کتابچه‌ی راهنمای شرکت در اولین مسابقه ملی طراحی ساختمان انرژی (نزدیک) صفر

ضمیمه‌ی نظام نامه

آخرین ویرایش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۰

فرشاد عرب
احسان داوودی
الناز رجبی
ناهید عباسی
سپهر دیده ور
مریم ورقایی
سینا معماریان

تذکر: تمامی حقوق مادی و معنوی حاصل از این نظام‌نامه متعلق به پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی بوده و هرگونه استفاده بدون مجوز کتبی از این پژوهشکده، پیگرد قانونی به همراه دارد.

فهرست مطالب

فهرست اشکال ..... ت
تعریف NZEB: ۱
۱-۱ معماری ۱
۱-۱-۱ انرژی در معماری ۲
۱-۱-۲ مصالح ۵
۱-۲ انرژی ۷
۱-۲-۱ کاربرد انرژیهای تجدید پذیر در nZEB ها: ۷
۱-۲-۲ سیستم‌های فتوولتا ییک (خورشیدی) ۷
۱-۲-۳ آبگرمکن خورشیدی ۹
۱-۲-۴ نحوه‌ی مدل کردن یک سیستم خورشیدی PV در نرم‌افزار Design Builder ۹
۱-۲-۵ توربین بادی ۱۰
۱-۲-۶ نحوه‌ی مدل کردن سیستم توربین بادی در نرم‌افزار Design Builder ۱۰
۱-۳ تاسیسات و تجهیزات مکانیکی، الکتریکی، الکترونیکی و روشنایی ۱۱
۱-۳-۱ اصول کلی مدیریت انرژی در سیستم‌های تهویه مطبوع HVAC ۱۱
۱-۳-۲ اصول کلی مدیریت انرژی در سیستم‌های تهویه مطبوع HVAC ۱۲
۱-۳-۳ ساختمان هوشمند ۲۵
۱-۳-۴ تأسیسات برقی ۲۷
۱-۳-۵ تأسیسات تأمین گاز ۳۰
۱-۳-۶ بهینه سازی انرژی ۳۰
۱-۴ سطح آسایش ساکنین در ساختمان ۳۴
۱-۴-۱ آسایش حرارتی ۳۶
۱-۴-۲ آسایش نوری ۳۶
۱-۴-۳ آسایش مربوط به کیفیت هوا ۳۷
۱-۴-۴ آسایش صوتی ۳۹
۱-۴-۵ معادله آسایش ساکنین با توجه به پارامترهای محیطی ۳۹
۱-۵ امکانات تفریحی و رفاهی ۴۰
۱-۶ نوآوری و خلاقیت ۴۱
۱-۷ کیفیت ارائه، گزارش و مستندات و همخوانی این دو باهم ۴۱
۱-۷-۱ راهنمای نگارش گزارش و تحویل مستندات طرحهای ارائه شده به دبیرخانه مسابقه ۴۱
۱-۷-۲ راهنمای نگارش گزارش (فرمت ارسال آثار) ۴۶
۱-۷-۳ مستندات قابل پذیرش تیم ها به همراه اطلاعات تماس پشتیبان مربوط به هر بخش ۴۹
۱-۷-۴ سایر راه‌های اطلاع رسانی و تماس با دبیرخانه ۵۱

۱-۸ توجیه پذیری اقتصادی و میزان استقبال بازار از طرح ۵۲
۱-۹ ضمایم ۵۳
۱-۹-۱ راهنمای بهینه‌سازی با استفاده از نرم افزای Design Builder ۵۳
۱-۹-۲ نظام های بین المللی رتبه‌بندی انرژی در ساختمان‌ها ۶۱
۱-۹-۳ آمریکا ۶۲
۱-۹-۴ اتحادیه اروپا ۶۳
۱-۹-۵ آلمان ۶۴
۱-۹-۶ دانمارک ۶۵
۱-۹-۷ انگلستان ۶۵
۱-۹-۸ فرانسه ۶۶
۱-۹-۹ پرتغال ۶۷
۱-۹-۱۰ استرالیا ۶۷
۱-۹-۱۱ نیوزیلند ۶۹
۱-۹-۱۲ سایر روش‌ها ۶۹
۱-۹-۱۳ نظام‌های درجه‌بندی پیچیده ۷۰
۱-۹-۱۴ سوالات متداول ۷۴
۱-۱۰ مراجع ۷۹

فهرست اشکال

شکل ۱ آبگرمکن خورشیدی ۹
شکل ۲ مدیریت انرژی در سیستم‌های تهویه مطبوع ۱۴
شکل ۳ انتخاب حالت HVAC ۱۷
شکل ۴ انتخاب الگوی سیستم HVAC ۱۸
شکل ۵ کادر مربوط به الگوهای HVAC و امکان انتخاب بیش از یم الگو برای بخشهای مختلف ساختمان ۱۹
شکل ۶ بخش تهویه مکانیکی، انتخاب BY ZONE بعنوان روش تعیین و اِعمال هوای خروجی ۲۰
شکل ۷ تغییر تراکم ساکنین برای استفاده در MIN FRESH AIR (PER AREA) بعنوان روش تعیین و اِعمال هوای خروجی ۲۰
شکل ۸ تغییر میزان مینیمم هوای تازه ورودی برای استفاده در MIN FRESH AIR (PER AREA) بعنوان روش تعیین و اِعمال هوای خروجی ۲۱
شکل ۹ نمایی از بخش HEATING و زیر بخشهای آن ۲۲
شکل ۱۰ نمایی از بخش COOLING و زیر بخشهای آن ۲۲
شکل ۱۱ نمایی از بخش تنظیمات دمایی سیستم سرمایش و گرمایش ۲۳
شکل ۱۲ نمایی از بخش DHW و زیر بخشهای آن ۲۴
شکل ۱۳ نمایی از بخش NATURAL VENTILATION در حالت انتخاب BY ZONE بعنوان روش تعیین و اِعمال

هوای خروجی برای استخراج نتایج خاص سیستم تهویه هوای طبیعی و انجام تحلیلهای لازم باید تیک بخش MECHANICAL VENTILATION برداشته شود تا این بخش غیرفعال گردد..... ۲۵
شکل ۱۴ تصویری از یک کتابخانه بعنوان امکانات تفریحی موجود در ساختمان..... ۴۰
شکل ۱۵ امکانات تفریحی و رفاهی..... ۴۱
شکل ۱۶ نمونه ای از نوآوری در سیستم آب ساختمان..... ۴۱
شکل ۱۷ پنجره بهینهسازی در نرم‌افزار و اجزای مربوط به حل یک مسئله نمونه..... ۵۵
شکل ۱۸ پنجره مربوط به تعریف توابع هدف در نرم‌افزار..... ۵۶
شکل ۱۹ پنجره مربوط به تعریف قیود توابع هدف در نرم‌افزار..... ۵۷
شکل ۲۰ پنجره مربوط به تعریف هریک از متغیرهای بهینهسازی در نرم‌افزار..... ۵۸

فهرست جداول

جدول ۱ انرژی موردنیاز فرآیند برخی مصالح ساختمانی، بر حسب KWH/KG ۲
جدول ۲ انرژی نهان برخی مصالح ساختمانی ۴
جدول ۳ ارزش گرمایی برخی از سوخت‌ها ۴
جدول ۴ (BMAS): نظام ارزیابی مصالح ساختمانی ۶
جدول ۵ رنگ‌های استاندارد کابل‌های الکتریکی (هسته‌های عایق شده) ۲۹
جدول ۶ اقدامات پیشنهادی بهینه سازی انرژی ۳۱
جدول ۷ رابطه میان مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (بر حسب ٪ از مجموع کلی) ۳۴
جدول ۸ اهداف کلیدی به‌منظور طراحی و ساخت ساختمان‌های مناسب از منظر کیفیت هوای داخلی ۳۹
جدول ۹ مستندات قابل پذیرش تیم ها به همراه اطلاعات تماس پشتیبان مربوط به هر بخش ۵۰
جدول ۱۰ رتبه‌بندی QUALITEL ۶۶
جدول ۱۱ ضرایب تبدیل انرژی ۷۰
جدول ۱۲ محدوده‌های انتشار CO_2 برای درجه‌بندی گازهای گلخانه‌ای بر حسب $KG.CO_2/(M^2Y)$ ۷۳

تعریف *nZEB*:

ساختمان انرژی (نزدیک) صفر (n)ZEB به ساختمانی گویند، که بازدهی انرژی(تولیدی/ مصرفی) بالایی دارد. انرژی لازم برای یک ساختمان انرژی صفر یا نزدیک به صفر می‌بایست با میزان قابل‌توجهی از منابع انرژی تجدید پذیر شامل منابع تجدید پذیر متصل به ساختمان یا نزدیک ساختمان، پوشش داده شود.

۱-۱ معماری

ساختمان‌ها و کاربری‌های مرتبط با آن‌ها، مسئول بخش عظیمی از فشار بار زیست‌محیطی ناشی از عملکرد بشر محسوب می‌شوند:

- ۴۶٪ از کل مصرف انرژی؛
- ۵۴٪ از کل انتشارات جوی؛
- ۳۰٪ از کل مواد خام استفاده‌شده؛
- ۴۴٪ از مصرف آب؛

تمام این موارد می‌توانند به شدت تحت تأثیر معماران و طراحان باشند.

بسیاری از شرکت‌ها، معماران خود را استخدام می‌کنند. بسیاری از معماران در طراحی داخلی مغازه‌ها، ویترین مغازه‌ها یا "تجهیزات" داخلی اداره تخصص دارند. برخی نیز نویسنده، منتقد، روزنامه‌نگار، مدرس و یا نظریه‌پرداز می شوند. معماران ممکن است برای اداره‌ها و مقامات محلی کار کنند و احتمال دارد که بر روی برنامه‌ریزی شهری و طراحی شهری تأثیر بگذارند و یا وظایف قانونی متعدد داشته باشند. ممکن است نقشی در روند تأیید ساختمان پیدا کنند که این مورد، تنها یک امر بله و خیر نیست، بلکه ممکن است شامل مذاکره و گفتگو با طراح و مجری پروژه باشد تا طرح پیشنهادی را به نفع "صلاح جمع" تغییر دهند.

مسائل انرژی و زیست‌محیطی در هر کدام از این مراحل، وجود دارند و باید در نظر گرفته شوند. تصمیمات اولیه ممکن است تبعات پیش‌بینی نشده‌ای به همراه داشته باشند ؛ می‌توانند بعدها مانع از تصمیم‌گیری‌های به‌جا و صحیح، از منظر زیست‌محیطی شوند. هر عملی ممکن است نتایج زیست‌محیطی داشته باشد. مسائل زیست‌محیطی و پایداری، مسائل مرتبط با بقا هستند، بنابراین باید در اولویت قرار گیرند و نقشی اساسی و بنیادین داشته باشند. از مصالحه‌های "جزئی" باید اجتناب شود، چرا که به پروژه اضافه می شوند و آن را کاملاً به صورت یک پروژه‌ی ناپایدار درمی‌آورند. وظیفه‌ی اصلی معماران در میان نقش‌های بسیاری که بازی می‌کنند، همانا طراحی ساختمان‌هاست. طراحی در اوج ویژگی معمارانه قرار دارد ؛ اگرچه طراحی بسیار فراتر از ظواهر ساختمان، اصالت و یا مُد است.

مباحثی از قبیل پایداری و اینکه ساختمان چگونه کار می‌کند و چگونه منابعش را مصرف می‌کند، می‌تواند در چهار زیرشاخه قرار گیرد: *سایت، انرژی، مصالح و ضایعات* که هر کدام از این موارد موضوع بخش‌های زیر هستند.

۱-۱-۱ انرژی در معماری

انرژی در ساختمان در دو سطح زیر به کار می‌رود:

۱) *انرژی قابل بهره‌برداری*، (O)، که به‌طور سالانه صرف گرمایش، سرمایش، تهویه، روشنایی و خدمات‌رسانی به ساختمان می‌شود.

۲) *انرژی ابتدایی*، (C)، یا انرژی نهفته که در مواد و فرآیندهای ساختمان سازی وجود دارد. جالب است به این نکته اشاره شود که در اوایل دهه ۱۹۷۰، یعنی زمانی که تحلیل انرژی ساختمان در مراحل بسیار ابتدایی خود قرار داشت، میزان نسبت C/O در حدود ۵ بود، یعنی ساختمان در طی ۵ سال به همان اندازه انرژی مصرف می‌کرد که برای تولید مصالح و ساخت آن لازم بود. این میزان برای ساختمانی که بسیار بد و نامناسب ساخته شده بود، در حدود ۲,۵ (یعنی ۲,۵ سال) بود. تحلیل‌های اخیر نشان می‌دهند که این نسبت ۳۰ تا ۴۰ است. یک پژوهش حتی نسبت ۵۰ را گزارش کرد.

دلیل این امر به دو جنبه بستگی دارد: ساختمان‌ها بهبود یافته‌اند و چنین اصلاحاتی، انرژی ابتدایی (انرژی نهان) را افزایش داده است. مثلاً می‌توان به عایق گرمایی و بسیاری از محصولات پلاستیکی و فلزی اشاره کرد. در همین زمان، ساختمان های بهتر، مصرف انرژی قابل بهره‌برداری خود را کاهش داده‌اند. در دهه‌ی ۱۹۷۰، تلاش‌ها بر روی کاهش انرژی قابل بهره‌برداری متمرکز شد. حال، دغدغه‌ی اصلی تغییریافته و تلاش بر روی کاهش انرژی نهان متمرکز شده است.

انرژی نهان یا به‌طور دقیق: "انرژی موردنیاز فرآیند" (PER)[1] در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ انرژی موردنیاز فرآیند برخی مصالح ساختمانی، بر حسب kWh/kg

چوب سخت اره شده و خشک شده در معرض هوا	۰,۱۴
خاک کوبیده	۰,۱۹
بلوک‌های بتنی	۰,۳۹
بتن تیلت‌آپ پیش‌ساخته	۰,۵۲
بتن درجا	۰,۴۷
بتن پیش‌ساخته عمل آمده با بخار	۰,۵۵
چوب سخت اره شده و خشک شده در کوره	۰,۵۶
آجر رسی	۰,۶۹
اندود گچ	۰,۸۰
چوب نرم خشک‌شده در کوره	۰,۹۴
بتن اسفنجی اتوکلاوی	۱,۰۰
تخته گچی	۱,۲۲
سیمان	۵,۶۰

[1] process energy requirement

سیمان الیافی	۲,۱۱
لوح گرانیت	۱,۶۴
تخته از خرده چوب	۲,۲۲
تخته چندلا	۲,۸۹
تیر چوبی چندلا با چسب	۳,۰۵
تخته الیافی با چگالی متوسط	۳,۱۴
شیشه	۳,۵۳
تخته فشاری	۶,۶۹
فولاد نرم	۹,۴۴
فولاد نرم گالوانیزه	۱۰,۵۵
رنگ اکریلیک	۱۷,۰۸
روی	۱۴,۱۷
پی‌وی‌سی	۲۲,۲۲
مصنوعات پلاستیکی به‌طور عموم	۲۵,۰۰
مس	۲۷,۷۸
لاستیک مصنوعی	۳۰,۵۶
آلومینیم	۴۷,۰۰

تفاوت زیادی میان اطلاعات چاپ شده در مورد انرژی نهان مصالح وجود دارد که بخشی به دلیل تفاوت‌های محلی در فرآیند تولید صنعتی است، اما بخشی دیگر به دلیل روش‌های متفاوت محاسبه است. مثلاً نتایج منتشر شده در هند نشان می‌دهند که انرژی نهفته سیمان ۱,۸۶ kWh/kg (به جای ۵,۶ در بالا) و پی‌وی‌سی به میزان ۴۴ kWh/kg (به جای ۲۲,۲۲ در بالا) است. همین منبع به جای میزان ۹,۴۴ kWh/kg برای فولاد نرم که در بالا نشان داده شده است، میله‌ها را این‌گونه متمایز می‌کند: ۷,۸۳ RSJs: و ۱۱,۹ RHS معادل ۱۸,۱۴ kWh/kg.

در گستره‌ای وسیع‌تر دو روش برای محاسبه وجود دارند:

۱) روش تحلیلی که فرآیندهای دستیابی از مواد خام، از طریق مراحل متعدد تولید و حمل و نقل تا راه اندازی محصول نهایی یعنی ساختمان را دنبال می‌کند و آن را به مجموع انرژی مصرف‌شده می‌افزاید؛

۲) *روش آماری* که صنعت ویژه‌ی یک کشور، شهر، ایالت یا منطقه را بررسی می‌کند و تلاش دارد تا مجموع مصرف انرژی در آن صنعت را به همراه مجموع انرژی خروجی آن تعیین کند؛ تقسیم انرژی خروجی به مجموع مصرف انرژی، انرژی نهان در هر واحد جرم (یا دیگر واحد تولید) را می‌دهد.

بهترین داده‌ها احتمالاً ترکیب هر دو روش است.

جدول ۲، بر اساس مراجع متفاوت است و مصالح ساختمانی را به سه گروه بزرگ تقسیم می‌کند: مصالح با انرژی کم، متوسط و زیاد. تفاوت‌های موجود در بین دو جدول، نشان‌دهنده‌ی همین نکته است. جدول ۱ جزییات بیشتری دارد اما توجه داشته باشید که اعداد (دو رقم اعشار) نشان از دقتی می‌دهند که بعید است وجود داشته باشد.

اگر ساختمانی باید اصلاح شود، اولین گام، تعیین مصرف انرژی قابل بهره‌برداری و انجام ممیزی انرژی است. این مهم باید یک رویکرد دوگانه را دنبال کند:

۱) فهرستی از تمام تجهیزات مصرف‌کننده‌ی انرژی، لوازم یا تجهیزات را تهیه کنید، رتبه‌بندی مصرف انرژی آن‌ها (W) و مدت‌زمان مصرف (h) را تعیین کنید تا رقم مصرف انرژی(Wh یا kWh) به دست آید.(مبنای زمان مورد بررسی به‌طور معمول یک سال است)

جدول ۲ انرژی نهان برخی مصالح ساختمانی

کم <۱ kWh/kg	شن و ماسه	۰,۰۱
	چوب	۰,۱
	بتن	۰,۲
	آجر ماسه‌آهکی	۰,۴
	بتن سبک	۰,۵
	تخته گچی متوسط	۱,۰
۱-۱۰ kWh/kg	آجرکاری	۱,۲
	آهک	۱,۵
	سیمان	۲,۲
	پشم معدنی	۳,۹
	شیشه	۶,۰
	چینی	۶,۱
زیاد >۱۰ kWh/kg	پلاستیک‌ها	۱۰
	فولاد	۱۰
	سرب	۱۴
	روی	۱۵
	مس	۱۶
	آلومینیوم	۵۶

جدول ۳ ارزش گرمایی برخی از سوخت‌ها

سوخت	ارزش انرژی	واحد
نفت (-گاز) سبک	۱۰,۶	

نفت کوره سنگین (دسته G)	۱۱,۷	kWh/L
گاز طبیعی	۱۰,۶	
پروپان	۱۲,۹	
بوتان	۱۲,۸	
ذغال‌سنگ	۷,۵-۸,۳	kWh/kg
ذغال‌سنگ قهوه‌ای	۴,۵-۶,۳	
کک	۷,۹	
متان	۱۵,۴	
هیدروژن	۳۴,۲	

۲) کل "ورودی‌های" انرژی، قبوض برق و گاز، هر نوع سوخت جامد یا مایعی که مصرف شده است را خلاصه کنید. تمام این موارد، به‌منظور مقایسه، باید به واحد kWh تبدیل شوند. بدین منظور ضرایب تبدیل (ارزش‌های گرمایی) ارائه شده در **جدول ۳** می‌توانند استفاده شوند.

نتایج این دو رویکرد باید مشابه و یکسان باشند؛ در غیر این صورت، بهتر است که بررسی و مجدداً تطبیق داده شوند. رویکرد (۱)، مواردی را که به نحو غیر معقولی مصرف انرژی بالایی دارند و باید اصلاح شوند، مشخص می‌سازد.

تعدادی از محققان، سه نوع ممیزی انرژی را معرفی می‌کنند: مقدماتی، هدفمند و جامع. *ممیزی مقدماتی*، در برگیرنده‌ی بررسی ابتدایی، شامل جمع‌آوری کلیه قبوض انرژی است؛ این روش، سریع است و می‌تواند امکان یک ممیزی دقیق‌تر را بسنجد. *ممیزی هدفمند* ممکن است درنتیجه‌ی بررسی اولیه انجام گیرد، یعنی در صورت شناسایی نقصانی مهم و یا شناسایی یک سامانه‌ی خاص، مانند تجهیزات روشنایی یا دیگ بخار. این ممیزی ممکن است راهکارهایی را برای ارتقاء یا اصلاحات پیشنهاد دهد.

ممیزی جامع، زمان‌برترین و کامل‌ترین (همچنین گران‌ترین) نوع است. این روش ممکن است شامل ردیابی جریان‌های انرژی با شد و اندازه‌گیری‌های گسترده را در برگیرد. این ممیزی انرژی، اساس برنامه‌ی مدیریت انرژی خواهد بود. بسیاری از کشورها، استانداردهایی برای روش‌های ممیزی انرژی دارند (مانند AS.2725 یا BS EN 16247-1، در پاسخ به «دستورکار اتحادیه اروپا»[1] و ISO 50 001:2011 یا نظام ممیزی انرژی مجاز (US DOE).

۲-۱-۱ مصالح

انتخاب مصالح باید تحت تأثیر انرژی نهان باشد؛ اما برخی مسائل دیگر، که بر روی پایداری کاربرد این مصالح تأثیر می‌گذارند نیز، باید در نظر گرفته شوند. یک نوع نظام ارزیابی متداول (BMAS[2]) نظام ارزیابی مصالح

[1] EU Directive

[2] building materials assessment system

ساختمانی)، ۱۴ معیار را همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، به کار می‌برد. در زمان استفاده از چنین جدولی، برای ارزیابی مصالح ساختمانی، امتیاز ۰ تا ۵ در برابر هر معیار، به نسبت تأثیر محیطی آن اعطا می شود. بنابراین امتیاز ۰، بدون تأثیر و امتیاز ۵، بیشترین تأثیر را دارا ست. جدول‌های "کمکی" برای یاری رساندن به این امتیازدهی موجود است. هر امتیاز، (برای دستیابی به جزئیات بهتر)، به توان دو می‌رسد و عوامل وزن‌دهی (نمایش داده شده در جدول ۴) برای هر کدام از امتیازات اعمال می‌شوند.

جدول ۴ (BMAS): نظام ارزیابی مصالح ساختمانی

گروه	معیارها	وزن‌دهی	GRP
منبع اولیه	۱) آسیب رساندن به محیط هنگام استخراج مواد خام	۳	
	۲) میزان خسارت نسبت به حجم مصالح تولیدی	۲	
	۳) فراوانی منبع یا تجدیدپذیری مصالح	۴	
	۴) میزان بازیافت شده	۳	۱۲
تولید صنعتی	۵) ضایعات جامد و مایع در ساخت و تولید	۳	
	۶) آلودگی هوا در ساخت و تولید	۴	
	۷) انرژی نهان (انرژی استفاده‌شده برای تولید آن)	۵	۱۲
ساخت	۸) انرژی استفاده‌شده برای انتقال به سایت	۳	
	۹) انرژی استفاده‌شده در سایت برای نصب و احداث	۱	
	۱۰) ضایعات موجود در محل، از جمله بسته‌بندی	۲	۶
مورد استعمال	۱۱) تعمیر و نگهداری لازم در طول دوره عمر	۳	
	۱۲) تأثیرات زیست‌محیطی در طول دوره عمر (مثلاً انتشار گازهای سمی)	۳	۶
تخریب	۱۳) مصرف انرژی در طول دوره عمر و تأثیرات تخریب در پایان دوره	۲	
	۱۴) قابلیت بازیافت مصالح تخریب شده	۴	۶

مجموع توان دوم و وزن داده شده ۱۴ امتیاز، "ضریب اکولوژیک" (EF)[1] مصالح مورد نظر است که چیزی بیش از یک عدد راهنمای کیفی نیست. این امتیازدهی می‌تواند جهت‌دار با شد و ضرایب وزن‌دهی برا ساس "توافق خبرگان" تثبیت شده‌اند. این شیوه از نقطه نظر پایداری، کامل‌ترین نظام برای قضاوت در مورد مصالح ساختمانی محسوب می‌شود.

شایان ذکر است که معیارها به شدت با یکدیگر در ارتباط هستند، مثلاً اگرچه الوار دارای انرژی نهان اندکی است، اما در صورتیکه از منابع تجدیدپذیر، یعنی الوار مزارع، تهیه شود، دارای امتیاز اکولوژیکی پایینی خواهد بود. اگر الوار از جنگل‌هایی با "رشد طبیعی" و نیز توسط روش «قطع سراسری»[2] تهیه شده باشد، احتمالاً موجب فرسایش خاک می‌شود و دارای EF بالایی خواهد بود.

[1] ecological factor
[2] clean-felling method

روش ساده‌ای که توسط لاوسن (۱۹۹۶) ایجاد شد، "امتیازدهی زیست‌محیطی" است که محصولات متنوع ساختمانی را بر اساس یک سیستم ساده ۵ امتیازی درجه‌بندی می‌کند:
۱: ضعیف، ۲:معمولی، ۳: خوب، ۴: خیلی خوب، ۵: عالی

۱-۲ انرژی

۱-۲-۱ کاربرد انرژی‌های تجدید پذیر در nZEB ها:

در نگاه نخست، مفهوم انرژی، هر گونه انرژی مصرفی را شامل می‌شود، اما در نگاهی دقیق تر می‌توان انرژی را به‌عنوان مثال، محدود به انرژی الکتریکی یا انرژی حرارتی موردنیاز یک مجموعه نمود. هدف از این محدودسازی، کاهش هزینه ها تا حد ممکن می‌باشد. واضح است که مقبولیت و استقبال از یک راه حل در جامعه، وابسته به هزینه ی آن خواهد بود.

- تعاریف ساختمان صفر انرژی می‌تواند بر اساس نوع منابع انرژی تجدیدپذیر مصرفی ساختمان، دسته بندی شود:

- (Solar Thermal) حرارت خورشیدی
- (PV) فتوولتائیک خورشیدی
- (Biomass) بیوماس
- (Wind) باد
- (Wave Energy) امواج

در ادامه صرفا سیستم‌های فتوولتاییک، بادی و آبگرمکن خورشیدی معرفی می‌شود.

۱-۲-۲ سیستم‌های فتوولتاییک (خورشیدی)

به‌طور کلی سیستم های فتوولتاییک با توجه کاربردشان به دو گروه دسته بندی می شوند:

- واحدهای فتوولتاییک متصل به شبکه
- واحدهای فتوولتاییک مجزا از شبکه

لازم به ذکر است که کاربری دیگر سیستم های فتوولتاییک به صورت چندگانه میبا شد که در این حالت سیستم فتوولتاییک در کنار منابع دیگر مانند توربین باد یا دیزل، تغذیه بار را انجام می دهند.

۱-۲-۲-۱ سیستم های فتوولتاییک متصل به شبکه

به‌منظور تقویت شبکه‌ی سراسری برق و جلوگیری از فشار الکتریکی وارده بر نیروگاه ها در طی روز، می‌توان از سیستم های فتوولتاییک متصل به شبکه‌ی سراسری برق به صورت متمرکز و یا غیرمتمرکز بهره جست . امروزه سیستم های فتوولتاییک متصل به شبکه در بسیاری از کشورهای جهان در واحدهای کوچک از ۱

[1] Lawson

کیلووات الی ۵ کیلووات در بام منازل مسکونی و در واحدهای بزرگ تر به‌صورت نیروگاه های فتوولتاییک نصب و راه اندازی شده است .از مزایای این سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نصب و راه اندازی آسان
- بازدهی بالا و عدم نیاز به تجهیزات جانبی پیچیده
- عدم نیاز به باتری جهت ذخیره‌ی انرژی الکتریکی

۲-۲-۲-۱ سیستم های فتوولتاییک مستقل از شبکه ی سراسری برق

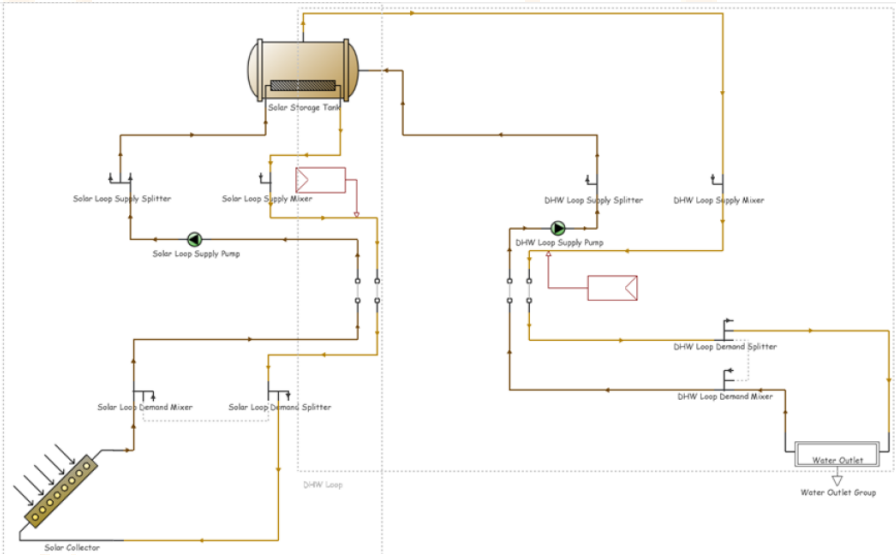
طراحی سیستم های فتوولتاییک مستقل از شبکه به گونه ای است که باید مستقل از شبکه ی برق سراسری عمل نموده و قابلیت تغذیه بارهای مستقیم (DC) و متناوب را دارا باشد. این واحدها مستقیماً به بار متصل میشوند و تمام بار را بر خلاف سیستم های متصل به شبکه تأمین می نمایند. بنابراین برای طراحی این گونه واحدها، بایستی مدل بار و کل توان موردنیاز بار در یک دوره‌ی شبانه روزی و به دنبال آن، ظرفیت واحد و تعداد آرایه های فتوولتاییک بر این اساس محاسبه شود. هم‌چنین به دلیل عدم وجود شبکه برق سرا سری، تمامی‌توان می بایستی از طریق سیستم فتوولتاییک تأمین شود .از آن جایی که سیستم فتوولتاییک قابلیت تولید پیوسته‌ی توان را ندارد (شب هنگام) و میزان تولید توان آن کاملاً به شرایط جوی وابسته می‌باشد (کاهش تولید در روزهای ابری و بارانی)، برای تغذیه‌ی مناسب و مطمئن بار باید واحد فتوولتاییک به سیستم ذخیره ساز انرژی مجهز شود. ظرفیت ذخیره ساز انرژی به میزان مصرف بار در ساعت‌هایی که تولید وجود ندارد، بستگی دارد. همچنین برای افزایش حاشیه‌ی امنیت، باید سیستم ذخیره ساز انرژی، قابلیت تغذیه‌ی کل بار سیستم را بدون استفاده از انرژی سیستم فتوولتاییک برای چند روز داشته باشد. زیرا در صورتی که چند روز متوالی شرایط جوی مناسب نباشد (چند روز ابری متوالی)، می بایست بارهای محلی را تغذیه نماید. از جمله مزایایی که در رشد و توسعه‌ی سیستم های فتوولتاییک مجزا از شبکه نقش عمده ای دارد، میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- عدم نیاز به شبکه ی سراسری، سیستم انتقال شبکه و تعمیر و نگهداری آن
- عدم نیاز به سوخت و رفع مشکلات سوخت رسانی به ویژه در مناطق صعب العبور
- عدم نیاز به تعمیر و نگهداری مداوم و طول عمر مناسب .

کاربرد اصلی این گونه واحدها در مکانهایی است که شبکه ی اصلی قدرت در دسترس نبوده و یا برای اتصال به شبکه‌ی قدرت، هزینه‌ی زیادی لازم است. برای مثال در سایت های مخابراتی که در کوهستان ایجاد شده اند، برای تأمین برق خانه های مسکونی، کلبه های روستایی، پمپ های آبرسانی، روشنایی و به‌طور کلی رفع نیاز الکتریکی مناطقی که دارای شبکه سرا سری برق نمی‌باشند، می‌توان از سیستم فتوولتاییک مستقل از شبکه استفاده کرد. در این سیستم ها از آرایه های نصب شده بر بام ها و یا بر روی زمین، یک کنترل کننده ی شارژ باتری و یک مبدل برای تأمین برق استفاده می‌شود.

