شبیه‌سازی انرژی و بار حرارتی ساختمان در DesignBuilder

مولفان:
علیرضا اعتماد
پیمان ابراهیمی

سرشناسه: اعتماد، علیرضا، ۱۳۷۵ –
عنوان و نام پدیدآور: شبیه‌سازی انرژی و بار حرارتی ساختمان در Design Builder/مولفان علیرضا اعتماد ، پیمان ابراهیمی .
مشخصات نشر: تهران : نوآور، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری: ۲۰۰ص.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۲-۳
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه: ص.۱۹۹ –۲۰۰.
موضوع: ساختمان‌ها –– صرفه‌جویی در انرژی –– شبیه‌سازی کامپیوتری –– نرم افزار
موضوع: Sofware-- Computer simulation -- Energy conservationBuildings --
موضوع: ساختمان‌ها –– صرفه‌جویی در انرژی –– شبیه‌سازی کامپیوتری
موضوع: Computer simulation -- Energy conservationBuildings --
شناسه افزوده: ابراهیمی، پیمان، ۱۳۵۴–
رده بندی کنگره: ۵/۱۶۳TJ
رده بندی دیویی: ۶۹۶
شماره کتابشناسی ملی: ۸۵۱۷۹۰۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

شبیه‌سازی انرژی و بار حرارتی ساختمان در DesignBuilder

مولفان: علیرضا اعتماد، پیمان ابراهیمی
ناشر: نوآور
مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۲-۳

نشرنوآور

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲ـ ۶۶۴۸۴۱۹۱، www. noavarpub. com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.
www.noavarpub.com ***https://telegram.me/noavarpub*** ***https://www.instagram.com/noavarpub/***

فـهرست مطالب

مقدمه..... ۷

فصل اول: مقدمه‌ای بر مدلسازی انرژی..... ۹

۱ـ ۱ مروری بر تاریخچه ارزیابی انرژی ساختمان و ابزارهای آن..... ۹

۱ـ ۲ مدلسازی انرژی چیست و چرا باید از آن استفاده کنیم؟..... ۱۲

۱ـ ۳ اطلاعات مورد نیاز برای مدلسازی انرژی..... ۱۴

۱ـ شرایط اقلیمی و اطلاعات آب و هوایی..... ۱۴

۲ـ مشخصات پوسته ساختمان..... ۱۴

۳ـ مشخصات کاربری ساختمان..... ۱۴

۴ـ مشخصات سیستم‌های روشنایی..... ۱۴

۵ـ مشخصات سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع..... ۱۴

۶ـ مشخصات سیستم‌های تولید انرژی تجدیدپذیر در محل پروژه..... ۱۵

۱ـ۴ سؤالات رایج درباره مدلسازی انرژی ساختمان..... ۱۵

۱ـ مدلسازی انرژی چه جایگاهی در فرایند ممیزی انرژی ساختمان دارد؟..... ۱۵

۲ـ آیا مدلسازی انرژی همان محاسبات بار گرمایش و سرمایش است؟..... ۱۵

۳ـ شخصی که توانایی مدلسازی انرژی ساختمان را داشته باشد در زمینه شغلی چه موقعیت‌هایی خواهد داشت؟..... ۱۵

