

جایگاه تحلیل نرم‌افزاری در ممیزی انرژی در بخش ساختمان

M_Abbpour@sharif.edu

M.Rezaeian@gmail.com

• مجید عباسپور، استاد دانشگاه صنعتی شریف

• مجتبی رضائیان باجگیران، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

برنامه‌ریزی‌های موردنظر یاری نماید. حال مسئله مهمی که در این مبحث به آن پرداخته شده است مربوط به جایگاه تحلیل نرم‌افزاری در ممیزی انرژی در بخش ساختمان و لزوم نیاز به نرم‌افزار می‌باشد. در انتها نیز به معرفی چند بسته نرم‌افزاری که می‌تواند در این فرآیند مورد استفاده قرار گیرد و مزایا و معایب آنها می‌پردازیم.

واژه‌های کلیدی: ممیزی انرژی، نرم‌افزار، ساختمان

رشد روزافزون مصرف انرژی در سال‌های اخیر از یک جهت نشان‌دهنده رشد اقتصادی و به گردش افتادن چرخ‌های صنعت و به دنبال آن انتقال کالاهای صنعتی به نقاط مختلف و در نتیجه شکوفایی اقتصادی می‌باشد و از جهت دیگر شاید به علت بهای ارزان انرژی در کشور صاحبان صنایع و مصرف‌کنندگان در پی صرفه‌جویی در استفاده از این نعمت خدادادی نباشند که این امر موجب وضع قوانین خاصی در این زمینه گردید. در این میان ممیزی انرژی ابزار کارآمدی است که می‌تواند دست‌اندرکاران را برای



مقدمه

با اینکه کشور ما از صادرکنندگان انرژی فسیلی به کشورهای مختلف است. هنوز ارزش واقعی آن از مصرف‌کنندگان وصول نمی‌شود. لذا مصرف‌کنندگان در پی صرفه‌جویی و یا استفاده منطقی از آن نیستند. جهت جلوگیری از روند مصرف بی‌رویه انرژی در کشور از طرف مقامات ایران باید اقدامات اساسی به صورت قوانین همگانی صورت بگیرد. یکی از اقدامات کنترل ساختار صنایع و ساختمان‌های جدید مسکونی می‌باشد که باید تحت شرایط معینی که در آن کاهش مصرف انرژی مدنظر باشد، صورت بگیرد. (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت)

در مورد ساختمان‌های فعلی که در حال استفاده می‌باشد و از نظر مصرف انرژی در وضعیت خوبی قرار ندارند، باید تعمیرات اساسی در آنها انجام شده و یا اصولی در آنها پیاده شود که از نظر مصرف انرژی منطقی گردند.

ممیزی انرژی چیست؟

امروزه بکارگیری منطقی انرژی در محیط‌های صنعتی، تجاری و ساختمانی هم در سطوح منطقه‌ای و هم در سطح ملی (خرد و کلان) به عنوان یک

مصرف انرژی در چند دهه اخیر به طور سرسام‌آوری افزایش یافته است. این افزایش از یک‌طرف نشان‌دهنده رشد اقتصادی و به گردش افتادن بیشتر چرخ‌های صنعت و در پی آن جابه‌جا شدن کالاهای صنعتی به نقاط مختلف می‌باشد. از طرف دیگر شاید به دلیل قیمت ارزان انرژی، صاحبان صنایع و مصرف‌کنندگان خصوصی کشور در پی صرفه‌جویی و استفاده منطقی از این نعمت خدادادی نبوده‌اند. استفاده منطقی از انرژی در رئوس اصلی کار کشورهای فاقد انرژی فسیلی قرار گرفت و بر آن شدند که در مراکز اصلی مصرف انرژی، یعنی بخش صنعت و ساختمان، مسئله بهینه کردن مصرف انرژی را جدی بگیرند. بدین ترتیب این مسئله مطرح شد و چندین سال است که کشورهایی مانند آلمان، سوئد، ایتالیا، انگلیس و ... قوانین خاصی در امر ساختمان‌سازی و به کار بردن عایق‌های حرارتی، روش گرمایش و سرمایش و ساختار کلی ساختمان در جهت بهینه کردن مصرف انرژی در آن تدوین نموده‌اند که لازم‌الاجرا می‌باشد. اجرای این موارد نتایج جالبی به دنبال داشته است به طوری که موفق شده‌اند با بکارگیری این قوانین تا حدود ۳۰ درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی نمایند. (باقری-۸۱)

