری آنها بکار گرفته شد. توضیح اینکه نرم افزار **Ecotect** برای مدلسازی سایه اندازی برج و همچنین میزان جذب انرژی خورشیدی عملکرد بهتری داشته و نرم افزار **Design Builder** در مباحثی همچون میزان تولید CO_2 و نحوه مصرف انرژی در ساختمان و همین طور تاثیر المان های گنجانده شده در طراحی از جمله چیلرهای جذبی، اینفلکتور پنل ها، دوپوستگی ساختمان، سیستم سقف سرد و همچنین نوع طراحی پلان و دسترسی ها، قدرت بیشتری در مدلسازی و شبیه سازی انرژی خواهد داشت.

بدین منظور در ابتدای امر اتود های دستی پلان و نما بصورت طرح اولیه در نرم افزار اتوکد اجرا گردید و بر پایه این طرح اتوکد، مدل هایی در نرم افزار های آرشیکی و رویت به منظور دستیابی به طرح سه بعدی پروژه ترسیم گردید. در نرم افزار آرشیکی زون بندی و سه بعدی سازی اولیه انجام گردید. همزمان در نرم افزار رویت دیتل اجرایی کف، سقف، دیوار، نما و تاسیسات آن مشخص گردید و یک خروجی با فرمت **Gbxml** برای استفاده در نرم افزار **Design Builder** گرفته شد که این موضوع مدلسازی را در نرم افزار بسیار تسهیل نمود. همین روش نیز در نرم افزار **Ecotect** مورد استفاده قرار گرفت تا در نهایت یک مدل پایه در تمامی این نرم افزار ها بکار گرفته شد که کاملاً از لحاظ ابعاد، تناسبات و دیتیل اجرایی متریکال، برابر و یکسان میباشد.

لازم به تاکید است با توجه به ورژن نرم افزارهای موجود در بازار ایران و عدم ارائه خدمات در تمام بخش های یک نرم در برخی مواقع چالش هایی پیش روی مدلسازی قرار گرفت. به عنوان نمونه اکثر این نرم افزار ها یا بصورت قفل شکسته و یا بصورت ورژن آزمایشی کار میکنند که در هر دو این موارد محدودیت هایی در میزان عملکرد نرم افزار، اعمال شده است. به عنوان مثال در نرم افزار دیزاین بیلدر، تحلیل **CFD** که مربوط به نحوه حرکت جریان هوا بروی سطوح مختلف نمای خارجی و فضای داخلی میباشد تنها در ساختمان زیر ۲۰ متر و فضای داخلی زیر ۵۰۰ متر با ورژن دانشجویی عمل میکند اما در ساختمان طراحی شده در این پژوهش بیش از یکصد هزار متر فضا برای تحلیل وجود دارد که به منظور فائق آمدن بر این چالش میبایست چاره ای اساسی اندیشید.

یکی دیگر از این چالش در بخش تهداد زون های مورد مطالعه میباشد که ورژن دانشجویی نرم تفرتر اکوتکت تنها ۶۰ زون را برای تحلیل پشتیبانی مینماید که در این مورد با ارقام زونها درون یکدیگر میتوان نرم افزار را وادار به شبیه سازی نمود اما چه بسا در ورژن اصلی، این موضوع از نظر صرفه جویی در زمان برای مدلسازی بسیار مناسب تر باشد. من حیث المجموع برای استفاده از این نرم افزار ها چالش های فراوانی پیش رو بود که حجم بسیار زیاد طراحی بر این چالش ها میافزود. با تمام این مسائل داده های بدست آمده از این نرم افزار اطلاعات مناسبی را در خصوص عملکرد ساختمان در بخش مسائل مربوط به انرژی بدست داد که بشرح ذیل میباشد.

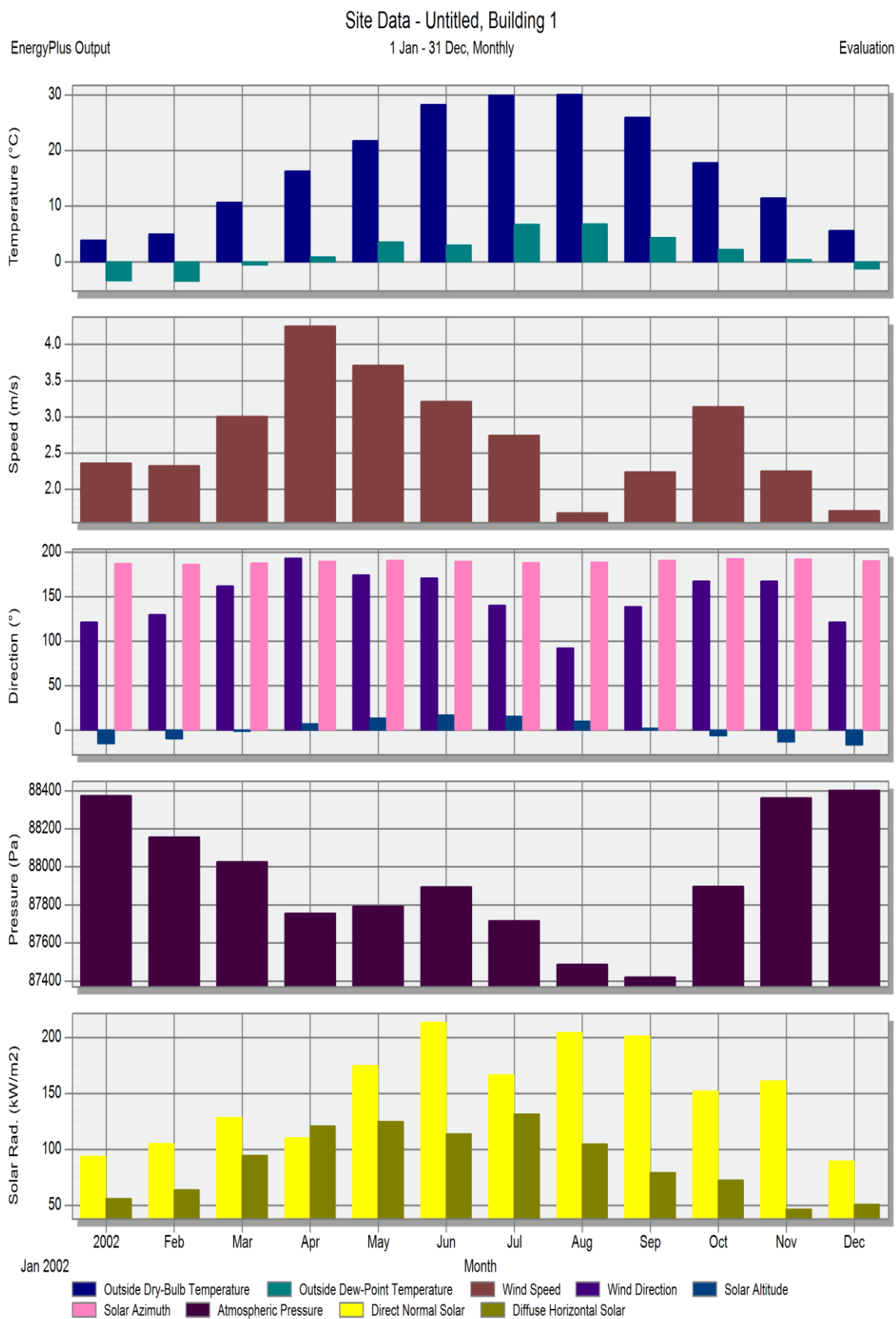
۵-۲- تحلیل سایت

در این بخش این نکته را باید اشاره نمود که برای تحلیل مسائل انرژی در هر گون نرم افزار شبیه سازی انرژی نیازمند داده های اقلیمی مربوط به سایت مورد نظر میباشد. روش های مختلفی برای اخذ این داده ها وجود دارد. روش اول خریداری این داده ها از سازمان هواشناسی بوده و روش دوم استفاده از نرم افزار **Meteonorm** برای ایجاد فایل آب و هوایی با فرمت مورد نیاز نرم افزار مدلساز انرژی میباشد که در این مورد گزینه دوم برای اخذ داده های آب و هوایی استفاده شده است.

ماه	دریافت انرژی خورشیدی (kwh)	پراکندگی انرژی خورشیدی	سرعت باد (m/s)	جهت باد (درجه)	فشار هوا (پاسکال)	زاویه التیتود خورشید	زاویه ازیموت خورشید
ژانویه	۹۳۶۸۷	۵۶.۰۲	۲.۳۵۸۰۶۴	۱۲۱.۲۲۳۱	۸۸۳۷۴.۱۲	-۱۵.۲۲۹۸	۱۸۷.۰۴۷۹
فوریه	۱۰۴۹۳۷۸	۶۳۸۰۱۷۵	۲.۳۲۲۱۳۵	۱۲۹.۸۷۹۵	۸۸۱۵۷.۰۷	-۹.۶۰۹۸۹	۱۸۶.۱۸۲
مارس	۱۲۸.۲۳۳۲	۹۴.۳۵۶	۳.۰۰۵۲۷۵	۱۶۱.۷۵۶	۸۸۰۲۶۵۸	-۱.۴۹۵۸۶	۱۸۷.۴۳۸۷
آوریل	۱۱۰.۳۰۰۸	۱۲۰.۹۹۵۸	۴.۲۵۳۴۰۳	۱۹۳.۱۸۰۹	۸۷۷۵۶.۷۳	۷.۱۲۰۶۵۵	۱۸۹.۴۹۶۹
می	۱۷۴۶۴۶	۱۲۴۸۵۹۳	۳.۷۱۱۶۲۶	۱۷۴.۳۴۵۸	۸۷۷۹۲.۷۴	۱۳.۷۴۴۳۶	۱۹۰.۴۴۷۲
ژوئن	۲۱۳.۳۵۷۳	۱۱۳۸۸۲۸	۳.۲۱۳۶۸۱	۱۷۰.۶۲۱۲	۸۷۸۹۵۵۲	۱۶.۷۸۰۷۸	۱۸۹.۶۰۶
جولای	۱۶۶.۵۹۴	۱۳۱.۵۹۵۷	۲.۷۴۲۰۰۳	۱۴۰.۱۰۷۲	۸۷۷۱۵.۷	۱۵.۵۲۸۹۹	۱۸۸.۳۴۴۸
اوت	۲۰۴.۲۹۷۳	۱۰۴.۸۲۲۷	۱.۶۷۲۳۱۲	۹۲.۱۱۱۵۶	۸۷۴۸۶.۹۶	۱۰.۲۳۰۳۶	۱۸۸.۶۴۵۵
سپتامبر	۲۰۱.۰۱۴۳	۷۹.۳۲۴۵	۲.۲۳۹۵۱۴	۱۳۸.۸۸۷۵	۸۷۴۱۹.۶۲	۲.۲۹۹۸۲	۱۹۰.۶۰۰۸
اکتبر	۱۵۲.۰۱۹۷	۷۲.۵۹۶۵	۳.۱۴۱۴۶۵	۱۶۷.۴۹۰۶	۸۷۸۹۶.۵۴	-۶.۳۵۰۴۱	۱۹۲.۳۳۳۱
نوامبر	۱۶۰.۹۷۳۸	۴۶.۴۲۶۵	۲.۲۵۳۵۷۶	۱۶۷.۴۷۷۱	۸۸۳۶۲.۸۱	-۱۳.۳۹۶۳	۱۹۲.۰۹۱۱
دسامبر	۸۹.۴۳۹	۵۰.۹۱	۱.۷۰۴۴۶۹	۱۲۱.۴۶۳	۸۸۴۰۱.۸۵	-۱۶.۷۵۲۵	۱۸۹.۸۳۳۷

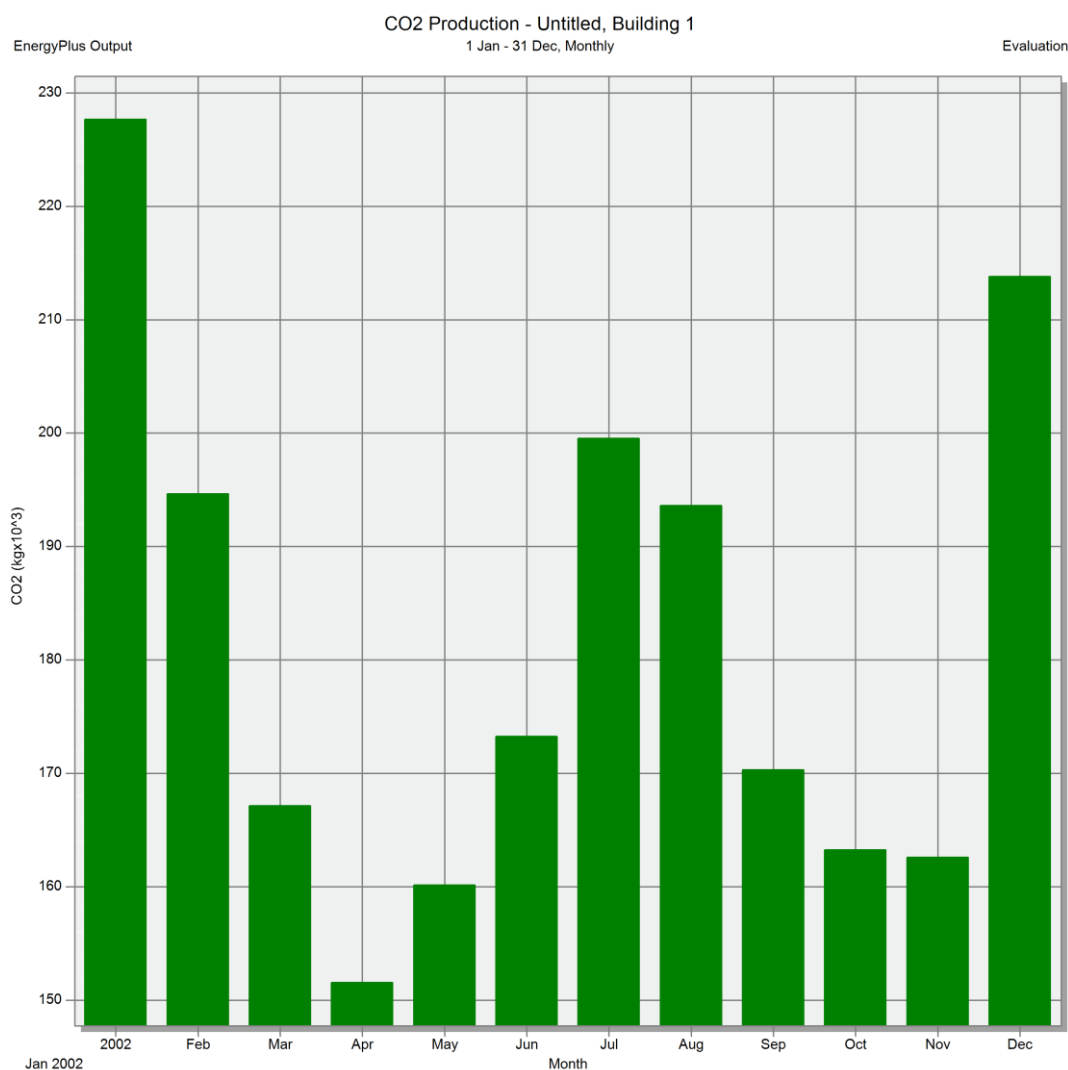
جدول (۵-۱) داده های سایت-نگارنده

داده های جدول فوق و نمودار ذیل که از همین داده استخراج شده است حاوی اطلاعاتی در مورد میزان دریافت انرژی خورشیدی، سمت و سرعت باد و همچنین زاویه میل خورشید و زاویه تابش آن در آسمان میباشد.



