



وزارت راه و شهرسازی
دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

مقررات ملی ساختمان ایران

مبحث نوزدهم

مدیریت انرژی در ساختمان

دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

ویرایش پنجم (۱۴۰۴)

صفحه شناسنامه

به نام خدا

پیشگفتار

در دنیای امروز، مدیریت انرژی در ساختمان‌ها یکی از ارکان اصلی حکمرانی هوشمندانه منابع و توسعه پایدار است. در کشور ما نیز با توجه به سهم بالای ساختمان‌ها در مصرف انرژی، ارتقاء بهره‌وری آن ضرورتی فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و راهبردی به‌شمار می‌رود.

مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، به‌عنوان بالاترین مرجع فنی و حاکمیتی مدیریت انرژی در ساختمان‌ها، نقشی محوری در تنظیم جهت‌گیری‌های کشور در این حوزه بر عهده دارد. ویرایش پنجم این مبحث، با نگاهی موشکافانه و در چارچوب قوانین موضوعه، اسناد بالادستی و سیاست‌های کلی نظام، با مشارکت گسترده نهادهای تخصصی، مهندسان، تولیدکنندگان و مشاوران حرفه‌ای کشور تدوین شده و بر پایه توان فنی و تجربی داخلی کشور استوار است.

از ویژگی‌های مهم این ویرایش، تلاش برای انطباق حداکثری با ظرفیت‌های فنی، اجرایی، حقوقی و اقتصادی موجود در کشور، تلفیق مقررات با ابزارهای هوشمند نظارت‌پذیر و فراهم‌سازی زیرساخت پیاده‌سازی عملی در مقیاس ملی است.

اکنون انتظار می‌رود با عزم مشترک تمامی دستگاه‌های اجرایی و نظارتی، مراجع صدور پروانه، سازمان نظام مهندسی ساختمان، نهادهای آموزشی و حرفه‌ای و با بهره‌گیری و بسیج تمامی ظرفیت‌های انسانی، فنی و مدیریتی کشور، کلیه اقدامات لازم جهت تحقق کامل اهداف تعیین شده در این مبحث در تمامی مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری ساختمان‌ها با جدیت صورت گرفته شود. ابزارهای مورد نیاز در برای اطمینان از حصول نتایج، بکار گرفته شده و از هرگونه تخطی در اجرای آن با استفاده از تمامی ظرفیت‌ها و اختیارات قانونی مراجع صدور پروانه، سازمان‌های نظام مهندسی استان‌ها، شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی کشور و دستگاه‌های نظارتی جلوگیری بعمل آید.

در پایان، از تلاش‌های علمی و حرفه‌ای کمیته تخصصی تدوین ویرایش پنجم مبحث ۱۹، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان و تمامی سازمان‌ها، صاحب‌نظران و متخصصانی که در تهیه این ویرایش نقش‌آفرین بوده‌اند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم و توفیق همگان را در دستیابی به اهداف این مبحث و برداشتن قدمی موثر در حل بحران ناترازی انرژی کشور از خداوند متعال مسئلت دارم.

فرزانه صادق

وزیر راه و شهرسازی

ابلاغیه

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی



وزیر

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۴/۱۹

شماره: ۵۷۳۸۳/۱۰۰/۰۲



بسمه تعالی

جناب آقای دکتر مومنی

وزیر محترم کشور

موضوع: ابلاغ ویرایش پنجم مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان

با سلام و احترام

در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴، بدینوسیله ویرایش پنجم مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان تحت عنوان «مدیریت انرژی در ساختمان» که مراحل تدوین و تصویب را در وزارت راه و شهرسازی گذرانده است، به شرح پیوست ابلاغ می‌گردد.

زمان انقضای ویرایش چهارم (سال ۱۳۹۹) این مبحث شش ماه بعد از تاریخ این ابلاغ خواهد بود و بدیهی است تا آن زمان استفاده از هر دو ویرایش مجاز است.

فرزانه صادق

رونوشت:

- دبیر شورای عالی امنیت ملی جهت استحضار
- رئیس سازمان بازرسی کل کشور جهت استحضار
- معاون مسکن و ساختمان جهت آگاهی و اقدامات لازم برای اجرای به موقع
- روسا و مدیران عامل سازمان ها و شرکت های تابعه جهت آگاهی و اقدام لازم
- بنیاد مسکن انقلاب اسلامی جهت آگاهی و اقدام لازم
- مدیران کل راه و شهرسازی استان ها جهت اطلاع و پیگیری و ایجاد زمینه لازم برای اجرا
- رئیس سازمان نظام مهندسی ساختمان جهت اطلاع و اعلام مراتب به سازمان استان ها و تمهیدات لازم برای اجرای موقع
- رئیس سازمان نظام گاردانی ساختمان جهت اطلاع و اعلام مراتب به سازمان استان ها و تمهیدات لازم برای اجرای موقع

میدان آرژانتین، بلوار آفریقا

اراقبه حسینیاس آسم

ساختمان شهید دادمان

کد پستی: ۱۵۱۹۷۱۳۱۱۱

صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۴۵۶۸

www.mrud.ir

هیأت تدوین کنندگان مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان - ویرایش پنجم (۱۴۰۴)

(بر اساس حروف الفبا)

الف) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان - دوره هشتم

عضو	• دکتر محمود گلابچی	عضو	• دکتر اباذر اصغری
عضو	• دکتر بهروز گتمیری	عضو	• دکتر سعید بختیاری
عضو و دبیر	• مهندس حامد مانی فر	عضو	• دکتر حیدر جهان بخش
عضو	• مهندس حمید میرمیران	عضو	• دکتر یحیی جمور
عضو	• دکتر سید رسول میرقادری	عضو	• دکتر فرزانه حداد شرق
عضو	• مهندس کاوه نوری کویایی	رئیس	• دکتر حبیب اله طاهرخانی
عضو	• دکتر حمید یزدانی	عضو	• مهندس امیر فرجانی

ب) اعضای کمیته تخصصی

عضو	• دکتر مهدی مهرپویا	عضو	• دکتر حیدر جهان بخش
عضو	• دکتر حامد واسعی	عضو	• مهندس علیرضا شیرانی
رئیس	• دکتر حمید یزدانی	عضو	• دکتر هانیه صنایعیان
		عضو و دبیر	• مهندس حامد مانی فر

پ) گروه همکاران تدوین پیش نویس

• مهندس رحیم زینالی	• مهندس مرتضی اصغری
• مهندس جلال کیانی	• مهندس علی جاوید

ت) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملی ساختمان - دوره هشتم

• مهندس حامد مانی فر	مدیرکل دفتر تدوین مقررات ملی و کنترل ساختمان و دبیر شورای تدوین
• مهندس امیرعباس محمودی	رئیس گروه تدوین مقررات ملی ساختمان

مقدمه ویرایش پنجم

در سال‌های اخیر، بحران ناترازی انرژی در کشور ابعاد تازه‌ای به خود گرفته‌است. مصرف رو به رشد انرژی در بخش‌های مختلف در کنار محدودیت ظرفیت تولید منجر به عدم امکان تامین انرژی مورد نیاز برخی از مصرف‌کنندگان بخصوص صنایع عمده و بالادستی کشور شده‌است. ساختمان‌ها با سهم بیش از ۴۰٪ از کل مصرف انرژی سالانه کشور، می‌توانند نقش قابل توجهی در مدیریت انرژی به ویژه در دوره اوج بار شبکه برق و گاز ایفاء نمایند.

طبق قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴، مقررات ملی ساختمان مجموعه اصول و قواعد فنی و آیین‌نامه کنترل و اجرای آنها در مراحل طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی است. این قانون، افزایش بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها را از اهداف خود معرفی نموده است. در طول نزدیک به سه دهه از تاریخ انتشار نخستین ویرایش و راهنمای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با عنوان صرفه‌جویی در مصرف انرژی تا کنون، تلاش شده‌است مصرف انرژی در ساختمان‌های کشور مدیریت و مطابق معیارهای مشخص، ساماندهی شود. با این وجود میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها، نشان دهنده عدم تحقق اهداف مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در کشور است.

در نخستین گام از مسیر تدوین ویرایش جدید، کمیته تخصصی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، مطالعه دلایل عدم تحقق اهداف ویرایش‌های گذشته و شناسایی بسترهای مورد نیاز برای دستیابی به اهداف فنی تعیین شده در مبحث را در دستور کار خود قرار داد. تجربیات گذشته نشان داده است که در صورت عدم رفع موانع شناسایی شده و نادیده گرفتن بسترهای لازم مورد نیاز برای تحقق اهداف، اصلاحات فنی ویرایش جدید نیز مانند گذشته در میدان عمل امکان تحقق نخواهند یافت.

بر اساس نتایج آسیب‌شناسی، دلایل عدم تحقق اهداف مبحث ۱۹، در چهار حوزه فنی (بایدها و نبایدها)، اجرایی (ساز و کار اجرا)، حقوقی (ضمانت اجرایی) و اقتصادی (توجیه پذیری) به عنوان اصلی‌ترین

حوزه ها تقسیم بندی شدند. در ادامه، به منظور بررسی دقیق تر هر یک از این حوزه ها، جلسات تخصصی فنی، اجرایی، حقوقی و اقتصادی در چند مرحله برگزار گردید.

نظرات کارشناسان و متخصصان، دغدغه ها و انتظارات بخش های مختلف مرتبط با موضوع انرژی از جمله بخش های حاکمیتی و همچنین نهادهای فرادستگاهی و نظارتی مانند شورای عالی امنیت ملی، سازمان بازرسی کل کشور، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شورای عالی انرژی و همچنین فعالان بخش خصوصی شامل انجمن ها، تشکلهای و شرکتهای تولید کننده و ارائه دهنده کالاها و خدمات مرتبط با انرژی در ساختمان، طی جلسات متعدد هم اندیشی و همچنین از طریق نظرسنجی، دریافت و مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

کلیه قوانین مرتبط با موضوع انرژی در ساختمان و همچنین مصوبات هیئت وزیران و شورای عالی انرژی^۱ مورد مطالعه و تحلیل فنی و حقوقی قرار گرفت تا ویرایش پنجم مبحث ۱۹، در امتداد الزامات و تکالیف قانونی، بخصوص احکام برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران تدوین شود.

بر همین اساس، ویرایش کنونی بر شالوده ای فنی، اجرایی، حقوقی و اقتصادی حاصل از همکاری تاثیرگذاران و تاثیرپذیران مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بنا شده است و به دنبال ایجاد تکالیف قابل سنجش و غیر قابل استنکاف برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی مسئول در طراحی، ساخت و بهره برداری ساختمان می باشد.

^۱ مهم ترین قوانین و مصوبات مرتبط با موضوع انرژی و ساختمان:

- قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان ۱۳۷۴
- سیاست های کلی نظام ۱۳۸۵
- قانون هدفمند سازی یارانه ها ۱۳۸۸
- قانون اصلاح الگوی مصرف ۱۳۸۹
- قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر ۱۳۹۴
- سند راهبرد انرژی کشور ۱۳۹۵
- قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ۱۳۹۶
- آیین نامه صرفه جویی انرژی در ساختمان ها ۱۳۹۶
- ضوابط صرفه جویی انرژی در ساختمانها ۱۴۰۰
- قانون رفع موانع صنعت برق ۱۴۰۱
- قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران ۱۴۰۲

سهم قابل توجه ساختمان‌ها از مصرف انرژی کشور، تکالیف قانونی دارای فوریت برای کاهش مصرف انرژی ساختمان‌ها در محدوده مجاز با هدف کمک به کاهش ناترازی انرژی و همچنین ضرورت حمایت از حقوق مصرف کنندگان گران‌قیمت‌ترین کالای طول عمر شهروند ایرانی، منجر به شکل‌گیری رویکرد های متفاوت در ویرایش جدید می‌ت ۱۹ شد. بهره‌مندی از ایمنی و کیفیت ساخت و تامین شرایط آسایش در تمام ساعات سال، حق مسلم بهره‌برداران و ساکنان ساختمان‌ها است. تامین شرایط آسایش در ساختمان‌ها باید به گونه‌ای باشد که میزان مصرف انرژی در محدوده الگوی مجاز حفظ شده و هزینه‌های غیر متعارف مصرف خارج از الگوی ناشی از اشتباه و یا سهل‌انگاری در مراحل طراحی و ساخت به مالکان و بهره‌برداران تحمیل نگردد.

ویرایش پنجم مقررات ملی ساختمان با عنوان "مدیریت انرژی در ساختمان"، مصرف و تولید انرژی در تمامی مراحل چرخه عمر ساختمان را مورد توجه قرار داده است.

یکی از اصلی‌ترین تغییرات در ویرایش جدید، توجه ویژه به فرآیند بازرسی‌های دوره‌ای مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری ساختمان است تا بتوان میزان رعایت الزامات مبحث را مورد سنجش و ارزیابی دقیق و نتیجه‌محور^۱ قرار داد. افزایش توجه به تاسیسات مکانیکی و الکتریکی با رویکردی کارآمد و قابل اندازه‌گیری در کنار تصریح و تشریح الزام به طراحی، نصب و بهره‌برداری از سامانه‌های پایش مصرف انرژی و مدیریت یکپارچه ساختمان یکی دیگر از رویکردهای جدید ویرایش کنونی است.

تغییر عنوان مبحث از صرفه جویی در مصرف انرژی به "مدیریت انرژی در ساختمان" و توسعه دامنه شمول از مصرف انرژی دوره بهره‌برداری به تمامی تاثیرات محیطی مراحل مختلف چرخه عمر ساختمان از جمله انرژی نهفته ساختمان در فاز تولید، انتشار کربن در فاز تولید و بهره‌برداری و همچنین الزام به تولید انرژی از منابع تجدید پذیر از دیگر رویکردهای جدید ویرایش پنجم می‌باشد. علاوه بر ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان که حاکمیت مقررات ملی ساختمان را بر تمامی مراحل طراحی، محاسبه، اجراء، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها تصریح نموده است، قوانین و مصوبات موخر بر آن نیز تاکید ویژه‌ای بر اجرای کامل و دقیق مبحث ۱۹ دارند، تا جایی‌که قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق، مصوب ۱۴۰۱ مجلس شورای اسلامی، معیار و ملاک میزان مجاز و همچنین مدیریت مصرف انرژی و اصلاح ساختمان‌های در حال بهره‌برداری غیرخصوصی را رعایت

¹ Performance Based Evaluation

الزامات مندرج در مبحث ۱۹ بیان نموده است^۱، دامنه شمول ویرایش پنجم از ساختمان‌های جدیدالاحداث غیر دولتی به کلیه ساختمان‌های موجود و در حال بهره‌برداری توسعه یافته و به همین دلیل، فصل هفتم ویرایش جدید، به بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های در حال بهره‌برداری اختصاص داده شده است.

به منظور رفع ابهامات موجود در انطباق رده بندی چهارگانه EC, EC+, EC++, و ECnZ ویرایش چهارم با استانداردهای ملی ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ مربوط به صدور برچسب انرژی ساختمان‌ها، رده بندی انرژی در ویرایش جدید بازتعریف و بازدهی انرژی D به جای رده EC، بازدهی انرژی C به جای رده EC+، بازدهی انرژی B به جای رده EC++ و بازدهی انرژی A به جای رده ECnZ جایگزین شده است.

معیار ویرایش کنونی، دستیابی ساختمان‌ها به حداقل رده انرژی D تعیین شده و بر اساس برنامه‌ای میان مدت و به مرور زمان، الزام ارتقاء ساختمان‌ها برای دریافت رده‌های انرژی C، B و A مد نظر قرار گرفته است. معیارهای ارائه شده در متن، متمرکز بر دستیابی به رده انرژی D بوده و الزامات سایر رده‌ها در پیوست ارائه شده است.

روش‌های طراحی در ویرایش پنجم شامل دو روش تجویزی^۲ و شبیه‌سازی بازدهی انرژی^۳ است. در روش تجویزی احکام مشخصی برای ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی در اقلیم‌های مختلف کشور تدوین شده و این احکام، تمامی اجزاء مربوط به بخش‌های فعال و غیرفعال ساختمان را شامل شده و روش ارزیابی و صحت‌سنجی اجرای آنها طی بازرسی‌های دوره‌ای در نظر گرفته شده است.

در روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی، اعداد صحت‌سنجی شده و مورد تایید اشخاص دارای صلاحیت شبیه‌سازی، معیار تعیین رده انرژی خواهد بود. در فصل پنجم، شبیه‌سازی انرژی ساختمان، نرم‌افزار و اطلاعات اقلیمی مورد تایید معرفی شده و الزامات شبیه‌سازی و تهیه گزارشات بیان گردیده است.

^۱ کلیه دستگاههای موضوع ماده (۲۹) قانون برنامه پنجساله ششم توسعه، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مصوب ۱۴/۵۲/۱۳۹۱ و نیز استثناء شده در آن، مکلفند تا رسیدن به سطح استاندارد مورد نظر مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، موضوع آیین‌نامه اجرایی ماده (۳۳) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴/۱۲/۲۲ طی چهار سال، مصرف ویژه انرژی الکتریکی خود را سالانه حداقل بیست و پنج درصد (۲۵٪) کاهش دهند.

^۲ Prescriptive Method

^۳ Energy Performance Simulation Method

فرآیند آموزش، سنجش و احراز صلاحیت شبیه‌سازی و بازرسی برای اشخاص حقیقی و حقوقی طبق دستورالعمل‌های مقام قانونی مسئول ابلاغ خواهد شد.

در روش تجویزی نیز چک لیست‌ها بر اساس شبیه‌سازی نمونه‌های موردی متعدد، با کاربری‌های مسکونی و غیرمسکونی در تمام دسته‌بندی‌های اقلیمی بر اساس شبیه‌سازی و صحت‌سنجی آنها با نمونه‌های استاندارد ASHRAE^۱ تدوین و با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک^۲ و بهینه‌سازی چندپارامتری^۳، بهینه‌یابی و وزن‌دهی شده‌است. خروجی چک لیست‌ها به منظور سنجش بازدهی انرژی ساختمان در فاز بهره‌برداری بر مبنای دریافت اطلاعات مراحل طراحی و ساخت به‌روز رسانی می‌شوند. تحلیل نتایج چک لیست‌های تایید شده توسط اشخاص دارای صلاحیت بازرسی انرژی در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری، ملاک تعیین رده انرژی پایان کار خواهد بود.

در ویرایش پنجم، بخش‌های مربوط به تاسیسات مکانیکی و الکتریکی به‌شکل قابل توجهی تغییر یافته‌اند، بطوریکه سنجش و کنترل عملکرد و بازدهی تاسیسات و یکپارچگی آنها با پوسته ساختمان و آسایش کاربران، در مرکز توجه قرار گرفته‌است، لیکن ورود به مباحث محاسباتی و تخصصی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی مورد نظر نبوده و این موضوعات جهت شرح و تفصیل بیشتر به ترتیب به مباحث ۱۳ و ۱۴ مقررات ملی ساختمان محول شده‌اند.

الزامات تاسیسات مکانیکی و الکتریکی این ویرایش بر اساس شرایط ضروری دستیابی ساختمان به رده انرژی D محاسبه و تعیین گردیده‌است. با این وجود دستیابی به میزان مصرف انرژی مورد نظر مبحث، مستلزم بکارگیری صحیح و بهینه‌ی سامانه پایش مصرف انرژی و سامانه مدیریت یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان و اتصال آنها به درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها می‌باشد.

^۱ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)

(انجمن مهندسان گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع آمریکا) یک سازمان بین‌المللی پیشرو در تدوین استانداردها، تحقیقات و آموزش در حوزه سامانه‌های گرمایشی، سرمایشی، تهویه مطبوع، تبرید، بهره‌وری انرژی و پایداری ساختمان است که با ارائه استانداردهای فنی، راهنماها و دستورالعمل‌های طراحی، به بهبود کیفیت محیط‌های داخلی و کاهش مصرف انرژی کمک می‌کند.

^۲ GA (Genetic Algorithm)

^۳ Multi Objective Optimization

از آنجا که ساختمان جدیدالاحداث پس از دریافت گواهی پایان کار و پروانه بهره‌برداری، به ساختمان در حال بهره‌برداری تبدیل می‌شود و رعایت الزامات طراحی و ساخت مطرح شده در مبحث ۱۹ نیازمند پایش نتیجه‌محور و مداوم در تمام طول دوره بهره‌برداری ساختمان است و رعایت الزامات مبحث، برای اطمینان از عملکرد صحیح ساختمان در دوره بهره‌برداری کافی نمی‌باشد، نظامات اداری و چرخه فرآیندهای بازرسی در متن مبحث شرح داده شده‌است و به منظور ایجاد ارتباط و اتصال یکپارچه مبحث ۱۹ با مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان (مراقبت و نگهداری ساختمان‌ها) و همچنین، پایش عملکرد دوره بهره‌برداری، ایجاد دوقلوی دیجیتال^۱ به‌عنوان فصل مشترک انتقال از مرحله ساخت به بهره‌برداری در این ویرایش، الزام شده‌است.

در گردآوری مطالب، ارزیابی، صحت‌سنجی، نقد و بررسی پیش‌نویس‌ها و آماده‌سازی نسخه نهایی این مبحث، علاوه بر بهره‌گیری از نظرات تمامی صاحب‌نظران، اساتید، صنعتگران، تشکل‌ها و مهندسان از سراسر کشور در طول دوره ۴ ماهه نظرسنجی، از روزآمدترین فناوری‌های هوش مصنوعی متنی، تحلیلی، انتقادی و غیره بطور متنوع و گسترده استفاده گردید که گامی دیگر در جهت ایجاد تحول و بسترسازی برای نسل جدید مقررات ملی ساختمان همگام با تغییرات و پیشرفت فناوری‌های روز دنیا است.

در پایان لازم به ذکر است که تحقق اهداف مورد نظر ویرایش پنجم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان علیرغم در نظر گرفتن الزامات و ضمانت‌های فنی، اجرایی، حقوقی و اقتصادی، تنها در صورت مشارکت و همراهی موثر و متعهدانه تمامی بخش‌های صنعت ساختمان امکان‌پذیر خواهد بود. لذا، امید است تا با همراهی و هم‌افزایی جامعه مهندسی و صنعت‌گران عرصه ساختمان، گامی موثر در جهت حل بحران انرژی کشور و اعتلای ایران عزیز برداشته شود.

کمیته تخصصی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

^۱ Digital Twin

۱۹-۱-۱	تعاریف	۱
۱۹-۲-۱	کلیات	۰
۱۹-۲-۱-۱	دامنه کاربرد و ضمانت اجرا	۳
۱۹-۲-۲	ارزیابی چرخه عمر ساختمان	۶
۱۹-۲-۳	رده بندی بازدهی انرژی ساختمان‌ها	۷
۱۹-۲-۴	زمان بندی اجرایی سازی الزامات ویرایش پنجم	۹
۱۹-۳-۱	دسته‌بندی ها و الگوی مصرف انرژی در ساختمان‌ها	۱۱
۱۹-۳-۱-۱	دسته‌بندی ساختمان‌ها	۱۱
۱۹-۳-۱-۱-۱	دسته‌بندی اقلیم	۱۱
۱۹-۳-۱-۲	دسته‌بندی کاربری و مساحت	۱۵
۱۹-۳-۲	شدت مصرف انرژی در ساختمان‌ها	۱۶
۱۹-۳-۲-۱	مصرف کنندگان بارز انرژی در ساختمان	۱۷
۱۹-۳-۲-۲	منابع و حامل های انرژی در ساختمان	۱۸
۱۹-۳-۲-۳	الگوی مصرف انرژی در ساختمان	۱۹
۱۹-۴-۱	گردش کار در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری	۲۱
۱۹-۴-۱-۱	تعیین رده انرژی ساختمان در فاز طراحی	۲۲
۱۹-۴-۱-۱-۱	روش تجویزی	۲۳
۱۹-۴-۱-۲	روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی	۲۴
۱۹-۴-۲	بازرسی‌های دوره‌ای پوسته و تاسیسات در فاز ساخت	۲۴
۱۹-۴-۳	بازرسی پایان ساخت	۲۵
۱۹-۴-۴	پایش، عیب‌یابی، اصلاح و بهبود در فاز بهره‌برداری	۲۶
۱۹-۵-۱	روش تجویزی	۲۷
۱۹-۵-۱-۱	پوسته خارجی	۲۸
۱۹-۵-۱-۱-۱	پوسته خارجی غیر نورگذر	۲۹
۱۹-۵-۱-۲	پوسته خارجی نورگذر	۳۵
۱۹-۵-۱-۳	هوابندی و نشت هوا	۳۸
۱۹-۵-۲	تاسیسات مکانیکی	۴۱

۴۲	 تولید و بازیافت	۱۹-۵-۲-۱
۴۸	 توزیع و کنترل	۱۹-۵-۲-۲
۵۸	 تأسیسات الکتریکی	۱۹-۵-۳
۵۹	 شبکه انتقال و توزیع	۱۹-۵-۳-۱
۶۱	 روشنایی طبیعی و مصنوعی	۱۹-۵-۳-۲
۶۴	 سامانه مدیریت روشنایی	۱۹-۵-۳-۳
۶۶	 انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۹-۵-۴
۶۷	 سامانه‌های پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان	۱۹-۵-۵
۶۷	 سامانه پایش و کنترل یکپارچه تأسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان	۱۹-۵-۶
۶۹	 روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان	۱۹-۶-۶
۷۱	 نرم‌افزارهای مورد تایید	۱۹-۶-۱
۷۱	 اقلیم محل ساختمان	۱۹-۶-۲
۷۱	 فایل‌های اقلیمی مورد تایید	۱۹-۶-۲-۱
۷۱	 تحلیل اقلیمی، راهکارهای فعال و غیرفعال	۱۹-۶-۲-۱
۷۲	 فیزیک ساختمان	۱۹-۶-۳
۷۳	 فعالیت‌ها	۱۹-۶-۴
۷۴	 تأسیسات مکانیکی	۱۹-۶-۵
۷۴	 سامانه روشنایی	۱۹-۶-۶
۷۴	 انرژی‌های تجدید پذیر	۱۹-۶-۷
۷۵	 تنظیمات موتور شبیه ساز مصرف انرژی	۱۹-۶-۸
۷۵	 گزارش شبیه‌سازی و پروفیل مصرف حامل‌های انرژی	۱۹-۶-۹
۷۷	 سامانه‌های پایش انرژی و مدیریت یکپارچه ساختمان	۱۹-۷-۷
۷۷	 سامانه پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان	۱۹-۷-۱
۷۸	 ایجاد ارتباط فیزیکی و دریافت داده	۱۹-۷-۱-۱
۸۰	 انتقال، مهندسی و ذخیره نقاط داده	۱۹-۷-۱-۲
۸۱	 پردازش داده‌های گردآوری شده	۱۹-۷-۱-۳
۸۲	 تحلیل اطلاعات و عیب‌یابی عملکرد تجهیزات و سامانه‌ها	۱۹-۷-۱-۴
۸۲	 سامانه پایش و کنترل یکپارچه ساختمان	۱۹-۷-۲
۸۳	 سامانه پایش و کنترل تأسیسات مکانیکی و الکتریکی	۱۹-۷-۲-۱

- ۱۹-۲-۷-۲- مدیریت یکپارچه بر بستر اینترنت اشیاء ۸۴
- ۱۹-۲-۷-۳- عیب‌یابی و بهینه‌سازی عملکرد با استفاده از هوش مصنوعی ۸۴
- ۱۹-۲-۷-۱- راهبری ساختمان با استفاده از دوقلوی دیجیتال ۸۵
- ۱۹-۲-۷-۲- امنیت سایبری و پدافند غیر عامل ۸۶
- ۱۹-۸- بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود ۸۷**
- ۱۹-۸-۱- ارزیابی وضع موجود ۸۸
- ۱۹-۸-۲- استقرار سامانه پایش و زیرپایش مصرف و مدیریت ساختمان ۸۹
- ۱۹-۸-۳- چرخه راهکار، اقدام، پایش و سنجش ۸۹
- ۱۹-۸-۳-۱- تدوین راهکارهای بهینه‌سازی ۹۰
- ۱۹-۸-۳-۲- اعمال راهکارهای بهینه‌سازی ۹۰
- ۱۹-۸-۳-۳- نظارت و پایش نتایج پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی ۹۰
- ۱۹-۸-۳-۴- شناسایی و تحلیل انحراف از معیار (رجوع به مرحله ۱۹-۷-۳-۱) ۹۱
- پیوست ۱: فهرست واژگان (معادل انگلیسی) ۹۲**
- پیوست ۲: دسته‌بندی اقلیمی شهرهای ایران ۱۰۰**
- پیوست ۳: حداکثر شدت مصرف انرژی مجاز کاربری اقلیم‌های مختلف برای کسب رده‌های ۱۰۴**
- انرژی A, B, C, D ۱۰۴**
- پیوست ۴: ارزیابی چرخه عمر ساختمان (LCA) ۱۰۹**
- پیوست ۵: چک لیست ارزیابی به روش تجویزی ۱۴۱**
- پیوست ۶: فرآیند آموزش، سنجش و احراز صلاحیت انرژی ۱۴۳**
- پیوست ۷: ضرایب انتقال حرارت مواد و مصالح ۱۴۵**
- پیوست ۸: حداکثر توان مجاز سامانه روشنایی مصنوعی ۱۵۸**
- پیوست ۹: استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع ۱۶۰**

۱-۱۹- تعاریف

در این بخش، تعاریف عباراتی که در متن مبحث ۱۹ مورد استفاده قرار گرفته است ارائه می‌گردد. علاوه بر این، واژه‌های معادل به زبان انگلیسی در پیوست ۱ این مبحث ارائه شده‌اند. لازم به توضیح است که تعاریف بعضی عبارات مورد استفاده در این مبحث با تعاریف ارائه شده در دیگر مباحث متفاوت است.