ضرورت مورد توجه کارشناسان و دست‌اندرکاران قرار گرفته است. در این راستا برنامه‌ریزی‌های متعددی در زمینه صرفه‌جویی و بکارگیری منطقی انرژی در بسیاری از کشورها در دست اقدام است. این برنامه‌ریزی‌ها برپایه ساختارهای درست قانونی و علمی استوار بوده و عمدتاً شامل موارد زیر هستند:

۱. برنامه‌های ممیزی و صرفه‌جویی انرژی

۲. راه کارهای مالی، فنی و سازمانی موردنیاز برای بالا بردن بهره‌وری در بخش انرژی

۳. توسعه آموزش برنامه‌های صرفه‌جویی و بکارگیری منطقی انرژی از میان موارد فوق ممیزی انرژی (Energy Audit) ابزار کارآمدی است که می‌تواند دست‌اندرکاران را برای برنامه‌ریزی‌های موردنظر یاری بخشد. ممیزی انرژی مجموعه اقداماتی است که جهت شناسایی، چگونگی، مقادیر و موقعیت‌های مصرف انرژی در یک واحد مصرف‌کننده انرژی و یا در طول یک فعالیت و فرآیند خاصی، انجام و در طی آن فرصت‌ها و امکانات صرفه‌جویی انرژی مشخص شده و ارزیابی می‌گردد. ممیزی انرژی به طور دقیق بالانس انرژی در جریان و انرژی خروجی از واحد مصرف‌کننده است. اما چون بیشتر پروژه‌های ممیزی انرژی در صنعت انجام شده تعریف دیگری نیز می‌توان ارائه نمود ممیزی انرژی مجموعه اقداماتی است که برای بررسی و شناسایی چگونگی و مقادیر مصرف انرژی در یک فرایند تولیدی انجام می‌شود. از پیام‌های اجرایی یک برنامه ممیزی انرژی در یک واحد صنعتی می‌توان به ایجاد یک بینش درست از بخش‌های اساسی به کار گیرنده انرژی برای مدیریت آن واحد صنعتی و در سطح بالاتر برای برنامه‌ریزان کشور اشاره نمود. از سوی دیگر کاربرد چندگانه ممیزی انرژی، بکارگیری آن را در بخش‌های غیرصنعتی مانند ساختمان‌های اداری و خانگی نیز امکان‌پذیر کرده است. (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت)

ضرورت استفاده از نرم‌افزار

نیاز سازمان‌ها و شرکت‌های مربوط به بخش انرژی و همچنین نیاز جامعه مهندسی به وجود یک نرم‌افزار در بخش انرژی به دلایل زیر مشهود می‌باشد:

۱. از چندین سال پیش نیاز به یک نرم‌افزار جامع و فراگیر در سازمان‌ها و شرکت‌های مربوط به بخش انرژی (از جمله سازمان مسکن و شهرسازی و سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت و غیره ...) مشهود بوده است به طوری که همیشه جهت یکپارچگی محاسبات و ارائه دفترچه‌های محاسباتی در پروژه‌های بزرگتر از ۲۰۰۰ مترمربع را مشروط به ارائه محاسبات نرم‌افزاری کرده بود (همانند رعایت آیین‌نامه ۲۸۰۰ در محاسبات سازه‌ای ساختمان‌ها) که البته نبود نرم‌افزاری معتبر این امکان را فراهم نمی‌کرد.

۲. نیاز مهندسیین طراح در کشور به طوری است که گاهی در بعضی از استان‌ها گروه متخصصین رشته تأسیسات سازمان‌های نظام مهندسیین با تشکیل گروه کاری خواسته‌اند اقدام به طراحی نرم‌افزار مشابه نمایند یا به خرید نرم‌افزار از کشورهای خارجی روی آورند ولی به دلایل بسیار متعدد این طریق امکان‌پذیر نبوده و نیاز به نرم‌افزار همچنان در جامعه مشهود است و مهندسیین جهت محاسبات (خصوصاً بارهای سرمایش) از شیت فرم‌های دستی برای این منظور استفاده می‌نمایند که به محاسبات سرانگشتی اطلاق می‌گردد.

۳. خارج شدن از متدهای محاسبات دستی (سرانگشتی) و یکپارچگی محاسبات در کل کشور این امکان را برای جامعه مهندسیین خصوصاً بخش تأسیسات فراهم می‌سازد که دانش فنی در به کارگیری مصالح مطلوب و استفاده از سایه‌بان‌ها و بررسی بهینه‌سازی مصرف انرژی و بالا بردن فرهنگ استفاده از تکنولوژی‌های جدید نرم‌افزاری و ... در ساختمان بالا رود.