شکل (۵-۱) نمودارهای تحلیل سایت-نگارنده

۳-۵- میزان تولید CO2



شکل (۳-۵) نمودار میزان تولید CO2

در این بخش میزان تولید CO2 در این ساختمان بررسی میشود. با توجه به اینکه سوخت اصلی این ساختمان برای تاسیسات گرمایشی از گاز طبیعی میباشد برای محاسبه میزان تولید CO2 از میزان سوخت مصرف و میزان تردد و افراد ساکن در پروژه استفاده شده است. به عبارت دیگر تمامی راه های تولید این گاز در ساختمان محاسبه شده است که همانگونه که از نمودار فوق و جدول ذیل مشخص است این میزان در ماه های سرد سال در بیشترین حد خود می باشد. در ماه هایی که دمی هوا به دیمای آسایش نزدیک تر است کمترین میزان استفاده از سوخت های فسیلی و به دنبال آن کمترین میزان تولید CO2 مشاهده میگردد. آنچنان که در ماه آوریل (فروردین ماه) در کمینه و در ماه ژانویه (دی ماه) در بیشینه تولید CO2 قرار دارد.

ردیف	ماه	میزان تولید $\text{CO}_2(\text{kg})$
۱	ژانویه	۲۲۷۶۷۹.۵
۲	فوریه	۱۹۴۶۴۹
۳	مارس	۱۶۷۱۵۸.۸
۴	آوریل	۱۵۱۵۵۶.۴
۵	می	۱۶۰۱۶۳.۳
۶	ژوئن	۱۷۳۲۷۲.۵
۷	جولای	۱۹۹۵۳۷.۳
۸	آگست	۱۹۳۶۱۱
۹	سپتامبر	۱۷۰۳۰۵.۹
۱۰	اکتبر	۱۶۳۲۷۳.۵
۱۱	نوامبر	۱۶۲۵۹۴.۹
۱۲	دسامبر	۲۱۳۷۹۹.۷

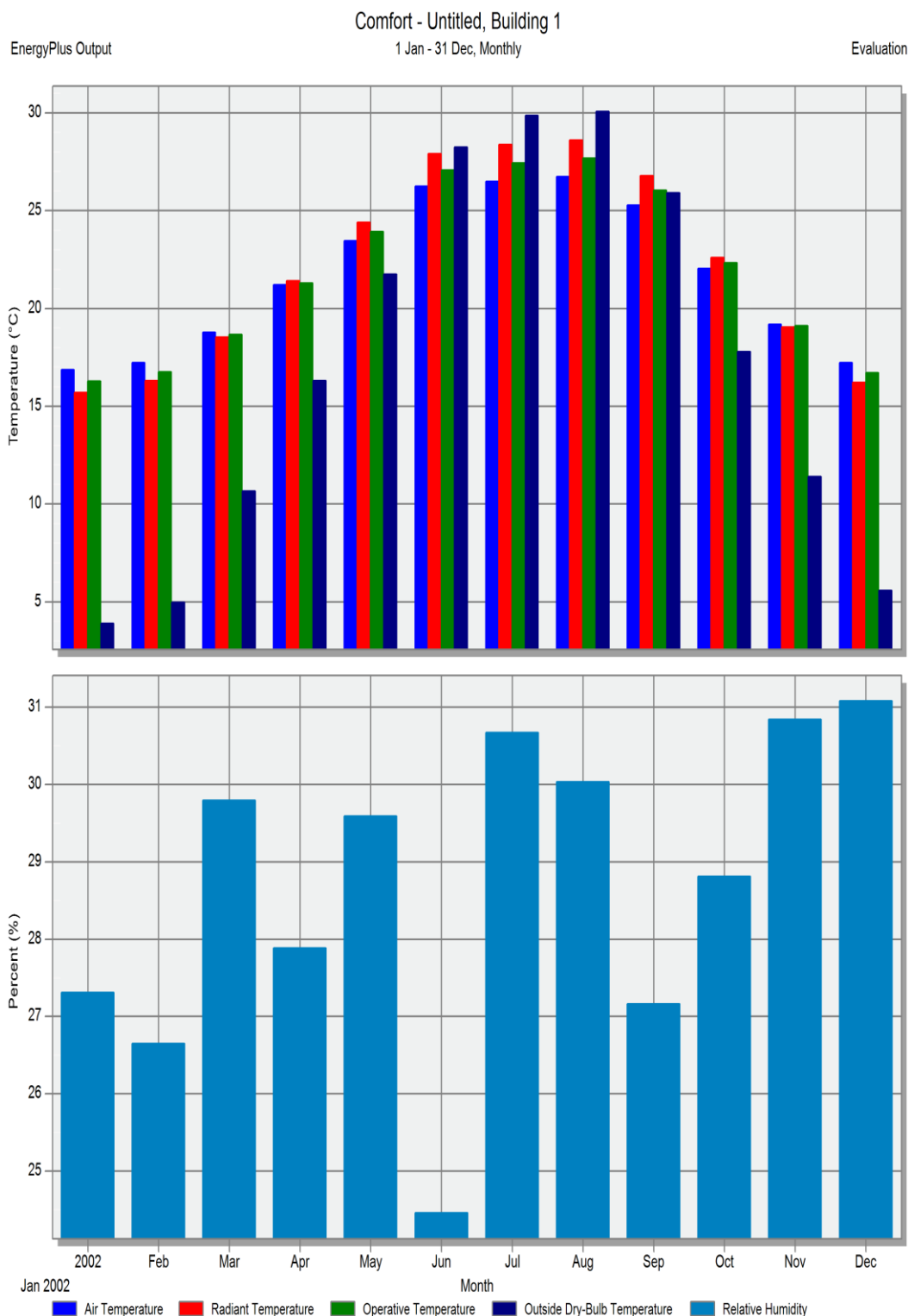
جدول (۵-۲) میزان تولید CO_2 - نگارنده

۴-۵- شرایط آسایش

ردیف	ماه	رطوبت نسبی (درصد)	دمای هوا (درجه سانتی گراد)	گرمایش تشعشعی	دمای ایجادی	دمای هوای خارجی
۱	ژانویه	۲۷.۳۰۷۰۷	۱۶.۸۷۷۸۲	۱۵.۷۰۶۹۸	۱۶.۲۹۲۴	۳.۸۸۸۰۷۱
۲	فوریه	۲۶.۶۴۸۱۱	۱۷.۲۳۱۱۵	۱۶.۲۹۸۹۳	۱۶.۷۶۵۰۴	۴.۹۷۶۷۱۱
۳	مارس	۲۹.۷۹۳۶۵	۱۸.۷۷۶۱۵	۱۸.۵۴۲۴۴	۱۸.۶۵۹۲۹	۱۰.۶۶۱۹۳
۴	آوریل	۲۷.۸۸۶۰۶	۲۱.۱۹۹۳۷	۲۱.۴۰۱۰۹	۲۱.۳۰۰۲۳	۱۶.۲۹۹۱۷
۵	می	۲۹.۵۹۳۹۳	۲۳.۴۴۸۴۵	۲۴.۴۰۸۲۲	۲۳.۹۲۸۳۴	۲۱.۷۳۷۰۳
۶	ژوئن	۲۴.۴۵۷۹۵	۲۶.۲۳۸۶۶	۲۷.۹۱۷۱۳	۲۷.۰۷۷۸۹	۲۸.۲۵۴۹۳
۷	جولای	۳۰.۶۷۴۰۳	۲۶.۴۸۸۹۹	۲۸.۳۷۹۷۸	۲۷.۴۳۴۳۸	۲۹.۸۷۱۳۴
۸	آگست	۳۰.۰۳۳۱	۲۶.۷۴۸۱۸	۲۸.۶۱۴۷۷	۲۷.۶۸۱۴۷	۳۰.۰۷۲۵۸
۹	سپتامبر	۲۷.۱۶۰۶۱	۲۵.۲۷۸۵۳	۲۶.۷۸۳۶۶	۲۶.۰۳۱۰۹	۲۵.۸۹۸۲۶
۱۰	اکتبر	۲۸.۸۱۳۱۲	۲۲.۰۴۴۶۸	۲۲.۵۹۶۳۵	۲۲.۳۲۰۵۱	۱۷.۷۹۱۹۳
۱۱	نوامبر	۳۰.۸۴۴۲۹	۱۹.۱۷۸۵۴	۱۹.۰۴۲	۱۹.۱۱۰۲۷	۱۱.۴۱۵۰۳
۱۲	دسامبر	۳۱.۰۸۳۳۶	۱۷.۲۱۷۵۱	۱۶.۲۲۴۰۳	۱۶.۷۲۰۷۷	۵.۵۸۷۴۳۳

جدول (۵-۳) شرایط آسایش - نگارنده

شرایط آسایش در یک ساختمان در ساده تعریف بدین معنی فرد ساکن در آن هیچگونه حس خاصی اعم از سرما، گرما، رطوبت، سنگینی هوا و... را نداشته باشد. در این وضعیت میتون گفت که سیستم های گرمایش، سرمایش و HVAC هم بدرستی طراحی شده و هم عملکرد مناسبی را داشته است. برای دستیابی به این شرایط میبایست دما، رطوبت، فشار هوا (میزان اکسیژن) در دامنه مطلوبیت قرار گیرد که مطابق داده های جدول فوق این شرایط تا حد امکان ایجاد شده است.



شکل (۵-۳) نمودار شرایط آسایش ایجابی-نگارنده

همانطور که از نمودار های فوق برمی آید با توجه به دمای خارج ساختمان در حداقل دو سوم سال، دامنه شرایط آسایش کاملاً برقرار است و با توجه به اقلیم حاشیه کویری شهر سمنان، که تغییرات شدید دمای روز و شب را شاهد هستیم عملکرد بنا را میتوان مناسب ارزیابی نمود.