۱-۱-۱۹- ارزیابی چرخه عمر ساختمان (Life Cycle Assessment (LCA

یک روش استاندارد و علمی است که برای ارزیابی و تحلیل تأثیرات زیست محیطی یک ساختمان از مرحله طراحی تا پایان عمر آن استفاده می‌شود. این ارزیابی شامل بررسی تمامی مراحل چرخه عمر ساختمان، از جمله تولید مصالح، ساخت، بهره‌برداری، نگهداری، تعمیرات و تخریب می‌شود و هدف آن شناسایی، تحلیل و کاهش تأثیرات مخرب زیست محیطی مختلف همچون انتشار گازهای گلخانه‌ای، مصرف منابع تجدیدناپذیر، تولید پسماند و دیگر جنبه‌های زیست محیطی در طول عمر ساختمان است.

۱-۲-۱۹- اقلیم

به شرایط جوی و محیطی بلند مدت یک منطقه که از ترکیب عواملی همچون دما، رطوبت، بارش، باد، تابش خورشید و فشار هوا شکل می‌گیرد، اطلاق می‌شود. اقلیم یک منطقه بر اساس میانگین این عوامل در طول یک دوره زمانی طولانی (معمولاً ۳۰ سال) تعیین می‌گردد.

۱۹-۱-۳- الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm)

روشی در بهینه‌سازی و هوش مصنوعی که از اصول تکامل زیستی، مانند انتخاب طبیعی، جهش و ترکیب ژنتیکی، برای یافتن راه‌حل‌های بهینه در مسائل پیچیده استفاده می‌کند. در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان، این الگوریتم می‌تواند برای تعیین طراحی بهینه پوسته ساختمان، سامانه‌های گرمایشی و سرمایشی و کنترل انرژی به کار گرفته شود.

۱۹-۱-۴- الگوی مصرف انرژی مجاز

حداکثر میزان مجاز شدت مصرف انرژی برای ساختمان‌های با کاربری‌های مختلف در اقلیم‌های متفاوت کشور که بر اساس کیلو وات ساعت بر مترمربع در سال ($\text{kWh/m}^2\cdot\text{Yr}$) محاسبه شده و برای دستیابی به رده انرژی D, C, B و A در پیوست ۳ ارائه شده‌است.

۱۹-۱-۵- امنیت سایبری (Cyber Security)

مجموعه‌ای از تدابیر، فناوری‌ها و فرآیندها برای حفاظت از سامانه‌های دیجیتال، شبکه‌ها و داده‌ها، در برابر حملات سایبری، دسترسی‌های غیرمجاز و تهدیدات امنیتی است. در حوزه مبحث ۱۹، امنیت سایبری می‌تواند به محافظت از سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان، سامانه مدیریت انرژی ساختمان، سامانه‌های پایش و زیرپایش و تجهیزات متصل به اینترنت اشیاء (IoT) کمک کند تا از نفوذ، دستکاری یا اختلال در عملکرد آن‌ها جلوگیری شود.

۱۹-۱-۶- انرژی اولیه (Source Energy- Primary Energy)

به مجموع کل انرژی موردنیاز برای استخراج، تولید، تبدیل و انتقال حامل‌های انرژی تا محل مصرف نهایی در ساختمان اطلاق می‌شود و تمامی تلفات در فرآیندهای استخراج، پالایش، تولید، انتقال و توزیع را در بر می‌گیرد.

۱۹-۱-۷- انرژی نهایی - انرژی مصرفی در محل (Site Energy)

به مقدار کل انرژی مصرف‌شده در یک ساختمان، که مستقیماً از شبکه‌های انرژی (برق، گاز، سوخت‌های فسیلی و تجدیدپذیر) دریافت می‌گردد، اطلاق می‌شود. این مقدار شامل تلفات تبدیل، انتقال و توزیع انرژی در محل تولید (مانند نیروگاه‌ها) نمی‌شود و صرفاً به انرژی دریافتی در محل ساختمان اشاره دارد.

۱۹-۱-۸- انرژی نهفته (Embodied Energy)

انرژی نهفته به مقدار کل انرژی مصرف شده در استخراج مواد اولیه، تولید، حمل و نقل، نصب، نگهداری و بازیافت یک ماده یا محصول ساختمانی در طول چرخه عمر آن گفته می شود. این انرژی می تواند از منابع مختلفی مانند سوخت های فسیلی، انرژی الکتریکی و انرژی های تجدیدپذیر تأمین شود.

۱۹-۱-۹- انرژی نهفته ساختمان (Building Embodied Energy)

به مقدار انرژی گفته می شود که برای تولید، استخراج، حمل و نقل، ساخت و نصب تمامی مصالح و اجزای ساختمانی مصرف می شود. این انرژی در مراحل مختلف چرخه عمر ساختمان از جمله ساخت، بهره برداری، نگهداری و حتی تخریب آن وجود دارد و بصورت مقدار انرژی مصرفی بخش بر واحد سطح مانند مگاژول بر مترمربع (MJ/m^2) محاسبه می شود.

۱۹-۱-۱۰- انرژی نهفته فاز ساخت (Construction Phase Embodied Energy)

به مجموع انرژی مصرف شده در مراحل مختلف ساخت یک ساختمان گفته می شود که شامل فرآیندهای مختلفی از جمله استخراج مواد اولیه، تولید مصالح، حمل و نقل، ساخت و نصب تجهیزات و اجزای ساختمانی است. این انرژی به صورت غیرمستقیم در ساختمان ها ذخیره می شود و جزء انرژی های مصرف شده برای فرآیند ساخت به شمار می رود و بصورت مقدار انرژی مصرفی بخش بر واحد سطح مانند مگاژول بر مترمربع (MJ/m^2) محاسبه می شود.

۱۹-۱-۱۱- انرژی نهفته مصالح (Material Embodied Energy)

به مجموع انرژی موردنیاز برای استخراج، تولید، فرآوری، حمل و نقل و بازیافت یک ماده ساختمانی گفته می شود. این انرژی شامل تمام مراحل چرخه عمر یک ماده از مرحله اولیه تا پایان استفاده آن است و بصورت انرژی مصرفی بخش بر واحد محصول مانند ژول بر کیلوگرم (J/Kg) محاسبه می شود.

۱۹-۱-۱۲- انرژی های تجدید پذیر (Renewable Energies)

انرژی به دست آمده از منابعی که به طور طبیعی تجدید می شوند، مانند خورشید، باد، زمین گرمایی، آب و زیست توده. (طبق استاندارد ایزو ۱۳۶۰۲-۱ : ۲۰۰۲)

۱۹-۱-۱۳- اینترنت اشیا (Internet of Things (IoT)

اینترنت اشیا به شبکه ای از دستگاه ها، حسگرها، وسایل و سامانه های متصل به اینترنت گفته می شود که قادر به جمع آوری، ارسال و دریافت داده ها هستند و می توانند به صورت هوشمند با یکدیگر و با

کاربران تعامل داشته باشند. این فناوری امکان اتصال و کنترل از راه دور را فراهم می‌کند و در بخش‌های مختلفی مانند ساختمان‌های هوشمند، مدیریت انرژی، حمل‌ونقل، سلامت و صنعت کاربرد دارد.

۱۹-۱-۱۴- اینرسی حرارتی (Thermal Inertia)

ویژگی ماده در برابر تغییرات دما در طول زمان است. این ویژگی به توانایی یک ماده در جذب، ذخیره و آزادسازی تدریجی گرما بستگی داشته و تحت تأثیر ظرفیت حرارتی، چگالی و هدایت حرارتی آن ماده قرار دارد.

۱۹-۱-۱۵- آب و هوا (Weather)

شرایط جوی متغیر در یک منطقه خاص که شامل عوامل مختلفی مانند دما، رطوبت، بارش، سرعت باد، فشار هوا و تابش خورشید می‌شود. این شرایط به طور روزانه و یا در طول بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت تغییر می‌کند و به‌طور مستقیم بر راحتی ساکنان، عملکرد سامانه‌های تهویه مطبوع و مصرف انرژی ساختمان تأثیر می‌گذارد.

۱۹-۱-۱۶- آسایش حرارتی (Thermal Comfort)

وضعیتی است که در آن فرد، از نظر دما، رطوبت و سرعت هوا احساس ناراحتی نمی‌کند و به‌طور کلی، در محیطی که شرایط آن مناسب است، احساس راحتی می‌کند. (طبق استاندارد ایزو ۷۷۳۰: ۲۰۰۵)

۱۹-۱-۱۷- بار کامل (Full Load)

بار کامل به شرایطی اطلاق می‌شود که یک دستگاه یا سامانه، به‌طور کامل و با تمام ظرفیت طراحی‌شده خود کار می‌کند. این بدان معناست که تجهیز، ماشین یا سامانه به حداکثر توان و ظرفیت خود رسیده است.

۱۹-۱-۱۸- بار جزئی (Partial Load)

به شرایطی گفته می‌شود که یک دستگاه یا سامانه، تنها بخشی از ظرفیت طراحی‌شده خود را مصرف یا استفاده می‌کند و به طور کامل در حداکثر توان خود کار نمی‌کند. این وضعیت معمولاً زمانی رخ می‌دهد که نیاز به انرژی یا توان، کمتر از ظرفیت کامل سامانه است.

۱۹-۱-۱۹- بالاست الکترونیکی آدرس‌پذیر دیجیتال (DALI)

یک پروتکل استاندارد برای کنترل و مدیریت روشنایی در سامانه‌های الکتریکی است که امکان کنترل مستقل و دقیق هر چراغ و یا گروهی از چراغ‌ها را در یک شبکه روشنایی فراهم می‌کند. این سامانه با استفاده از سیگنال‌های دیجیتال و ارتباط آدرس‌پذیر به هر چراغ یا بالاست در سامانه، یک آدرس

منحصر بفرد اختصاص می‌دهد، به طوری که می‌توان هر چراغ را به طور جداگانه کنترل و یا گروه‌هایی از آن‌ها را تنظیم کرد.

۱۹-۱-۲۰- بانک خازن (Capacitor Bank)

به مجموعه‌ای از خازن‌ها که به‌طور موازی به سامانه الکتریکی، به منظور جبران توان راکتیو و بهبود ضریب توان متصل می‌شوند، اطلاق می‌شود. این تجهیزات معمولاً برای کاهش تلفات انرژی، بهبود کارایی تجهیزات و افزایش بهره‌وری انرژی در سامانه‌های برق‌رسانی استفاده می‌شوند. در استفاده از بانک خازن، ضوابط زیر مطرح است:

الف) طبق ضوابط شرکت برق، حداقل مقدار ضریب توان کل شبکه برق تأمین و تغذیه برق ساختمان برابر با $0/90$ است، که معیار و پایه اندازه‌گیری توان راکتیو برای محاسبه هزینه‌ها می‌باشد.

ب) اگر ضریب توان کل شبکه برق کمتر از $0/90$ باشد، هزینه اضافی بابت توان راکتیو محاسبه خواهد شد، اما اگر ضریب توان برابر یا بیشتر از $0/90$ باشد، هزینه‌ای بابت توان راکتیو محاسبه نمی‌شود.

۱۹-۱-۲۱- بانک یخ (Ice Bank)

سامانه ذخیره‌سازی انرژی حرارتی است که در آن از یخ به عنوان منبع ذخیره انرژی سرمایی برای استفاده در زمان‌های بعدی استفاده می‌شود. در این سامانه، در ساعات اوج مصرف یا زمانی که هزینه انرژی پایین‌تر است، یخ تولید و در بانک یخ ذخیره می‌گردد. این یخ می‌تواند برای سامانه‌های سرمایشی یا تهویه مطبوع در ساختمان‌ها، صنایع، یا فرآیندهای مختلف به کار رود.

۱۹-۱-۲۲- بخش‌های غیرفعال ساختمان (Passive)

بخش‌های غیرفعال ساختمان به عناصری اطلاق می‌شود که بدون اینکه نیاز به مصرف انرژی فعال برای عملکرد داشته باشند، نقش عمده‌ای در مدیریت انرژی و بهبود عملکرد حرارتی ساختمان ایفا می‌کنند. این بخش‌ها شامل اجزای معماری، مصالح ساختمانی، عایق‌بندی حرارتی، طراحی مناسب پنجره‌ها و فضاها، باز برای استفاده از نور طبیعی و تهویه طبیعی، دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها که به‌طور مؤثر انرژی حرارتی را در فصول سرد حفظ و در فصول گرم دفع می‌کنند و همچنین، طراحی معماری و جهت‌گیری ساختمان است که به‌طور طبیعی و بدون نیاز به تجهیزات مصرف‌کننده انرژی، موجب کنترل دما، بهبود راحتی در داخل ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌شوند.

۱۹-۲۳- بخش‌های فعال ساختمان (Active)

بخش‌های فعال ساختمان به اجزای مکانیکی، الکتریکی و سامانه‌های مختلفی اطلاق می‌شود که برای بهبود راحتی، ایمنی و عملکرد انرژی ساختمان به مصرف انرژی نیاز دارند. این بخش‌ها مانند سامانه‌های سرمایشی، گرمایشی، تهویه مطبوع، روشنایی و سایر موارد مصرف کننده انرژی، در کنترل و تنظیم شرایط داخلی ساختمان مانند دما، رطوبت، روشنایی و تهویه مشارکت دارند.

۱۹-۲۴- برچسب انرژی

نشانگری است که کارایی یک دستگاه یا سامانه مصرف کننده انرژی را بر مبنای نسبت بازدهی خروجی به استفاده از منابع انرژی ورودی و بر اساس مقیاس‌های رتبه بندی استاندارد نشان می‌دهد.

۱۹-۲۵- برچسب انرژی ساختمان

نشانگری است که نسبت شدت مصرف هر ساختمان به شدت مصرف انرژی ساختمان ایده آل در همان کاربری-اقلیم را سنجیده و بر مبنای A (بالا ترین) تا G (پایین ترین) رتبه بازدهی انرژی، رتبه بندی می نماید. استانداردهای ملی شماره ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ مربوط به برچسب انرژی ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی هستند.

۱۹-۲۶- بهینه‌سازی چند مولفه ای Multi-objective Optimization

فرایند بهینه‌سازی که در آن چندین تابع هدف به‌صورت هم‌زمان مورد بررسی و بهینه‌سازی قرار می‌گیرند، به‌طوری‌که هیچ راه‌حلی به‌تنهایی تمامی اهداف را به حداکثر یا حداقل مقدار خود نمی‌رساند، بلکه مجموعه‌ای از راه‌حل‌های بهینه به‌دست می‌آید. بهینه‌سازی چند مؤلفه‌ای یک ابزار کلیدی در طراحی پایدار و مدیریت انرژی ساختمان است که امکان اتخاذ تصمیمات متوازن و بهینه، در بین معیارهای متضاد را فراهم می‌کند.

۱۹-۲۷- پدافند غیرعامل

به مجموعه تدابیر و اقداماتی اطلاق می‌شود که برای کاهش آسیب‌پذیری تأسیسات، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و منابع حیاتی کشور در برابر تهدیدات و حملات دشمن، بدون استفاده از اقدامات نظامی و تنها با بهره‌گیری از روش‌های غیرمستقیم و تدابیر پیشگیرانه، طراحی و اجرا می‌شود. هدف از پدافند غیرعامل، حفظ امنیت و پایداری کشور در شرایط بحرانی و مقابله با تهدیدات بالقوه است. این تدابیر شامل تقویت تاب‌آوری، مقاوم‌سازی زیرساخت‌ها، بهبود مدیریت بحران و جلوگیری از اختلالات در سامانه‌های حیاتی می‌شود.

۱۹-۱-۲۸- پل حرارتی (Thermal Bridge)

پل حرارتی به نواحی در ساختمان اطلاق می‌شود که به دلیل ویژگی‌های ساختاری خاص یا تفاوت در مصالح، انتقال حرارت بیشتری نسبت به سایر بخش‌های ساختمان دارند. این نواحی معمولاً در محل‌های اتصال دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، پنجره‌ها و درب‌ها به وجود می‌آیند و می‌توانند باعث افزایش هدررفت انرژی، کاهش کارایی عایق‌بندی و کاهش آسایش حرارتی شوند.

۱۹-۱-۲۹- پلاک گواهی انطباق رده انرژی ساختمان

لوح فلزی حاوی اطلاعات عمومی ساختمان و رده بندی انرژی آن که منطبق با ابعاد و مشخصات دستورالعمل ماده ۴ تصویب نامه هیئت وزیران به شماره ۹۳۸۷۶/ت/۵۷۹۲۶ مورخ ۱۴۰۰/۰۸/۲۴، از سوی سازمان نظام مهندسی سازمان استان صادر و توسط مالک در محل ورودی ساختمان و در مجاورت پلاک شهرداری نصب می‌شود.

۱۹-۱-۳۰- پوسته غیر نورگذر

بخشی از پوسته خارجی ساختمان که ضریب عبور نور مرئی آن کم‌تر از ۰/۰۵ است. این جدارها از مصالح غیرشفاف تشکیل شده و شامل دیوار، سقف، کف و سطوح مشابه هستند.

۱۹-۱-۳۱- پوسته پرده ای (Curtain Wall)

یک سامانه پوششی غیرسازه‌ای برای نمای خارجی ساختمان که معمولاً از شیشه، فلز یا کامپوزیت‌های سبک‌وزن ساخته شده و به سازه اصلی متصل می‌شود، اما بارهای سازه‌ای را تحمل نمی‌کند. این سامانه وظیفه محافظت در برابر عوامل محیطی مانند باد، باران، و دما را بر عهده دارد و به بهبود عملکرد انرژی، نورپردازی طبیعی و زیبایی‌شناسی ساختمان کمک می‌کند.

۱۹-۱-۳۲- پوسته خارجی ساختمان

به تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها، سطوح نورگذر و مانند آن‌ها اطلاق می‌شود که از یک طرف با فضای خارج، فضای کنترل نشده، زمین یا خاک و از طرف دیگر با فضای کنترل شده داخل ساختمان در ارتباط هستند.

۱۹-۱-۳۳- پوسته نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف)

بخشی از پوسته خارجی ساختمان که ضریب عبور نور مرئی آن بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است. این جدارها می‌توانند به صورت شفاف یا مات باشند و معمولاً شامل پنجره‌ها، نماهای شفاف، درهای نورگذر،

نورگیرها و سطوح مشابه هستند که امکان عبور نور طبیعی از بیرون به داخل ساختمان را فراهم می‌کنند.

۱۹-۳۴- تأثیرات زیست محیطی ساختمان

مجموعه اثراتی که فرایندهای ساخت، بهره‌برداری و تخریب ساختمان‌ها بر منابع طبیعی، آب‌وهوا، انرژی، و اکوسیستم‌ها می‌گذارند. این تأثیرات در کل چرخه عمر ساختمان از استخراج مواد اولیه تا تخریب و بازیافت، قابل بررسی هستند و به تفصیل در پیوست ۴ شرح داده شده‌اند.

۱۹-۳۵- تاییدیه رسمی

گواهی نامه‌ای است که توسط نهادهای دارای صلاحیت مانند سازمان ملی استاندارد، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و یا سایر مراکز مورد تایید نهاد قانونی مسئول، منطبق با مشخصات مندرج در مبحث صادر شده‌است. تنها بخش‌هایی از مندرجات و محتویات تاییدیه رسمی که در مبحث به آن اشاره شده‌است قابل قبول می‌باشند.

۱۹-۳۶- تاییدیه رسمی مقاومت در برابر حریق

تاییدیه رسمی مقاومت در برابر حریق، گواهی‌نامه فنی معتبر صادر شده توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی یا سایر مراکز مورد تایید نهاد قانونی مسئول است که دارا بودن الزامات مقاومت در برابر حریق مندرج در مبحث ۳ مقررات ملی ساختمان را برای مواد و مصالح مشخصی گواهی نموده باشد.

۱۹-۳۷- تعویض هوا

به فرایند جایگزین کردن مداوم بخشی از هوای فضاهای ساختمان با هوای تازه اطلاق می‌شود. میزان حداقل حجم هوای تعویض‌شده در واحد زمان (دبی هوای تازه) جهت تأمین شرایط بهداشتی هوای داخل فضای کنترل‌شده، نباید کمتر از مقادیر تعیین‌شده در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۹-۳۸- تهویه مطبوع (Heating Ventilation & Air Conditioning (HVAC

سامانه‌هایی که برای کنترل دما، رطوبت، کیفیت هوا و جریان هوای داخلی ساختمان به کار می‌روند. این سامانه‌ها شامل سامانه‌های سرمایشی، گرمایشی، تعویض و تصفیه هوا هستند که با هدف تأمین شرایط آسایش حرارتی و بهداشتی مناسب برای ساکنان یا کاربران فضای داخلی به کار گرفته می‌شوند. تهویه مطبوع به کاهش آلودگی هوا، تنظیم دما و رطوبت و تأمین هوای تازه کمک می‌کند. این سامانه‌ها از نظر عملکرد می‌توانند شامل تهویه مکانیکی، تهویه طبیعی و یا ترکیبی از هر دو باشند.

۱۹-۱-۳۹- توان اکتیو

توان مفیدی که در یک سامانه الکتریکی به مصرف می‌رسد و برای انجام کار واقعی در دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. توان اکتیو معمولاً به صورت انرژی واقعی مصرف‌شده، اندازه‌گیری شده و با واحدهای وات (W) یا کیلووات (kW) بیان می‌شود.

۱۹-۱-۴۰- توان راکتیو

بخشی از توان انرژی الکتریکی که در سامانه‌های برق توسط تجهیزاتی مانند موتورهای الکتریکی، ترانسفورماتورها و لامپ‌های تخلیه الکتریکی مصرف می‌شود و به انرژی مفید تبدیل نمی‌شود، بلکه برای حفظ میدان‌های مغناطیسی یا الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این توان با واحد ولت‌آمپر راکتیو (VAR) اندازه‌گیری می‌شود.

۱۹-۱-۴۱- توان ظاهری

مجموع برداری توان اکتیو و توان راکتیو در یک سامانه الکتریکی که نمایانگر کل توان مورد نیاز برای عملکرد سامانه است. این توان با واحد ولت‌آمپر (VA) اندازه‌گیری می‌شود و نشان‌دهنده کل توان مصرفی سامانه می‌باشد.

۱۹-۱-۴۲- جریان سنج مافوق صوت (Ultrasonic Flowmeter)

ابزاری برای اندازه‌گیری میزان جریان (دبی) سیال که با ارسال و دریافت امواج فراصوت در مسیر جریان، سرعت سیال را بدون تماس مستقیم و بدون ایجاد افت فشار محاسبه کرده و بر اساس آن، میزان جریان حجمی یا جرمی را تعیین می‌کند.

۱۹-۱-۴۳- جعبه جریان هوای متغیر (VAV Box)

دستگاهی است که در سامانه‌های تهویه مطبوع برای کنترل جریان هوای ورودی به فضاها و مختلف ساختمان استفاده می‌شود. این دستگاه، در سامانه‌های تهویه مطبوع با جریان هوای متغیر (VAV) نصب و مقدار جریان هوا را بسته به نیاز دمایی و شرایط محیطی تنظیم می‌کنند. این راهکار می‌تواند موجب کنترل دقیق دما در هر ناحیه از ساختمان شود.

۱۹-۱-۴۴- چگالی توان سامانه روشنایی ساختمان

محاسبه مقدار مجموع توان کل چراغ‌ها، برای هر یک از فضاها و یا محیط‌های ساختمان، و تعیین مقدار کل آن‌ها، برای تمام فضاها و یا محیط ساختمان، مقدار مصرف برق سامانه روشنایی ساختمان

را مشخص می‌کند. چنانچه این مقدار بر کل زیربنای ساختمان و یا مساحت محیط اطراف ساختمان تقسیم گردد، مقدار چگالی توان سامانه روشنایی ساختمان و یا محیط آن به‌دست خواهد آمد.

۱۹-۴۵- چگالی توان سامانه روشنایی فضاها

با تقسیم مقدار توان کل چراغ‌های یک فضا و یا محیط ساختمان بر مقدار مساحت فضا، مقدار چگالی توان چراغ‌ها بر مبنای وات بر مترمربع (W/m^2) به‌دست می‌آید.

۱۹-۴۶- حامل انرژی

ماده یا وسیله‌ای که انرژی را از یک منبع به یک مکان دیگر منتقل کرده یا ذخیره می‌کند. حامل‌های انرژی ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم انرژی را به کار بگیرند و شامل انواع مختلفی مانند سوخت‌های فسیلی (گاز، نفت، زغال‌سنگ)، الکتریسیته، انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشید، باد، آب) و سوخت‌های زیستی باشند.

۱۹-۴۷- حداقل دقت اندازه‌گیری جریان جزئی

در سامانه‌های اندازه‌گیری جریان، به طور معمول به حداقل دقت اندازه‌گیری جریان جزئی در محدوده خطای مجاز، اشاره دارد و به‌طور خاص به حساسیت و دقت دستگاه‌ها در اندازه‌گیری جریان مایعات یا گازها در شرایط مختلف اشاره می‌کند. این دقت معمولاً به‌عنوان نسبت حداکثر جریان به حداقل جریان قابل اندازه‌گیری بیان می‌شود.

برای مثال، حداقل دقت اندازه‌گیری جریان جزئی R100 به معنای این است که دستگاه قادر است جریان عبوری را در محدوده‌ای از یک صدم جریان نامی تا حداکثر جریان اندازه‌گیری کند و همچنین حداقل دقت اندازه‌گیری جریان جزئی R250 به معنای این است که دستگاه قادر است جریان عبوری را در محدوده‌ای از یک دویست و پنجاهم جریان نامی تا حداکثر جریان اندازه‌گیری کند.

۱۹-۴۸- حداقل دمای تنظیمی سامانه سرمایش (Cooling System Min. Set Point)

کمترین دمای قابل تنظیم در سامانه‌های سرمایشی که برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی و مدیریت مصرف انرژی در نظر گرفته می‌شود. این مقدار باید به گونه‌ای تنظیم شود که نه تنها آسایش محیط را تأمین کند، بلکه از هدررفت انرژی جلوگیری نماید. حداقل دمای تنظیمی سامانه سرمایش در این مبحث ۲۵ درجه سانتیگراد تعیین شده است.

۱۹-۱-۴۹- حداقل دمای تنظیمی سامانه سرمایش بعد از حضور کاربر

(Cooling System Set Back Point) کمترین دمایی است که سامانه سرمایش مجاز است تا پس از خروج کاربران یا اتمام حضور آنها در فضا، به آن برسد. این دما در سامانه‌های سرمایش برای کاهش مصرف انرژی در زمانی که نیازی به سرمایش نیست و برای حفظ اینرسی حرارتی جرم داخلی ساختمان پس از اتمام حضور کاربر، بخصوص در کاربری‌های با برنامه حضور تکرار شونده استفاده می‌شود. حداقل دمای تنظیمی سامانه سرمایش بعد از حضور کاربر در این مبحث ۲۹ درجه سانتیگراد تعیین شده‌است.

۱۹-۱-۵۰- حداکثر دمای تنظیمی سامانه گرمایش (Heating System Max. Set Point)

بیشترین دمای قابل تنظیم در سامانه‌های گرمایشی است که برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی و مدیریت مصرف انرژی در نظر گرفته می‌شود. این مقدار باید به گونه‌ای تنظیم شود که نه تنها آسایش محیط را تأمین کند، بلکه از هدررفت انرژی جلوگیری نماید. حداکثر دمای تنظیمی سامانه گرمایش در این مبحث ۲۱ درجه سانتیگراد تعیین شده‌است.

۱۹-۱-۵۱- حداکثر دمای تنظیمی سامانه گرمایش بعد از حضور کاربر

(Heating System Set Back Point) بیشترین دمایی است که سامانه گرمایش مجاز است تا پس از خروج کاربران یا اتمام حضور آنها در فضا، به آن برسد. این دما در سامانه‌های گرمایش برای کاهش مصرف انرژی در زمانی که نیازی به گرمایش نیست و برای حفظ اینرسی حرارتی جرم داخلی ساختمان پس از اتمام حضور کاربر، بخصوص در کاربری‌های با برنامه حضور تکرار شونده استفاده می‌شود. حداکثر دمای تنظیمی سامانه گرمایش بعد از حضور کاربر در این مبحث ۱۳ درجه سانتیگراد تعیین شده‌است.

۱۹-۱-۵۲- خیرگی

پدیده ناشی از مقدار ناخواسته و شدید نور یا تضاد (کنتراست) زیاد آن، هنگامی که درخشندگی نور در محدوده چشم ناظر بیشتر از درخشندگی زمینه باشد.

۱۹-۱-۵۳- درایو سرعت متغیر (Variable Speed Drive (VSD)

دستگاهی الکترونیکی است که سرعت و گشتاور موتورهای الکتریکی را به صورت پیوسته و متناسب با نیاز سامانه تنظیم می‌کند. این درایوها با تغییر فرکانس و ولتاژ تغذیه موتور، امکان کنترل بهینه عملکرد

تجهيزات را فراهم کرده و باعث کاهش مصرف انرژی، افزایش عمر تجهیزات و بهبود کارایی سامانه‌های الکتریکی می‌شوند.

۱۹-۱-۵۴- درایو فرکانس متغیر (VFD) Variable Frequency Drive

نوعی درایو سرعت متغیر است که با تنظیم فرکانس موتورهای الکتریکی، سرعت و گشتاور آن‌ها را به صورت دقیق و پیوسته کنترل می‌کند. این فناوری باعث کاهش مصرف انرژی، افزایش عمر مفید تجهیزات، کاهش استهلاک مکانیکی و بهینه‌سازی عملکرد سامانه‌های حرارتی، برودتی و تهویه می‌شود.

۱۹-۱-۵۵- درایو ولتاژ متغیر (VVD) Variable Voltage Drive

نوعی درایو کنترل موتورهای الکتریکی است که با تنظیم ولتاژ تغذیه موتور، سرعت و گشتاور آن را کنترل می‌کند. این درایو معمولاً برای موتورهای القایی و تجهیزات الکتریکی کم‌توان به کار می‌رود.

۱۹-۱-۵۶- دستگاه برق بدون وقفه (UPS)

دستگاهی برقی است که برای تغذیه برق تجهیزات و دستگاه‌های خاص، در فضاهایی نظیر مراکز کامپیوتر، مراکز داده، تأسیسات و تجهیزات برق، سامانه‌های ایمنی، تجهیزات خاص بیمارستانی، تجهیزات مخابراتی و ارتباطی و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد، تا خطر توقف کارکرد تجهیزات مهم، در زمان‌های قطع برق مرتفع گردد. دستگاه برق بدون وقفه می‌تواند از نوع استاتیک یا دینامیک باشد.