۴. در نتیجه یکپارچگی محاسبات و کنترل‌های مربوطه از طرف کارفرماها و کارشناسان بسیار راحت و دقیق می‌باشد و در نتیجه بررسی اصلاحات موردنیاز چه از باب اشکالات محاسباتی و چه از باب رعایت بخشنامه‌ها (مقررات ملی و صرفه‌جویی انرژی) راحت و دقیق می‌باشد.

نرم‌افزارهای موجود در بخش ممیزی انرژی

این نرم‌افزارها را به دو دسته کلی نرم‌افزارهای داخلی و خارجی تقسیم می‌کنیم که در ادامه آورده شده‌اند و در مورد هر کدام توضیحی آورده شده است که شامل قابلیت‌ها، نقاطضعف و نقاط قوت هر نرم‌افزار می‌باشد.

نرم‌افزارهای خارجی DOE-2

تخصیص انرژی در ساختمان و ابزار تحلیل هزینه

DOE-2 یک نرم‌افزار رایج و پذیرفته شده در تحلیل انرژی ساختمان می‌باشد که می‌تواند انرژی و هزینه موردنیاز در انواع ساختمان‌ها را پیش‌بینی کند. DOE-2 با استفاده از شرحی از نقشه ساختمان، ساختار آن، نوع کاربری، سیستم‌های تهویه و امکانات رفاهی خواسته شده به وسیله کاربر، به موازات شرایط آب و هوایی، یک شبیه‌سازی ساعت به ساعت از ساختمان انجام می‌دهد و در انتها گزارش سودمندی از روند کار ارائه می‌دهد.

بیش‌تر و پنج سال سابقه اثبات شده از توسعه و پشتیبانی

بیش از دو دهه است که DOE-2 در حال توسعه و پشتیبانی می‌باشد و

همین امر منجر به تولید یک محصول قدرتمند و توانایی در این زمینه شده است در تمام طول عمر این نرم‌افزار چندین نسخه از DOE-2 توسعه داده شده است که پیشنهاد می‌شود از جدیدترین و قوی‌ترین نسخه آن یعنی DOE-2، استفاده شود. (<http://www.doe2.com>)

ENERGY-10

یک ابزار قدرتمند شبیه‌سازی انرژی برای ساختمان‌ها

ENERGY-10 یک ابزار نرم‌افزاری می‌باشد که به معماران، برج‌سازان و مهندسين کمک می‌کند تا به سرعت بیشترین راندمان هزینه و اقدامات ذخیره انرژی را برای بکارگیری در طراحی یک ساختمان با مصرف انرژی کم تعیین کنند. بخش شبیه‌سازی نرم‌افزار برای تحلیل ساختمان‌های مسکونی و تجاری کوچک که به وسیله یک یا دو ناحیه حرارتی مشخص می‌باشند مناسب می‌باشد. (به‌طور کلی کمتر از $1000ft^2$)

ENERGY-10 می‌تواند تحلیل جامعی از ساختمان انجام دهد، همچنین ذخیره انرژی و سرمایه را به وسیله بکارگیری یکی از استراتژی‌های پربازده انرژی از قبیل استفاده از روشنایی روز، گرمای منفعل خورشید، سیستم‌های روشنایی و پنجره‌هایی با کارایی بالا ارزیابی می‌کند. استفاده از این نرم‌افزار در فازهای ذکر شده می‌تواند به ذخیره انرژی از ۴۰٪ تا ۷۰٪ بدون کوچکترین افزایش در هزینه ساختمان منجر شود.

مرکز کتابخانه‌های ملی انرژی‌های تجدیدپذیر (NREL) برای ساختمان‌ها و سیستم‌های حرارتی بیان می‌کند، ENERGY-10 می‌تواند یک تخمین اولیه از کارایی انرژی در کمتر از ۲۰ دقیقه به وسیله وارد کردن یک سری از پارامترهای ابتدایی از قبیل موقعیت جغرافیایی ساختمان، حجم کل ساختمان، سیستم تهویه مطبوع و اطلاعات آب و هوایی ثبت شده در نزدیکترین سایت به ساختمان ارائه کند.

سرعت، کاربری آسان، دقت، تولید اتوماتیک و خودکار موارد اساسی و ابتدایی و راندمان انرژی به صورت دوره‌ای و متناوب برای ساختمان، کاربرد خودکار ویژگی‌های راندمان انرژی و ارائه نتایج آن، افزودن اثرات استفاده از روشنایی روز با شبیه‌سازی حرارتی از جمله مزایای این نرم‌افزار می‌باشد. اما محدود بودن نرم‌افزار به ساختمان‌های کوچک و سیستم‌های تهویه مطبوع رایج در این ساختمان‌ها از جمله نقاط ضعف آن می‌باشد.