۵-۵- عملکرد همزمان سیستم های ایستا و پویای تهویه هوا

ردیف	ماه	اثر شیشه ها (kwh)	اثر دیوارها (kwh)	اثر سقف (kwh)	اثر کف (kwh)	اثر کف طبقه اول (kwh)	سقف نهایی (kwh)	سطوح کف خارج ساختمان (kwh)	مجموع تهویه مکانیکی و طبیعی نفوذی (kwh)	نفوذ خارجی (kwh)	تهویه خارجی (kwh)
۱	ژانویه	-۴۳۲۷.۷۱	-۱۰۲۲۸	-۲۹۳۱	۱۰۳۰۰.۷۸	۶۹۰۶.۲۴۵	-۲۱۰۱.۸۸۲	-۱۸۰۱.۸۸۹	۰.۹۲۳۲۵۶	-۳۱۲۱۸۹	۰
۲	فوریه	-۳۵۶۹.۲۹	-۸۲۲۶.۴	-۱۷۷۹	۸۹۱.۴۸۵۷	۴۲۶۷.۸۷	-۱۵۵۳۶.۴۶	-۱۴۸۱.۸۶۶	۰.۹۲۲۶۲۸	-۲۶۴۴۵۵	۰
۳	مارس	-۲۵۳۷.۹۵	-۴۹۳۶.۱	۱۵۸۳.۹	۶۳۴.۴۷۷۵	۴۱۹۲.۲۶	-۸۲۰۷.۹۸	-۱۰۹۵.۴۶۲	۰.۹۱۱۲۴۴	-۱۹۳۱۱۳	-۷۳۹.۹۸
۴	آوریل	-۱۴۶۲.۸	-۲۵۶۳.۶	۴۶۵۲.۹	۴۲۳.۹۵۴۲	-۱۳۲۳۰.۹	-۱۳۹۱.۸۰۱	-۶۹۱.۳۴۵۵	۰.۹۰۱۶۴۳	-۱۱۲۳۳۹	-۶۵۷.۰۵
۵	می	-۳۵۲.۴۳۵	۵۸۶.۸۵۹	۷۶۲۲.۵	۳۰۹.۰۵۳۷	-۲۴۰۳.۸۶	۹۲۶۳.۷۲۶	-۵۵۸۳۳۹۷	۰.۹۲۴۷۵۴	-۴۱۷۲۴	-۱۹۲۰.۶
۶	ژوئن	۸۵۸.۸۶۴۲	۵۲۲۶.۶۴	۹۸۵۹.۲	۴۵۹.۷۱۰۴	-۳۳۰۹۴.۸	۱۸۶۴۶.۷	۶۲۲۰.۱۸۱	۰.۸۹۸۹۳۴	۴۰۷۴۸.۴	-۸۱۶.۶
۷	جولای	۱۳۲۶.۷۷۱	۶۸۹۱.۴۶	۱۰۴۸۹	۶۷۵.۳۳۹۹	-۳۵۷۴۲.۶	۲۰۱۹۷.۴۴	۸۸۰۰.۴۴۵	۰.۹۰۲۵۸۵	۷۰۳۵۵۵	-۴۱۷.۵۴
۸	اگست	۱۲۵۵.۰۸۲	۷۲۷۲.۸۲	۱۰۶۵۴	۵۴۳.۹۸۴۸	-۳۵۶۷۱.۶	۲۰۴۹۷.۸۷	۹۲۱۰.۷۹۴	۰.۸۹۳۵۱	۷۰۰۱۷.۱	-۲۵۱.۳۲
۹	سپتامبر	۲۹۵.۷۵۲	۴۵۶۳.۷۹	۹۳۷۹.۶	۴۶۵.۴۶۳۹	-۲۸۷۲۷.۴	۱۱۶۰.۹۲۴	۲۸۴.۹۶۴۸	۰.۹۱۸۸۹۳	۱۱۱۱۲.۵	-۱۰۹۷.۶
۱۰	اکتبر	-۱۴۱۹.۹	-۲۸۱.۳۲	۶۱۴۴.۴	۴۶۶.۵۱۶۷	-۱۵۱۶۵.۶	-۱۸۰۶.۱۸۲	-۶۳۶.۹۴۵۹	۰.۹۶۳۰۵۶	-۹۸۸۰.۵	-۲۷۳۰.۱
۱۱	نوامبر	-۲۳۵۹.۴۲	-۳۸۰.۲۳	۱۸۳۱.۳	۶۳۸.۸۲۶۲	-۳۸۷۷.۹۴	-۹۳۰۴.۷۷۹	-۱۰۵۰.۸۷۲	۰.۹۲۳۲۶۹	-۱۷۸۰.۸۰	-۱۴۰.۶۳
۱۲	دسامبر	-۳۸۵۶.۱	-۹۲۶۰	-۲۱۰۱	۸۸۱.۶۵۸۸	۵۰۰.۸۹۹۴	-۱۸۲۸۶.۲۴	-۱۵۵۱.۹۴۸	۰.۹۱۹۶۷۹	-۲۷۸۵۵۶	۰

جدول (۵-۴) عملکرد تهویه ای ساختمان-نگارنده

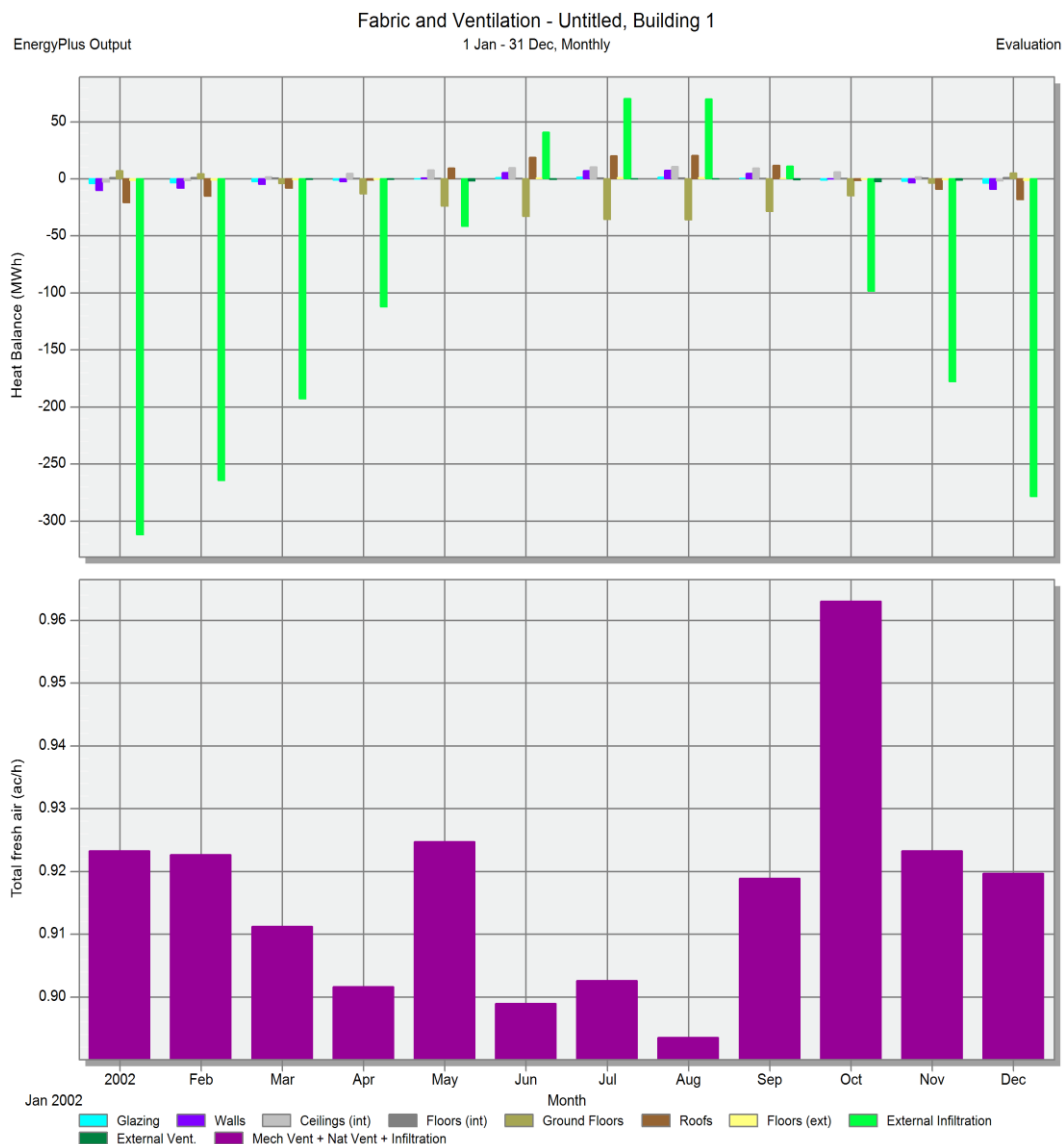
در این بخش عملکرد سیستم های غیر فعال همزمان با سیستم های فعال مورد بررسی قرار گرفته است که با توجه به نمودار ذیل در جهت کاهش اثر بارهای حرارتی وارده که با رنگ سبز مشخص است مابقی سیستم ها اثر خود را نمایان ساخته اند. در بخش اول شیشه ها و پنجره با رنگ آبی مورد مطالعه قرار گرفته که در طراحی این سیستم شیشه های دوجداره با پوشش انتخابی اینفلکتور پنل مد نظر قرار گرفته است. پوشش مذکور بصورت پرده ای روی جداره داخلی شیشه های تراس قرار میگیرد و با توجه به فصل و دمای هوا میتواند استفاده شود و یا اینکه غیر فعال باقی بماند. میزان اثر آن نیز برای رسیدن به شرایط تعادل بر اساس کیلو وات ساعت نشان داده شده است.

و مشخصاً در ماه های اکتبر تا آوریل (در جهت حفظ دمای داخل) و در نیمه دوم سال بصورت معکوس در جهت جلوگیری از ورود حرارت به داخل ساختمان عمل نمود است.

در ادامه اثر دیوار ها، کف و سقف نیز به همین صورت بوده است اما با توجه به ضخامت دیوار ها و ضریب انتقال حرارتی متریال انتخاب شده در جنس دیوار و همچنین رنگ دیوار ها، عملکرد موثرتری نسبت به سایر المانهای ذکر شده تا کنون داشته است.

سقف نهایی نیز از ۲۱۰۰۰ کیلو وات ساعت در ماه ژانویه اثر متقابل در نفوذ خارجی داشته است و در مقابل تا ۲۰۰۰۰ کیلو وات ساعت اثر متقابل بر بار گرمایشی خارجی در ماه آگست (مرداد ماه) تاثیر را نشان میدهد. با توجه به داده های مربوط به سیستم های مکانیکی

تهویه مطبوع که ترکیبی از چیلر های جذبی و سیستم سقف سرد طراحی گردیده بود، به نکته جالب توجه ای دست میابیم و آن اینکه تقریباً میزان انرژی صرفه جویی شده با این



شکل (۴-۵) نمودار عملکرد تهویه ای ساختمان

سیستم تهویه مطبوع با سیستم های غیر فعال پیش بینی شده در ساختمان براری مینماید با این تفاوت عمده که سیستم های غیر فعال پیچگونه هزینه جاری را بر نگهداری ساختمان اعمال نمینمایند اما کاملاً به عکس، سیستم های فعال، هزینه های جاری فراوانی از جمله هزینه سوخت مصرفی، هزینه های تعمیر و نگهداری و در صورت لزوم هزینه های بروز رسانی را به صورت مستمر را طلب مینماید.

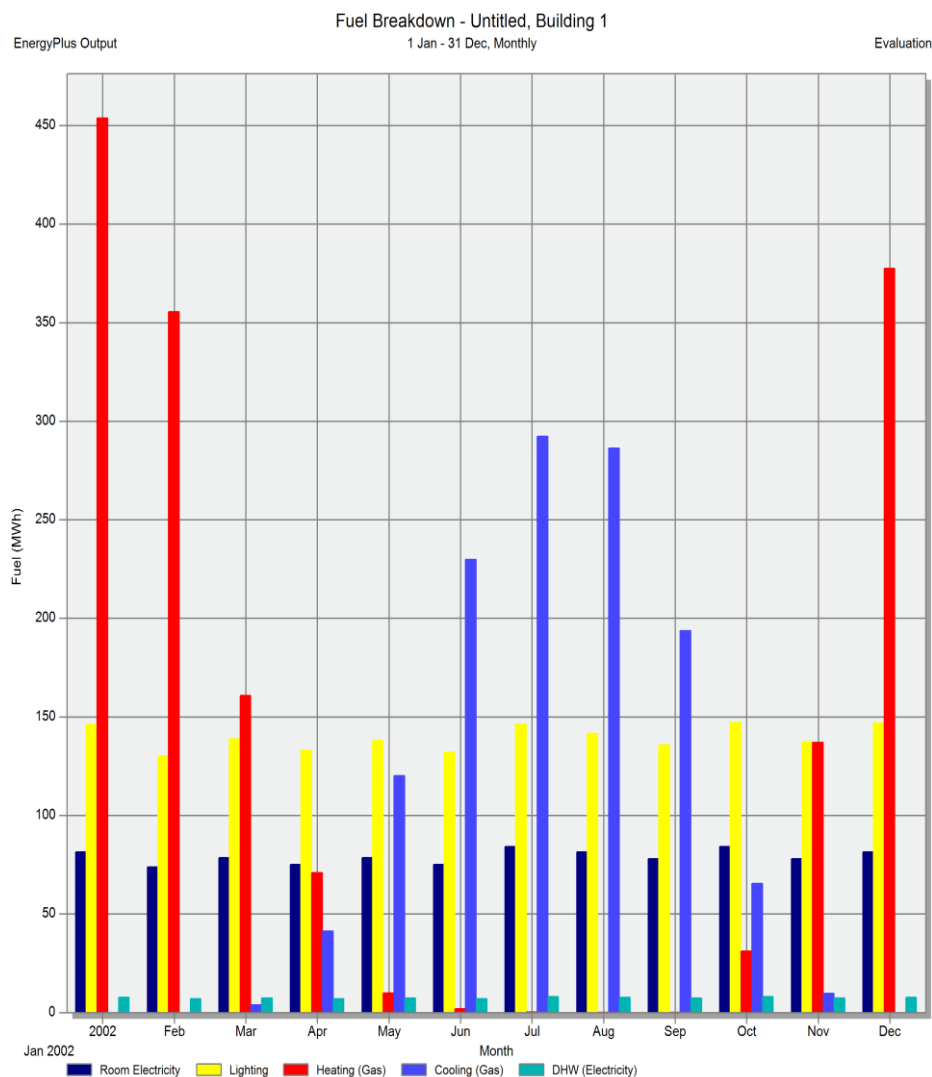
با توجه به جدول فوق و نمودار ذیل این نکته کاملاً مشهود است که در اقلیم حاشیه کویری شهرستان سمنان، عمده بار های حرارتی وارده به ساختمان در جهت به تعادل رساندن بار حرارتی وارده در تابستان و با برودتی وارده در زمستان میباشد. بنابر این با توجه به نوع طراحی سیستم های سرمایشی در ساختمان مورد پژوهش، مصرف برق در تابستان و مصرف

گاز در زمستان، رشد فزاینده ای خواهد داشت که عملکرد سیستم های غیر فعال پیش بینی شده، نقش موثری در جهت کاهش مصرف انرژی داشته است.

در نمودار زیرین مجموع میزان گردش هوای تازه ایجاد شده در ساختمان را نشان میدهد که در ماه های نوامبر (آبان) تا آگست (مرداد) روند کم تغییر و کاهشی را نشان میدهد اما در اوایل پاییز این میزان به بیشترین حد خود رسیده است.