۱ـ۵ آشنایی با نرم‌افزار دیزاین بیلدر و محیط آن..... ۱۶

۱ـ۶ مفاهیم اولیه کار با دیزاین بیلدر..... ۱۸

۱ـ۶ـ۱ سلسه مراتب مدل ها..... ۱۸

فصل دوم: تحلیل آب و هوا و اطلاعات طراحی اقلیمی..... ۲۱

۲-۱ مقدمه‌ای بر طراحی اقلیمی..... ۲۱

۲-۲ عناصر طراحی غیرفعال در ساختمان..... ۲۲

۲-۲-۱ هوا..... ۲۳

مشخصات هوا..... ۲۴

دمای خشک هوا..... ۲۴

دمای مرطوب هوا..... ۲۵

دمای نقطه شبنم هوا..... ۲۶

۲-۲-۲ آفتاب..... ۲۷

موقعیت خورشید..... ۲۸

تابش آفتاب..... ۲۸

تابش آفتاب و انرژی حاصل از آن در جهت‌های مختلف جغرافیایی..... ۲۹

۲-۲-۳ رطوبت هوا..... ۲۹

رطوبت مطلق..... ۳۰

رطوبت مخصوص..... ۳۰

فشار بخار..... ۳۰

رطوبت نسبی..... ۳۰

سایکرومتریک..... ۳۰

بررسی محورهای مختلف نمودار سایکرومتریک..... ۳۲

۱- محور دمای خشک و خطوط دمای خشک ثابت ۳۲
۲- محور رطوبت مخصوص هوا ۳۲
۳- خط اشباع یا منحنی اشباع ۳۳
۴- خطوط رطوبت نسبی (RH) ۳۳
۶- خطوط درجه حرارت مرطوب (WBT) ۳۴
۷- خطوط آنتالپی ثابت و محور آنتالپی (h) ۳۴
۲-۲-۴ باد ۳۵
۲-۲-۵ بارندگی ۳۶
۲-۳ تفاوت بین فایل‌های آب و هوایی با شرایط طراحی هوای خارج ۳۶
۲-۴ نحوه ساختن فایل آب و هوایی در نرم‌افزار Meteonorm ۴۰
ساختن فایل آب و هوایی برای ورود به نرم‌افزار دیزاین بیلدر ۴۴
۲-۵ ورود فایل آب و هوایی به نرم‌افزار DesignBuilder ۴۷
نحوه معرفی فایل epw. در قسمت Simulation weather دیزاین بیلدر : ۴۹

فصل سوم: مدلسازی هندسه ساختمان در دیزاین بیلدر ۵۲
۳ـ۱ ایجاد یک ساختمان و بلوک ۵۲
۳ـ۱ـ ۱استفاده از ابزارهای کنترل نمایش مدل ۵۴
۳ـ۱ـ۲ منوی View Rotation ۵۴
۳ـ۱ـ۳ گزینه Orbit برای چرخش زاویه دید دور مدل ۵۵
۳ـ۱ـ۴ گزینه Zoom Dynamic ۵۶
۳ـ۱ـ۵ گزینه Zoom Window ۵۶
۳ـ۱ـ۶ گزینه Fit View ۵۶
۳ـ۱ـ۷ گزینه Pan View ۵۶
۳ـ۲ استفاده از ابزارهای ترسیم بلوک ۵۷
۳ـ۲ـ۱ تعریف محیط شکل ترسیمی ۵۷
۳ـ۲ـ۲ استفاده از ابزارهای Snap ۶۱
۳ـ۳ استفاده از ابزارهای ویرایش بلوک ۶۵
۳ـ۴ کار کردن در سطح بلوک و ایجاد زون ها ۶۸
۳ـ۴ـ۱ ترسیم پارتیشن‌ها ۶۹
۳ـ۴ـ۲ پارتیشن‌های معلق (Hanging Partition) ۷۰
۳ـ۴ـ۳ پارتیشن مجازی (Virtual Partition) ۷۱
۳ـ۴ـ۴ ایجاد پاسیو و وید (Void) ۷۲
۳ـ۵ کار بر روی سطوح و ترسیم بازشوها ۷۲
۳ـ۵ـ۱ ترسیم پنجره ۷۴
۳ـ۵ـ۲ ترسیم سطوح ثانویه مانند قرنیز ۷۵
۳ـ۵ـ ۳ترسیم درب ۷۵
۳ـ۵ـ۴ ایجاد حفره در سطوح ۷۶
۳ـ۵ـ۵ ترسیم دریچه تهویه مطبوع ۷۶
۳ـ۵ـ۶ ویرایش بازشوها در سطح Building ۷۷
۳ـ۶ وارد کردن نقشه اتوکد دو بعدی ۷۷

فصل چهارم: تعریف مصالح ساختمان (Construction) ۸۱

۴ـ۱ مقدمه ۸۱
۴ـ۱ـ۱ مبانی تبادل حرارت از پوسته ساختمان ۸۲
۴ـ۱ـ۲ انتقال حرارت از پوسته ساختمان ۸۲
۴ـ۱ـ۳ اجزای کدر پوسته ساختمان ۸۲
۴ـ۱ـ۴ مقاومت حرارتی ۸۳
۴ـ۱ـ۵ ضریب انتقال حرارت ۸۳
۴ـ۱ـ۶ اجزای شفاف و نیمه شفاف پوسته ساختمان ۸۳
۴ـ۱ـ۷ ضریب انتقال حرارت جدارهای نور گذر ۸۴
۴ـ۱ـ۸ ضریب کسب حرارت خورشیدی ۸۴
۴ـ۱ـ۹ انتقال طیف مریی ۸۴
۴ـ۱ـ۱۰ تبادل حرارت از پوسته در اثر نشت و نفوذ هوا ۸۵
۴ـ۲ تعیین جنس و مشخصات مصالح ساختمانی در دیزاین بیلدر ۸۵
۴ـ۲ـ۱ Construction Template ۸۶
۴ـ۲ـ۲ کار کردن با اجزای کتابخانه ۸۷
۴ـ۲ـ۳ سربرگ Construction ۸۷
۴ـ۲ـ۴ تعریف جنس مصالح ۸۹
۴ـ۲ـ۵ تعریف نرخ نفوذ هوا ۹۷

