دستورالعمل ممیزی انرژی و روش بررسی عملکرد دیوارهای خارجی ساختمان

آرش کریمی[۱]، بهمن خستو[۲]، علی خواجه مبارکه[۳]
علی کناری[۴]، رسول آخرتی[۵]، علی نوروزیمنش[۶]

تهران – خیابان سهروردی شمالی- پلاک ۱۹۷- واحد ۶۴
info@mabnaco.net

چکیده: *مطابق با آمار انرژی سالیانه کشور، بیش از یک سوم انرژی در بخش ساختمان مصرف می‌شود. متاسفانه اعمال سیاستهای حمایتی و پرداخت یارانه‌ها در زمینه عرضه انرژی باعث شده تا میزان انرژی مصرفی ساختمانهای کشور ۲ تا ۳ برابر استانداردهای جهانی باشد. با توجه به اتلاف بسیار زیاد انرژی در ساختمانهای موجود، بررسی میزان مصرف انرژی هر ساختمان بصورت علمی ضروری است. براین اساس مدون کردن فرآیند ممیزی انرژی در ساختمان از مهم‌ترین نیازهای این بخش می‌باشد. در این تحقیق دستورالعمل ممیزی انرژی ساختمان با استفاده از اطلاعات مندرج در قبض‌های انرژی ساختمان و همچنین داده‌های سالیانه هواشناسی، به منظور تعیین ضریب انتقال حرارت عملکردی دیواره‌های خارجی ساختمان و مقایسه آن با مقادیر مجاز و استاندارد ارائه شده است.*

لغات کلیدی: ممیزی انرژی، ضریب بار ساختمان

۱. مقدمه

ممیزی انرژی در ساختمان شامل یک معاینه دقیق به منظور تعیین چگونگی مصرف انرژی واحد، برآورد میزان هزینه‌های اولیه و در نهایت ارائه یک برنامه پیشنهادی جهت کاهش مصرف انرژی ساختمان می‌باشد. با توجه به تعریف کلی ممیزی انرژی ساختمان، روش‌های مختلفی برای اجرای ممیزی انرژی در ساختمان توسط متخصصین و کارشناسان ارائه می‌گردد. بر این اساس در این تحقیق به منظور جلوگیری از ممیزی انرژی سلیقه‌ای، سعی شده تا دستورالعمل ممیزی انرژی در ساختمان تهیه و در اختیار ممیزان قرار گیرد و با استفاده از آن ممیزی انرژی در ساختمان به صورت هماهنگ و هدفمند جهت دستیابی به نتیجه مطلوب انجام گیرد. لازم به ذکر است که ممیزی

---

۱. کارشناس ارشد مهندسی مکانیک- مشاوران بهسازی، نوسازی انرژی (مبنا)
۲. دکترای مهندسی مکانیک- دانشیار دانشگاه امیرکبیر
۳. کارشناس ارشد مهندسی مکانیک - مشاوران بهسازی، نوسازی انرژی (مبنا)
۴. کارشناس ارشد مهندسی مکانیک- سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور
۵. کارشناس ارشد مهندسی مکانیک- سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور
۶. کارشناس مهندسی مکانیک- سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور

انرژی در ساختمان تابعی از سطح علمی، تجربه، آگاهی و شناخت ممیز از فن‌آوری‌های نوین و جدیدترین روش‌های بهینه‌سازی انرژی می‌باشد و براین اساس ممکن است راهکارهای متفاوتی برای کاهش مصرف انرژی یک ساختمان توسط ممیزان انرژی ارائه گردد، ولی مهم‌تر این است که روش‌های ثبت اطلاعات اولیه ساختمان و انجام محاسبات مربوطه، یکسان باشند، تا بدین‌ترتیب نتیجه‌گیری یکسانی درخصوص مصرف انرژی آن ساختمان ارائه گردد.