۱۹-۱-۵۷- دستگاه برق بدون وقفه دینامیک (No Break)

نوعی دستگاه برق بدون وقفه است که با توجه به شرایط طرح، به جای دستگاه برق بدون وقفه استاتیک مرکزی، برای تأمین و تغذیه برق بدون وقفه و به صورت مرکزی، به کار می‌رود.

۱۹-۱-۵۸- دوقلوی دیجیتال ساختمان (Building Digital Twin)

مدل مجازی پویا و داده‌محور از یک ساختمان واقعی است که با دریافت، تحلیل و شبیه‌سازی داده‌های بلادرنگ از تجهیزات، سامانه‌های تأسیساتی، محیط داخلی و کاربران، امکان پایش، مدیریت، بهینه‌سازی عملکرد و پیش‌بینی وضعیت ساختمان را فراهم می‌کند. این مدل بر پایه فناوری‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، اینترنت اشیا (IoT)، شبیه‌سازی‌های عددی و هوش مصنوعی ساخته شده و شامل ویژگی‌های معماری، سازه‌ای، تأسیساتی، انرژی و بهره‌برداری ساختمان است.

دوقلوی دیجیتال ساختمان بسته به نیاز، می‌تواند به صورت دوبعدی (2D)، سه‌بعدی (3D) یا مبتنی بر داده‌های عددی و تحلیلی باشد.

۱۹-۱-۵۹- دیاگرام تک خطی جریان انرژی (Energy Flow Single Line Diagram)

دیاگرام تک خطی جریان انرژی یک نمودار فنی است که جریان انرژی را در سامانه‌های مختلف یک ساختمان، به صورت ساده و یک خطی نمایش می‌دهد. در این دیاگرام، از یک خط واحد برای نشان دادن اتصال‌ها، تجهیزات و منابع انرژی استفاده می‌شود، به طوری که جریان انرژی به طور واضح و مستقیم از منابع (مانند منابع انرژی تجدیدپذیر، برق، گاز یا سوخت) به سامانه‌های مختلف مانند سامانه‌های گرمایش، سرمایش، تهویه، روشنایی، تجهیزات برقی و دیگر مصرف‌کنندگان انرژی هدایت می‌شود. این دیاگرام معمولاً شامل بخش‌های زیر است:

- منابع انرژی: شامل تمامی انشعابات منابع برق، گاز، انرژی خورشیدی، سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی و غیره.
- توزیع انرژی: خطوط برق، گاز و دیگر شبکه‌های اصلی و اضطراری توزیع که انرژی را به سامانه‌های مختلف می‌رسانند.
- سامانه‌های مصرف‌کننده انرژی: این بخش شامل سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه مطبوع، آبگرم مصرفی، پمپ‌های آب سرد و آتش نشانی، روشنایی، آسانسور و پله برقی، تابلوهای توزیع، فیدرهای پریز اصلی و اضطراری برق و تمام سامانه‌ها و تجهیزات بارز مصرف‌کننده انرژی است.
- سامانه‌های پایش و زیرپایش: جانمایی و ارتباط کنتورهای انرژی، آب سرد و آبگرم بهداشتی که برای اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی، آبگرم و آب سرد در بخش‌های مختلف ساختمان در نظر گرفته شده‌اند.
- سایر تجهیزات کنترلی و حفاظتی: که ممکن است شامل ذخیره‌سازهای انرژی مانند باتری، UPS، سامانه‌های ذخیره حرارتی، سوئیچ‌های تعویض خطوط اصلی و اضطراری و سامانه‌های مدیریت انرژی باشد.

۱۹-۱-۶۰- رده بازدهی انرژی ساختمان

معیار سنجش بازدهی انرژی ساختمان است که بر اساس نسبت شدت مصرف انرژی هر ساختمان به میزان شدت مصرف انرژی ساختمان ایده آل همان کاربری-اقلیم در چهار رده D (منطبق با مبحث ۱۹)، C (کم مصرف)، B (بسیار کم مصرف)، A (مصرف نزدیک به صفر) تعیین می‌شود.

۱۹-۱-۶۱- رقومی سازی (Digitalization)

فرایند تبدیل داده‌ها، اطلاعات و فرآیندهای فیزیکی به فرمت دیجیتال با استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات به منظور بهبود کارایی، سرعت و دقت در انجام امور، مدیریت، محافظت از اطلاعات و استفاده بهینه از منابع است.

۱۹-۱-۶۲- رمزنگاری داده (Data Encryption)

فرایندی است که طی آن اطلاعات به یک قالب غیرقابل خواندن تبدیل می‌شوند تا از دسترسی‌های غیرمجاز جلوگیری شود. در رمزنگاری، داده‌های اصلی با استفاده از یک الگوریتم رمزنگاری و یک کلید، به متن رمز تبدیل می‌شوند که تنها با داشتن کلید صحیح می‌توان آن را رمزگشایی (Decryption) کرد.

۱۹-۱-۶۳- روز درجه سرمایش (Cooling Degree Day (CDD)

شاخصی است که در یک مختصات جغرافیایی مشخص، برای محاسبه نیاز سرمایش سالانه ساختمان‌ها به کار می‌رود. این شاخص مجموع اختلاف دمای میانگین روزانه تمامی روزهای سال، از یک دمای مبنا را نشان می‌دهد.

بر اساس استاندارد ASHRAE 169-2022 که در این مبحث بعنوان مرجع دسته‌بندی اقلیمی استفاده شده‌است، دمای مبنا برای محاسبه روز درجه سرمایش، ۵۰ درجه فارنهایت (۱۰ درجه سانتی‌گراد) در نظر گرفته شده‌است. این بدان معناست که اگر دمای میانگین روزانه ثبت شده توسط پایگاه هواشناسی، از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر باشد، اختلاف آن با دمای مبنا (۱۰ درجه سانتی‌گراد) به عنوان روز درجه سرمایش آن روز محاسبه می‌شود و از جمع روز درجه سرمایش تمام روزهای سال، روز درجه سرمایش سالانه بدست می‌آید.

۱۹-۱-۶۴- روز درجه گرمایش (Heating Degree Day (HDD)

شاخصی است که در یک مختصات جغرافیایی مشخص، برای محاسبه نیاز گرمایش سالانه ساختمان‌ها به کار می‌رود. این شاخص مجموع اختلاف دمای میانگین روزانه تمامی روزهای سال، کمتر از یک دمای مبنا را نشان می‌دهد.

بر اساس استاندارد ASHRAE 169-2022 که در این مبحث بعنوان مرجع دسته‌بندی اقلیمی استفاده شده‌است، دمای مبنا برای محاسبه روز درجه گرمایش، ۶۵ درجه فارنهایت (۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد) در نظر گرفته شده‌است. این بدان معناست که اگر دمای میانگین روزانه ثبت شده توسط پایگاه

هواشناسی، از ۱۸/۳ درجه سانتی گراد کمتر باشد، اختلاف آن با دمای مبنا (۱۸/۳ درجه سانتی گراد) به عنوان روز درجه سرمایش آن روز محاسبه می شود و از جمع روز درجه سرمایش تمام روزهای سال، روز درجه سرمایش سالانه بدست می آید.

۱۹-۱-۶۵- ساختمان ایده آل

ساختمان ایده آل به ساختمانی اطلاق می شود که مصرف انرژی آن نزدیک به صفر است. میزان حداکثر شدت مصرف انرژی مجاز ساختمان ایده آل برای کاربری-اقلیم های مختلف در جدول شماره پ ۳-۴ در پیوست ۳ ارائه شده است.

۱۹-۱-۶۶- ساختمان تولیدی صنعتی

در این مبحث، به هر نوع ساختمان غیر مسکونی که فعالیت های تولیدی، صنعتی در آن انجام می شود ساختمان تولیدی صنعتی اطلاق می شود. در صورتیکه ساختمانی در بر دارنده کاربری های گوناگون از جمله تولیدی و صنعتی و غیر تولیدی و صنعتی باشد، برای تعیین رده انرژی بخش های غیر تولیدی صنعتی، لازم است تا میزان تمامی انواع انرژی مصرفی بخش تولیدی صنعتی بصورت جداگانه اندازه گیری و از سایر بخش ها قابل تفکیک باشد.

۱۹-۱-۶۷- ساختمان غیر مسکونی

ساختمان غیر مسکونی به ساختمانی اطلاق می شود که برای اهداف غیر از سکونت و اقامت طراحی شده است. این نوع ساختمان ها به طور عمده برای فعالیت های تجاری، اداری، آموزشی، خدماتی و یا تفریحی ساخته می شوند. در این مبحث ساختمان غیر مسکونی شامل ساختمان هایی که فعالیت های تولیدی و صنعتی در آنها انجام می شود، نمی باشد.

۱۹-۱-۶۸- ساختمان مسکونی

ساختمان مسکونی به ساختمانی اطلاق می شود که به منظور سکونت و اقامت افراد ساخته می شود. این نوع ساختمان ها معمولاً شامل فضاهای اختصاصی و عمومی هستند که به طور اصلی برای استقرار افراد، خانواده ها یا گروه های کوچک در نظر گرفته شده اند. ساختمان های مسکونی ممکن است به صورت خانه های تک واحدی، آپارتمان ها، ویلاها، مجتمع های مسکونی یا بلندمرتبه طراحی شوند و با روش ها و فناوری های مختلف ساختمانی بنا شوند.

۱۹-۱-۶۹- ساختمان موجود

ساختمانی که فرآیند ساخت آن به پایان رسیده و گواهی پایان کار توسط مرجع صدور پروانه برای آن صادر شده است و یا تمام یا قسمتی از آن مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

۱۹-۱-۷۰- سامانه بازیافت انرژی (Economizer)

تجهیزاتی هستند که در سامانه‌های گرمایش و سرمایش و تهویه مطبوع به کار می‌روند تا انرژی هوای در حال خروج از ساختمان مانند دودکش‌ها و اگزاست فن‌ها را از طریق انتقال حرارت بین جریان‌های مختلف هوا یا مایعات دریافت کرده و به ساختمان بازگردانند. هدف اصلی این سامانه‌ها کاهش مصرف انرژی و بهبود کارایی سامانه‌ها است.

۱۹-۱-۷۱- سامانه بهره‌برداری از نور روز (Daylight Harvesting System)

سامانه‌ای است که برای بهره‌برداری حداکثری از نور طبیعی خورشید جهت کاهش مصرف انرژی روشنایی مصنوعی استفاده می‌شود. این سامانه شامل حسگرهای نور و سامانه‌های کنترلی هوشمند است که میزان نور طبیعی موجود در فضای داخلی را اندازه‌گیری کرده و به‌طور خودکار شدت منابع نور مصنوعی را بشکلی تنظیم می‌کند تا میزان نور مصنوعی تنها به میزان اختلاف نور طبیعی موجود و سطح مطلوب روشنایی در هر نقطه تامین شود.

۱۹-۱-۷۲- سامانه پایش (Monitoring System)

به مجموعه‌ای از ابزارها و سامانه‌هایی اطلاق می‌شود که برای اندازه‌گیری، ثبت و نظارت بر عملکرد و وضعیت پارامترهای مختلف در یک سامانه، فرایند یا محیط خاص مانند ساختمان طراحی شده‌اند. این سامانه‌ها می‌توانند به صورت آنالاین یا بلادرنگ یا در زمان‌های خاص داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز را جمع‌آوری و ارسال کنند.

۱۹-۱-۷۳- سامانه پایش مصرف انرژی (Energy Metering System)

سامانه‌ای که برای اندازه‌گیری، نظارت و تحلیل مصرف انرژی در یک ساختمان به کار می‌رود. این سامانه‌ها با استفاده از حسگرها، ابزارهای اندازه‌گیری و نرم‌افزارهای تجزیه و تحلیل، داده‌های اصلی مربوط به مصرف انرژی در سامانه‌های مختلف ساختمان مانند برق، گرمایش، سرمایش، آب گرم و آب سرد مصرفی و دیگر منابع انرژی را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌کنند.

۱۹-۱-۷۴- سامانه زیرپایش مصرف انرژی (Energy Sub-Metering System)

به سامانه‌ای اطلاق می‌شود که برای اندازه‌گیری و نظارت بر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف یک ساختمان، تأسیسات یا سامانه طراحی شده‌است. این سامانه به‌جای اندازه‌گیری کل مصرف انرژی ساختمان، به هر بخش یا واحد مستقل ساختمان، مشاعات، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و تجهیزات بارز، کنتورهای آب‌سرد، آبگرم، برق و انرژی مجزا اختصاص می‌دهد. سامانه زیرپایش مصرف انرژی این امکان را می‌دهد تا مصرف انرژی در سطوح مختلف از جمله بخش‌های مستقل، واحدها و تجهیزات را تحلیل کرده و بهره‌وری انرژی آنها را بهبود بخشید.

۱۹-۱-۷۵- سامانه تولید همزمان حرارت و برق (Combined Heat and Power (CHP)

سامانه‌ای برای تولید همزمان انرژی الکتریکی و حرارتی از یک منبع سوخت، که با بازیافت گرمای حاصل از فرآیند تولید برق، راندمان کلی سامانه را افزایش داده و تلفات انرژی را کاهش می‌دهد. این فناوری به بهینه‌سازی مصرف سوخت، کاهش هزینه‌های انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها در ساختمان‌ها و صنایع کمک می‌کند.

۱۹-۱-۷۶- سامانه تولید همزمان برودت، حرارت و برق (CCHP)

(Combined Cooling Heating and Power) سامانه‌ای است که به‌طور هم‌زمان برق، حرارت و سرمایش را از یک منبع انرژی واحد (مانند گاز طبیعی، زیست‌توده یا سوخت‌های دیگر) تولید می‌کند. این سامانه ابتدا برق تولید کرده و سپس از گرمای اتلافی حاصل از تولید برق برای تأمین نیازهای گرمایشی و سرمایشی ساختمان‌ها استفاده می‌کند. سرمایش معمولاً از طریق چیلرهای جذبی یا سامانه‌های تبریدی دیگر انجام می‌شود.

۱۹-۱-۷۷- سامانه حجم هوای متغیر (VAV) Variable Air Volume

سامانه‌ای در تهویه مطبوع که با تغییر میزان جریان هوای تأمین‌شده به فضاهای مختلف، دمای محیط را تنظیم می‌کند. در این سامانه دمای هوای تأمین‌شده تقریباً ثابت است و کنترل بار حرارتی از طریق تغییر حجم جریان هوای ورودی به هر فضا انجام می‌شود.

۱۹-۱-۷۸- سامانه ذخیره انرژی حرارتی (Thermal Energy Storage (TES)

سامانه‌ای برای ذخیره‌سازی انرژی حرارتی در یک بازه زمانی مشخص و استفاده از آن در زمان‌های دیگر، با هدف بهینه‌سازی مصرف انرژی، کاهش بار اوج و افزایش بهره‌وری سامانه‌های سرمایشی و گرمایشی است. این سامانه می‌تواند انرژی را به‌صورت حرارت محسوس، حرارت نهان یا واکنش‌های

شیمیایی ذخیره کند و معمولاً در قالب ذخیره‌سازی آب سرد، یخ، مواد تغییر فاز دهنده (PCM) یا بسترهای جامد حرارتی در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۹-۷۹- سامانه سرمایش و گرمایش چهارلوله (Four-Pipe System)

سامانه تهویه مطبوعی که از چهار لوله مجزا برای تأمین نیازهای سرمایشی و گرمایشی استفاده می‌کند. این سامانه شامل دو لوله برای آب سرد (سرمایش) و دو لوله برای آب گرم (گرمایش) است. این طراحی به‌طور همزمان امکان ارائه سرمایش و گرمایش مستقل به فضاهای مختلف را فراهم می‌کند و برای ساختمان‌هایی با نیازهای متفاوت در فصول مختلف سال، به‌ویژه در ساختمان‌های بزرگ، کاربرد فراوانی دارد. سامانه چهارلوله باعث افزایش انعطاف‌پذیری و کنترل دقیق‌تر دما در فضاهای مختلف می‌شود.

۱۹-۸۰- سامانه کنترل هوشمند موتورخانه

دستگاهی الکترونیکی است که عملکرد تجهیزات موتورخانه از جمله مشعل، پمپ‌ها، دیگ‌های آب‌گرم، مبدل‌های حرارتی، چیلرها و برج‌های خنک‌کننده را با دریافت داده‌های لحظه‌ای از حسگرهای دما، از جمله سنسور دمای هوای بیرون ساختمان و سنسورهای دمای نصب شده در مسیر لوله‌های رفت و برگشت دیگ و لوله خروجی مبدل حرارتی آب گرم (سیکل بسته) و لوله آب گرم بهداشتی (سیکل باز) تحلیل نموده و بر اساس نیاز حرارتی ساختمان، عملکرد مشعل‌ها و پمپ‌های سیرکولاسیون گرمایش (رادیاتور، فن‌کوئل و ...) و آب گرم بهداشتی (پمپ‌های سیرکولاسیون مبدل حرارتی آب گرم و برگشت آب گرم بهداشتی) را برای کاهش مصرف انرژی و افزایش طول عمر تجهیزات، کاهش دوره‌های روشن و خاموش شدن تجهیزات و کنترل دقیق عملکرد آن‌ها تنظیم می‌کند و امکان پایش و کنترل از راه دور از طریق رابط‌های کاربری دیجیتال یا سامانه‌های مدیریتی و همچنین تشخیص و اعلام خرابی یا کاهش راندمان تجهیزات را به منظور کاهش هزینه‌های نگهداری و جلوگیری از خرابی‌های ناگهانی فراهم می‌نماید.

۱۹-۸۱- سامانه مدیریت انرژی ساختمان (Energy Management System (EMS)

سامانه‌ای هوشمند برای نظارت، کنترل و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان است که با پایش و جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و بهینه‌سازی، کنترل خودکار تجهیزات و یکپارچگی با سامانه‌های هوشمند ساختمان باعث کاهش مصرف انرژی، افزایش بهره‌وری انرژی و بهبود پایداری زیست‌محیطی می‌شود.

۱۹-۱-۸۲- سامانه مدیریت روشنایی (LMS) Lighting Management System

سامانه‌ای هوشمند برای کنترل، پایش و بهینه‌سازی مصرف انرژی در سامانه‌های روشنایی ساختمان است که با کنترل خودکار روشنایی، بهینه‌سازی مصرف انرژی، هماهنگی با حسگرها و سامانه‌های دیگر، مدیریت منطقه‌ای و مرکزی و افزایش انعطاف‌پذیری موجب افزایش بهره‌وری انرژی، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت روشنایی محیط می‌شود.

۱۹-۱-۸۳- سامانه مدیریت ساختمان (BMS) Building Management System

سامانه‌ای الکترونیکی و هوشمند برای پایش، کنترل و مدیریت خودکار سامانه‌های مکانیکی و الکتریکی ساختمان از جمله تهویه، گرمایش، سرمایش، روشنایی، اعلام و اطفاء حریق، کنترل دسترسی، نظارت تصویری و مدیریت انرژی که به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی، ارتقای ایمنی، تسهیل نگهداری و مدیریت سامانه‌های ساختمان به کار می‌رود و به صورت مرکزی یا از راه دور قابل مدیریت است.

۱۹-۱-۸۴- سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان (IBMS) Integrated BMS

سامانه‌ای هوشمند که تمامی سامانه‌های اصلی ساختمان از جمله گرمایش، سرمایش، تهویه، روشنایی، امنیت، کنترل دسترسی، نظارت تصویری، اعلام و اطفای حریق، مدیریت انرژی و آسانسورها، و تمامی سامانه‌های دارای منطق کنترل پذیر در ساختمان را بر بستر اینترنت اشیا (IoT) به صورت متمرکز و یکپارچه بر پنجره واحد (Single Pane) پایش و کنترل می‌کند و از طریق یکپارچه‌سازی سامانه‌های مختلف ساختمان، پایش و کنترل برخط (Online) و بلادرنگ (Real-Time) عملکرد تجهیزات و سامانه‌های ساختمان، بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق تحلیل داده‌ها و اعمال تنظیمات خودکار عملکرد بهینه، ادغام سامانه‌های نظارت تصویری، کنترل دسترسی و اعلام حریق، قابلیت برنامه‌ریزی و سناریوسازی و امکان اتصال به سامانه‌های مدیریت انرژی (EMS) و مدیریت روشنایی (LMS) موجب کاهش مصرف انرژی و افزایش ایمنی و راحتی کاربران می‌شود.

۱۹-۱-۸۵- سامانه ملی واپایش انرژی ساختمان‌ها

به سامانه‌ای یکپارچه و متمرکز اطلاق می‌شود که با هدف پایش، تحلیل و مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌های کشور برنامه ریزی شده‌است. این سامانه با جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و پردازش داده‌های مرتبط با مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی، امکان ارزیابی عملکرد انرژی، شناسایی الگوهای مصرف، بهینه‌سازی بهره‌وری و اعمال سیاست‌های انرژی را فراهم می‌آورد.

۱۹-۱-۸۶- سنسور اندازه‌گیری نور (Lux Meter)

دستگاهی برای اندازه‌گیری شدت روشنایی (Illuminance) در یک فضا، بر حسب لوکس (Lux) که میزان نور دریافت‌شده در واحد سطح را با استفاده از سلول‌های حساس به نور، نشان می‌دهد. هر یک لوکس برابر است با یک لومن بر مترمربع ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$) که نشان می‌دهد چه مقدار نور بر یک سطح مشخص تابیده می‌شود.

۱۹-۱-۸۷- سنسور تشخیص حضور (Motion Detector (Occupation Detector)

سنسورهای تشخیص حضور معمولاً با استفاده از یکی از تکنولوژی‌های مختلف شناسایی حرکت از جمله مادون قرمز غیرفعال (PIR)، موج‌های صوتی با فرکانس بالا (Ultrasonic)، رادویی (Radar)، نوری (Optical)، امواج زیرموج (Microwave) و غیره عمل می‌کنند. این سنسورها به‌طور خودکار حرکت افراد را در محیط، شناسایی کرده و سیگنال‌هایی را به سامانه‌های کنترل ارسال می‌کنند تا سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه مطبوع، روشنایی و سایر سامانه‌ها عملکرد خود را بر اساس حضور یا عدم حضور افراد، تنظیم کنند.

۱۹-۱-۸۸- سنسور دمای تحت شبکه

سنسور دمای تحت شبکه به سنسوری اطلاق می‌شود که قادر است دما را اندازه‌گیری کرده و اطلاعات مربوط به آن را از طریق شبکه‌های ارتباطی (از جمله اینترنت یا شبکه‌های محلی مانند LAN، WiFi یا سایر روش‌های بدون سیم) و یک پروتکل ارتباطی (Communication Protocol) تعریف شده به سامانه‌های دیگر منتقل کند. این سنسورها معمولاً در سامانه‌های مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)، سامانه‌های HVAC و نظارت بر شرایط محیطی ساختمان به کار می‌روند.

۱۹-۱-۸۹- سنسور سنجش اختلاف فشار (Differential Pressure Sensor)

سنسوری است که برای اندازه‌گیری تفاوت فشار بین دو نقطه در یک سامانه استفاده می‌شود. این سنسور به‌طور معمول برای کنترل و نظارت بر فشار سامانه‌ها مانند سامانه‌های تهویه مطبوع، سامانه‌های تصفیه هوا، پمپ‌ها و فیلترها به کار می‌رود.

۱۹-۱-۹۰- شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network (ANN)

یک مدل محاسباتی الهام‌گرفته از ساختار و عملکرد مغز انسان که از مجموعه‌ای از نورون‌های مصنوعی (واحدهای پردازشی) تشکیل شده و برای پردازش داده‌ها، شناسایی الگوها، یادگیری و پیش‌بینی در مسائل پیچیده استفاده می‌شود. این شبکه‌ها از طریق وزن‌دهی اتصالات و یادگیری از داده‌ها با استفاده

از الگوریتم‌هایی مانند پس‌انتشار خطا (Backpropagation)، توانایی تطبیق و بهبود عملکرد خود را دارند.

در ساختمان‌های هوشمند، شبکه‌های عصبی مصنوعی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی، کنترل هوشمند سامانه‌های سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع، تشخیص رفتار کاربران و افزایش کارایی مدیریت ساختمان (BMS) استفاده می‌شوند.

۹۱-۱-۱۹- شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان (شبیه‌سازی)

فرآیندی محاسباتی مبتنی بر مدل‌سازی عددی که عملکرد انرژی ساختمان را در شرایط مختلف بهره‌برداری و اقلیمی تحلیل و پیش‌بینی می‌کند. این شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی و بر اساس زون بندی فضاهای ساختمان و تعیین دقیق تمامی پارامترهای بخش‌های مختلف مانند جداره‌های غیرنورگذر و نورگذر، هوابندی، نوع و زمان بندی فعالیت‌های بخش‌های مختلف و همچنین نوع، زمان بندی و بازدهی تاسیسات سرمایش، گرمایش، آبگرم مصرفی، تهویه مطبوع، تهویه طبیعی، سامانه روشنایی، تاسیسات الکتریکی، شرایط اقلیمی، محل ساختمان و همجواری‌های آن انجام می‌شود.

شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان امکان ارزیابی عملکرد انرژی ساختمان در سناریوهای مختلف طراحی و بهره‌برداری، تحلیل تأثیر عوامل مختلف مانند مصالح ساختمانی، سامانه‌های گرمایش و سرمایش، روشنایی و تهویه بر مصرف انرژی، بهینه‌سازی طراحی و بهره‌برداری ساختمان برای کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی سامانه‌ها، تطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی، امکان مقایسه سناریوهای مختلف جهت انتخاب بهترین راهکارهای طراحی و بهره‌برداری از نظر انرژی و هزینه و تخمین شاخص‌های بازدهی انرژی مانند شدت مصرف انرژی سالانه ساختمان (EUI) را فراهم می‌نماید.

۹۲-۱-۱۹- شدت مصرف انرژی ساختمان

میزان انرژی مصرفی در یک ساختمان به ازای واحد سطح فضای کنترل‌شده، که به عنوان معیاری برای ارزیابی کارایی انرژی در ساختمان‌ها استفاده می‌شود. این شاخص بر اساس مقدار انرژی مصرفی برای تأمین گرمایش، سرمایش، روشنایی، تهویه و تمامی مصارف انرژی ساختمان و بر حسب کیلووات‌ساعت بر مترمربع در سال ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{Yr}$) اندازه‌گیری می‌شود.

۹۳-۱-۱۹- شیر کنترلی (Control Valve)

تجهیزی است که برای کنترل جریان سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شیر با اعمال تغییر در مکانیزم داخلی خود بر اساس سیگنال‌های دریافتی از سامانه‌های کنترل عمل و میزان جریان عبوری از خود را تنظیم می‌نماید.

۱-۹۳-۱-۱۹- شیر کنترلی دو راهه (2-Port Valve)

یک نوع شیر کنترلی است که دارای دو درگاه شامل یک ورودی و یک خروجی است و برای کنترل جریان سیال در یک مسیر واحد طراحی شده‌است. این شیر معمولاً برای باز یا بسته کردن مسیر جریان استفاده می‌شود. در حالت باز، اجازه می‌دهد که سیال از درگاه ورودی به درگاه خروجی منتقل شود، و در حالت بسته، جریان سیال قطع می‌شود.

۱-۹۳-۱-۲- شیر کنترلی سه راهه (3-Port Valve)

یک نوع شیر کنترلی است که دارای سه درگاه شامل یک ورودی و دو خروجی است. در این تعریف، شیر سه راهه تقسیم‌کننده (Diverting Valve) مورد نظر است. این نوع شیر جریان سیال را از یک درگاه ورودی به دو درگاه خروجی مختلف تقسیم می‌کند. (در این تعریف، شیر سه راهه ترکیب‌کننده (Mixing Valve) مورد نظر نیست.)

۹۴-۱-۱۹- شیر کنترلی مستقل از فشار (PICV)

نوعی شیر کنترلی است که صرف‌نظر از افزایش فشار در سامانه، جریان (دبی) سیال را در صورت وجود حداقل فشار مورد نیاز در سامانه، در مقدار تنظیم‌شده حفظ می‌کند. این شیر ترکیبی از یک شیر کنترلی، یک شیر تنظیم خودکار دبی و یک دیفرانسیل فشار کنترل‌گر است که به صورت یکپارچه عمل می‌کند.

۹۵-۱-۱۹- ضریب انتقال حرارت (U-Value)

معیاری برای سنجش میزان انتقال حرارت از طریق یک المان ساختمانی (مانند دیوار، سقف، کف یا شیشه) بر اثر اختلاف دما بین دو سمت آن است. این ضریب بیانگر میزان عبور انرژی گرمایی به ازای هر مترمربع از سطح در واحد زمان و در ازای هر درجه کلوین اختلاف دما بین دو طرف المان می‌باشد و بر مبنای وات بر مترمربع بر درجه کلوین ($W/m^2 \cdot K$) اندازه‌گیری می‌شود.

۹۶-۱-۱۹- ضریب جذب حرارت خورشیدی (SHGC) Solar Heat Gain Coefficient

معیار نشان‌دهنده میزان انرژی تابشی خورشیدی منتقل شده از طریق شیشه‌ها یا سطوح مشابه به داخل ساختمان است که به گرما تبدیل می‌گردد. این ضریب معمولاً بین ۰ تا ۱ قرار دارد، به طوری که مقدار پایین‌تر به معنی کاهش انتقال حرارت خورشیدی به داخل ساختمان و مقدار بالاتر نشان‌دهنده عبور بیشتر حرارت خورشیدی به داخل است.

۹۷-۱-۱۹- ضریب عبور نور مرئی (VLT) Visual Light Transmittance

درصدی از نور مرئی است که از جداره نورگذر شفاف یا نیمه شفاف عبور کرده و وارد ساختمان می‌شود.

۹۸-۱-۱۹- ضریب عملکرد (COP) Coefficient of Performance

معیاری برای سنجش بهره‌وری یک دستگاه حرارتی یا برودتی مانند چیلر، پمپ حرارتی، یا سامانه تهویه مطبوع است. این ضریب نشان می‌دهد که یک سامانه چقدر انرژی مفید (گرمایش یا سرمایش) را به نسبت انرژی مصرفی تأمین می‌کند.