فصل پنجم: تعریف مشخصات بازشوها (Construction) ۹۹
۵ـ۱ بازشوها ۹۹
۵ـ۲ تعریف پنجره‌های خارجی ۱۰۰
۵ـ۳ مشخصات قاب و پروفیل پنجره ۱۰۵
۵ـ۴ سایه بان‌ها ۱۰۷
۵ـ۴ـ۱ تعریف پرده ۱۰۷
۵ـ۴ـ۲ تعریف سایه بان خارجی ۱۱۲

فصل ششم: تعیین مشخصات کاربری (Activity) ۱۱۷
۶ـ۱ مقدمه ۱۱۷
۶ـ۲ تعیین نوع فضا ۱۱۷
۶ـ۳ مشخصات متصرفین (Occupancy) ۱۱۹
۶ـ۳ـ۱ تعریف برنامه زمان بندی (Schedule) ۱۲۰
۶ـ۳ـ۲ سطح و نوع فعالیت افراد ۱۲۳
۶ـ۴ تعریف شرایط محیطی ۱۲۵
۶ـ۴ـ۱ دما و رطوبت محیط داخل ۱۲۷
۶ـ۴ـ۲ تعریف دمای تهویه طبیعی ۱۲۸
۶ـ۴ـ۳ تعریف حداقل هوای تازه مورد نیاز ۱۲۸
۶ـ۴ـ۴ حداقل مقدار روشنایی لازم ۱۳۲
۶ـ۵ بار حرارتی لوازم الکتریکی ۱۳۲

فصل هفتم: تعریف مشخصات سیستم روشنایی (Lighting) ۱۳۷
۷ـ۱ مقدمه ۱۳۷
۷ـ۲ تنظیمات General Lighting ۱۳۷

۷_۳ کنترل روشنایی ۱۴۰
۷_۳_۱ تعیین نوع سیستم کنترل روشنایی ۱۴۱
۷_۳_۲ تعریف شاخص خیرگی نور ۱۴۲
۷_۳_۳ تعریف سنسورها و منطقه‌های مستقل کنترل روشنایی ۱۴۲
۷_۴ روشنایی دکوراسیون (Task Lighting) ۱۴۴
۷_۵ روشنایی محوطه ساختمان ۱۴۴

فصل هشتم: تعریف مشخصات سیستم تهویه مطبوع (HVAC) ۱۴۵
۸_۱ مقدمه ۱۴۵
۸_۲ روش اول – Simple HVAC ۱۴۶
۸_۲_۱ تهویه مکانیکی ۱۴۶
۸_۲_۲ Auxiliary Energy ۱۴۸
۸_۲_۳ تعریف سیستم گرمایش ۱۴۸
۸_۲_۴ تعریف سیستم سرمایش ۱۴۹
۸_۲_۵ تعریف سیستم تامین آب گرم مصرفی ۱۵۰
۸_۳ روش دوم – Detailed HVAC ۱۵۱
۸_۳_۱ استفاده از قالب‌های پیش فرض HVAC ۱۵۲
۸_۳_۲ ایجاد زون گروپ‌ها ۱۵۴
۸_۳_۳ سیکل‌های HVAC ۱۵۹
۸_۳_۳_۱ سیکل‌های هوایی ۱۶۰
۸_۳_۳_۲ سیکل‌های آبی ۱۶۳
۸_۳_۳_۳ سیستم گرمایش خورشیدی ۱۶۶
۸_۳_۳_۴ سیکل VRF ۱۶۸
۸_۳_۴ کار کردن با تجهیزات ۱۶۹
۸_۳_۴_۱ اضافه کردن تجهیزات ۱۶۹
۸_۳_۴_۲ وصل کردن تجهیزات به یکدیگر ۱۷۱
۸_۳_۴_۳ تعریف مشخصات تجهیزات ۱۷۱