در این مقاله ضمن تشریح مراحل انجام ممیزی انرژی در ساختمان، وضعیت انرژی ساختمان با توجه به انرژی مصرفی مندرج در قبض‌های پرداختی مشخص می‌گردد. براین اساس با استفاده از اطلاعات مندرج در قبض‌های انرژی ساختمان و همچنین داده‌های سالیانه هواشناسی، ضریب انتقال حرارت عملکردی دیوارهای خارجی ساختمان مشخص می‌گردد، سپس با مقایسه وضعیت ساختمان با شرایط استاندارد (مطابق ضرایب ارائه شده در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان و یا استانداردهای جهانی نظیر کد بین‌المللی صرفه‌جویی انرژی) مصرف انرژی ساختمان و انحراف آن از شرایط استاندارد تعیین می‌گردد.

۲. دستورالعمل ممیزی انرژی در ساختمان

مطابق با دستورالعمل ارائه شده در این تحقیق، فرایند انجام ممیزی انرژی در ساختمان به چهار مرحله اصلی زیر تقسیم می‌شود.

مرحله اول : بازدید، اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات اولیه ساختمان و تکمیل فرم‌های ممیزی انرژی

مرحله دوم: محاسبه ضریب بار ساختمان با توجه به قبض‌های انرژی مصرفی

مرحله سوم: مدلسازی و تعیین بار ساختمان با توجه به الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

مرحله چهارم: تعیین فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی و ارزیابی اقتصادی راهکارهای صرفه‌جویی انرژی

۲-۱. مرحله اول: بازدید، اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات اولیه ساختمان و تکمیل فرمهای ممیزی انرژی

۲-۱-۱. بازدید و تکمیل فرمهای ممیزی انرژی

گام اول در ممیزی انرژی ساختمان، تعیین دقیق وضعیت موجود به منظور بررسی عملکرد ساختمان می‌باشد. بر این اساس لازم است تا فرم‌ها و جداول استانداردی بمنظور ثبت و یا برداشت اطلاعات ساختمان تهیه گردد. با این روش علاوه بر اینکه یک رویه مشخص و زبان مشترک در میان متخصصین انرژی ایجاد می‌گردد بلکه براساس این فرم‌ها، حداقل اطلاعاتی که باید توسط ممیزان در هنگام بازدید از ساختمان جمع‌آوری گردد، مشخص می‌شود. در واقع ممیز با داشتن چنین فرمی به صورت هدفمند در ساختمان حرکت می‌کند و با برنامه مشخص و از پیش تعیین شده تمامی اطلاعات مفید و اثرگذار را در این فرم ثبت می‌کند. تکمیل فرم‌های ممیزی انرژی و ثبت اطلاعات اولیه در بخش‌های زیر ضروری است.

۱- اطلاعات عمومی ساختمان	۲- اطلاعات ساکنین و مالکین
۳- وضعیت بکارگیری فضاهای مختلف و میزان تراکم ساکنین	۴- سیستم سرمایش و گرمایش
۵- تهیه نقشه‌های معماری و تاسیسات ساختمان	۶- کانال‌کشی و لوله‌کشی
۷- مشخصات دیوارها، درب‌ها، پنجره‌ها، سقف و کف	۸- آب گرم مصرفی
۹- ثبت اطلاعات انرژی مصرفی در سه سال گذشته	۱۰- سیستم روشنایی
۱۱- تمایل مالک برای سرمایه‌گذاری	۱۲- اطلاعات اقلیمی ساختمان

۲-۱-۲. اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات اولیه ساختمان

ممیز در هنگام بازدید از ساختمان علاوه بر جمع‌آوری اطلاعات ساختمان و تکمیل فرم‌های ممیزی انرژی، لازم است تا میزان انرژی مصرفی ساختمان را تعیین نماید تا بتواند وضعیت ساختمان را با شرایط استاندارد مقایسه و پتاسیل صرفه‌جویی را تعیین کند. براین اساس اندازه‌گیری‌های زیر در ممیزی ساختمان لازم می‌باشد:

۱- تعیین راندمان بویلر و درصد هوای اضافی احتراق با استفاده از آنالیزگر گازهای احتراقی
۲- تعیین میزان هوای نفوذی به ساختمان با استفاده از حسگر دی‌اکسیدکربن
۳- اندازه‌گیری دما و رطوبت داخل ساختمان با دستگاه دماسنج و رطوبت‌سنج
۴- تعیین وضعیت عایق‌کاری جداره‌ها با کمک عکس‌برداری مادون‌قرمز
۵- اندازه‌گیری سرعت هوای خروجی از دریچه‌های کانال با استفاده از سرعت‌سنج
۶- تعیین وضعیت روشنایی داخل ساختمان با دستگاه لوکس‌سنج
۷- ثبت اطلاعات شمارشگر انرژی ساختمان (برق، گاز و آب) در بازه‌های زمانی مشخص
۸- ثبت اطلاعات محیطی (دما، رطوبت، سرعت باد، تابش خورشید) در بازه‌های زمانی مشخص

۲-۲. مرحله دوم: محاسبه ضریب بار ساختمان با توجه به قبض‌های انرژی مصرفی

بطور طبیعی گرما از محیط گرم‌تر به محیط سردتر جریان می‌یابد. در زمستان گرما از فضای گرم درون ساختمان به سمت فضاهای سرد و مناطقی که مورد استفاده قرار نمی گیرند نظیر شیروانی، گاراژ، زیرزمین و محیط بیرون از خانه جریان می یابد. در فصل سرمایش و تابستان، گرما از محیط بیرون به درون ساختمان هدایت می‌شود. بنابراین اتلاف حرارتی ساختمان با اختلاف دمای هوای بیرون و درون متناسب است. برای دیوارها و پنجره‌ها توان اتلافی مطابق با رابطه فوریه محاسبه می‌شود.

$$Q = UA\Delta T \qquad (۱)$$

که در آن U ضریب انتقال حرارت جداره و A مساحت جداره می‌باشد. بنابراین توان اتلافی متناسب با حاصلضرب (UA) در اختلاف دما می‌باشد و به عبارت دیگر ضریب تناسب (UA) است. این معادله برای کف روی زمین، برابر با حاصلضرب ضریب تناسب (F) در محیط کف ساختمان (P) می‌باشد. برای تهویه طبیعی هوا و تهویه مطبوع توان اتلافی برابر با دبی جرمی هوا در گرمای ویژه هوای ورودی می‌باشد. زیرا که توان مورد نیاز برای گرمایش جریانی با دبی هوای $\dot{m}$ و ظرفیت گرمایی ویژه c_p برابر با $\dot{m}\, c_p \Delta T$ خواهد بود. ضریب بار ساختمان[۱] (BLC) ، مجموع پارامترهای مذکور می‌باشد که در رابطه۴ نشان داده شده است.

انرژی مورد نیاز برای گرمایش ساختمان مجموع اتلاف حرارت از جداره‌های خارجی ساختمان و انرژی مورد نیاز جهت گرمایش هوای نفوذی می‌باشد که در رابطه۲ بیان شده است.