۹۹-۱-۱۹- ضریب مقاومت حرارت (R-Value)

معیاری برای مقاومت یک ماده یا المان ساختمانی در برابر انتقال حرارت است. این ضریب نشان می‌دهد که یک ماده چقدر مانع عبور گرما می‌شود و بر مبنای مترمربع کلون بر وات ($m^2 \cdot K/W$) اندازه‌گیری می‌شود.

۱۰۰-۱-۱۹- ضریب هدایت حرارتی (λ - Value)

معیاری برای میزان قابلیت یک ماده در انتقال گرما از طریق رسانایی حرارتی است. این عدد نشان‌دهنده مقدار حرارتی است که در یک ثانیه از یک مترمربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، در شرایطی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلون است عبور می‌کند و با واحد وات بر متر بر درجه کلون ($W/m \cdot K$) اندازه‌گیری می‌شود.

۱۰۱-۱-۱۹- ضریب یکنواختی توزیع نور مصنوعی (Artificial Light Uniformity)

نسبت حداقل (یا حداکثر) شدت روشنایی به میانگین شدت روشنایی در یک سطح مشخص است که میزان یکنواختی توزیع نور مصنوعی را نشان می‌دهد. این ضریب که مقدار آن بین صفر تا یک است، در طراحی روشنایی ساختمان‌ها برای ایجاد محیطی با دید مناسب و کاهش خیرگی و سایه‌های نامطلوب استفاده می‌شود. یکنواختی بالاتر به بهبود کیفیت روشنایی و راحتی بصری کمک می‌کند.

۱۰۲-۱-۱۹- عایق حرارتی (Thermal Insulation)

ماده، محصول یا ترکیبی است که انتقال حرارت بین سطوح یا فضاهای دارای اختلاف دما را کاهش می‌دهد. (طبق تعریف استانداردهای ملی ایران و ISO, ASTM, EN) حداکثر ضریب هدایت حرارتی (λ - Value) برای عایق حرارتی مطلوب برای کاربری ساختمانی $0.068 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ وات بر متر درجه کلوین (طبق استاندارد ایزو ۱۰۴۵۶) می‌باشد.

- در این مبحث، حداقلی برای ضریب مقاومت حرارتی (R-Value) یک المان تنها از لایه‌های تشکیل دهنده جداره خارجی، مانند بلوک یا اندود در نظر گرفته نشده است و ملاک عمل، مقاومت حرارتی کل پوسته (دیوار، سقف یا کف) است که بصورت حاصل جمع مقاومت حرارتی تمامی لایه‌های تشکیل دهنده آن پوسته محاسبه می‌شود (ر.ک. ۱۹-۵-۱-۱). هرگونه گواهی و اطلاق عنوان بلوک منطبق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان مطلقاً فاقد اعتبار می‌باشد.

۱۰۳-۱-۱۹- عایق حرارتی سلول بسته

نوعی عایق حرارتی با ساختار مولکولی شامل سلول‌های کاملاً بسته و مجزا از یکدیگر که مانع از نفوذ هوا و رطوبت به درون عایق می‌شود. این ویژگی باعث کاهش هدایت حرارتی (λ)، افزایش مقاومت در برابر رطوبت و افزایش دوام عایق می‌شود.

۱۰۴-۱-۱۹- عایق کاری حرارتی

فرآیند به کارگیری مواد و مصالح عایق حرارتی در اجزای مختلف ساختمان با هدف کاهش انتقال حرارت، بهینه‌سازی مصرف انرژی و بهبود شرایط آسایش حرارتی است. عایق کاری می‌تواند بر روی پوسته ساختمان (دیوارها، سقف، کف و پنجره‌ها)، لوله‌کشی سامانه‌های سرمایش و گرمایش، کانال‌های هوا و تجهیزات مکانیکی انجام شود. انتخاب نوع و ضخامت عایق بر اساس حداقل ضریب مقاومت حرارتی (R-Value) یا حداکثر ضریب انتقال حرارتی (U-Value)، شرایط اقلیمی و الزامات این مبحث تعیین می‌شود.

۱۰۵-۱-۱۹- عملگر شیر کنترلی (Valve Actuator)

دستگاهی است که وظیفه باز و بسته کردن یا تنظیم موقعیت شیر کنترلی را بر عهده دارد. این عملگرها بر اساس سیگنال کنترلی دریافتی از سامانه‌ها یا تجهیزات کنترلی، میزان باز و بسته بودن شیر را تنظیم می‌کنند. عملگرهای شیر کنترلی، شامل الکتریکی، پنوماتیکی و هیدرولیکی بوده و بسته به نوع و سایز شیر و کاربرد آن انتخاب می‌شوند.

۱-۱۹-۱۰۶- عملگر شیر کنترلی باز و بسته (On-Off Valve Actuator)

نوعی عملگر شیر کنترلی است که وظیفه باز یا بسته کردن کامل شیر کنترلی را بدون امکان تنظیم موقعیت میانی بر عهده دارد. این نوع عملگرها معمولاً در سامانه‌هایی استفاده می‌شوند که تنها به دو حالت کاملاً باز (ON) یا کاملاً بسته (OFF) نیاز دارند.

۱-۱۹-۱۰۷- عملگر شیر کنترلی تدریجی (Modulating Valve Actuator)

نوعی عملگر شیر کنترلی است که قادر است میزان باز و بسته بودن شیر کنترلی را به‌صورت پیوسته و تدریجی تنظیم کند. این عملگر بر اساس سیگنال‌های آنالوگ یا دیجیتال، موقعیت شیر را متناسب با نیاز سامانه تغییر داده و درصد بازشدگی شیر را با دقت بالا کنترل می‌کند.

۱-۱۹-۱۰۸- فضای باز

محیط بیرونی پوسته خارجی ساختمان که با هوای آزاد در ارتباط مستقیم قرار دارد و هیچ محدوده نیمه بازی نیز آنرا محصور ننموده است.

۱-۱۹-۱۰۹- فضای کنترل شده

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان که دمای هوای داخل آن‌ها توسط تجهیزات سرمایی، گرمایی و تهویه مطبوع کنترل شود.

۱-۱۹-۱۱۰- فضای نیمه باز کنترل نشده

بخش‌های از فضای بسته و نیمه بسته ساختمان که دمای هوای آن توسط تجهیزات سرمایشی، گرمایشی و تهویه مطبوع کنترل نمی‌شود و در عین حال جزئی از فضای باز بیرون ساختمان نیز نیستند. (مانند درز انقطاع هواپندشده بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها، فضای تهویه نشده زیر بام تخت و شیبدار، پیلوت محصور و پارکینگ‌هایی که فاقد پایه‌های گرمایشی و سرمایشی‌اند)

۱-۱۹-۱۱۱- فن جریان مستقیم بدون جاروبک (Brushless Direct Current (BLDC)

نوعی فن الکتریکی با موتور جریان مستقیم (DC) بدون جاروبک مکانیکی است که از مدار الکترونیکی برای کنترل سرعت و تغییر قطب‌های میدان مغناطیسی استفاده می‌کند. این نوع فن دارای بازدهی بالا، مصرف انرژی کمتر، صدای کم، طول عمر بیشتر و نیاز حداقلی به تعمیر و نگهداری نسبت به

فن‌های DC سنتی با جاروبک است. فن‌های BLDC امکان کنترل سرعت دقیق و بهینه‌سازی عملکرد بر اساس نیاز مصرف‌کننده را فراهم می‌کنند.

۱۹-۱۱۲- فن جریان مستقیم و فرمان پذیر (EC/DC)

(Electronically Commutated Direct Current Fan) نوعی فن الکتریکی با موتور جریان مستقیم (DC) و کنترل الکترونیکی یکپارچه (EC) است که امکان تنظیم سرعت به صورت پیوسته و بهینه را دارد. این فن‌ها دارای راندمان بالاتر، مصرف انرژی کمتر و کنترل دقیق‌تر نسبت به فن‌های AC سنتی هستند. فن‌های EC/DC به دلیل قابلیت کنترل هوشمند، کاهش نویز و افزایش عمر مفید، در بهینه‌سازی مصرف انرژی نقش مهمی دارند.

۱۹-۱۱۳- قانون

در هر کجای این بحث که عبارت "قانون" بدون قرینه، اشاره و تصریح به قانون خاص دیگری بکار رفته باشد، منظور قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴ است.

۱۹-۱۱۴- قله تراشی (Peak Shaving)

یک استراتژی مدیریت مصرف انرژی است که با کاهش یا انتقال بارهای الکتریکی در ساعات اوج (قله) مصرف، از افزایش تقاضای ناگهانی برق جلوگیری می‌کند. این روش معمولاً با استفاده از ذخیره‌سازهای انرژی، تولید پراکنده، مدیریت بار هوشمند یا اصلاح الگوی مصرف اجرا می‌شود.

۱۹-۱۱۵- کاربری ساختمان

نوع استفاده‌ای که برای فضای داخلی یا خارجی یک ساختمان پیش‌بینی شده است. این تعریف شامل تمامی فعالیت‌هایی است که در یک ساختمان صورت می‌گیرد، مانند سکونت، کار اداری، آموزش، درمان، تفریح، تولید و دیگر فعالیت‌ها.

۱۹-۱۱۶- کربن نهفته (Embodied Carbon)

کربن نهفته به مقدار کل کربن تولید شده در استخراج مواد اولیه، تولید، حمل‌ونقل، نصب، نگهداری و بازیافت یک ماده یا محصول ساختمانی در طول چرخه عمر آن گفته می‌شود. این میزان انتشار کربن می‌تواند از منابع مختلفی مانند سوخت‌های فسیلی حاصل شود.

۱۹-۱۱۷- کربن نهفته ساختمان (Building Embodied Carbon)

به مقدار کربنی گفته می‌شود که برای تولید، استخراج، حمل‌ونقل، ساخت و نصب تمامی مصالح و اجزای ساختمانی منتشر می‌شود. این میزان کربن در مراحل مختلف چرخه عمر ساختمان از جمله ساخت، بهره‌برداری، نگهداری و حتی تخریب آن تولید و در جو منتشر می‌شود.

۱۱۸-۱-۱۹- کربن نهفته فاز ساخت (Construction Phase Embodied Carbon)

به مجموع کربن منتشر شده در مراحل مختلف ساخت یک ساختمان گفته می‌شود که شامل فرآیندهای مختلفی از جمله استخراج مواد اولیه، تولید مصالح، حمل‌ونقل، ساخت و نصب تجهیزات و اجزای ساختمانی است. این میزان کربن به صورت غیرمستقیم در ساختمان‌ها ذخیره می‌شود و جزء کربن منتشر شده برای فرآیند ساخت به شمار می‌رود.

۱۱۹-۱-۱۹- کربن نهفته مصالح (Material Embodied Carbon)

به مجموع کربن منتشر شده برای استخراج، تولید، فرآوری، حمل‌ونقل و بازیافت یک ماده ساختمانی گفته می‌شود. این میزان کربن شامل تمام مراحل چرخه عمر یک ماده از مرحله اولیه تا پایان استفاده آن است.

۱۲۰-۱-۱۹- کفایت نور روز (Day Light Autonomy (DLA)

این معیار بیان کننده آن است که چه درصدی از مساحت سطح کار ساختمان، در چه درصدی از ساعات کاری روز، توسط نور طبیعی به میزان روشنایی مورد نیاز آن فضا رسیده است.

۱۲۱-۱-۱۹- کنترل گر اتاق (Room Controller)

یک سامانه کنترلی هوشمند که به صورت برنامه ریزی شده و خودکار یا دستی، تجهیزات و شرایط محیطی یک اتاق یا فضای مشخص در ساختمان را مدیریت می‌کند. این کنترل گر می‌تواند سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه، روشنایی و پرده‌های خودکار را بر اساس دما، رطوبت، کیفیت هوا، میزان دی اکسید کربن، حضور افراد، ارتباط با سایر سامانه‌ها و یا تنظیمات کاربر کنترل و بهینه‌سازی کند.

۱۲۲-۱-۱۹- کنترل گر دیجیتال مستقیم (Digital Direct Controller (DDC)

یک سامانه دیجیتال و هوشمند که به صورت مستقیم سیگنال‌های حسگرها را پردازش کرده و فرمان‌های کنترلی را بطور مستقل به عملگرها ارسال می‌کند. این کنترل گر در مدیریت و تنظیم سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه و روشنایی ساختمان به کار می‌رود و با اجرای الگوریتم‌های کنترلی پیشرفته، دقت عملکرد، بهره‌وری انرژی و قابلیت تنظیم بهینه تجهیزات را افزایش می‌دهد.

۱۹-۱-۱۲۳- کنترل گر منطق پذیر قابل برنامه نویسی (PLC)

(Programmable Logic Controller) یک سامانه کنترل صنعتی دیجیتالی است که برای اتوماتیک سازی فرآیندها از طریق برنامه نویسی منطقی طراحی شده و با دریافت ورودی ها، پردازش داده ها و ارسال خروجی ها، عملکرد تجهیزات و ماشین آلات را کنترل و نظارت می کند.

۱۹-۱-۱۲۴- کنتور آب سرد بهداشتی (Cold Water Meter)

دستگاهی برای اندازه گیری دقیق حجم مصرف آب سرد در سامانه های بهداشتی است. این کنتور شامل سنسورهای اولتراسونیک برای اندازه گیری سرعت و نرخ جریان در واحد زمان (دبی) و یک ماشین حساب برای تجزیه و تحلیل داده ها و پایش میزان مصرف آب سرد است. این کنتورها بایستی بتوانند نشتی یا ترکیبگی را از طریق تحلیل نرخ جریان آب به صورت خودکار شناسایی کرده و اخطار آن را ارسال کنند.

۱۹-۱-۱۲۵- کنتور آب گرم بهداشتی (Hot Water Meter)

دستگاهی برای اندازه گیری دقیق حجم مصرف و انرژی آب گرم بهداشتی سیکل باز هر بخش یا واحد مستقل ساختمان است. این کنتور شامل سنسورهای اولتراسونیک برای اندازه گیری سرعت و نرخ جریان در واحد زمان (دبی)، سنسور دما (PT100 / PT1000) (طبق استاندارد IEC60751) و یک ماشین حساب برای محاسبه انرژی و آب مصرفی است.

۱۹-۱-۱۲۶- کنتور انرژی (Heat Meter/ BTU Meter)

دستگاهی برای اندازه گیری دقیق انرژی مصرفی گرمایشی یا سرمایشی هر بخش یا واحد مستقل ساختمان در سامانه های انتقال انرژی سیکل بسته است. این کنتور شامل سنسورهای اولتراسونیک برای اندازه گیری سرعت و نرخ جریان در واحد زمان (دبی)، سنسورهای دما (PT100 / PT1000) (طبق استاندارد IEC60751) برای ثبت اختلاف دما، و یک ماشین حساب جهت محاسبه انرژی مصرفی یا تولیدی است.

۱۹-۱-۱۲۷- کنتور برگشت آب گرم بهداشتی (Return Hot Water Meter)

دستگاهی است که برای اندازه گیری دقیق حجم مصرف آب گرم در بخش هایی که خط لوله برگشت آب گرم بهداشتی داخل فضای مشخص شده اجرا شده، مورد استفاده قرار می گیرد. این کنتور مانند

کنتور آب گرم، از سنسورهای اولتراسونیک برای اندازه‌گیری نرخ جریان، یک سنسور دما / PT100 (PT1000) (طبق استاندارد IEC60751) و یک ماشین حساب برای محاسبه اختلاف جریان استفاده می‌کند.

۱۹-۱۲۸- گرافیک بُرداری مقیاس پذیر (Scalable Vector Graphic (SVG

یک فرمت گرافیکی بُرداری مبتنی بر XML است که برای نمایش، تبادل و تجسم داده‌های گرافیکی دو بعدی و سه بعدی استفاده می‌شود. این فرمت، بعنوان یکی از خروجی‌های متداول نرم‌افزارهای BIM، امکان نمایش نقشه‌های ساختمانی، جزئیات فنی، نمودارهای انرژی و اطلاعات تجهیزات را بدون افت کیفیت و با قابلیت مقیاس‌پذیری، امکان انتقال یکپارچه اطلاعات مربوط به هر یک از المان‌ها و افزودن فراداده (Meta Data) به آنها در محیط WEB و بدون نیاز به نرم‌افزار BIM برای نمایش دو بعدی و سه بعدی، فراهم می‌کند.

۱۹-۱۲۹- گواهینامه فنی معتبر

گواهی نامه‌ای است که توسط نهادهای دارای صلاحیت مانند سازمان ملی استاندارد، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و یا سایر مراکز مورد تایید نهاد قانونی مسئول، منطبق با مشخصات مندرج در مبحث صادر شده‌است. تنها بخش‌هایی از مندرجات و محتویات گواهینامه که در مبحث به آن اشاره شده‌است قابل قبول می‌باشد.

۱۹-۱۳۰- مبحث

در هر کجای این مبحث که عبارت "مبحث" بدون قرینه، اشاره و تصریح به مبحث خاص دیگری بکار رفته باشد، منظور مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است.

۱۹-۱۳۱- متصل به شبکه (On-Grid)

به سامانه‌های تولید انرژی الکتریکی، به‌ویژه سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک (PV)، گفته می‌شود که به شبکه توزیع برق سراسری متصل هستند و می‌توانند انرژی تولیدی خود را به شبکه تزریق کرده یا از آن برق دریافت کنند.

۱۹-۱۳۲- محدوده آسایش حرارتی (Thermal Comfort Zone)

مجموعه وضعیت هایی که در آن فرد، از نظر دما، رطوبت و سرعت هوا احساس ناراحتی نمی کند و به طور کلی، در محیطی که شرایط آن مناسب است، احساس راحتی می کند. (طبق استاندارد ایزو ۷۷۳۰ : ۲۰۰۵)

۱۹-۱-۱۳۳- مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) Building Information Modelling

استفاده از یک مدل دیجیتالی مبتنی بر اشیاء برای ایجاد، مدیریت و تبادل اطلاعات مرتبط با دارایی های ساختمانی در کل چرخه عمر آن، شامل طراحی، ساخت، بهره برداری و نگهداری. (استاندارد ایزو ۱۸۶۵۰)

۱۹-۱-۱۳۴- مرحله بهره برداری

دوره زمانی از تاریخ صدور گواهی پایان کار یا شروع استفاده از کل یا بخشی از ساختمان.

۱۹-۱-۱۳۵- مساحت کل ساختمان

مساحت کل ساختمان به مجموع کلیه سطوح ساخته شده در تمامی طبقات یک ساختمان اطلاق می شود که شامل مساحت مفید، دیوارهای داخلی و خارجی، فضاهای تأسیساتی، پارکینگ ها، راه پله ها، آسانسورها، راهروهای عمومی و سایر بخش های غیر مفید است.

۱۹-۱-۱۳۶- مساحت مفید ساختمان

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.

۱۹-۱-۱۳۷- مستقل از شبکه (Off-Grid)

سامانه ای که بدون اتصال به شبکه برق سراسری فعالیت می کند و توان مورد نیاز خود را به طور خودکفا از منابع انرژی مستقل مانند سلول های خورشیدی، توربین های بادی، ژنراتورها یا ذخیره سازهای انرژی، تأمین می نماید و امکان تزریق برق تولیدی به شبکه سراسری را ندارد.

۱۹-۱-۱۳۸- مصرف کننده بارز انرژی ساختمان

تجهیز و یا سامانه ای، مصرف کننده بارز است که بیش از ۱۰٪ از کل انرژی مصرفی ساختمان را، حتی در یک لحظه به خود اختصاص دهد. ملاک تعیین سهم بارز، مصرف سالانه یا ماهانه تجهیز و یا سامانه نیست، چراکه برخی تجهیزات بارز ممکن است تنها در روزها و یا ساعت هایی خاص و محدود، انرژی قابل توجهی مصرف نموده و در بیش تر ساعت های سال به عنوان تجهیز با مصرف کمتر از ۱۰٪ کل انرژی لحظه ای ساختمان شناخته شوند.

۱۹-۱-۱۳۹- مقام قانونی مسئول

مقام یا نهادی که دارای صلاحیت برای اجرا و نظارت و حسن اجرای این مبحث و تدوین و ابلاغ آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مورد نیاز آن می‌باشد. مقام قانونی مسئول، برای تمامی موارد مطرح شده در این مبحث، بجز در مواردی که مقام دیگری در این مبحث تصریح شده باشد، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان وزارت راه و شهرسازی است.

۱۹-۱-۱۴۰- مقررات ملی ساختمان

مجموع اصول و قواعد فنی که رعایت آن‌ها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی ضروری است و آیین‌نامه کنترل و اجرای آن‌ها مقررات ملی ساختمان را تشکیل می‌دهند. (طبق ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴)

۱۹-۱-۱۴۱- منابع روشنایی با قابلیت تنظیم شدت روشنایی (Dimmable Lights)

منابع روشنایی‌ای هستند که امکان کنترل و تغییر شدت نور خروجی را متناسب با نیاز کاربران و شرایط محیطی فراهم می‌کنند. این قابلیت از طریق دیمرها (Dimmers) یا سامانه‌های مدیریت روشنایی انجام شده و می‌تواند به صورت دستی یا خودکار با استفاده از فرآیندهای آنالوگ مانند مقاومت متغیر و سیگنال ۱-۱۰ ولت و یا سیگنال‌های دیجیتال مانند DSI و DALI برای انواع منابع روشنایی از جمله منابع رشته‌ای، فلورسنت، CFL و LED تامین شود.

۱۹-۱-۱۴۲- مواد تغییر فاز دهنده (Phase Changing Material (PCM)

مواد تغییر فاز دهنده به موادی اطلاق می‌شود که توانایی ذخیره و آزادسازی انرژی را در هنگام تغییر فاز (از مایع به جامد یا بالعکس) دارند. این مواد معمولاً به عنوان ابزار ذخیره‌سازی انرژی حرارتی استفاده می‌شوند و می‌توانند در دماهای خاصی حرارت را جذب یا آزاد کنند که باعث تنظیم و یا ثابت نگه داشتن دمای محیط می‌شوند.

۱۹-۱-۱۴۳- نرم‌افزار شبیه‌سازی مورد تایید

نرم‌افزاری که تمامی امکانات شبیه‌سازی بازدهی انرژی را دارا بوده و امکان میزبانی از مدل‌های سه بعدی خروجی نرم‌افزارهای BIM و انجام شبیه‌سازی فیزیک ساختمان و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی و محاسبه میزان بار سرمایشی و گرمایشی و همچنین محاسبه میزان مصرف انرژی ساختمان به تفکیک حامل انرژی، سامانه‌های مصرف کننده و روز، ماه و سال را در یک محیط واحد دارا باشد.

۱۹-۱-۱۴۴- نسبت فرونشستگی پنجره (Projection Factor)

به میزان فرو نشستگی پنجره از نمای خارجی ساختمان (حاصل تقسیم فاصله سطح بیرونی پنجره از سطح بیرونی نما به ارتفاع پنجره) اطلاق می‌شود که معمولاً در طراحی پنجره‌ها و فضاهای بیرونی ساختمان مورد توجه قرار می‌گیرد. این نسبت می‌تواند تأثیر زیادی بر میزان ورود نور طبیعی به ساختمان، تهویه، و همچنین کنترل حرارت و نور خورشید داشته باشد.

۱۹-۱۴۵- نشت هوا

ورود یا خروج هوا در ساختمان، به‌صورت ناخواسته و کنترل‌نشده، از منافذ و مجراهایی غیر از محل‌هایی که برای تعویض هوا پیش‌بینی شده‌است.

۱۹-۱۴۶- هوابندی (Air Tightness)

جلوگیری از ورود و خروج ناخواسته هوا، از طریق پوسته خارجی ساختمان و یا درزهای عناصر تشکیل‌دهنده آن.

۱۹-۱۴۷- هوای تازه (Fresh Air)

هوای تازه به هوایی اطلاق می‌شود که از فضای باز بیرون ساختمان به داخل ساختمان یا یک فضا وارد می‌شود و فاقد آلاینده‌ها و آلودگی‌ها است. هوای تازه معمولاً به منظور بهبود کیفیت هوا در محیط‌های بسته و همچنین تأمین اکسیژن مورد نیاز برای تنفس انسان‌ها و کاهش میزان دی‌اکسید کربن هوا وارد می‌شود.

۱۹-۱۴۸- واپایش (Control)

واپایش به فرآیند کنترل، تنظیم و مدیریت پارامترهای یک سامانه یا فرآیند بر اساس مقادیر پایش شده، به‌منظور دستیابی به عملکرد بهینه، پایداری، مدیریت و خودکارسازی سامانه گفته می‌شود.

۱۹-۱۴۹- ویرایش

در هر کجای این مبحث که عبارت "ویرایش" بدون قرینه، اشاره و تصریح به ویرایش خاص دیگری بکار رفته باشد، منظور ویرایش پنجم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است.

۱۹-۱۵۰- یادگیری از خود (Self-Learning)

فرآیندی است که در آن یک سامانه، الگوریتم یا فرد، بدون وابستگی به دستورالعمل‌های از پیش تعیین‌شده یا مداخله مستقیم خارجی، از داده‌های ورودی، تجربیات گذشته و تحلیل‌های درونی برای بهبود عملکرد، اصلاح تصمیم‌گیری‌ها و بهینه‌سازی فرآیندها استفاده می‌کند. در ساختمان‌های هوشمند و سامانه‌های مدیریت انرژی، یادگیری از خود به بهینه‌سازی عملکرد تجهیزات، تنظیمات

خودکار دما و روشنایی و کاهش مصرف انرژی از طریق تحلیل داده‌های محیطی و رفتاری کمک می‌کند.

۱۹-۱۵۱- یادگیری عمیق (Deep Learning)

زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشین که الگوها و ویژگی‌های پیچیده را با استفاده از شبکه‌های عصبی چندلایه (Deep Neural Networks - DNN) از داده‌ها استخراج و پردازش می‌کند. در این روش، مدل‌ها به صورت سلسله مراتبی، ویژگی‌های ساده تا پیچیده را یاد می‌گیرند و قادر به تحلیل، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری خودکار هستند. یادگیری عمیق می‌تواند برای تحلیل داده‌های حسگرها، بهینه‌سازی مصرف انرژی، تشخیص الگوهای رفتاری کاربران مورد استفاده قرار گیرد.

۱۹-۱۵۲- یادگیری ماشین (Machine Learning)

شاخه‌ای از هوش مصنوعی که به سامانه‌ها و الگوریتم‌ها امکان می‌دهد بدون برنامه‌ریزی انسانی، از داده‌ها یاد بگیرند و عملکرد خود را بهبود بخشند. در این روش، مدل‌ها با تحلیل داده‌ها، شناسایی الگوها و به‌روزرسانی خودکار پارامترها، توانایی تصمیم‌گیری و پیش‌بینی را توسعه می‌دهند. در حوزه ساختمان‌های هوشمند، یادگیری ماشین به بهینه‌سازی مصرف انرژی، پیش‌بینی نیازهای سرمایش و گرمایش، تهویه مطبوع، آبگرم مصرفی و روشنایی و افزایش کارایی سامانه‌های مدیریت ساختمان کمک می‌کند.

۱۹-۲- کلیات

۱۹-۲-۱- دامنه مطالب

۱۹-۲-۱-۱- در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با عنوان "مدیریت انرژی در ساختمان" به مصرف و تولید انرژی (تولید کربن و سایر تاثیرات زیست محیطی ساختمان) ۱ توسط بخش‌های غیرفعال ۲ (پوسته خارجی) و فعال ۳ (تاسیسات مکانیکی و الکتریکی) در چرخه عمر ساختمان (تولید، بهره‌برداری، تخریب و بازیافت) پرداخته شده‌است.

مقررات این مبحث شامل الزامات پوسته خارجی نورگذر و غیر نورگذر، تجهیزات و سامانه‌های تولید و توزیع سرما، گرما و تهویه مطبوع (هوای تازه)^۴، آبگرم مصرفی^۵، تجهیزات و سامانه‌های برقی، سامانه

^۱ تاثیرات زیست محیطی در مراحل چرخه عمر ساختمان (تولید، بهره‌برداری و تخریب)، شامل ۱۴ شاخص قابل اندازه‌گیری و روش‌های اندازه‌گیری آنها در پیوست ۴ به تفصیل بیان شده‌است و جزو الزامات این ویرایش نمی‌باشد.

^۲ Passive

^۳ Active

^۴ HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)

^۵ DHW (Domestic Hot Water)

روشنایی، سامانه پایش مصرف انرژی^۱ و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان^۲ مشتمل بر تمامی بخش‌های فوق بر بستر اینترنت اشیا^۳ می‌باشد.

۱۹-۲-۱-۲- در فصل اول، کلیات، شامل دامنه کاربرد و ضمانت اجرای مقررات ملی ساختمان به‌ویژه مبحث ۱۹ با استناد به مواد قانونی شرح داده شده‌است. همچنین، مفاهیمی مانند ارزیابی چرخه عمر ساختمان^۴ و زیر مجموعه‌های آن (انرژی نهفته^۵ و کربن نهفته^۶ در مرحله ساخت و انرژی مصرفی و انتشار کربن در مرحله بهره‌برداری) بیان شده‌اند. در ادامه معیار رده بندی بازدهی انرژی ساختمان‌ها در مرحله بهره‌برداری شرح داده شده‌است.

۱۹-۲-۱-۳- در فصل دوم به دسته‌بندی ساختمان‌ها بر اساس اقلیم، کاربری و مساحت پرداخته شده‌است. دسته‌بندی مصرف کنندگان ساختمان بر اساس میزان و نوع حامل انرژی مصرفی، روش محاسبه "شدت مصرف انرژی ساختمان"^۷ و نیز الگوی مصرف انرژی ساختمان به ازای هر مترمربع در سال در این فصل بیان شده‌است.

۱۹-۲-۱-۴- در فصل سوم مقررات حاکم بر روند گردش کار در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری، شامل روش‌های طراحی، کنترل، فرآیند بازرسی‌های دوره‌ای برای بخش غیرفعال و فعال در فاز ساخت و همچنین بازرسی و کنترل مرحله پایان ساخت تشریح شده‌است.