فصل نهم: خروجی گرفتن از محاسبات و مدلسازی ۱۷۳
۹_۱ مقدمه ۱۷۳
۹_۲ خروجی گرافیکی ۱۷۳
۹_۳ بار گرمایشی ۱۷۶
۹_۴ بار سرمایشی ۱۸۰
۹_۵ شبیه سازی مصرف انرژی سالیانه ۱۸۴

منابع و مآخذ ۱۹۹

مقدمه

مصرف بی رویهٔ انرژی در قرن گذشته و رشد تقاضای انرژی جهان در سال‌های اخیر اثرات جبران‌ناپذیری از قبیل گرمایش زمین، آلودگی منابع آبی، انقراض گونه‌های جانوری و گیاهی و غیره بر محیط‌زیست وارد کرده است. مسائل مذکور و مشکلات دیگری از قبیل چالش‌های اقتصاد انرژی و عدم امنیت حامل‌های انرژی باعث شده است تا بحث توسعه پایدار مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گیرد و مسیر توسعه خود را بر اساس معیارهای پایداری هموار سازند. در این میان، صرفه‌جویی انرژی و بهینه‌سازی تقاضای مصرفی از مهم‌ترین راهکارها برای جلوگیری یا کاهش اثرات مذکور، برقراری تعادل اکولوژیک و حرکت به سمت توسعه پایدار جهان به شمار می‌رود. از طرفی، یکی از اصلی‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در جهان، بخش ساختمان است. به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۸ بخش ساختمان حدود ۳۶ درصد از سهم مصرف انرژی و ۴۰ درصد از سهم تولید مستقیم و غیرمستقیم کربن را در جهان به خود اختصاص داده است.

در کشور ما نیز، علاوه بر نگرانی‌های مذکور در خصوص منابع انرژی، مسائل اقتصادی نیز منجر به افزایش شدید قیمت سیستم‌های تهویه مطبوع و در نتیجه افزایش قیمت تمام شده مسکن را در بر داشته است. این موضوع اهمیت محاسبات دقیق بار حرارتی و انتخاب صحیح سیستم‌های سرمایش و گرمایش را بیش از پیش نمایان کرده است.

با توجه به توضیحات فوق، اهمیت ابزارهای نرم‌افزاری محاسبات بار و شبیه‌سازی انرژی به وضوح در ایران و جهان حائز اهمیت است. نرم افزار دیزاین بیلدر نیز به عنوان یکی از شناخته شده‌ترین ابزارهای این محاسبات که تحت موتور محاسباتی انرژی پلاس کار می‌کند، امکان مدلسازی، محاسبات و تحلیل دقیق نتایج را در این زمینه به کاربران می‌دهد. در کتاب حاضر که برگرفته از تجربه حاصل از مدلسازی ده‌ها پروژه اجرایی توسط تیم مولفین کتاب است، تلاش شده است تا آموزش کاربردی استفاده از این نرم‌افزار به زبان ساده و برای استفاده در پروژه‌های واقعی در ایران ارائه شود. امید است این کتاب، کمکی هرچند کوچک به ارتقای سطح مهندسی در کشور عزیزمان شمرده شود.

Noavar33@yahoo.com

فراخوان مساعدت فرهنگی و علمی

خوانندهٔ فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلّفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همّت خود را برای ارائهٔ کتابی درخور و شایستهٔ شما فرهیختهٔ گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حدّاقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیّت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

بااین‌وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائهٔ اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرّا از نقص و اِشکال دانست. ازسوی‌دیگر، این انتشارت بنابه تعهّدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلّم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، ازهرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشرهٔ خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا دراین راستا، از شما فرهیختهٔ گرامی تقاضا داریم درصورتی‌که حین مطالعهٔ کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شدهٔ خود را با هزینهٔ انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگهٔ جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگهٔ مزبور را با ذکر نام و شمارهٔ تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اِعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارترشدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهّدانه و مسئولانهٔ شما خوانندهٔ فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکّر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، درصورتی‌که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخهٔ دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شدهٔ آن و نیز از سایر کتب منتشرهٔ خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و درصورتی‌که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدّمهٔ چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