۱-۲-۳ آبگرمکن خورشیدی

یک سیستم آبگرمکن خورشیدی با استفاده از چرخه ی خورشیدی ساخته می‌شود که ترکیبی از جمع‌کننده های نور خورشید، پمپ ها، تانک های آب و گرمکن‌های خورشیدی می‌باشد. چندین ماژول جمع‌کننده‌ی نور خورشید می‌تواند به صورت سری و یا موازی با هم ترکیب شوند. منبع سیستم خورشیدی شامل یک گرمکن خورشیدی، پمپ چرخان آب و کنترل کننده ی نقطه ی تنظیم برای کنترل نقطه ی تنظیم حلقه، می‌باشد. یک سیستم خورشیدی می‌تواند مستقیما به خروجی های حلقه ی آب گرم خانگی، ابتدا با حذف آب گرمکن از سمت تغذیه کننده ی حلقه ی آب گرم خانگی و سپس اتصال سیستم آب گرمکن خورشیدی به سمت تغذیه کننده آب گرم خانگی، وصل شود.



شکل ۱ آبگرمکن خورشیدی

ترموستات دیفرانسیلی دما را در گرمکن آب و در کلکتور مقایسه می‌کند، پس پمپ این سیستم فقط زمانی روشن می‌شود که یک ضریب گرمایی قابل استفاده وجود داشته باشد.

۱-۲-۴ نحوه‌ی مدل کردن یک سیستم خورشیدی PV در نرم‌افزار Design Builder

شما می‌توانید پنل های فتوولتاییک را با پیروی از مراحل زیر به مدلتان اضافه کنید:

۱) ابتدا به سطح ساختمان رفته و آیکون Draw solar collector را کلیک کنید.

۲) نوع کلکتور را از منوی pop-up انتخاب کنید. برای مثال، برای انتخاب یک پنل pv گزینه‌ی Add solar collector-Photovoltaic را انتخاب کنید.

۳) کلکتور خورشیدی را قرار داده و رسم کنید. می‌توانید پنل را روی یک بلوک ساختمان موجود یا روی زمین رسم کنید.

۴) می‌توانید تنظیمات کلکتور خورشیدی را با دو بار کلیک روی شکل گرافیکی آن یا یک بار کلیک روی بخش کلکتور خورشیدی در Navigator ، بازنویسی کنید.

۵) بخش الکتریکی pv را در سطح ساختمان روی تب Generation تعریف کنید:

- جعبه ی include electrical load centres را چک کنید
- یک مرکز بار الکتریکی اضافه کنید و جزئیات سیستم را ویرایش کنید.
- نوع اینورتر را مشخص کنید.
- اگر از ذخیره کننده ی الکتریکی استفاده می‌کنید نوع آن را مشخص کنید.
- کلکتور خورشیدی ساختمان را روی تب Generation list انتخاب کنید.

۶) زمانی که شبیه‌سازی تمام می‌شود می‌توانید میزان تولید PV را روی تب آنالیز و خلاصه بصورت زیر مشاهده کنید:

Electric Loads Satisfied

	Electricity [kWh]	Percent Electricity [%]
Fuel-Fired Power Generation	0.00	0.00
High Temperature Geothermal*	0.00	0.00
Photovoltaic Power	88.59	0.06

۱-۲-۵ توربین بادی

توربین‌های بادی، انرژی حرکتی و جنبشی اطراف پره‌ها را به الکتریسیته تبدیل می‌کنند. مدل توربین بادی Energy Plus ،توان الکتریکی تولید شده را بر اساس مشخصه‌های خود توربین مانند شرایط محیطی محلی، مثل سرعت باد و تراکم هوا در ارتفاع سیستم، محاسبه می‌کند. این مدل، اطلاعات آب و هوایی را از فایل داده‌های هواشناسی به دست می آورد و سپس سرعت باد و تراکم هوا را در ارتفاع مشخص سیستم، تعیین می‌کند. هم‌چنین نیاز به کاربر، برای واردکردن سرعت باد متوسط سالیانه در محل نصب و ارتفاع اندازه‌گیری وجود دارد.

این مدل، الگوریتم‌های جزئی برای ژنراتورها و اینورترها را به خاطر نگرانی‌ها برای همگرایی محاسباتی، زمان و استفاده‌پذیری، شامل نمی‌شود. در عوض، همه‌ی تلفات تبدیلات زیر سیستم‌ها را با واردکردن بازدهی کل سیستم، برای استخراج توان بیشینه‌ی توربین باد شامل می‌شود. قسمت بازدهی کل سیستم باید به‌وسیله‌ی کاربر مشخص شود.

۱-۲-۶ نحوه‌ی مدل کردن سیستم توربین بادی در نرم‌افزار Design Builder

می‌توان یک یا چند توربین بادی را با استفاده از دستورالعمل زیر در مدل به کار برد:

۱) ابتدا بخش الکتریکی سیستم توربین بادی را در سطح ساختمان روی تب Generation زیر سرخط on site electricity generation تعریف کنید:

- جعبه‌ی include electric load centres را چک کنید.
- یک مرکز بار الکتریکی اضافه کرده و جزئیات سیستم را ویرایش کنید.
- از یکی از انواع باس های AC استفاده کنید.
- اگر از ذخیره ساز استفاده می‌کنید، نوع آن را مشخص کنید.
- توربین بادی را روی تب Generation list انتخاب کنید.
- مطمئن شوید که یک مرکز بار الکتریکی جدید تعریف کرده باشید که نوع صحیح آن روی تب HVAC انتخاب می‌شود.

۲) زمانی که شبیه‌سازی تمام می‌شود می‌توانید سهم توربین بادی را به‌صورت درصد و یا مطلق در تب Summary مطابق زیر ببینید.

Electric Loads Satisfied

	Electricity [kBtu]	Percent Electricity [%]
Fuel-Fired Power Generation	0.00	0.00
High Temperature Geothermal*	0.00	0.00
Photovoltaic Power	0.00	0.00
Wind Power	13690.55	3.27

۳-۱ تاسیسات و تجهیزات مکانیکی، الکتریکی، الکترونیکی و روشنایی

۱-۳-۱ اصول کلی مدیریت انرژی در سیستم‌های تهویه مطبوع HVAC[1]

HVAC مخفف حروف ابتدایی Heating و Ventilating Air Conditioning است که به مجموعه فناوری‌های مربوط به «گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع» اطلاق می شود که دربرگیرنده فناوری‌های مربوط به ایجاد آسایش از طریق تهویه و ایجاد شرایط دمایی مطبوع برای محیط‌های داخلی ساختمان است. در اصل علت ایجاد سیستم‌های تهویه مطبوع، فراهم کردن آسایش و هوای داخلی مطلوب، بدون در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی بوده است .

طراحی سیستم‌های HVAC یکی از زیرگروه‌های اصلی مهندسی مکانیک و بر اساس اصول ترمودینامیک، مکانیک شاره‌ها و انتقال گرما شکل گرفته است. گاهی بحث مربوط به سردسازی (Refrigeration) نیز به آن

[1] Heating, Ventilation and Air Conditioning

اضافه می‌شود و نام آن به‌صورت اچ‌وی‌ای‌سی‌آر (HVACR) یا اچ‌وی‌ای‌سی و آر (R&HVAC) بیان می‌شود؛ حتی در برخی موارد بحث تهویه (ventilating) از آن حذف شده و به‌صورت اچ‌ای سی‌آر (HACR) نیز به‌کار می‌رود. اچ‌وی‌ای‌سی نقش مهمی در طراحی ساختمان‌های اداری و صنعتی متوسط تا بزرگ مانند آسمان‌خراش‌ها و محیط‌های دریایی مانند آکواریوم‌ها، که در آن‌ها، ایمنی و سلامت محیطی تابع تغییرات رطوبتی و دما است، دارد.

پایه و اساس صنعت گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع توسط اختراعات و اکتشافات افرادی مانند مایکل فارادی، ویلیس کریر، روبن‌ترین، جیمز ژول، ویلیام رانکین و نیکولا سعدی کارنو بنیان گذاشته شده است.

ارتباط سه عامل گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع باعث فراهم آوری آ سایش حرارتی در ساختمان‌ها، کیفیت مناسب هوای داخل ساختمان‌ها و هزینه‌های مناسب مربوط به نصب، راه‌اندازی و تعمیر و نگهداری این سیستم‌ها گردید. این سیستم‌ها عمل تهویه را با کاهش نفوذ هوا و حفظ فشار میان محیط‌های مرتبط باهم انجام می‌دهند. چگونگی پخش و جمع‌آوری هوا در محیط ها، با عنوان سامانه‌ی «توزیع هوا در محیط» شناخته می‌شود.

۲-۳-۱ اصول کلی مدیریت انرژی در سیستم‌های تهویه مطبوع HVAC[۱]

گام اول در بهبود کارایی سیستم تهویه مطبوع، بررسی مواردی است که با تغییرات مستقیم قابل‌اجرا هستند. در بیش‌تر موارد با کاهش تعداد پنکه‌ها و پمپ‌ها به جای متناوب کردن آن‌ها به‌وسیله‌ی کنترل‌های پیچیده، می‌توان انرژی بیشتری را ذخیره کرد. کامپیوتر را باید برای سیستم‌هایی بکار برد که تحت کنترل‌های استاندارد در حد کارایی خود عمل می‌کنند و یا تعداد قسمت‌های تحت کنترل آن‌ها متعدد می‌باشد[۳].

گام بعدی، بررسی نیاز گرمایش و سرمایش اولیه تسهیلات است.منظور گرم و سرد کردن افراد توسط سیستم تهویه مطبوع ا ست نه ساختمان، که تشخیص این واقعیت ساده می‌تواند به تغییراتی در الگوی اجرایی منجر شود که حاصل آن صرفه‌جویی‌های عظیم است.

گام چهارم، به‌کارگیری کارآمدترین تجهیزات است. برای مثال به ازای یک اندازه خاص موتور، محدوده‌ی نسبتاً وسیعی از راندمان موتور الکتریکی وجود دارد . به‌طور مشابه در محرک‌های موتوری یا پمپ‌های سرعت متغیر، امکان صرفه‌جویی وجود دارد.

هم‌چنین می‌توانیم با به‌کارگیری روش‌های کارکرد و نگهداری(شامل تغییرات کوچک در کنترل) هزینه‌ها را به حداقل مقدار برسانیم[۴].

کنترل‌هایی که در سیستم‌های حرارتی و برودتی و هم‌چنین دستگاه‌های تهویه مطبوع خانگی، صنعتی، رطوبت‌گیری و رطوبت زن، کنترل جریان هوا، صافی‌ها و غیره به کار می‌روند از انرژی‌ها و پتانسیل‌های

[۱] Heating, Ventilation and Air Conditioning

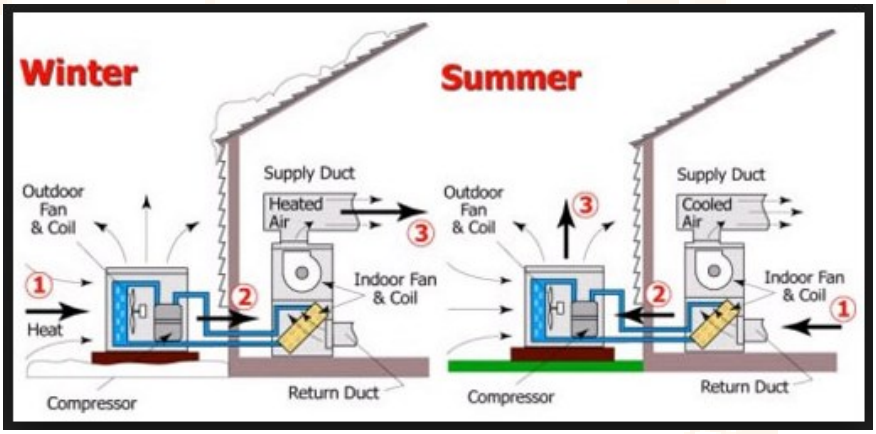
متفاوتی استفاده می‌کنند که در مقابل تغییرات هر یک از پارامترهای زیر حساس هستند و اساسی‌ترین آن‌ها عبارت می‌باشند از[۵]:

- درجه حرارت (انواع ترموستات و ترموکوپل‌ها)
- فشار(انواع کلیدهای تابع فشار)
- مایعات و گازها (فلدسوئیچ ها یا کلیدهای جریان)
- سطح مایعات(کنترل سطح)
- زمان(تایمرها و ساعت‌ها)
- رطوبت(رطوبت‌سنج‌ها و کنترل رطوبت)
- نور(فتوسل)
- مقاومت الکتریکی
- میدان مغناطیسی(رله های مغناطیسی)
- ولتاژ
- جریان الکتریکی
- محصولات احتراق(فایر استات)
- مواد شیمیایی(آشکار ساز گاز کولر، دستگاه‌های
- اندازه‌گیری co و co2 در سیستم‌های تهویه مطبوع)

برخی از روش‌های کنترل سیستم‌های تهویه مطبوع HVAC :

- سردکننده در هنگام شب با هوای بیرون
- تنظیم با دمای شب
- به حداقل رساندن هوای بیرون در حین گرمایش
- کاهش تهویه بیش‌ازحد

- استفاده از هوای بیرون برای سرمایش در صورت امکان
- کاهش مرطوب کردن یا رطوبت‌زدایی بیش‌ازحد
- کاهش ظرفیت اضافی گرمایش یا سرمایش



شکل ۲ مدیریت انرژی در سیستم‌های تهویه مطبوع

۱-۲-۳-۱ مقدمه‌ای بر طراحی سیستم تأسیسات *HVAC* در نرم‌افزار *Design Builder*

با توجه به اینکه نرم‌افزار دیزاین بیلدر یک محیط مدل‌سازی کاربر پسند است که در آن می‌توان مدل‌های مجازی از ساختمان را ایجاد و شبیه سازی کرد، برای طراحی و تحلیل انرژی ساختمان‌هایی با کاربری‌های مختلف، بسیار مناسب است. در این نرم‌افزار، اطلاعات بسیار متنوعی از عملکرد ساختمان ارائه می شود که شامل: تولید به مصرف انرژی، تولید کربن، شرایط آسایش ساکنین، روشنایی روز، بیشترین دمای تابستانه و ابعاد سیستم سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع و... می‌باشد. برخی از کاربردها و موارد استفاده از نرم‌افزار DB به شرح زیر است:

- محاسبه‌ی میزان مصرف/تولید انرژی ساختمان
- اعتبار سنجی طراحی نما جهت بررسی مباحث انتقال حرارت و ظاهر ساختمان.
- شبیه‌سازی حرارتی ساختمان‌های با تهویه طبیعی
- ارائه‌ی گزارش از میزان ذخیره‌ی انرژی در سیستم روشنایی با توجه به استفاده از روشنایی طبیعی
- نمایش مشخصات و مختصات سایت، تابش و سایه اندازی‌های نور خورشید
- ارائه‌ی مدل‌های انرژی ASHRAE 90.1 and LEED
- محاسبات اقتصادی بر طبق هزینه‌های ساخت، هزینه‌های انرژی و هزینه‌های چرخه عمر ساختمان(LCC) و ملاحظات مربوط به بهره‌وری کارکنان
- تعریف و حل مسائل بهینه‌سازی‌های مختلف با توجه به توابع هدف، قیود و متغیرهای بهینه سازی

- طراحی سیستم مدیریت انرژی در ساختمان(EMS)

در این نرم‌افزار تمامی موارد مربوط به آسایش ساکنان مانند آسایش حرارتی، بصری و . . . دیده شده است. در این نو شتار با توجه به اهمیت بالای طراحی سیستم HVAC برای ساختمان‌های انرژی صفر، چگونگی طراحی این سیستم در نرم‌افزار دیزاین بیلدر توضیح داده می‌شود.

۲-۲-۳-۱ گرمایش

انواع مختلفی از سیستم‌های گرمایشی استاندارد وجود دارد. مثلاً در مناطق با آب‌وهوای سرد برای خانه‌های شخصی و ساختمان‌های عمومی می‌توان از گرمایش مرکزی (شوفاژ) برای گرم‌کردن استفاده کرد. چنین سیستم‌هایی شامل یک دیگ بخار، کوره (مشعل) یا پمپ گرمایی برای گرم‌کردن آب، بخار و یا هوا هستند که همه‌ی این‌ها در یک مکان مرکزی مانند موتورخانه در یک خانه یا اتاق تأسیسات در ساختمان‌های بزرگ قرار می گیرند. در گذشته استفاده از آب گرم برای گرمایش مرسوم تر بود، اما امروزه با نیروی هوا که محبوب تر می‌باشد، تهویه مطبوع صورت میگیرد. برخی از مزایای آن نیز شامل : اثرات بهتر در تهویه مطبوع، صرفه‌جویی ۱۵ تا ۲۰ در صدی انرژی است. البته هزینه‌ی راه اندازی آن بالاتر از سیستم های تهویه سنتی می‌باشد.

۲-۲-۳-۱ سرمایش و تهویه مطبوع

سیستم‌های تهویه مطبوع و سرد سازی برای رفع گرما ایجاد شده‌اند. سرما به معنای نبود گرما ست و تمام سیستم‌های تهویه مطبوع برطبق این اصل مهم عمل می‌کنند. حذف گرما می‌تواند از طریق فرایندهای تابش، همرفت و یا چرخه تبرید صورت گیرد. یک سیستم تهویه مطبوع یا یک سیستم تهویه مطبوع مستقل برای یک خانه یا ساختمان، ایجاد سرما، تهویه و کنترل رطوبت را فراهم می‌آورد. وظیفه‌ی یک سیستم تهویه مطبوع، گرمایش و سرمایش ، رطوبت دهی و خشک کردن ، و تصفیه هوا می‌باشد . برای انسان دما و رطوبت لذت بخش در داخل محل زندگی دمای ۲۲درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ است.

بعد از این توضیحات، راجع به چگونگی ورود و اعمال تنظیمات بخش HVAC در نرم‌افزار دیزاین بیلدر بحث خواهد شد. در این راهنمای آموزشی به معرفی تب HVAC در نرم‌افزار دیزاین بیلدر پرداخته شده است.

۲-۲-۳-۱ انتخاب حالت *HVAC*

برای HVAC در دیزاین بیلدر می‌توان یکی از دو حالت زیر را انتخاب نمود:

- Simple HVAC
- Compact HVAC

Simple HVAC : برای استفاده در مراحل طراحی اولیه یا برای سایر تحلیل‌هایی که در آن‌ها رفتار دقیق گرمایش، سرمایش و تهویه مکانیکی موردنیاز است، مناسب می‌باشد. هنگامی که شما یک الگو را انتخاب کردید، اطلاعات لازم برای بخش‌های مختلف HVAC بارگذاری شده و مشخص می شوند با این حال شما

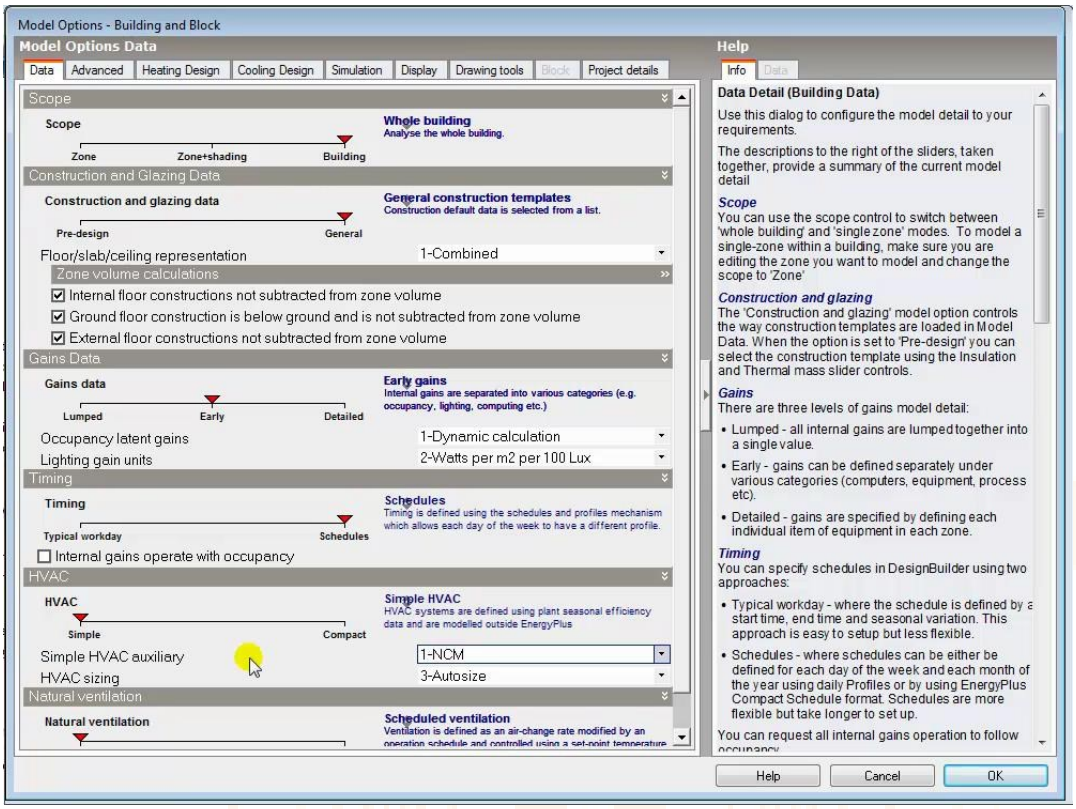
می‌توانید هِدرها را برای ورود جزئیات مورد نظر خود در صورت متفاوت بودن آن‌ها با مقادیر متناظر سیستم که بطور پیش‌فرض تعیین شده باز کرده و تغییرات لازم را اعمال نمایید.

در این وضعیت سیستم سرمایش/گرمایش با استفاده از الگوریتم محاسبات بار پایه، مدل می شود. به‌منظور محاسبه بارهای سرمایشی و گرمایشی برای سیستم گرمایش همرفتی و همه‌ی سیستم‌های سرمایشی، سیستم 'Purchased Air' انرژی پلاس بکار برده می‌شود. 'Purchased Air' هوای سرد/گرم با دمای از پیش تعیین شده و همچنین رطوبت برای سرمایش و گرمایش را تأمین می‌کند. بارهای تهویه مکانیکی برای هر ناحیه به‌طور محلی محاسبه می شوند. اگر نوع سیستم گرمایش تابشی/همرفتی انتخاب شود، به‌منظور محاسبه‌ی بارهای گرمایشی، سیستم 'High Temp Radiant System' انرژی پلاس استفاده می‌شود.

Compact HVAC : در این حالت سیستم‌های سرمایش/گرمایش با استفاده از تعاریف HVAC پارامتر نسبتا ساده‌ای در دیزاین بیلدر مشخص شده اما در انرژی پلاس با جزئیات مدل می‌شوند. این حالت یک راه ورودی قدرتمند به مدلسازی Energy Plus HVAC می‌باشد که بطور کلی به شما اجازه می‌دهد سیستم‌های HVAC را با بعضی جزئیات، بدون نیاز به ترسیم یک شبکه جریان هوا و روبرو شدن با پیچیدگی‌های سیستم‌های کنترلی و اتصالات گره‌ای مدل نمایید. شما می‌توانید با استفاده از این حالت، بسیاری از سیستم‌های HVAC رایج شامل حجم هوای متغیر با بازگرمکن ترمینال، حجم هوای متغیر با PIU، حجم ثابت، واحدهای فن کویل، واحدهای Packaged DX و تهویه مکانیکی و . . . را مدل کنید. سیستم سرمایش/گرمایش مشخص شده در دیزاین بیلدر با بکارگیری توصیفات Compact HVAC بطور اتوماتیک در پشت صحنه تعاریف با جزئیات HVAC بسط داده می شود و امکان مدل کردن اجزایی چون بویلر، چیلر، کویل‌ها، پمپ، برج خنک‌کننده و مشخصات بار بخش فن در Energy Plus فراهم می‌آید. شبیه سازی‌های انرژی پلاس روی مدل‌های اجزای HVAC انجام می‌شودکه توسط دیزاین بیلدر و به‌واسطه‌ی توصیفات فشرده تولید شده‌اند.

در هر دو مورد، مصرف انرژی سوخت چیلر و بویلر (به‌عنوان تولیدکننده گرما) از بارهای سرمایش و گرمایش، به‌عنوان یک پس پردازش با استفاده از عوامل بهره‌وری محاسبه می‌شود

برای تغییر حالت پیش‌فرض نرم‌افزار و انتخاب یکی از حالات دلخواه بالا، کافیست روی نماد در نوار ابزار کلیک کرده و سپس در صفحه باز شده در تب data وارد شده و در قسمت HVAC با حرکت دادن لغزنده، حالت دلخواه خود را تعیین نمایید.



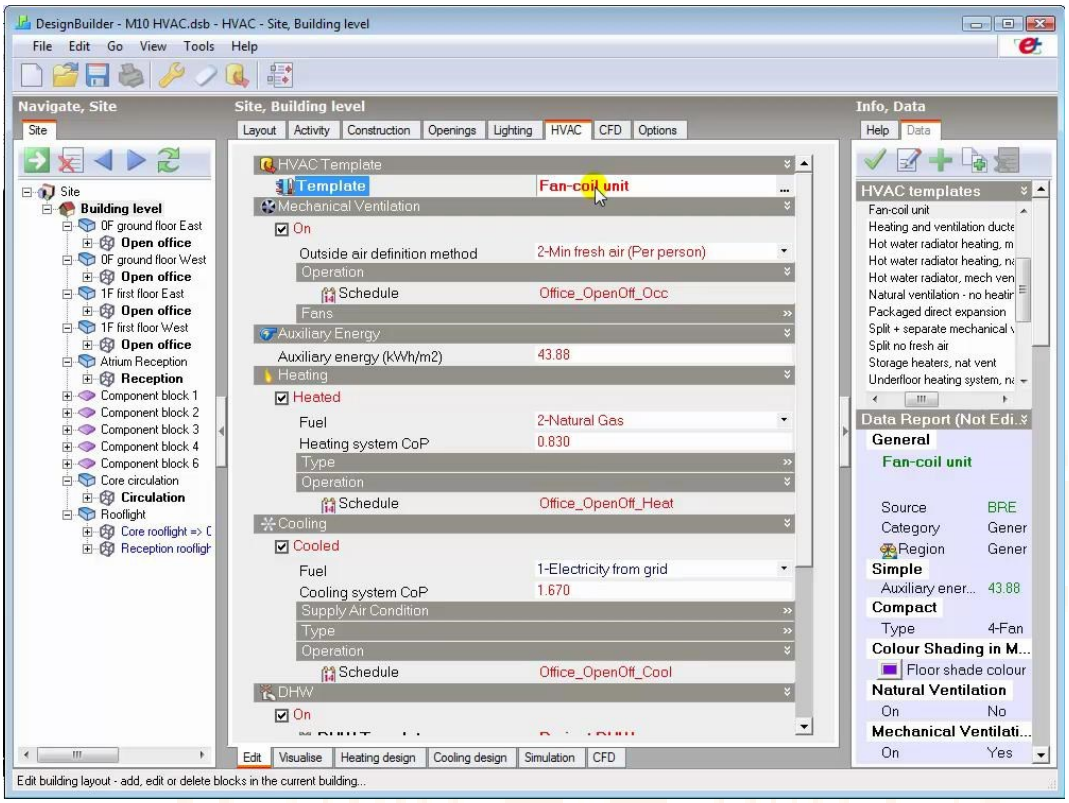
شکل ۳ **انتخاب حالت HVAC**

۵-۲-۳-۱ معرفی بخش‌های مهم تب *HVAC*

تب HVAC دارای بخش‌های مختلفی است که در ادامه به توضیح هر یک خواهیم پرداخت. با استفاده از این بخش‌ها می‌توانید اهداف مورد نظر خود را در سیستم HVAC اعمال کرده و نتایج تحلیل‌های انجام شده را به دست آورید.

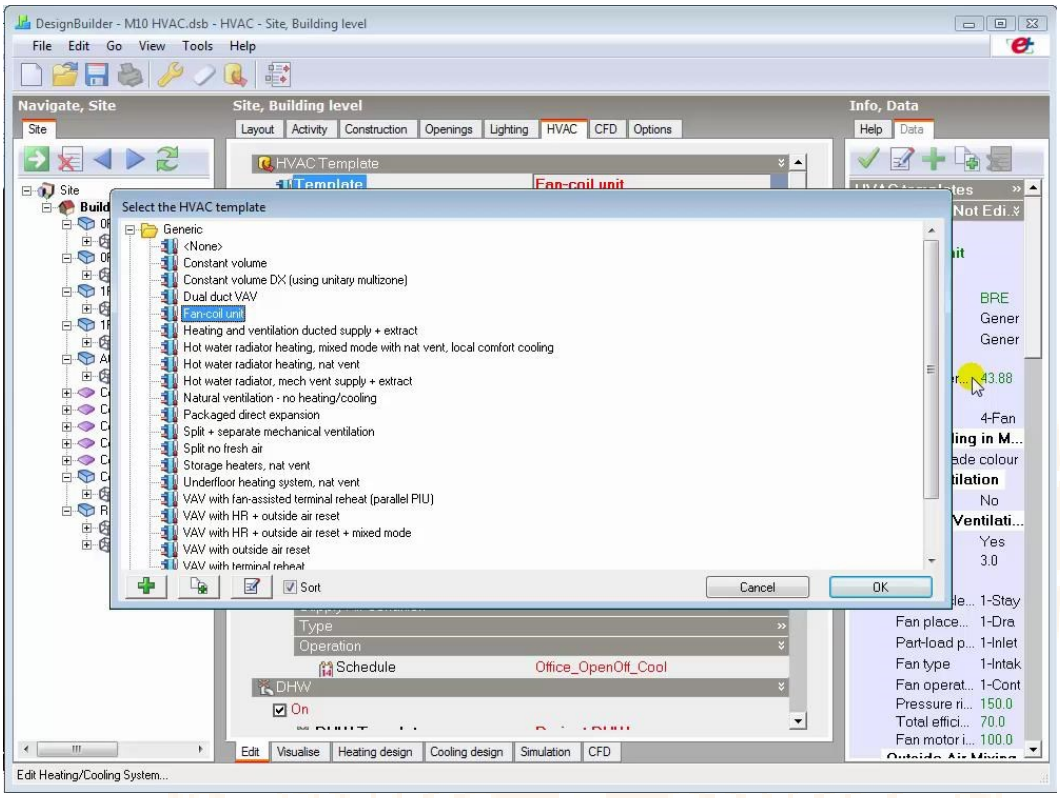
HVAC Template

نرم‌افزار دیزاین بیلدر الگوهایی را در خود دارد که با انتخاب آن‌ها، می‌توان اطلاعات را از لیستی از سیستم‌های HVAC مرسوم بارگذاری نمود. شما می‌توانید الگوی HVAC مورد نظر را در تب HVAC، با کلیک روی گزینه template در بخش HVAC template و سپس کلیک روی ' ... ' در سمت راست آن و انتخاب از بین لیست الگوهای موجود مشخص نمایید (شکل ۴).



شکل ۴ انتخاب الگوی سیستم HVAC

با انتخاب الگوی مورد نظر، انرژی کمکی مصرف‌شده توسط فن‌ها و پمپ‌ها بطور اتوماتیک برای سیستم انتخابی تنظیم خواهد شد. برای هر دوی سیستم سرمایش و گرمایش، نوع سوخت، ضریب عملکرد سیستم، دمای تأمین هوا و رطوبت از الگو بارگذاری می‌شود. به‌طور کلی لازم است که دیتای الگو را متناسب با اهداف خود ویرایش نمایید. در بسیاری موارد بیش از یک سیستم HVAC موردنیاز است، در این حالت برای ساختمانی که در برخی بلوک‌ها یا نواحی آن سیستم HVAC متفاوتی وجود دارد از علامت + موجود در بخش الگوها استفاده کنید.