۵-۶- مصرف سوخت ساختمان

در این بخش تلاش گردیده تا مسیر های مصرف انرژی در ساختمان و میزان این مصرف مورد بررسی قرارگیرد. همانطور که از داده های حاصل از شبیه سازی مشخص است تمام مصرف انرژی، در پنج بخش سیستم های گرمایشی، سیستم های سرمایشی، نوردهی، برق مصرفی و آب گرم مصرفی قرار میگیرد



شکل (۵-۵) نمودار بخش ها و میزان مصرف انرژی در ساختمان-نگارنده

ردیف	ماه	مصرف برق وسایل الکتریکی (kwh)	نوردهی (kwh)	گرمایش (kwh)	سرمایش (kwh)	آب گرم مصرفی (kwh)
۱	ژانویه	۸۱۴۲۱۶۶	۱۴۶۰۸۹	۴۵۳۷۵۹	۰	۷۷۵۷۶۸۹
۲	فوریه	۷۳۹۰۶۵۳	۱۳۰۲۱۳۵	۳۵۵۵۱۴۸	۰	۷۰۴۹۰۴۹۸
۳	مارس	۷۸۵۹۷۶۳	۱۳۸۸۳۵۴	۱۶۰۸۱۰	۳۹۰۰۸۲۹	۷۴۲۷۰۹۰۴
۴	آوریل	۷۵۱۵۱۰۲۴	۱۳۳۱۰۹۴	۷۰۹۴۶۰۲۲	۴۱۳۳۲۰۲۵	۷۰۸۱۰۹۱۳
۵	می	۷۸۵۹۷۶۳	۱۳۸۰۲۷۳	۹۸۷۷۰۳۷۲	۱۲۰۱۴۷۰۲	۷۴۲۷۰۹۰۴
۶	ژوئن	۷۵۱۵۱۰۲۴	۱۳۱۹۷۴	۱۸۴۰۸۶۶	۲۲۹۸۸۷۰۹	۷۰۸۱۰۹۱۳
۷	جولای	۸۴۲۴۵۶۸	۱۴۶۳۶۰	۲۶۹۰۱۰۷	۲۹۲۳۸۰۰۷	۸۰۸۷۰۴۷۳
۸	آگست	۸۱۴۲۱۶۶	۱۴۱۶۲۶۰	۱۱۴۰۱۳۶۱	۲۸۶۴۲۳۰۷	۷۷۵۷۶۸۹
۹	سپتامبر	۷۷۹۷۵۰۲۷	۱۳۵۷۱۰۸	۰۰۱۵۷۸۷۷	۱۹۳۶۴۹	۷۴۱۱۶۹۷
۱۰	اکتبر	۸۴۲۴۵۶۸	۱۴۷۱۵۳۰۲	۳۱۲۲۷۰۲۲	۶۵۵۱۴۰۴۴	۸۰۸۷۰۴۷۳
۱۱	نوامبر	۷۷۹۷۵۰۲۷	۱۳۷۴۹۱۸	۱۳۷۰۹۷۸	۹۶۸۴۵۴۷	۷۴۱۱۶۹۷
۱۲	دسامبر	۸۱۴۲۱۶۶	۱۴۶۷۷۵۶	۳۷۷۵۳۸۶	۰	۷۷۵۷۶۸۹

جدول (۵-۵) بخش ها و میزان مصرف انرژی در ساختمان

۵-۶-۱- گرمایش

همانطور که از نتایج این شبیه سازی مشخص است بیشترین مصرف انرژی در این ساختمان در بخش گرمایش و در ماه ژانویه (دی ماه) میباشد که و تا ماه می (اردیبهشت) به کمترین میزان خود رسیده و در ماه های ژوئن (خرداد) تا سپتامبر (شهریور ماه) تقریباً به صفر میرسد اما از اوایل فصل سرما مجدداً اوج گرفته و در ماه دسامبر (آذر ماه) تقریباً به اوج میرسد.

۵-۶-۲- سرمایش

دومین بخش پر مصرف انرژی در ساختمان میباشد که دقیقاً عکس با سرمایشی عمل مینماید. بدین صورت که با شروع فصل گرما در ماه های فروردین (آوریل)، نمودار رشد صعودی نشان میدهد و تا پایان فصل گرما در مهر ماه (اکتبر) به روند نزولی خود ادامه میدهد و نهایتاً در فاصله بین ماه های نوامبر (آبان) تا اواخر مارس (اسفند) تقریباً صفر میباشد.

۵-۶-۳- نورپردازی و روشنایی

سومین بخشی از این ساختمان بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص میدهد، نوردهی یا لایتینگ میباشد. با توجه به نوع کاربری ساختمان، که اداری میباشد این میزان در تمام طول سال تقریباً یکسان بوده و تغییر چندانی را نشان نمیدهد کما اینکه همانطور که داده های حاصل از شبیه سازی نشان میدهد در نیمه دوم سال به عات کوتاه شدن طول ساعات روشنایی این میزان بیشتر میشود اما تغییرات شدید همچون بخشهای سرمایش و گرمایش ندارد.

۵-۶-۴- مصرف برق وسایل برقی

با توجه به نوع کاربری ساختمان که اداری میباشد این کمیت نیز در تمام طول سال مقادیر نسبتاً ثابتی داشته و در مقام چارم مصرف انرژی در ساختمان قرار میگیرد.

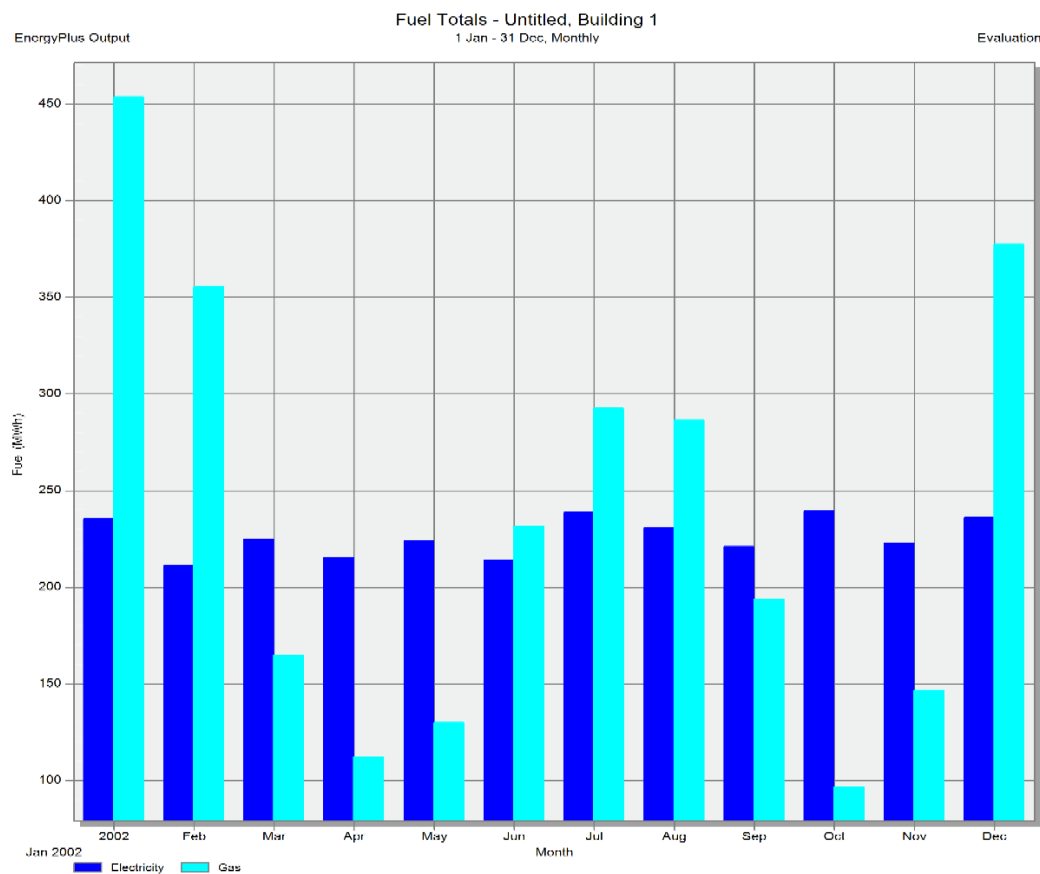
۵-۶-۵- آب گرم مصرفی

کمترین میزان مصرف انرژی را در ساختمان به خود اختصاص داده که با توجه به کاربری اداری این ساختمان، امری کاملاً بدیهی و مشخص میباشد و این موضوع نیز در طول سال عدد تقریباً ثابتی را نشان میدهد.

۵-۷- مصرف انرژی کل

در طراحی سیستم های فعال تهویه مطبوع این ساختمان از چیلر های جذبی با پنل خورشیدی و سیستم سقف سرد استفاده شده است. همانطور که پیش از این نیز اشاره شده بود در ماه های سرد سال برای تامین انرژی سیستم های گرمایشی ساختمان که از سوخت گاز طبیعی استفاده میشود، افزایش چشمگیری را در مصرف این سوخت شاهد هستیم. همانطور که در نمودار ذیل مشخص است در ماه هایی همچون ژانویه (دی ماه) این میزان در بیشترین مقدار خود یعنی چیزی در حدود ۴۵۰ کیلو وات ساعت در ماه خواهد بود و به تدریج به نزدیک شدن به فصل متعادل، این میزان به کمترین حد خود یعنی چیزی در حدود ۹۵ کیلو وات ساعت در مهر ماه (اکتبر) خواهد رسید. اما در فصل گرما نیز این میزان تا حدود ۲۹۰ کیلو وات ساعت در ماه جولای خواهد رسید.

اما همانطور که از داده مشخص است میزان مصرف الکتریسته در تمام طول سال ثابت و عددی در بازه ۲۲۰ تا ۲۵۰ کیلووات ساعت را در ول سال نشان میدهد.

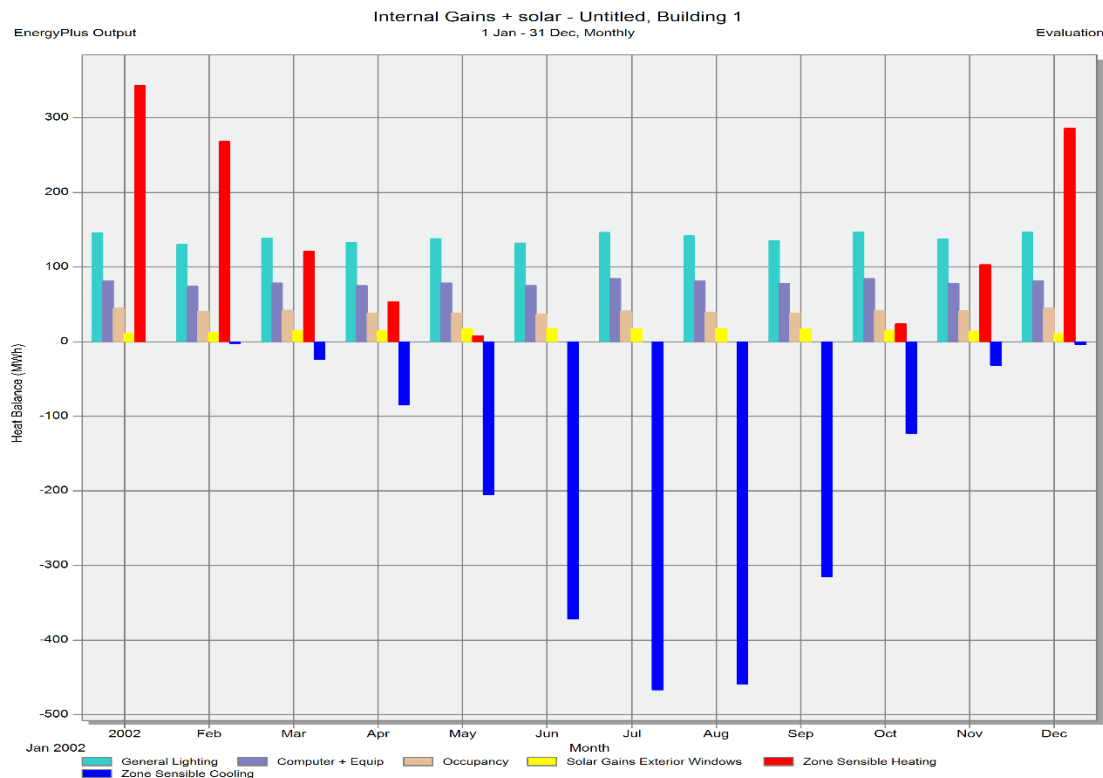


شکل (۵-۶) نمودار مصرف انرژی کل-نگارنده

ردیف	ماه	مصرف الکتریسیته (kwh)	مصرف گاز (kwh)
۱	ژانویه	۲۳۵۲۶۸.۴	۴۵۳۷۵۹
۲	فوریه	۲۱۱۱۶۹.۵	۳۵۵۵۱۴.۸
۳	مارس	۲۲۴۸۶۰.۹	۱۶۴۷۱۰.۸
۴	آوریل	۲۱۵۳۴۲.۵	۱۱۲۲۷۸.۵
۵	می	۲۲۴۰۵۲.۸	۱۳۰۰۲۴.۶
۶	ژوئن	۲۱۴۲۰۷.۲	۲۳۱۷۲۸.۷
۷	جولای	۲۳۸۶۹۳.۱	۲۹۲۶۴۹.۸
۸	اگست	۲۳۰۸۰۵.۴	۲۸۶۵۳۷.۸
۹	سپتامبر	۲۲۱۰۹۷.۷	۱۹۳۶۴۹.۲
۱۰	اکتبر	۲۳۹۴۸۶.۴	۹۶۷۴۱۶.۶
۱۱	نوامبر	۲۲۲۸۷۸.۷	۱۴۶۷۸۲.۳
۱۲	دسامبر	۲۳۵۹۵۴.۹	۳۷۷۵۳۸.۶

جدول (۵-۶) مصرف انرژی کل-نگارنده

۵-۸- گرمایش ایجاد شده داخل ساختمان



شکل (۵-۷) نمودار انرژی اخذ شده از داخل و ساختمان و خورشید-نگارنده

در این نمودار میزان تعادل انرژی حرارتی در ساختمان بررسی می‌گردد که سرمایش محسوس ایجاد شده توسط سیستم های سرمایشی در ماه های گرم سال در بازه زمانی فروردین تا آبان ماه اثر گذار است که در ماه های خرداد تا مرداد در اوج خود قرار دارد. در مقابل و بصورت معکوس سیستم های سرمایشی، سیستم های گرمایشی ساختمان میباشد که در ماه های سرد سال از دی ماه تا اوایل بهار بیشترین تولید حرارت را دارند و سپس در ماه های خرداد تا اوایل مهر به نزدیک صفر میرسند.