<http://www.eere.energy.gov/buildings/info/index.html>

<http://www.nrel.gov/about.html>

<http://www.sbicouncil.org/about.htm>

CARRIER

رایج‌ترین نرم‌افزار خارجی مورد استفاده در داخل کشور این نرم‌افزار می‌باشد

I. National Renewable Energy Laboratory's

که دارای قابلیت‌های زیر می‌باشد:

- کاربری آسان و قابل انتقال
- واحدهای تهویه مطبوع هوای سرد شده
- واحدهای تهویه مطبوع آب سرد شده
- واحدهای نهایی شامل واحدهای فن‌کوئل، مدول رفتار هوا، سقف‌های خنک شده
- سیستم‌های انتشار هوا
- چیلرهای پمپ حرارتی
- سیستم‌های کنترل
- واحدهای کنترل بسته تهویه مطبوع

این نرم‌افزار به طور کلی بار حرارتی ساختمان را محاسبه می‌کند و در آن هیچ بخشی در مورد تحلیل اقتصادی، بهینه‌سازی مصرف و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی نمی‌شود. (CARRIER)

BizEE

نرم‌افزار ممیزی انرژی

شامل دو بسته نرم‌افزاری ممیزی انرژی می‌باشد: BizEE Benchmark و BizEE pro

BizEE Benchmark که برای ممیزی انرژی سریع استفاده می‌شود این نرم‌افزار فقط به اطلاعات اساسی از راندمان انرژی نیاز دارد به شرط آنکه اطلاعات مصرف انرژی در گذشته در دسترس باشد که نهایتاً منجر به تهیه یک گزارش نسبتاً جامع و فراگیر در چند دقیقه می‌شود.

نکته حایز اهمیت در مورد این نرم‌افزار در کاهش چشم‌گیر زمان در مشخص کردن مصرف انرژی تجاری و پتانسیل ذخیره انرژی می‌باشد. این نرم‌افزار با استفاده از تحلیل اطلاعات مصرف انرژی در گذشته می‌تواند یک گزارش مفید و آموزنده برای ارائه در تجارت و کسب و کار ارائه کند.

BizEE pro برای به دست آوردن تخصصی راندمان انرژی طراحی شده است. این نرم‌افزار برای جزییات بیشتر و انعطاف‌پذیرتر قابل استفاده می‌باشد. این نرم‌افزار به متخصصین در محاسبه پتانسیل ذخیره انرژی و اقداماتی که برای تخصیص انرژی لازم است کمک می‌کند.

هدف اولیه این نرم‌افزار کمک کردن به متخصصین در ارزیابی و ارائه اقدامات راندمان انرژی می‌باشد.

مزیت نهایی BizEE pro در این است که متخصصین می‌توانند به کمک آن ممیزی انرژی را با سرعت بیشتر و دقت بالاتری انجام دهند.

<http://www.energyauditsoftware.com/index.htm>

AUDIT

این نرم‌افزار به طور ماهیانه و سالیانه هزینه‌های سرمایش و گرمایش را برای ساختمان‌های تجاری کوچک و مسکونی محاسبه می‌کند. در واقع هر نوعی از سیستم‌های سرمایش و گرمایش از قبیل اواپراتور، پمپ‌های حرارتی منبع هوا، پمپ‌های حرارتی منبع آب و همه انواع سوخت‌های فسیلی مورد استفاده در بویلرها و کوره‌ها می‌توانند به کمک AUDIT شبیه‌سازی می‌شوند.

AUDIT به طور ماهیانه اطلاعات آب و هوایی و ساعات پربار سرمایش و گرمایش را در محاسبات خود استفاده می‌کند. اطلاعات آب و هوایی صدها شهر در AUDIT تعبیه شده است که البته می‌توان به راحتی اطلاعات جدیدی به آن افزود. به موازات محاسبات هزینه‌های انرژی، AUDIT یک تحلیل اقتصادی که به شما این امکان را می‌دهد تا انواع سیستم‌ها و هزینه‌های آنها را در دوره‌های مختلف داده شده مقایسه کنید انجام می‌دهد.

این نرم‌افزار کمترین اطلاعات ورودی را برای به دست آوردن هزینه‌های عملیاتی تهویه مطبوع نیاز دارد. در ضمن ابزاری برای نشان دادن مزایای تجهیزات با راندمان بالا جهت فروش در مقیاس‌های زیاد می‌باشد.