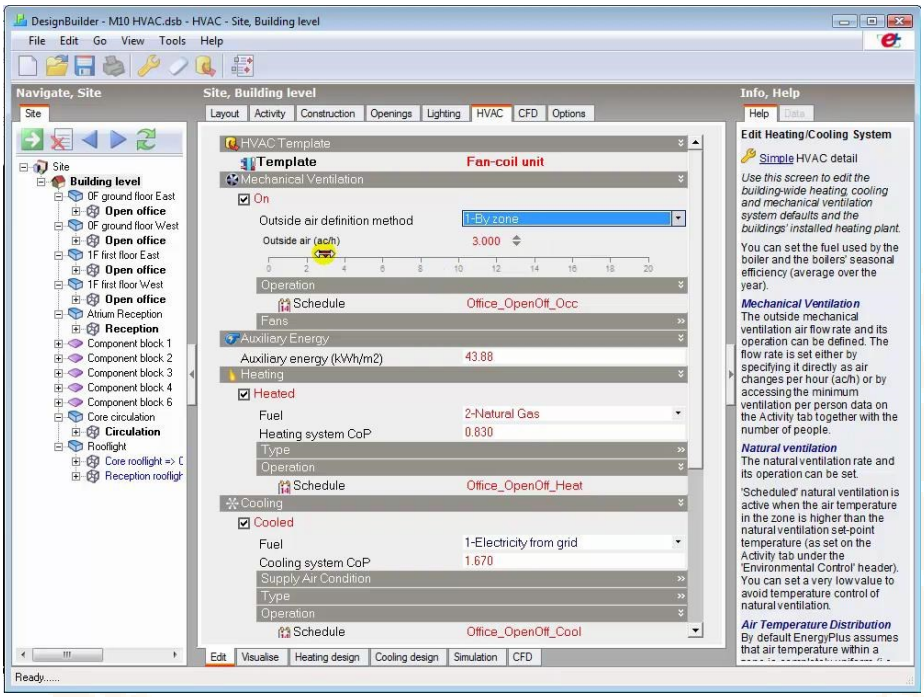
شکل ۵ کادر مربوط به الگوهای HVAC و امکان انتخاب بیش از یم الگو برای بخش‌های مختلف ساختمان

Mechanical Ventilation

در این بخش ابتدا روش تعیین هوای خروجی را با انتخاب یکی از حالات زیر مشخص می‌کنیم:

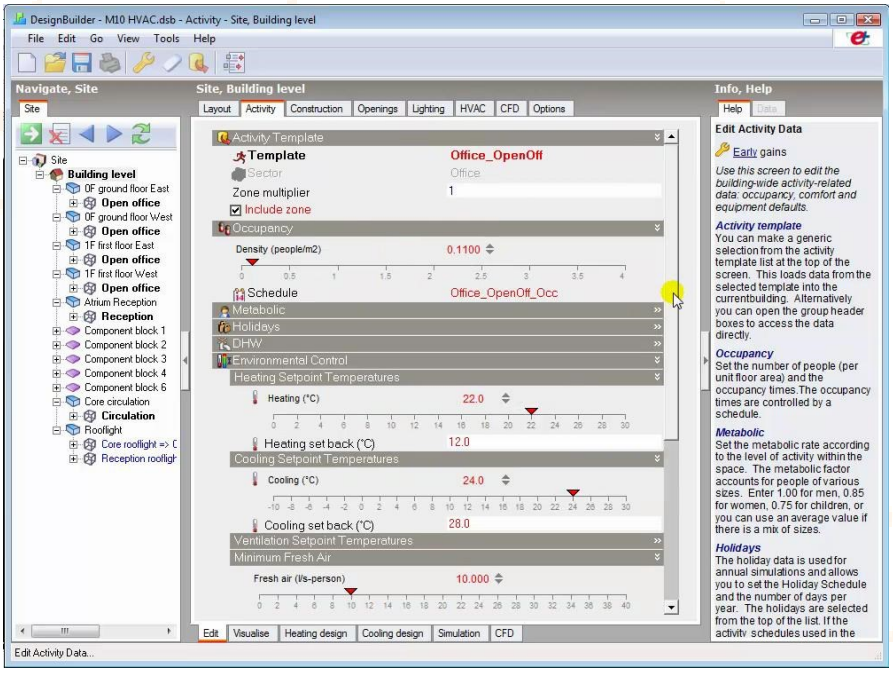
- By zone
- Min fresh air (per person)
- Min fresh air (per area)
- Min fresh air (Sum per person + per area)
- Min fresh air (Max per person and per area)

با انتخاب هر یک از حالات بالا ممکن ا ست نیاز به تغییرات در همان بخش یا بخش‌های دیگر دا شته با شیم. برای مثال با انتخاب By zone یک محور نمایان می شود که با ا ستفاده از لغزنده روی آن می‌توان نرخ تغییر هوا را روی مقدار دلخواه تنظیم نمود (شکل ۶).

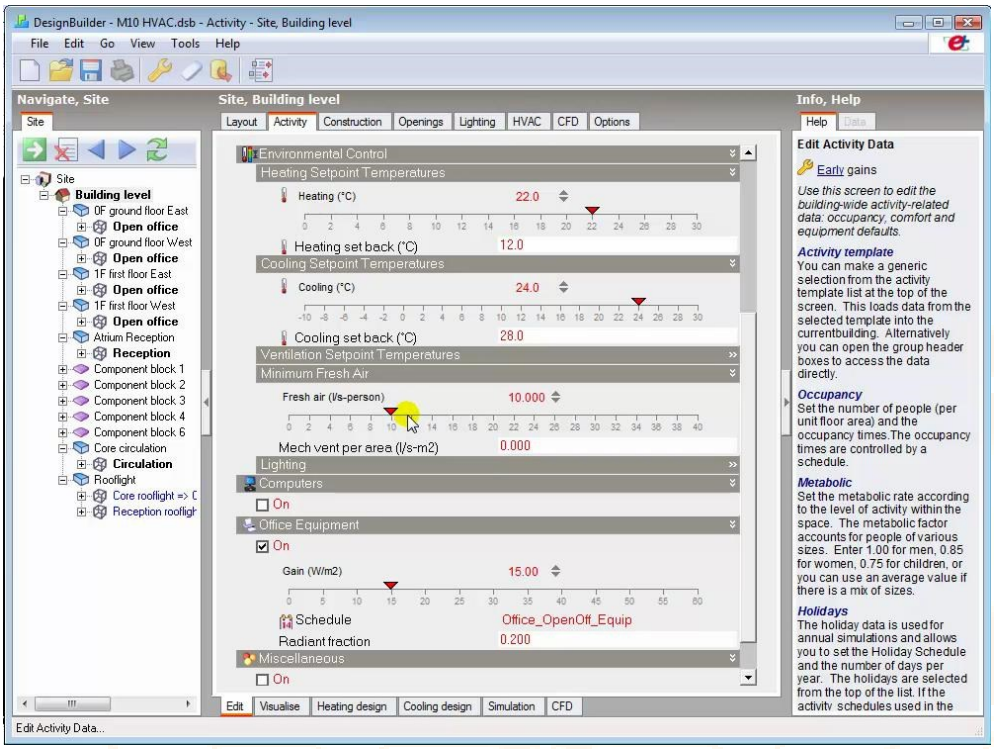


شکل ۶ بخش تهویه مکانیکی، انتخاب By zone بعنوان روش تعیین و اِعمال هوای خروجی

یا اگر Min fresh air (per area) انتخاب شـــود بر اســـاس تراکم جمعیتی در هر متر مربع (موجود در تب Activity>occupancy) و مینیمم هوای تازه مشـــخص شـــده در Activity>Minimum Fresh Air میزان تهویه هوا تحلیل خواهد شد (شکل‌های ۷ و ۸).



شکل ۷ تغییر تراکم ساکنین برای استفاده در Min fresh air (per area) بعنوان روش تعیین و اِعمال هوای خروجی



شکل ۸ تغییر میزان مینیمم هوای تازه ورودی برای استفاده در Min fresh air (per area) بعنوان روش تعیین و اِعمال هوای خروجی

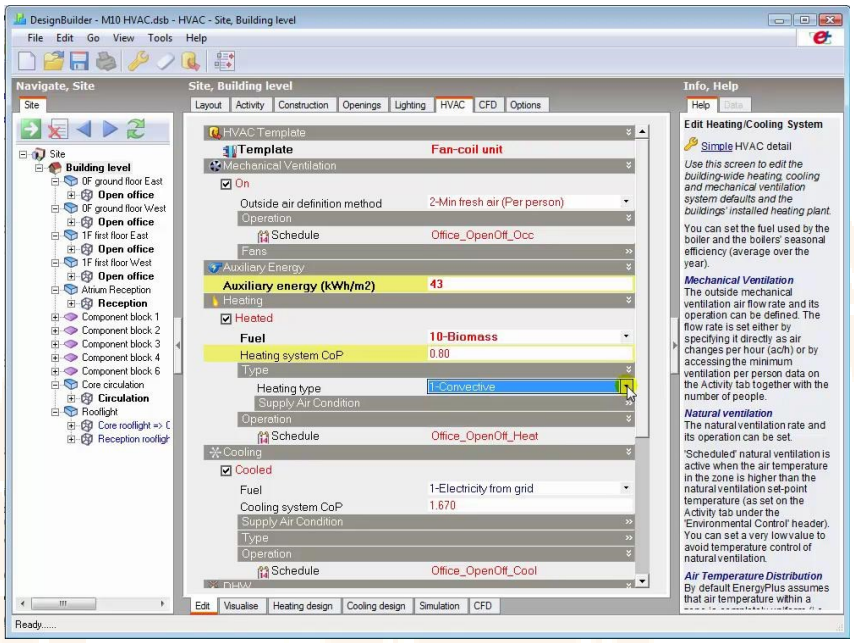
در بخش Operation برنامه زمانی برای سیستم HVAC تعیین می شود که البته پارامترهای آن قبلاً در زیر بخش‌های تب Activity تنظیم شده است.

Auxiliary Energy

در این بخش می‌توان میزان مصرف انرژی کمکی را مشخص نمود

Heating

در این بخش تنظیمات گرمایشی انجام می‌شود. در زیر بخش Fuel، نوع سوخت مصرفی برای تجهیزات سیستم گرمایشی تعیین می شود، سوخت هایی مانند گاز طبیعی، ال پی جی، بیوگاز و . . . ضریب عملکرد سیستم گرمایشی نیز در زیر بخش Heating system CoP مقداردهی می‌شود. در زیر بخش Type، نوع گرمایش از بین دو حالت همرفتی و تششعی/همرفتی انتخاب می شود. برنامه زمانی سیستم گرمایشی نیز در زیر بخش Operation و با انتخاب از بین الگوهای موجود مشخص می‌گردد.



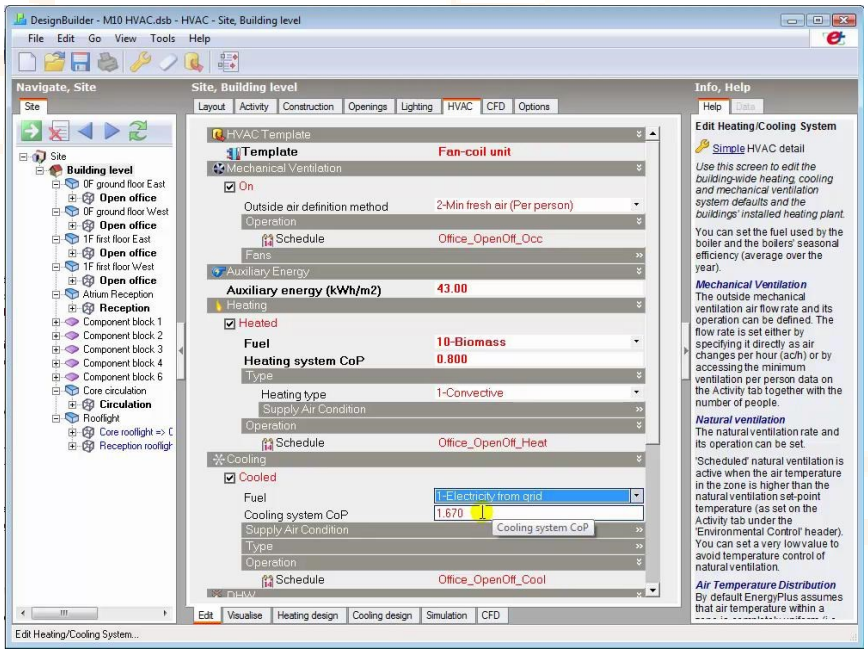
شکل ۹ نمایی از بخش Heating و زیر بخش‌های آن

البته دماهای مطلوب (setpoint) سیستم گرمایشی از طریق آدرس زیر قابل دسترسی و تنظیم می‌باشد:

Activity>Environmental Control>Heating Setpoint Temperatures

Cooling

در این بخش تنظیمات سرمایشی انجام می شود. اساس این بخش مانند heating است. در زیر بخش Fuel، نوع سوخت مصرفی برای تجهیزات سیستم سرمایشی از بین سوخت‌های ممکن تعیین می‌شود.

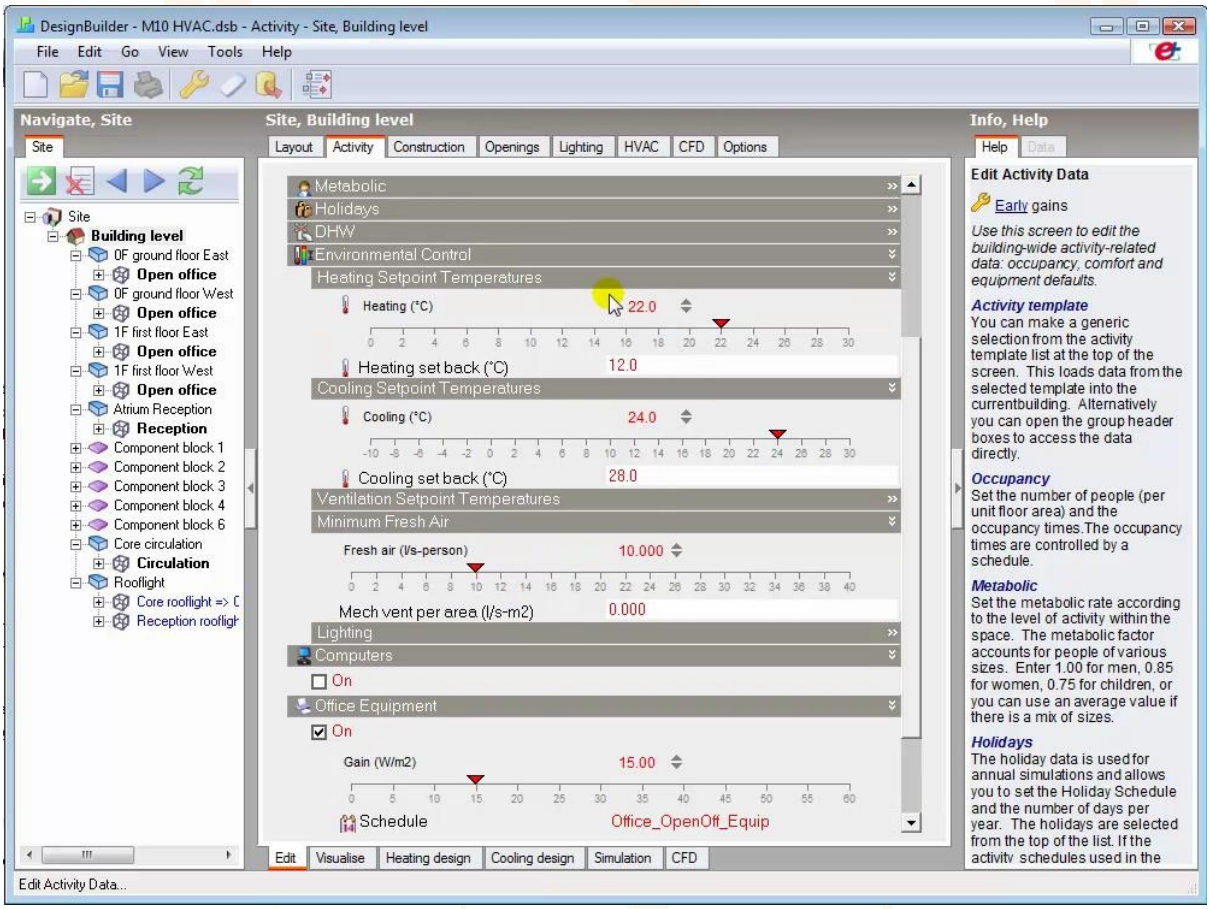


شکل ۱۰ نمایی از بخش Cooling و زیر بخش‌های آن

ضریب عملکرد سیستم گرمایشی نیز در زیر بخش Cooling system CoP مقداردهی می‌شود. برنامه زمانی سرمایش نیز در زیر بخش Operation و با انتخاب از بین الگوهای موجود مشخص می‌گردد. لازم به ذکر است که دماهای مطلوب (setpoint) سیستم سرمایشی نیز مشابه سیستم گرمایشی از طریق آدرس زیر قابل دسترسی و تنظیم می‌باشد:

Activity>Environmental Control>Cooling Setpoint Temperatures

در شکل ۱۱ نمایی از بخش مربوط به تنظیمات دمایی سیستم سرمایش و گرمایش نشان داده شده است.

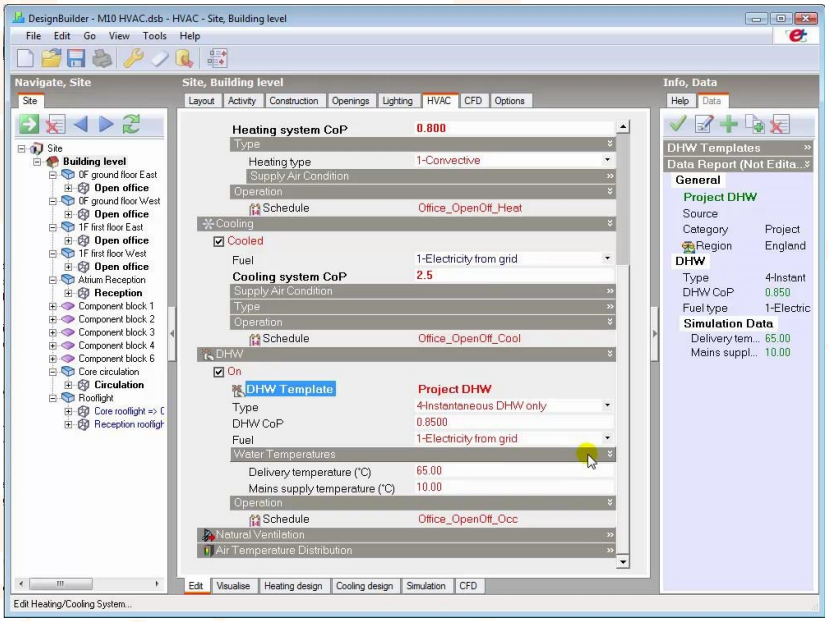


شکل ۱۱ نمایی از بخش تنظیمات دمایی سیستم سرمایش و گرمایش

DHW

در این بخش تنظیمات مرتبط با آب گرم داخلی ساختمان انجام می‌گیرد. در زیر بخش DHW Template یکی از الگوهای موجود برای شبکه آب گرم انتخاب می شود. در زیر بخش Type می‌توان نوع سیستم آب گرم را تعیین نمود مثلاً اینکه برای آب گرم یک بویلر اختصاصی در نظر گرفته شود (حالت Dedicated DHW boiler) یا از همان سیستم HVAC برای تأمین آب گرم استفاده شود (حالت Same as HVAC) و یا حالات دیگر که در این بخش در دسترس هستند. ضریب عملکرد DHW و نوع سوخت مصرفی برای

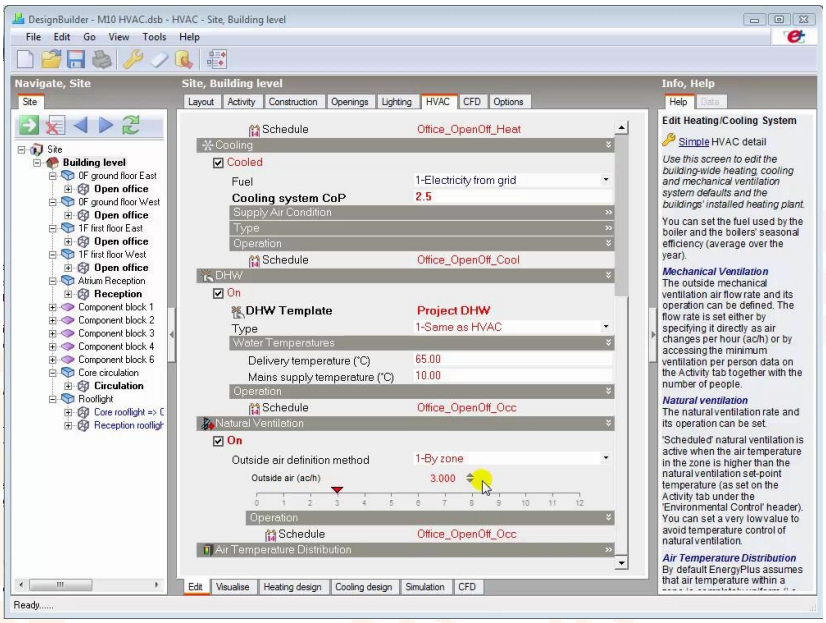
تأمین آب گرم در زیر بخش‌های DHW CoP و Fuel قابل تنظیم می‌باشند. لازم به ذکر است که این زیر بخش‌ها بستگی به نوع انتخاب سیستم تأمین آب گرم در زیر بخش Type دارند و ممکن است در بعضی از حالت‌ها نیازی به آن‌ها نباشد و بنابراین نمایش داده نشوند. برای مثال اگر شما در بخش Type نوع سیستم تأمین آب گرم را روی Same as HVAC قرار دهید، دیگر نیازی به تعیین نوع سوخت و ضریب عملکرد سیستم آب گرم ندارید و این زیر بخش‌ها نشان داده نمی شوند چون این موارد در بخش گرمایش/سرمایش HVAC مشخص شده و احتیاجی به تعریف مجدد نیست. در زیر بخش Water temperature باید دماهای آب تحویلی و منبع اصلی توسط کاربر مشخص شوند و در زیربخش Operation مشابه بخش‌های دیگر باید برنامه زمانی مورد نظر برای سیستم آب گرم ساختمان از بین لیست الگوهای موجود انتخاب گردد.



شکل ۱۲ نمایی از بخش DHW و زیر بخش‌های آن

Natural Ventilation

این بخش مشابه بخش Mechanical Ventilation است با این تفاوت که در اینجا تهویه طبیعی هوا از طریق درها و پنجره‌ها مدنظر است. زیر بخش‌های این قسمت هم مشابه بخش Mechanical Ventilation می‌باشد و شما متناسب با روش تعیین هوای خروجی باید تنظیمات لازم را مشخص نمایید. در انتها نیز برنامه زمانی طبق روال باید از بین الگوهای موجود انتخاب گردد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ نمایی از بخش Natural Ventilation در حالت انتخاب By zone بعنوان روش تعیین و اِعمال هوای خروجی برای استخراج نتایج خاص سیستم تهویه هوای طبیعی و انجام تحلیل‌های لازم باید تیک بخش Mechanical Ventilation برداشته شود تا این بخش غیرفعال گردد.

Air Temperature Distribution

در این بخش توزیع دمایی هوا در بخش‌های مختلف ساختمان قابل تنظیم است.

۳-۳-۱ ساختمان هوشمند

با توجه به تعاریف موجود در مقالات و منابع علمی مشابه، ساختمان هوشمند به ساختمانی اطلاق می شود که با استفاده از ابزارهایی نظیر شبکه‌های حسگر بی سیم/ با سیم، پروتکل، سیستم مرکزی مدیریت انرژی، الگوریتم‌های هوشمند بهینه‌سازی و کنترل مربوط به تجهیزات هوشمند الکتریکی، مدیریت یک ساختمان را بسته به نوع کاربری آن (مسکونی، اداری، تجاری و ...) به‌صورت کاملاً بهینه و مطلوب ازنظر آسایشی، هزینه‌ای، عملکردی و زیست‌محیطی در دست می‌گیرد. در مقابل، سیستم مدیریت ساختمان[۱] یا اتوماسیون ساختمان که به‌کرات در ساختمان‌ها موردا ستفاده قرار می‌گیرد، دسته ای از سخت‌افزارها و نرم‌افزارها می‌باشد که توانایی کنترل و مدیریت عملکرد تجهیزات مختلف ساختمان را به‌صورت دستی یا طبق برنامه‌های از قبل تعیین‌شده چه در بستر شبکه و چه بدون آن، داراست؛ که در اصل این سیستم یکی از زیرمجموعه‌های اصلی ساختمان هوشمند می‌باشد.

[۱] Building Management System

تجهیزات و امکانات موجود در ساختمان هوشمند از لحاظ سخت افزاری، تفاوت چندانی با سیستم اتوماسیون ساختمان ندارند و تفاوت عمده در قسمت نرم‌افزاری مخصوصا الگوریتم‌های کنترلی، بهینه سازی و هوش مصنوعی موجود در سیستم‌ها و زیرسیستم‌های موجود در ساختمان هوشمند می‌باشد.

- **ویژگی‌های اصلی ساختمان هوشمند:**

سیستم‌ها و زیر سیستم‌های موجود در ساختمان هوشمند، دارای سطح انعطاف‌پذیری بالایی هستند که می‌توان به‌راحتی آن‌ها را با نیازهای مختلف ساختمان و ساکنین منطبق نمود. هم‌چنین در هنگام بهره‌برداری از ساختمان، به‌راحتی می‌توان عملیات تغییر و بهینه‌سازی برای راهبری بهتر و کاهش هزینه‌های انرژی و کاهش هزینه‌های تعمیراتی را انجام داد. اگرچه اجرای ساختمان هوشمند سبب افزایش هزینه‌های ساخت ساختمان می‌گردد، لکن این هزینه‌ها می‌تواند در مدت‌زمان معینی جبران شده و به علاوه، سطح بالاتری از آسایش را برای ساکنان به همراه آورد.

ویژگی‌های اصلی این قبیل ساختمان‌ها را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

۱) صرفه‌جویی در مصرف انرژی و زمان با توجه به افزایش آسایش ساکنین
۲) کاهش هزینه‌های مربوط به نیروی انسانی
۳) افزایش عمر مفید تجهیزات و کاهش نرخ خرابی آن‌ها
۴) کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات
۵) برقراری انعطاف در عملکرد تمامی تجهیزات الکتریکی و الکترومکانیکی ساختمان
۶) افزایش سطح آسایش ساکنین به لحاظ فراهم شدن محیط کار و زندگی مطلوب از رهگذر کنترل دقیق پارامترهای مختلف نظیر روشنایی در ساختمان، غلظت گاز CO_2، دما، رطوبت و حفظ امنیت با لحاظ نمودن سطح رضایت تک تک ساکنین
۷) بهینه سازی عملکرد سیستم‌های ساختمان به‌طور مداوم در حالت اتصال به شبکه هوشمند، منابع انرژی، خودرو برقی و ...

مصرف انرژی در ساختمان‌ها

یک ساختمان، به خودی خود، نیازی به انرژی ندارد. از نظر مفهومی، نیاز به انرژی در ساختمان، تأمین شرایط مناسب برای ساکنان و فعالیت‌های آنهاست. حال اینکه این امر نیاز به استفاده از مقداری تأمین انرژی دارد یا خیر، خود سؤال دیگری است. بهتر است ما (تا حد ممکن) بیشتر متکی به کنترل‌های حرارتی غیر فعالی باشیم که به واسطه یک خانه خوب طراحی شده تأمین می‌شود، تا به تجهیزات HVAC انرژی‌محور، یا بیشتر به نور روز متکی باشیم تا نورپردازی مصنوعی (حداقل در برخی مواقع سال).

سه دلیل می‌توانند برای ارجحیت کنترل‌های غیر فعال ارائه شوند:

۱) **اقتصادی**: کارکرد کنترل‌های فعال هزینه‌بر است؛ درحالی‌که کنترل‌های غیر فعال مقرون به صرفه‌تر هستند، حتی اگر هزینه سرمایه‌گذاری‌شان نیز تا حدی بالاتر باشد (که لزوماً چنین نیست).

۲) **زیست‌محیطی**: کنترل‌های فعال، انرژی صرف می‌کنند؛ اما کنترل‌های فعال کمتر (یا اجتناب شده) موجب حفظ انرژی و در نتیجه حفظ منابع و کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شوند.

۳) **زیبایی‌شناسی**: ساختمانی که متناسب با اقلیم محلی موجود طراحی شده است، به احتمال زیاد، از نظر شکلی بیشتر هماهنگ با محیط زیست است تا یک جعبه شیشه‌ای موجود در همه جا، یا فرم‌های مد روز تقلید شده در سراسر جهان.

با اینکه میزان کاهش کنترل‌های فعال، به اقلیم و عوامل محلی بستگی دارد، اما بسیار وابسته به مهارت طراح و به خود کاربر نیز هست. وارد کردن مقداری و شکلی از انرژی، لازم خواهد بود.

انرژی می‌تواند به صورت سوخت‌های جامد (ذغال‌سنگ، کُک و همچنین هیزم)، سوخت‌های مایع (نفت سفید، نفت کوره، پارافین) و گاز یا برق به ساختمان‌ها رسانده شود.

برق (نوعی از انرژی ثانویه) صورتی بسیار مناسب از حامل انرژی در نقاط پایانی استفاده است. این انرژی، تمیز است، با زدن یک کلید، در دسترس است، بازده تبدیل آن در اکثر موارد زیاد است و طیف وسیع وسایل الکتریکی موجود، مصرف آن را اعتیادآور می‌کند. ما تمایل داریم که آن را بلاعوض بدانیم و با مصرف بیش از حد، هدر دهیم.

نیازمندی‌های انرژی در ساختمان‌ها، به طور فزاینده‌ای با برق تأمین می‌شود. مثلاً، در استرالیا، بیش از نیمی از کل *برق تولید شده*، در ساختمان‌ها استفاده می‌شود (٪۲۷٫۶ در ساختمان‌های مسکونی و ٪۲۳٫۱ در ساختمان‌های تجاری)، دومین مصرف‌کننده بزرگ آن، صنعت است (٪۴۶٫۴) و مقادیر کمی نیز در بخش‌های کشاورزی (٪۱٫۶) و حمل و نقل (٪۱٫۴) استفاده می شود. متأسفانه آمارهای جهانی IEA تنها سه دسته از کاربران برق را مشخص می‌کند:

ساختمان‌ها که در گروه "سایر" مصارف قرار می‌گیرند، ولی بزرگترین بخش آن را تشکیل می‌دهند، مانند کشاورزی و بخش‌های عمومی، تنها کاربران فرعی هستند. به نظر می‌رسد این آمار حاکی از این است که رقم ٪۱۵۰٫۷ استرالیایی باید بسیار نزدیک به میانگین جهانی باشد. سهم برق در مجموع مصرف انرژی در حال افزایش است: ٪۹٫۴ در سال ۱۹۷۳، ٪۱۷٫۷ در سال ۲۰۱۰ (تقریباً دو برابر). نفت از نظر میزان مصرف، در مقام دوم است، اما سهم آن رو به کاهش است: ٪۴۸٫۱ در سال ۱۹۷۳ به ٪۴۱٫۲ در سال ۲۰۱۰.

بخش‌های بعدی، تأسیسات برقی و تأمین گاز در ساختمان‌ها را بررسی می‌کند.

۴-۳-۱ تأسیسات برقی

شبکه توزیع برق محلی به طور معمول با ظرفیت ۵ یا ۱۱ kV کار می‌کند. یک منبع، به طور معمول، چهار-سیمی است (سه فاز + نول). ممکن است عده‌ای از مصرف کنندگان، منبعی با این ولتاژ را خریداری کنند و سپس برای کاهش ولتاژ به میزان استاندارد (۲۴۰/۴۱۵V یا ۲۲۰/۳۶۰V و یا ۱۱۰/۱۸۰V)، ترانسفورماتور خودشان را داشته باشند. در مناطق مسکونی، مسئولان (یا شرکت) تأمین‌کننده، خود، دارای

ترانسفورماتورهایی هستند و ولتاژ استاندارد را برای هر مصرف‌کننده تأمین می‌کنند. در عین حال که توزیع ولتاژ بالا، از طریق کابل‌های هوایی (تیرها یا شاه‌تیرها) تقریباً در همه جا (به جز مناطق تجاری مرکز شهر با تراکم بالا) صورت می‌پذیرد، کابل‌های تغذیه با ولتاژ پایین، بیشتر در زیر خاک کار گذاشته می‌شوند.

یک خانه، به طور متداول، به یک منبع تک فاز (یک فاز از سه فاز، به اضافه نول)، با یک کابل دو- هسته‌ای متصل است: "جریان‌دار" و نول. *توازن بارها* میان فازها، توسط تأمین‌کننده صورت می‌گیرد (مثلاً دو یا سه خانه بر روی فاز ۱، دو یا سه خانه‌ی دیگر بر روی فاز ۲ و...). یک بلوک آپارتمانی ممکن است به یک منبع سه- فاز متصل باشد (یک کابل ۴- هسته ای: سه هسته برای سه فاز، به اضافه هسته کوچکتر برای نول) و توازن بارها، درون ساختمان و میان واحدها انجام می شود. در یک سیستم متوازن، نول جریانی بسیار کم را حمل می‌کند یا شاید اصلاً جریان برقی نداشته باشد.

در بلوک‌های آپارتمانی در گذشته، یک صفحه کلید اصلی- فرعی به هر طبقه یا واحد آپارتمانی داده می‌شد و هر کدام از این صفحه کلیدها به عنوان یک مصرف‌کننده مجزا، مشابه یک خانه، تلقی می شدند. در حال حاضر، روال بر قرارگیری همه کنتورها با هم، در جایی مثل اتاق تقسیم الکتریکی و نزدیکی ورودی اصلی بلوک است و کابل‌های تغذیه نیز به طور جداگانه به هر طبقه که یک «*تابلوی توزیع*» درون خود دارد، ادامه می‌یابند. این کابل‌ها به مدارهای متعددی منشعب می‌شوند که هرکدام از داخل یک مدارشکن می‌گذرند. مصارف متداول ("مشاعات"، مانند روشنایی پلکان یا راهرو، آسانسورها، پمپ‌ها و...) به صورت جداگانه، اندازه‌گیری و توسط "شرکت حقوقی" (در واحدهای مسکونی) یا مالک/ مدیر ساختمان (در آپارتمان‌های اجاره‌ای) پرداخت می‌شود.