فصل اول

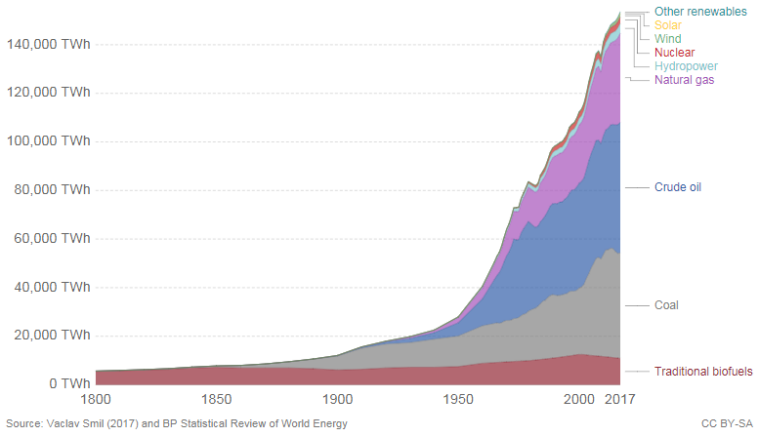
مقدمه‌ای بر مدلسازی انرژی

۱ـ ۱ مروری بر تاریخچه ارزیابی انرژی ساختمان و ابزارهای آن

هیچ کس نمی‌داند نخستین بار که انسان احساس کرد لازم است برآوردی از مقدار مصرف انرژی محل سکونتش داشته باشد چه زمانی بود. احتمالا اجداد غارنشین یا روستا نشین ما هم، نیاز داشتند تا بدانند برای روشن نگه داشتن آتش محل زندگیشان، باید چقدر چوب، کاه، یا کود خشک شده جمع کنند. آن‌ها همچنین تحلیلی تجربی و سرانگشتی از میزان کمکی که طبیعت و اقلیم، علی‌الخصوص نور خوشید در گرم کردن خانه هایشان می‌کرد داشتند تا خانه‌ها را متناسب با شرایط محل سکونتشان بسازند.

با توسعه جوامع و زندگی بشری، این نیاز چشم‌گیرتر شد. چوب، و پس از مدتی ذغال سنگ، و سایر حامل‌های سوخت به سرعت به کالاهای تجاری بدل شدند که از مناطق غنی از آن‌ها، به مناطقی که دسترسی کمتری داشتند منتقل و فروخته می‌شدند. دیگر شکل زندگی بشر و نیازهایش به گونه‌ای نبود که سوخت مورد نیازش را از اطراف محل سکونتش جمع آوری کند، بلکه باید برای آن هزینه می‌پرداخت. پس نیاز به تخمین مصرف انرژی ضروری‌تر شده بود.

از اواخر قرن هفدهم میلادی، با شروع انقلاب صنعتی، مصرف انرژی جهان با شتاب زیادی شروع به افزایش کرد. دیگر انرژی، نه فقط یک کالای اقتصادی، بلکه عامل حیاتی گردش چرخ صنعت، اقتصاد و حتی سیاست‌های جهانی بود. در همین دوران با ظهور نفت، این طلای سیاه، از معیارهای تعیین‌کننده در اقتصاد جهانی و انگیزه‌ای برای جنگ‌ها و استعمارگری برای دستیابی به این منبع ارزشمند انرژی شد. در شکل ۱ـ۱ نمودار رشد مصرف انرژی جهانی از سال ۱۸۰۰ تا ۲۰۱۷ نمایش داده شده است.



شکل ۱ـ۱ مصرف انرژی اولیه جهانی، بر حسب تراوات ساعت در سال

شکل ۱ـ۲ نگاره‌ای از تجارت ذغال سنگ در انگلستان قرن هفدهم میلادی

به همین علت در این دوران، اهمیت محاسبه و تحلیل مصرف انرژی دیگر بر کسی پوشیده نبود. همه کشورها تلاش می‌کردند نیازهای مصرف انرژی خود را برآورد کنند تا برای معاملات بازار جهانی انرژی برنامه داشته باشند. مردم عادی هم با افزایش روزافزون قیمت حامل‌های انرژی، مجبور بودند در ساخت و سازهای خود این مساله را مورد توجه قرار دهند و با برآورد و کاهش مصرف، هزینه‌های خود را به حداقل برسانند.

اما می‌توان گفت آنچه باعث شد بهینه سازی مصرف انرژی، امروزه به یک ضرورت در جهان تبدیل شود و عزم دانشمندان و دولت‌ها را در توسعه آن جزم کند، دو عامل بود:

۱ـ افزایش شدید قیمت نفت پس از جنگ اعراب و اسرائیل در دهه ۱۹۷۰

طی جنگ اعراب و اسرائیل، در سال ۱۹۷۳ اعراب فروش نفت به جهان را تحریم کردند. در پی این مساله، قیمت جهانی نفت افزایش چشم گیری یافت و نگرانی‌ها از جهت وابستگی کشورهای توسعه یافته به منابع نفتی، به طور جدی تری دیده شد. این ماجرا به بحران اول انرژی معروف است. پس از این اتفاقات، در سال ۱۹۷۴ آژانس بین المللی انرژی (IEA) تاسیس شد. ماموریت این آژانس به سه E معروف در سیاست گذاری انرژی بسط یافته است: امنیت انرژی، توسعه اقتصادی، و حفاظت از محیط زیست. پس از این سال، کاهش وابستگی به نفت و مدیریت منابع انرژی جزو سیاست‌های اساسی بسیاری از کشورهای توسعه یافته جهان قرار گرفتند.