$$Q = UA\Delta T + FP\Delta T + \dot{m}C_p\Delta T \qquad (۲)$$

$$Q = BLC.\Delta T \qquad (۳)$$

$$BLC = \sum UA + \sum FP + \dot{m}\, C_p \qquad (۴)$$

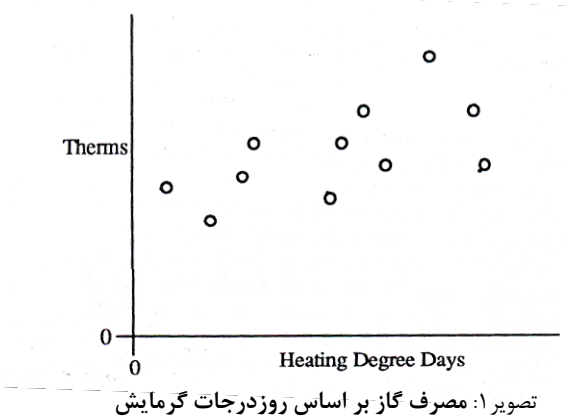
مطابق با رابطه بالا انرژی مصرفی در ساختمان متناسب با اختلاف دما می‌باشد اما وجود اینرسی حرارتی باعث ایجاد تاخیر زمانی می‌شود به این معنی که ذخیره انرژی در دیوارها باعث می‌شود تا ساختمان در برابر تغییرات هوای خارج از خود مقاومت نشان دهد و انتقال حرارت با تاخیر زمانی انجام شود و لزوما در سردترین وقت شبانه‌روز، ساختمان بیشترین مصرف انرژی را نداشته باشد.

بنابراین با توجه به روابط فوق چنانچه مصرف گاز بر حسب روز درجات گرمایش ترسیم گردد نموداری مشابه تصویر۱ حاصل خواهد شد. در این نمودار محور عرضی نشان‌دهنده میزان گاز مصرفی (انرژی مصرفی) و محور طول‌ها نشان‌دهنده روزدرجات گرمایش (اختلاف دما نسبت به $۱۸^{o}C$) می‌باشد. با مشخص بودن میزان گاز مصرفی ساختمان و اختلاف دمای هوا برای هر دوره قبض گاز مصرفی، نموداری مانند تصویر۱ قابل ترسیم است. اگر مطابق تصویر۲ بهترین رگرسیون خطی برای نقاط مذکور ترسیم گردد، در این صورت شیب خط ترسیم شده نشان‌دهنده ضریب بار ساختمان

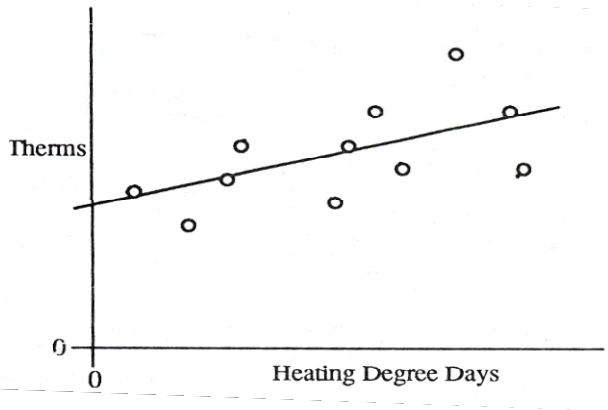
---

۱. Building Load Coefficient

می‌باشد که وابستگی بار ساختمان را به تغییرات هوای خارج نشان می‌دهد. همچنین تقاطع خط ترسیم شده با محور عمودی بیانگر مصرف پایه ساختمان (که مستقل از تغیرات هوای خارجی است) می‌باشد. مصرف پایه ساختمان شامل آب گرم مصرفی، پخت و پز و ... می‌باشد. هرچه ساختمان دارای اینرسی حرارتی بالاتری باشد با بهبود ضریب انتقال حرارت دیوارها در هر مترمربع ساختمان صرفه‌جویی کمتری در مقایسه با یک ساختمان با اینرسی کمتر حاصل خواهد شد. در ساختمان‌های با مقاومت حرارتی یکسان، اینرسی حرارتی کمتر سبب می‌شود تا تغییرات درجه حرارت بیرون در زمان کوتاهتری بداخل ساختمان منتقل گردد، در نتیجه ارتباط انرژی مصرفی ساختمان با هوای بیرون بیشتر بوده و شیب خط رگرسیون بیشتر می‌باشد.



تصویر ۱: **مصرف گاز بر اساس روزدرجات گرمایش**



تصویر ۲: **خط رگرسیون ترسیم شده از نقاط مصرف**

از ترسیم خط رگرسیون نتایج زیر مشخص می‌شود که در تصویر۳ نشان داده شده است.

۱ـ مصرف پایه ماهیانه

۲ـ ارتباط بین اختلاف دمای هوا و مصرف انرژی که همان BLC می‌باشد.