در خانه‌ها، اتصال با صفحه کنتور (واقع در جعبه کنتور قابل دسترس از بیرون) برقرار می‌شود و به دنبال آن، تابلوی توزیع که ممکن است در داخل باشد، قرار دارد. کنتورهای برق، ولتاژ و جریان را اندازه‌گیری می‌کنند و میزان هر دو را بر حسب kWh نشان می‌دهند. کنتورهای قدیمی‌تر، یک سری عقربه‌های چرخان، از ۹ - ۰، برای محاسبه هر میزان مصرف تصاعدی دارند (که بسیار گیج‌کننده است؛ چراکه بعضی عقربه‌ها، ساعتگرد و برخی دیگر، پادساعتگرد می‌چرخند و چرخ‌دنده‌های در هم قفل‌شده، پی‌درپی چرخش را به ۱۰ تقسیم می‌کنند). انواع جدیدتر دارای صفحاتی تا شش عدد هستند که شماره‌هایی بر روی سطح بیرونی دارند، مانند کیلومترشمار اتومبیل‌ها یا قفل‌های ترکیبی کیف‌ها، ولی آخرین پیشرفت در این زمینه، استفاده از یک صفحه نمایش دیجیتال (کریستال مایع) است.

در گذشته تابلوی توزیع شامل یک سری فیوزها (قابل سیم‌کشی مجدد یا از نوع کارتریجی) بود که در صورت افزایش جریان از حد مجاز ذوب می شدند. امروزه، مدار شکن‌های اتوماتیک تقریباً به طور اختصاصی استفاده می شوند. به طور معمول، یک مدار شکن اصلی برای کل منبع وجود دارد و سپس سیم‌کشی به مدارهای مختلف، مثلاً دو مدار روشنایی و دو مدار اتصال برق، منشعب می شود که هرکدام مدارشکن خود را دارند. بخاری و سیستم آبگرم بهداشتی، هر کدام دارای مدارهای جداگانه خود هستند. مدار شکن‌ها بر طبق جریان مجاز، پیش از قطع شدن، مثلاً ۵، ۸، ۱۵، ۲۰ یا ۳۰ A (آمپر) برچسب زده می‌شوند.

در عین حال که مدارشکن‌ها از تجهیزات در مقابل بارگذاری بیش از حد (که می‌تواند موجب آتش‌سوزی شود) محافظت می‌کنند، اتصال به زمین (یا اصطلاحاً "زمین کردن" در آمریکای شمالی) نیز به عنوان یک تمهید ایمنی برای حفاظت از مصرف‌کننده (محافظت از شوک) به کار برده می‌شود. چنانچه تجهیزات، معیوب یا رسانا بدون حفاظ شود و یا بدنه فلزی و سیله، "جریان‌دار" گردد و توسط کاربر لمس شود، یک جریان برق از طریق مسیر دارای کمترین مقاومت، برقرارخواهد شد.

سیم زمین که به قسمت‌های فلزی وصل شده است، به طور معمول یک رسانای مسی چند- رشته‌ای و بدون عایق است که به الکترودی دفن شده در خاک، منتهی می‌شود. این سیم، (امیدواریم) مقاومت کمتری از بدن انسان داشته باشد و در نتیجه، قسمت عمده جریان را بپذیرد، مگر آنکه بدن انسان، به صورت تمام وکمال "متصل به زمین" باشد؛ مثلاً با پاهای برهنه بر روی سطح خیس. در این حالت، منبع ۲۴۰ V ممکن است جریان کشنده‌ای را از بدن بگذراند.

«*مدارشکن‌های زشت به زمین*»[1]به طور فزآینده‌ای در حال استفاده هستند و به محض اینکه هر جریانی از سیم زمین بگذرد و یا جریان برق سیم فعال با نول فرق داشته باشد، عمل می‌کنند.

سیم‌کشی داخل یک خانه (یا آپارتمان) به طور معمول با کابل‌های PVC سه- هسته‌ای با عایق مضاعف انجام می‌شود. سیم هادی جریان‌دار یا فعال و نول، به طور جداگانه عایق می‌شوند و یک سیم مسی لخت نیز برای اتصال به زمین، به آنها اضافه و کل مجموعه با روکش PVC پوشانده می شود. اینها اغلب، کابل‌های TPS[2](با روکش ترموپلاستیک) نامیده می‌شوند. در کابل‌های انعطاف‌پذیر نمایان، همچنین سیم زمین نیز عایق می شود. امروزه، رنگ هسته‌های عایق شده، استاندارد سازی شده است، اما برخی کابل‌های قدیمی با رنگ متفاوت نیز، همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است، همچنان به کار می‌روند.

در عین حال که این کابل‌ها می‌توانند به طور آزادانه در دیوار یا کف کاذب با ستونک و ورق، اجرا شوند و یا در دال بتنی تعبیه گردند، بهتر آن است که لوله‌هایی (با یک سیم کشی) که امکان سیم‌کشی مجدد در هنگام نیاز را فراهم می‌کنند نیزکار گذاشته شوند.

جدول ۵ رنگ‌های استاندارد کابل‌های الکتریکی (هسته‌های عایق شده)

سیم‌های هادی	رنگ استاندارد	رنگ قدیمی
فاز (خطی، فعال، جریان‌دار)	قهوه‌ای	قرمز
نول	آبی	سیاه
زمین (لخت یا)	سبز + نوارهای زرد	سبز

[1] earth leakage circuit breakers

[2] thermoplastic sheathed

۱-۳-۵ تأسیسات تأمین گاز

در جایی که منبع گاز لوله‌کشی در دسترس نیست، گاز می‌تواند در محفظه‌ها یا سیلندرها خریداری شود. این وسایل باید در فضای بیرون قرار گیرند و یک لوله به نقاط مصرف کشیده شود. گاز موجود در محفظه اغلب برای آشپزی مورد استفاده بود و برای یخچال‌ها (در به کارانداختن دستگاه‌های سرمایش جذبی) استفاده می شده است. برای مصرف‌کننده‌های بزرگ‌تر، مانند گرمایش فضا، گاز تنها زمانی انتخاب می شود که شبکه‌بندی لوله‌کشی موجود باشد.

از شاه‌لوله‌های گاز، *لوله‌ی فرعی* به کنتور متصل می‌شود سپس ممکن است لوله به (مثلاً) چراغ خوراک‌پزی، سامانه آبگرم و دیگ بخار گرمایش مرکزی انشعاب یابد. در حال حاضر این دیگ‌ها با ترکیبی شبیه به صفحه‌های رادیاتور نسبتاً بزرگ موجود هستند و می‌توانند در هر فضای قابل سکونتی نصب شوند.

دیگ‌های بخار ممکن است در مجاورت دیوار خارجی واقع شوند و یک *دودکش تراز شده* داشته باشند). زمانی نصب گرمکن‌های گازی در محل شومینه‌های روباز، بسیار متداول بود؛ این جابه‌جایی حتی با "کُنده‌های درخت" مصنوعی نیز صورت می‌گرفت تا همانند افروختن چوب باشد یا خاکسترهای گرم مصنوعی، شاید هم همراه با سوسوی یک روشنایی، مانند افروختن ذغال به نظر آیند. با اینکه ممکن است اینها کاملاً "عناصر روحی" (برای عده‌ای) محسوب شوند، اما از جمله ابزارهای گرمایشی کم‌بازده هستند.

نگرانی اصلی در مورد تأسیسات گازی، خطر نشت گاز است. نشت گاز، هر قدر اندک، می‌تواند با هوا یک ترکیب انفجاری تشکیل دهد و با جرقه‌ای کوچک، مثلاً از یک کلید برق یا حتی ترموستات منفجر شود. استدلالی که در مخالفت با استفاده از گاز صورت می پذیرد، با استناد به انفجارها و آتش‌سوزی‌های فاجعه‌آمیز گاز است که مرتباً رخ می دهند و با این مسأله این‌گونه مقابله می‌شود که این تعداد به طور معمول، برابر (اگر بیشتر نباشد) با تعداد بی‌شمار بحران‌های آتش‌سوزی ناشی از خرابی‌های الکتریکی است.

۱-۳-۶ بهینه سازی انرژی

این عبارت به بهینه سازی منابع متعارف و تجدیدناپذیر انرژی اشاره دارد و بسیاری از افراد عبارت "*استفاده عقلانی انرژی*" را ترجیح می‌دهند که برای تمام صورت‌های انرژی به کار می‌رود.

هدف بهینه سازی انرژی می‌تواند با روش‌های زیر حاصل شود:

- کاهش نیاز به مصرف/تولید انرژی؛
- جایگزینی انرژی تجدیدپذیر، هر جا که ممکن است.

مصرف انرژی در ساختمان‌ها به واسطه چهار دسته از تصمیمات تعیین می‌شود:

۱) **برقراری استانداردهای زیست‌محیطی**: تلاش برای بهینه سازی به معنای "پایین آوردن" سطح استانداردها نیست، بلکه به معنای برقراری استانداردهای منطقی است. مثلاً تنظیم نکردن ترموستات در زمستان روی دمای ۲۵°C، درحالی‌که دمای ۲۲°C کافیست، و عدم سرمایش ساختمان در تابستان تا دمای ۲۲°C، درحالی‌که ۲۷°C دمای آسایش است، یعنی پیروی از مدل سازگاری آسایش حرارتی در

مورد روشنایی نیز همین‌گونه است: شدت روشنایی ۸۰۰x lx نسبت به ۴۰۰x lx، به دو برابر میزان انرژی نیاز دارد و شدت روشنایی ۴۰۰x lx می‌تواند برای اکثر امور اداری کاملاً کافی باشد.

۲) **شکل و پوسته ساختمان**: تأثیر این عوامل با توجه به طراحی معماری بنا متفاوت است.

۳) **تجهیزات کنترل زیست‌محیطی**: در این زمینه مجبوریم تا حد زیادی به نظریات مهندسی تکیه کنیم، اما معمولاً معمار می‌تواند بر روی تصمیمات طراحی تأثیر بگذارد و به بازده‌های بالاتری دست یابد و از اتلاف انرژی جلوگیری کند. مثال‌هایی در این مورد می‌تواند انتخاب لامپ‌های LED یا فلورسنت فشرده به جای لامپ‌های التهابی باشد، و یا مثلاً اطمینان از این که واحد کندانسور تهویه مطبوع در معرض گرمای خورشید نیست.

۴) **انتخاب منبع انرژی، شامل تجدیدپذیرها**: اغلب در این موارد تصمیم با مشتری و احتمالاً بر اساس ملاحظات اقتصادی است. اما معمار باید احتمالات را در نظر گیرد، امکان‌پذیری روش انتخابی را بررسی کند و مطابق با آن به مشتری آگاهی دهد.

فهرستی از اقدامات ممکن به منظور بهینه سازی انرژی که اخیراً در یک کنفرانس پیشنهاد شده است در جدول ۶ آورده شده‌است:

جدول ۶ اقدامات پیشنهادی بهینه سازی انرژی

ساختمان	تجهیزات
روشنایی روز	کنترل‌های سامانه‌های HVAC
سایه‌اندازی	HVAC با بهینه سازی انرژی
تهویه طبیعی	چرخه بهینه سازی کننده
عایق‌کاری	بازیافت گرمای هوای خروجی
جرم حرارتی	لامپ‌هایی با بهره‌وری انرژی
(پیش-) گرمایش هوای خورشیدی	کاهش نشت داکت
پنجره‌های بهبود یافته	فتوولتائیک‌ها
کنترل نفوذ هوا	گرمایش آب با خورشید
گرمایش خورشیدی غیرفعال	ژنراتورهای بادی/ خورشیدی

فهرست فوق به هیچ‌وجه جامع نیست، اما اکثر اقدامات اصلی را در برمی‌گیرد. در ادامه چند مسأله اضافی خاطرنشان می شود که معمار می‌تواند در ذهن داشته باشد و به مشتری مشاوره دهد یا این که به مهندس مشاور یادآوری کند.

۱-۶-۳-۱ تعرفه مصرف/تولید انرژی

از آنجایی که بازدهی موتورهای الکتریکی در محدوده کاملاً وسیعی تغییر می‌کند، به خصوص در مورد موتورهای کوچکتر (۷۲-۹۶٪)، اگر انرژی بخواهد بهینه سازی شود، استفاده از موتورهایی با بازده زیاد، یک الزام است. با اینکه ممکن است هزینه اولیه آنها کمی بیشتر باشد، اما بر اساس تحلیل LCC[۱] (هزینه دوره عمر)، کاملاً ممتاز هستند.

در یک سامانه تأمین برق، نه تنها مجموع بار و مصرف، بلکه زمان‌بندی آن نیز قابل تأمل است. تولید برق برای ساعات اوج مصرف بسیار گران‌تر از تأمین بار اولیه است. از آنجا که سامانه باید قادر به برآوردن میزان تقاضا در زمان اوج مصرف باشد (حتی اگر تنها در یک بازه زمانی کوتاه اتفاق بیافتد)، بخش اعظمی از ظرفیت تولید در بیشتر مواقع بدون استفاده باقی می‌ماند. ۱۲ ساعت زمان می‌تواند صرف شود تا یک ژنراتور توربین بخار راه‌اندازی شود، بنابراین متوقف کردن آنها در طول بازه‌های زمانی کم‌مصرف به‌جا نیست. از این بازه‌های زمانی اغلب با عنوان «*ذخیره‌ی چرخشی*»[۲] یاد می‌شود.

مدیریت بخش تقاضا (DSM)[۳] یکسان‌سازی بارگذاری، به‌ویژه با انواع سیاست‌های قیمت‌گذاری را در نظر دارد. سیاست‌هایی همچون:

- تعرفه ساعات کم‌مصرف، بسیار ارزان‌تر از حد متوسط، برای مصارف غیر وابسته به زمان؛ مانند سامانه آب‌گرم بهداشتی خانگی از نوع ذخیره‌ای یا گرمکن‌های "بلوکی" ذخیره‌ای یا سامانه‌های "ذخیره سازی یخ" برای تهویه مطبوع (مطالب بعدی را مشاهده کنید)؛
- منبع با قابلیت قطع: تأمین‌کننده برق می‌تواند از طریق کابل‌های تغذیه، سیگنالی با فرکانس بالا ارسال کند تا کلیدی در جعبه کنتور مشتری فعال شود که می‌تواند مدارهای غیرضروری را در ساعات اوج مصرف قطع کند (یا تغییر جریان دهد).
- تعرفه‌های دو- بخشی، جایی که مصرف‌کننده یک نرخ ثابت برای کل برق مصرفی می‌پردازد (نرخ انرژی) و علاوه بر آن، بر طبق حداکثر بار به دست آمده در طول دوره‌ی صدور صورتحساب نیز مبلغی پرداخت می‌کند (نرخ برق). در برخی از موارد، جایی که این اندازه‌گیری و ثبت حداکثر برق ممکن نباشد، ممکن است هزینه‌ای بر اساس "مجموع بار متصل" در نظر گرفته شود.

---

۱ life cycle cost

۲ spinning reserve

۳ demand-side management

- آخرین نوآوری، اندازه‌گیری دیجیتال است که امکان کاربرد تعرفه‌های "زمان‌بندی- در- روز" را می‌دهد: قیمت‌های بالاتر در ساعات اوج مصرف و قیمت‌های پایین‌تر در "حضیض‌های" ساعات کم‌مصرف و شاید قیمت‌گذاری چند مرحله.

یک مصرف‌کننده مستقل حداقل دارای دو کنتور است، یکی برای مصرف "طبیعی" (روشنایی و پریزهای برق) و دیگری برای "تعرفه ویژه" گرمایش فضا و آب داغ خانگی در ساعات کم‌مصرف (گرمکن‌های بلوک یا واحد) یا برای منبع با قابلیت قطع. در ساختمان‌های اداری و تجاری ممکن است مخزن بزرگ آب در طول شب یخ بزند، استفاده از برق ارزان قیمت ساعات کم‌مصرف و ذوب کردن این یخ در روز بعد (یک فرایند گرماگیر)، آب خنک شده‌ای را برای سامانه تهویه فراهم می‌کند (یعنی استفاده از گرمای تغییر فاز آب/ یخ).
در راستای یکسان‌سازی بهای استفاده از انرژی در سطح مصرف‌کننده مستقل، تلاش‌هایی موسوم به سامانه‌های «*ریزش بار*»در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ صورت پذیرفت. تمام بارهای الکتریکی خانه به ترتیب اولویت، رتبه‌بندی و به مدارهای مجزایی تقسیم‌بندی می شدند. حداکثر بار تعیین می شد و زمانی که به آن میزان می‌رسید، بار دارای کمترین اولویت، "ریزش" می‌شد و یا به عبارت دیگر، مدار خاموش می‌شد. امروزه این سامانه‌ها در نوع الکتریکی موجودند و IHG[۲] (درگاه خانگی هوشمند) نامیده می‌شوند.
مدیریت بخش تقاضا (DSM) ممکن است تقاضای کلی را کاهش دهد، اما به طور قطع، اوج (مصرف) را اصلاح می‌کند تا نیاز به ساخت نیروگاه‌های تولیدی جدید را برطرف کند. به عنوان مثال، کالیفرنیا با اقدامات DSM صورت گرفته، ساخت یک نیروگاه ۱۰۰۰ MW را بهینه سازی کرد، از جمله این اقدامات می‌توان ارائه مشاوره فنی به مصرف‌کنندگان، سرمایه‌گذاری برای مطالعات امکان‌سنجی، یارانه و یا حتی تأمین مستقیم بودجه برای تجهیزات پربازده‌تر مانند لامپ‌های فلورسنت فشرده یا جدیدترین لامپ‌های LED را نام برد. تأمین‌کنندگان برق همچنین استفاده از وسایل الکتریکی با بهره‌وری انرژی و با رتبه‌بندی حداقل ۴- ستاره را تشویق می‌کنند. شکل ۶۰,۴، یک چنین برچسب انرژی را که توسط مؤسسه آزمایش مجاز صادر شده است نشان می‌دهد.
سامانه‌های *مدیریت بخش عرضه* (SSM)،[۳] تدابیر متعددی را در برمی‌گیرند تا از ظرفیت مازاد در ساعات کم‌مصرف (مثلاً توسط سامانه‌های ذخیره حایل بزرگ)، بهره‌برداری و در ساعات اوج مصرف از آن نهایت استفاده را نمایند، مانند:

- سامانه‌های پمپ برگشت، در جایی که شبکه دارای اجزای تولید هیدروالکتریکی است، می‌توانند استفاده شوند: ظرفیت مازاد می‌تواند برای پمپ برگشتی از یک مخزن (کوچک) در سطحی پایین‌تر به سمت مخزن اصلی استفاده شود تا برای به حرکت درآوردن توربین‌ها در ساعات اوج مصرف به کار رود.

---
load shedding[۱]
[۲] Intelligent Home Gateway
supply side management[۳]

- سایر تجهیزات ذخیره‌سازی که شامل باطری‌ها، واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر (مانند تجزیه‌ی آمونیاک)، تغییر فاز گرمای نهان انواع نمک‌ها، هوای فشرده شده، چرخ لنگرها و ذخیره انرژی مغناطیسی ابرهادی‌ها (SMES)[1]هستند.
- تولید پراکنده (DG)،[2] که به معنای مشارکت در شبکه‌ای از انبوه ژنراتورهای کوچک- مقیاس، از توربین‌های میکرو-هیدرو یا بادی تا سامانه‌های PV نصب شده در ساختمان، است. اغلب این مورد به صورت استفاده از شبکه، به عنوان ذخیره، در نظر گرفته می شود و به کار بردن آن، ممکن است، چراکه بسیاری از ژنراتورهای کوچک، دارای عوامل متنوع مطلوب هستند (مثلاً باد که به طور معمول هنگام تابش خورشید ناچیز است و یا وجود ندارد، در قوی‌ترین حالت خود است).

جدول ۷ رابطه میان مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (بر حسب ٪ از مجموع کلی)

استفاده نهایی	مصرف انرژی (٪)	انتشار گازهای گلخانه‌ای (٪)
ساختمان‌ها	۴۶	۵۴
تأسیسات دفاعی	۳۷	۴۰
حمل و نقل	۱۵	۵
سایر موارد	۲	۱

منبع: واگر:[3]کلیات گزارش انرژی دولت، کانبرا (۲۰۰۲).

بهینه سازی انرژی و جایگزین نمودن منابع تجدید پذیر آن، نه تنها به دلیل محدودیت منابع نفت و ذغال‌سنگ، بلکه به دلیل آلودگی جوی و در درجه اول، انتشار گاز CO_2 به علت استفاده از آنها، امری ضروری است. حجم انتشار گازهای گلخانه‌ای به طور مستقیم متناسب با مصرف انرژی نیست، اما مصرف انرژی به طور قطع، مسئول بیشتر انتشارات این گاز است. این امر می‌تواند با آمار دولت استرالیا به خوبی به تصویر کشیده شود که در جدول۷ به صورت درصدی از کل مصرف انرژی و انتشارات گاز به واسطه فعالیت‌ها و دارایی‌های دولت، نشان داده شده است.

۴-۱ سطح آسایش ساکنین در ساختمان

ساختمان‌ها غالباً برای استفاده‌ی انسان‌ها طراحی می‌گردند تا بتوانند در آن یک کار مشخص نظیر زندگی، اداره‌ی یک شرکت یا تولید یک محصول را انجام دهند. ساختمان‌ها می‌بایست ساکنین را در شرایط آسایش

[1] superconducting magnetic energy storage
[2] distributed generation
[3] WOGER

نگه‌دارند، با بهره‌وری بالا و کارا باشـــند و هم‌چنین با توجه به نوع کار کردی که دارند، امن و ســـالم طراحی گردند.

ســـطح آســـایش ســـاکنین، یک پارامتر کلیدی در ســـاختمان می‌باشـــد و ارتباط نزدیکی با میزان انرژی مصرف شده،کربن تولیدی، هزینه‌های اولیه ساخت و جاری ساختمان و ... دارد. به‌طور مثال غالباً با کاهش یا افزایش مصرف انرژی از یک حد مشخص، میزان آسایش ساکنین کاهش/افزایش پیدا خواهد کرد؛ بنابراین از معروف‌ترین روش‌های بکار رفته توسط طراحان جهت بهینه‌سازی انرژی مصرفی ساختمان هوشمند، می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- خاموش و روشن کردن تجهیزات بر اساس جداول زمان‌بندی کارکرد.
- بهره‌برداری از تجهیزات در صورت نیاز و ضرورت.
- بهره‌برداری از مینیمم ظرفیت مجاز در بهره‌برداری از تجهیزات.
- محدود کردن تقاضـــا یا Limiting Demand که موجب قطع برق تجهیزات در صـــورت بارگذاری بیش‌ازحدود تعیین‌شده خواهد شد.
- مانیتورینگ وضـعیت تجهیزات توسـط اپراتورهای آموزش‌دیده و بهره‌برداری از داده‌ها در رفع مشـکلات تجهیزات و بررسی عملکرد مؤثر آن‌ها.

با به‌کارگیری هریک از روش‌های فوق می‌توان میزان انرژی مصـــرفی/تولیدی در ســـاختمان و به تبع آن هزینه‌های مربوط به آن‌ها را بهینه نمود و ساختمانی منطبق با الگوهای زیست‌محیطی را با برقراری شرایط مطلوب آسایشی به ساکنین ارائه داد.

در حالت کلی آسایش را می‌توان در ۴ بخش کلی دسته‌بندی نمود:

آسایش حرارتی

آسایش نوری

آسایش مربوط به کیفیت هوا آسایش صوتی

۱-۴-۱ آسایش حرارتی

در یک تعریف کوتاه می‌توان این چنین بیان نمود که آ سایش حرارتی، ر ضایت‌مندی از حرارت محیط ا ست، به نحوی که افراد احساس سردی و گرمی نکنند. راحتی وقتی اتفاق می‌افتد که دمای بدن در دامنه‌ای محدود و پوست کم نم باشد تا تلاش‌های فیزیولوژیکی انسانی برای غلبه بر گرما یا سرما به حداقل برسد. ناگفته نماند که افراد در محیط خود حالتی غیرفعال ندارند، بلکه رفتار آنان در بهبود محیط حرارتی مؤثر است و این مسئله اهمیت فراوان دارد[۸].

ازجمله روش‌هایی که می‌توان میزان آ سایش حرارتی ساکنین را تأمین کرد می‌توان به این موارد ا شاره کرد: ا ستفاده از گرمایش طبیعی خور شیدی، ا ستفاده از جریان هوای طبیعی یا پنکه‌های سقفی جهت جابجایی هوا در دماهای بالاتر، عایق‌بندی حرارتی دیوارها و جداره‌های خارجی ساختمان و رایج‌ترین روش ا ستفاده از سی ستم سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع ا ست که می‌تواند دما، رطوبت و جریان هوا را در محیط داخلی ساختمان در مقدار مطلوب خود با صرف انرژی کنترل نماید. با توجه به اینکه آسایش حرارتی بیشترین مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد و از اهمیت بیشتری نسبت به موارد دیگر برخوردار است.)

۱-۴-۲ آسایش نوری

برقراری آ سایش بصری یا نوری به معنای حصول اطمینان از این ا ست که ساکنین، از رو شنایی کافی برای انجام فعالیت‌های روزمره خود برخوردار هستند. با این مشخصات که روشنایی، کیفیت و تعادل نوری مطلوبی داشته و به ساکنین دید درستی از فضا بدهد، که درنتیجه حس کنترل محیط زندگی و احساس خوشایندی به آن‌ها القا کند.

روش‌های طراحی نور طبیعی نظیر ساخت پنجره‌های مرتفع یا ایجاد نورگیر در سقف، نورگیر مناسب، سایه‌بان و... به توزیع نور مناسب در فضا کمک می‌کند. زمانی که نیاز به استفاده از نور مصنوعی است

می‌توان از لامپ‌های با مصرف انرژی کمتر نظیر لامپ‌های فلور سنت یا LED استفاده نمود ولی باید در نظر داشت این قبیل لامپ‌ها نسبت به انواع رشته و التهابی از کیفیت نور پایین‌تری نسبت به نور طبیعی برخوردارند و می‌توانند سلامت و آسایش ساکنین را تهدید کنند. پس بهترین راهبرد، داشتن ترکیب مناسبی از انواع لامپ‌ها در فضاهای بسته و محوطه‌هاست.

۳-۴-۱ آسایش مربوط به کیفیت هوا

علاوه بر اینکه هوای داخل ساختمان می‌بایست میزان مناسبی از دما و رطوبت را دارا باشد، بسیار مهم است که هوای پاکیزه و تازه‌ای به‌صورت چرخشی در فضا موجود باشد. اگر هوا خیلی کهنه یا آلوده باشد، می‌تواند شرایط آسایشی را با تهدید مواجه نماید، بهره‌وری را کاهش دهد، موجب نارضایتی و یا حتی بیماری ساکنین گردد.

هوای داخل ساختمان می‌تواند به روش‌های مختلفی نظیر نرخ تهویه بالا، استفاده از تهویه طبیعی (بادگیر، دودکش و...) و یا سیستم‌های فعال نظیر پنکه یا داکت‌ها، با هوای بیرون تعویض گردد. همچنین هوای سالم با فیلتر کردن هوای محیط و تهویه فضاها با هوای تازه‌ی بیرون و حذف ناخالصی‌ها از هوای داخل ساختمان(گردوغبار، دود و...) ، به دست خواهد آمد.

طراحی و ساخت ساختمان‌ها با توجه به کیفیت هوای داخلی

کیفیت هوای داخلی یکی از عواملی است که عملکرد یک ساختمان را تعیین می‌نماید. کیفیت هوای داخلی بر روی ساکنان ساختمان و توانایی آن‌ها در انجام کارهایشان تأثیر گذاشته و حتی می‌تواند تأثیرات مثبت و منفی بر روی مشتریان، اربابان رجوع و بازدیدکنندگان از ساختمان نیز داشته باشد. اگر کیفیت هوای داخل خوب نباشد، صاحبان ساختمان‌ها بایستی منابع زیادی را برای حل شکایات ساکنان، هزینه‌های تعمیر ساختمان و حتی اقدامات قانونی گزاف خرج نمایند. اگر کیفیت هوای داخل خوب باشد، در این صورت ساختمان محیط مناسبی برای کار، یادگیری و تجارت خواهد بود.

کیفیت هوای داخل به‌طور مستقیم بر سلامتی، راحتی و بهره‌وری ساکنان تأثیرگذار است. اثرات نامطلوب حاصل از کیفیت پایین هوای داخلی می‌تواند هزینه‌های گزافی به‌خصوص در بخش سلامت ساکنان داشته باشد. این‌طور برآورد شده است که کاهش هزینه‌های سلامت و غیبت کارکنان و هم‌چنین بهبود عملکرد کارمندان در محیط‌های غیر صنعتی و به‌واسطه‌ی بهبود کیفیت هوای داخلی در ایالات‌متحده آمریکا، چیزی در حدود ۱۰ میلیارد دلار در هرسال صرفه‌جویی ایجاد خواهد کرد

علی رغم این اثرات قابل توجه، بسیاری از طراحی و ساخت و سازهای ساختمان‌ها بدون در نظر گرفتن عواقب بد کیفیت پایین هوای داخلی صورت می‌گیرد. متأسفانه هنوز کیفیت هوای داخلی مانند سایر معیارهای طراحی و انتخاب ساختمان نظیر هزینه‌ی ساخت، فضا، زیبایی، مکان و عوامل این چنینی موردتوجه قرار نمی‌گیرد.

توجه به امر کیفیت هوای داخلی بایستی در همان مراحل اولیه طراحی ساختمان موردتوجه قرار گیرد. دو دلیل عمده برای در نظر گرفتن الزامات کیفیت هوای داخلی از همان ابتدای شروع طراحی وجود دارد:

- جلوگیری از بروز مشکلاتی که در صورت الزام بهبود کیفیت هوای داخل پس از ساخت ساختمان رخ می‌دهد ؛ و
- امکان بررسی طرح‌های مفهومی جایگزین در تصمیمات اولیه ساخت ساختمان.

در نظر گرفتن کیفیت هوای داخل در همان مراحل ابتدایی طراحی مفهومی ساختمان، سبب آشکار شدن بسیاری از معضلات کلیدی طرح شده و باعث می‌شود تا تیم طراحی بتوانند تصمیمات آگاهانه‌ای برای ساخت بنا بگیرند. این معضلات به‌صورت خلاصه شامل موارد زیر خواهد بود:

- ✓ انتظارات صاحب ساختمان از کیفیت هوای داخلی بنا؛
- ✓ منابع آلاینده خارجی در نزدیکی ساختمان؛
- ✓ فعالیت‌هایی که انتظار آن‌ها در ساختمان می‌رود و آلاینده‌هایی که می‌توانند به این فعالیت‌ها مربوط باشند؛
- ✓ مشخصات ساکنان (نظیر محدوده سنی و وضعیت سلامتی)؛ و
- ✓ روش‌های مورد استفاده برای گرمایش، سرمایش و تهویه ساختمان.

اگر این ملزومات تا قبل از طرح ریزی ساختمان، انتخاب سیستم تهویه و انجام محاسبات نرخ تهویه آن مورد بررسی قرار نگیرند، در این صورت تطبیق نیازهای ساختمان، مالک و ساکنان به کیفیت هوای داخلی بسیار سخت و گاهی غیرممکن خواهد بود.

در صورت توجه به اهمیت کیفیت هوای داخل از همان مراحل ابتدایی طراحی، می‌توان از بروز اشتباهات جلوگیری کرد. به‌عنوان‌مثال نبود فضای کافی برای تجهیزات مکانیکی، دسترسی دشوار برای تعمیرات و نگهداری، انتخاب پوشش‌های داخلی که منجر به نرخ بالای انتشار ترکیبات آلی فرّار می‌گردند و بروز مشکلات رطوبت بالا در ساختمان از جمله مواردی هستند که ممکن است به دلیل عدم توجه به کیفیت هوای داخل در طراحی ساختمان، ایجاد شوند[۷].

به‌طور کلی می‌توان عنا صر کلیدی برای طراحی ساختمان از منظر کیفیت هوای داخلی را تحت عنوان هفت هدف کلیدی دسته بندی نمود که این اهداف در جدول ۸ معرفی شده اند.