در بخش دیگر حرارت ناشی از نور ساختمان میباشد که در تمام طول سال تقریباً یکسان بوده و در بخش های دیگر اثرات مربوط به کامپیوتر و تجهیزات بررسی شده که آن هم همانند اثرات ناشی از تردد و اشغال فضا توسط افراد مورد بررسی قرار گرفته است و عدد ثابتی را در تمام طول سال نشان میدهد. در آخر هم میزان جذب انرژی حرارتی از سطح پنجره ها مد نظر میباشد که در نمودار فوق با رنگ زرد نشان داده شده است که با توجه به اقلیم شهر سمنان این میزان دریافت در ماه های خرداد تا تیر در اوج خود قرار دارد و در ماه های آذر و دی در حداقل میزان دریافت در طول سال قرار می‌گیرد اما به دلیل تعداد روزهای آفتابی بیش از ۲۸۰ روز در سال، دامنه این تغییرات چندان زیاد نبود و تغییر در این میزان دریافت انرژی چندان تغییر زیادی نمی نماید.

ردیف	ماه	روشنایی عمومی (khw)	کامپیوتر و تجهیزات (khw)	تردد و مصرف کنندگان (khw)	جذب حرارت خورشیدی پنجره های خارجی (khw)	گرمایش محسوس منطقه (khw)	گرمایش محسوس منطقه (khw)
۱	ژانویه	۱۴۶۰۸۹	۸۱۴۲۱۶۶	۴۵۰۴۵۶۴	۱۱۰۴۸۲۲	۳۴۳۷۳۱	-۱۳۲۶۵
۲	فوریه	۱۳۰۲۱۴	۷۳۹۰۶۵۳	۴۰۸۰۲۹۲	۱۱۸۷۱۹۹	۲۶۸۱۰۷	-۲۶۷۳۲۸
۳	مارس	۱۳۸۸۳۵	۷۸۵۹۷۶۳	۴۲۱۶۴۰۸	۱۴۷۵۳۸۵	۱۲۱۰۵۱	-۲۴۲۲۳
۴	آوریل	۱۳۳۱۰۹	۷۵۱۵۱۲۴	۳۸۲۱۵۰۱۶	۱۴۸۴۳۲۸	۵۳۵۷۵	-۸۴۴۱۰۱
۵	می	۱۳۸۰۲۷	۷۸۵۹۷۶۳	۳۸۴۶۷۶۳	۱۷۰۰۹۴۱	۷۹۲۲۴	-۲۰۵۰۲۳
۶	ژوئن	۱۳۱۹۷۴	۷۵۱۵۱۲۴	۳۶۶۱۳۳۳	۱۷۶۹۴۱۶	۲۸۷۱۴	-۳۷۱۷۵۸
۷	جولای	۱۴۶۳۶۰	۸۴۲۴۵۶۸	۴۰۹۰۱۹	۱۷۰۴۰۰۴	۰۰۰۵۶	-۴۶۶۸۴۰
۸	آگست	۱۴۱۶۲۶	۸۱۴۲۱۶۶	۳۹۵۶۱۷۱	۱۷۴۸۶۶۶	۰۱۴۳۸	-۴۵۸۸۸۲
۹	سپتامبر	۱۳۵۷۱۱	۷۷۹۷۵۲۷	۳۷۹۵۰۴۲	۱۶۷۹۳۴۸	۰۰۰۰۴	-۳۱۵۲۶۷
۱۰	اکتبر	۱۴۷۱۵۳	۸۴۲۴۵۶۸	۴۱۷۸۶۵	۱۴۹۶۷۶	۲۳۷۲۱	-۱۲۲۹۱۹
۱۱	نوامبر	۱۳۷۴۹۲	۷۷۹۷۵۲۷	۴۱۳۲۶	۱۴۰۳۴۴۵	۱۰۳۱۳۶	-۳۱۹۵۵۳
۱۲	دسامبر	۱۴۶۷۷۶	۸۱۴۲۱۶۶	۴۴۹۰۶۵	۱۰۴۷۳۱۱	۲۸۵۸۶۶	-۴۲۰۹۶

جدول (۵-۷) انرژی اخذ شده از داخل وساختمان و خورشید-نگارنده

۵-۹- بار سیستم

یکی از اصلی ترین مواردی که در صرفه جویی در سیستم ها مطرح است مساله بازیابی منابع است. به عنوان مثال در بحث صرفه جویی آب روند ایجاد یک چرخه که در آن بتوان از آبی که یکبار مصرف شده، دوباره استفاده نمود، یک راهکار بسار مهم و نتیجه بخش میباشد. حال با توجه به اینکه کلیه تاسیسات و سیستم های فعال که از انرژی برای فعالیت استفاده میکنند مقداری از انرژی را به صورت انرژی حرارتی تبدیل میکنند. به عنوان مثال درون کمپرسور های سیستم های خنک کننده بر پایه مایع مبرد، تبدیل گاز مبرد به فاز مایع یک واکنش گرما زا میباشد که این حرارت در هنگام عملکرد کمپرسورها کاملاً مشهود و محسوس است تا جایی که برای نصب کمپرسورها حتی در فضاها کاملاً باز، محدوده های نصب در نظر میگیرند تا حرارت یک کمپرسور بر عملکرد سایر کمپرسور ها تاثیر گذار نباشد. پس این امر بدیهی است که برای تامین بخشی از نیاز های گرمایشی ساختمان میتوان از همین گرمایش برگشتی استفاده نمود. بدین منظور در چند بخش اصلی میتوان میان میزان را اندازه گیری نمود.

۱- اثر خنک کننده ها دامنه فعالیت دار که در نمودار بار رنگ آبی پر رنگ نشان داده شده است.

۲- سرمایه حاصل از خنک کننده ها که در نمودار با رنگ آبی روشن نشان داده میشوند

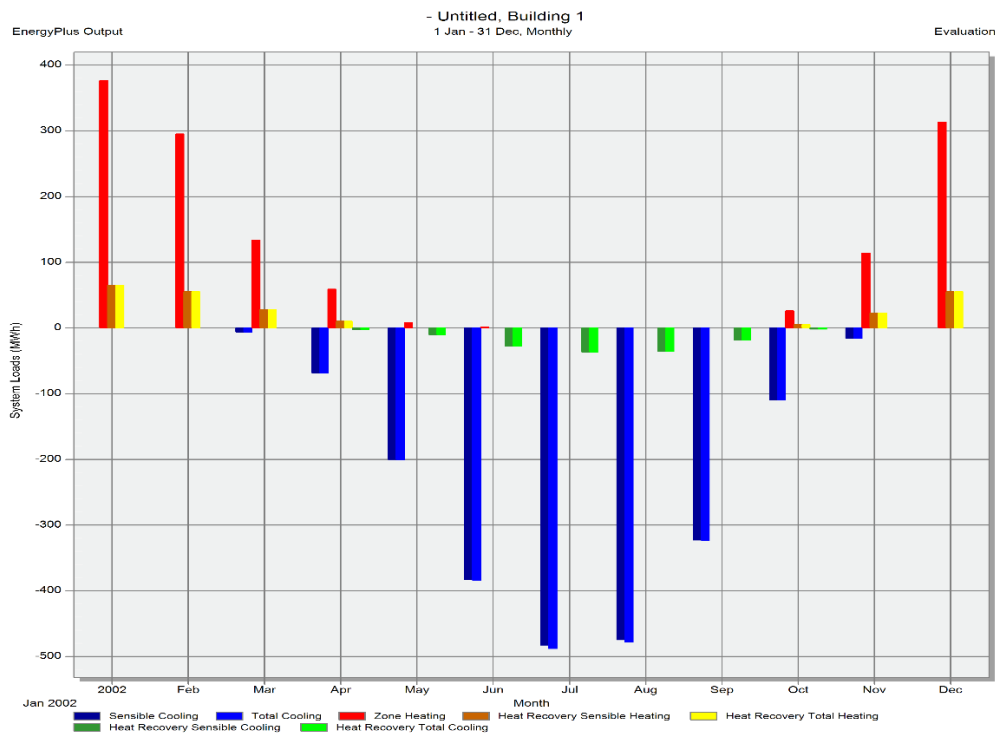
۳- میزان گرمایش زون ها

۴- میزان گرمایش بازیافتی محسوس

۵- گرمایش حاصل از عملکرد سیستم های خنک کننده

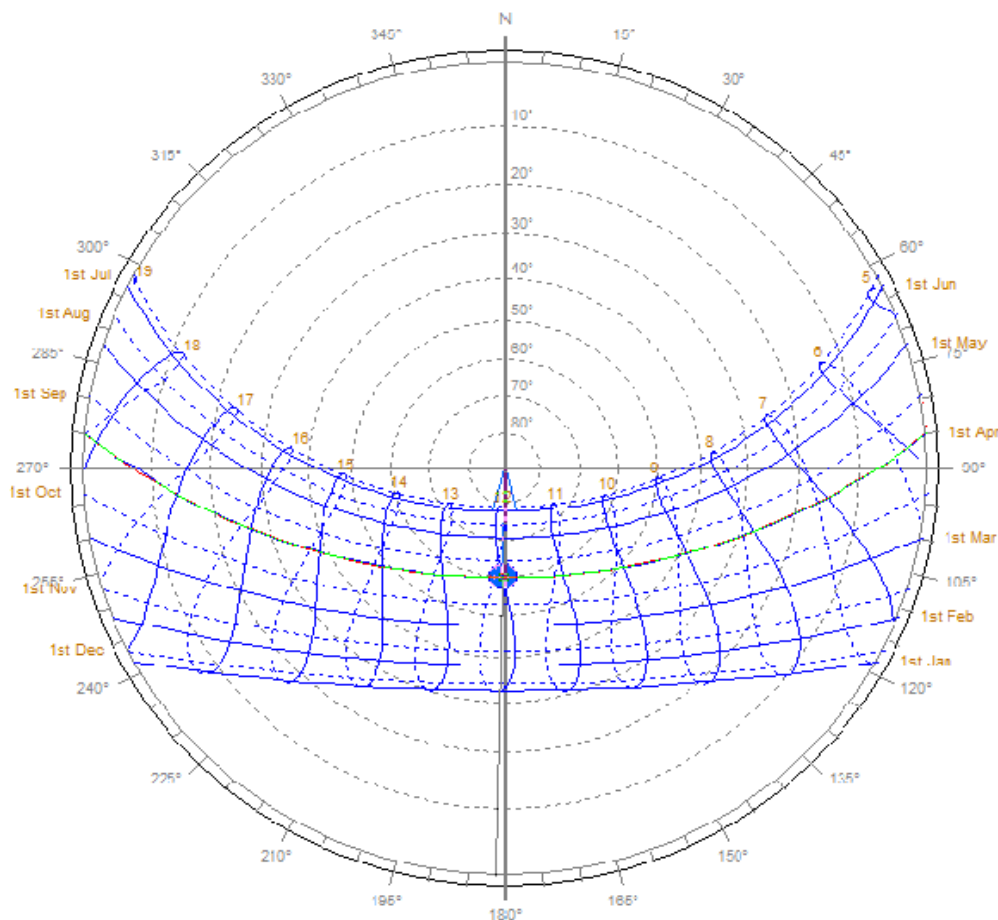
ردیف	ماه	خنک کننده محسوس (kwh)	خنک کنندگی کامل (kwh)	گرم کردن منطقه (kwh)	بازگرمایش از گرمایش محسوس (kwh)	بازگرمایش کامل (kwh)	بازگرمایش از سرمایه محسوس (kwh)	بازگرمایش از سرمایه کامل (kwh)
۱	ژانویه	۰	۰	۳۷۶۶۲۰	۶۵۱۰۵۲۸	۶۵۱۰۵۲۸	۰	۰
۲	فوریه	۰	۰	۲۹۵۰۷۷۳	۵۵۱۳۲۹۵	۵۵۱۳۲۹۵	۰	۰
۳	مارس	-۶۴۹۲۵۲	-۶۵۱۴۳۸۳	۱۳۳۴۷۲۳	۲۸۰۳۰۰۵	۲۸۰۳۰۰۵	۰	۰
۴	آوریل	-۶۸۹۵۵۵۷	-۶۹۰۲۴۸۵	۵۸۸۸۵۳۶	۹۹۲۰۱۶۶	۹۹۲۰۱۶۶	-۲۲۹۱۰۷۳	-۲۲۹۱۰۷۳
۵	می	-۲۰۰۵۴۰۸	-۲۰۰۶۴۵۸	۸۱۹۸۲۲	۳۳۹۵۷۱۴	۳۳۹۵۷۱۴	-۱۰۴۱۲۷۷	-۱۰۴۱۲۷۷
۶	ژوئن	-۳۸۳۶۷۵۹	-۳۸۳۹۱۲۸	۱۵۲۷۹۱۹	۰	۰	-۲۷۸۱۶۹۴	-۲۷۸۱۶۹۴
۷	جولای	-۴۸۳۰۷۰۷	-۴۸۸۲۷۵۸	۲۲۳۳۵۸۸	۰	۰	-۳۶۹۸۷۴۶	-۳۶۹۸۷۴۶
۸	آگست	-۴۷۴۷۶۴۲	-۴۷۸۳۲۷۶	۹۴۷۳۲۹۶	۰	۰	-۳۶۱۴۰۲۴	-۳۶۱۴۰۲۴
۹	سپتامبر	-۳۲۳۰۳۲۶	-۳۲۳۳۹۳۹	۰۱۳۱۰۳۸	۰	۰	-۱۹۱۸۷۰۱	-۱۹۱۸۷۰۱
۱۰	اکتبر	-۱۰۹۴۰۸۵	-۱۰۹۴۰۹۱	۲۵۹۱۸۵۹	۵۰۷۴۲۷۱	۵۰۷۴۲۷۱	-۲۰۷۵۴۹۵	-۲۰۷۵۴۹۵
۱۱	نوامبر	-۱۶۱۷۳۱۹	-۱۶۱۷۳۱۹	۱۱۳۷۹۱۱	۲۲۷۵۷۴۵	۲۲۷۵۷۴۵	-۵۸۳۰۳۱۳	-۵۸۳۰۳۱۳
۱۲	دسامبر	۰	۰	۳۱۳۳۵۷	۵۵۲۳۱۳۶	۵۵۲۳۱۳۶	۰	۰