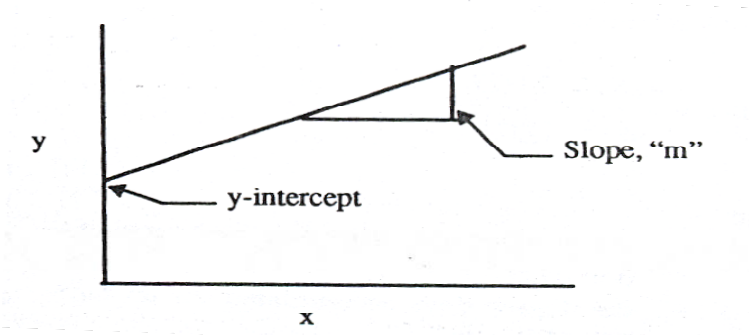
بنابراین شیب خط ترسیم شده برابر با ضریب بار ساختمان (BLC) و تقاطع خط با نمودار مصرف، نشان دهنده مصرف پایه ساختمان می‌باشد. مصرف سوخت برای هر ماه از طریق ضرب BLC در روز درجات گرمایش بدست می‌آید.

مصرف سوخت ماهانه = BLC*(روز درجات گرمایش)+مصرف پایه

بطور کلی تعیین مقدار BLC برای تحلیل انرژی یک ساختمان علاوه بر مشخص کردن مصرف پایه ساختمان با توجه به دلایل زیر برای ممیزان انرژی مورد نیاز می‌باشد.

- اغلب، اطلاعات لازم برای تحلیل پوسته ساختمان در دسترس نمی‌باشد.
- اگر اطلاعات پوسته در دسترس بوده و ضریب بار ساختمان از طریق محاسبه اجزاء تشکیل دهنده قابل حساب کردن باشد، ضریب بدست آمده از خط رگرسیون معیاری برای بررسی صحت مقادیر حساب شده خواهد بود.

- رگرسیون خطی به ما نشان می‌دهد که چه ارتباطی بین روز درجات گرمایش- سرمایش و مصرف انرژی وجود دارد و برای ما مشخص می‌کند که اینرسی حرارتی ساختمان چقدر است.



تصویر۳: **پارامترهای منتج از خط رگرسیون**

ضریب بار ساختمان از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$BLC = \frac{n\sum D_i E_i - \sum D_i \sum E_i}{\sum D_i^2 - (\sum D_i^2)^2} \qquad (۵)$$

در رابطه فوق BLC ، n ، D_i ، E_i به ترتیب ضریب بار ساختمان، تعداد نقاط نمودار مصرف سوخت بر حسب روز درجه گرمایش، روز درجات گرمایش یک دوره معین و انرژی مصرفی برای یک دوره معین می‌باشد. میزان مصرف پایه ساختمان (C) مطابق رابطه (۶) حساب می‌گردد.

$$C = \frac{\sum E_i}{n} - BLC \quad \frac{\sum D_i}{n} \qquad (۶)$$

برای تعیین میزان دقت محاسبات حاصل از خط رگرسیون ضریب R از رابطه (۷) استفاده می‌شود.

$$R = BLC \quad \sqrt{\frac{\sum D_i^2 - \frac{\sum D_i}{n}}{\sum E_i^2 - \frac{\sum E_i}{n}}} \qquad (۷)$$

این ضریب بیان‌کننده ارتباط خطی بین متغیر مستقل و وابسته می‌باشد به عبارت دیگر R برابر با یک بیانگر ارتباط خطی کامل این دو پارامتر است و معادله خط از کل نقاط مذکور می‌گذرد و R برابر با صفر نشان‌دهنده عدم ارتباط بین این دو پارامتر می‌باشد.