جدول ۸ اهداف کلیدی به‌منظور طراحی و ساخت ساختمان‌های مناسب از منظر کیفیت هوای داخلی

هدف ۱	مدیریت فرآیند طراحی و ساخت به منظور رسیدن به کیفیت هوای داخلی خوب
هدف ۲	کنترل رطوبت در ساختمان
هدف ۳	محدود کردن ورود آلاینده‌ها به ساختمان
هدف ۴	کنترل رطوبت و آلاینده‌های مربوط به سیستم‌های مکانیکی
هدف ۵	محدود کردن آلاینده‌های حاصل از منابع داخل ساختمان
هدف ۶	جمع‌آوری و خروج آلاینده‌ها از تجهیزات و فعالیت‌های ساختمان
هدف ۷	کاهش غلظت آلاینده‌ها از طریق تهویه، فیلتراسیون و پاک‌کننده‌های هوا

۱-۴-۴ آسایش صوتی

آسایش صوتی به معنای ایجاد سطح و کیفیت مناسبی از نویزهای حاصل از فعالیت‌های انسانی، ماشین‌آلات، تجهیزات الکترونیکی و مکانیکی، در محیط است. انسان‌ها مانند سایر موجودات، زمانی که نویز و سروصدای محیط بیرون و درون ساختمان از محدوده خاصی فراتر رود، تمرکز، بهره‌وری و آسایش خود را بسته به شرایط از دست خواهند داد. مخصوصاً در محیط‌های اداری و آموزشی که عدم وجود سروصدای اضافه بسیار مهم است.

با کنترل سطح دسی‌بل صدا (فشار صدا)، زمان پژواک و انعکاس صوت و همچنین مشخصات میرا کنندگی مصالح مورداستفاده، می‌توان آسایش صوتی را در محیط برقرار نمود.

۱-۴-۵ معادله آسایش ساکنین با توجه به پارامترهای محیطی

همان‌طور که گفته شد، سطح آسایش ساکنین داخل ساختمان توسط فاکتورهای مختلفی تعیین می‌گردد که سه فاکتور اصلی آن عبارت‌اند از: آسایش دمایی، آسایش بصری و کیفیت هوای داخلی. این سه فاکتور به‌طور عمده از طریق سیستم سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع (HVAC) و سیستم روشنایی و همین‌طور سایر تجهیزات کنترلی کمکی نظیر بازو بسته کردن پنجره‌ها و سیستم سایه‌اندازی کنترل می‌گردند. به‌عبارت‌دیگر جهت کمّی کردن و مقیاس بندی آسایش ساکنین، پارامترهای محیطی جهت نمایش سطح آسایش طبق ترجیحات ساکنین، موردسنجش قرارگرفته‌اند. معادله (۱) یک روش ممکن از بین روش‌های موجود جهت ارزیابی آسایش ساکنین در مقدار مقتضی را به تصویر می‌کشد.

$$comfort = w_T\left[1-\left(e_T / T_{set}\right)^2\right]+w_A\left[1-\left(e_A / A_{set}\right)^2\right]+w_L\left[1-\left(e_L / L_{set}\right)^2\right] \quad (۱)$$

که در اینجا Comfort یا آسایش منظور، سطح آسایش ساکنین درون محیط ساختمان است که بین مقادیر ۰ تا ۱ و یا ۰ تا ۱۰۰ درصد متغیر است. W_T، w_A و w_L فاکتورهای وزنی هستند که اهمیت سه فاکتور آسایش را نشان می‌دهند؛ که بین مقادیر ۰ و ۱ تغییر می‌کنند و $w_L + w_A + w_T = ۱$. این پارامترها توسط ساکن مشخص می‌شوند که می‌بایست از طریق رابط کاربری تنظیم شوند. T_{set}، L_{set} و A_{set} به ترتیب نشان‌دهنده نقطه تنظیم دما، روشنایی و کیفیت هوای داخلی هستند.

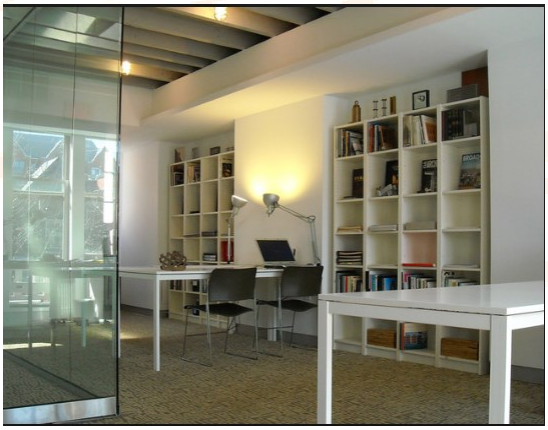
E_T، e_L و e_A به ترتیب اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری شده توسط سنسورها از محیط واقعی و مقادیر مربوط به نقطه تنظیم دما، روشنایی و کیفیت هوای داخلی هستند؛ که به‌صورت معادله (۲) می‌باشند:

$$\begin{aligned} e_T &= T_{actual} - T_{set} \\ e_L &= L_{actual} - L_{set} \\ e_A &= A_{actual} - A_{set} \end{aligned} \quad (۲)$$

T_{actual}، L_{actual} و A_{actusl} نیز به ترتیب مقادیر اندازه‌گیری شده واقعی نقطه تنظیم دمای داخل، سطح روشنایی داخلی و کیفیت هوای داخلی توسط سنسورها هستند[۲].

۱-۵ امکانات تفریحی و رفاهی

امکانات تفریحی و رفاهی باید به‌منظور بهبود عملکرد کارکنان و افزایش رضایت مراجعین در نظر گرفته شود. در نظر گرفتن فضای آشپزخانه و امکانات داخلی آن مانند یخچال، اجاق گاز، آب گرم، و ...،کتابخانه برای استفاده کارکنان و مراجعین، نمازخانه، امکانات ورزشی در محوطه ساختمان و ... می‌تواند از این

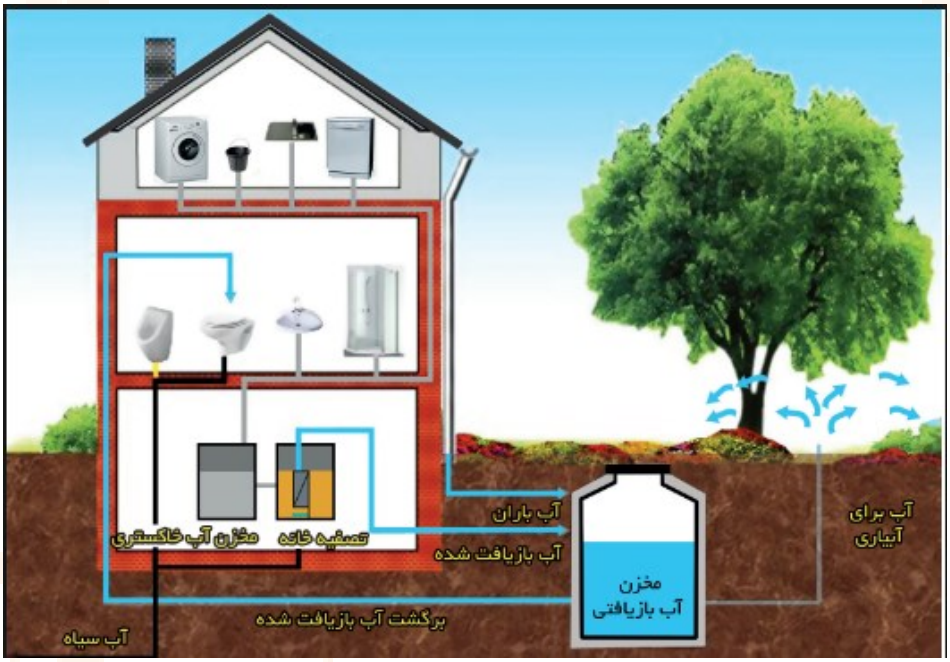


شکل ۱۴ تصویری از یک کتابخانه بعنوان امکانات تفریحی موجود در ساختمان

امکانات باشد. وسایل مورد استفاده باید از نقطه نظر کارایی بهینه، مصرف انرژی و ایجاد شرایط مناسب مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۶ نوآوری و خلاقیت

طرح مورد نظر از نقطه نظر استفاده از رویکرد نوآورانه برای پاسخ به نیازهای موجود، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این نوآوری‌ها می‌تواند حتی در زمینه‌ی بهینه سازی م صرف/تولید انرژی و آب گرم، ا ستفاده از آب خاکستری، روش‌های آبیاری فضای سبز، استفاده از رواناب ایجاد شده و ... باشد[۶] .



شکل ۱۶ نمونه ای از نوآوری در سیستم آب ساختمان

۱-۷ کیفیت ارائه، گزارش و مستندات و همخوانی این دو باهم

۱-۷-۱ راهنمای نگارش گزارش و تحویل م ستندات طرح‌های ارائه شده به دبیرخانه مسابقه

در این نگاشت‌نامه (قالب - تمپلیت)، شیوهٔ تهیهٔ سریع ساختار گزارش با استفاده از امکانات استایل (سبک) نرم‌افزار وُرد برای مسابقه ملی طراحی ساختمان انرژی نزدیک به صفر شرح داده شده است؛ یعنی روش قالب‌بندی گزارش، بخش‌های مختلف آن، انواع قلم‌ها و اندازه آنها، به‌طور کامل در سبک‌ها آماده شده است و کافی است شرکت‌کنندگان با کپی کردن متن مورد نظر خود و چسباندن آن در بخش‌های مختلف و انتخاب سبک مربوط، گزارش خود را آماده نمایند.

شرکت‌کنندگان محترم مسابقه باید توجه داشته باشند، دبیرخانه از پذیرش گزارشاتی که خارج از این قالب تهیه شده باشد، معذور است. برای آماده‌سازی گزارش، از همین فایل و کمک گرفتن از نوار ابزار «سبک‌ها» استفاده کنید. توجه فرمایید از وُرد نسخه ۲۰۱۳ به بالا برای نگارش گزارش استفاده شود تا از باز شدن صحیح فایل توسط تمام کاربران نظیر مسئولین کمیته‌ها و داوران اطمینان حاصل شود. درگزارش باید به‌طور صریح و شفاف، کلیات و جزئیات مهم طرح ساختمانی پیشنهادی به همراه نتایج آن مطرح شده باشد. برای راهنمایی تیم‌ها، بخش‌هایی که باید در گزارش آمده باشد به همراه توضیحات مربوطه در این تمپلیت یا الگو آورده شده است.

۱-۱-۷-۱ مقدمه

در این بخش ابتدا باید یک تو ضیح اجمالی و کلی از طرح پی شنهادی تیم، ویژگی‌ها، محا سن و حتی معایب ساختمان طراحی شده به همراه یک عکس از نمای ایزومتریک آن ارائه شود. از ذکر جزئیات طرح در این بخش خودداری شود چرا که جزئیات و توضیحات مربوط به طرح باید بصورت موضوعی و در بخش‌های ۲-۸ ارائه شوند. با توجه به لزوم لحاظ نمودن محورهای ۱-۴ شاخص‌های امتیازدهی در طرح پیشنهادی و اختیاری بودن مابقی شاخص‌ها، در این بخش باید بطور م شخص بیان شود که چه محورهایی از ۸ شاخص امتیازدهی در طرح پیشنهادی در نظر گرفته شده است و حتی‌المقدور کمی درباره دلایل انتخاب یا عدم انتخاب شاخص‌های اختیاری بحث شود.

۲-۱-۷-۱ بخش معماری

در این بخش باید بطور مشخص مباحث مربوط به معماری طرح ساختمان پیشنهادی آورده شود. تیم‌ها باید در کنار بیان ویژگی‌های خاص معماری طرح خود، نوع نرم افزار اصلی مورد استفاده برای طراحی معماری ساختمان (اتوکد، دیزاین بیلدر و . . .) را نیز ذکر نمایند. با توجه به ذکر محورهای اصلی بخش معماری در نظامنامه (صفحه ۱۰)، تیم‌ها همچنین باید درباره چگونگی لحاظ نمودن این موارد در طرح ساختمان پیشنهادی خود توضیحات لازم را ارائه نمایند. بطور کلی توضیحات این بخش باید جامع و درعین حال مختصر و مفید با شد و چرایی و چگونگی ر سیدن به طرح معماری نهایی را در خود دا شته با شد. در انتهای این بخش نیز باید تصویر پلان‌های ساختمان آورده شود. لازم بذکر است که سورس برنامه و فایل‌های خروجی طراحی ساختمان در نرم‌افزارهای مورد استفاده، باید بصورت جداگانه ضمیمه و ارسال شوند و طرح‌های فاقد این ضمایم بررسی نخواهند شد.

۳-۱-۷-۱ بخش انرژی

در این بخش باید پیرامون چگونگی نیل به هدف ا صلی معیار انرژی یعنی بهینه سازی انرژی م صرفی/تولیدی در تجهیزات و بخش‌های مختلف ساختمان بحث شود. نوع ا ستراتژی مورد ا ستفاده در طرح پی شنهادی تیم مانند استفاده از منابع تجدیدپذیر، بازیابی انرژی‌های مصرفی و موارد دیگر نیز باید بطور مشخص بیان شده و

تمامی محاسبات دستی یا نرم‌افزاری مربوطه آورده شود (در صورت استفاده از نرم‌افزارهای حل عددی، اسم نرم‌افزار ذکر شود). تیم‌ها باید فرم مساله بهینه‌سازی انرژی، اهداف، تابع هدف، قیود و نوع الگوریتم مورد استفاده در مساله بهینه‌سازی انرژی را ذکر نموده و نتایج حل آن را ارائه نمایند. در این گزارش ذکر روند حل مساله بهینه لازم نیست ولی ارائه فایل‌های مربوط به آن (مانند کدها و فایل نرم افزار متلب یا نرم افزارهای مشابه) در صورت وجود، بصورت فایل ضمیمه الزامی است. تیم‌ها همچنین باید محورهای اصلی بخش انرژی (صفحات ۱۰ و ۱۱ نظامنامه) را در طرح پیشنهادی خود مدنظر قرار داده و ویژگی‌های طرح خود در باب بهینه سازی مصرف انرژی را بیان نمایند. نتایج استخراجی از محاسبات انرژی می‌توانند در قالب جدول و نمودار ارائه شوند. لازم بذکر است که در این بخش باید حتماً نمودارهای مختلف انرژی (انرژی مصرفی، تولیدی، صرفه‌جویی انرژی و . . .) بصورت سالانه و ماهانه بر حسب واحد کیلو وات ساعت بر متر مربع آورده شوند.

۴-۱-۷-۱ بخش تاسیسات مکانیکی، الکتریکی، الکترونیکی و روشنایی

با توجه به نقش مهم سیستم و تجهیزات انتخابی در بهینه سازی انرژی یک ساختمان و همچنین ارتباط این بخش با محورهای دیگر مسابقه یعنی آسایش ساکنین و توجیه‌پذیری اقتصادی لازم است که در این بخش درباره اولویت‌های مورد استفاده در طراحی پیشنهادی توضیحاتی داده شود. مثلاً اینکه در بحث انتخاب سیستم‌ها و تجهیزات اولویت به آسایش ساکنین داده شده یا توجیه‌پذیری اقتصادی و وزن هر یک از آن‌ها در انتخاب سیستم‌ها چه میزان است. علیرغم مستقل نبودن بخش‌های تاسیسات مکانیکی و روشنایی از یکدیگر، به منظور ارزیابی بهتر طرح‌ها توضیحات این بخش در دو زیربخش تاسیسات HVAC و روشنایی ارائه شوند.

۵-۱-۷-۱ ۴-۱- تاسیسات سرمایشی، گرمایشی و تهویه مطبوع (*HVAC*):

در این بخش تیم‌ها باید اصول کلی طراحی سیستم تاسیسات HVAC ساختمان پیشنهادی خود را با توجه به نوع کاربری، اقلیم، طراحی معماری و . . . بیان کرده و میزان پاسخگویی به الزامات آسایش ساکنین، توجیه‌پذیری از نظر انرژی، سادگی اجرا و مقرون به صرفه بودن را بطور دقیق مشخص نمایند. همچنین در اینجا باید لیستی از تجهیزات پیش‌بینی شده در طرح برای سیستم HVAC به همراه مشخصات آن‌ها آورده شود. میزان کل مصرف انرژی بصورت ماهانه و سالانه برای سیستم سرمایشی، گرمایشی و تهویه مطبوع باید بطور جداگانه و در قالب جداول یا نمودار ارائه شود. مقاوم بودن ساختمان در برابر تغییرات پیش‌بینی نشده دمایی از دیگر مواردی است که بهتر است در طرح بررسی شده و نتایج آن در این بخش آورده شود. از آنجاییکه طراحی سیستم تاسیسات را می‌توان با نرم افزارهای مختلفی مانند revit انجام داد، در اینجا باید نوع نرم افزار استفاده شده برای طراحی سیستم تاسیسات ذکر شده و فایل‌های مربوطه پیوست شود. علاوه بر این در مورد سیستم کنترلی مورد استفاده، میزان و سطح هوشمندسازی ساختمان و قابلیت اعمال اصول بهینه‌سازی انرژی در طرح پیشنهادی، در صورت لزوم توضیحاتی داده شود.

۶-۱-۷-۱ ۴-۲- تجهیزات الکتریکی، الکترونیکی و روشنایی

در این زیر بخش باید نوع تجهیزات مورد استفاده ذکر شده و توانایی آن‌ها در تامین نیازهای ساکنین و شرایط آسایش اثبات گردد. نمودار مصرف انرژی تجهیزات الکتریکی و روشنایی بصورت ماهانه و سالانه نیز در این بخش ارائه گردد. همچنین درباره مواردی چون توجیه‌پذیری اقتصادی و مناسب بودن از لحاظ مصرف توضیحات لازم داده شود. در اینجا هم مشابه بخش تاسیسات HVAC باید نوع نرم افزار استفاده شده برای طراحی سیستم روشنایی ذکر شده و فایل‌های مربوطه پیوست شود.

۷-۱-۷-۱ آسایش ساکنین

با توجه به اینکه آسایش ساکنین ساختمان (کارمندان و مراجعین) با توجه به سه معیار آسایش دمایی، آسایش بصری (نوری) و کیفیت هوای داخل مشخص می شود، برای ادغام این سه معیار در یک معیار واحد همانطور که در نظامنامه نیز گفته شده از رابطه (۱) استفاده می‌شود (صفحه ۱۲نظام‌نامه).

در این بخش تیم‌ها باید مشخص نمایند چرا در طرح پیشنهادی آن‌ها یک معیار مثل آسایش دمایی از معیار دیگری چون کیفیت هوای داخل دارای اولویت و اهمیت بیشتری بوده است. همچنین محاسبات، نتیجه‌گیری‌ها، نمودارها و جداول مربوطه به میزان تاثیرگذاری افزایش معیار آسایش بر مصرف انرژی باید در این بخش ارائه شود. درست است که رابطه (۱) بیان کننده یکی از معیارهای مطرح در میزان آسایش کل می‌باشد و معیارهای دیگری نیز در مراجع وجود دارد ولی به جهت یکدست شدن پروسه بررسی سطح آسایش ساکنان، به تیم‌ها توصیه می‌شود که از این معیار برای بررسی آسایش ساکنان استفاده نمایند.

۸-۱-۷-۱ نوآوری و خلاقیت

در این بخش باید تیم‌ها به معرفی نوآوری‌ها، روش کار وخلاقیت استفاده شده در طرح‌های خود بپردازند. با توجه به محورهای اصلی معیار نوآوری و خلاقیت یعنی تحقیقات، پایداری، نوآوری، دوام و ایمنی و زیر بخش‌های فرعی آن (صفحات ۱۳ و ۱۴ نظامنامه)، تیم‌ها باید ویژگی‌های طرح پیشنهادی خود را با ذکر دلایل در هر یک از ۴ بخش اصلی بطور جداگانه بیاورند.

۱-۶- تحقیقات

در این بخش تیم‌ها باید مشخص کنند که تا چه اندازه از نوآوری و خلاقیت در طرح‌های خود استفاده نموده و چگونه از روش‌های تحقیق در توسعه و تصمیم‌گیری راه‌حل‌های طراحی بهره گرفته‌اند.

۲-۶- پایداری

در این بخش باید مشخصاً بیان شود که تیم‌ها از چه مواد اولیه جدید، استراتژی‌های منحصر بفرد و راهبردهای اقلیمی به منظور افزایش پایداری بنا استفاده کرده‌اند و میزان پایداری طراحی نوآورانه آن‌ها به چه میزانی است.

۳-۶- نوآوری

در اینجا باید پیرامون موضوعاتی مانند:

- ✓ میزان تاثیر نوآوری و خلاقیت طرح پیشنهادی بر برآورده کردن نیازهای بازار و ساکنین با توجه به تعریف ساختمان انرژی صفر
- ✓ میزان بهره‌گیری از روش‌های فعال و غیرفعال موثر بر طول عمر ساختمان و سبک زندگی ساکنان در طرح پیشنهادی
- ✓ میزان برخورداری طرح از پتانسیل‌های زیست محیطی، اجتماعی و فرهنگی
- ✓ میزان اثرگذاری خلاقیت و نوآوری طرح بر مصرف/تولید انرژی
- ✓ میزان بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید در طرح

و موارد دیگر که از نظر تیم‌ها جزء ویژگی‌های نوآورنه طرح پیشنهادی خود می‌باشند، بحث شود. در صورت نیاز به ارائه کمی و کیفی محورهای مذکور می‌توان از نمودار، جدول، شکل و . . . در متن گزارش بهره برد.

۴-۶- دوام و ایمنی

در این زیر بخش باید درباره میزان عمر و ایمنی نوآوری‌های طرح پیشنهادی توضیحاتی داده شود. اینکه نوآوری‌ها تا چه میزان امنیت مراجعین و کارمندان را بهبود بخشیده و حفظ می‌کنند و با توجه به عمر بنا، پیش‌بینی تیم‌ها از دوام و عملکرد مناسب نوآوری‌های طرح چه مدتی می‌باشد.

۹-۱-۷-۱ امکانات تفریحی و رفاهی

در این بخش باید به نوع امکانات تفریحی و رفاهی مدنظر برای کارمندان و مراجعان در طراحی پیشنهادی اشاره شده و میزان تاثیرگذاری این امکانات بر ارتقای بهره‌وری کارمندان و رضایتمندی مراجعین به روشنی مشخص شده باشد. میزان تاثیرگذاری بایستی بر حسب درصد بیان شود و تیم‌ها نشان دهند که این میزان افزایش بهره‌وری چگونه و به چه صورتی بر خروجی عملکرد کلی ساختمان اثر می‌گذارد (مثلا افزایش سوددهی، رضایت مراجعین و . . .). بهتر است درباره پیش‌بینی طیف استفاده کنندگان از این امکانات، میزان درآمد زایی آن و قابلیت استفاده از آن در فصول مختلف سال نیز توضیحاتی داده شود.

۱۰-۱-۷-۱ توجیه‌پذیری اقتصادی و میزان استقبال بازار از طرح

در این بخش باید تمامی جزئیات هزینه‌ای/درآمدی مربوط به عملیات ساخت، فرم، طراحی، تجهیزات و تولید/مصرف سالانه انرژی ارائه شود تا ظرفیت رقابت‌پذیری طرح در بازار مسکن و توجیه‌پذیری اقتصادی آن قابل بررسی باشد. مطابق آنچه در نظامنامه آورده شده تیم‌ها بایستی موارد زیر را در این گزارش به روشنی بیان نمایند:

- ✓ هزینه ساخت و مواد اولیه بنا مطابق فهرست بهای سال ۱۳۹۵

- ✓ هزینه‌های مربوط به محورهای معماری، انرژی، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، نوآوری و خلاقیت و امکانات تفریحی-رفاهی بطور جداگانه
- ✓ مشخص کردن بازارهای هدف طرح پیشنهادی، هزینه تمام شده بنا، دوره بازگشت سرمایه با ارائه حداقل دو پارامتر مالی NPV و IRR با توجه به مقایسه هزینه‌های اولیه و جاری و همچنین درآمدهای مربوط به ساختمان انرژی صفر با یک ساختمان معمولی با زیربنای یکسان

علاوه بر موارد مذکور که حتما باید در گزارش آورده شوند، تیم‌ها می‌توانند سایر توضیحات لازم در مورد توجیه‌پذیری اقتصادی و استقبال بازار از طرح پیشنهادی خود را در این بخش ذکر کنند.

۲-۷-۱ راهنمای نگارش گزارش (فرمت ارسال آثار)

در این بخش توضیحاتی درباره فرم قابل قبول شکل‌ها، جداول، نمودارها، روابط ریاضی به همراه قواعد نوشتاری لازم ارائه شده است. از آنجاییکه بخشی از امتیاز نهایی طرح‌ها به کیفیت مستندات ارائه شده از جمله همین گزارش اختصاص دارد، از تیم‌ها درخواست می‌شود تا ضوابط مندرج در این تمپلیت را به دقت مطالعه نموده و آن را در تهیه گزارش خود بکار گیرند.

الف -۱- شکل‌ها، جدول‌ها، نمودارها و روابط:

الف-۱-۱ شکل‌ها و جدول‌ها

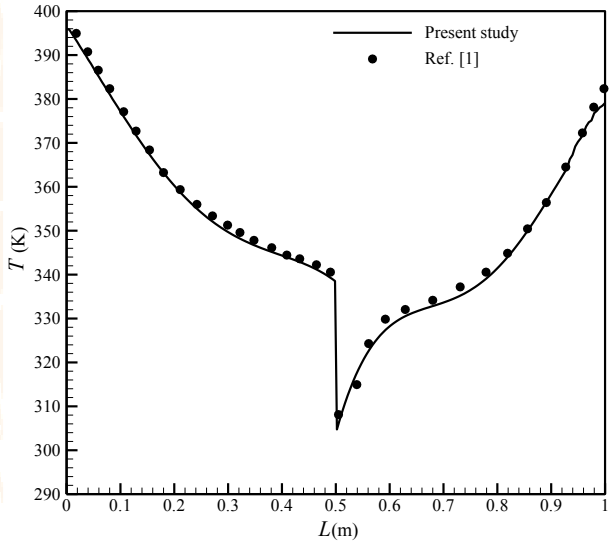
شکل‌ها، جدول‌ها و نمودارها باید بعد از محل ارجاع در گزارش درج شوند. تنها شکل‌هایی با فرمت استاندارد TIFF، JPEG و شکل‌های تهیه شده در بسته نرم‌افزاری مایکروسافت آفیس قابل قبول هستند. به دلیل مناسب بودن کیفیت شکل‌های تهیه شده با فرمت TIFF در چاپ کاغذی و الکترونیکی، اولویت با استفاده از این فرمت برای شکل‌ها می‌باشد. در تمامی نرم‌افزارهای رایج ترسیم نمودار، این قابلیت به کاربر داده شده است تا نمودارها و شکل‌ها را در فرمت دلخواه ذخیره نماید. برای این منظور معمولاً بایستی از مسیر زیر استفاده نمود:

File → Save as … or Export Image as …

برای خروجی شکل‌هایی با فرمت TIFF، معمولاً درباره میزان رزولوشن شکل یا نمودار از کاربر سوال می‌گردد که در صورت وجود چند حالت پیش‌فرض، بالاترین میزان رزولوشن موجود را بایستی انتخاب نمود (در برخی حالت‌ها درباره عرض نمودار یا شکل سوال می‌گردد که بدیهی است در شکل‌های با عرض بزرگ‌تر، کیفیت تصویر و میزان تراکم پیکسل بالاتر خواهد بود) در غیر این‌صورت برای نمودارها و سایر شکل‌ها میزان ۶۰۰ را وارد نمایید.

وارد کردن مستقیم نمودارهای اکسل در فایل ورد گزارش مشکلاتی اعم از به هم ریختگی نمودارها و لجند و سایز آنها ایجاد می‌کند، کافیست در هنگام جانمایی نمودارهای اکسل در فایل ورد از مسیر Paste Option → Picture حالت Picture را انتخاب نمایید. در این حالت ضمن اینکه نمودارها به صورت عکس و با کیفیت بالا منتقل می‌شوند تعداد داده‌هایی که در فایل ورد ذخیره می‌شود اندک بوده و گزارش به سهولت بازخوانی می‌شود.

توصیه می شود هر شکل و نمودار همراه لجند و عنوان محورها و سایر توضیحات به صورت "یک گروه واحد" در گزارش وارد شود تا از به هم‌ریختگی شکل و توضیحات آن جلوگیری شود. شکل‌ها و نمودارها می‌بایست از ابتدا در اندازه اصلی و با قلم مورد تایید گزارش رسم شوند بطوریکه پس از جانمایی در فایل ورد گزارش، نیاز به تغییر اندازه شکل‌ها نباشد. به این ترتیب می‌بایست از هرگونه کشیدگی و فشردگی شکل‌ها جداً پرهیز نمود. شکل ۱ نمونه شکل با کیفیت و مورد تایید را نشان می‌دهد.



شکل ۱ دماهای اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده

رنگ پیش‌فرض رسم نمودارها در برخی نرم‌افزارهای ترسیمی خاکستری است. دقت شود محورهای مختصات، عنوان محورها و اعداد می‌بایست فقط با رنگ مشکی رسم شده و محورهای مختصات دارای ضخامت قابل قبول باشد.

به همهٔ شکل‌ها، جدول‌ها و نمودارها در گزارش باید اشاره شده باشد. اشاره به شکل‌ها در متن به‌صورت "شکل ۱" یا "شکل ۲" و با همان سایز متن و بدون پرانتز است. در صورت اشاره به شکل در پایان جمله، نام شکل در داخل پرانتز اشاره می‌شود.

محورهای مختصات فقط با پارامتر توصیف می‌شوند. شکل‌ها با زمینه سفید و بدون قاب اضافی بیرونی رسم می‌شود. به جهت امکان چاپ گزارشات بصورت سیاه و سفید، اجزای شکل‌ها، نمودارها و جدول‌های رنگی باید به‌گونه‌ای باشند که در چاپ سیاه و سفید قابل تفکیک باشند؛ به‌خصوص در شکل‌هایی که کانتور رنگی دارند طیف رنگ استفاده شده باید در چاپ سیاه و سفید قابل تفکیک باشد.

جدول‌ها حتی‌الامکان فقط با سه خط افقی اصلی و بدون خطوط عمودی تنظیم می‌شوند. جدول ۱ نمونه صحیح جدول مورد تایید را نشان می‌دهد. توضیحات داخل جدول‌ها به زبان فارسی بوده ولی اعداد لاتین هستند.

جدول ۱ اندازه فونت الگوها

زبان متن		فارسی	لاتین
نوع قلم		بی‌نازنین	تایمز نیو رومن
اندازه قلم	عناوین سطح ۱	۱۶	۱۴
	عناوین سطح ۲	۱۴	۱۲

متن اصلی	۱۴	۱۲
عنوان شکل ها و جدول‌ها	۱۲	۱۱
پاورقی و پی‌نوشت	۹	۸
متن در جدول‌ها	۱۱	۱۰
روابط ریاضی	۱۱	۱۰
شماره روابط	--	۱۰

الف-۱-۲ روابط و فرمول‌های ریاضی

روابط و فرمول‌های ریاضی با استفاده از ابزار معادله[۱] موجود در نرم‌افزار آفیس با قلم پیش‌فرض آن کامبریا مث[۲] و با اندازه قلم ۹ و از سمت چپ تایپ می‌شوند. در نوشتن روابط و فرمول‌های ریاضی رعایت نکات زیر الزامی است:

۱- شماره‌گذاری فرمول‌ها از یک شروع شده و برای اشاره به آنها از شماره در پرانتز استفاده می‌شود.

۲- در فرمول‌نویسی، پارامترها و متغیرها به صورت ایتالیک می‌آیند، ولی اعداد، کلمات، توابع مشخص و واحدها به صورت غیرایتالیک می‌آیند.

۳- در صورتی که فرمول طولانی باشد و طول آن از یک سطر تجاوز کند، باید در جای مناسب شکسته شده و ادامه فرمول در سطر بعدی آورده شود و از فشرده کردن آن پرهیز شود.

۴- وقتی ادامه فرمول در سطرهای بعدی آورده می شود، باید سطرهای دوم به بعد به‌طور منظم با فاصله یکسان از سمت چپ فرورفتگی داشته باشد.

۵- شماره هر فرمول در گوشه سمت راست آخرین سطر فرمول درج می‌شود و در صورتی که در سطر آخر برای نوشتن شماره فرمول جا نباشد، در گوشه سمت راست سطر بعد نوشته می‌شود.

۶- دقت شود از نقطه ممیز یا همان نقطه پایان جمله به جای نقطه‌ضرب $(a \cdot b)$ استفاده نشود.

$$D_{\text{eq}} = ۲\square\,[۱.۰۵۴۲ - ۰.۴۶۷۰\left(\frac{a}{b}\right) - ۰.۱۱۸۰\left(\frac{a}{b}\right)^{۲} + ۰.۱۷۹۴\sin a - ۰.۰۴۳۶۴\exp b] + ۰.۱۷۹۴\sin a + ۰.۱۷۹۴\sin a - ۰.۰۴۳۶۴\exp b] \quad (۲)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\overline{T}) + \nabla\cdot\left(\rho c_P\vec{\overline{V}}\right) = \nabla\cdot(k\nabla\cdot T) + \frac{\partial}{\partial x}\left(-\rho\overline{\acute{u}\acute{T}}\right) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho\overline{\acute{v}\acute{T}}) \quad (۳)$$

الف-۲- قواعد نوشتاری

[۱] Insert → Symbols → Equation (Style: Sub Title)
[۲] Cambria Math

تلاش شود در متن گزارش از جملات رسا، گویا و کوتاه استفاده شود و از نوشتن جملات تودرتو پرهیز شود. درستی نوشتار بر پایهٔ املای زبان فارسی ضروری است. در ادامه، برخی از موارد اشتباه متداول یادآوری می‌شود:

در اشاره به شکل‌ها و جداول و روابط باید از شماره آنها استفاده شود و از به‌کار بردن عباراتی نظیر «شکل بالا» و «فرمول زیر» و «جدول بعد» اکیداً خودداری شود.