جدول (۵-۸) بار سیستم-نگارنده



شکل (۵-۸) نمودار بار سیستم-نگارنده

۵-۱۰- سایه اندازی ساختمان

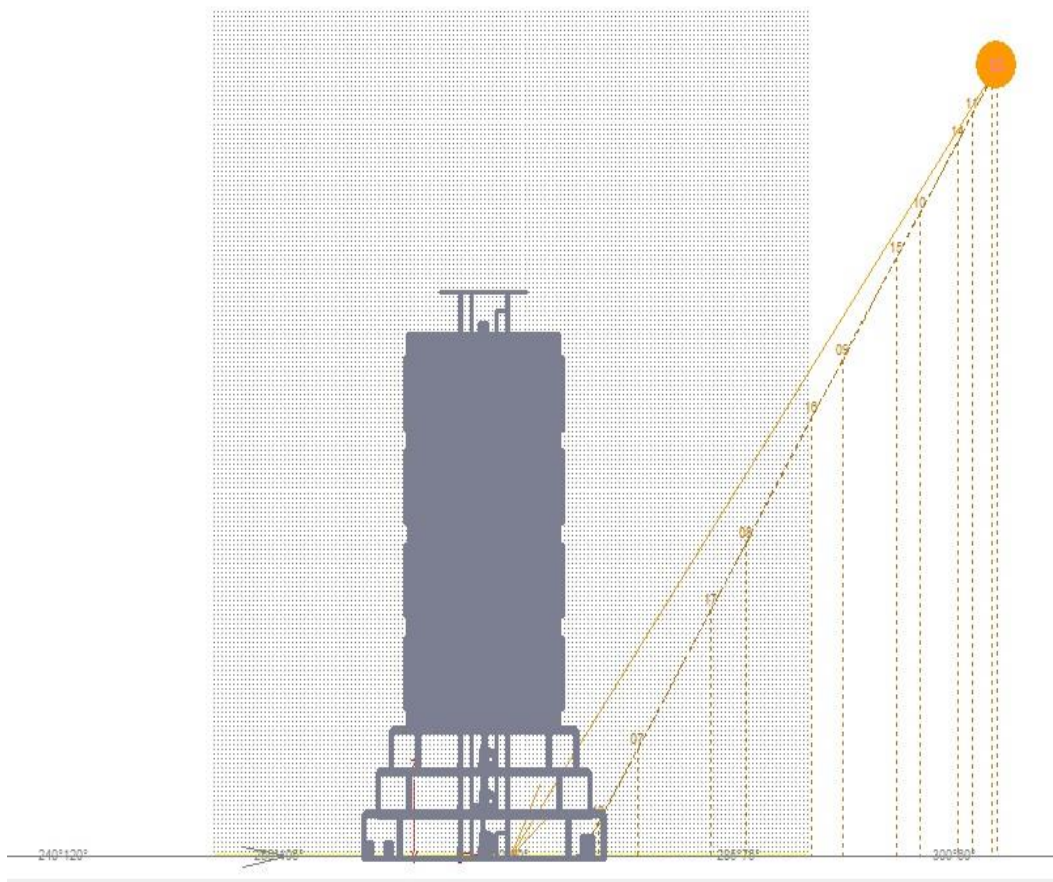


شکل (۵-۹) دیاگرام حرکت خورشید-نگارنده

با عنایت به دیاگرام فوق وضعیت حرکت خورشید در اقلیم شهر سمنان مشخص میشود و مطالبی مهمی به دست می آید که از جمله آنها میتوان به موارد ذیل اشاره نمود:

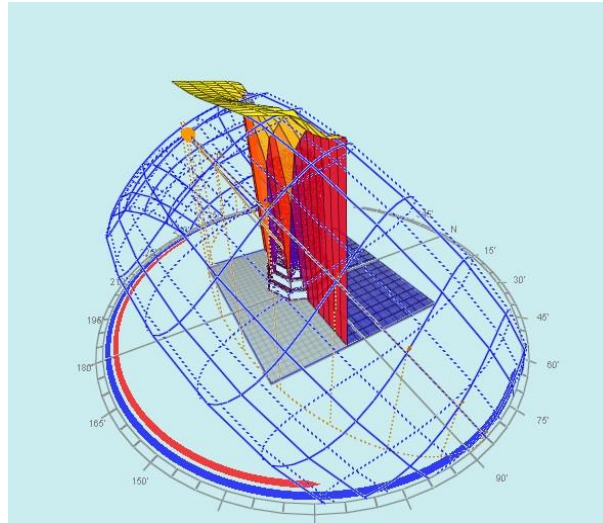
اولاً ساعات طلوع و غروب خورشید را مشاهده میکنیم که در ماه های مختلف سال که از حدود ساعت ۵ صبح در خرداد ماه تا حدود ساعت ۷ صبح در دی ماه متغییر بوده و همچنین در ماه ژانویه (دی ماه) در ساعت حدود ۱۷ و در ماه خرداد و تیر (ژوئن و جولای) در حدود ساعت ۱۹ غروب آفتاب را شاهد میباشیم.

در اوایل فصل تابستان زاویه حرکت خورشید از ۶۰ درجه شروع و تا حدود ۳۰۰ درجه ادامه میابد که سه چهارم سطح یک ساختمان دریافت مستقیم نور خورشید را خواهند داشت. در اواسط فصل زمستان نیز زاویه حرکت خورشید از حدود ۱۲۰ درجه شروع و به حدود ۲۴۰ درجه ختم میشود که این نشان دهنده این مهم میباشد که در فصل زمستان حدود نیمی از ساختمان در معرض نور مستقیم قرار خواهند گرفت.



شکل (۵-۱۰) میانگین زاویه میل خورشید (آزیموت) بر ساختمان-نگارنده

همچنین زاویه میل خورشید در در راس ساعت ۱۲:۰۰ در ماه خرداد حدود ۸۳ درجه و در دی ماه در حدود ۴۸ درجه می باشد. که این امر تفاوت دمای زیادی را در فصول مختلف سال نشان می دهد و در تایید این موضوع نمودار های مصرف انرژی ساختمان می باشد که عملکرد سیستم های گرمایشی را در زمستان و در بالاترین حد خود نشان داده و در تابستان تقریباً قطع میشود و همین موضوع برای سیستم های سرمایشی بصورت بلعکس نیز صدق مینماید. مزیت فرم مدور پلکانی ساختمان طراحی شده این است میزان جذب انرژی خورشیدی با حداکثر نور را افزایش داده زیرا سطح مقطع بیشتری در برابر خورشید قرار میگیرد اما اثرات نامطلوب این نور خورشید در تابستان با فیلتر های اینفلکتور پنل و پوشش تراس ها، کاهش میابد.



شکل (۵-۱۱) نمودار همزمانی حرکت خورشید و دریافت بروی جداره ساختمان-نگارنده

همانطور که در این نمودار مشخص است میزان دریافت انرژی خورشید بر سطح ساختمان در ماه های مختلف سال متغیر بوده و الزامات خاصی را برای به تعادل رساندن شرایط ساختمان طلب مینماید از جمله تمام موارد مطرح شده در مورد نحوه حرکت خورشید نسبت به موقعیت سایت مورد نظر، اولین مساله ای که میبایست رعایت شود جهت گیری ساختمان میباشد. ساختمان طراحی شده به خاطر فرم مدور آن شاید نیازی به جهت گیری نداشته باشد اما بخش هایی که نیاز به نور مستقیم خورشید ندارند و یا به میزان کمتری از نور مستقیم احتیاج دارند هم چون ورودی پارکینگ ها در قسمت شمال شرقی ساختمان، را میتوان در قسمت شمالی ساختمان جایگذاری نمود.

۵-۱۱- جمع بندی

مطالبی که تا کنون ارائه گردید همگی نتایج عملکرد این ساختمان در بخش های مختلف بوده است. که داده های این نتایج، ممکن است مبین مطلوبیت و یا عدم مطلوبیت رفتار این ساختمان در مباحث انرژی باشد. برای اینکه عملکرد این ساختمان، به گونه ای بررسی شود که بتوان راجع به عملکرد آن در مباحث انرژی اظهار نظر قطعی نمود میبایست شرایطی را برای مقایسه این ساختمان ایجاد نمود.

با توجه به اینکه پرسش های مطرح شده در این پژوهش مربوط به سیستم های تاسیساتی و المان هایی نظیر اینفلکتور پنل و سیستم سقف سرد میباشد، مقرر گردید این ساختمان بدون سه عامل فوق و با سه عامل (چیلر جذبی، سیستم سقف سرد و اینفلکتور پنل) شبیه سازی شود. البته کماکان مابقی عوامل ثابت میماند تا فقط میزان تاثیرات این سه عامل بررسی گردد.

پس از شبیه سازی هر دو ساختمان، به مقایسه و بررسی نتایج حاصله پرداخته شد که این مقایسه در بخش هایی شامل میزان مصرف ساختمان در قسمت های اصلی مصرف انرژی در

ساختمان از جمله برق مصرفی وسایل برقی اداری، نوردهی ساختمان، مصرف انرژی برای سرمایش و گرمایش و انرژی مصرفی برای تولید آب گرم صورت گرفت. در مرحله بعد میزان سوخت مصرفی ساختمان اعم از گاز و برق مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً میزان کل تولید CO2 توسط این ساختمان بررسی شد که نتایج آن به شرح ذیل میباشد.

۵-۱۱-۱- مقایسه شرایط آسایش ایجاد شده دو ساختمان

با توجه به اینکه هدف گذاری ساخت یک ساخمان، نهایتاً ایجاد شرایط آسایش در داخل ساختمان میباشد، با هر روش طراحی تاسیسات، مطابق داده های ذیل نهایتاً تفاوت چندانی در شرایط آسایش ایجاد شده، وجود نخواهد داشت.

ردیف	تاریخ	رطوبت نسبی %	دمای هوا °C	دمای تشعشعی °C	دمای عملیاتی °C
۱	ژانویه	۲۷.۰۹۱۹۷	۱۷.۰۷۹۰۵	۱۵.۸۵۵۷۹	۱۶.۴۶۷۴۲
۲	فوریه	۲۶.۷۷۷۹۳	۱۷.۲۱۵۶۷	۱۶.۲۷۰۳۵	۱۶.۷۴۳۰۱
۳	مارس	۲۹.۹۶۲۱۱	۱۸.۷۱۸۶۲	۱۸.۴۸۴۹۴	۱۸.۶۰۱۷۸
۴	آوریل	۲۷.۳۱۴۰۱	۲۱.۵۱۸۳۶	۲۱.۶۵۶۵۳	۲۱.۵۸۷۴۵
۵	می	۲۹.۳۸۶۷۵	۲۳.۶۳۶۳۶	۲۴.۵۶۹۹	۲۴.۱۰۳۱۳
۶	ژوئن	۲۳.۷۲۴۱۱	۲۶.۶۴۷۵۸	۲۸.۱۵۱۸۶	۲۷.۳۹۹۷۲
۷	جولای	۳۰.۰۴۷۹۲	۲۶.۸۷۷۲۴	۲۸.۶۳۵۳	۲۷.۷۵۶۲۷
۸	اگوست	۲۹.۳۸۱۲۲	۲۷.۲۰۷۷۳	۲۸.۹۰۶۶۱	۲۸.۰۵۷۱۷
۹	سپتامبر	۲۶.۶۵۸۹۳	۲۵.۵۶۳۸۴	۲۶.۹۵۰۶۸	۲۶.۲۵۷۲۶
۱۰	اکتبر	۲۸.۶۵۶۲۷	۲۲.۱۶۳۰۵	۲۲.۶۴۹۵۹	۲۲.۴۰۶۳۲
۱۱	نوامبر	۳۰.۹۰۲۰۴	۱۹.۱۷۷۱۳	۱۹.۰۲۸۶۱	۱۹.۱۰۲۸۷
۱۲	دسامبر	۳۱.۲۲۶۳۱	۱۷.۱۹۰۴۵	۱۶.۱۵۹۵۱	۱۶.۶۷۴۹۸
۱۳	جمع	۳۴۱.۱۲۹۵۷	۲۳۲.۹۹۵۰۸	۲۶۷.۳۱۹۶۷	۲۶۵.۱۵۷۳۸
۱۴	معدل سالیانه	۲۸.۴۲۷۴۶۴۱۷	۲۱.۹۱۶۲۵۶۶۷	۲۲.۲۷۶۶۳۹۱۷	۲۲.۰۹۶۴۴۸۳۳