^۱ Metering & Sub Metering System

^۲ Integrated Building Management System

^۳ IoT (Internet of Things) Framework

^۴ Life Cycle Assessment (LCA)

^۵ Embodied Energy

^۶ Embodied Carbon

^۷ عبارت شدت مصرف انرژی در ساختمان بعنوان ما به ازای فارسی Energy Intensity استفاده شده‌است. در برخی دیگر از مکتوبات فارسی از عبارات دیگری مانند Energy Usage Intensity یا به طور مخفف EUI بعنوان شدت مصرف انرژی در ساختمان و عبارات فارسی مانند مصرف ویژه انرژی ساختمان استفاده شده‌است. لازم به تذکر است که شدت مصرف انرژی در ساختمان با شدت مصرف انرژی کشور که بر اساس تقسیم تولید ناخالص داخلی (GDP) بر میزان مصرف انرژی سالانه کشور محاسبه می‌شود متفاوت بوده و در شدت مصرف انرژی ساختمان مفاهیم اقتصادی درن ظر گرفته نشده‌است.

۱۹-۲-۱-۵- فصل چهارم به بیان الزامات طراحی به روش تجویزی شامل پوسته خارجی، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، انرژی‌های تجدید پذیر و همچنین سامانه‌های پایش و زیرپایش و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان اختصاص یافته است.

۱۹-۲-۱-۶- فصل پنجم به بیان روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان از معرفی نرم‌افزارهای مورد تایید شبیه‌سازی انرژی ساختمان تا تشریح الزامات تولید و کنترل مدل نرم‌افزاری و چارچوب‌های لازم برای ورودی‌ها و خروجی‌های نرم‌افزار و تهیه گزارشات شبیه‌سازی و قالب‌های آن پرداخته است.

۱۹-۲-۱-۷- در فصل ششم سامانه‌های پایش و زیرپایش مصرف انرژی و همچنین سامانه پایش (پایش) و کنترل (واپایش) یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان بر بستر اینترنت اشیاء به صورت مشروح بیان شده‌است. در این فصل همچنین برای نخستین بار در مقررات ملی ساختمان، دوقلوی دیجیتال تشریح و تولید و بهره‌برداری از آن در ارتباط با مدیریت دوره بهره‌برداری ساختمان توضیح داده شده‌است.

۱۹-۲-۱-۸- فصل هفتم نیز طبق متن صریح ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان که دامنه شمول مقررات ملی را تمامی مراحل، طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از ساختمان‌ها بیان نموده است، برای نخستین بار دامنه شمول مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان را از ساختمان‌های در حال ساخت فراتر برده و به شرح بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های در حال بهره‌برداری و بیان الزامات و مراحل مختلف آن پرداخته است.

۱۹-۲-۱-۹- اطلاعات تفصیلی و تکمیلی قابل انتقال به خارج از متن اصلی، به پیوست‌ها منتقل شده‌است. برای نخستین بار در تدوین مقررات ملی ساختمان، به منظور آغاز فرآیند رقومی سازی^۱، پیوست‌ها بصورت فیزیکی و همراه مبحث چاپ نشده‌است.^۲ تمامی پیوست‌ها در تارنمای دفتر مقررات

^۱ Digitalization

^۲ حذف چاپ فیزیکی پیوست‌های ویرایش پنجم مقررات ملی ساختمان، از قطع حدود ۲۰۰۰ درخت جلوگیری میکند این تعداد درخت در طول ۴۰ سال قابلیت جذب حدود ۱۷۶۰ تن دی اکسید کربن و همچنین در هر سال توانایی تولید حدود ۲۳۶ تن اکسیژن را خواهند داشت.

ملی و کنترل ساختمان به نشانی <https://inbr.ir>^۱ بارگذاری شده و در دسترس قرار گرفته است. بدلیل آنکه مراجع و بانک‌های اطلاعاتی لازم در خصوص بسیاری موارد مرتبط با انرژی در ساختمان از جمله سامانه واپایش مصرف انرژی ساختمان‌ها و همچنین بانک اطلاعات برچسب انرژی ساختمان نیازمند توسعه و تکمیل می‌باشند، مواردی از جمله میزان متوسط مصرف انرژی به ازای مترمربع ساختمان‌های موجود کشور در کاربری اقلیم‌های مختلف نیز در حال تکمیل و به روزرسانی مداوم می‌باشند، این رویکرد، امکان به روزرسانی تمام یا بخشی از یک یا چند پیوست را بصورت نامحدود و بدون نیاز به از دست دادن زمان تا تدوین ویرایش بعدی فراهم می‌نماید.

۱۹-۲-۱-۱۰- لازم به ذکر است که الزامات این مبحث باید در رعایت هم زمان با الزامات سایر مباحث مقررات ملی ساختمان باشد. در صورت وجود تناقض و یا مغایرت بین الزامات این مبحث با سایر مباحث، در صورتی که تناقض، مرتبط با جان، سلامت، ایمنی و امنیت افراد، اعم از ساکنین و غیرساکنین باشد (مانند مبحث سوم - محافظت در برابر حریق)، حفظ جان، سلامت، ایمنی و امنیت افراد در اولویت است.

۱۹-۲-۲- دامنه کاربرد و ضمانت اجرا

۱۹-۲-۲-۱- طبق بند ۹ ماده ۲ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴، الزام به رعایت مقررات ملی ساختمان جزو اهداف قانون مذکور بر شمرده شده است. همچنین طبق ماده ۳۳ همین قانون اصول و قواعد فنی که رعایت آن‌ها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی ضروری است، به وسیله وزارت مسکن و شهرسازی تدوین خواهد شد. مجموع اصول و قواعد فنی و آیین‌نامه کنترل و اجرای آن‌ها مقررات ملی ساختمان را تشکیل می‌دهند.^۲ طبق ماده ۳۴ همین قانون رعایت



^۱ برای دسترسی به تارنمای دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان، وزارت راه و شهرسازی این تصویر (QR Code) را اسکن کنید.
^۲ رعایت تمامی مباحث مقررات ملی ساختمان الزامی است. تاکید بر الزامات و مصوبات مرتبط با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به معنای عدم الزام سایر مباحث و مقررات نیست. با توجه به تشدید بحران ناترازی انرژی در کشور و سهم قابل توجه ساختمان‌ها از کل مصرف انرژی و تکالیف دستگاه‌های

مقررات ملی ساختمان الزامی است و عدم رعایت آنها تخلف از قانون محسوب می‌شود. با توجه به متن صریح قانون، تمامی ساختمان‌های جدید الاحداث اعم از مسکونی، غیرمسکونی، عمومی و با تمامی کاربری‌ها و مساحت‌ها در تمام نقاط کشور تحت شمول مقررات ملی ساختمان و به تبع آن ملزم به رعایت مبحث ۱۹ می‌باشند.

۱۹-۲-۲- طبق ماده ۴ ضوابط صرفه جویی انرژی در ساختمان‌ها، موضوع مصوبه هیئت وزیران به شماره ۹۳۸۷۶/ت/۵۵۷۹۲۶، مورخ ۱۴۰۰/۰۸/۲۴ "ارائه پایان کار به ساختمان‌های جدیدالاحداث از ابتدای سال ۱۴۰۲ منوط به رعایت مبحث (۱۹) مقررات ملی ساختمان می‌باشد. به منظور آگاهی مردم از تلفات انرژی در ساختمان‌ها، وزارت کشور از طریق شهرداری‌ها موظف است از ابتدای سال ۱۴۰۱ نسبت به درج رده انرژی در گواهی پایان کار ساختمان‌های جدیدالاحداث و نصب پلاک گواهی انطباق آن در ورودی ساختمان‌ها اقدام نماید."

دستورالعمل این ماده نیز در تاریخ ۱۴۰۳/۰۷/۲۸ توسط وزیر راه و شهرسازی ابلاغ و از تاریخ ابلاغ لازم الاجرا می‌باشد.

۱۹-۲-۳- به منظور ایجاد ضمانت اجرای مقررات ملی ساختمان و ایجاد بازدارندگی نسبت به عدم رعایت آنها و یا صدور گواهی خلاف واقع موضوع بندهای الف و ث از ماده ۹۱ آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۵، موارد تخلفات انضباطی و حرفه‌ای به شرح ذیل بیان شده‌است:

"تخلفات انضباطی و حرفه‌ای عبارت از تخلف در اموری است که انجام آن ناشی از پروانه اشتغال موضوع قانون یا عضویت در نظام مهندسی استان باشد. تخلف انضباطی و حرفه‌ای و انطباق آنها با مجازاتهای انتظامی به شرح زیر است:

نظارتی در حصول اطمینان از اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و الزام به اعمال جرایم سنگین در صورت تخلفی از الزامات مبحث ۱۹، تکرار این الزامات و تبعات ناشی از عدم توجه به تکالیف قانونی به منظور رفع مسئولیت حقوقی قبح عقاب بلا بیان طرح گردیده است. تا در صورت اعمال جرایم سختگیرانه، اشخاص متخطی، حتی بر اعلام بی اطلاعی از لزوم رعایت مندرجات و نتایج ناشی از عدم رعایت آنها را نداشته باشند.

الف - عدم رعایت ضوابط شهرسازی و مقررات ملی ساختمان و همچنین ضوابط و معیارهای فنی مربوط به آن یا هر اقدام یا عملی که مخالف یا متناقض بامقررات مذکور یا سایر مقررات مربوط جاری کشور باشد، مجازات انتظامی از درجه یک تا درجه پنج

ث - صدور گواهی‌های خلاف واقع، از درجه یک تا درجه پنج

همچنین طبق ماده ۹۰ همین آیین‌نامه، مجازات‌های انتظامی درجه یک تا پنج به شرح ذیل می‌باشد:

"درجه ۱ - اخطار کتبی با درج در پرونده عضویت در نظام مهندسی استان

درجه ۲ - توبیخ کتبی با درج در پرونده عضویت در نظام مهندسی استان

درجه ۳ - محرومیت موقت از استفاده از پروانه اشتغال به مدت سه ماه تا یک سال و ضبط پروانه اشتغال به مدت محرومیت

درجه ۴ - محرومیت موقت از استفاده از پروانه اشتغال به مدت یک سال تا سه سال و ضبط پروانه اشتغال به مدت محرومیت

درجه ۵ - محرومیت موقت از استفاده از پروانه اشتغال به مدت سه سال تا پنج سال و ضبط پروانه اشتغال به مدت محرومیت"

لازم به ذکر است ارزیابی و تایید صلاحیت طراحان، مجریان و بازرسان ویرایش پنجم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و همچنین صحت‌سنجی و تایید نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی ساختمان صرفاً بر عهده مقام قانونی مسئول می‌باشد و همچنین طبق ماده ۳۵ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان نظارت عالیه بر عملکرد سازمان‌های نظام مهندسی بر عهده وزارت راه و شهرسازی بوده و در صورت تشخیص هر یک از تخلفات موضوع ماده ۹۰ آئین‌نامه اجرائی، موارد به اطلاع هیئت مدیره استان رسانده خواهد شد و بر اساس تبصره ۴ از ماده ۸۵ همان آیین‌نامه:

"هیأت مدیره می‌تواند در صورت اطلاع از وقوع تخلف، بدون دریافت شکایت، رأساً نیز به شورای انتظامی استان اعلام شکایت کند."

طبق مواد ۸۳ و ۸۴ آیین‌نامه اجرایی، شورای انتظامی استان وظیفه رسیدگی به تخلفات و صدور رای را بر عهده خواهد داشت. یک عضو شورای انتظامی استان توسط رئیس کل دادگستری استان منصوب می‌گردد. طبق ماده ۹۵ این آیین‌نامه نیز وظیفه رسیدگی به تجدید نظرخواهی آراء صادره شورای انتظامی استان با شورای انتظامی نظام مهندسی است

۱۹-۲-۲-۴- به موجب دستورالعمل اجرایی ماده ۴ ضوابط صرفه جویی انرژی ساختمان‌ها، صدور گواهی توسط مهندسان طراح، ناظر و سازنده ذیصلاح و همچنین بازرس انرژی دارای صلاحیت جهت تعیین رده انرژی برای صدور پایان کار الزامی می‌باشد.

۱۹-۲-۲-۵- بر اساس ماده ۱۸ و تبصره ماده ۱۹ آئین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب هیئت وزیران مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۲۲:

"ماده ۱۸ - مجری مکلف است نسبت به تضمین کیفیت اجرای ساختمانی که به مسئولیت خود می‌سازد، براساس دستورالعمل ابلاغی وزارت مسکن و شهرسازی اقدام نماید و مواردی که مکلف به ارایه بیمه‌نامه تضمین کیفیت شده باشد، بیمه مزبور را به نفع مالک و یا مالکان بعدی تهیه و در اختیار ایشان قرار دهد.

تبصره ماده ۱۹ - در صورت بروز خسارت ناشی از عملکرد مجری، وی موظف است خسارت مربوط را که به تأیید مراجع ذیصلاح رسیده است، جبران نماید."

۱۹-۲-۲-۶- در نامه شماره ۹۰۰/۱۱۲۳۰/۲۰۳ مورخ ۱۴۰۳/۰۷/۱۵ رئیس محترم دیوان عدالت اداری درخصوص ماده صد قانون شهرداری و عملکرد مسئولین و مامورین شهرداری آمده است: "در صورت امتناع مسئولین و مامورین شهرداری از انجام وظایف قانونی در جلوگیری از عملیات ساختمانی غیرمجاز دیوان بر اساس توافق صورت گرفته با سازمان بازرسی کل کشور و در راستای ماده ۱۲۱ قانون دیوان عدالت اداری مراتب را به صورت موردی در اختیار سازمان بازرسی قرار خواهد داد تا این نهاد از منظر صلاحیتی که در نظارت بر حسن اجرای قوانین دارد، اقدامات ضروری در پیگیری تخلفات مامورین و مسئولین شهرداری را در چارچوب ماده ۸ قانون رسیدگی به تخلفات اداری انجام دهد. لازم به ذکر است که مسئولیت مالی حقوقی و کیفری بر عهده ماموران و مسئولین شهرداری خواهد بود"

۱۹-۲-۳- ارزیابی چرخه عمر ساختمان^۱

^۱ Life Cycle Assessment (LCA)

۱۹-۲-۳-۱- ارزیابی چرخه عمر ساختمان تاکنون در کشور بطور جدی مورد توجه قرار نگرفته است. در نتیجه منابع، مراجع و استاندارد های مورد نیاز برای انجام محاسبات آن بخصوص اعداد قابل استناد و معتبر برای محاسبه میزان انرژی و کربن نهفته مصالح و تجهیزات، حمل و نقل و سوخت های مصرفی نیز در کشور محاسبه و تدوین نشده است. با این وجود اهمیت ارزیابی چرخه عمر و توجه هم زمان به میزان مصرف انرژی، آب و تولید آلاینده ها بویژه دی اکسید کربن در کل چرخه عمر ساختمان به حدی است که گنجاندن آن در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان مورد توجه قرار گرفت.

۱۹-۲-۳-۲- در پیوست ۴، تعاریف و چارچوب های اساسی مورد نیاز در خصوص ارزیابی چرخه عمر مانند مفهوم پایداری، توسعه پایدار، معیارها و پارامترهای سنجش تاثیرات محیطی ساختمان از جمله انرژی نهفته فاز ساخت، کربن نهفته فاز ساخت و انتشار کربن در فاز بهره برداری جهت توسعه دانش و افزایش توجهات جامعه مهندسی ساختمان در این بخش بیان گردیده است. لازم الاجرا شدن ارزیابی چرخه عمر نیازمند تامین زیر ساخت های لازم از جمله انجام اندازه گیری ها و تولید مراجع و منابع معتبر انرژی و کربن نهفته مصالح و فرآیند ها می باشد.

۱۹-۲-۴- رده بندی بازدهی انرژی ساختمان ها

۱۹-۲-۴-۱- بازدهی انرژی ساختمان ها بر مبنای شدت مصرف انرژی در ساختمان رده بندی می شود. برای محاسبه شدت مصرف انرژی در ساختمان ها ابتدا تمامی مقادیر انرژی مصرفی سالانه آن، شامل برق، گاز، گازوئیل یا هر حامل دیگر اندازه گیری می شود. از تقسیم حاصل جمع کل انرژی مصرفی سالانه بر مساحت مفید ساختمان شدت مصرف انرژی بر اساس میزان مصرف بر مترمربع در سال بدست می آید.

۱۹-۲-۴-۲- به منظور ساده سازی محاسبه میزان کل انرژی مصرفی ساختمان، در این ویرایش، انرژی مصرفی نهایی یا انرژی مصرفی در محل^۱، مبنای محاسبات قرار گرفته است و انرژی پایه یا انرژی اولیه^۲

^۱ Site Energy (Final Energy)

^۲ Source Energy (Primary Energy)

مبنای محاسبات این ویرایش نیست.^۱ شدت مصرف انرژی ساختمان نیز به صورت میزان مصرف انرژی سالانه به ازای هر مترمربع از فضای کنترل شده ساختمان و بر مبنای کیلووات ساعت بر مترمربع در سال ($\text{kWh/m}^2.\text{yr}$) محاسبه و رده بندی می شود.

۱۹-۲-۴-۳- با توجه به تکلیف بند ب از ماده ۵۵ قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران که باید امکان تقسیم بندی ساختمان ها از نظر کیفیت ساخت و بازدهی انرژی به چهار رده فراهم گردد در این ویرایش نیز بازدهی انرژی ساختمان ها نسبت به شدت مصرف انرژی آنها به چهار رده زیر تقسیم بندی شده است:

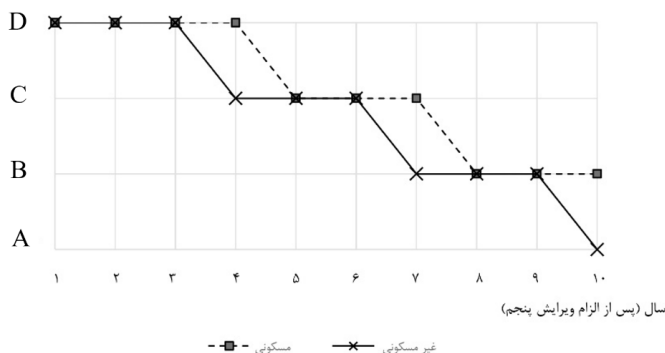
رده D: منطبق با مبحث ۱۹

رده C: ساختمان کم مصرف

رده B: ساختمان بسیار کم مصرف

رده A: ساختمان نزدیک به مصرف صفر

حداقل رده انرژی مجاز



نمودار ۱۹-۲-۱- زمان بندی الزام دستیابی به رده انرژی در ساختمان های جدید الاحداث

^۱ در استاندارد ها و رده بندی های مختلف برای اندازه گیری میزان مصرف انرژی در ساختمان ها از دو معیار انرژی مصرفی در محل یا همان انرژی نهایی Site Energy و یا انرژی اولیه Source Energy استفاده شده است. انرژی مصرفی در محل به بیان ساده همان اعداد قرائت شده توسط کنتورهاست که بر اساس آن قبض برق و گاز صادر و هزینه آن از مشترک دریافت می شود. اما انرژی اولیه بیان گر تمام انرژی مصرف شده برای تولید، انتقال و توزیع حامل انرژی مانند برق یا گاز است که مسلمان مقادیر بیشتری از عدد قرائت شده توسط کنتورها خواهد بود. به منظور جلوگیری از پیچیدگی محاسبات و ساده سازی و قابل اجرا نمودن اندازه گیری شدت مصرف انرژی ساختمان ها در این ویرایش انرژی مصرفی در محل بعنوان معیار رده بندی انرژی ساختمان ها در نظر گرفته شده است.

بر اساس نمودار ۱۹-۱-۱ زمان‌بندی الزام به دستیابی به رده انرژی ساختمان‌ها از رده D به A برای بازه ده ساله از تاریخ لازم الاجرا شدن این ویرایش پیش‌بینی شده‌است. از ابتدای هر بازه زمانی تمامی ساختمان‌ها به منظور دریافت پروانه ساختمان و گواهی پایان عملیات ساختمانی ملزم به دستیابی به رده انرژی یاد شده در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری خواهند بود.

۱۹-۲-۵- زمان بندی اجرایی سازی الزامات ویرایش پنجم

از تاریخ ابلاغ این مبحث، تمامی الزامات بغیر از مواردی که در خود متن مهلت بیش‌تری برای آنها در نظر گرفته شده، طبق جدول زمان‌بندی ۱۹-۲-۲، باید در تمامی ساختمان‌های کشور، رعایت شوند.

[illegible]

- معیار تعیین گروه ساختمان در این جدول، ماده ۱۳ آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۵ است.

۱۹-۳- دسته‌بندی ها و الگوی مصرف انرژی در ساختمان‌ها

در این فصل، ابتدا در بخش ۱۹-۳-۱ دسته‌بندی ساختمان‌ها براساس معیارهای مختلف انجام شده‌است، سپس در بخش ۱۹-۳-۲ قسمت‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی در ساختمان، بر اساس میزان اهمیت بیان شده‌اند. حامل‌های مختلف انرژی در ساختمان و نقش آن‌ها در کل مصرف انرژی ذکر شده و الگوی مصرف انرژی ساختمان برای دستیابی به رده بازدهی انرژی D بر اساس دسته‌بندی‌های کاربری-اقلیم ارائه شده‌است.

۱۹-۳-۱- دسته‌بندی ساختمان‌ها

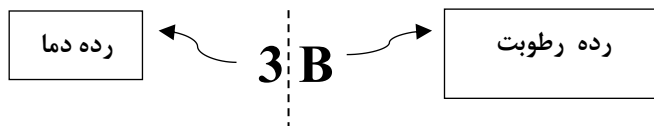
کنترل دما، رطوبت، هوای تازه و روشنایی در محدوده آسایش در فضاهای مورد بهره‌برداری ساختمان، اصلی‌ترین عامل مصرف انرژی در دوره بهره‌برداری است. از آن‌جا که نمی‌توان نقش سایر مصرف‌کنندگان مانند سامانه آبگرم مصرفی، لوازم خانگی و اداری و سایر تجهیزات مصرف‌کننده انرژی را در میزان مجاز مصرف انرژی نادیده گرفت، به همین دلیل و به منظور تعیین میزان مجاز مصرف انرژی در ساختمان‌ها و تعیین رده بازدهی انرژی مورد نظر این مبحث، لازم است تا ساختمان‌ها در تقسیم‌بندی‌های اصلی بر اساس اقلیم و کاربری تفکیک شوند. بر اساس این دسته‌بندی می‌توان احکام مشخصی را برای ساختمان‌های هر گروه تعیین و اعمال نمود.

۱۹-۳-۱-۱- دسته‌بندی اقلیم^۱

یکی از مهم‌ترین معیارها در دسته‌بندی ساختمان‌ها، میزان اختلاف دما و رطوبت هوای خارج ساختمان با محدوده دما و رطوبت آسایش داخل ساختمان در طول سال است.

^۱ Climate

به منظور تعیین رده اقلیمی هر شهر، اطلاعات سالانه پایگاه‌های هواشناسی تحلیل و بر مبنای تعداد روز درجه سرمایش^۱ و روز درجه گرمایش^۲ و همچنین میزان بارش سالانه، تقسیم بندی می‌شوند. در این تقسیم‌بندی، هر اقلیم با یک نشانه متشکل از دو بخش حرفی و عددی نشان داده می‌شود.



الف) در سمت چپ، عددی بین ۰ تا ۸ قرار می‌گیرد. این عدد نشان دهنده متوسط دمای محیط در آن اقلیم است. به این ترتیب عدد ۰ برای نشان دادن گرم ترین و عدد ۸ برای نشان دادن سردترین اقلیم استفاده می‌شود. بر این اساس در پهنه جغرافیایی ایران از نقطه نظر دمایی، گونه های اقلیمی در محدوده بین اعداد ۰ تا ۵ وجود دارند. در جدول ۱۹-۳-۱ معیار رده بندی دمایی برای رده ۰ تا ۸ بر مبنای روز درجه گرمایش یا روز درجه سرمایش بیان شده‌است.

ب) در سمت راست رده اقلیمی نیز یکی از حروف A، B یا C نمایش داده می‌شود. حرف A نشان دهنده اقلیم پر باران، حرف B نشان دهنده اقلیم کم باران^۳ و حرف C نشان دهنده اقلیم با میزان بارش متوسط در شرایط معتدل دمایی می‌باشد. در محاسبه این رده علاوه بر بارش، میزان رطوبت نسبی در ماه‌های گرم سال نیز در تناسب با دما در نظر گرفته شده‌است.

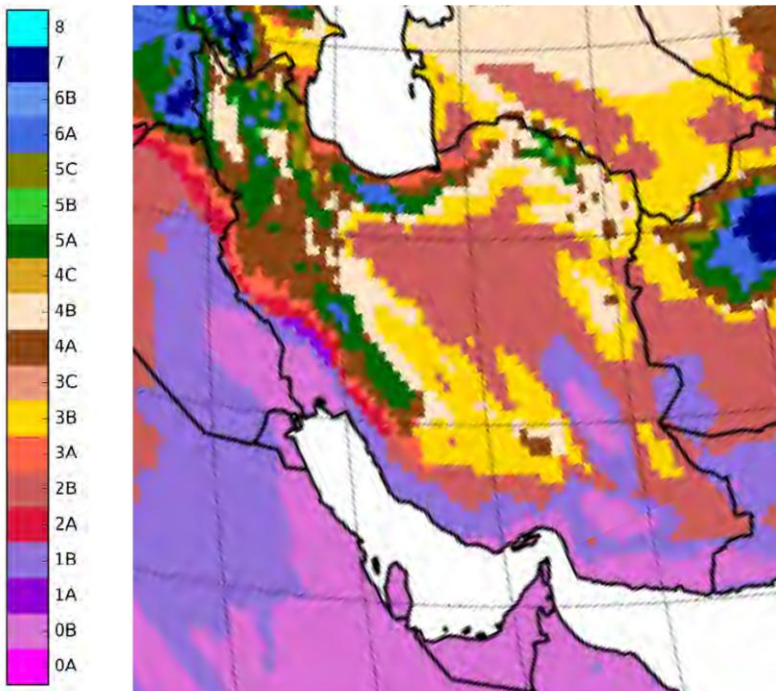
^۱ Cooling Degree Day (CDD)

^۲ Heating Degree Day (HDD)

^۳ تعیین رده اقلیمی بر اساس استاندارد ANSI/ASHRAE Standard 169-2020 بعنوان یکی از معتبرترین و پرکاربردترین منابع تقسیم بندی اقلیمی برای طراحی ساختمان و تاسیسات مکانیکی صورت گرفته‌است. معیار اولیه تعیین رطوبت در این استاندارد، میزان بارش سالانه ثبت شده‌است اما در اسناد پشتیبان برای تبدیل اطلاعات پایگاه‌های هواشناسی به رده اقلیمی، دمای حباب خشک، دمای حباب مرطوب، رطوبت نسبی با تمرکز بر ماه‌های گرم سال و ساعات شب، میزان بارش سالانه، میزان دریافت تابش مستقیم و غیر مستقیم خورشید و سرعت وزش باد نیز مورد استفاده قرار گرفته‌است. لذا در شهرهایی مانند جزیره کیش با میزان رطوبت نسبی زیاد، به دلیل بارش جوی کم سالانه، درجه اقلیمی 0B تعیین شده‌است که نشان دهنده دما بسیار گرم و بارش سالانه کم است.

جدول ۱۹-۳-۱- دسته‌بندی اقلیمی بر اساس روز درجه سرمایش و گرمایش

روز درجه سرمایش / گرمایش	نام اقلیم	رده اقلیمی ^۱
$6000 < CDD10^{\circ C}$	فوق العاده گرم و کم باران (0B)	0B
$5000 < CDD10^{\circ C} \leq 6000$	بسیار گرم و کم باران (1B)	1B
$3500 < CDD10^{\circ C} \leq 5000$	گرم و بارانی (2A)، گرم و کم باران (2B)	2A, 2B
$2500 < CDD10^{\circ C} \leq 3500$	چهارفصل و بارانی (3A)، چهارفصل و کم باران (3B)	3A, 3B
$CDD10^{\circ C} \leq 2500$ AND $HDD18^{\circ C} \leq 3000$	سرد و بارانی (4A)، سرد و کم باران (4B)	4A, 4B
$3000 < HDD18^{\circ C} \leq 4000$	بسیار سرد و کم باران (5B)، بسیار سرد و بارش متوسط (5C)	5B, 5C



شکل ۱۹-۳-۱- دسته‌بندی اقلیمی در پهنه جغرافیایی ایران

^۱ این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ANSI/ASHRAE Standard 169-2020 صورت گرفته‌است. بر این اساس در پهنه جغرافیایی ایران رده های دمایی ۰ تا ۵ در شهرهای مورد مطالعه در ایران شناسایی و رده های ۶ تا ۸ در شهرهای مورد مطالعه در ایران شناسایی نشده‌است. هرچند که رده اقلیمی ۶ در مناطق مرتفع و قله‌های رشته کوه‌های البرز و زاگرس دیده می‌شوند اما از مجموع ۱۹ رده اقلیمی تعیین شده در این استاندارد، تنها ۱۰ رده اقلیمی در شهرهای ایران شناسایی شده‌اند که عبارتند از: 0B, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B, 5B, 5C

جدول ۱۹-۳-۲- دسته‌بندی اقلیمی شهرهای مرکز استان های ایران

ردیف	نام استان	نام شهر	کد ایستگاه هواشناسی WMO	رده اقلیمی
1	آذربایجان شرقی	تبریز	407060	4B
2	آذربایجان غربی	ارومیه	407120	4B
3	اردبیل	اردبیل	407080	5C
4	اصفهان	اصفهان	408000	3B
5	البرز	کرج	407807	3B
6	ایلام	ایلام	407800	3A
7	بوشهر	بوشهر	408570	1B
8	تهران	تهران	407540	3B
9	چهارمحال و بختیاری	شهرکرد	407980	4A
10	خراسان جنوبی	بیرجند	408090	3B
11	خراسان رضوی	مشهد	407450	3B
12	خراسان شمالی	بجنورد	407230	4B
13	خوزستان	اهواز	408110	0B
14	زنجان	زنجان	407290	4B
15	سمنان	سمنان	407570	2B
16	سیستان و بلوچستان	زاهدان	408560	2B
17	فارس	شیراز	408480	3B
18	قزوین	قزوین	407310	4B
19	قم	قم	407700	2B
20	کردستان	سنندج	407470	4A
21	کرمان	کرمان	408410	3B
22	کرمانشاه	کرمانشاه	407660	4A
23	کهگیلویه و بویراحمد	یاسوج	408360	3A
24	گلستان	گرگان	407380	3B
25	گیلان	رشت	407190	3A
26	لرستان	خرم آباد	407820	3A
27	مازندران	ساری	407826	3A
28	مرکزی	اراک	407690	4B
29	هرمزگان	بندرعباس	408750	0B
30	همدان	همدان	407680	4A
31	یزد	یزد	408210	2B

رده اقلیمی ۳۱ شهر مرکز استان های ایران طبق طبقه بندی دمایی- بارشی در جدول ۱۹-۳-۲ و رده اقلیمی سایر شهرها در پیوست ۲ ارائه شده است.