در فعل‌ها دقت شود که «می» از جزء بعدی فعل جدا نمانده و نیز سرهم نوشته نشود. برای این منظور باید نیم فاصله درج گردد. برای درج نیم فاصله از «کلید Ctrl» به همراه «کلید -» استفاده کنید. بنابراین تایپ «می شود» و «میشود» اشتباه، و درست آن «می‌شود» است.

در مورد «ها»ی جمع نیز دقت کنید که از کلمهٔ جمع بسته شده جدا نوشته شود. برای جدانویسی نیز از نیم فاصله استفاده کنید؛ برای مثال «شکل ها» را به صورت «شکل‌ها» بنویسید. جمع بستن کلمات فارسی یا انگلیسی با علایم جمع عربی اشتباه است. بنابراین، «پیشنهادات» و «اساتید» اشتباه و درست آن‌ها «پیشنهادها» و «استادان» است.

الف-۳- علائم، نشانه‌ها و ارقام

از علایم و نشانه‌های متداول در زبان فارسی و همچنین از علایم و نشانه‌های به‌کار رفته در متون مهندسی می‌توان استفاده کرد. برای نشان‌دادن اعداد باید ارقام انگلیسی (و ممیز انگلیسی) به‌کار رود. استفاده از ممیز فارسی خطر به‌هم ریختگی اعداد را دارد و استفاده از آن به هیچ وجه مجاز نیست. اندازه و قلم علایم در داخل فرمول و در داخل متن و در لیست علایم باید دقیقا یکسان باشد.

در صورت نیاز، لیست علایم و نشانه‌ها، در انتهای گزارش درج می‌شود. این لیست به ترتیب الفبایی تنظیم شده و هر سطر به‌ترتیب شامل نماد و شرح (و ابعاد) آن است. لیست علائم بایستی شامل کلیه متغیرهای به کار رفته در متن اصلی گزارش باشد. مثال:

P فشار (kgm-1s-2)

T دما (K)

علایم یونانی

ρ چگالی (kgm-3)

τ عمر متوسط موضعی هوا (S)

۳-۷-۱ مستندات قابل پذیرش تیم ها به همراه اطلاعات تماس پشتیبان مربوط به هر بخش

مستندات موجود در جدول۹ حداقل دریافتی‌های شرکت‌کنندگان جهت شرکت در مسابقه و کسب امتیازات لازم در ۸ شاخص مربوطه می‌بایست بصورت گزارش در فرمت MS-Word و PDF بهمراه سورس نرم‌افزارهای استفاده شده و سایر ضمائم به صورت حضوری یا غیرحضوری به دبیرخانه مسابقه تحویل گردند.

- شرکت کنندگان می‌توانند پس از مطالعه اطلاعات تکمیلی راهنمای نظام‌نامه و در صورت عدم رفع ابهام و یا وجود هرگونه سوال دیگر، با پشتیبان بخش مربوطه طبق جدول ۹ تماس حاصل فرمایند.

جدول ۹ مستندات قابل پذیرش تیم ها به همراه اطلاعات تماس پشتیبان مربوط به هر بخش

ردیف	عنوان محور	فرمت های قابل پذیرش	اطلاعات تماس تیم پشتیبان	
۱	معماری	گزارش اولیه، ترسیمات و محاسبات دستی، اتوکد (.dwg) سه بعدی و دو بعدی به همراه فایل سورس برنامه و فایل خروجی شبیه سازی شده در نرم افزار شبیه سازی	سینا معماریان ۰۹۱۲۲۵۹۱۴۰۹ 	الناز رجبی ۰۹۱۹۸۳۶۱۲۴۸
۲	انرژی	گزارش اولیه، فایل خروجی اصلی از نرم افزار شبیه سازی و تحلیل انرژی در ساختمان	احسان داوودی ۰۹۱۲۴۵۸۱۹۹۸	سپهر دیده‌ور ۰۹۳۶۸۹۷۶۲۴۴
۳	تأسیسات مکانیکی، الکتریکی، الکترونیکی و روشنایی	گزارش اولیه، فایل خروجی اصلی از نرم افزارهای شبیه‌ساز مربوطه		
۴	آسایش ساکنین	گزارش اولیه، فایل خروجی اصلی از نرم افزار شبیه ساز + محاسبات ریاضی	الناز رجبی ۰۹۱۹۸۳۶۱۲۴۸ 	
۵	نوآوری و خلاقیت	تکمیل گزارش طرح(مربوط به مرحله دوم داوری آثار)، خروجی نرم افزار اتوکد سه بعدی یا دو بعدی به همراه فایل برنامه، ترسیمات و نقشه های فنی، مدارک و تاییدیه‌های علمی	فرشاد عرب[۱] ۰۹۰۱۲۶۸۴۱۰۳ 	

[۱] مسئول تیم پشتیبانی مسابقه

۶)	امکانات تفریحی و رفاهی	تکمیل گزارش طرح(مربوط به مرحله دوم داوری آثار)، خروجی نرم افزار اتوکد سه بعدی یا دو بعدی به همراه فایل برنامه+ محاسبات ریاضی	سپهر دیده‌ور ۰۹۳۶۸۹۷۶۲۴۴
۷)	کیفیت ارائه، گزارش و مستندات و همخوانی این دو باهم	مستندات سایر شاخص‌های امتیاز دهی به همراه فایل ارائه و ارائه روز جشنواره توسط تیم/فرد	مریم ورقائی ۰۹۳۵۶۶۸۴۸۸۸
۸)	توجیه پذیری اقتصادی و میزان استقبال بازار از طرح	تکمیل گزارش طرح(مربوط به مرحله دوم داوری آثار)، فایل خروجی ا صلی از نرم افزار شبیه ساز و گزارش اقتصادی طرح به همراه محاسبه پارامترهای اقتصادی	فرشاد عرب ۰۹۰۱۲۶۸۴۱۰۳

- ارسال ضمائم بیش از موارد گفته شده مانعی ندارد.

۴-۷-۱ سایر راه‌های اطلاع رسانی و تماس با دبیرخانه

✓وب‌سایت: http://zebfestival.ir/

✓اینستاگرام: http://Instagram.com/zebfestival.ir

✓لینکدین: https://www.linkedin.com/in/zeb-festival/

✓تلگرام: https://t.me/zebfestival

✓ایمیل: zebfestival@gmail.com

✓شماره تماس: ۶۶۹۷۰۹۰۶-۰۲۱ داخلی ۳۰۱-۳۲۰، ۰۹۲۲۸۰۳۸۳۶۸

۸-۱ توجیه پذیری اقتصادی و میزان استقبال بازار از طرح

ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری، به‌طور معمول بر اساس تجزیه و تحلیل سود/هزینه است و مقایسه‌ای میان هزینه سرمایه‌گذاری با سود به دست آمده در دراز مدت می‌باشد. خروجی این امر بسیار وابسته به "افق مالی" انتخاب شده است. علاوه بر این، عمر مفید پیش‌بینی شده و محدودیت هزینه‌های غیر مستقیم و واقعیت های بیرونی نیز در نظر گرفته می‌شوند. اغلب در تجزیه و تحلیل اقتصادی و یا تصمیمات سرمایه‌گذاری دوره بازگشت سرمایه به‌صورت کلی یا ساده استفاده می‌شود. تصمیمات باید بر اساس اطلاعات باشند و در زمان خریداری خانه، میزان نیاز آن به انرژی، از جمله اطلاعات مهم محسوب می‌شود. بنابراین "روشن کردن" نیازهای مختلف ساختمان به اندازه‌ی "فهرست محتویات"، در زمان خرید یک بسته غذای از قبل بسته‌بندی شده مهم است.

روش‌های پیچیده‌تر، "ارزش پول" را در نظر می‌گیرند، یعنی در صورتی‌که مجموع پول، قرضی باشد، چه میزان سود، باید پرداخت شود و یا سود پول سرمایه‌گذاری شده چگونه به دست می‌آید. چنین مقایسه‌ای می‌تواند از طریق روش «تنزیل جریان نقدی»[۱] انجام پذیرد تا «*ارزش فعلی*»[۲] پس‌انداز آینده مشخص شود یا این میزان با سرمایه‌گذاری در دارایی ثابت مقایسه شود. نرخ ("تخفیف") سود و هر نوع نرخ تورم باید در نظر گرفته شود. روشی جایگزین برای محاسبات ارزش فعلی، LCA[۳] یا تحلیل دوره عمر است. این روش ممکن است نه تنها شامل مقایسه‌ی هزینه مستقیم، بلکه شامل هزینه‌ی نگهداری جایگزین‌ها و طول عمر نیز باشد. اغلب ظاهر، کیفیت تصور شده، ارزش اعتباری جایگزین‌ها و ارزش قابل پیش‌بینی فروش مجدد در آینده باید در نظر گرفته شوند.

طراح ساختمان، چه به‌عنوان یک تصمیم گیرنده و چه به‌عنوان یک مشاور، باید به‌طور کامل از یارانه‌های جاری و محلی موجود، طرح‌های مالی و تشویقی یا مزایای مالیاتی که ممکن است در مورد بعضی از جایگزین‌ها صدق کنند، آگاه باشد.

مشکلات زمانی آغاز خواهند شد که یک سازنده، ساختمانی را برای فروش، سریع بسازد و هیچ علاقه‌ای به کاهش هزینه‌های اجرایی نداشته باشد. در حال حاضر باید به این امر مهم توجه شود که خریداران ذهنیت نکته سنجی دارند و در مورد ارزش افزوده یک ساختمان همساز با محیط‌زیست یا "پایدار" قضاوت می‌کنند. هم‌چنین نوعی ارزش و اعتبار در چنین ساختمان‌هایی وجود دارد. با این که معمار نقش یک مشاور را برای خریدار ایفاء می‌کند، اما باید بتواند ثابت کند که ساختمان واقعاً خوب و "پایدار" است یا تنها ادعا می شود که این‌گونه است. در واقع، نظام‌های متعدد درجه‌بندی انرژی ممکن است نشان‌دهنده‌ی کیفیت خانه مورد نظر باشند.

---

[۱] Discounted cash flow

[۲] present worth

[۳] life cycle analysis

از طرف دیگر ساکنان، مشتاقند تا از شرایط روشنایی و حرارتی (برای تولید بیشتر) و کاهش مصرف انرژی (و درنتیجه هزینه‌های عملیاتی کمتر) بهره ببرند.

۹-۱ ضمایم

۱-۹-۱ راهنمای بهینه‌سازی با استفاده از نرم افزای Design Builder

۱-۱-۹-۱ بهینه‌سازی[1]

بهینه سازی در ا صل، حل م سئله‌ای جهت یافتن بهترین پا سخ‌ها با توجه به متغیرها و قیود م سئله ا ست که به‌طور مثال منجر به بهبود عمر تجهیزات، کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و... خواهد شـــد. به‌طور مثال حجم یک مخزن از دو پارامتر طول و قطر پیروی می‌نماید. چنانچه معدل حجم مخزن را به‌عنوان تابع هدف م سئله در نظر بگیریم و هدف ما بی‌شینه کردن حجم در یک فضای محدود با شد، چنین م سئله‌ای یک م سئله‌ی بهینه سازی تک هدفه نامیده می شود. ولی چنان چه علاوه بر بی شینه کردن حجم مخزن، کمینه کردن هزینه‌ی ســـاخت مخزن را با توجه به متغیرهای مربوطه نیز در نظر بگیریم، چنین مسئله‌ای که بیش از یک هدف برای مسئله‌ی بهینه‌سازی وجود دارد را بهینه‌سازی چند هدفه می‌نامند.

در بهینه سازی DesignBuilder ، الگوریتم ژنتیک (GA) (با نام م ستعار الگوریتم‌های تکاملی و یا EA) برای جســتجوی راه‌حل های بهینه در طراحی اســتفاده می‌شـود که تأثیر بیشــتری نســبت به آنالیز پارامتری، در زمانی که متغیرهای بی شتری ا ستفاده می شود، دارند. در DesignBuilder، تا ۱۰ متغیر طراحی را می‌توان برای آنالیز و ترکیب با حداکثر دو تابع هدف ، مانند "به حداقل ر ساندن انتشار کربن" و "به حداقل ر ساندن هزینه ســـاخت" به کار برد. هزینه وکربن یک جفت تابع هدف متداول در آنالیز و بهینه ســـازی طراحی ساختمان ه ستند؛ به این دلیل که م صالحه‌ای بین اثرات هزینه و کربن بر روی طیف و سیعی از طراحی‌ها، بررسی شده است. برای مثال، یکی از این بررسی های مربوط به بهینه‌سازی، ممکن است شامل یک طراحی پایه با شد که در آن هزینه و انت شار کربن، با جهت ساختمان، ساختار دیوار و سقف، نوع و مقدار پو شش شیشه‌ای ، درجه‌ای از سایه‌اندازی و نوع سیستم HVAC که مجاز به تغییر ه ستند، بهینه سازی شده اند. نتایج ممکن اســـت به‌طورگرافیکی نمایش داده شـــود بطوری که یک محور بیانگر گســـیل عملیاتی کربن و محور دیگر بیانگر هزینه‌های ســـرمایه گذاری باشـــد. عملکرد هر یک از گزینه های طراحی که مورد آزمایش قرار گرفته به‌عنوان بخشی از پروسه روی گراف رسم می‌شود. این طرح‌ها با کمترین ترکیب از هزینه و کربن، یک " Pareto front " از طراحی‌های بهینه در امتداد لبه پایین و سمت چپ نقطه داده "cloud" شکل می دهند.

[1] Optimization

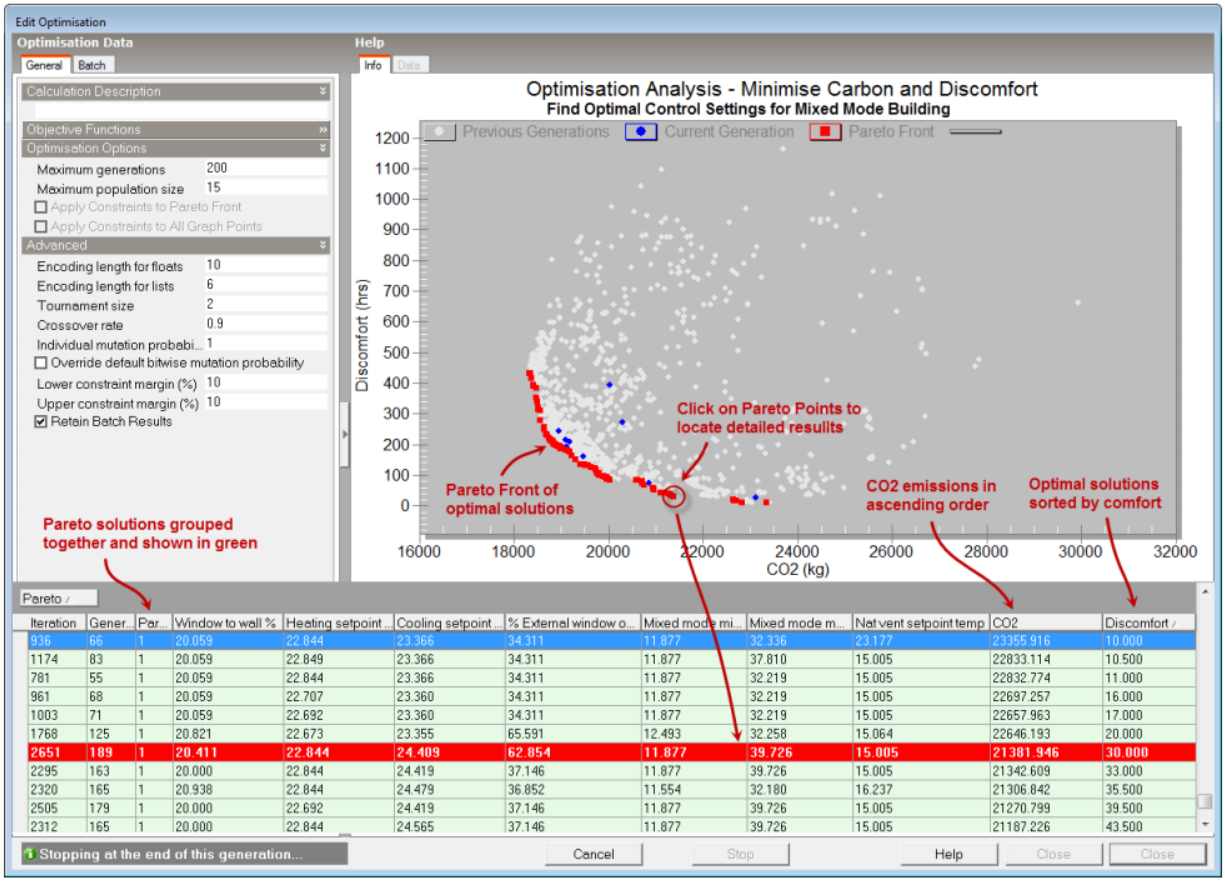
به همین ترتیب "به حداقل ر ساندن انت شارات کربن" و "به حداقل ر ساندن عدم آ سایش" غالباً برای آنالیز مصالحه بین انتشار کربن و درجه ای از راحتی که توسط طراحی فراهم می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در خروجی مثال زیر، پارامترهای کنترل یک مدل تهویه طبیعی اختلاطی متغیر، بر اساس انتشار کربن و میزان سختی بهینه شده است. خروجی‌ها نشان می‌دهد گزینه‌های کنترل منجر به کاهش ساعات سختی می‌شود به‌طوری که در همان زمان کمترین اثرات زیست محیطی را داشته باشد[۲].

۲-۱-۹-۱ شروع بهینه‌سازی در نرم‌افزار *DB*

برای استفاده از ابزار آنالیز بهینه‌سازی به صفحه شبیه‌سازی(Simulation screen) رفته و بر روی تب بهینه‌سازی(Optimisation tab) **شکل ۱۷** کلیک می‌کنیم.

از صفحه بهینه‌سازی مربوط به تب شبیه‌سازی می‌توان:

- تنظیمات مسئله بهینه سازی(objectives, constraints and variables) را ویرایش کرده. این اولین گام لازم، قبل از اجرا و حل مسئله است.
- مسئله بهینه‌سازی در صفحه Optimisation Calculation Options Dialog را باز کرده، و تنظیمات مربوط به آن‌را انجام می‌دهیم.
- نتیجه های بهینه سازی قابل مشاهده است.



شکل ۱۷ پنجره بهینه‌سازی در نرم‌افزار و اجزای مربوط به حل یک مسئله نمونه

۳-۱-۹-۱ بهینه‌سازی به‌صورت پارامتری

صفحه Dialog بهینه‌سازی و تنظیمات آنالیز پارامتری از منوی Tools و همچنین از صفحه شبیه‌سازی (Simulation screen) برروی تب‌های بهینه‌سازی و پارامتریک، قابل دسترسی است. اطلاعات وارد شده در اینجا، برای هر دو آنالیز بهینه‌سازی و پارامتری به‌صورت زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد:

۴-۱-۹-۱ بهینه‌سازی

با واردکردن داده‌ها در ۳ تب زیر می‌توان از این صفحه برای حل مسئله بهینه‌سازی استفاده کرد:

- Objectives- تابع هدف مسئله را تعریف می‌کند- آن چه به منزله‌ی یک "طراحی خوب" تلقی می‌شود.
- Constraints- محدودیت ها و قید ها روی عملکرد اعمال می‌شود.
- Design Variables- عناصر و اجزاء مدل که در طی مساله‌ی بهینه سازی مجاز به تغییر هستند و مقادیر جدیدی که این عناصر می‌توانند اختیار کنند.

۵-۱-۹-۱ مسئله پارامتری

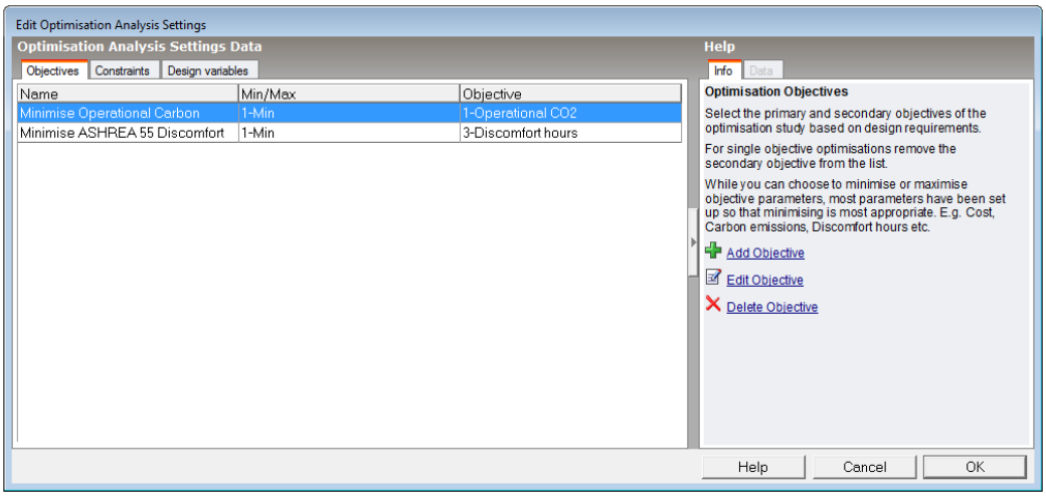
تنها یک تب برای مسئله پارامتری استفاده می‌شود:

Design Variables

عناصر و اجزای مدل که در طی مسئله پارامتری مجاز به تغییر هستند و مقادیر جدیدی که این عناصر می‌توانند اختیار کنند. زمانی از مسئله پارامتری استفاده می‌شود که فقط ۲ متغیر بالای لیست به‌عنوان مسئله پارامتری استفاده‌شده و حداکثر از ۲ متغیر پشتیبانی می‌کند.

OBJECTIVES

تب objective (تابع هدف) به شما اجازه می‌دهد که مشخص نمایید چگونه "success" یک طراحی خاص اندازه‌گیری می‌شود. این کار توسط تعریف objective های ۱ یا ۲ برای مسئله انجام شده است. تنظیمات معمولی در اینجا حداکثر شامل دو تابع هدف است که برای بررسی مصالحه بین ۲ هدف متعارض مانند به حداقل رساندن هزینه ساخت و به حداقل رساندن مصرف انرژی، انجام شده است. **شکل ۱۸** را ببینید.



شکل ۱۸ پنجره مربوط به تعریف توابع هدف در نرم‌افزار

برای اضافه کردن objective (تابع هدف) جدید روی لینک Add new در پنل اطلاعات(info panel) کلیک می‌کنیم. این کار صفحه Objective dialog را باز می‌کند که اجازه می‌دهد اطلاعات آن objective را وارد کنید. سایر گزینه ها برای ویرایش objective انتخابی فعلی یا حذف objective انتخابی فعلی، هستند. تنها زمانی این کار ممکن است که ۱ یا ۲ objective داریم.

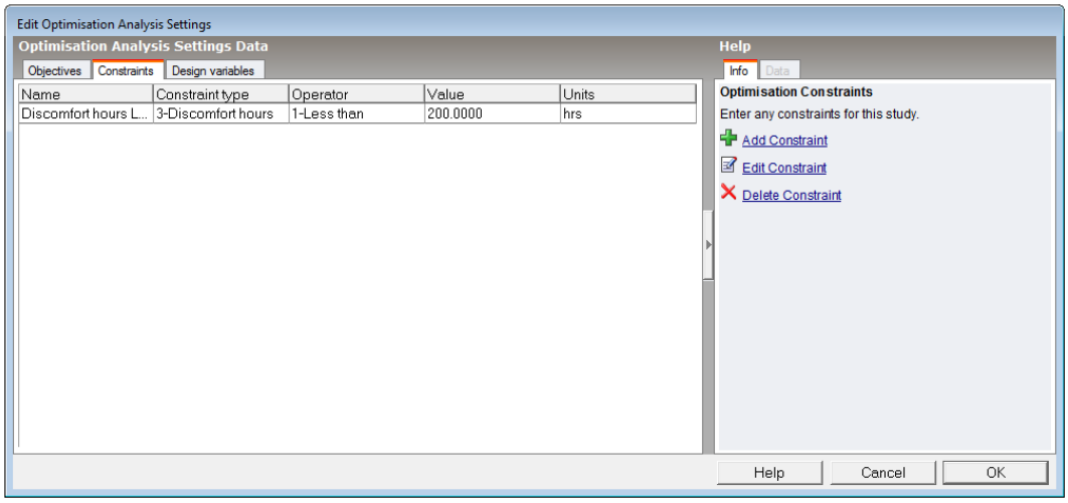
تعداد objectiveها(توابع هدف) (۱ یا ۲) اساسا بر ماهیت مسئله تأثیر می‌گذارد. در یک بهینه‌سازی تک هدفه هیچ مصالحه‌ای بین ۲ objective وجود ندارد، اما نیاز به انتخاب طراحی‌ها که بالاترین و پایین‌ترین مقادیر objective KPI را می‌دهند، داریم.

CONSTRAINTS

تب Constraints به شما اجازه می‌دهد که حدود(محدوده) عملکرد ساختمان را مشخص نمایید. مثالی از constraint(قید) ها که ممکن است در مسئله بهینه‌سازی اعمال شود، به‌صورت "ساعت‌های سختی که باید کمتر از ۲۰۰ باشد" یا "هزینه ساخت که باید بیشتر از ۶میلیون دلار" هستند.

برای افزودن قید Constraint جدید روی لینک Add new در پنل اطلاعات کلیک کنید. این کار صفحه Constraint dialog را باز می‌کند که به شما اجازه می‌دهد تا اطلاعات را برای آن constraint (قید) وارد کنید. سایر گزینه‌ها برای ویرایش constraint انتخابی فعلی یا برای حذف constraint انتخابی فعلی، هستند.

شکل ۱۹

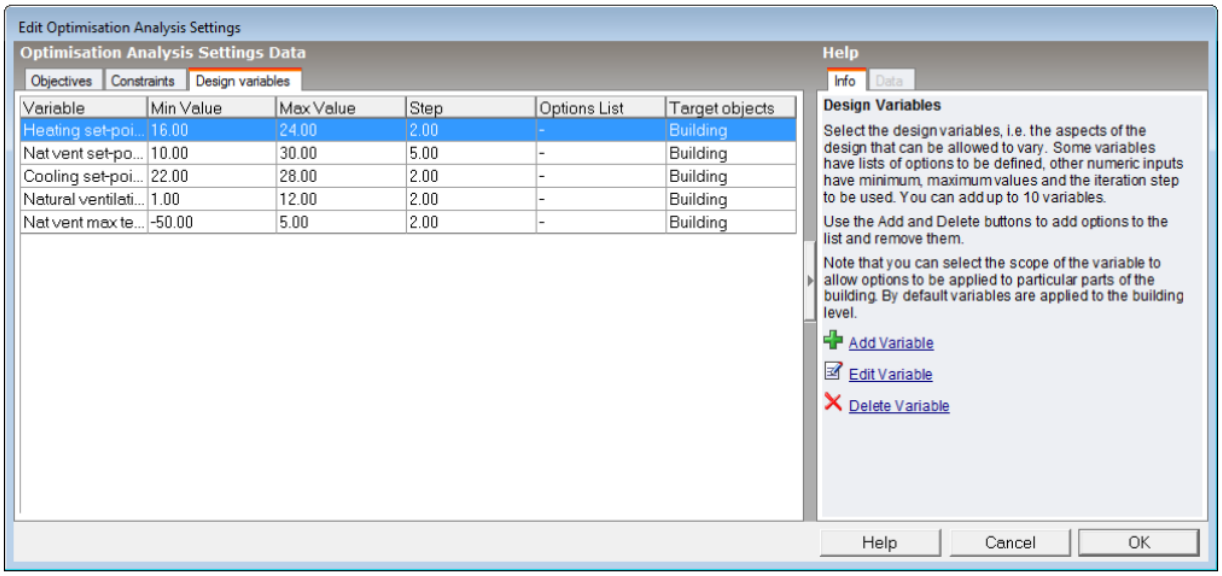


شکل ۱۹ پنجره مربوط به تعریف قیود توابع هدف در نرم‌افزار

VARIABLES

تب variables به شما اجازه می‌دهد که عناصر طراحی ساختمان که می‌تواند متغیر باشد و همچنین مقادیر مجازی که متغیر می‌تواند در حین مسئله بگیرد را مشخص نمایید. شما می‌توانید از میان گستره‌ی وسیعی از متغیرها مانند window to wall% ، Heating setpoint temperature ، HVAC Template ، External Wall construction و غیره، انتخاب کنید. لیست انواع داده مانند سازه، پوشش شیشه ای و یا قالب، به مجموعه‌ای از گزینه‌ها برای انتخاب شدن و تعریف گزینه‌های متغیر مجاز نیاز دارند.

برای افزودن یک Design Variable جدید روی لینک Add new در پنل اطلاعات کلیک کنید. این کار صفحه Variable dialog را باز می‌کند که به شما اجازه می‌دهد اطلاعات آن متغیر را وارد کنید. سایر گزینه‌ها برای ویرایش متغیر انتخابی فعلی یا حذف متغیر انتخابی فعلی، استفاده می شوند. **شکل ۲۰**



شکل ۲۰ پنجره مربوط به تعریف هریک از متغیرهای بهینه‌سازی در نرم‌افزار

۶-۱-۹-۱ توابع هدف بهینه‌سازی موجود در نرم‌افزار

۱- آسایش ساکنین

تمامی خروجی‌های comfort برای کل ساختمان با استفاده از میانگین وزنی سطح discomfort برای هر منطقه محاسبه می‌شود. توجه داشته باشید که خروجی‌های مرتبط با comfort ، "discomfort" نامیده می‌شوند به این دلیل که هدف اصلی کنوانسیون DesignBuilder به حداقل رسانی توابع هدف است و بخصوص در بحث استاندارد سازی خروجی های بهینه سازی، بهتر است که به جای بیشینه سازی comfort، discomfort را به حداقل برسانیم.

مهمترین تعاریف مربوط به این تابع که در نرم‌افزار DB از آن استفاده می‌شود به شرح ذیل است:

Discomfort (sum clo) – کل ساعت‌های discomfort هنگامی که لباس‌های تابستانی پوشیده می شوند

Discomfort (win clo) – کل ساعت‌های discomfort هنگامی که لباس‌های زمستانی پوشیده می‌شوند

Discomfort (all clo) – کل ساعت‌های discomfort هنگامی که لباس‌های زمستانی یا تابستانی پوشیده می‌شوند مبتنی بر روش ASHRAE55. توجه داشته باشید که این تابع هدف، مشابه روش تراکم سطح ساختمان که توسط EnergyPlus استفاده شده، نیست و به‌طور خلاصه اطلاعات HTML خروجی را که بیانگر میزان ساعت‌هایی که در هر منطقه در ساختمانی که uncomfortable است، جمع می‌نماید. اگر شما مایلید که تنها ساعت‌های اشغال شده را در مسئله comfort خود در نظر بگیرید پس مطمئن شوید که این گزینه در dialog options شبیه‌سازی اصلی تنظیم شده است.

Discomfort Summer ASHRAE 55 Adaptive 80% Acceptability – گزارش هایی که در آن‌ها دمای مؤثر(عملیاتی) به ۸۰ درصد حد قابل قبول برای comfort وفقی، در ASHRAE 55-2010 در طی ساعت‌های اشغال شده تابستانی می رسند. مقدار ۱ به معنی داخل محدوده است. به عبارت دیگر دمای

عملیاتی منطقه بیشتر از ۲,۵ درجه سانتیگراد نسبت به دمای مدل وفقی ASHRAE 55 ، نیست. مقدار صفر به معنی خارج از محدوده است (uncomfortable). مقدار منفی ۱ به معنی غیرقابل قبول است. به عبارت دیگر میانگین دمای هوای خارجی زیر ۱۰ درجه سانتی گراد است.

Discomfort Summer ASHRAE 55 Adaptive 90% Acceptability – گزارش هایی که در آن‌ها دمای مؤثر (عملیاتی) به ۹۰ در صد حد قابل قبول برای comfort تطبیقی، در ASHRAE 55-2010 در طی ساعت‌های اشغال شده تابستانی می رسند. مقدار ۱ به معنی داخل محدوده است. به عبارت دیگر دمای عملیاتی منطقه بیشتر از ۳,۵ درجه سانتیگراد نسبت به دمای مدل وفقی ASHRAE 55 ، نیست. مقدار صفر به معنی خارج از محدوده است (uncomfortable).

Discomfort Summer CEN 15251 Adaptive Category I – گزارش هایی که دمای عملیاتی در دسته بندی ۱ قرار میگیرند و به ۹۰ درصد حد قابل قبول برای comfort وفقی در استاندارد اروپایی EN15251-2007 می رسند؛ در طی ساعت‌های اشغال شده زمانی که میانگین دمای هوای خارجی بیشتر از ۱۰ درجه سانتی گراد است. مقدار ۱ یعنی داخل محدوده و مقدار صفر به معنی خارج از محدوده است.