۲ـ جدی شدن مساله گرمایش جهانی و هشدارهای ناشی از آن در چند دهه اخیر

طی ۱۰۰ سال گذشته، کره زمین به‌طور غیرطبیعی حدود ۰٫۷۴ درجه سلسیوس گرم‌تر شده که این موضوع دانشمندان را نگران کرده‌است. در سال‌های اخیر تعدادی از گرم ترین سال‌های تاریخ به ثبت رسیده‌اند. این مساله باعث روند نگران‌کننده ذوب شدن یخچال‌های قطبی و خطر بالقوه‌ی غیرقابل سکونت شدن سیاره زمین در قرن‌های آینده شده است. دانشمندان بخش عمده‌ای از علل گرمایش

زمین را انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اثر فعالیت‌های صنعتی انسانی می‌دانند. بر اساس مطالعه اخیر مجله نیچر، اگر بشریت بخواهد تا سال ۲۱۰۰ گرمایش جهانی را زیر ۱,۵ درجه سانتی‌گراد برساند، باید تا سال ۲۰۶۰ انتشار گازهای گلخانه‌ای را در جو زمین متوقف کند.

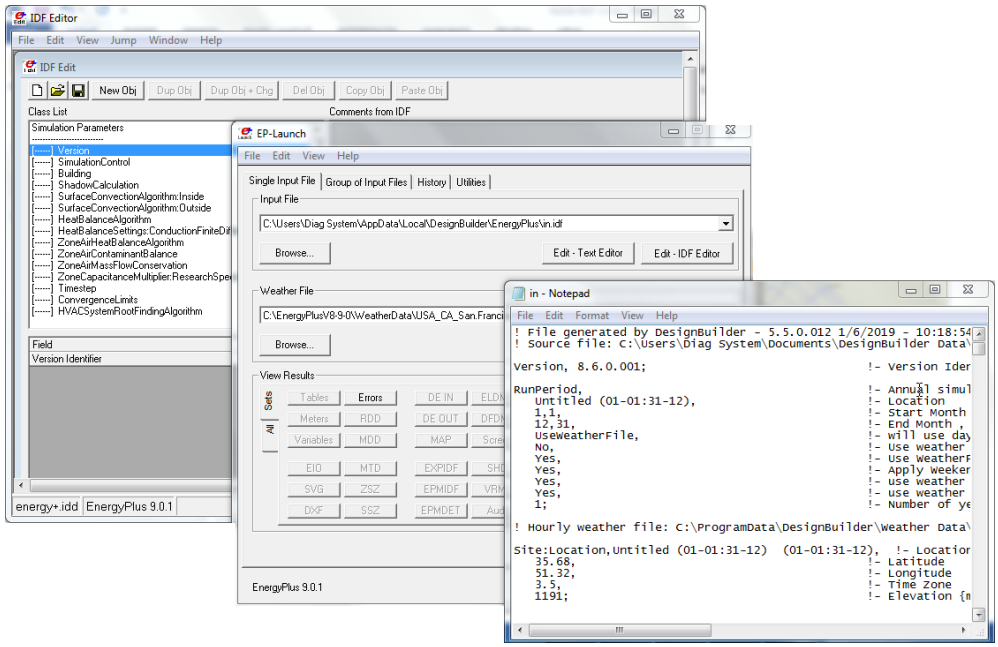
پس از مطرح شدن این دو بحران، در سراسر جهان استانداردها و مقررات مختلف در حوزه صرفه جویی انرژی، در حوزه‌های گوناگون از جمله صنعت ساختمان تدوین شدند و ابزارهای مهندسی برای بهینه سازی آن توسعه یافتند.