مجذور ضریب همبستگی R^2 تخمینی از وابستگی مصرف سوخت به روز درجات گرمایش است. در یک قانون کلی R^2 مساوی یا بزرگتر از ۰,۸ مشخص‌کننده یک ساختمان با اینرسی حرارتی کم و کمتر از ۰,۸ به عنوان ساختمانی با اینرسی حرارتی زیاد در نظر گرفته می‌شود.

۲-۳. مرحله سوم: مدلسازی و تعیین بار ساختمان با توجه به الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

همانطور که گفته شد بار ساختمان از دو بخش انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان و بار هوای نفوذی و تهویه تشکیل شده است، در این صورت چنانچه ضریب انتقال حرارت پوسته خارجی ساختمان با BLC_1 و ضریب بار هوای نفوذی و تهویه با BLC_2 نشان داده شود، با در نظر گرفتن الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان مقدار BLC_1 از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$BLC_1 = A_w * U_w + A_R * U_R + A_F * U_F + P * U_P + A_G * U_G * R_G + A_D * U_D + A_{WB} * U_{WB} \qquad (۸)$$

در رابطه فوق U_W، A_W ، U_R ، A_R ، U_F ، A_F ، P ، U_P ، A_G ، U_G ، R_G ، A_D ، U_D ، A_{WB} ، U_{WB} بترتیب مساحت دیوارهای در تماس با فضای خارجی، ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارهای در تماس با فضاهای خارجی، مساحت مربوط به بام تخت یا شیبدار، ضریب انتقال حرارت مرجع بام تخت یا شیبدار، مساحت مربوط به کف زیرین در تماس با خاک، ضریب انتقال حرارت مرجع کف زیرین در تماس با خاک، پیرامون مربوط به کف زیرین در تماس با خاک، ضریب انتقال حرارت خطی مرجع مربوط به جداره‌های نورگذر با قاب‌های آنها، مساحت مربوط به جداره‌های نورگذر با قاب‌های آنها (قاب شیشه)، ضریب انتقال حرارت مرجع مربوط به جداره‌های نورگذر به سطوح جداره‌های نورگذر با قاب‌های آنها، نسبت متوسط سطوح جداره‌های نورگذر (بدون در نظر گرفتن سطوح قاب‌های آنان) به سطوح جداره‌های نورگذر با قاب‌های آنها، مساحت مربوط به درهای خارجی، ضریب انتقال حرارت مرجع درهای خارجی، مساحت کلیه سطوح در تماس با فضای کنترل شده و ضریب انتقال حرارت مرجع کلیه سطوح در تماس با فضای کنترل نشده می‌باشد. ضریب انتقال حرارت ساختمان ناشی از بار هوای تهویه (BLC_2) از رابطه (۹) بدست می‌آید.

$$BLC_2 = \rho Q C_p \qquad (۹)$$

در این رابطه ρ ، Q و C_p بترتیب چگالی، دبی و ظرفیت حرارتی هوای نفوذی می‌باشند. ضریب انتقال حرارت کلی ساختمان مجموع ضریب انتقال حرارت پوسته خارجی (BLC_1) و ضریب انتقال حرارت هوای نفوذی و تهویه (BLC_2) می‌باشد.

هدف نهایی از انجام محاسبات، تعیین وضعیت ساختمان با توجه به ساختمان استاندارد می‌باشد در صورتی که رابطه (۱۰) برای ضریب بار ساختمان محاسبه شده براساس قبضهای گاز مصرفی صحیح باشد، ساختمان الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان را رعایت کرده است، در غیر اینصورت مصرف انرژی ساختمان بیشتر از شرایط استاندارد بوده و لازم است تا نسبت به رفع مشکلات موجود در جداره‌های خارجی ساختمان اقدام شود و محاسبات مذکور برای شرایط پیشنهادی مجددا انجام گردد. در این رابطه η راندمان مشعل می‌باشد و BLC ضریب بار عملکردی ساختمان می‌باشد که از رابطه (۵) با توجه به گاز مصرفی ساختمان تعیین می‌شود.

$$(BLC) \le (BLC_1 + BLC_2)/\eta \qquad (۱۰)$$

۲-۴. مرحله چهارم: تعیین فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی و ارزیابی اقتصادی راهکارهای صرفه‌جویی انرژی

پس از مشخص شدن وضعیت انرژی مصرفی ساختمان نسبت به شرایط استاندارد، در مرحله چهارم و پایانی ممیزی انرژی ساختمان، فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی تعیین و از نظر اقتصادی، ارزیابی می‌شوند.