۱۹-۳-۱-۲- دسته‌بندی کاربری و مساحت

برای شناسایی میزان مجاز مصرف انرژی در هر ساختمان به غیر از اقلیم، نوع کاربری و مساحت ساختمان نیز تاثیرگذار می باشند. لذا در این بخش به معرفی دسته‌بندی کاربری و مساحت ساختمان‌ها پرداخته شده است.

الف) طبق جدول پ ۱-۳ (پیوست ۳) در اولین تقسیم بندی، ساختمان‌ها به دو گروه مسکونی و غیرمسکونی تقسیم می‌شوند. این تقسیم‌بندی علاوه بر تفاوت مدت زمان بهره‌برداری، پیوسته یا غیرپیوسته بودن بهره‌برداری و رفتار بهره‌برداران این دو گروه ساختمان، به دلیل تفاوت در سیاست‌های موجود در تعرفه گذاری و تخصیص یارانه حامل‌های انرژی به مشترکان خانگی (مسکونی) و غیرخانگی (غیر مسکونی) انجام شده است.

ب) در کاربری مسکونی، ساختمان‌ها از جهت تعداد واحد و مساحت به دو گروه کوچک و بزرگ تقسیم‌بندی شده‌اند. به این ترتیب ساختمان‌های مسکونی دارای بیش از ۳۰ واحد و یا بیش از ۳۰۰۰ مترمربع مساحت مسکونی در گروه ساختمان‌های مسکونی بزرگ قرار گرفته و ساختمان‌های مسکونی که تعداد واحدهای آنها بین ۱ تا ۳۰ واحد مسکونی بوده و در عین حال مساحت مسکونی آنها کمتر از ۳۰۰۰ مترمربع باشد در گروه ساختمان‌های مسکونی کوچک قرار می‌گیرند.

پ) تمامی ساختمان‌های دیگر به غیر از ساختمان‌هایی که فرآیندها و فعالیت‌های صنعتی و تولیدی در آنها انجام می‌شود در گروه ساختمان‌های غیر مسکونی قرار می‌گیرند.

ت) ساختمان‌هایی که فرآیندهای تولیدی و صنعتی در آنها انجام می‌شوند، در گروه ساختمان‌های صنعتی قرار داده شده و تعیین میزان مصرف انرژی در آنها مستلزم تفکیک مصرف انرژی فرآیندها و خطوط تولید از مصارف مربوط به ساختمان، مانند سرمایش، گرمایش، آبگرم مصرفی و روشنایی می‌باشد.

۱۹-۳-۲- شدت مصرف انرژی در ساختمان‌ها

هدف اصلی این بخش، ترسیم الگوی قابل قبول مصرف انرژی در ساختمان برای هر کاربری-اقلیم است. الگوی مصرف انرژی ساختمان، معادل حداکثر میزان مجاز انرژی مصرفی سالانه به‌ازای هر مترمربع فضای کنترل‌شده ساختمان برای اخذ رده انرژی D می‌باشد. این الگو، بعنوان شدت مصرف انرژی^۱ ساختمان تعریف شده و بر اساس کیلووات‌ساعت بر مترمربع در سال ($\text{kWh/m}^2.\text{yr}$) اندازه‌گیری می‌شود.

میزان انرژی مصرفی سالانه مجموع کلیه مقادیر مصرف انرژی از حامل‌های مختلف از جمله انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر است که بصورت انرژی نهایی و یا مقدار مصرف در سایت^۲ بر حسب کیلووات‌ساعت محاسبه و بر مترمربع فضای کنترل‌شده ساختمان تقسیم می‌شود.^۳

برای تحلیل دقیق‌تر شدت مصرف انرژی در ساختمان در این بخش، مصرف‌کنندگان اصلی یا همان سامانه‌ها و تجهیزات عمده (بارز) تعریف شده‌اند و در ادامه بررسی انواع حامل‌های انرژی مصرفی توسط ساختمان و تبدیل آن‌ها به انرژی نهایی بر حسب کیلو وات ساعت بیان شده‌است.

^۱ Energy Use Intensity (EUI)

^۲ Site Energy

^۳ طبق تعریف ارائه شده، انرژی اولیه (Primary Energy) مجموع کل انرژی موردنیاز برای تولید، تبدیل و انتقال حامل‌های انرژی تا محل مصرف نهایی در ساختمان. این انرژی شامل انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بوده و تمامی تلفات در فرایندهای استخراج، پالایش، تولید برق و انتقال را در بر می‌گیرد. لذا برای محاسبه انرژی اولیه مصرفی یک ساختمان می‌بایست ضرایب انتقال، توزیع و تبدیل انرژی در نظر گرفته شود. به بیان دیگر انرژی اولیه یک کیلو وات ساعت برق مصرفی در ساختمان شامل ارزش حرارتی حامل انرژی مصرف شده در نیروگاه، بعلاوه انرژی لازم برای استخراج و انتقال آن تا نیروگاه، جهت تولید میزان برقی است که باید به شبکه تزریق می‌شود تا با در نظر گرفتن استهلاک شبکه انتقال و توزیع به مصرف‌کننده نهایی برسد. لذا انرژی اولیه متأثر از بازدهی نیروگاه‌ها و میزان تلفات شبکه انتقال و توزیع برق و سوخت نیروگاه است. در ایران بر اساس اعداد رسمی بطور متوسط برای دریافت یک کیلووات‌ساعت برق از شبکه توسط ساختمان، معادل ۲.۹ کیلووات‌ساعت انرژی در نیروگاه مصرف می‌شود. برنامه ریزی‌های کلان انرژی کشورها، انرژی اولیه را مبنای محاسبات خود در نظر می‌گیرند تا مقادیر اصلی و کلی مصرف انرژی قابل سنجش و مدیریت باشد. با این وجود مصرف‌کننده نهایی با اعداد شمارنده کنتور در تعامل است و اعمال ضرایب و تبدیل انرژی نهایی به انرژی اولیه در شرایطی که هنوز توجه کافی به انرژی نهایی نیز در کشور وجود ندارد ممکن است باعث پیچیدگی و سوگیری ذهنی مصرف‌کننده نهایی شود. لذا در این مبحث به منظور ایجاد امکان مشارکت عموم مهندسان و مردمی سازی موضوع مدیریت انرژی، ساده سازی محاسبات و جلوگیری از ایجاد پیچیدگی در اعمال ضرایب، انرژی نهایی مورد استفاده قرار گرفته‌است. اما با توجه به اینکه اسناد کلان انرژی کشور نیازمند محاسبات انرژی اولیه است. در پیوست ۳ علاوه بر انرژی نهایی، معادل انرژی اولیه نیز محاسبه و در جداول مربوطه درج شده‌است.

۱۹-۳-۱- مصرف‌کنندگان بارز انرژی در ساختمان

مدیریت انرژی در فاز طراحی و ساخت نیازمند تحلیل دقیق و مستقل رفتار سامانه‌ها و تجهیزات بارز مصرف‌کننده انرژی در ساختمان است. این تفکیک در فاز طراحی منتج به ارائه پروفیل‌های مصرف سالانه، ماهانه، روزانه و ساعتی سامانه‌های بارز مصرف‌کننده انرژی در ساختمان می‌شود. در دوره بهره‌برداری نیز با مقایسه رفتار پیش‌بینی شده و عملکرد واقعی تجهیزات و سامانه‌های بارز بر اساس اطلاعات سامانه پایش و زیرپایش، امکان تحلیل و عیب‌یابی آن‌ها فراهم می‌شود. به این ترتیب لازم است تا در هر ساختمان تجهیزات و سامانه‌های بارز مصرف‌کننده انرژی در مرحله طراحی تعیین شوند.

الف) تجهیز و یا سامانه‌ای در گروه مصرف‌کننده بارز طبقه‌بندی می‌شود که بیش از ۱۰٪ کل انرژی مصرفی لحظه‌ای ساختمان را به خود اختصاص دهد. به این ترتیب، ملاک تعیین سهم بارز، مصرف سالانه یا ماهانه تجهیز و یا سامانه نیست، چراکه برخی تجهیزات بارز ممکن است تنها در روزها و یا ساعت‌هایی خاص و محدود، انرژی قابل توجهی مصرف نموده و در بیش‌تر ساعت‌های سال به‌عنوان تجهیز با مصرف کمتر از ۱۰٪ کل انرژی لحظه‌ای ساختمان شناخته شوند.

ب) تجهیزات و سامانه‌های بارز باید در فاز طراحی تعیین شده و نمودارهای مصرف انرژی آن‌ها بر اساس تمامی ساعات سال محاسبه گردد. مستندات سامانه مستقل و برخط پایش و زیرپایش مصرف انرژی و سنجش بازدهی و عملکرد تجهیزات و سامانه‌های بارز باید در مرحله طراحی تعیین شده و در نقشه‌های تاسیسات مکانیکی و الکتریکی جانمایی گردند.

پ) نصب کامل سامانه پایش و زیرپایش تجهیزات بارز طی مراحل پیشرفت پروژه الزامی است و باید در بازرسی‌های مرحله‌ای مورد بررسی قرار بگیرند. اتصال انشعابات حامل‌های انرژی تنها در صورت نصب و راه‌اندازی کامل سامانه پایش و زیرپایش ساختمان، طبقات، واحد‌ها، مشاعات و تجهیزات و سامانه‌های بارز مجاز خواهد بود.

ت) صدور گواهی پایان کار ساختمان‌های غیر مسکونی و تمامی ساختمان‌های مسکونی دارای موتورخانه مرکزی، منوط به نصب و راه‌اندازی کامل سامانه پایش و زیرپایش و ارزیابی و تایید آن توسط

بازرس دارای صلاحیت می‌باشد. فرآیند ارزیابی، عیب‌یابی، اصلاح و بهبود تجهیزات بارز با استفاده از سامانه پایش و زیرپایش مصرف برخط در دوره بهره‌برداری قابل انجام خواهد بود.

۱۹-۳-۲- منابع و حامل‌های انرژی در ساختمان

الف) میزان انرژی مصرفی هر حامل معادل مقدار خوانش شده از کنتورهای مورد تایید شرکت‌های توزیع و یا مقام قانونی مسئول خواهد بود.

ب) ملاک مصرف انرژی الکتریکی، عدد نمایش داده شده توسط کنتورهای مورد تایید شرکت توزیع برق و یا مقام قانونی مسئول بر اساس کیلووات‌ساعت می‌باشد و نیازی به تبدیل این عدد به انرژی پایه و اعمال ضرایب نیست.

پ) میزان مصرف انرژی سایر حامل‌ها مانند گاز، گازوئیل و غیره نیز بر اساس خوانش کنتورهای مورد تایید شرکت ملی گاز و شرکت توزیع فراورده‌های نفتی و یا مقام قانونی مسئول برداشت خواهد شد. تمامی حامل‌های انرژی به غیر از برق دریافت شده از شبکه سراسری، باید بر اساس تبدیل به انرژی پایه و اعمال ضریب متوسط ارزش حرارتی آن حامل، به کیلووات‌ساعت تبدیل شوند.

ت) پس از تبدیل تمامی مقادیر انرژی مصرف شده به کیلووات‌ساعت، مجموع تمامی مصارف یک دوره ۳۶۵ روزه یا یک سال شمسی را بر مساحت فضای کنترل شده^۱ بنا تقسیم نموده و شدت مصرف انرژی ساختمان مورد نظر بر مبنای کیلووات‌ساعت بر مترمربع در سال ($\text{kWh/m}^2.\text{yr}$) به دست می‌آید.

ث) برای تبدیل ارزش حرارتی میزان گاز مصرفی به کیلووات‌ساعت، باید مقدار مصرف بر حسب متر مکعب خوانش شده از کنتور گاز را در عدد ۹/۵ ضرب نمود

ج) برای تبدیل ارزش حرارتی میزان گازوئیل مصرفی به کیلووات‌ساعت، باید مقدار مصرف بر لیتر مکعب خوانش شده از کنتور گازوئیل را در عدد ۹/۲ ضرب نمود. در خصوص دیزل ژنراتورها علاوه بر میزان گازوئیل مصرفی، ثبت میزان کیلووات برق تولیدی نیز الزامی است اما ملاک محاسبه گازوئیل،

^۱ Occupied

در شدت مصرف انرژی ساختمان، ارزش حرارتی به کیلووات‌ساعت بوده و میزان برق تولیدی ملاک عمل نخواهد بود.

چ) در صورت استفاده از نیروگاه‌های تولید همزمان حرارت و برق^۱ (CHP) یا تولید همزمان حرارت و برق^۲ (CCHP) با استفاده از سوخت فسیلی، در صورتیکه بازدهی خالص حرارتی نیروگاه بیش از ۷۰٪ و بازدهی حرارتی ناخالص در شرایط متوسط دمای سالانه در محل نیروگاه نیز بیش از ۸۰٪ باشد، باید بجای محاسبه ارزش حرارتی سوخت مصرفی، میزان برق تولیدی در محاسبات شدت مصرف انرژی ساختمان در نظر گرفته شود. در غیر اینصورت ارزش حرارتی گاز طبیعی مصرفی، محاسبه خواهد شد.

۱۹-۳-۲-۳- الگوی مصرف انرژی در ساختمان

در این بخش حداکثر میزان مجاز شدت مصرف انرژی برای کسب رده انرژی D بعنوان حداقل بازدهی انرژی قابل قبول از نظر این مبحث برای هر کاربری- اقلیم تعیین شده‌است. این اعداد شامل تمامی مصارف انرژی در ساختمان است و ملاک اندازه‌گیری مقادیر مصرف، اعداد قرائت شده از کنتورهای مورد تایید شرکت‌های توزیع حامل‌های انرژی است.^۳ با توجه به اینکه در مرحله طراحی و ساخت هنوز کنتورهای مورد نظر نصب نشده اند، اعداد حاصل از نتایج شبیه‌سازی انرژی ساختمان طبق فصل ۶ این مبحث ملاک عمل خواهد بود. در مورد روش تجویزی ملاک سنجش محاسبات بر مبنای مدل‌های استاندارد شبیه‌سازی است.

الف) در تعیین رده انرژی ساختمان ابتدا شدت مصرف انرژی ساختمان بر حسب کیلووات‌ساعت بر مترمربع در سال (E_{actual}) را بر شدت مصرف انرژی ساختمان ایده آل یا رده انرژی A در آن کاربری-

^۱ Combined Heat & Power

^۲ Combined Cooling, Heating & Power

^۳ فعالیت‌های خارج از کاربری تعریف شده مانند آشپزخانه‌های صنعتی در ساختمان‌های اداری و یا فرآیندهای تولیدی و صنعتی در ساختمان‌ها در این محاسبات لحاظ نشده‌اند. در صورت نصب کنتورهای جداگانه برای اینگونه مصارف، باید در محاسبه شدت مصرف انرژی سالانه آن‌ها را از کل انرژی سالانه ساختمان کسر نمود. در صورت عدم وجود کنتور مجزا برای این بخش‌ها، ملاک شدت مصرف انرژی، کل عدد قرائت شده از کنتور اصلی خواهد بود.

اقلیم بر حسب کیلووات‌ساعت بر مترمربع (E_{ideal}) تقسیم کرده و حاصل این تقسیم بعنوان نسبت شدت مصرف انرژی ساختمان به شدت مصرف انرژی ساختمان ایده آل با حرف R نشان داده می‌شود.

$$R = E \frac{actual}{ideal}$$

ب) برای تعیین رده انرژی ساختمان بین A تا D بر اساس R طبق جدول زیر عمل می‌شود.

جدول ۱۹-۳-۳- دسته‌بندی رده بازدهی انرژی ساختمان بر اساس نسبت R

نسبت R	رده بازدهی انرژی ساختمان
$R \leq 1$	A
$1 < R \leq 2$	B
$2 < R \leq 3$	C
$3 < R \leq 4$	D

مندرجات جدول ۱۹-۳-۳ نشان می‌دهد که هر رده انرژی، شامل طیفی از حداقل و حداکثر نسبت R بوده و همچنین کم‌ترین بازده قابل قبول برای کسب رده D، معادل حداکثر ۴ برابر شدت مصرف انرژی ساختمان ایده‌آل است.

بر همین اساس رده انرژی در مرحله طراحی و ساخت محاسبه و در شناسنامه فنی ملکی و گواهی پایان کار ساختمان و پلاک انطباق رده انرژی درج خواهد شد.

پ) اعداد این جدول برای تمامی ساختمان‌های در حال طراحی، ساخت و بهره‌برداری خصوصی و دولتی قابل استناد است^۱ و به‌عنوان حداکثر شدت مصرف انرژی قابل قبول برای دستیابی به رده D می‌باشد. با توجه به اینکه با برنامه زمانی مشخص شده در شکل ۱۹-۳-۱ ساختمان‌ها مکلف به دستیابی به رده های C و B و A خواهند بود. جداول مربوط به این رده‌ها، در پیوست ۳ ارائه شده‌است.

^۱ در مورد ساختمان‌های موجود با طول عمر بیش از ۱۰ سال از آغاز بهره‌برداری، ضرایب مربوط به افزایش مصرف ناشی از افزایش عمر تجهیزات بر اساس ۱٪ به ازای هر سال بعد از شروع بهره‌برداری کامل قابل اعمال خواهد بود.

۱۹-۴- گردش کار در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، مدیریت انرژی، آب و تاثیرات محیطی، مستلزم در نظر گرفتن کل چرخه عمر ساختمان است. اما در این مبحث، تنها رعایت شدت مصرف انرژی ساختمان در فاز بهره‌برداری الزامی می‌باشد.

مصرف انرژی ساختمان در دوره بهره‌برداری تابع فرآیند طراحی و ساخت آن است. در صورتی‌که الزامات این مبحث در زمینه مدیریت مصرف انرژی در مراحل طراحی و ساخت رعایت نشود، تحقق الگوی مجاز شدت مصرف انرژی، همراه با حفظ آسایش ساکنین و بهره‌برداران تقریباً غیر ممکن خواهد بود. به همین منظور در این فصل مقررات حاکم بر روند طراحی، ساخت و بهره‌برداری ساختمان، به‌عنوان حلقه‌های به هم پیوسته مدیریت انرژی ساختمان بیان شده‌اند.

الف) برای دریافت پروانه ساختمان لازم است تا حداقل ۹۰۰ امتیاز از زیرسامانه ارزیابی رده انرژی در سامانه واپایش انرژی ساختمان، مبتنی بر چک لیست‌های مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مرحله طراحی دریافت گردد.

ب) در مراحل پیشرفت ساخت، سه مرحله بازرسی دوره‌ای و سرزده در نظر گرفته شده‌است که کسب حداقل ۹۰۰ امتیاز از هر بازرسی، برای امکان ادامه مراحل ساخت، الزامی است.

در صورت وجود عدم انطباق و یا مغایرت وضعیت چون‌ساخت^۱ با نقشه‌های تایید شده در فاز طراحی و گزارش مراجع مسئول از جمله مهندس ناظر یا بازرس دارای صلاحیت مبنی بر وقوع تخلف و یا کاهش امتیاز به کمتر از ۹۰۰، شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانه موظف‌اند نسبت به اعمال ماده ۲۷ آیین‌نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان اقدام نمایند.

پ) صدور گواهی پایان کار و صدور پروانه بهره‌برداری ساختمان مستلزم کسب حداقل ۹۰۰ امتیاز از بازرسی مرحله پایان ساخت، توسط بازرس انرژی دارای صلاحیت و دریافت حداقل رده انرژی D می‌باشد.

۱۹-۴-۱- تعیین رده انرژی ساختمان در فاز طراحی

الف) برای تعیین رده انرژی ساختمان در مرحله طراحی، می‌توان حسب تشخیص طراحان از روش تجویزی یا شبیه‌سازی انرژی استفاده کرد.

ب) انتخاب روش طراحی (بجز ساختمان‌هایی که نسبت مساحت جداره نورگذر به کل مساحت نما حتی در یکی از نماهای ساختمان بیش‌تر از ۵۰٪ باشد)^۲، کاملاً اختیاری بوده و هر ساختمانی در هر اقلیم و با هر کاربری و مساحتی می‌تواند با هر یک از روشهای تجویزی یا شبیه‌سازی انرژی طراحی شود.^۳

^۱ As Built

^۲ در ساختمان‌هایی که نسبت مساحت نورگذر به کل مساحت نما، حتی در یکی از نماها بیش از ۵۰٪ باشد، باید از روش شبیه‌سازی در طراحی استفاده نمایند.

^۳ به منظور اطمینان از نتایج حاصل از الزامات روش تجویزی، محدوده مشخصی از متغیرهای مختلف در این روش در نظر گرفته شده‌است. این محدودیت به هیچ عنوان به معنای منع استفاده از سایر راه‌حل‌ها و یا راهکارهای خلاقانه بخصوص روش‌های معمارانه مانند استفاده از سایه‌بان‌ها، تهویه طبیعی مانند تهویه عبوری (Cross Ventilation) و با تهویه دودکشی (Stack Ventilation)، راهکارهای غیرفعال ذخیره و بهره‌وری انرژی مانند بانک یخ، جرم حرارتی، سامانه زمین گرمایی کم عمق و سایر راهکارها نمی‌باشد. در صورتی که طراح معماری و یا تاسیسات مکانیکی و الکتریکی هر گونه طرح نوآورانه‌ای را حتی در مورد مقادیر مندرج در الزامات بخش‌های روش تجویزی مورد نظر داشته باشد، می‌توانند با استفاده از روش شبیه‌سازی و انجام محاسبات و ارائه مستندات تحلیل نتایج حاصل از آن‌ها، مقادیر و راهکارهای مورد نظر خود در طراحی تمامی بخش‌های پوسته، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی بکار برده و در مراحل ساخت و اجرا نیز، همان طرح را عیناً اجرا نمایند.

پ) بازرسی‌های فاز ساخت و بهره‌برداری باید بر اساس روش انتخاب شده در طراحی انجام شود و امکان تغییر روش در هیچ یک از مراحل ساخت وجود نخواهد داشت.

ت) صدور پروانه ساختمانی مستلزم کسب حداقل رده انرژی D برای طرح و درج آن بر روی نقشه‌های مصوب می‌باشد.

ث) چک لیست‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی رده انرژی در مرحله طراحی در پیوست ۵ توضیح داده شده‌است.^۱

۱۹-۴-۱- روش تجویزی

استفاده از روش تجویزی برای تمام ساختمان‌ها با هر کاربری-اقلیم و مساحت بجز ساختمان‌هایی که نسبت مساحت جداره نورگذر به کل مساحت نما حتی در یکی از نماهای ساختمان بیش‌تر از ۵۰٪ باشد مجاز است و هیچ محدودیت دیگری برای استفاده از روش تجویزی در نظر گرفته نشده‌است. در ساختمان‌هایی که نسبت مساحت نورگذر به کل مساحت نما، حتی در یکی از نماها بیش از ۵۰٪ باشد، باید از روش شبیه‌سازی در طراحی استفاده نمایند.

الف) در روش تجویزی، برای کاربری‌های مختلف در اقلیم‌های متفاوت، الزامات مشخصی برای بخش‌های مختلف ساختمان از جمله پوسته خارجی شامل جداره‌های نورگذر و غیر نورگذر، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، سامانه پایش و زیرپایش و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان در نظر گرفته شده‌است.

این الزامات براساس محاسبات انجام شده بر روی نمونه‌های استاندارد هر کاربری-اقلیم و بکارگیری الگوریتم‌های بهینه‌یابی چند مولفه‌ای^۲ برای رسیدن به رده D تعیین شده‌است.

^۱ تا زمان راه‌اندازی کامل سامانه شناسنامه الکترونیکی انرژی ساختمان، فرم‌های مورد نیاز از طریق تارنمای مقام قانونی مسئول به نشانی <https://inbr.ir> در دسترس خواهد بود و طراحی باید پس از دانلود فرم‌ها آنها تکمیل و در سامانه کنترل نقشه بارگذاری نماید.

^۲ Multi Objective Optimization

ب) در صورت انتخاب روش تجویزی، باید تمامی اعداد و احکام الزامی بیان شده در این روش، مربوط به کاربری و اقلیم مورد نظر، در طراحی اعمال شود.

پ) در روش تجویزی، تنها ساختمان‌هایی مجاز به دریافت پروانه ساختمان خواهند بود که حداقل ۹۰۰ امتیاز از ۱۰۰۰ امتیاز ارزیابی الزامات طراحی روش تجویزی را بر اساس چک لیست‌های ابلاغی مقام قانونی مسئول کسب کرده باشند.

۱۹-۴-۲- روش شبیه‌سازی بازدهی/انرژی

استفاده از روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی (شبیه‌سازی) برای تمام ساختمان‌ها با هر کاربری-اقلیم و مساحت مجاز است و هیچ محدودیتی برای استفاده از روش شبیه‌سازی در نظر گرفته نشده است.

الف) شبیه‌سازی انرژی باید با استفاده از نرم‌افزارهای مورد تایید مقام قانونی مسئول و توسط اشخاص دارای صلاحیت شبیه‌سازی بازدهی انرژی انجام شده باشد.^۱

ب) در روش شبیه‌سازی، میزان شدت مصرف انرژی سالانه بر اساس $\text{kWh/m}^2.\text{yr}$ (کیلووات‌ساعت بر مترمربع در سال) شامل تمامی مصارف انرژی ساختمان، معیار کنترل طراحی می‌باشد.

پ) در روش شبیه‌سازی، تنها ساختمان‌هایی مجاز به دریافت پروانه ساختمان هستند که شدت مصرف انرژی آن‌ها بیشتر از مقادیر جدول پ ۳-۱ (پیوست ۳) برای کاربری-اقلیم مورد نظر نباشد.

ث) الزامات مورد نیاز برای قابل قبول بودن نتایج شبیه‌سازی در فصل ۶ به تفصیل شرح داده شده است.

۱۹-۴-۲- بازرسی‌های دوره‌ای پوسته و تاسیسات در فاز ساخت

انجام بازرسی‌های دوره‌ای در حین ساخت به جهت لزوم شناسایی انحراف احتمالی ساختمان از اهداف تعیین شده در فاز طراحی، توسط اشخاص دارای صلاحیت و ثبت نتایج آن در بخش ارزیابی رده انرژی سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها، الزامی است.

^۱ فرآیند آموزش، سنجش و احراز صلاحیت شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان در پیوست ۶ شرح داده شده است.

انجام بازرسی‌های دوره‌ای در طول فرآیند ساخت، حداقل به تعداد ۳ مرتبه به شرح زیر الزامی است:

الف) بازرسی اول باید پیش از پایان سفت کاری جداره‌های خارجی انجام شود. در این بازرسی لازم است که امکان نمونه‌برداری از جداره‌های خارجی، سقف، کف مجاور هوا و کف مجاور خاک فراهم باشد.

ب) بازرسی دوم باید در زمانی انجام شود که سفت‌کاری پوسته خارجی نورگذر و غیرنورگذر تکمیل شده و امکان اندازه‌گیری بازدهی خورشیدی جداره‌های نورگذر نیز وجود داشته باشد. در این بازرسی همچنین باید وضعیت انطباق اجرای سامانه‌های سرمایش و گرمایش و آبگرم و سرد مصرفی و سامانه پایش و مدیریت یکپارچه ساختمان، نیز بازرسی شده و گزارش ارزیابی آن بارگذاری شود.

پ) بازرسی سوم باید پس از اتمام اجرای تمامی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی انجام شود، بطوریکه تمامی تجهیزات مورد ارزیابی در این بازرسی براساس نقشه‌های طراحی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی نصب شده باشند. در این مرحله باید امکان انجام آزمایش نشت هوا با ایجاد اختلاف فشار وجود داشته باشد. در این مرحله باید تمامی تجهیزات سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه هوا، آبگرم و سرد مصرفی و روشنایی بطور کامل نصب شده باشند.

ت) تامین شرایط لازم برای انجام کامل هر سه مرحله بازرسی بر عهده مالک یا سازنده ذیصلاح است و در صورت عدم امکان انجام فرآیندهای بازرسی، گزارش بازرسی با امتیاز ۱۰ در سامانه ثبت خواهد شد.

ث) نحوه آموزش، سنجش، احراز و اعطای صلاحیت و نظارت مستمر بر صلاحیت بازرسان در پیوست ۶ شرح داده شده‌است.

۱۹-۴-۳- بازرسی پایان ساخت

انجام بازرسی انرژی پایان ساخت، پس از اتمام کلیه فعالیت‌های ساختمانی و پیش از صدور گواهی پایان کار، الزامی است.

الف) نصب و راه‌اندازی سخت‌افزار و نرم‌افزار سامانه پایش مصرف ساختمان شامل برق، گاز، گازوئیل، آب و انرژی‌های تجدیدپذیر و سامانه زیرپایش مصرف انرژی ساختمان شامل سرمایش، گرمایش و آبگرم در بخش‌ها و واحدهای مستقل، مشاعات و تمامی تجهیزات و سامانه‌های بارز از جمله چیلرها، بویلرها، پمپ‌ها و هواسازها برای انجام بازرسی انرژی پایان ساخت الزامی است.