جدول (۵-۹) داده های شرایط آسایش ایجاد شده در ساختمان اصلی-نگارنده

ردیف	تاریخ	رطوبت نسبی %	دمای هوا °C	دمای تشعشعی °C	دما عملیاتی °C
۱	ژانویه	۲۷.۳۰۷۰۷	۱۶.۸۷۷۸۲	۱۵.۷۰۶۹۸	۱۶.۲۹۲۴
۲	فوریه	۲۶.۶۴۸۱۱	۱۷.۲۳۱۱۵	۱۶.۲۹۸۹۳	۱۶.۷۶۵۰۴
۳	مارس	۲۹.۷۹۳۶۵	۱۸.۵۴۶۱۵	۱۸.۵۴۲۴۴	۱۸.۶۵۹۲۹
۴	آوریل	۲۷.۸۸۶۰۶	۲۱.۱۹۹۳۷	۲۱.۴۰۱۰۹	۲۱.۳۰۰۲۳
۵	می	۲۹.۵۹۳۹۳	۲۳.۴۴۸۴۵	۲۴.۴۰۸۲۲	۲۳.۹۲۸۳۴
۶	ژوئن	۲۴.۴۵۷۹۵	۲۶.۲۳۸۶۶	۲۷.۹۱۷۱۳	۲۷.۰۷۷۸۹
۷	جولای	۳۰.۶۷۴۰۳	۲۶.۴۸۸۹۹	۲۸.۳۷۹۷۸	۲۷.۴۳۴۳۸
۸	اگوست	۳۰.۰۳۳۱	۲۶.۷۴۸۱۸	۲۸.۶۱۴۷۷	۲۷.۶۸۱۴۷
۹	سپتامبر	۲۷.۱۶۰۶۱	۲۵.۲۷۸۵۳	۲۶.۷۸۳۶۶	۲۶.۰۳۱۰۹
۱۰	اکتبر	۲۸.۸۱۳۱۲	۲۲.۰۴۴۶۸	۲۲.۵۹۶۳۵	۲۲.۳۲۰۵۱
۱۱	نوامبر	۳۰.۸۴۴۲۹	۱۹.۱۷۸۵۴	۱۹.۰۴۲	۱۹.۱۱۰۲۷
۱۲	دسامبر	۳۱.۰۸۳۳۶	۱۷.۲۱۷۵۱	۱۶.۲۲۴۰۳	۱۶.۷۲۰۷۷
۱۳	جمع	۳۴۴.۲۹۵۲۸	۲۶۰.۷۲۸۰۳	۲۶۵.۹۱۵۳۸	۲۶۳.۳۲۱۶۸
۱۴	معدل سالیانه	۲۸.۶۹۱۲۷۳۳۳	۲۱.۷۲۷۳۳۵۸۳	۲۲.۱۵۹۶۱۵	۲۱.۹۴۳۴۷۳۳۳

جدول (۵-۱۰) داده های شرایط آسایش ایجاد شده در ساختمان مورد مقایسه-نگارنده

با عنایت به جداول فوق همانطور که پیش از این نیز اشاره شده بود، شرایط آسایش این دو ساختمان تفاوت خاصی با یکدیگر ندارد، چرا که بطور کلی سیستم های HVAC بای بوجود آوردن همین شرایط طراحی میشوند اما نحوه عملکرد و میزان مصرف انرژی و تولید CO2 است که آنها را از یکدیگر متمایز مینماید.

۵-۱۱-۲- مقایسه میزان مصرف انرژی در زیر بخش های اصلی دو ساختمان

در این بخش داده های مربوط به ۵ قسمت اصلی مصرف کننده انرژی (برق تجهیزات اداری، نوردهی، سرمایش، گرمایش، تولید آبگرم مصرفی) این دو ساختمان که بیشتری مصرف انرژی مربوط به آنهاست مورد بررسی قرار میگیرد. شایان ذکر است که برای مقایسه داده ها، تمامی آنها با واحد KWH یکسان شده اند.

ردیف	تاریخ	برق مصارف اداری kWh	نوردهی kWh	گرمایش kWh	سرمایش kWh	آب گرم مصرفی kWh
۱	ژانویه	۸۱۴۲۱.۶۶	۱۴۶۰.۸۹	۴۵۳۷۵۹	۰	۷۷۵۷.۶۸۹
۲	فوریه	۷۳۹۰۶.۵۳	۱۳۰۲۱۳.۵	۳۵۵۵۱۴.۸	۰	۷۰۴۹.۴۹۸
۳	مارس	۷۸۵۹۷.۶۳	۱۳۸۸۳۵.۴	۱۶۰۸۱۰	۳۹۰۰.۸۲۹	۷۴۲۷.۹۰۴
۴	آوریل	۷۵۱۵۱.۲۴	۱۳۳۱۰.۹۴	۷۰۹۴۶.۲۲	۴۱۳۳۲.۲۵	۷۰۸۱.۹۱۳
۵	می	۷۸۵۹۷.۶۳	۱۳۸۰۲۷.۳	۹۸۷۷.۳۷۲	۱۲۰۱۴۷.۲	۷۴۲۷.۹۰۴
۶	ژوئن	۷۵۱۵۱.۲۴	۱۳۱۹۷۴	۱۸۴۰.۸۶۶	۲۲۹۸۸۷.۹	۷۰۸۱.۹۱۳
۷	جولای	۸۴۲۴۵.۶۸	۱۴۶۳۶۰	۲۶۹.۱۰۷	۲۹۲۳۸۰.۷	۸۰۸۷.۴۷۳
۸	آگوست	۸۱۴۲۱.۶۶	۱۴۱۶۲۶.۱	۱۱۴.۱۳۶۱	۲۸۶۴۲۳.۷	۷۷۵۷.۶۸۹
۹	سپتامبر	۷۷۹۷۵.۲۷	۱۳۵۷۱۰.۸	۰.۱۵۷۸۷۷	۱۹۳۶۴۹	۷۴۱۱.۶۹۷
۱۰	اکتبر	۸۴۲۴۵.۶۸	۱۴۷۱۵۳.۲	۳۱۲۲۷.۲۲	۶۵۵۱۴.۴۴	۸۰۸۷.۴۷۳
۱۱	نوامبر	۷۷۹۷۵.۲۷	۱۳۷۴۹۱.۸	۱۳۷۰۹۷.۸	۹۶۸۴۵۴۷	۷۴۱۱.۶۹۷
۱۲	دسامبر	۸۱۴۲۱.۶۶	۱۴۶۷۷۵.۶	۳۷۷۵۳۸.۶	۰	۷۷۵۷.۶۸۹
۱۳	جمع	۹۵۰۱۱۱.۱۵	۱۶۷۳۳۶۶.۱	۱۵۹۸۹۹۵	۱۲۴۲۹۲۱	۹۰۳۴۰.۵۳۹

جدول (۵-۱۱) میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف ساختمان اصلی-نگارنده

ردیف	تاریخ	برق مصارف اداری kWh	نوردهی kWh	گرمایش kWh	سرمایش kWh	آب گرم مصرفی kWh
۱	ژانویه	۹۷۲۶۹.۵۶	۱۴۱۲۳۱.۸	۵۳۶۸۰۰.۴	۰	۹۹۴۷.۶۷۴
۲	فوریه	۸۴۹۸۹.۰۲	۱۲۲۸۱۰.۳	۴۱۹۳۸۹.۳	۰	۸۶۵۰.۱۵۱
۳	مارس	۸۹۸۶۲.۲۳	۱۲۸۹۵۰.۸	۱۸۹۱۰.۱۱	۴۵۷۵.۸۹	۹۰۸۲.۶۵۹
۴	آوریل	۹۳۱۷۶.۰۵	۱۳۵۰۹۱.۳	۸۹۱۲۷.۴۵	۴۵۳۲۵.۳۴	۹۵۱۵.۱۶۶
۵	می	۹۷۲۶۹.۵۶	۱۴۱۲۳۱.۸	۱۲۸۷۵.۹۷	۱۳۵۵۶۶.۲	۹۹۴۷.۶۷۴
۶	ژوئن	۸۵۷۶۸.۷۱	۱۲۲۸۱۰.۳	۲۵۰۳۴۲۱	۲۳۱۴۴۱.۳	۸۶۵۰.۱۵۱
۷	جولای	۹۷۲۶۹.۵۶	۱۴۱۲۳۱.۸	۴۴.۱۷۴۷۷	۳۰۳۲۲۷.۳	۹۹۴۷.۶۷۴
۸	آگوست	۹۳۵۶۵.۸۹	۱۳۵۰۹۱.۳	۰	۲۹۱۴۳۲.۳	۹۵۱۵.۱۶۶
۹	سپتامبر	۸۹۴۷۲.۳۸	۱۲۸۹۵۰.۸	۲۴۲.۲۷۳۶	۱۹۷۸۶۴.۶	۹۰۸۲.۶۵۹
۱۰	اکتبر	۹۷۲۶۹.۵۶	۱۴۱۲۳۱.۸	۴۱۱۴۷.۹۹	۶۸۳۵۱.۷۱	۹۹۴۷.۶۷۴
۱۱	نوامبر	۸۹۴۷۲.۳۸	۱۲۸۹۵۰.۸	۱۶۳۱۴۰.۶	۱۰۳۲۰.۴۶	۹۰۸۲.۶۵۹
۱۲	دسامبر	۹۳۵۶۵.۸۹	۱۳۵۰۹۱.۳	۴۴۵۱۸۲.۱	۰	۹۵۱۵.۱۶۶
۱۳	جمع	۱۱۰۸۹۵۰.۷۹	۱۶۰۳۶۷۴.۱	۱۸۹۶۰۷۶.۳۹۳	۱۲۸۸۲۰.۵۱	۱۱۲۸۸۴.۴۷۳

جدول (۵-۱۲) میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف ساختمان مورد مقایسه-نگارنده

۵-۱۱-۲-۱ مقایسه مصرف برق اداری

مطابق داده های جدول (۵-۱۱) میانگین مصرف سالیانه تجهیزات اداری برقی (کامپیوتر، پرینتر و امثال آن) در ساختمان اصلی برابر با ۹۵۰۱۱۱ kwh می باشد اما در ساختمان مورد مقایسه این میزان عددی برابر با ۱۱۰۸۹۵۰ kwh می باشد. این مسز ان کاهش مصرف به دلیل که فشار محیط بر دستگاه ها می باشد از این جهت که در شرایط محیطی مناسب تر این دستگاه ها راندمان عملیاتی مناسبتری خواهند داشت.

پس به عنوان قدم اول ساختمان اصلی حدود ۱۴٪ کاهش مصرف انرژی در بخش تجهیزات برقی را نشان میدهد.

۵-۱۱-۲-۲ مقایسه انرژی مصرفی برای نوردهی

یکی از جالب توجه ترین نتایج در این ساختمان مربوط به همین بخش میباشد. توضیح اینکه در ساختمان اصلی از فیلتر های اینفلکتور پنل بروی جداره داخلی شیشه ها استفاده شده است. این سامانه با کاهش حدود ۲۰٪ نور مرئی، از ورود حدود ۶۵٪ حرارت خورشیدی به داخل ساختمان ممانعت مینماید اما همزمان به علت کاهش نور مرئی خورشید نیاز به نوردهی ساختمان بصورت مصنوعی افزایش میابد. بدین صورت که برای تامین نیاز نورپردازی ساختمان اصلی به ۱۶۷۳۳۶۶ کیلو وات ساعت انرژی و برای ساختمان مورد مقایسه، به ۱۶۰۲۶۷۴ کیلووات ساعت انرژی نیاز است. بنابراین نیاز اصلی حدود ۴٪ افزایش نیاز نورپردازی را نشان میدهد که البته برای قضاوت عملکرد اینفلکتور پنل باید دید که بروی سیستم های سرمایش ساختمان چه تاثیری خواهد داشت که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

۵-۱۱-۲-۳ مقایسه انرژی مصرفی برای گرمایش

با مقایسه جداول (۵-۱۱) و (۵-۱۲) در بخش میاگین انرژی مصرفی برای گرمایش سالیانه این ساختمان ها تفاوت قابل ملاحظه و تاملی مشاهد میشود به گونه ای که ساختمان اصلی میاگین سالیانه ۱۵۹۸۹۹۵ کیلووات ساعت را نشان میدهد اما در ساختمان مورد مقایسه عددی برابر با ۱۸۹۶۰۷۶ kwh را شاهد میباشیم. بنابراین ساختمان اصلی حدود ۱۶٪ کاهش مصرف انرژی در بخش گرمایش را نشان میدهد.

۵-۱۱-۲-۴ مقایسه انرژی مصرفی برای سرمایش

با توجه به اینکه بیشترین بار وارده به این ساختمان بار سیستم های سرمایشی است، کمترین تغییر نیز باید مورد توجه قرار گیرد. در این مقایسه طبق داده های جداول (۵-۱۱) و (۵-۱۲) در بخش سرمایش، ساختمان اصلی عدد ۱۲۴۲۹۲۱ kwh و ساختمان مورد مقایسه عدد ۱۲۸۸۲۰۵ را نشان میدهند که بر همین اساس ساختمان اصلی حدود ۵٪ کاهش مصرف انرژی در بخش سرمایش را شاهد هستیم.

۵-۱۱-۲-۵ مقایسه انرژی مصرفی برای آب گرم

در این بخش نیز ساختمان اصلی مقرون به صرفه تر عمل کرده است و با ۹۰۳۴۰ کیلووات ساعت در مقابل ۱۱۲۸۸۴ کیلووات ساعت ساختمان مورد مقایسه، حدود ۲۰٪ کاهش مصرف انرژی را نشان میدهد.

۵-۱۱-۳-۳ مقایسه مصرف سوخت دو ساختمان

با توجه به وضعیت نهاده های انرژی برای این ساختمان بطور اخص دو سوخت اصلی گاز طبیعی و الکتریسیته شبکه تعریف گردید. بنابراین مصرف کل سوخت همدو ساختمان از سوخت های فوق خواهد به که بعد از شبیه سازی نتایجی مطابق جداول (۵-۱۳) و (۵-۱۴) بدست آمد. با توجه به نوع سیستم های HVAC این دو ساختمان شاید عملکرد مقطعی آنها در یک بازه کوتاه ماهیانه نسبت به یکدیگر برتری داشته باشد اما برای مقایسه دقیق رفتار این ساختمان ها در بحث مصرف سوخت میانگین سالیانه ها آنها مورد بررسی قرار گرفت.