به منظور بررسی هر یک از راهکارهای صرفه‌جویی انرژی و تعیین میزان کاهش مصرف انرژی حاصل از اجرای هر یک از فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی می‌بایست ساختمان با یک نرم‌افزار نظیر نرم‌افزار کریر مدل شود تا کاهش بار ساختمان با اجرای تغییرات موردنظر در ساختمان به راحتی تعیین گردد.

در این مرحله از ممیزی که مهم‌ترین بخش آن است و نیاز به تجربه بیشتری دارد ممیز باید راهکارهای مناسب برای ساختمان را پیشنهاد و میزان کاهش احتمالی مصرف انرژی را با اجرای راهکارهای اقتصادی برآورد کند. البته باید ممیزان انرژی در هنگام تجزیه و تحلیلهای انرژی از جدیدترین فناوری‌های بهبود بازدهی انرژی ساختمان آگاهی داشته باشند. این مرحله بطور کلی به بخش‌های زیر تقسیم می‌شود.

۱- مدلسازی فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی منتخب

۲- محاسبه میزان کاهش مصرف انرژی با اجرای فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی

۳- برآورد هزینه‌های اجرایی فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی

۴- محاسبه دوره بازگشت سرمایه فرصت‌های صرفه‌جویی منتخب

پس از تعیین فرصت‌های صرفه‌جویی مناسب، باید این فرصت‌ها در نرم‌افزار مدل و میزان کاهش انرژی مصرفی با اعمال هر یک از فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی مشخص گردد و در ادامه هزینه اجرای هر یک از فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی

برآورد شود و دوره بازگشت سرمایه با توجه میزان کاهش انرژی مصرفی و هزینه اولیه سرمایه‌گذاری محاسبه گردد. در نهایت ممیز باید براساس میزان سرمایه‌گذاری و دوره بازگشت سرمایه اولیه، راهکارهای صرفه‌جویی انرژی را براساس اقدامات کم هزینه و پرهزینه دسته‌بندی نماید.

یک گزارش ممیزی انرژی نتیجهٔ نهایی پروژهٔ ممیزی انرژی بوده و حاصل فعالیت‌ها و اقدامات ممیز است، بنابراین این گزارش باید به خوبی منعکس کنندهٔ کلیهٔ فعالیت‌های وی باشد و کارفرمای پروژه با مطالعهٔ گزارش در جریان کامل مراحل اجرایی پروژه قرار گیرد. همچنین گزارش باید کاملاً ساده و روان ارائه گردد، ضمن آنکه نکات فنی در هر یک از طرح‌ها و اقدامات انجام گرفته در خصوص فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی، بطور کامل شرح داده شده باشد.

۳. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله مراحل چهارگانه ممیزی انرژی ساختمان جهت تعیین وضعیت ساختمان نسبت به شرایط استاندارد شرح داده شده است و همچنین معرفی روش تعیین ضریب بار ساختمان بمنظور مشخص کردن وضعیت عملکرد دیوارهای خارجی ساختمان معرفی گردیده است و ممیزان می‌توانند با استفاده از روش مذکور عملکرد انرژی دیوارهای خارجی ساختمان را برآورد نمایند.

۴. منابع

[۱]- مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران،۱۳۸۱

[1] W. C. Turnur, Energy Management Handbook, Fifth Edition, the Fairmont press, inc., 2005.

[2] Krarti M., Energy Audit of Building Systems, CRC Press LLC, 2000.

[3] ASHRAE handbook of fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, 2001.