در این بازرسی میزان مصرف انرژی و بازدهی تجهیزات، سامانه‌ها، واحدها و بخش‌های مستقل و کل ساختمان اندازه‌گیری و گواهی شدت مصرف انرژی ساختمان در فاز بهره‌برداری بر اساس کیلووات‌ساعت بر مترمربع در سال توسط بازرس دارای صلاحیت صادر و در بخش ارزیابی رده انرژی در مرحله پایان ساخت در سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها بارگذاری می‌شود.

ب) در صورت عدم دریافت رده انرژی D در این مرحله، گزارش تفصیلی مشتمل بر ایرادات و دلایل مربوطه توسط بازرس تهیه و جهت انجام اقدامات اصلاحی از طریق سامانه واپایش به سازنده تحویل می‌شود.

پ) صدور پلاک رده انرژی ساختمان، منوط به رفع اشکالات گزارش بازرسی پایان ساخت و احراز رده انرژی D می‌باشد.

۱۹-۴-۴- پایش، عیب‌یابی، اصلاح و بهبود در فاز بهره‌برداری

الف) پایش مصرف انرژی ساختمان‌ها در دوره بهره‌برداری الزامی است.

ب) به دلیل اهمیت و تاثیرگذاری قابل توجه سامانه پایش و زیرپایش، در فصل هفتم مبحث، الزامات مورد نیاز برای دستگاه‌های پایش و همچنین سخت‌افزارهای جمع‌آوری و انتقال اطلاعات پایش شده، نرم‌افزار جمع‌آوری اطلاعات، تحلیل و عیب‌یابی آن‌ها شرح داده شده‌است.

۱۹-۵- روش تجویزی

همانطور که در فصل قبل بیان شد، استفاده از روش تجویزی برای تمام ساختمان‌ها با هر کاربری-اقلیم و مساحت بجز ساختمان‌هایی که نسبت مساحت جداره نورگذر به کل مساحت نما در هیچ یک از نماهای ساختمان بیش‌تر از ۵۰٪ نباشد مجاز است و هیچ محدودیت دیگری برای استفاده از روش تجویزی در نظر گرفته نشده است.^۱

الف) روش تجویزی، متشکل از الزامات مشخص و تصریح‌شده، است که برای کاربری-اقلیم‌های دسته‌بندی شده در جدول ۱۹-۳-۱ مندرج در دو بخش پوسته خارجی و تاسیسات بیان شده است.

ب) هدف از اجرای الزامات روش تجویزی دستیابی ساختمان به شدت مصرف انرژی مجاز برای کسب حداقل رده انرژی D در هر کاربری-اقلیم است.

۱ همانطور که پیش‌تر گفته شد به منظور اطمینان از نتایج حاصل از الزامات روش تجویزی، محدوده مشخصی از متغیرهای مختلف در این روش در نظر گرفته شده است. این محدودیت به هیچ عنوان به معنای منع استفاده از سایر راه‌حل‌ها و یا راهکارهای خلاقانه بخصوص روش‌های معمارانه، راهکارهای غیرفعال ذخیره و بهره‌وری و سایر راهکارها نمی‌باشد. در صورتی که طراح معماری و یا تاسیسات مکانیکی و الکتریکی هر گونه طرح نوآورانه‌ای را حتی در مورد مقادیر مندرج در الزامات بخش‌های روش تجویزی مورد نظر داشته باشد، می‌توانند با استفاده از روش شبیه‌سازی و انجام محاسبات و ارائه مستندات تحلیل نتایج حاصل از آن‌ها، مقادیر و راهکارهای مورد نظر خود در طراحی تمامی بخش‌های پوسته، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی بکار برده و در مراحل ساخت و اجرا نیز، همان طرح را عیناً اجرا نمایند.

پ) در صورت انتخاب روش تجویزی، رعایت تمامی موارد این فصل و انجام بازرسی‌های مراحل طراحی، ساخت و پایان کار، مطابق با موارد مندرج در فصل ۴ این مبحث الزامی است.

ت) بارگذاری مدارک مورد نیاز روش تجویزی در بخش ارزیابی رده انرژی مرحله طراحی در سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها، جهت انجام کنترل‌های لازم و صدور شناسنامه الکترونیکی انرژی ساختمان الزامی است.

ث) طرح‌هایی که حداقل ۹۰۰ امتیاز از ۱۰۰۰ امتیاز ارزیابی مرحله طراحی را کسب نمایند موفق به دریافت رده انرژی D خواهند شد. سایر طرح‌ها، جهت اصلاح به طراح ارجاع داده می‌شوند.

ج) صدور پروانه ساختمان منوط به کسب حداقل رده انرژی D و درج آن در شناسنامه فنی و ملکی ساختمان است.

چ) تعیین رده انرژی طراحی به روش تجویزی تنها توسط اشخاص دارای صلاحیت و از طریق بخش ارزیابی رده انرژی مرحله طراحی در سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها مجاز و معتبر خواهد بود.

ح) فرآیند آموزش، سنجش، ارزیابی و احراز صلاحیت اشخاص، جهت کنترل رده انرژی طرح به روش تجویزی در پیوست ۶ آمده است.

۱۹-۵-۱- پوسته خارجی

پوسته خارجی ساختمان بطور مستقیم تحت تاثیر تصمیمات طراحی معماری قرار دارد. نسبت طول به عرض بنا و ارتفاع، نسبت مساحت پوسته به مساحت فضاهای کنترل‌شده، جهت‌گیری دیوارها و پنجره‌ها، نسبت سطح نورگذر به کل پوسته خارجی، سایه‌اندازی‌های ناشی از طراحی حجم معماری، جلو رفتگی و عقب نشستگی‌ها، سایه‌بان‌های افقی و عمودی، سازماندهی و ترکیب‌بندی فضاهای کاربردی و فضاهای ارتباطی و سایر موارد، تعیین کننده رفتار ساختمان از بعد انرژی و میزان سرمایش و گرمایش مورد نیاز آن در تمام طول مرحله بهره‌برداری خواهد بود. لذا طراحی معماری همساز با اقلیم یکی از کلیدی‌ترین روش‌ها برای کاهش میزان تقاضای مصرف انرژی در ساختمان است. مطالعه و الگوبرداری صحیح از راهکارهای خردمندانه معماری سنتی ایران به‌ویژه انطباق کامل آن با اقلیم‌های

متنوع مناطق مختلف، می‌تواند بزرگترین راهنما در طراحی ساختمان‌هایی باشد که تا حد ممکن بدون نیاز به مصرف انرژی توسط تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، بتوانند در بیشترین ساعات سال فضای داخل ساختمان را در محدوده آسایش نگاه دارند.

الف) در انتخاب مواد و مصالح مورد استفاده در پوسته خارجی، بخصوص عایق‌های حرارتی، علاوه بر الزامات این مبحث، رعایت الزامات تمامی آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوط به محافظت از جان، سلامت، ایمنی و امنیت افراد اعم از ساکنین و غیرساکنین، به‌ویژه مبحث سوم مقررات ملی ساختمان (محافظت ساختمان در برابر حریق) الزامی می‌باشد.

ب) تبادل حرارت بین فضای داخل و خارج ساختمان از طریق پوسته خارجی به سه روش رسانایی، همرفتی و تابشی امکان‌پذیر است. لذا، به منظور کنترل میزان تبادل حرارت، الزامات مربوطه در سه بخش پوسته غیر نورگذر، پوسته نورگذر و نشت هوا به درون و بیرون ساختمان بیان شده‌است.

۱۹-۵-۱- پوسته خارجی غیر نورگذر

الف) پوسته خارجی غیرنورگذر ساختمان شامل دیوار، سقف، کف و درهای غیرنورگذر می‌باشد.

ب) منظور از دیوار در پوسته خارجی، دیوارهای عمودی و یا مایللی هستند که بین فضای کنترل‌شده داخل و فضای باز بیرون ساختمان و یا فضای نیمه باز کنترل نشده و مرتبط با هوای باز بیرون ساختمان و یا پایین‌تر از تراز زمین و مجاور خاک قرار گرفته باشند. دیوارهای بین فضاهای کنترل‌شده جزو دیوارهای خارجی ساختمان محسوب نمی‌شود.

پ) منظور از سقف در پوسته خارجی، سقفی است که بین فضای کنترل‌شده داخل و فضای باز خارج ساختمان و یا فضای نیمه باز کنترل نشده و مرتبط با هوای آزاد بیرون ساختمان قرار گرفته باشند.

ت) کف در پوسته خارجی ممکن است بین فضای کنترل‌شده داخل ساختمان و فضای باز خارج ساختمان یا فضای نیمه باز کنترل نشده و مرتبط با هوای آزاد بیرون ساختمان و یا بین فضای کنترل‌شده داخل ساختمان و زمین قرار گرفته باشند.

ث) برای دریافت رده انرژی D میبایست ضرایب مقاومت حرارتی (R-value) در تمامی اجزای پوسته خارجی ساختمان بزرگتر از اعداد مندرج در جدول ۱۹-۵-۱ باشد.

جدول ۱۹-۵-۱ - حداقل میزان مجاز ضریب مقاومت حرارتی (R-Value) بخش‌های پوسته خارجی غیر نورگذر در اقلیم‌های مختلف (m2.k/W)

5B,5C	4A, 4B	3A, 3B	2A, 2B	1B	0B
دیوار خارجی مجاور فضای باز					
1.96	1.69	1.43	1.16	1.16	1.09
دیوار خارجی مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده					
1.64	1.41	1.19	0.97	0.97	0.91
دیوار خارجی مجاور خاک					
1.47	1.47	0.15	0.15	0.15	0.15
سقف مجاور فضای آزاد					
5.56	5.56	4.55	4.55	3.70	3.70
سقف مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده					
4.55	4.55	3.85	3.85	3.13	3.13
کف مجاور هوای آزاد					
3.45	3.13	2.38	1.64	0.55	0.51
کف مجاور نیمه باز کنترل نشده					
2.86	2.63	2.00	1.37	0.45	0.43
کف مجاور خاک					
0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26
درهای غیر نورگذر لولادار					
0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
درهای غیر نورگذر بدون لولا					
0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57

ضریب مقاومت حرارتی^۱ جدول بالا برابر با معکوس ضریب انتقال حرارتی^۲ است. بنابراین با تقسیم

اعداد جدول ۱۹-۵-۱ حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز هر بخش از پوسته خارجی بدست می‌آید.^۳

ج) ضرایب مقاومت حرارتی مواد و مصالح مورد استفاده در ساختمان از جداول پیوست ۷ و یا بخش

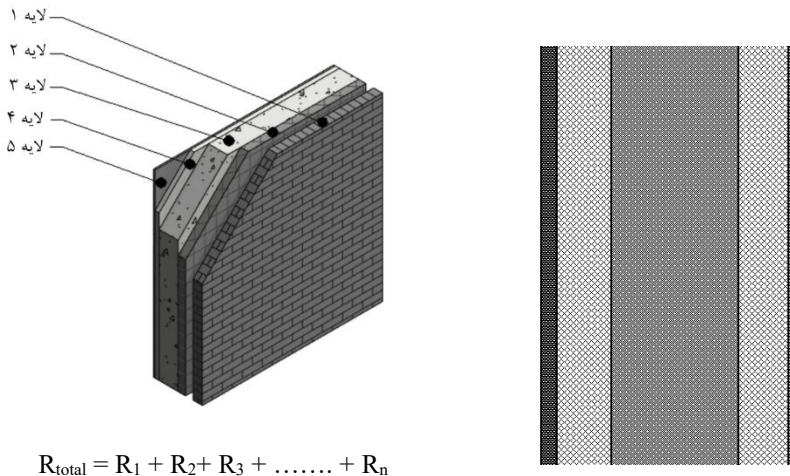
ارزیابی رده انرژی طرح در سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها در دسترس می‌باشد.

^۱ Heat Resistance (R-Value)

^۲ Heat Transmittance (U-Value)

^۳ $U = \frac{1}{R}$

چ) در صورتیکه دیوار یا سقف یا کف از چند لایه با مصالح مانند اندود، بلوک، عایق، ملات و مصالح مختلف دیگر تشکیل شده باشد (تصویر ۱۹-۵-۱)، مقاومت حرارتی کل دیوار، سقف یا کف مساوی حاصل جمع مقاومت حرارتی تمامی لایه‌های آن خواهد بود.



شکل ۱۹-۵-۱- نحوه محاسبه مقاومت حرارتی پوسته خارجی غیرنورگذر چند لایه

ح) تنها معیار مورد قبول در خصوص تمامی بخش‌های غیر نورگذر پوسته خارجی مانند دیوار، سقف و کف، مقاومت حرارتی کل آنها خواهد بود و هیچ یک از لایه‌ها به تنهایی الزامی به داشتن حداقل مقاومت حرارتی ندارند.

خ) تنها اعداد مربوط به مقاومت حرارتی در گواهینامه‌های استاندارد و سایر گواهینامه‌ها، مورد نظر است و هر گونه اطلاقی مبنی بر انطباق یا عدم انطباق بلوک و یا هر جزء دیگر با مبحث ۱۹، به تنهایی و بدون ارائه ضخامت و ضریب مقاومت حرارتی تمامی لایه‌های المان پوسته خارجی مانند دیوار، سقف و کف، مطلقاً فاقد اعتبار است.

د) طراحان و ناظران مکلفند تا در گزارشات طراحی و نظارت خود، علاوه بر اعلام تعداد لایه‌ها و ضخامت آنها بر حسب میلی‌متر، ضریب مقاومت حرارتی هر کدام از مصالح انتخابی را بر اساس تاییدیه

رسمی صادر شده از سوی مراجع ذیصلاح پیوست نمایند. در صورت عدم ثبت تاییدیه رسمی، لایه یا ماده بدون تاییدیه رسمی، در فرآیند کنترل طرح و بازرسی، از محاسبات حذف خواهد شد.

ذ) در جدول ۱۹-۵، حداقل ضریب مقاومت حرارتی دیوارهای خارجی با در نظر گرفتن عایق کاری پیوسته خارجی و با حداکثر پل حرارتی به میزان ۵٪ از مساحت هر سطح خارجی محاسبه شده است. لذا در صورت وجود هرگونه پل حرارتی در هر سطح به دلیل استفاده از عایق حرارتی غیرپیوسته خارجی (داخلی، میانی یا همگن) کاهش سطح پل های حرارتی به مقدار کمتر از ۵٪ همان سطح الزامی است.

ر) رساندن پل های حرارتی در محل اتصال دیوارها با تیر، ستون، دال های بتنی، مهارهای فلزی دیوار^۱، کلاف انتظار فلزی در و پنجره و یا هر مورد دیگری که باعث قطع عایق جداره خارجی شود به زیر ۵٪ با استفاده از عایق کاری داخلی، میانی یا همگن نیازمند طراحی جزئیات دقیق بر اساس محاسبات انتقال حرارت خواهد بود، لذا به منظور دستیابی به حد مجاز پل های حرارتی، استفاده از عایق های حرارتی پیوسته بیرونی مانند عایق های پاششی با درجه چسبندگی کافی برای اجرا در طبقات و دارای تاییدیه رسمی مقاومت در برابر حریق توصیه می شود.

ز) در عایق کاری حرارتی، استفاده از مواد و مصالحی که مشخصات فنی و ضریب مقاومت حرارتی آنها به مرور زمان تغییر می کند^۲ ممنوع است.

ژ) در مکان هایی مانند بام که در معرض بارهای زنده قرار دارند، استفاده از عایق هایی که دچار تغییر شکل و له شدگی می شوند ممنوع است.

^۱ Wall Post

^۲ استفاده مواد تغییر فاز دهنده (PCM) که تغییرات فیزیکی و تغییرات ضریب انتقال حرارتی آنها بصورت محاسبه شده و تحت کنترل بوده و در محاسبات در نظر گرفته شده است پلامانگ است.

س) در فضاهایی مانند سقف‌های کاذب، که امکان جریان هوا در تماس با لایه عایق وجود دارد، استفاده از مواد و مصالح عایقی که میزان تولید ذرات آلاینده آنها در فضای داخلی ساختمان بیش‌تر از حد مجاز^۱ باشد (مانند پشم‌های معدنی و عایق‌های دارای الیاف کوتاه) ممنوع است.

ش) در اقلیم‌های ۰، ۱، ۴، ۵ و همچنین تمام اقلیم‌های رده A، در صورت استفاده از عایق‌های حرارتی معدنی به دلیل جذب آب بالا، باید تمهیدات لازم جهت جلوگیری از جذب رطوبت بوسیله عایق طراحی و اجرا شود، در غیر این‌صورت باید از عایق‌های سلول بسته با جذب آب حداقلی استفاده شود.

ص) در اقلیم‌های ۰، ۱، ۴، ۵ و همچنین تمام اقلیم‌های رده A، در صورت استفاده از مصالحی مانند بلوک‌های سیمانی، بلوک‌های گازی، بلوک‌های دانه رس منبسط شده و یا هر مصالح دیگری که قابلیت جذب آب دارند، طراحی و اجرای لایه بخاربند در سمت گرم دیوار الزامی است.

ض) در صورت وجود پل حرارتی حاصل از تیر، ستون، دال‌های بتنی، مهارهای فلزی دیوار، کلاف انتظار فلزی در و پنجره و یا هر مورد دیگری که باعث قطع عایق جداره خارجی شود. نسبت مجموع مساحت پل‌های حرارتی به کل مساحت آن سطح نباید بیش‌تر از ۵٪ باشد.

ط) در صورت وجود پل حرارتی با مساحت بیش از ۵٪ کل مساحت در هر جبهه از پوسته خارجی، باید تمهیدات لازم برای دستیابی به حداقل ضریب مقاومت حرارتی مجاز دیوار خارجی مجاور فضای آزاد مندرج در جدول ۱۹-۴-۱ در سطح بیرونی پل‌های حرارتی با جرئیات کامل طراحی و اعمال شود.

ظ) در زمان تهیه نقشه‌های سازه و معماری پیش‌بینی تعبیه فضای لازم برای نصب عایق، بر روی پل‌های حرارتی الزامی است. طراح معماری و ناظر هماهنگ‌کننده مکلف به کنترل جزئیات مربوطه می‌باشند. در صورت وجود پل حرارتی بیش از ۵٪ از مساحت کل پوسته خارجی در هر جبهه ساختمان، حتی در صورت رعایت تمامی الزامات مبحث ۱۹، امکان اخذ رده انرژی D وجود نخواهد داشت.

^۱ طبق استانداردهای سازمان بهداشت جهانی WHO، میزان ذرات معلق با اندازه کمتر از ۲/۵ میکرون نباید از ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب ذرات معلق با اندازه کمتر از ۱۰ میکرون نباید از ۲۰ میکروگرم بر مترمکعب بیشتر باشد. در استاندارد ملی ۱۲۰۵۸ به ارزیابی و اندازه‌گیری آلاینده‌ها و ذرات در محیط‌های مسکونی و اداری پرداخته شده‌است.

ع) در اقلیم‌های ۰ و ۱ برای کنترل میزان جذب حرارت ناشی از تابش مستقیم خورشید، باید حداقل ۷۵ درصد از دیوارهای خارجی سمت جنوب، شرق و غرب دارای ضریب بازتاب حداقل ۳۰٪ پرتوی مادون قرمز دریافتی باشند.

غ) در اقلیم‌های ۰ و ۱ با فرض محل قرارگیری خورشید در زاویه ۴۵ درجه نسبت به افق، باید حداقل ۳۰٪ از مساحت دیوارهای خارجی در سایه قرار داشته باشند. سطح سایه می‌تواند حاصل از فرورفتگی‌ها در طراحی معماری و جزئیات نما، سایه‌بان‌ها، ساختمان‌ها و سازه‌های غیر موقت همجوار و یا ترکیبی از این موارد باشد.

ف) در اقلیم‌های ۰ تا ۳ با فرض محل قرارگیری خورشید در زاویه ۴۵ درجه نسبت به افق، باید حداقل ۷۵٪ سطح بام در سایه اجزا خود ساختمان، مانند دست انداز بام، خرپشته، آلاچیق و یا تجهیزات غیر موقت مانند سلول‌های خورشیدی و تاسیسات دائمی روی بام باشد. در غیر این صورت سطح خارجی بام باید حداقل ضریب بازتاب ۷۵٪ از پرتوی مادون قرمز تابش شده به سطح را داشته باشد.

ق) دیوارهای مجاور ساختمان‌های همجوار و دیوارهای مجاور درز انقطاع مابین ساختمان‌های مجاور، باید بعنوان دیوار خارجی مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده در نظر گرفته شوند. با توجه به عدم انجام عایق کاری حرارتی پیوسته خارجی در این دیوارها، استفاده از عایق داخلی، میانی و یا همگن با تامین ضرایب مندرج در جدول ۱۹-۵-۲ الزامی است.

ک) در خصوص پل‌های حرارتی در دیوارهای خارجی مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده، اجرای عایق حرارتی داخلی بر روی پل‌های حرارتی برای افزایش ضریب مقاومت حرارتی به بیش از حداقل مجاز در تمام پل‌های حرارتی الزامی است.

گ) سنجش موارد الزامی پوسته غیرنورگذر در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت با استفاده از روش‌های غیر مخرب و در صورت لزوم با استفاده از روش‌های مخرب امکان‌پذیر است.

ل) در فضاهای با کاربری پیوسته و غیر منقطع زمانی، می‌بایست عایق حرارتی در لایه بیرونی دیوار قرار گیرد تا اینرسی حرارتی مصالح دیوار در ارتباط با فضای کنترل‌شده داخل ساختمان قرار بگیرد.

م) در فضاهای با کاربری منقطع و کوتاه مدت مانند سالن های سینما، آمفی تئاتر و سایر فضاهایی که بارهای ناگهانی سرمایش، گرمایش یا هوای تازه، در مدت زمان کوتاه برای رسیدن به محدوده آسایش به آنها اعمال خواهد شد، می بایست عایق حرارتی در لایه درونی دیوار خارجی قرار داده شود.^۱

ن) در صورت عدم دستیابی پوسته خارجی غیر نورگذر به الزامات مورد نظر این بخش امکان دستیابی به رده انرژی D حتی در صورت رعایت تمامی مواد دیگر مبحث وجود نخواهد داشت.

۱۹-۵-۱-۲- پوسته خارجی نورگذر

الف) پوسته خارجی نورگذر ساختمان شامل پنجره، دریهای دارای شیشه و نورگیرهای سقفی می باشد. در مورد ساختمان هایی که نسبت مساحت نورگذر به کل مساحت دیوار خارجی در هر نما کمتر از ۳۰٪ و نسبت مساحت نورگذر سقف به کل مساحت بام کمتر از ۳٪ باشد دستیابی به اعداد جدول ۱۹-۲-۴ الزامی است.^۲

ب) در صورتی که حداقل ۲۵٪ از مساحت مفید طبقات بالای سطح زمین در طول ساعات روز اعتدال پاییزی یا بهاری دارای حداقل روشنایی مورد نیاز مبحث ۱۳ بوده و سامانه روشنایی مصنوعی مجهز به کنترل میزان نور بر حسب نور طبیعی باشد، می توان مساحت جداره نورگذر به کل دیوار خارجی را تا حداکثر ۵۰٪ افزایش داد و همچنان از الزامات تجویزی این بخش استفاده نمود.

پ) در سایر ساختمان هایی که مشمول موارد فوق نمی شوند از جمله ساختمان های با پوسته خارجی پرده ای^۳، به دلیل تاثیرات بسیار زیاد و پیچیدگی محاسبات تبادل حرارت بصورت تابشی، کنترل

^۱ همانطور که در تعاریف بیان شده است در این مبحث استفاده از عبارت "می بایست" برای بیان توصیه مورد تاکید است و تنها در صورت استفاده از عبارات "باید" و "نباید" الزام مطلق مورد نظر بوده است. لذا مکان قرارگیری عایق نسبت به کاربری بر اساس استفاده بهینه از ظرفیت حرارتی مصالح دیوار توصیه می شود و در صورت رعایت ضرایب انتقال حرارت و محدودیت پلهای حرارتی هیچگونه منعی در استفاده از عایق بیرونی برای این کاربری ها وجود ندارد.

^۲ منظور از مساحت جداره نورگذر تنها بخش شفاف جداره است و پروفیل در و پنجره جزو این مساحت محسوب نمی شود.

^۳ Curtain Wall

بازدهی انرژی ساختمان به روش تجویزی در سطح مورد نظر مبحث امکان پذیر نیست و باید طراحی با استفاده از روش شبیه سازی انجام شود.

ت) مقدار ضریب بهره خورشیدی جداره های نورگذر^۱ SHGC باید کمتر از اعداد مندرج در جدول ۱-۴-۲-۱۹ باشد.

ث) لایه مانع عبور پرتوهای فرو سرخ خورشید نباید در سمت داخلی لایه شیشه متصل به فضای کنترل شده قرار داده شود.

ج) بخش نورگذر درهای دارای شیشه باید منطبق با جدول ۱-۵-۲-۱۹ و بخش غیر نورگذر آن منطبق با جدول ۱-۵-۱۹ باشد.

جدول ۱-۵-۲-۱۹- الزامات پوسته خارجی نورگذر به روش تجویزی برای اقلیم های مختلف

5B, 5C	4A, 4B	3A, 3B	2A, 2B	0B, 1B	
حد اقل ضریب مقاومت حرارتی (R-Value (m ² .k/W)					
0.49	0.49	0.42	0.39	0.35	ثابت
0.39	0.39	0.33	0.29	0.28	متحرک
0.28	0.28	0.26	0.23	0.21	درب ورودی
حد اکثر ضریب بهره خورشیدی SHGC					سطح سایه گیر (PF)
0.38	0.36	0.30	0.25	0.23	کمتر از ۲۰٪
0.46	0.43	0.36	0.30	0.28	بین ۲۰٪ تا ۵۰٪
0.61	0.58	0.48	0.40	0.37	بین ۵۰٪ تا ۷۰٪
0.73	0.69	0.58	0.48	0.44	بیشتر از ۷۰٪
نورگیر سقفی					
0.35	0.35	0.32	0.27	0.25	حد اقل ضریب مقاومت حرارتی R-Value (m ² .k/W)
0.40	0.40	0.30	0.30	0.30	حد اکثر ضریب بهره خورشیدی

PF^۲ نسبت عمق فرونشستگی پنجره از نمای بیرونی ساختمان به ارتفاع پنجره است.

^۱ SHGC (Sun Heat Gain Coefficient)

^۲ Projection Factor (PF)

چ) در مورد نسبت سطح سایه‌گیر جداره نورگذر (PF) علاوه بر فرونشستگی پنجره از نما، سایه‌بان‌ها افقی و عمودی بیرون زده از نما نیز قابل قبول است. همچنین مقدار متوسط درصد سایه‌گیر جداره نورگذر بین ساعت ۱۰ تا ۱۴ روز اعتدال بهاری یا پاییزی به عنوان این نسبت در نظر گرفته می‌شود.

ح) در اقلیم‌های ۰ و ۱ میزان عبور نور مرئی VLT^1 باید حداقل ۵۰٪ و در سایر اقلیم‌های حداقل ۶۰٪ باشد.

خ) طراحان و ناظران مکلف هستند تا در گزارشات طراحی و نظارت خود، علاوه بر اعلام تعداد لایه‌ها، ضخامت و ضریب بهره خورشیدی آنها بر حسب میلی‌متر، ضریب مقاومت حرارتی و ضریب بهره خورشیدی هر کدام از مصالح انتخابی را بر اساس تاییدیه رسمی صادر شده از سوی مراجع ذیصلاح پیوست نمایند. در صورت عدم ثبت تاییدیه رسمی، لایه یا ماده بدون تاییدیه رسمی، در فرآیند کنترل طرح و بازرسی، از محاسبات حذف خواهد شد.

د) سنجش موارد الزامی پوسته نورگذر مانند نسبت ضرایب عبور و بازتاب پرتوهای مرئی و مادون قرمز جداره‌های شفاف، در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت با استفاده از دستگاه‌های سنجش معتبر و روش‌های غیرمخرب انجام خواهد شد.

ز) در صورت عدم دستیابی پوسته خارجی نورگذر به الزامات مورد نظر این بخش، امکان دستیابی به رده انرژی D حتی در صورت رعایت تمامی موارد دیگر این مبحث، وجود نخواهد داشت.

همانطور که پیش‌تر بیان گردید، به منظور اطمینان از نتایج حاصل از الزامات روش تجویزی، محدوده مشخصی از متغیرهای مختلف در نظر گرفته شده‌است. این محدودیت به هیچ عنوان به معنای ایجاد محدودیت در استفاده از سایر راه‌حل‌ها و یا راهکارهای خلاقانه بخصوص روش‌های معمارانه مانند استفاده از سایه‌بان‌ها، تهویه طبیعی، راهکارهای غیرفعال نمی‌باشد. در صورتی که طراح معماری و یا تاسیسات مکانیکی و الکتریکی هر گونه طرح نوآورانه‌ای را مورد نظر داشته باشد، می‌تواند با استفاده

¹ Visual Light Transmittance (VLT)

از روش شبیه‌سازی و انجام محاسبات و تحلیل نتایج حاصل از آن‌ها، راهکارهای مورد نظر خود در معماری و سامانه‌های انرژی را در طراحی بکار گیرد.

۱۹-۵-۳- هوابندی^۱ و نشت هوا^۲

عدم هوابندی مناسب باعث هدررفت قابل توجه هوای تهویه شده داخل و در نتیجه، افزایش مصرف انرژی ساختمان می‌شود.

الف) برای دستیابی به رده انرژی D رعایت تمامی موارد مربوط به هوابندی پوسته خارجی الزامی است.

ب) هوابندی در تمام پوسته خارجی ساختمان باید بصورت پیوسته صورت گرفته و در محل اتصال اجزایی مانند دیوار، سقف، کف، المان‌های سازه‌ای، در و پنجره نباید هیچ انقطاعی در هوابندی وجود داشته باشد.

پ) در مورد دریچه‌های پیش‌بینی شده در مباحث مرتبط با تجهیزات گازسوز داخل ساختمان، مانند مبحث ۱۴ و ۱۷، رعایت ضوابط آن مباحث، الزامی است. (تعیین تکلیف تست نشت هوا برای این ساختمان‌ها)

ت) تمامی جزئیات اجرایی نقاط اتصال و نحوه هوابندی اجزای منقطع سازه‌ای و غیر سازه‌ای اعم از دیوار، سقف، کف، تیر، ستون، دیوار برشی، دال سقف، در و پنجره‌های ثابت و متحرک باید به همراه نقشه‌های معماری ارائه شوند.