تقریبا از زمان پیدایش کامپیوترها در دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ ، مهندسان حوزه انرژی تلاش‌هایی در راستای همگام سازی این فناوری نوظهور با صنعت خود داشتند. در ابتدا اکثر نرم افزارهای ساخته شده به حل معادلات حالت پایدار اجزای سیستم‌های ساختمانی، مانند بویلرها و... اختصاص داشتند. اولین نرم‌افزار شناخته شده برای مدلسازی انرژی ساختمان BRIS بود که در سال ۱۹۶۳ توسط موسسه سلطنتی فناوری استکهلم ارائه شد. از دهه ، ۱۹۷۰ همزمان با بحران جهانی انرژی، توسعه این ابزارها شدت بیشتری یافت و برنامه‌هایی از قبیل BLAST, DOE-2, ESP-r و TRNSYS در این دهه پا به عرصه وجود گذاشتند که تمرکزشان بر تحلیل مصرف انرژی کل ساختمان بود.

در سال ۱۹۹۷ ،دپارتمان انرژی آمریکا[1] برای نخستین بار از موتور محاسباتی قدرتمندی به نام انرژی پلاس رونمایی کرد. انرژی پلاس، یک موتور محاسباتی متن باز[2] برای شبیه سازی انرژی ساختمان است. این برنامه قابلیت مدلسازی کلیه مشخصات معماری به همراه سیستم‌های انرژی ساختمانی را دارد. اما ورودی‌ها و خروجی‌های این برنامه، کاملا به صورت کد نویسی شده و در قالب متن یا گزینه‌های ویرایشگری به نام IDF می‌باشد؛ بنابراین امکان ترسیم گرافیکی در آن وجود ندارد. به همین علت، نرم افزارهای زیادی به عنوان رابط گرافیکی برای تسهیل استفاده از این موتور محاسباتی، توسط خود DOE یا شرکت‌های توسعه نرم‌افزاری از سراسر جهان، تولید شده‌اند که از جمله معروف ترین و کاربردی‌ترین این نرم افزارها DesignBuilder و OpenStudio هستند که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

شکل ۱ـ۳ تصویری از محیط نرم‌افزار انرژی پلاس با دو ویرایشگر اصلی آن را نمایش می‌دهد. همانطور که در این شکل دیده می‌شود، محیط این نرم‌افزار عمدتا مبتنی بر کدنویسی و یا ویرایشگر غیر گرافیکی موسوم به IDF است که از نظر کاربر پسند بودن، از ضعف‌های اساسی آن به شمار می‌رود.

1 US Department of energy (DOE)
2 Open source



شکل ۱ـ۳ محیط برنامه Energyplus با دو ویرایشگر متن و IDF

این برنامه که به صورت متن باز و تحت محیطی غیر گرافیکی ارائه شده بود، بعدها پایه و اساس بسیاری از برنامه‌های پیشرفته‌تر مدلسازی انرژی شد که امروزه، یکی از محبوب ترین آن‌ها، نرم‌افزار دیزاین بیلدر است.

۱ـ ۲ مدلسازی انرژی چیست و چرا باید از آن استفاده کنیم؟

مدلسازی انرژی ساختمان، عبارت است از ارزیابی شرایط و میزان مصرف انرژی در یک ساختمان با کمک نرم افزارهای کامپیوتری که بر اساس مفاهیم علمی و فیزیکی طراحی شده‌اند. ورودی این نرم‌افزارها، اطلاعاتی است که توسط ایده‌پردازان و طراحان اولیه ساختمان (در ساختمان‌های نوساز) و یا ممیزهای انرژی و بازدیدهای میدانی و اندازه‌گیری‌های آنان (در پروژه‌های بازسازی) به دست می‌آید.

طبق گزارش آژانس بین المللی انرژی (IEA) ، بخش ساختمان، بیش از ۳۰ درصد مصرف انرژی جهان، و بیش از ۵۵ درصد مصرف برق جهان را به خود اختصاص داده است. همچنین، این صنعت دارای سهم ۴۰ درصدی در انتشار گاز کربن دی اکسید در جهان است. این اعداد در سال‌های اخیر روند رو به افزایشی داشته‌اندکه انرژی و محیط زیست سیاره زمین را با خطر بالقوه جدی مواجه کرده است.