(<http://www.eere.energy.gov>)

Rhvac

بارگذاری بروندی و حرارتی را برای ساختمان‌های مسکونی محاسبه می‌کند.

این نرم‌افزار به سرعت و با دقت خاصی زمان اوج بارگذاری حرارتی و بروندی را در ساختمان‌های مسکونی و تجاری کوچک مطابق با نسخه هشتم ACCA Manual J محاسبه می‌کند. ضرایب انتقال حرارت (HTM) برای تمامی دیوارها، پنجره‌ها، درها و سقف‌ها به شکل لیست شده در Manual J ذخیره شده‌اند و به طور خودکار هر کجا که نیاز باشد به کار برده می‌شود. همچنین مقادیر HTM مستقیماً از Manual J گرفته می‌شوند، در ضمن گزینه‌ای نیز وجود دارد که کاربر می‌تواند خود نیز این مقادیر را وارد کند.

اطلاعات آب و هوایی برای بیش از ۱۵۰۰ شهر در نرم‌افزار وجود دارد و در ضمن می‌توان اطلاعات آب و هوایی شهر دیگری را نیز به مجموعه اضافه کرد. سایر ویژگی‌های برجسته نرم‌افزار شامل سایه‌زنی شیشه در سطح خارجی، تهویه مطبوع، بارگذاری‌های پنهان گوناگون، اطلاعات پیش‌فرض برای اتاق‌ها، چرخش اتوماتیک کامل ساختمان و غیره ... می‌شود.

1.Heat Transfer Multipliers

قابلیت متفاوت این نرم‌افزار در مورد سیستم لوله‌کشی می‌باشد از قبیل سناریوهای مختلف در مورد نوع سیستم لوله‌کشی، مکان لوله‌کشی، عایق کاری، دما و غیره ... می‌باشد.

(<http://www.elitesoft.com>)

نرم‌افزارهای داخلی

نرم‌افزار چک لیست انرژی مبحث نوزدهم

کلیات مربوط به مقررات ملی ساختمان مبحث نوزدهم

این فصل از مقررات ملی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق کاری حرارتی سیستم‌های تأسیساتی گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند و شامل دو روش کارکردی (الف) و روش تجویزی (ب) است.

در روش (الف) ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان محاسبه گردیده، با ضریب انتقال حرارت مرجع مربوط به طراحی مورد نظر مقایسه می‌شود. همچنین، اصول کلی ضروری در مورد سیستم‌های طراحی شده، جهت به حداقل رسانیدن مصرف بیان می‌گردد.

در روش (ب)، راه‌حل‌های فنی مختلف برای تعیین طراحی قسمت‌های مختلف تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ساختمان ارائه می‌گردد.

این روش فقط در موارد زیر قابل اعمال است:

خانه‌های ویلایی و واحدهای واقع در آپارتمان‌های مسکونی با مجموع زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع

تمام ساختمان‌های گروه ۳ از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بخش‌های بعدی این مبحث ضوابط مربوط به طراحی سیستم‌های تأسیساتی گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی ارائه شده است.

این نرم‌افزار برای بررسی و تحلیل مقررات مربوط به مبحث نوزدهم انرژی ساختمان به سفارش سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور تهیه شده است.

این نرم‌افزار با استفاده از اطلاعات ساده و ابتدایی در مورد ساختمان مربوطه به محاسبه بار حرارتی و ضرایب انتقال حرارت در ساختمان مورد نظر می‌پردازد و در نهایت مقادیر به دست آمده را با مقادیر مرجع مقایسه کرده و جوابی به صورت «پاسخگو می‌باشد یا نمی‌باشد» می‌دهد.

از طرف دیگر در این نرم‌افزار مقایسه‌ای در مورد تأسیسات ساختمان، سیستم‌های روشنایی، تهویه مطبوع و غیره ... انجام نمی‌گیرد. در ضمن هیچ راهکاری برای بهبود مصرف انرژی ارائه نمی‌گردد و از نظر اقتصادی و زمان بازگشت سرمایه تحلیل نمی‌شود. (نرم‌افزار چک لیست انرژی مبحث

• ایجاد یک اتاق، واحد، طبقه، پروژه (مشابه از قسمت‌های محاسبه شده با استفاده از ویژگی‌های چرخش یا تقارن نسبت به محورهای جغرافیایی).

• نامحدود بودن این نرم‌افزار در نوع کاربری ساختمان (برج، هتل، سوله، سالن پذیرایی، کارخانه، موتورخانه، ورزشگاه، بیمارستان و ...).