ردیف	تاریخ	مصرف برق kWh	مصرف گاز kWh
۱	ژانویه	۲۳۵۲۶۸.۴	۴۵۳۷۵۹
۲	فوریه	۲۱۱۱۶۹.۵	۳۵۵۵۱۴.۸
۳	مارس	۲۲۴۸۶۰.۹	۱۶۴۷۱۰.۸
۴	آوریل	۲۱۵۳۴۲.۵	۱۱۲۲۷۸.۵
۵	می	۲۲۴۰۵۲.۸	۱۳۰۰۲۴.۶
۶	ژوئن	۲۱۴۲۰۷.۲	۲۳۱۷۲۸.۷
۷	جولای	۲۳۸۶۹۳.۱	۲۹۲۶۴۹.۸
۸	آگوست	۲۳۰۸۰۵.۴	۲۸۶۵۳۷.۸
۹	سپتامبر	۲۲۱۰۹۷.۷	۱۹۳۶۴۹.۲
۱۰	اکتبر	۲۳۹۴۸۶.۴	۹۶۷۴۱.۶۶
۱۱	نوامبر	۲۲۲۸۷۸.۷	۱۴۶۷۸۲.۳
۱۲	دسامبر	۲۳۵۹۵۴.۹	۳۷۷۵۳۸.۶
۱۳	جمع	۲۷۱۳۸۱۷.۵	۲۸۴۱۹۱۵.۷۶

جدول (۵-۱۳) مصرف سوخت ساختمان اصلی-نگارنده

ردیف	تاریخ	مصرف برق kWh	مصرف گاز kWh
۱	ژانویه	۲۴۸۴۴۹.۱	۵۳۶۸۰۰.۴
۲	فوریه	۲۱۶۴۴۹.۵	۴۱۹۳۸۹.۳
۳	مارس	۲۳۲۴۷۱.۶	۱۸۹۱۰۱.۱
۴	آوریل	۲۸۳۱۰۷.۹	۸۹۱۲۷.۴۵
۵	می	۳۸۴۰۱۵.۳	۱۲۸۷۵.۹۷
۶	ژوئن	۴۴۸۶۷۰.۵	۲۵۰۰۳۴۲۱
۷	جولای	۵۵۱۷۷۶.۳	۴۴.۱۷۴۷۷
۸	آگوست	۵۲۹۶۰۴.۸	-
۹	سپتامبر	۴۲۵۳۷۰.۴	۲۴۲.۲۷۳۶
۱۰	اکتبر	۳۱۶۸۰۰.۸	۴۱۱۴۷.۹۹
۱۱	نوامبر	۲۳۷۸۲۶.۳	۱۶۲۱۴۰.۶
۱۲	دسامبر	۲۳۸۱۷۲.۴	۴۴۵۱۸۲.۱
۱۳	جمع	۴۱۱۲۷۱۴.۹	۱۸۹۶۰۷۶.۳۹۳

جدول (۵-۱۴) مصرف سوخت ساختمان مورد مقایسه-نگارنده

۵-۱۱-۳-۱- مقایسه مصرف انرژی برق در دو ساختمان

با در نظر گرفتن داده های جداول (۵-۱۳) و (۵-۱۴) تفاوت بسیار قابل ملاحظه ای در مصرف برق دو ساختمان را شاهد هستیم. به گونه ای که در ساختمان اصلی این میزان عددی برابر با 2713817 kWh بوده و در ساختمان مورد مقایسه عدد 4112714 kWh را مشاهده مینماییم بنابراین ساختمان اصلی ۳۵٪ کاهش مصرف الکتریسیته را شاهد هستیم.

۵-۱۱-۳-۲- مقایسه مصرف انرژی سوخت گاز در دو ساختمان

طبق داده های جداول فوق، مصرف گاز ساختمان اصلی بیشتر از ساختمان مورد مقایسه است به گونه ای که میانگین مصرف سالیانه ساختمان اصلی برابر 2841915 kWh و مصرف گاز ساختمان مورد مقایسه 1896076 kWh ریال بوده است. بنابراین ساختمان اصلی حدود ۴۰٪ افزایش مصرف گاز را نشان میدهد. این افزایش مصرف مستقیماً به علت استفاده از چیلر جذبی شعله مستقیم میباشد که از حرارت مستقیم حاصل از سوزاندن گاز طبیعی برای رطوبت زدایی از لیتیوم بروماید استفاده مینماید. پس برای مقایسه و اعلام نظر قطعی در مورد مصرف سوخت این ساختمان با توجه به اینکه مصارف انرژی براساس کیلو وات ساعت یکسان شده اند باید جمع

کل مصرف دو ساختمان را بررسی نمود. بنابراین جمع کل مصرف سالیانه ساختمان اصلی برابر 5555732 kWh بوده و ساختمان مورد مقایسه نیز 6008790 kWh میباشد. بنابراین به طور کلی ساختمان طراحی شده اصلی حدود ۸٪ کاهش مصرف انرژی را داراست که این عدد در مقیاس یک برج با حدود چهل هزار متر مربع زیربنا، عدد بسیار شایان توجهی میباشد.

۵-۱۱-۴- مقایسه میزان تولید CO2

یکی از اصلی ترین فاکتور های بررسی یک ساختمان، میزان تولید CO2 میباشد که مهم ترین اثر یک ساختمان بروی محیط زیست میباشد. نتایج بدست آمده بشرح جداول ذیل میباشد.

ردیف	تاریخ	میزان تولید CO2 kg
۱	ژانویه	۲۵۱۲۴۲.۳
۲	فوریه	۳۰۹۸۲۸.۹
۳	مارس	۱۷۶۳۴۵.۴
۴	آوریل	۱۸۸۳۸۰
۵	می	۲۳۵۱۲۸.۱
۶	ژوئن	۳۷۱۸۹۸.۷
۷	جولای	۳۳۴۳۸۴.۴
۸	اگوست	۳۲۰۹۴۰.۲
۹	سپتامبر	۲۵۷۸۱۹.۷
۱۰	اکتبر	۱۹۹۶۹۸.۸
۱۱	نوامبر	۱۷۴۵۳۳.۷
۱۲	دسامبر	۲۲۷۸۳۰.۷
۱۳	جمع	۲۸۴۷۹۳۰.۹

جدول (۵-۱۶) تولید CO2 ساختمان مورد مقایسه

ردیف	تاریخ	میزان تولید CO2 kg
۱	ژانویه	۲۲۷۶۷۹.۵
۲	فوریه	۱۹۴۶۴۹
۳	مارس	۱۶۷۱۵۸.۸
۴	آوریل	۱۵۱۵۵۶.۴
۵	می	۱۶۰۱۶۳.۳
۶	ژوئن	۱۷۳۳۷۲.۵
۷	جولای	۱۹۹۵۳۷.۳
۸	اگوست	۱۹۳۶۱۱
۹	سپتامبر	۱۷۰۳۰۵.۹
۱۰	اکتبر	۱۶۳۲۷۳.۵
۱۱	نوامبر	۱۶۲۵۹۴.۹
۱۲	دسامبر	۳۱۳۷۹۹.۷
۱۳	جمع	۲۱۷۷۶۰۱.۸

جدول (۵-۱۵) تولید CO2 ساختمان اصلی

بر اساس داده های جداول (۵-۱) و (۵-۱۶) در این بخش ساختمان اصلی، عددی برابر میزان تولید گاز CO2 در کل ساختمان اصلی برابر 2177601 کیلوگرم در سال میباشد و این رقم برای ساختمان مورد مقایسه 2847930 کیلوگرم در سال میباشد. بنابر این ساختمان اصلی حدود ۲۵٪ در کاهش تولید گاز گلخانه ای CO2 موثر عمل کرده است.

۵-۱۲- نتیجه گیری

در نهایت با گنجاندن تمامی مفروضات مد نظر در طراحی ساختمان و با توجه به کلیه داده های حاصل از شبیه سازی ساختمان در نرم افزار های مربوطه عملکرد مثبت ساختمان در بخش انرژی مشخص گردید. بدین گونه که در بخش مصرف سوخت ۷/۸٪ کاهش، و در بخش تولید CO2 تا ۲۵٪ کاهش و در قسمت های اصلی مصرف انرژی در ساختمان از جمله ۱۶٪ برای گرمایش، ۵٪ برای سرمایش و ۲۰٪ برای تولید آب گرم، کاهش مصرف انرژی را شاهد هستیم.

بنا براین استفاده همزمان از سیستم های فعالی همچون سقف سرد و چیلر جذبی به همراه سیستم های غیر فعالی مثل اینفلکتور پنل، دو پوستگی ساختمان با سازه هایی همچون شناسیل، استفاده از مواد و مصالح با ظرفیت حرارتی بالا میتواند در کاهش مصرف سوخت و انرژی در ساختمان و همچنین کاهش تولید گاز CO2 در اقلیم هایی همچون شهر سمنان تاثیرات بسزایی داشته باشد.

فهرست منابع

- ۱- تحریریه سازمان انرژی های تجدید پذیر ایران، پتانسیل تابش خورشید در ایران، ۹۸/۰۲/۰۸،
www.satba.gov.ir/br/sun/potential
- ۲- وکیلی نژاد، رزا و مدیزاده، فاطمه و مفیدی، سید محمد، اصول سامانه های سرمایش ایستا در عنا صر
معماری سنتی ایران، انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، شماره ۵، ۱۳۹۲، صفحات ۱۵۰ تا ۱۵۴
- ۳- Rubinstein, F. ; Ward, G. ; Verderber, R. (1989). "Improving the performance
of photo-electrically controlled lighting systems" (PDF). Journal of the Illuminating
Engineering Society, 18(1). pp. 70–94. Retrieved 6 September 2009
- ۴- L. Franceschi, R. K. Joels and A. Nicoletti. 1987. *The Barra Thermosyphon Air
System: Residential and Agricultural Applications in Italy, UK, and in the
Sahara*. International Conference of Building Energy Management. Lausanne,
Switzerland.
- ۵- Borden, Gail Peter; Meredith, Michael, eds. (2012). *Matter: Material
Processes in Architectural Production*. Routledge. p. 330
- ۶- Chris Wark ,ENERGY, GREEN ROOFS, PEOPLE Green Roof Energy Series Part
6: Green Roofs vs. Cool Roofs, April 25, 2019.
- ۷- Chiras, D. The Solar House: Passive Heating and Cooling. Chelsea Green
Publishing Company; 2002
- ۸- Joan C. & Baggs, David W., Australian Earth-Covered Building New South
Wales University Press, NSW Aus, 1991 ISBN 0-86840-060-2
- ۹- W. Miller, A. L. Liu, Z. Amin, and M. Gray, "Involving Occupants in Net Zero
Energy Solar Housing Retrofits: an Australian Sub-tropical Case Study," Solar
Energy, 2018
- ۱۰- محمودی، محمد مهدی. توسعه مسکن همساز با توسعه پایدار. تهران: انتشارات دانشگاه تهران،
- ۱۱- ستوده بیدختی، امیرحسین، ۱۳۹۳، مقدمه ای بر کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM در مدیریت
پروژه های ساخت، اولین کنفرانس ملی شهر سازی، مدیریت شهری و توسعه پایدار، تهران، مؤسسه ایرانیان،
انجمن معماری ایران
- ۱۲- تحریریه معماری آرل، ۱۳۹۲/۰۳/۲۶، معماری پایدار، برج هرسست، ۱۳۹۸/۰۲/۱۵،
<https://www.arel.ir/fa/News-View-536.html>
- ۱۳- تحریریه اتلیه سرور، طراحی برج شانگهای دومین آسمان خراش دنیا،
www.soorstudio.com/article/، ۱۳۹۸/۰۲/۱۷

- ۱۴- کارن سیلنتو، ۲۰۱۲/۰۵، برج البحر با نمای واکنشی،
<https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas>
- ۱۵- محمدحسین احمدی شلمانی، آشنایی با معماری بیونیک، نوآوران دانشگاه پارسه، آرتا بابا، ۱۳۸۸
- ۱۶- سبزوشرانی، مجید و خراسانی زاده، حسین و شیخ زاده، علی، بررسی تاثیر جهت گیری، جنس و رنگ جداره بیرونی ساختمان بر حرارت اکتسابی از خورشید، پنجمین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران- اردیبهشت ماه ۱۳۸۵
- ۱۷- جی زد براون، آقای، سعید، خورشید، باد و نور- طراحی اقلیمی (استراتژیهای طراحی در معماری)، انتشارات پرهام نقش، ۱۳۸۹
- ۱۸- Frank Shuman, "Process of embedding wire-netting in glass," U.S. Patent no. 483,021 (filed: July 6, 1892 ; issued: September 20, 1892).
- ۱۹- اسماعیل فرجی، هوا و اقلیم شناسی، انتشارات کارنو، تهران، ۱۳۸۴
- ۲۰- آقاپور رقیه، انواع سیستمهای سقف سرد و مزایا و معایب آن، شهریور ۱۳۹۶،
<http://home.peymansaz.org/news/2471-Types-of-cold-roof-systems-and-advantages-and-disadvantages.html>
- ۲۱- سلطان دوست محمد رضا، چیلر جذبی، انتشارات یزدا،
- ۲۲- روشن، محسن و معتمد، حسین و پیرباوقار، مهیار، شبیه سازی انرژی با نرم افزار دیزاین بیلدر، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان،
- ۲۳- میرباقری، محمدرضا، قومس: گذری بر تاریخ و اقلیم و ویژگی های فرهنگی استان سمنان، (۱۳۸۷) تهران: همپا،
- ۲۴- سبزوشرانی، مجید و خراسانی زاده، حسین و شیخ زاده، علی، بررسی تاثیر جهت گیری، جنس و رنگ جداره بیرونی ساختمان بر حرارت اکتسابی از خورشید، پنجمین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران- اردیبهشت ماه ۱۳۸۵