Discomfort Summer CEN 15251 Adaptive Category II – گزارش هایی که دمای عملیاتی در دسته بندی ۲ قرار میگیرند و به ۸۰ درصد حد قابل قبول برای comfort وفقی در استاندارد اروپایی EN15251-2007 می رسند؛ در طی ساعت‌های اشغال شده زمانی که میانگین دمای هوای خارجی بیشتر از ۱۰ درجه سانتی گراد است. مقدار ۱ یعنی داخل محدوده و مقدار صفر به معنی خارج از محدوده است.

Discomfort Summer CEN 15251 Adaptive Category III – گزارش هایی که دمای عملیاتی در دسته بندی ۳ قرار میگیرند و به ۶۵ درصد حد قابل قبول برای comfort وفقی در استاندارد اروپایی EN15251-2007 می رسند؛ در طی ساعت‌های اشغال شده زمانی که میانگین دمای هوای خارجی بیشتر از ۱۰ درجه سانتی گراد است. مقدار ۱ یعنی داخل محدوده و مقدار صفر به معنی خارج از محدوده است.

۲- هزینه (جهت مطالعه بیشتر به راهنمای نرم‌افزار مراجعه شود)

۳- روشنایی روز (جهت مطالعه بیشتر به راهنمای نرم‌افزار مراجعه شود)

۴- انرژی و بارها

Net site energy: انرژی خالص مصرفی در سایت است(کل مصرف سوخت سایت منهای هر تولید در سایت). برای HVAC ساده، این مقدار تحت تأثیر مقادیر COP است که در تب HVAC تنظیم شده و به‌عنوان مجموع مصرف سوخت منهای هر تولید، محاسبه می شود. در نگاه جزئی تر به HVAC، آن مقدار در گزارش ABUPS آورده شده است. به عبارت دیگر، متوسط مصرف سوخت منهای تولید.

Net primary energy: انرژی خالص اولیه با توجه به انرژی مصرفی در سایت است(کل منهای هر نوع تولید در سایت). این خروجی تنها باید در هنگام استفاده دقیق و با جزئیات از HVAC انتخاب شود.

Total site energy: کل انرژی ناخالص مصرف شده در سایت است. برای HVAC ساده، این مقدار تحت تأثیر مقادیر COP است که در تب HVAC تنظیم شده و به‌عنوان مجموع خروجی سوخت محاسبه می‌شود.

در یک HVAC دقیق و همراه با جزئیات مقادیر گزارش شده در ABUPS م شابه مجموع شوخت م صرفی گزارش شده در نتایج designbuilder است.

Total primary energy: کل انرژی اولیه با توجه به انرژی م صرف شده در سایت ا ست. این خروجی تنها باید در هنگام استفاده دقیق و با جزئیات از HVAC انتخاب شود.

Heating (Electricity) - میزان برق مصرفی که برای گرمایش استفاده می‌شود.

Heating(Gas)– گاز مصرفی که برای گرمایش استفاده می‌شود.

Heating(Oil) -نفت مصرفی که برای گرمایش استفاده می‌شود.

Heating(Solid fuel) - سوخت جامد مصرفی که برای گرمایش استفاده می‌شود.

Heating (Bottled Gas)گاز سیلندر(مثلا پروپان) مصرفی که برای گرمایش استفاده می‌شود.

Heating (Other fuels)– دیگر سوخت‌های(سوخت های زیستی) مصرفی و مورد استفاده در گرمایش.

Cooling (Electricity)-برق مصرفی که برای خنک سازی استفاده می‌شود.

Cooling (Gas)– گاز مصرفی که برای خنک سازی استفاده می‌شود.

Cooling (Oil)نفت مصرفی که برای خنک سازی استفاده می‌شود.

Cooling (Solid fuel) - سوخت جامد مصرفی که برای خنک سازی استفاده می‌شود.

Cooling (Bottled Gas) - گاز سیلندر مصرفی که برای خنک سازی استفاده می‌شود.

Cooling (Other fuels) - سایر سوخت‌ها سیلندر مصرفی و مورد استفاده در خنک‌سازی.

DHW (Electricity)- برق مصرفی که برای آب گرم مصرفی استفاده می‌شود.

DHW (Gas)- گاز مصرفی که برای DHW استفاده می‌شود.

DHW (Oil)– نفت مصرفی که برای DHW استفاده می‌شود.

DHW (Solid fuel)– سوخت جامد مصرفی که برای DHW استفاده می‌شود.

DHW (Bottled Gas)– گاز سیلندر مصرفی که برای DHW استفاده می‌شود.

DHW (Other fuels)– سایر سوخت‌های مصرفی جامد و مورد استفاده در DHW.

انرژی حرارتی AHU – انرژی عر ضه شده تو سط کویل حرارتی AHU هنگام ا ستفاده از داده HVAC با جزییات دقیق.

انرژی خنک سازی- محسوس+ انتقال خنک‌کننده نهان برای عر ضه هوا از کویل خنک‌کننده AHU + هر ناحیه واحد و هر فن کویل در ساختمان

Fans –مصرف انرژی فن.

Pumps- مصرف انرژی پمپ

انرژی پیش گرم کننده(پیش گرمایش)– انرژی عرضه شده توسط کویل‌های preheat به هوای خارج قبل از ورود به جعبه مخلوط کننده هوای خارج هنگامی که از HVAC استفاده می‌شود.

انرژی (بازگرمایش)reheat – انرژی reheat (بازگرمایش) کل

انرژی هیتر تابشی- انرژی هیتر تابشی کل

DHW- انرژی DHW کل

انرژی فرآیند- انرژی فرآیند کل برای مناطق

انرژی کترینگ- بهره کل کترینگ رسیده به مناطق در طی پریود شبیه‌سازی

بهره خور شیدی پنجره های خارجی : بهره خور شیدی ر سیده به مناطق از طریق پنجره های بیرونی در طول بازه شبیه‌سازی

گرمایش پلانت (کارخانه) : کل مناطق گرم محسوس به مناطق در طول دوره شبیه‌سازی

سرمایش پلانت (کارخانه): کل مناطق سرد محسوس به مناطق در طول دوره شبیه‌سازی

روشنایی: کل انرژی روشنای مصرفی در طول دوره شبیه‌سازی

فن(خنک کننده) های سیستم : انرژی مصرفی فن سیستم در طول دوره شبیه‌سازی

پمپ‌های سیستم : انرژی مصرفی پمپ سیستم

سایر متفرقات(Misc) مربوط به سیستم : انرژی مصرفی متفرقه سیستم

الکتریسیته : کل الکتریسیته مصرفی سالیانه

گاز : کل گاز مصرفی سالیانه

نفت: کل نفت مصرفی سالیانه

سوخت جامد: کل سوخت جامد مصرفی سالیانه

گاز سیلندر: کل گاز سیلندر مصرفی سالیانه

سایر سوخت ها : کل سوخت های دیگر و مصرفی سالیانه

وازنی(rejection) حرارتی : انرژی حرارتی طرد شده تو سط چیلرها به‌عنوان‌مثال از طریق برج های خنک کننده، مبدل های حرارتی زمینی و خنک کننده های مایع.

الکتریسیته تولید شده: کل الکتریسیته تولید شده توسط خورشید و باد

۲-۹-۱ نظام های بین المللی رتبه‌بندی انرژی در ساختمان‌ها

مورد فوق در اوایل دهه ۱۹۸۰ شروع شد. مقامات مسئول متعددی در بسیاری از کشورها تشخیص دادند که آیین‌نامه‌های ساختمان به منظورد ستیابی به کاهش م صرف انرژی، کافی نی ستند. کالیفرنیا مجموعه قوانین انرژی ساختمان را پیش‌تر در سال ۱۹۷۸ معرفی کرد و الگویی را برای یک رویکرد دو- جانبه در نظر گرفت: مقررات *تجویزی* یا *کارکردی*. رویکرد اول، ویژگی‌های زیادی را با جزئیات، برای ساختمان پیشنهادی و اجزای آن (مانند عایق‌کاری حرارتی) تجویز می‌کند، درحالی‌که رویکرد دوم، م صرف انرژی پیش‌بینی شده را با "مصرف انرژی مجاز" (به ازای واحد سطح زیربنا) برای انواع مختلف ساختمان‌ها و تعدادی از نواحی

اقلیمی مقایسه می‌کند. متقاضی مجوز ساخت می‌تواند انتخاب کند که یا از رویکرد تجویزی استفاده کند و یا با رویکرد دیگر که در آن صورت باید با استفاده از یک برنامه شبیه‌سازی کامپیوتری تأیید شده ثابت کند که ساختمان پیشنهادی از مصرف انرژی مجاز سالانه خود فراتر نخواهد رفت.

۳-۹-۱ آمریکا

«دپارتمان انرژی» (DOE)[۱] توسط «رییس‌جمهور کارتر»[۲] در سال ۱۹۷۷ ایجاد شد و از آن زمان به بعد، به یک سازمان بسیار بزرگ تبدیل شد که با تمام مسائل مرتبط با انرژی (از انرژی هسته‌ای، نفت و الکتریکی تا منابع تجدید پذیر) و بهینه سازی آن سر و کار دارد. بخش EERE[۳] (بازدهی انرژی و انرژی تجدیدپذیر) این دپارتمان، مرتبط‌ترین بخش به بحث ماست. آنها مجموعه‌ای از قوانین مانند ECPA[۴] (قانون بهینه سازی انرژی و تولید، ۱۹۷۸)؛ NAECA[۵] (قانون ملی بهینه سازی انرژی تجهیزات برقی، ۱۹۸۷) و EPAct[۶] (قانون سیاست انرژی، ۱۹۹۲) را اجرا می‌کنند.

EERE، مجموعه‌ای از "برنامه‌ها" از قبیل FEMP[۷] (برنامه مدیریت انرژی فدرال) و BECP[۸] (برنامه‌ی آئین نامه های انرژی در ساختمان) را ایجاد کرد. این برنامه ها مجموعه‌ای از مقررات اجباری برای ساختمان های دولتی و همچنین "آئین‌نامه‌های مدل انرژی" (MEC)[۹] برای دولت‌های ایالتی (شامل آئین‌نامه‌های آتش، گاز، لوله‌کشی و...) را تعیین می‌کنند. تقریباً قوانین در هر ایالتی متفاوت است، اما بسیاری از آنها MEC را به عنوان اساس مقررات اتخاذ نموده‌اند.

MEC همچنین سه طریق زیر را برای تطبیق با مقررات جایز می‌شمارد:

۱) استفاده از مجموعه تجویزی
۲) رویکرد پاپاپای
۳) رویکرد نرم‌افزاری

---

[۱] Department of Energy
[۲] President Carter
[۳] Energy Efficiency and Renewable Energy
[۴] Energy Conservation and Production Act
[۵] National Appliance Energy Conservation Act
[۶] Energy Policy Act
[۷] Federal Energy Management Program
[۸] Building Energy Codes Program
[۹] Model energy codes

آنها به اتفاق «آژانس محافظت زیست محیطی»[۱] از سال ۱۹۹۵ به بعد، استانداردهای "ستاره انرژی" را اساساً برای تجهیزات برقی خانگی وضع کردند، که نسخه‌هایی از آن توسط اتحادیه‌ی اروپا، کانادا، استرالیا، نیوزلند، ژاپن و تایوان اتخاذ شده‌اند. ساختمان‌ها با درجه‌ی ۱ تا ۱۰۰ رتبه‌بندی می‌شوند و آنهایی که رتبه‌ی ۷۵ یا بالاتر از آن را دارند، موفق به اخذ " ستاره انرژی" می‌گردند. ICC[۲] (شورای قوانین بین‌المللی) در سال ۲۰۰۰ ایجاد شد و IECC[۳] (آئین‌نامه بین‌المللی بهینه سازی انرژی) را تهیه کرد. ابزار اولیه برای رتبه‌بندی، برنامه DOE2 است که همچنین موتور شبیه‌سازی ابزار طراحی(eQUEST «شرکای جیمز هیرش»[۴] کالیفرنیا) نیز هست.* با اینکه اینها برنامه‌های "حوزه عمومی" هستند، اما مورد آخر تنها بر حسب واحدهای «I-P»[۵] (اینچ-پوند) در اختیار است (به نظر نمی‌رسد که SI در کالیفرنیا رواج یافته باشد). یک جایگزین استفاده از برنامه انرژی‌پلاس[۶] است.

به IECC در سطوح بسیاری ارجاع می‌شود: کنترل پوشش ساختمان، HVAC[۷] (گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع)، SWH[۸] (گرمایش آب سرویس) و همچنین تجهیزات روشنایی. با اینکه این آئین‌نامه، "بین‌المللی" اتلاق می شود، اما اینطور به نظر می‌رسد که یک آئین‌نامه آمریکایی است. به این آئین‌نامه به استانداردهای ASHRAE و IES[۹] (جامعه‌ی مهندسی روشنایی) ارجاع می‌دهد و آمریکا را به ۳۸ ناحیه اقلیمی تقسیم می‌کند.

یک تحقیق در عرصه بین‌المللی، در حدود ۳۰ طرح رتبه‌بندی مشابه در حال اجرا را شناسایی کرد که بیشتر آنها در ایالات مختلفی از آمریکا بودند. تعدادی از این طرح‌ها در ادامه مرور می‌شوند.

۴-۹-۱ اتحادیه اروپا

«شورا و پارلمان اروپا»،[۱۰] "دستور کار" ۲۰۰۲/۹۱/EC را برای «عملکرد انرژی ساختمان‌ها» (EPBD)[۱۱] در سال ۲۰۰۲ صادر کرد. این دستور کار، گواهی انرژی ساختمان‌ها را الزام می‌کند و ممکن است اساس آن بر مبنای ممیزی انرژی ساختمان‌های موجود یا شبیه سازی کامپیوتری یک ساختمان طرح‌ریزی شده باشد. ایالات عضو باید استانداردهایی را برای بازده انرژی ساختمان‌های جدید، شامل تعیین اهداف و تجویز

---

۱ Environmental Protection Agency

۲ International Code Council

۳ International Energy Conservation Code

۴ James Hirsh Associates

۵ inch-pound

۶ EnergyPlus

۷ heating, ventilation and air conditioning

۸ service water heating

۹ Illuminating Engineering Society

۱۰ European Parliament and the Council

۱۱ Energy Performance of Buidlings

روش‌های پیش‌بینی مصرف انرژی تنظیم کنند. عناصری که در محاسبات در نظر گرفته می‌شوند، باید شامل مواردی که در فهرست «ضمیمه ۱» آمده است، باشند مانند:

۱) ویژگی‌های حرارتی پوسته ساختمان، شامل درزبندی؛
۲) سامانه گرمایشی و تأمین آب‌گرم، شامل عایق‌کاری آنها؛
۳) تجهیزات تهویه مطبوع؛
۴) تهویه؛
۵) تجهیزات روشنایی توکار؛
۶) موقعیت و جهت‌گیری مرتبط با اقلیم مورد نظر؛
۷) سامانه‌های خورشیدی غیرفعال و محافظت از تابش خورشید؛
۸) تهویه طبیعی و روشنایی روز؛
۹) شرایط اقلیمی داخل، شامل اقلیم طراحی‌شده در داخل؛

اهداف کاربرد انرژی باید هر ۵ سال در پرتو تحولات فنی، بازبینی شوند. هدف کلی، به صورت کاهش ٪۲۰ مصرف انرژی تا سال ۲۰۲۰ و همچنین استفاده ٪۲۰ از منابع تجدیدپذیر تعیین شده است.

۵-۹-۱ آلمان

«دانشگاه باهاوس»[۱] در وایمار،[۲] پیشنهادی را با عنوان "روادید ساختمان"[۳] ارائه داد، که بخش قابل توجه آن، رتبه‌بندی انرژی است. این پیشنهاد در یک دستور کار EU اتخاذ شد: از سال ۲۰۰۶ به بعد هر ساختمانی از فنلاند تا پرتغال، هنگامی که فروخته و یا اجاره داده می شود، باید این روادید را داشته باشد. در آلمان، این امر توسط DENA (*آژانس انرژی آلمان*)،[۴] مدیریت می‌شود و یک "*انرژی‌پس*"[۵] برای خانه‌ها و اقامتگاه‌ها ارائه می شود (شکل ۶۲,۴). مالکان می‌توانند از خدمات یک شخص مجاز استفاده کنند تا ممیزی انرژی را انجام دهد، و این مجوز را صادر کند. بخش تعیین‌کننده، مصرف سالانه انرژی است که بر حسب kWh/m^2y نمایش داده می‌شود. خانه‌های قدیمی‌تر و بهسازی نشده در بازه kWh/m^2y ۵۵۰-۴۰۰ قرار می‌گیرند. خانه های جدید نباید از kWh/m^2y ۱۰۰ فراتر روند، اما ترجیحاً بهتر است که در بازه kWh/m^2y ۶۰-۳۰ قرار گیرند. (این مقادیر را با موارد داده شده در داده‌برگ د.۲,۴ مقایسه کنید). بر این اساس (و ارزیابی کیفی پایداری) به خانه، "ردیف بهره‌وری"[۶] در مقیاس A تا I (که A بهترین است) اعطاء می‌گردد.

---

۱ Bauhaus University
۲ Weimar
۳ Buidling passport
۴ Deutsche Energie-Agentur
۵ Energiepass
۶ Efficiency class

این رتبه‌بندی، همچنین تحت تأثیر عمر مفید ساختمان است که ممکن است از ۲۵ سال در ژاپن تا ۵۰ سال در ایالات متحده آمریکا و ۷۵ سال در انگلستان متغیر باشد. این انرژی‌پَس، اطلاعات مهمی برای مالک، یا خریدار آینده و یا موجر محسوب می‌شود و همچنین ممکن است بر روی قیمت اثر بگذارد.

۱-۹-۶ دانمارک

سامانه‌ای مشابه بالا، از سال ۱۹۹۷ و با نام "*برچسب انرژی*"[۱] در حال اجراست. این مدرک باید در هر مرحله از فروش خانه موجود باشد، اما در مورد ساختمان‌های بزرگتر، امتیازدهی باید به طور سالانه و بر اساس سوابق واقعی مصرف انرژی صورت پذیرد.

۱-۹-۷ انگلستان

«دانشگاه آزاد»[۲] انگلستان بر اساس روش BREDEM، (بخش ۲،۴،۴،۱را مشاهده کنید)، MKECI[۳] (شاخص هزینه انرژی میلتون کینز) را ایجاد کرد و نسخه ویرایش یافته آن، NHER[۴] (رتبه‌بندی ملی انرژی خانگی) است که اساس برنامه کامپیوتری «هُم رِیتِر»[۵] محسوب می شود. NHER، تحت مالکیت NES[۶] (خدمات ملی انرژی) است. بازه این رتبه‌بندی از ۰ تا ۲۰ است. بیشتر خانه‌های مسکونی موجود در انگلستان، امتیازی بین ۴،۵ تا ۵،۵ از این بازه را دارا هستند. رتبه ۱۰ به (مثلاً) خانه‌ای با گرمایش گازسوز، نیمه- مجزا و بنایی تعلق می‌گیرد که با بخش L1 قوانین ساختمان تطبیق می‌کند. رتبه ۲۰ به میزان انتشارات گاز CO_2 برابر با صفر و نیز و مصرف انرژی برابر با صفر در بهره‌برداری تعلق می‌گیرد.

سه روش می‌توانند برای اجرای این مقررات به کار روند:

۱) **روش عنصر ساختمان:** هر عنصر پوسته ساختمان، باید به مقادیرU تجویز شده دست یابد و اندازه‌های پنجره به ٪۲۲،۵ مساحت کف محدود می‌شوند؛

۲)**روش "مقدارU هدف":** میانگین وزن یافته مقدار U، تجویز می‌شود و محاسبات باید نشان دهند که این میزان به دست آمده است: تمهیدات برای پل حرارتی و کنترل نشت هوا باید اثبات شوند؛

۳)**روش رتبه‌بندی انرژی**، که تهویه/ نشت هوا و همچنین SWH[۷] (آبگرم بهداشتی) را شامل می‌شود.

الزامات مقدارU، نسبتاً سخت و دقیق هستند: حداکثر ۰،۲۵ W/m^2K برای بام و ۰،۳۵ W/m^2k برای دیوارها مجاز است (این اعداد را با مقادیر داده شده در جدول ۵،۱ مقایسه کنید).

---

۱ energimærke

۲ Open University

۳ Milton Keynes Energy Cost Index

۴ National Home Energy Rating

۵ Home Rater

۶ National Energy Services

۷ service water heating

سند L۱ مقررات ساختمان می‌تواند با استفاده از «جزییات ساخت‌وساز معتبر»(مانند مقادیرU، بخش تجویزی) و یا با استفاده از رتبه‌بندی عملکردSAP[۲] (روند ارزیابی استاندارد) تأمین شود. NHER نسبت به SAP کامل‌تر است؛ و مواردی از جمله اقلیم محلی، محیط زیست، تأثیر آن بر مصرف انرژی، گرمایش داخل، آب، آشپزی، روشنایی و همچنین تجهیزات را در نظر می‌گیرد. SAP دارای مقیاسی از ۰ تا +۱۰۰ است. رتبه ۹۲، ساختمان را در دسته "A" قرار می‌دهد. از آنجا که SAP از اقلیم استاندارد (کوه‌های پنین شرقی)،[۳] ظرفیت اشغال و الگوی مصرف استاندارد استفاده می‌کند، بنابراین خود ساختمان را رتبه‌بندی می‌کند؛ درحالی‌که NHER، پیش‌بینی واقع‌گرایانه‌تری را از مصرف انرژی که در محل مورد نظر انتظار می‌رود، با یک الگوی مصرف واقعی ارائه می‌دهد.

۸-۹-۱ فرانسه

در فرانسه، طرح رتبه‌بندی QUALITEL بر اساس ارزیابی کیفی، اما همچنین متکی به پیش‌بینی مصرف انرژی است. رتبه‌بندی باید برای هر ملک پیشنهادی برای فروش یا اجاره (در آگهی‌ها) اعلام شود. این رتبه‌بندی می‌تواند انجام شود و یک گواهی‌نامه (*برچسب انرژی*)[۴] توسط شخص مجاز و با بررسی و استفاده از آنچه که به نظر، یک «برنامه‌صفحه‌گسترده»[۵] می‌آید، صادر می‌شود. RT2012[۶] (*تنظیم حرارتی*)، دسته‌بندی‌های مصرف انرژی و انتشار گاز CO_2 را تعیین می‌کند:

جدول ۱۰ رتبه‌بندی QUALITEL

رتبه	kWh/m^2y	$kg\ CO_2/m^2y$
A	<۵	<۵
B	۵۱-۹۰	۶-۱۰
C	۹۱-۱۵۰	۱۱-۲۰
D	۱۵۱-۲۳۰	۲۱-۳۵
E	۲۳۱-۳۳۰	۳۶-۵۵
F	۳۳۱-۴۵۰	۵۶-۸۰

[۱] Accredited construction details
[۲] Standard Assessment Procedure
[۳] East Pennines
[۴] Etiquette energie
[۵] Spreadsheet program
[۶] □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□

G	>۴۵۱	>۸۰

یک رتبه‌بندی خوب (*وام محیط زیست با بهره صفر*)[۱]اعتبارات مالیاتی را جذب می‌کند و برای بهسازی‌های مرتبط با انرژی در ساختمان، "وام‌های دوستدار محیط زیست"[۲]موجود هستند.

۹-۹-۱ پرتغال

در پرتغال، مقررات رفتار گرمایی جدارهای ساختمان (RCCTE)، ترکیبی از قوانین تجویزی ساختمان و یک نوع رتبه‌بندی انرژی هستند. حداکثر مجاز مصرف انرژی تعیین می‌شود و داده‌های اطلاعاتی ساختمان می‌توانند به یک برنامه صفحه‌گسترده داده شوند تا مصرف انرژی مورد نظر پیش‌بینی شود (که البته به هیچ عنوان یک شبیه سازی در مقیاس کامل نیست). اگر این میزان، پایین‌تر از حد مقرر با شد، گواهی‌نامه صادر می‌شود و یک رتبه‌بندی بر اساس درجه‌های متوسط/ خوب/ عالی اعطاء می‌گردد. اجرای این قاعده فعلاً اختیاریست، اما در نظر است تا در آینده اجباری شود.

۱۰-۹-۱ استرالیا

اولین طرح رتبه‌بندی در سال ۱۹۸۶ و با عنوان طرح FSDR (رتبه‌بندی طراحی پنج ستاره) منتشر شد. "موتور شبیه سازی" آن، برنامه واکنش حرارتی و شبیه سازی انرژی CSIRO، با نام «چیتاه»[۵]بود. این برنامه بعدها توسعه یافت و به طور رسمی در سال ۱۹۹۳، با عنوان NatHERS[۶] (طرح ملی رتبه‌بندی انرژی خانگی) به کار گرفته شد. چندین مقام مسئول ملزم می‌کنند که چنین رتبه‌بندی، تنها و هنگامی اجرا و اعمال شود که خانه در بازار (مثلاً بر اساس «پیمان شرح تجارت»[۷]) عرضه شده باشد. یک چنین الزام مشابهی نیز در مورد ساختمان‌های تجاری صدق می‌کند، چراکه BEEC[۸] (گواهی‌نامه بهره‌وری انرژی ساختمان) باید ارائه گردد.

نگرانی که در این زمینه ابراز شد، این بود که رتبه‌بندی‌های بر اساس شبیه‌سازی ممکن است برای یک ساختمان "جعبه‌ای مُهر و موم شده" (در اقلیم نیمه سرد) معتبر باشد، اما نه برای مناطق استوایی که

---

[۱] l'eco-prêt à taux zero

[۲] Eco-loans

[۳] □□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□

[۴] Simulation engine

[۵] CHEETAH

[۶] □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□

[۷] Trade Descriptions Act

[۸] □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□

خانه‌ها در یک فضای کاملاً باز و به حالت تهویه عرضی استفاده می‌شوند. بنابراین، AccuRate توسط CSIRO در سال ۲۰۰۰ تهیه شد، که حالت تهویه عرضی را شامل می‌گشت. این برنامه قرار بود تا در اقلیم گرم و مرطوب استرالیای شمالی با تکیه بر تأثیر آشکار خنک‌کنندگی جابجایی هوای ناشی از تهویه عرضی یا پنکه‌های سقفی استفاده شود. از آن زمان به بعد، NatHERS به چارچوبی برای رتبه‌بندی، با استفاده از برنامه‌های متنوع جهت انجام محاسبات لازم، تبدیل شده است. در حال حاضر، سه برنامه این چنینی به رسمیت شناخته می شوند: FirstRate، BERS (طرح رتبه‌بندی انرژی در ساختمان) و AccuRate. نسخه جدیدی از برنامه آخر با نام "پایداری اَکیورِیت"[۸] توسعه داده شده است تا انتشارات گاز CO_2، مصرف آب و روشنایی را در بر بگیرد. BERSpro، مجموعه‌ای است که توسط «سُولار لاجیک»[۹] تهیه شد. این برنامه بسیار دوست‌دار مصرف‌کننده است و به طور کامل به رسمیت شناخته می‌شود. FirstRate برنامه‌ای است که برای ایالت ویکتوریا تهیه می‌شود.

هیأت ("مشترک‌المنافع") فدرال، ABCB[۶] (هیأت آئین‌نامه‌های ساختمانی در استرالیا)، اصلاحات مرتبط با انرژی را در BCA[۵] (آئین‌نامه ساختمان استرالیا) قاعده‌مند کرد. این اصلاحات ممکن است به کار گرفته شوند و یا احتمالاً توسط دولت‌های ایالتی اصلاح شوند. برای طراحی هر خانه‌ی جدید، ACT، SA، Qld و Vic الزام انرژی را با ۶ ستاره و NT و Tas، با ۵ ستاره (بر اساس مقیاس ۰ تا ۱۰ ستاره) قرار می‌دهند و NSW نیز گواهی‌نامه BSIX[۶] (شاخص پایداری ساختمان) را ملزم می‌دارد. ده ستاره، دلالت بر نیاز به انرژی برابر با صفر دارد. مصرف انرژی بر حسب MJ/m^2y بیان می‌شود.

BCA (آئین‌نامه ساختمان استرالیا، بخش ۱۲,۳) هشت منطقه‌ی آب و هوایی، از شمال بسیار گرم و مرطوب تا نواحی "آلپی" تاسمانی[۷] نیمه سرد و معتدل و مناطق کوهستانی جنوب/شرق (از NSW و ویکتوریا) را طبقه‌بندی می‌کند. NatHERS، بیش از ۶۰ منطقه را با استفاده از کدپستی برگزیده است. "الزامات عملکردی" تعیین شده، صرفاً کیفی هستند و می‌توانند از طریق پیگیری مقررات مفروض (" ساخت و ساز قابل قبول") یا از طریق "راه حل‌های جایگزین" که معادل مورد قبلی هستند، چه با یک برنامه کامپیوتری قابل قبول یا "نظر کارشناس" برآورده شوند.

به طورکلی، الزامات BCA برای ساخت و ساز قابل قبول، نسبتاً محتاطانه هستند (جدول ۵,۱ را ملاحظه کنید). هدف مقرر، دستیابی به "بهترین اجرا" نیست، بلکه تنها حذف "بدترین اجرا" است. یک افزایش تدریجی محدودیت در مورد این الزامات مد نظر است. نکته جالب توجه این است که در مناطق شمالی،

---

۷ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□

۸ AccuRate Sustainability

۹ Solar Logic

۱۰ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□

۱۱ □□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□□

۱۲ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□

۷ Tasmania

جریان گرمای رو به پایین، برای بام‌ها بحرانی محسوب می شود، درحالی‌که جریان گرمای رو به بالا (اتلاف)، در جنوب کنترل می‌شود.

۱-۹-۱۱ نیوزیلند

سامانه قانونگذاری مشابه با استرالیا است و تنها اصطلاحات متفاوت هستند. سه روش مشخص شده موارد زیر هستند: «روش زمان‌بندی»[۱]، «روش محاسباتی»[۲] و «روش مدل‌سازی»[۳]. مورد آخر، نیازمند استفاده از برنامه شبیه سازی واکنش حرارتی ساختمان و مصرف انرژی است. الزامات عایق‌کاری، به سختی انگلستان نیست: حتی در سردترین منطقه از سه منطقه آب و هوایی مشخص شده، مقدار تجویز شده برای بام‌ها، R ۲,۵ و برای دیوارها R1.9 است که به ترتیب، متناظر با مقادیر U برابر با ۰,۴ و ۰,۵۲ هستند.

۱-۹-۱۲ سایر روش‌ها

یک نوع جایگزین برای شبیه‌سازی، «*روش نمره‌دهی امتیازی*»[۴] است، به طوری که حتی اشخاص غیر حرفه‌ای نیز می‌توانند به مجموعه‌ای از سؤال‌ها (اغلب چند-گزینه‌ای) درباره خانه پاسخ دهند و هر جواب منجر به عدد مشخصی از امتیاز می‌شود. شماره امتیازهای اعطاء شده برای هر ویژگی ساختمان، توسط یک مطالعه پارامتریک گسترده بر مبنای شبیه‌سازی تعیین شده است. به منظور اعطای تعداد ستاره‌ها، دسته‌بندی‌ها بر اساس شماره امتیازهای به دست آمده تنظیم می شوند (به عنوان مثال داده‌برگ د.۲,۴ را مشاهده کنید). چندین ایالت (هم در استرالیا و هم در ایالات متحده آمریکا) این روش‌ها را به کار می‌گیرند و «*روش فهرست مثبت*»[۵] دانمارکی نیز مشابه همین روش است.

برخی مسئولان نظارت ساختمان (به ویژه در آسیای جنوب شرقی) از مفهوم OTTV[۶] (ارزش انتقال حرارتی کلی) استفاده می‌کنند تا ویژگی‌های حرارتی پوسته ساختمان را تجویز کنند. این مفهوم می‌تواند به عنوان نوعی مقدار U میانگین برای کل پوسته ساختمان، شامل تأثیرات تابش خورشید، در نظر گرفته شود. محاسبات آن بر اساس معادله زیر است (مجموع سه مؤلفه: دریافت از پوسته، انتقال حرارتی از پنجره و دریافت خورشیدی از پنجره، تقسیم بر مساحت کل است):

$$OTTV = \frac{A_w U_w TD_{eq} + A_f U_f DT + A_f SC \times SF}{A_t}$$

که

---

[۱] Schedule Method
[۲] Calculation Method
[۳] Modeling Method
[۴] Point-scoring method
[۵] Danish Positive List Method
[۶] Overall thermal transfer value

A = مساحت هر عنصر
A_t = مساحت کل پوسته
U = مقدار U برای هر عنصر
TD_{eq} = اختلاف دمای معادل
DT = T_o-T_i (میانگین‌ها)
SC = ضریب سایه‌اندازی
SF = ضریب خورشیدی (W/m^2).