• تعیین فیلم هوا برای جداره‌های مختلف به صورت کاملاً هوشمند
• محاسبه دقیق جدول سایکرومتریک و اعمال آن در محاسبات بارها.

• استفاده از اکثر شهرها با تمامی مشخصات لازمه و نیز با قابلیت افزودن شهرهای جدید.

• استفاده از تصویر سه بعدی سایه‌بان‌های پنجره‌های مورد محاسبه با قابلیت بررسی در ساعات روز و در تمامی عرض‌های جغرافیایی.

این نرم‌افزار دارای قابلیت‌های خوبی در زمینه ممیزی انرژی می‌باشد ولی در زمینه تحلیل و توجیهات اقتصادی و همچنین در ارائه راهکارهای بهبود و بهینه‌سازی مصرف انرژی امکانی ایجاد نشده است. (تابش)

نما

نرم‌افزار ممیزی انرژی

با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان با اطمینان و دقت بیشتر عملکرد انرژی را ارزیابی نمود و راهکارهای صرفه‌جویی انرژی در ساختمان را با توجه به فرصت‌های موجود و نتایج اجرای هر راهکار را پیش از اجرای واقعی آن مشاهده کرد. ویژگی‌های اصلی این نرم‌افزار عبارتند از:

۱. محاسبه و تعیین مصرف انرژی سیستم‌های ساختمان شامل سیستم‌های زیر:

- پوسته خارجی ساختمان
- سیستم گرمایش فضا
- سیستم سرمایش فضا
- سیستم روشنایی
- سیستم آب گرم مصرفی (DHW)
- تجهیزات سرمایش مواد غذایی
- لوازم برقی خانگی

۲. استفاده از بانک اطلاعاتی پارامترهای هواشناسی، مصالح ساختمانی، تجهیزات گرمایش و سرمایش، آب گرم‌کن‌ها، تجهیزات روشنایی، تجهیزات گرمایش و سرمایش مواد غذایی لوازم خانگی و حامل‌های انرژی برای محاسبات نرم‌افزار

۳. تعیین انطباق یا عدم انطباق ساختمان در دست مطالعه از نظر مبحث

تابش

این نرم‌افزار با حمایت سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور و برای استفاده محققان، متخصصان و مهندسين به منظور اجرایی نمودن مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان تهیه و در اختیار کاربران و طراحان قرار گرفته است.

این نرم‌افزار دارای قابلیت‌های متفاوتی می‌باشد که به ترتیب زیر ارائه می‌گردد:

• محاسبات بارهای سرمایش و گرمایش یک پروژه در تمامی

ساعات روز و تعیین ساعت پیک بار پروژه و تک‌تک اتاق‌ها

• تمامی منوها و جداول دوزبانه (فارسی و انگلیسی) می‌باشند.

• قابلیت بررسی تأثیر عایق کاری در بار حرارتی و برودتی ساختمان جهت کاهش پرت انرژی.

• قابلیت بررسی استفاده از پنجره‌ها و شیشه‌های دوجداره.

• قابلیت بررسی جهت‌گیری ساختمان نسبت به محورهای جغرافیایی جهت کاهش پرت انرژی

• قابلیت بررسی تأثیر سایه‌بان‌ها جهت کاهش پرت انرژی.

• قابلیت محاسبه میزان مصرف انرژی سالانه یک پروژه

• ارائه چک لیست صرفه‌جویی در مصرف انرژی (مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان) با روش کارکردی و قیاس ضریب انتقال حرارت طرح و مرجع ساختمان به صورت هوشمند.

• قابلیت محاسبه آب گرم مصرفی یک پروژه

• تمامی جداول وضرایب مطابق آخرین استانداردهای ارائه شده سازمان مسکن و شهرسازی تهیه و تنظیم شده است.

• استفاده از پایگاه داده‌های جامع و کامل در منوهای مربوطه برای راهنمای کاربر به طوری که نیاز به منابع طراحی نداشته و اکثراً قابل افزایش توسط کاربر می‌باشند.

• ارائه بیش از ۲۵۰ نوع تجهیزات داخلی متفرقه در کاربری‌های مختلف.

• دسته‌بندی حدود ۳۰۰ نوع مصالح مورد استفاده در ساختمان با ساده‌ترین روش جهت شبیه‌سازی جداره‌های موردنظر و نیز با قابلیت افزایش توسط کاربر و محاسبات لازمه جهت تعیین وزن واحد سطح، اینرسی و قابلیت هدایت حرارتی یک جداره در وضعیت‌های مختلف به صورت کاملاً هوشمند.