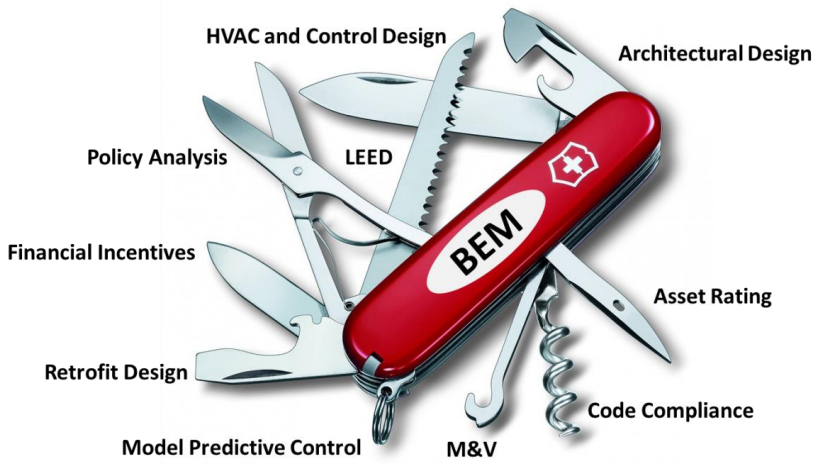
از سوی دیگر، صنعت ساختمان، در مقایسه با سایر صنایع، سرعت کمتری در همگام سازی خود با قابلیت‌های تکنولوژی رو به پیشرفت IT ، از جمله در حوزه شبیه سازی و ایجاد مدل‌های دیجیتال، داشته است که این امر موجب کاهش نرخ رشد بهره‌وری در این صنعت در مقایسه با سایر صنایع بوده است.

یکی از علل مصرف بی‌رویه انرژی در بخش ساختمان، طراحی‌های غلط و برآوردهای غیر دقیق است که منجر به انتخاب تجهیزات و استراتژی‌های نامناسب و پرمصرف در ساختمان‌ها شده است. از

این رو، انجام محاسبات و ارزیابی دقیق مصرف انرژی هر ساختمان در فاز طراحی پروژه ساختمانی و نیز در زمان برنامه ریزی برای نوسازی، از جمله الزامات پراهمیت در این حوزه در عصر فناوری اطلاعات است. شکل ۱-۴ نقش تکنولوژی مدلسازی انرژی ساختمان (BEM) را به عنوان یک ابزار چند منظوره در ارزیابی عملکرد ساختمان‌ها، از جمله مصرف انرژی، سیاست گذاری بهره برداری، مدیریت هزینه‌ها، مطابقت با مقررات و استانداردها و... نشان می‌دهد.

این محاسبات باید توسط نرم افزارهای مدلسازی انرژی، که به طور یکپارچه قابلیت مدلسازی عناصر مختلف ساختمانی، از جمله معماری، تاسیسات مکانیکی، سیستم‌های روشنایی، سیستم‌های انرژی تجدید پذیر و موارد مرتبط با کیفیت هوای داخل را داشته باشد انجام گردد. در کنار این موارد، کاربر این نرم افزارها باید از دانش کافی در خصوص اصول و قواعد مدلسازی و مباحث انرژی برخوردار باشد. این آنالیزها دارای چهار کاربرد اساسی ذیل هستند:

- در مراحل اولیه طراحی : در این مرحله، جزئیات زیادی از ساختمان در دسترس نیست. اما می‌توان ایده‌ها و طرح‌های مفهومی (از جمله فرم و جهت گیری ساختمان، امکان سنجی اقلیمی پیاده سازی سیستم‌های انرژی و...) را از لحاظ مصرف انرژی ارزیابی کرد.
- سایزینگ و طراحی سیستم‌های گرمایش و سرمایش: یکی از قابلیت‌های مهم نرم‌افزارهای مدلسازی انرژی، امکان محاسبه دقیق بار حرارتی و برودتی ساختمان، بر اساس مشخصات معماری، روشنایی، کاربری و... می‌باشد. خروجی این محاسبات، انتخاب و تعیین ظرفیت سیستم‌های تولید و توزیع گرما و سرما (برای مثال بویلر و چیلر) خواهد بود.
- ارزیابی طراحی انجام شده و پیش بینی مصرف انرژی ساختمان طراحی شده: در این مرحله، می‌توان نیاز انرژی ساختمان مدلسازی شده را با توجه به طرح‌های وارد شده در مدلسازی، به تفکیک نوع انرژی (برق، گاز و...) و نیز عوامل مصرف کننده انرژی استخراج و تحلیل کرد.
- بهینه سازی و ارائه راهکارهای کاهش مصرف: در این مرحله می‌توان سناریوهای مختلف بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان را پیاده‌سازی، ارزیابی و مقایسه کرد.



شکل ۱-۴ مدلسازی انرژی به عنوان یک ابزار چند منظوره در ارزیابی عملکرد ساختمان ها