و نمایه‌ها

w = دیوارها
f = روزنه‌ها (پنجره‌ها).

محاسبه‌ی TD_{eq}، نسبتاً پیچیده است (سهم خورشیدی را به حساب می‌آورد). این محاسبه، اقتباسی از روش TETD/TA[1] (مجموع اختلاف دمای معادل) است (ASHRAE، ۱۹۷۲) که در آن، TA به میانگین زمان دلالت دارد. این روش به شدت وابسته به جداول نمایش مقادیر (ساده شده) تجربی می‌باشد و از آن به خوبی نام برده نمی‌شود. از این گذشته، مفهوم SF نیز دیگر مورد استفاده نیست .

۱۳-۹-۱ نظام‌های درجه‌بندی پیچیده

بسیاری از نظام‌های درجه‌بندی انرژی در ساختمان در سطح جهان به کار می‌روند، اما اخیراً به "درجه‌بندی گلخانه‌ای" گسترش یافته و دیگر مسائل زیست‌محیطی نیز در آنها گنجانده شده‌اند. با اینکه انتشار گاز گلخانه‌ای معیار مهمی در پایداری است، اما تنها می‌تواند تخمین زده شود. مصرف انرژی می‌تواند با دقت معقولی محاسبه شود و اغلب برای محاسبه میزان انتشار گاز CO_2 به کار برده می‌شود. در ساختمان پیشنهاد می‌شود، ضرایب تبدیل زیر برای شکل‌های متنوعی از انرژی استفاده شوند.

جدول ۱۱ ضرایب تبدیل انرژی

	kg/kWh
برق (میانگین)	۰,۷۲
سوخت جامد (ذغال‌سنگ، کک)	۰,۳۴
نفت کوره (پارافین، نفت چراغ)	۰,۲۹

[1] total equivalent temperature difference

گاز (طبیعی)	۰,۲۱

بسیاری از نظام‌های درجه‌بندی پایداری ساختمان درکشورهای مختلف وضع شده‌اند، اما تاکنون توافق نظری بر روی آن صورت نپذیرفته است.

در ایالات متحده آمریکا، نظام درجه‌بندی LEED[۱] (مدیریت در انرژی و طراحی زیست‌محیطی) توسط USGBC[۲] (شورای ساختمان سبز آمریکا)، ایجاد شد و هم‌اکنون در حال اجراست. همچنین این سیستم در ویکی‌پدیا[۳] نیز موجود است.

روش درجه‌بندی سوئدی *اکوافکت*[۴] بر اساس تحلیل دوره عمر (LCA)[۵] است و مصرف انرژی، مصرف مصالح، محیط زیست داخل و خارج را در نظر می‌گیرد. تأثیرات متنوعی با استفاده از "فرایند سلسله‌مراتبی تحلیلی" پیچیده، وزن‌دهی می‌شوند. تأکید می‌شود که شاخص تک رقمی تهیه شده، علل و معلول‌ها را پنهان می‌کند، بنابراین باید با توجه به محیط زیست تکمیل شود و معیارها و وزن‌دهی‌های استفاده شده را ذکر کند.

امتیازدهی نقطه‌ای انگلستان ("امتیازهای" اعطاء شده)BREEAM[۶]* (روش ارزیابی زیست‌محیطی مرکز تحقیقات مسکن)، با اینکه گسترده است، اما به قضاوت‌های کیفی متعددی متکی است. مصرف انرژی و انتشار گاز CO_2 قابل اندازه‌گیری هستند و ارزیاب‌ها از BRE گواهینامه دریافت کرده‌اند.

شبکه اروپاییCRISP[۷] (شاخص‌های پایداری مرتبط با ساخت و ساز و شهر)، شامل ۲۴ سازمان از ۱۶ کشور است و بر اساس کار[۸] CIB (کمیسیون بین‌المللی ساختمان) و به ویژه، پروژه CIBW 082 آن، بنا شده است. هدف آن خلق واژه‌شناسی، روش‌شناسی و اقدامات پایداری استاندارد، به همراه یک بانک اطلاعاتی است.

در استرالیا،ABERS[۹] (طرح درجه‌بندی محیطی ساختمان در استرالیا) به تازگی معرفی شده است که ساختمان‌های موجود را در نظر می‌گیرد، اطلاعات آنها از قبیل انرژی، آب، ضایعات و گازهای آلاینده، و محیط داخلی را اندازه‌گیری می‌کند و بین ۱ تا ۶ ستاره به آنها می‌دهد. ساختمان‌های موجود به طور میانگین ۲,۵ ستاره دریافت می‌کنند.

---

۱ Leadership in Energy and Environmental Design

۲ US Green Building Council

Wikipedia۳

EcoEffect۴

life cycle analysis۵

۶ Building Research Establishment Environmental Assessment Method

7 Construction and City Related Sustainability Indicators

8 Commission Internationale du Batiment

9 Australian Building Environmental Rating Scheme

یک اداره دولتی[۱] SEDA، (اداره مسئول توسعه پایدار در نیو ساوت ولز) یک نظام درجه‌بندی گازهای گلخانه‌ای (BGR) را برای ساختمان‌های تجاری استفاده می‌کند و به آنها از یک تا ۵ ستاره، از ضعیف تا عالی، امتیاز می‌دهد. این نظام (مشابه با ABERS) مصرف انرژی سرویس‌های مشترک و ساکنان و WBR[۲] (درجه‌بندی کل ساختمان) را مشخص می‌کند. جزء اصلی آن، مصرف انرژی است، اما انتشار گازهای گلخانه‌ای، حداقل از نظر کمّی را نیز در بر می‌گیرد. درجه‌بندی ستاره طبق معیارهای زیر است:

- **۱ ستاره: ضعیف:** *مدیریت ضعیف انرژی یا سامانه‌های قدیمی.* ساختمان به مقدار زیاد و غیر ضروری انرژی مصرف می‌کند. تغییرات مقرون به صرفه می‌توانند صورت پذیرند تا مصرف انرژی اصلاح شود، هزینه‌های کارکرد کاهش یابد و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای کم شود.
- **۲ ستاره: خوب:** *عملکرد متوسط ساختمان.* ساختمان دارای عناصری مناسب بهینه سازی انرژی است و نشان دهنده میانگین بازار رایج است. کماکان چشم‌اندازی برای اصلاحات مقرون به صرفه وجود دارد و تغییرات جزئی ممکن است هزینه‌های انرژی و کارکرد دستگاه‌ها را بهبود بخشد.
- **۳ ستاره: بسیار خوب:** *بهترین روش ممکن در بازار جاری.* ساختمان سامانه‌ها و شیوه‌های مدیریتی بسیار خوب را عرضه می‌کند و نشان دهنده آگاهی از مزایای مالی و زیست‌محیطی بهینه سازی مصرف انرژی است.
- **۴ ستاره: عالی:** *عملکرد قوی.* عملکرد انرژی عالی به علت طراحی و روش‌های مدیریتی یا سامانه‌ها و تجهیزات دارای بهینه سازی انرژی زیاد یا منبع سوخت با شدت اندک گاز گلخانه‌ای می‌باشد.
- **۵ ستاره: استثنایی:** *بهترین عملکرد ساختمان.* ساختمان به دلیل طراحی منسجم، عملکرد، مدیریت و نوع سوخت، در مناسب‌ترین صورت ممکن است.

عامل مهمی در سنجش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، «درجه‌بندی اثر گلخانه‌ای ساختمان»[۳] محسوب می‌شود و در برخی موارد، محدوده‌های درجه‌بندی به طور مستقیم بر حسب CO_2/m^2 و بدون ارجاع به مصرف انرژی داده می‌شوند.

جدول ۲۳,۴، خلاصه‌ای از محدوده‌های عددی میزان دفع را CO_2 بر حسب CO_2/m^2 ارائه می‌کند که بر اساس درجه‌بندی ستاره به ساختمان‌های اداری اعطاء می شود. این مهم، بسیار تابع اقلیم است و به عنوان

---

۱۰ Sustainable Development Authority of NSW

۱۱ Whole Building Rating

Building Greenhouse Rating[۳]

شـــاخص، مقادیر برای ســـه ایالت: داروین[1] و «نورثرن تریتوری»[2](اقلیم بســـیارگرم و مرطوب)، بریســـبین[3] و کوییزلند[4](اقلیم گرم و مرطوب، معتدل) و ملبورن[5]، ویکتوریا[6](اقلیم معتدل خنک) نشان داده می‌شوند.

جدول ۱۲ محدوده‌های انتشار CO_2 برای درجه‌بندی گازهای گلخانه‌ای بر حسب $kg.CO_2/(m^2y)$

	داروین					بریسبین					ملبورن				
بیشـــ ـ نه ستاره‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵
ســـاخت مان مبنا	۱۴۸	۱۲۴	۱۰۱	۷۷	۵۳	۲۱۵	۱۸۱	۱۴۶	۱۱۲	۷۷	۲۲۵	۱۹۴	۱۶۳	۱۳۲	۱۰۱
ملک اجاره‌ای	۱۱۶	۹۶	۷۵	۵۶	۳۶	۱۷۲	۱۴۲	۱۱۲	۸۲	۵۳	۱۶۰	۱۳۷	۱۱۵	۹۲	۷۰
کل ساختمان	۲۶۴	۲۲۰	۱۷۷	۱۳۳	۸۹	۳۸۷	۳۲۳	۲۵۹	۱۹۴	۱۳۰	۳۸۵	۳۳۱	۲۷۸	۲۲۴	۱۷۱

یک معیار معمول در پایداری، "ردپای اکولوژیک"[7]است که در اصل به عنوان روشی برای مقایسه پایداری در جمعیت‌های متفاوت یا نحوه زندگی افراد در نظر گرفته می‌شد. به بیان دقیق‌تر، بار اکولوژیک یک شئی است (یک پروژه، سازمان، حومه شهر یا در واقع یک شهر است) که بر محیط تحمیل می‌شود و مرتبط با مساحت زمین‌های کشاورزی است که ملزم به تأمین همه مصالح استفاده شده و انرژی مصرف شده توسط آن شئی هستند (واکرناگل[8] و دیگران، ۱۹۹۵).

روش‌های بســـیاری برای محاســـبه ردپای اکولوژیک موجود و البته توافق نظری وجود ندارد. تقریباً به همان میزانی که منتقد نسبت به کل مفهوم وجود دارد، کاربر و مصرف‌کننده نیز وجود دارند. در بهترین حالت، این روش می‌تواند به مقایسه کیفی اشیایی که چندان متفاوت نیستند کمک کند و می‌تواند به عنوان یک ابزار آموزشـــی نیز به کار رود. روش‌های متعدد مربوط به خود ارزیابی، در صـــفحات اینترنتی وجود دارند. یکی از این روش‌ها پیشنهاد می‌دهد که شهری مانند سیدنی، به مساحتی ۲۷ برابر بزرگتر از اندازه‌ای که امروز است،

---

[1] Darwin
[2] Northern Territory
[3] Brisbane
[4] Queensland
[5] Melbourne
[6] Victoria
[7] Ecological footprint
[1] □□□□□□□□□□□□

نیاز دارد. ردپای هر فرد بر حسب مصرف غذا، سرپناه، حمل و نقل و کالا و خدمات ارزیابی می شود. ردپای اکولوژیک یک فرد مقتصد، در حدود ha ۷ است، در صورتی که در برخی موارد دیگر ممکن است از ha ۳۰ نیز بیشتر شود.

۱-۹-۱۴ سوالات متداول

۱-۹-۱۴-۱ سوالات مربوط به پیش از ثبت نام در مسابقه

۱) نحوه‌ی ثبت نام به چه صورت می‌باشد؟

پس از مطالعه‌ی شرایط ثبت نام موجود در سایت، فرم ثبت نام را دانلود نموده و به همراه پیوست های خواسته شده به آدرس ایمیل مسابقه ارسال نمایید.

۲) ثبت نام در مسابقه به چه حالت‌هایی امکان پذیر است؟

ثبت نام بصورت شخصیت حقیقی(پژوهشگران، مهندسین، فارغ التحصیلان و دانشجویان) و ثبت نام بصورت شخصیت حقوقی(تیم دانشجویی، تیم وابسته به سازمان یا ارگان دولتی و خصوصی)، که جهت تیم‌های با شخصیت حقوقی ارائه معرفی نامه معتبر از سازمان مربوطه الزامی می‌باشد.

۳) شرایط دانشجو بودن چیست؟

در این مسابقه دانشجو به فردی اطلاق میگردد که یا در حال حاضر دانشجوی یکی از مقاطع تحصیلی باشد و یا حداکثر ۱ سال از زمان فراغت از تحصیل وی گذشته باشد.

۴) منظور از نظام‌نامه چیست؟

به کتابچه‌ی حاوی آیین نامه، ضوابط، راهنما و شرایط شرکت در اولین مسابقه ملی ساختمان‌های انرژی نزدیک صفر اصطلاحا نظام‌نامه گفته می‌شود.

۵) آیا امکان ثبت نام و ارسال طرح بطور همزمان وجود دارد؟

بله، تیم ها میتوانند به دو شیوه ثبت نام و طرح‌های خود را ارسال نمایند؛ ۱-ابتدا ثبت نام کرده و سپس طرح خود را ارسال نمایند، ۲-بطور همزمان ثبت نام کرده و طرح خود را ارسال نمایند.

۶) ثبت نام در مسابقه و ارسال طرح‌ها تا چه تاریخی می‌باشد؟

حداکثر تا ۱۵ تیرماه ثبت نام تیم‌ها انجام می‌پذیرد و تا ۳۰ تیرماه نیز تیم‌ها فرصت دارند طرح‌های اولیه‌ی خود را به دبیرخانه مسابقه ارسال نمایند.

۷) آیا شرکت در مسابقه لزوما به‌صورت تیمی می‌باشد؟

بله، در اولین مسابقه امکان حضور انفرادی وجود ندارد.

۸) حداقل و حداکثر تعداد اعضای یک تیم چند نفر می‌باشد؟

تیم ها حداقل از سه نفر و حداکثر از هفت نفر تشکیل می شوند.

۹) تیم ما کمتر از ۳ نفر می‌باشد. آیا امکان ثبت نام وجود دارد؟

این امکان برای افرادی که بصورت جداگانه و یا تیم‌های کمتر از ۳ نفر در سایت ثبت نام می‌کنند، وجود دارد که در صورت تمایل پس از ثبت نام اولیه در سایت تو سط دبیرخانه برگزاری مسابقه به سایر افراد جهت تشکیل تیم معرفی گردند تا طرح خود را تکمیل و تا زمان مقرر ارسال نمایند.

۱۰) تعرفه های ثبت نام در مسابقه شامل هزینه‌های مرتبط با مسابقه نیز می‌باشد؟

خیر، این هزینه فقط مرتبط با ثبت نام برای شرکت در مسابقه می‌باشد.

۱۱) آیا در صورت انصراف از شرکت در مسابقه هزینه عودت داده می‌شود؟

هزینه شرکت در مسابقه به هیچ عنوان قابل برگشت نمی‌باشد، پس پیش از ثبت نام حتما در مورد شرکت در مسابقه و آمادگی تیم‌تان جهت ارسال طرح، اطمینان حاصل نمایید.

۱۲) آیا همه دانشجویان از تمامی دانشگاهها می توانند شرکت کنند؟

بله، شرکت در این مسابقه بصورت حقیقی و حقوقی می‌باشد و تیم‌های حقوقی وابسته به شرکت‌ها، موسسات، دانشگاه‌ها و... می‌بایست معرفی نامه مهر و امضا شده با ذکر مشخصات اعضای تیم را در سایت بارگذاری نمایند.

۱۳)آیا این امکان وجود دارد که اعضای تیم همه از یک رشته و گرایش باشند؟

بله، اما پیشنهاد میگردد اعضای تیم دارای تخصصهای مختلف باشند.

۱۴) اولین مسابقه در چند مرحله برگزار خواهد شد؟

این مسابقه سه مرحله اصلی دارد:

مرحله اول: ارسال طرح اولیه‌ی تیم‌ها که در اصل نشان دهنده سطح هر تیم و کیفیت طرح آن تیم می‌باشد.

مرحله دوم: انتخاب طرح‌های مورد قبول توسط داوران و دادن فرصت یک ماهه به هر تیم جهت تکمیل طرح خود(با همکاری و پشتیبانی دبیرخانه مسابقه)

مرحله سوم: انتخاب ۵ طرح نهایی راه یافته به این مرحله توسط هیئت داوران و دادن فرصت حداکثر ۲ هفته‌ای به هر تیم جهت تکمیل و آماده سازی ارائه جهت اختتامیه جشنواره و مرحله نهایی اخذ امتیازات باقی مانده، که توسط کمیته‌ی داوران مستقر در محل جشنواره، حاضرین و بازدیدکنندگان انجام خواهد گرفت. در این مرحله به هر تیم حداکثر ۱۰ دقیقه زمان ارائه طرح داده خواهد شد. و ۱۰ دقیقه هم زمان پرسش و پاسخ خواهد بود.

۱۵) جوایز مسابقه به چه صورت خواهد بود؟

تیم برتر(اول): اعطای نشان ملی ساختمان انرژی صفر(ZEB) + جایزه نقدی حداقل ۱۵ میلیون تومان + اهداء نسخه جامع نرم‌افزار Design Builder + چاپ اثر در کتاب جشنواره + اعطای تقدیر نامه و گواهی تیم برتر از طرف جهاددانشگاهی و وزارت نیرو + اعطاء کارت تخفیف(تا ۳۵

درصد) شرکت در تور علمی ساختمان‌های nZEB نروژ _ سوئد(شامل چندین بازدید از ساختمان‌های اجرا شده انرژی نزدیک صفر، شرکت در کارگاه‌های آموزشی، سفر تفریحی جمعا به ارزش ۲۷۰۰ یورو)

تیم‌های دوم تا پنجم: جایزه نقدی ۵۰۰ هزار تومانی + اهداء نسخه جامع نرم‌افزار DB + چاپ اثر در کتاب جشنواره + اعطای تقدیر نامه و گواهی تیم برگزیده از طرف جهاددانشگاهی و وزارت نیرو + اعطاء کارت تخفیف ۲۵ درصدی شرکت در تور علمی ساختمان‌های nZEB نروژ _ سوئد(شامل چندین بازدید از ساختمان‌های اجرا شده انرژی نزدیک صفر، شرکت در کارگاه‌های آموزشی، سفر تفریحی جمعا به ارزش ۲۷۰۰ یورو)

۲-۱۴-۹-۱ سوالات مربوط به پس از ثبت نام

۱۶)اگر تیمی یک محل دیگری را به جای سایت مذکور مورد برر سی و شبیه سازی قرار دهد، مورد قبول می‌باشد؟

به دلیل تنوع و تفاوت در نتایج این امکان وجود ندارد.

۱۷)داوری اولیه تا چه زمانی می‌باشد؟

تا آخر تیرماه ۹۶

۱۸)نحوه تحویل طرح ها به چه صورت می‌باشد؟

تحویل آثار به ۳ روش می‌با شد؛ ۱- اینترنتی از طریق ایمیل م سابقه، ۲- تحویل ح ضوری در دبیرخانه جشنواره، ۳- ارسال طرح ها به آدرس پستی دبیرخانه

۱۹)هر تیم مجاز به ارسال چند طرح می‌باشد؟

هر تیم مجاز به ارسال ۱ طرح می‌باشد.

۲۰)تا چه تاریخی امکان ارسال طرح ها وجود دارد؟

بازه های زمانی مندرج در نظام‌ناه م سابقه به هیچ عنوان قابل تغییر نبوده و تیم ها موظف هستند تا تاریخ تعیین شده طرح‌های خود را ارسال نمایند.

۲۱) آیا برای ارسال طرح باید تا زمان اعلام شده صبر کنیم؟

خیر، امکان ارسال طرح تا قبل از زمان تعیین شده نیز وجود دارد.

۲۲) آیا داوری زود هنگام وجود دارد؟

بله وجود دارد. زمان درج شده در نظام نامه حداکثر زمان مربوط به اعلام نتایج داوری طرح‌ها می‌باشد.

۲۳) نحوه ارتباط تیم ها با دبیرخانه مسابقه به چه صورت می‌باشد؟

دبیرخانه مسابقه صرفا یک نفر را به‌عنوان مسئول تیم به رسمیت شناخته و تمامی مکاتبات را با وی انجام داده و جوایز احتمالی نیز به مسئول تیم به نمایندگی از کل تیم اعطا خواهد شد و دبیرخانه در قبال چگونگی توزیع جوایز احتمالی بین سایر اعضای تیم هیچگونه مسئولیتی نخواهد داشت.

۲۴) آیا رعایت همه محورها الزامی می‌باشد و در صورت رعایت نکردن موجب حذف تیم می گردد؟

محورهای مشخص شده با علامت * (در نظام نامه) می بایست در طرح اولیه لحاظ گردند. بدیهی است سایر محورها در داوری اولیه مورد ارزیابی و امتیاز دهی قرار نخواهند گرفت و در مرحله پایانی، طرح ها بصورت کامل مورد ارزیابی و داوری قرار خواهند گرفت و عدم رعایت محورها مساوی با حذف تیم می گردد.

۲۵) آیا به کار بردن موارد دیگر بجز موارد ذکر شده امتیازی را شامل می گردد؟

سایر پارامترهای قید نشده در محورهای ذکر شده در این بخش بصورت دلخواه توسط تیم‌ها مشخص می‌گردند و امتیاز منفی یا مثبتی ندارند.

۲۶) آیا توجه نکردن به بازه ی زمانی مشخص شده برای روند شرکت در مسابقه باعث حذف تیم ها می‌شود؟

عدم رعایت بازه ی زمانی ذکر شده در نظام نامه موجب حذف تیم خواهد شد.

۲۷) اگر رفرنس های موجود در نظام نامه جوابگو نبودند یا دارای ابهام بودند، چه باید کرد؟

برای رفع هر کمبود یا ابهام در رفرنس های موجود با پشتیبان آن بخش تماس حاصل فرمایید.

۲۸) آیا زمانی برای اعتراض به نتایج مسابقه در نظر گرفته شده است؟

قطعا یک بازه ی زمانی برای بررسی اعتراضات، پس از اعلام نتایج در هر مرحله وجود خواهد داشت.

۲۹) راههای ارتباطی برای اطلاع رسانی ها به شرکت کنندگان چگونه می‌باشد؟

از طریق پلهای ارتباطی: تماس تلفنی، وب‌سایت، تلگرام، اینستاگرام، لینکدین و ایمیل

۳۰)آیا امکان تمدید مهلت‌های تعیین شده میسر می‌باشد؟

خیر به هیچ وجه قابل تمدید نمی‌باشد.

۳۱)تعداد تیم های برگزیده در هر مرحله چند تیم می‌باشد؟

در داوری اولیه تعداد طرح‌های منتخب بسته به کیفیت طرح‌های ارسالی تیم‌ها دارد. ولی در مرحله نهایی ۵ تیم با توجه به بیشترین امتیازات کسب شده از بین شاخص‌های مد نظر دبیرخانه مسابقه بعنوان تیم برگزیده انتخاب می گردد.

۳۲) اگر تیمی یکی یا چند مورد از محورهای اصلی علامت گذاری شده در نظام نامه ی مسابقه را در طرح اولیه لحاظ نکند موردی دارد؟

عدم لحاظ محور های اصلی مسابقه (مشخص شده در نظام نامه) ممکن است موجب حذف طرح در مرحله ی اولیه شود.

۳۳) آیا نتایج ارسالی فقط به‌صورت گزارش خواهند بود؟

به‌صورت گزارش به همراه سورس برنامه های مربوطه و نتایج آن‌ها.

۳۴) آیا گزارش نهایی طرح می‌بایست از فرمت خاصی تبعیت نماید؟

بله، فرمت گزارش نهایی پس از برگزاری مرحله اول مسابقه به اطلاع تیم‌های راه یافته به مرحله دوم خواهد رسید.

۳۵) ارسال فایل های نتایج، بیش از موارد ذکر شده در نظام نامه، اشکالی دارد؟

ارسال ضمائم اضافی ایرادی ندارد.

۳۶) آیا در این مسابقه نرم‌افزاری غیر از نرم‌افزار Design Builder برای انجام شبیه سازی ها مورد قبول می‌باشد؟

بله مورد قبول است.

۳۷) برای دریافت نرم‌افزار Design Builder چگونه اقدام شود؟

می‌توان از نسخه یک ماهه و آزمایشی آن موجود در سایت اصلی نرم‌افزار استفاده نمود.

۳۸) وجود خودرو برقی در طراحی حتما موردنیاز می‌باشد یا دلخواه است؟

اگر لحاظ گردد امتیاز کاملتری در نظر گرفته خواهد شد.

۳۹) خروجی و نتایج محور های مختلف مذکور در نظام نامه فقط از نرم‌افزار Design Builder می‌باشند؟

با توجه به جدول مستندات قابل تحویل نظام نامه عمل شود.

۴۰)آیا پس از اتمام مسابقه از تیم های برگزیده حمایت می‌شود؟

بله با توجه رایزنی‌های صورت گرفته از تیم های برگزیده جهت اجرای طرح‌شان حمایت خواهد شد.

۴۱)اگر در روز جشنواره حضور نداشته باشیم امکان دریافت لوح و جوایز وجود دارد؟

خیر، ۵ تیم راه یافته به مرحله نهایی حتما می‌بایست جهت اخذ امتیازات باقی مانده در اختتامیه جشنواره حضور داشته باشند.

۴۲) آیا در روز جشنواره امکان شرکت دیگر تیم های برگزیده نشده وجود دارد؟

بله این امکان برای تمامی تیم‌های شرکت کننده در مسابقه وجود دارد.

۴۳) آیا امکان مشاهده نحوه امتیازدهی و داوری داوران وجود دارد؟

بله، امتیازدهی داوران در چک لیست مربوطه انجام میگیرد و در اختیار تیم‌ها قرار خواهد گرفت.

۴۴) آیا طرح‌های ارسالی بصورت محرمانه باقی خواهند ماند؟

با توجه به سیاست و اهداف برگزاری مسابقه، طرح‌های منتخب پس از حذف برخی از نکات کلیدی در سایت و روز جشنواره مورد بازدید عموم قرار خواهند گرفت. ولی امتیاز تمامی طرح‌های برای تیم‌های شرکت کننده محفوظ است و دبیرخانه مسابقه حق هیچ گونه استفاده شخصی و سازمانی را از طرح‌ها ندارد.

۱۰-۱ مراجع

[1] Renewable Energy Applications for Existing Buildings, Sheila J. Hayter and Alicen Kandt, Conference Paper, NREL/CP-7A40-52172 ,August 2011

[1] Navid Delgarm, B.S., Saeed Delgarmb, Multi-objective optimization of building energy performance andindoor thermal comfort: A new method using artificial bee

[2] Yang, R., Development of Integrated Building Control Systems for Energy and Comfort Management in Intelligent Buildings.

[۳] خلیفه سلطان, بابک، ۱۳۸۲، بهینه سازی عمومی عملکرد سیستم HVAC با بهره گیری از سیستم خبره، هجدهمین کنفرانس بین المللی برق، تهران، شرکت توانیر، پژوهشگاه نیرو

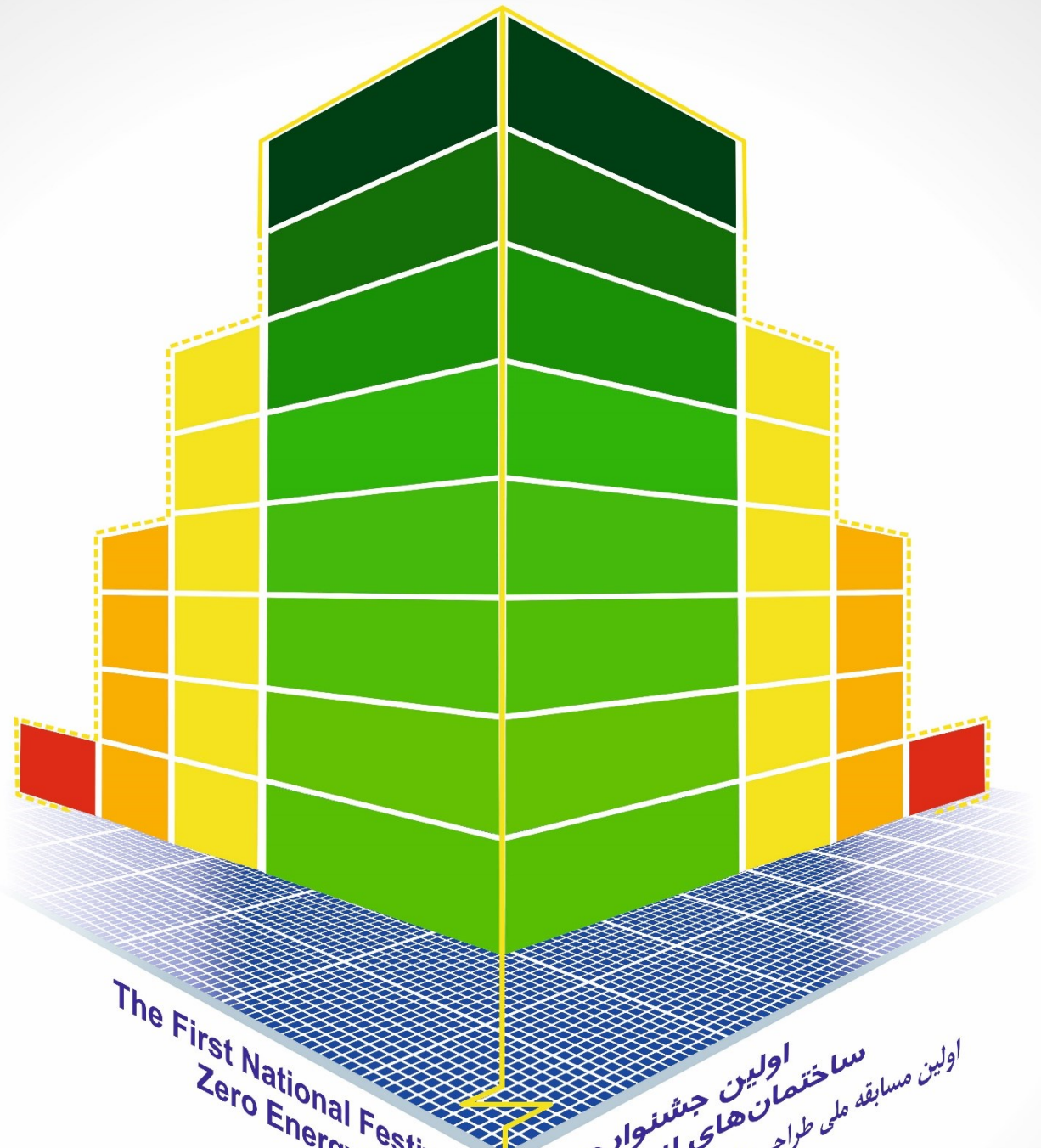
[۴] کریمی دمنه, مرتضی و فرزان رسول زاده، ۱۳۹۱، بهینه سازی مصرف انرژی سیستم‌های تهویه مطبوع با بکارگیری مدیریت سیستم ساختمان، *دومین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهدا شت انرژی*، تهران

[5] Fundamentals of HVAC Controls, www.PDHcenter.com.

[۷] (مصطفی‌زاده & ساوالانپور, ۱۳۹۵). مصطفی‌زاده, ع., & ساوالانپور, ح. (۱۳۹۵). *مطالعه و ارزیابی کیفیت هوای محیط های داخل*. تهران: شهرداری تهران – شرکت کنترل کیفیت هوا شهرداری تهران.

[۶] موسوی, سیدزمان؛ سید سعید اسلامیان و محمد عبدالحسینی، ۱۳۹۱، بررسی سیستمهای جمع آوری واستحصال آب خاکستری از آبهای سطحی و پساب در روستاهای آبادان، همایش ملی علوم مهندسی آب و فاضلاب، کرمان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته

[۸]حیدری، شاهین، سازگاری حرارتی در معماری (نخستین قدم در صرفه‌جویی مصرف انرژی)، انتشارات دانشگاه تهران



اولین جشنواره ملی ساختمان‌های انرژی صفر

اولین مسابقه ملی طراحی ساختمان‌های انرژی نزدیک صفر

نمایشگاه تخصصی

مهلت ارسال طرح‌های مسابقه

اختتامیه جشنواره

آدرس: تهران، میدان انقلاب، خیابان انقلاب نرسیده به چهارراه ولی‌عصر، نبش برادران مظفر جنوبی پلاک ۱۰۷۶، پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی

The First National Festival in Zero Energy Buildings

جشنواره کارگاه‌های بین المللی

۱۳۹۶/۴/۱۵

نیمه دوم مهرماه ۱۳۹۶

تلفن تماس: (داخلی ۲۲۰ - ۳۰۱) ۱۵ - ۶۶۹۷۰۹۰۶ (۰۲۱)

zebfestival@gmail.com

https://telegram.me/ZEBFestival

www.zebfestival.ir

ZEB National Award

جایزه ملی ساختمان انرژی صفر