• انتخاب چراغ‌های مورد مصرف در تمامی حالات نصب با انتخاب ساعات مورد مصرف در یک شبانه روز

نوزدهم مقررات ملی ساختمان

بهینه‌سازی مصرف توسط پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده انرژی و محیط‌زیست تهیه شده است.

این نرم‌افزار ابزاری برای بررسی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و تحلیل صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌های تجاری ساخته شده و ساخته نشده در شهرهای ایران می‌باشد. این نرم‌افزار دارای قابلیت‌های زیر می‌باشد:

- مدلسازی معماری ساختمان
- ارزیابی سازگاری ساختمان با مقررات ملی کشور
- "محاسبه پارامترهای هواشناسی ساعتی برای ۴۰۰ شهر مختلف کشور
- انجام محاسبات بارهای سرمایشی برای ۷ ماه سال
- انجام محاسبات بارهای گرمایشی
- انجام محاسبات انرژی مصرفی دوره سرمایش
- انجام محاسبات انرژی مصرفی دوره گرمایش
- "انجام محاسبات انرژی مصرفی تجهیزات داخلی و روشنایی در طول سال
- "اعمال اثر پروفیل‌های زمانی کارکرد افراد تجهیزات و روشنایی
- انجام محاسبات آب سرد و گرم مصرفی
- انجام محاسبات روشنایی
- تعیین ظرفیت سیستم‌های تهویه مطبوع
- تعیین سیستم‌های گرمایش و سرمایش بهینه
- اعمال فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی و ارزیابی نتایج
- چاپ کلیه گزارش‌ها در قالب جداول و نمودارها
- امکان بروزرسانی قیمت‌ها و ضرایب توسط کاربر

(بهسات)

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

۱. در مورد نرم‌افزارهای خارجی اطلاعات جامع و کاملی موجود نمی‌باشد. بنابراین برای تجزیه و تحلیل و بررسی کامل قابلیت‌ها و نقاط ضعف و نقاط قوت آنها احتیاج به اصل نرم‌افزار و اطلاعات کامل‌تری در مورد خود نرم‌افزار و حتی پروژه‌هایی که به وسیله آنها انجام شده است می‌باشد.

۲. مشکلی که در مورد استفاده از نرم‌افزارهای خارجی وجود دارد در کاربرد آنها در ایران می‌باشد زیرا همان‌طور که می‌دانیم یکی از نکات مهم در ممیزی انرژی یک ساختمان در مورد موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی محل ساختمان می‌باشد. در تمامی

۴. انجام محاسبات با کمترین داده‌های ورودی توسط کاربر و استفاده بیشتر از مقادیر پیش‌فرض داده‌های بانک اطلاعاتی و صورت‌حساب مصرف حامل‌های انرژی به منظور تسریع و تسهیل کار با نرم‌افزار
۵. ارائه راهکارهای صرفه‌جویی انرژی برای هر یک از سیستم‌های مصرف‌کننده انرژی
۶. تحلیل اقتصادی راهکارهای انتخاب شده توسط کاربر شامل هزینه سرمایه‌گذاری، میزان صرفه‌جویی انرژی سالانه، دوره بازگشت سرمایه
۷. نمایش و چاپ نتایج به صورت گزارش‌های خروجی استاندارد

(نما)

بهسازان

نرم‌افزار بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان می‌باشد. این نرم‌افزار به سفارش وزارت نیرو - معاونت امور انرژی - دفتر بهینه‌سازی مصرف انرژی توسط پژوهشگاه نیرو گروه انرژی و مدیریت مصرف تهیه شده است.

این نرم‌افزار ابزاری برای بررسی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و تحلیل صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌های مسکونی ساخته شده و ساخته نشده در شهرهای ایران با توجه به مشخصات ساختمان، شرایط اقلیمی محل، عملکرد تجهیزات و نتایج تحلیل اقتصادی. این نرم‌افزار دارای قابلیت‌های زیر می‌باشد:

- مدلسازی معماری ساختمان
- در نظر گرفتن جهت و موقعیت ساختمان
- تعریف و تغییر تیپ‌های اجزای ساختمان
- انجام محاسبات بارهای گرمایشی و سرمایشی
- انجام محاسبات آب گرم مصرفی
- انجام محاسبات روشنایی
- تعیین سیستم گرمایش و سرمایش بهینه
- نمایش و مقایسه نتایج محاسبات
- چاپ گزارش‌های جدولی و نموداری
- ارزیابی فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی و ارائه نتایج
- تغییر قیمت مصالح، تجهیزات و حامل‌های انرژی

(بهسازان)

بهسات

نرم‌افزار بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های تجاری می‌باشد. این نرم‌افزار به سفارش وزارت نیرو - معاونت امور انرژی - دفتر

این نرم‌افزارها اطلاعات آب و هوایی و شرایط جغرافیایی بسیاری از شهرهای دنیا موجود می‌باشد ولی در مورد شهرهای ایران چیزی آورده نشده است، البته در نرم‌افزار CARRIER فقط شهر تهران موجود می‌باشد که این به تنهایی کفایت نمی‌کند، به عنوان مثال در نرم‌افزار بهسات علاوه بر اینکه اکثر شهرهای ایران موجود می‌باشد خود تهران نیز به پانزده ناحیه تقسیم شده است، اما در اکثر این نرم‌افزارها بخشی نیز برای وارد کردن اطلاعات مربوط به شهر جدید تعبیه شده است که می‌توان با وارد کردن این اطلاعات روند ممیزی انرژی را دنبال کرد.

۳. نکته بعدی در مورد قابلیت اطمینان و درصد خطای مربوط به نرم‌افزارها می‌باشد، نرم‌افزارهای خارجی به مراتب قابلیت اطمینان بالاتری نسبت به نمونه‌های داخلی دارند، میان نرم‌افزارهای خارجی نرم‌افزارهایی به بیش از دو دهه تحقیق و توسعه در آن به یک نمونه جامع، کامل و دقیق رست یافته‌اند که درصد خطای بسیار کم و قابلیت اطمینان بالایی دارند، همچنین پروژه‌هایی که با آنها انجام شده و رقابت موجود عوامل دیگر در بهبود و رشد سریع و اعتبار آنها می‌باشد، ولی نرم‌افزارهای داخلی با سابقه اجرایی کم و تجربه اندک در این مبحث و اینکه تا به حال نمونه‌ای از پروژه‌های ممیزی انرژی به کمک آنها انجام نگردیده است دارای درصد خطای بالایی می‌باشند، بنابراین می‌توانیم با تحلیل نرم‌افزاری یک پروژه و مقایسه آن با نتایج به دست آمده از تحلیل دستی و استفاده از رابطه زیر برای آنها ضریب اطمینان به دست آورد.

$$\text{درصد خطا} = \frac{|V_r - V_s|}{V_r} \times 100$$

۴. نکته نهایی در مورد تمامی این نرم‌افزارها این می‌باشد که در هیچ‌کدام از آنها به بحث هزینه‌های خارجی (External costs) پرداخته نشده است.

منابع

- ۱) سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت
- ۲) باقری، «انجام ممیزی انرژی اولین قدم برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع کشور» ۱۳۸۱.
- ۳) علی سوسفطائی «ارزیابی پتانسیل صرفه‌جویی مصرف انرژی در یک ساختمان اداری».
- ۴) بهروز محمد کاری «ممیزی انرژی ساختمان‌های موجود و راهکارهای کاهش مصرف انرژی» ۱۳۸۳.
- ۵) محمد نقاش‌زادگان «ساخت نرم‌افزار کامپیوتری Iran Tahviah برای محاسبه بار حرارتی و برودتی با توجه به خصوصیات اقلیمی ایران» سعید امیری
- ۶) اصغر حاج سقطی «بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان»
- ۷) نرم‌افزار چک لیست انرژی مبحث نوزدهم
- ۸) نرم‌افزار تابش
- ۹) نرم‌افزار نما
- ۱۰) نرم‌افزار بهسازان
- ۱۱) نرم‌افزار بهسات

12) www.iranenergy.org.ir

13) www.ifco.ir

14) <http://www.energyauditsoftware.com/>

15) <http://www.eere.energy.gov/>

16) <http://www.elitesoft.com/>

17) <http://www.nrel.gov/about.html>

18) <http://www.sbicouncil.org/about.htm>

19) <http://www.doe2.com/>

software analysis state in auditing energy in buildings

M.Abbaspour, Professor, Sharif University of Technology Faculty of Mechanic, Tehran, Iran

M.Rezaian Bajgiran, Msc, Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

In recent years, increasing growth of energy consumption indicates economic growth, industrial improvement and thus, economic expansion. In the other side, perhaps due to low cost of energy in Iran, industry authorities and consumers do not properly use of it which result in special rules. However, energy audit is an efficient tool which helps responsables to plan for energy. Therefore, important issue which

is discussed here related to software analysis state in auditing energy in buildings. Finnally, the paper leads to introduce some software packages which can be used for this process and their advantages and shortcomings.

Key words: Energy Auditing, Software, Building