ث) تمامی درهای ورودی پیاده رو ساختمان که مابین فضای خارج و فضای تهویه شده داخلی قرار دارند، باید دارای دو در، با فضای میانی جهت ایجاد قفل هوایی^۳ باشند. بطوریکه قبل از باز شدن در متصل به فضای کنترل‌شده داخل، در متصل به فضای بیرون، بوسیله در بند خودکار برقی یا مکانیکی کاملاً بسته شده باشد.

^۱ Air Tightness

^۲ Infiltration/ Exfiltration

^۳ Air Lock

ج) تمامی باراندازهایی که مابین فضای خارج و فضای تهویه شده داخلی قرار دارند، باید دارای فضایی متصل به ساختمان و بزرگتر از وسیله حمل بار (وانت، کامیون، چرخ دستی و) باشند تا قفل هوایی ایجاد شود، بطوریکه قبل از باز شدن در متصل به فضای کنترل شده داخل، در متصل به هوای فضای بیرون کاملاً بسته شده باشد.

چ) میزان نشت هوا به داخل و خارج ساختمان، تحت اختلاف فشار مثبت یا منفی ۷۵ پاسکال بین فضای داخل و خارج باید کمتر از $\frac{2}{3}$ لیتر بر ثانیه بازای هر مترمربع ($2.38 \text{ L/s} \times \text{m}^2$) پوسته خارجی باشد.

ح) برای ساختمان‌های با نسبت نورگذر به پوسته بیش از ۵۰٪ میزان نشت هوا به داخل و خارج ساختمان تحت اختلاف فشار مثبت یا منفی ۷۵ پاسکال بین فضای داخل و خارج باید کمتر از $\frac{1}{8}$ لیتر بر ثانیه بازای هر مترمربع ($1.8 \text{ L/s} \times \text{m}^2$) پوسته خارجی باشد.

خ) در ساختمان‌های دارای بیش از ۹ طبقه روی سطح زمین (با احتساب همکف) با نسبت جداره نورگذر به پوسته بیش از ۷۰٪ میزان نشت هوا به داخل و خارج ساختمان در طبقات دهم و بالاتر از آن، تحت اختلاف فشار مثبت یا منفی ۱۵۰ پاسکال بین فضای داخل و خارج باید کمتر از $\frac{1}{27}$ لیتر بر ثانیه بازای هر مترمربع ($1.27 \text{ L/s} \times \text{m}^2$) پوسته خارجی باشد.

د) در ساختمان‌های دارای بیش از ۱۵ طبقه روی سطح زمین (با احتساب همکف) با نسبت جداره نورگذر به پوسته بیش از ۷۰٪ میزان نشت هوا به داخل و خارج ساختمان در طبقات شانزده و بالاتر از آن، تحت اختلاف فشار مثبت یا منفی ۳۰۰ پاسکال بین فضای داخل و خارج باید کمتر از $\frac{2}{54}$ لیتر بر ثانیه بازای هر مترمربع ($2.54 \text{ L/s} \times \text{m}^2$) پوسته خارجی باشد.

ذ) برای تایید میزان نشست هوا از پوسته خارجی در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان کار، باید حداقل یک آزمایش نشت هوا با ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع از سطح پوسته خارجی در هر نما با انتخاب تصادفی و با ایجاد اتاقک موقت در محل و به همراه تصویر برداری مادون قرمز و آزمایش نفوذ دود انجام شود.

ر) حداکثر نرخ تعویض هوای کل ساختمان تحت اختلاف فشار مثبت یا منفی ۷۵ پاسکال باید کمتر از ۲ بار تعویض هوا در ساعت^۱ (2 ac/h) باشد.

ز) برای تایید میزان نشت هوای کل ساختمان در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان کار، باید حداقل یک آزمایش نشت هوا به ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع از مساحت تهویه شونده در کاربری‌های غیرمسکونی و حداقل یک آزمایش به ازای هر ۱۰ واحد مسکونی با انتخاب تصادفی و با استفاده از درب دمنده^۲ و ایزوله کردن بخش مورد تست به همراه تصویربرداری مادون قرمز و آزمایش نفوذ دود انجام شود.

ژ) در صورت عدم دستیابی به نتایج لازم در هر یک از آزمایشات نشت هوای پوسته خارجی و کل ساختمان، پس از رفع ایرادات، آزمایشات مجدد باید به تعداد حداقل دو برابر تعداد نقاط با نتایج غیرقابل قبول (شامل مکان آزمایش اول) انجام شود. این روند باید تا دستیابی همه آزمایشات به حد مورد نظر ادامه یابد.

س) به دلیل نیاز به ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، دامنه الزام ساختمان‌ها انجام آزمایشات نشت هوای پوسته خارجی و کل ساختمان، طبق جدول ۱۹-۲-۴ به مرور افزایش خواهد یافت.

ش) تمامی نقاط پوسته داخلی و یا خارجی ساختمان که جهت قرارگیری و نصب تجهیزات مانند تابلوهای برق، تابلوهای آتش‌نشانی، قوطی‌های برق و غیره، تراشیده، بریده، شکسته و سوراخ شده‌اند و یا به هر شکل آسیب دیده‌اند، محل‌های اتصال دیوارهای جداکننده داخلی و خارجی به ستون، تیر و زیر سقف بخصوص در دال‌های مجوف، عرشه فولادی و سایر موارد، باید هوابندی شوند.

ص) سقف‌های کاذب و حفره‌های موجود در آنها مانند محل قرارگیری چراغ‌های توکار، سنسورهای دود و حریق و سایر موارد، باید هوابندی شوند.

ض) دیوارهای مشترک بین واحدهای مستقل یک ساختمان، باید هوابندی شوند.

^۱ Air Change per Hour (ACH)

^۲ Blower Door

ط) در صورت عدم دستیابی نتایج هوابندی ساختمان به الزامات مورد نظر این بخش امکان دستیابی به رده D حتی در صورت رعایت تمامی مواد دیگر مبحث وجود ندارد.

۱۹-۵-۲- تاسیسات مکانیکی

هدف اصلی این بخش دستیابی به میزان مورد نظر بازدهی کلی سامانه سرمایش، گرمایش و تهویه^۱ است بنابراین، الزامات، تنها محدود به مقدار ضریب عملکرد^۲ تجهیزات نبوده و معیارهای دیگری مانند نسبت بازدهی انرژی^۳، شاخص بازدهی انرژی^۴، نسبت بازدهی یکپارچه انرژی^۵، نسبت بازدهی انرژی فصلی^۶، شاخص عملکرد فصلی گرمایش^۷، کارایی در بار کامل^۸، کارایی یکپارچه در بار نسبی^۹، بهره وری سوخت سالیانه^{۱۰}، حداقل بازدهی گزارش شده^{۱۱}، حداقل بازدهی گزارش شده یکپارچه فصلی^{۱۲}، بازدهی عملکرد یکپارچه فصلی^{۱۳} نیز در تدوین الزامات مورد توجه قرار گرفته است.

الف) رعایت تمامی موارد این بخش در مورد تمامی سامانه‌ها و تجهیزات مکانیکی ساختمان از جمله سرمایش، گرمایش، تهویه مطبوع^{۱۴}، آبگرم مصرفی^{۱۵} الزامی است. در صورت وجود تناقض و یا اختلاف میان الزامات این مبحث با مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان (تاسیسات مکانیکی)، رعایت الزامات این مبحث در اولویت است.

ب) مقررات این بخش در مورد ساختمان‌هایی که بطور کامل مستقل از شبکه^{۱۶} سراسری برق و گاز بوده و امکان اتصال به شبکه در آینده در آن‌ها وجود نداشته باشد الزامی نیست. این ساختمان‌ها در

¹ HVAC TSPR (Total System Performance Ratio)

² COP (Coefficient of Performance)

³ EER (Energy Efficiency Ratio)

⁴ EEI (Energy Efficiency Index)

⁵ IEER (Integrated Energy Efficiency Ratio)

⁶ SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)

⁷ HSPF (Heating Seasonal Performance Factor)

⁸ FLV (Full Load Value)

⁹ IPLV (Integrated Partial Load Value)

¹⁰ AFUE (Annual Fuel Utilization Efficiency)

¹¹ MRE (Minimum Reporting Efficiency)

¹² ISMRE (Integrated Seasonal Minimum Reporting Efficiency)

¹³ ISCOP (Integrated Seasonal Coefficient of Performance)

¹⁴ HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning)

¹⁵ DHW (Domestic Hot Water)

¹⁶ Off Grid

هیچ شرایطی نباید از منابع سوخت تجدید ناپذیر بصورت مسقیم و غیر مستقیم (گازوئیل، باتری خانه و ...) استفاده کنند و تمام انرژی مورد نیاز آنها باید فقط از منابع تجدیدپذیر تامین شود.

۱۹-۵-۱- تولید و بازیافت

الف) محاسبه میزان بارهای سرمایش و گرمایش باید بر اساس الزامات مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان انجام شود.

ب) در تمامی ساختمان‌های غیر مسکونی با مساحت تهویه شونده بیش از ۳۰۰۰ مترمربع در تمام اقلیم‌ها استفاده از تاسیسات سرمایش و گرمایش مرکزی الزامی است.

پ) در تمامی ساختمان‌های مسکونی دارای بیش از ۳۰ واحد یا مساحت تهویه شونده بیش از ۳۰۰۰ مترمربع در تمام اقلیم‌ها استفاده از تاسیسات سرمایش و گرمایش مرکزی الزامی است.

ث) در محاسبه بارهای سرمایش و گرمایش باید میزان انرژی حاصل از سامانه بازیافت انرژی^۱ محاسبه شده و از بار کل کسر گردد.

ج) در محاسبه حداکثر بار سرمایش و گرمایش باید اینرسی حرارتی^۲ جرم داخلی ساختمان (شامل پوسته مجاور فضای کنترل شده اعم از دیوار، سقف، کف، تجهیزات و مبلمان) محاسبه و از حداکثر بار اولیه کسر گردد.

چ) حداکثر ظرفیت تولید همزمان تمامی دستگاه‌های سرمایش و گرمایش نباید از میزان ظرفیت حرارتی اولیه، پس از کسر بازیافت انرژی و ظرفیت جرم حرارتی و تجهیزات داخلی بیشتر باشد.

ح) در صورت استفاده از سامانه‌های ذخیره انرژی حرارتی^۳ مانند بانک یخ^۴، توان کل تولید سرمایش و گرمایش ساختمان باید پس از کسر ظرفیت حرارتی این سامانه‌ها محاسبه گردد.

^۱ Heat Recovery

^۲ Thermal Inertia

^۳ TES (Thermal Energy Storage)

^۴ Ice Bank

خ) در محاسبه ظرفیت و نحوه تولید و کنترل سرمایش و گرمایش، علاوه بر وضعیت بار کامل^۱ باید شرایط کنترل، میزان تولید و توزیع در حالت های بار جزئی^۲ برای وضعیت های ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ بار کل، بطور مستقل محاسبه شده و شرایط بار جزئی این حالات مانند ساختمان های جداگانه در دفترچه محاسبات به طور کامل شرح داده شود.

د) در بخش هایی از ساختمان که به دلیل نوع فعالیت بدون وقفه تحت بار کامل قرار دارند (مانند دیتا سنترها) در صورت دارا بودن سامانه سرمایش و گرمایش کاملاً مستقل از سایر بخش ها، انجام محاسبات بار جزئی الزامی نمی باشد.

ذ) با توجه به اطلاعات اقلیمی محل ساختمان، باید ساعات بدون نیاز به سرمایش و گرمایش تعیین شده و بر این اساس بارهای جزئی بین فصلی با استفاده از سامانه تزریق هوای تازه مستقیم^۳ محاسبه و از بار کلی یا جزئی آن ساعات کسر گردد. در حداکثر ساعات ممکن باید از سامانه هوای تازه مستقیم استفاده شود.

ر) در طراحی سامانه های سرمایش، حداقل دمای تنظیمی داخل باید ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود.

ز) در طراحی سامانه های گرمایش، حداکثر دمای تنظیمی داخل باید ۲۱ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود.

ژ) اعمال هرگونه ضریب اصلاحی افزایشی به ظرفیت طراحی سامانه های سرمایش و گرمایش مطلقاً ممنوع است.

س) در صورت استفاده از چند چیلر، بویلر یا مبدل حرارتی بصورت همزمان، محاسبه اولویت شروع به کار، تنظیم ظرفیت، نقطه بهینه ورود و خروج هر دستگاه و سناریوی کنترل ورود و خروج باید در دفترچه محاسبات به جزئیات بیان گردد.

^۱ Full Load

^۲ Partial Load

^۳ Free Cooling

ش) در انتخاب تعداد بهینه چیلر و بویلر باید محاسبات نقطه بهینه مصرف بر اساس سناریوی انفرادی و یا جمعیتی و ورود و خروج، محاسبه و در دفترچه محاسبات درج شود.

ص) استفاده از انواع چیلرهای جذبی تک اثره تنها در صورتی مجاز است که برای تامین حرارت مورد نیاز از منبعی غیر از شبکه سراسری گاز یا برق (مانند آبگرمکن خورشیدی، آبگرم حاصل از CHP و ...) استفاده شود.

ذ) بر اساس مبحث ۱۷ مقررات ملی ساختمان (سامانه گاز طبیعی در ساختمان) که برای ساختمان‌های تجاری بالای ۶۰ متر پیش‌بینی گرمایش متمرکز به جهت گرمایش الزامی می‌باشد، طراحی و استفاده از اسپیلت جهت گرمایش بعلت مصرف برق بالا و باز و بسته شدن زیاد درهای ساختمان‌های تجاری ممنوع بوده و تعبیه اتاقکی جهت قرارگیری سامانه‌های گرمایشی مرکزی در نقشه‌های معماری الزامی می‌باشد.

ع) اختلاف دمای آب رفت و برگشت (ΔT) در چیلرها نباید از ۶/۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

غ) اختلاف دمای آب رفت و برگشت (ΔT) در بویلرها نباید از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

ف) طراحی و نصب بخش بازیافت حرارت^۱ با قابلیت بازیافت حداقل ۷۰٪ از حرارت حاصل از گازهای احتراق بر روی دودکش بویلرهای با ظرفیت بیش از ۳ میلیون Btu/h الزامی است.

ق) طراحی و نصب سامانه بازیافت حرارت برای دستگاه‌های هواساز^۲ با میزان هوای تازه بیش از ۷۰٪ یا با ظرفیت تامین هوای بیش از ۵۰۰۰ فوت مکعب بر دقیقه^۳ و یا اختلاف دمای بیش از ۵ درجه سانتیگراد میان هوای ورودی و خروجی الزامی است.

ک) سامانه بازیافت حرارت هواسازها باید حداقل قابلیت بازیافت ۵۰٪ از دمای هوای خروجی^۴ و انتقال آن به هوای تازه^۵ ورودی را دارا باشند.

^۱ Heat Recovery

^۲ AHU (Air Handling Unit)

^۳ CFM (Cubic Foot per Minute)

^۴ Exhaust Air

^۵ Fresh Air

گ) نصب سنسورهای سنجش گازهای گلخانه‌ای مانند دی اکسیدکربن، مونواکسیدکربن و گازهای سمی حاصل از احتراق بر روی خروجی دودکش بویلرهای با ظرفیت بیش از ۳ میلیون Btu/h الزامی است. الزامی است.

ل) نصب سایبان برای تمامی کندانسورهای کولرهای گازی و کولرهای آبی الزامی است.

م) در صورت نصب پکیج در فضای آزاد، باید دارای محفظه جداکننده عایق با ضخامت عایق حداقل ۱۳ میلی‌متر، جهت جلوگیری از هدر رفت گرما بوده و همچنین دارای دودکش دو جداره یا دودکش ساختمانی با قابلیت تامین هوا تنها به میزان مورد نیاز پکیج باشد.

ن) رعایت حداقل بازدهی لازم برای تجهیزات سرمایش و گرمایش مرکزی بر اساس مقادیر زیر الزامی است:

۱. حداقل بازده ترکیبی مجاز برای بویلر چگالشی با توان گرمایی ورودی نامی بیش از ۷۰ کیلووات ۹۲٪ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۴۷۶۳ است.
۲. حداقل بازده ترکیبی مجاز برای بویلر غیر چگالشی با توان گرمایی ورودی نامی بیش از ۷۰ کیلووات ، ۸۵٪ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۴۷۶۳ است.
۳. حداقل بازدهی حرارتی ناخالص مجاز برای دیگ بخار ۸۳٪ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۳۷۸۲ است.
۴. حداقل بازدهی حرارتی ناخالص مجاز برای دیگ بخار ری هیت دار ۸۶٪ باشد. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۳۷۸۲ است.
۵. حداقل بازدهی مجاز برای چیلر تراکمی هوا خنک، ضریب بازدهی COP ، ۳ است.
۶. حداقل بازدهی مجاز برای چیلر تراکمی آب‌خنک، ۵۷۶/۰ کیلووات به ازای هر تن تبرید و یا ضریب بازدهی COP ، ۶ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۲-۳۶۷۸ است.
۷. حداقل بازدهی مجاز برای چیلر جذبی دو اثره بر مبنای COP ، ۱/۲ باشد.
۸. برای تولید همزمان حرارت و برق CHP (یا تولید همزمان برودت، حرارت و برق CCHP) با سوخت فسیلی، حداقل بازدهی خالص حرارتی قابل قبول ۷۰٪ و حداقل بازدهی حرارتی ناخالص

- قابل قبول در شرایط متوسط دمای سالانه در محل نیروگاه ۸۰٪ است. این میزان بازدهی طبق استاندارد ملی ۱۳۳۷۵ تعیین شده است.
۹. حداقل بازدهی مجاز پمپ‌های گریز از مرکز، جریان مختلط و محوری، رده A طبق استاندارد ملی شماره ۲-۷۸۱۷ است.
۱۰. حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای تک‌فاز تک‌سرعت با توان بالاتر از ۱۲۰ وات، رده C یا IE2 طبق اصلاحیه a2 استاندارد ملی شماره ۱-۱-۳۰-۳۷۷۲ است.
۱۱. حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای تک‌فاز چندسرعت با توان بالاتر از ۱۲۰ وات، رده A یا IE4 طبق اصلاحیه a2 استاندارد ملی شماره ۱-۱-۳۰-۳۷۷۲ است.
۱۲. حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای سه فاز تک‌سرعت با توان بیش از ۱۲۰ وات و کمتر از ۱۰۰۰ کیلووات (بغیر از ۷۵ تا ۲۰۰ کیلووات) رده B یا IE3 طبق اصلاحیه a2 استاندارد ملی شماره ۱-۱-۳۰-۳۷۷۲ است.
۱۳. حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای سه فاز تک‌سرعت با توان بین ۷۵ تا ۲۰۰ کیلووات) رده A یا IE4 طبق اصلاحیه a2 استاندارد ملی شماره ۱-۱-۳۰-۳۷۷۲ است.
۱۴. حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای سرعت متغیر رده A یا IE4 طبق استاندارد ملی شماره ۳۷۷۲-۳۰-۱-۲ است.
۱۵. حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای سرعت متغیر بدون جاروبک^۱ رده A یا IE5 طبق استاندارد ملی شماره ۳-۱-۳۰-۳۷۷۲ است.
۱۶. حداقل بازدهی مجاز برج‌های خنک‌کن جریان متقابل و جریان متقاطع معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۰۶۳۵ است.
۱۷. حداقل بازدهی سامانه‌های هواساز رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۱۵۷۴ است.
۱۸. حداقل بازدهی مجاز برای فن‌کوئل رده انرژی A طبق استاندارد ملی ۱۰۶۳۶ است.

^۱ BLDC (Brushless Direct Current)

و) رعایت حداقل بازدهی لازم برای تجهیزات سرمایش و گرمایش غیر مرکزی بر اساس مقادیر زیر الزامی است:

۱. حداقل بازدهی مجاز برای آبگرمکن گازسوز مخزن دار ۷۰٪ است. این میزان بازدهی معادل رده C طبق استاندارد ملی شماره ۲-۱۸۲۸ است.
۲. حداقل بازدهی مجاز برای آبگرمکن گازسوز بدون مخزن (فوری) ۸۰٪ است. این میزان بازدهی معادل رده C طبق استاندارد ملی شماره ۲-۱۸۲۸ است.
۳. حداقل بازدهی مجاز برای پکیج گازی با توان نامی ورودی کمتر از ۷۰ کیلووات، ۸۰٪ است. این میزان بازدهی معادل رده C طبق استاندارد ملی شماره ۱۴۶۲۹ است.
۴. حداقل بازدهی مجاز برای پکیج چگالشی با توان نامی ورودی کمتر از ۷۰ کیلووات، ۹۰٪ است. این میزان بازدهی معادل رده A طبق استاندارد ملی شماره ۱۴۶۲۹ است.
- ۵.
۶. حداقل بازدهی مجاز برای بخاری گازسوز دودکش دار ۷۰٪ است. این میزان بازدهی معادل رده D طبق استاندارد ملی شماره ۲-۱۲۲۰ است.
۷. حداقل بازدهی مجاز برای بخاری برقی خانگی رده B طبق استاندارد ملی شماره ۲-۷۳۴۲ است.
۸. حداقل بازدهی مجاز برای بخاری گازسوز بدون دودکش ۸۵٪ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی C طبق استاندارد ملی شماره ۲-۷۲۶۸ است.^۱
۹. حداقل بازدهی مجاز بر مبنای برای آبگرمکن‌های برقی ۹۶٪ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی شماره ۲-۱۵۶۳ است.
۱۰. حداقل بازدهی مجاز برای فن‌های دمنده و مکند رده انرژی B طبق استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۴ است.
۱۱. حداقل بازدهی مجاز خنک‌کنندگی کولر آبی بر مبنای EEI^2 ، ۶۵ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی A+ طبق استاندارد ملی شماره ۲-۱۵۸۵۸ است.
۱۲. حداقل بازدهی مجاز کولرهای گازی بر مبنای $SEER^3$ ، ۹ است. این میزان بازدهی معادل رده A+++ طبق استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۸ است.

^۱ در ویرایش پنجم مبحث ۱۷ مقررات ملی ساختمان حداقل بازدهی بخاری گاز سوز بدون دودکش تا یکسال ۶۰٪ و بعد از یکسال ۷۰٪ ذکر شده‌است.

EEI (Energy Efficiency Index)^۲ SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)

^۳ SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)

۱۹-۵-۲- توزیع و کنترل

۱۹-۵-۲-۱- عایق کاری شبکه توزیع

الف) عایق کاری تمامی سطوح مخازن و لوله‌های آب سرد، آب گرم و بخار با رعایت معیارهای این بخش الزامی است.

ب) این عایق کاری‌ها در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت توسط روش‌های مختلف از جمله دوربین حرارتی مورد پایش قرار گرفته و تنها در صورت انجام صحیح برای حداقل ۹۵٪ از مساحت کل مخازن و لوله‌ها، قابل قبول خواهد بود.

پ) حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز برای عایق‌های مخازن و لوله‌های آب گرم و بخار ۰/۶ وات بر مترمربع درجه کلونین ($0.6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) است.

ت) حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز برای عایق‌های مخازن و لوله‌های آب سرد ۰/۷ وات بر مترمربع درجه کلونین ($0.7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) است.

ث) عایق کاری کل مسیر سامانه سرمایش و گرمایش، آبگرم مصرفی مرکزی باید به گونه‌ای انجام شود که هدررفت دما از محل تولید تا مصرف در سامانه سرمایش کمتر از ۶ درجه سانتیگراد و در سامانه گرمایش کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد.

ج) عایق کاری تمامی کانال‌های هوای سرد و گرم رفت و برگشت الزامی است. این عایق کاری‌ها در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت توسط روش‌های مختلف از جمله دوربین حرارتی مورد پایش قرار خواهد گرفت و عایق کاری تنها در صورت انجام صحیح برای حداقل ۹۵٪ از مساحت کل مخازن و لوله‌ها، قابل قبول خواهد بود.

چ) حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز برای کانال‌های هوای گرم و سرد برابر با ۰/۵ وات بر مترمربع درجه کلونین ($0.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) است.

ح) در بخش‌هایی از تاسیسات مکانیکی که در معرض لرزش و یا در داخل فضاهای تهویه شده ساختمان قرار دارند، استفاده از مواد و مصالح عایقی که میزان تولید ذرات آلاینده آنها در فضای داخلی ساختمان بیش‌تر از حد مجاز^۱ باشد (مانند پشم‌های معدنی و عایق‌های دارای الیاف کوتاه) ممنوع است.

۱۹-۵-۲-۲-۲- کنترل تاسیسات

الف) در ساختمان‌های غیر مسکونی با مساحت بیش از ۵۰۰۰ مترمربع و ساختمان‌های مسکونی با مساحت بیش از ۳۰۰۰ مترمربع و یا بیش از ۵ طبقه مسکونی، سامانه سرمایش و گرمایش باید بگونه‌ای طراحی شود که بخش‌ها و یا واحدهای مختلف ساختمان که زمان بهره‌برداری یکسان ندارند، قابلیت تفکیک کامل از سایر بخش‌ها و سامانه مرکزی را داشته باشند. این تفکیک باید به گونه‌ای باشد که ورود هوای تازه^۲ و خروج هوا^۳ از آن بخش و همچنین ورود و خروج و گردش آب در سامانه سرمایش و گرمایش آن بخش، بدون ایجاد اختلال در سایر بخش‌ها کاملاً قابل کنترل و بطور مستقل قابل قطع کردن باشد.

ب) سامانه گرمایش و سرمایش باید قابلیت کنترل شروع به کار و توقف بر اساس دمای هوای بیرون ساختمان را داشته باشد.

پ) سامانه گرمایش مرکزی با ظرفیت بار کامل باید تنها در صورتی راه‌اندازی شود که دمای هوای بیرون ساختمان کمتر از ۱۶ درجه سانتیگراد باشد.

ت) سامانه مرکزی تاسیسات مکانیکی باید با استفاده از روش‌های مداربندی و تجهیزات کنترلی به گونه‌ای طراحی شود تا در صورتیکه، کوچکترین بخش مستقل ساختمان، برای هر مدت نامحدود به تنهایی در حال فعالیت باشد، سرمایش، گرمایش، هوای تازه و آبگرم صرفاً به میزان نیاز آن بخش تولید و توزیع گردد.

^۱ طبق استانداردهای سازمان بهداشت جهانی WHO، میزان ذرات معلق با اندازه کمتر از ۲/۵ میکرون نباید از ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب ذرات معلق با اندازه کمتر از ۱۰ میکرون نباید از ۲۰ میکروگرم بر مترمکعب بیشتر باشد. در استاندارد ملی ۱۲۰۵۸ به ارزیابی و اندازه‌گیری آلاینده‌ها و ذرات در محیط‌های مسکونی و اداری پرداخته شده‌است.

^۲ Fresh Air Supply

^۳ Exhaust Air

ث) در ساختمان‌های دارای سامانه مرکزی سرمایش و گرمایش واقع در اقلیم‌های غیر تک فصل، مانند اقلیم‌های ۲، ۳ و ۴ که در طول سال، هر دو سامانه سرمایش و گرمایش مورد نیاز است، باید مدارهای توزیع آبگرم و آبسرد سامانه‌های سرمایش و گرمایش بصورت جداگانه طراحی، محاسبه و تعیین سائز شوند.

ج) در ساختمان‌های دارای سامانه مرکزی سرمایش و گرمایش واقع در اقلیم‌های تک فصل، مانند اقلیم‌های ۰، ۱ و ۵ نیز که به هر دلیل در طول سال، هر دو سامانه سرمایش و گرمایش مورد نیاز است، باید مدارهای توزیع آبگرم و آبسرد سامانه‌های سرمایش و گرمایش بصورت جداگانه طراحی، محاسبه و تعیین سائز شوند. در این ساختمان‌ها استفاده از یک سامانه توزیع سرمایش و گرمایش و شیرهای تغییر فصل^۱ ممنوع است.

چ) در ساختمان‌هایی که دارای دو سامانه مجزای توزیع آب سرمایش و گرمایش مجزا هستند، تمامی هواسازها و فن‌کویل‌ها، باید دارای دو کویل مجزا برای سرمایش و گرمایش (چهارلوله) باشند.

ح) در صورت حضور کاربر، دمای تنظیمی اتاق برای سامانه‌های سرمایش نباید کم‌تر از ۲۵ درجه سانتیگراد باشد.

خ) در صورت حضور کاربر، حداکثر دمای تنظیمی اتاق برای سامانه‌های گرمایش نباید بیش‌تر ۲۱ درجه سانتیگراد باشد.

د) در فضاهایی از ساختمان که حضور کاربر بطور منقطع است، در ساعات بعد از حضور کاربر، حداقل دمای تنظیمی در زمان کارکرد سامانه‌های سرمایش نباید کم‌تر ۲۹ درجه سانتیگراد باشد.^۲

ذ) در فضاهایی از ساختمان که حضور کاربر بطور منقطع است، در ساعات بعد از حضور کاربر، حداکثر دمای تنظیمی سامانه‌های گرمایش نباید بیش‌تر از ۱۳ درجه سانتیگراد باشد.^۳

^۱ Change Over

^۲ Cooling Setback Point

^۳ Heating Setback Point

ر) در ساختمان‌هایی که برنامه مشخص و تکرار شونده حضور و عدم حضور کاربران در آنها وجود دارد (مانند ساختمان‌های اداری) باید دمای تنظیمی برای زمان عدم حضور تا قبل از حضور کاربران به تدریج به دمای حضور رسانده شود. سناریوی بهینه مربوط به مدت زمان تغییر دما باید توسط طراح تاسیسات، بهینه‌یابی و در سامانه مدیریت ساختمان برنامه‌ریزی شود. این برنامه باید قابلیت بهینه شدن توسط یادگیری از خود^۱ و یا یادگیری ماشین^۲ به مرور زمان را داشته باشد.

ز) در تمامی سامانه‌های مرکزی توزیع سرمایش، گرمایش، آبگرم مصرفی (بغیر از مدار اولیه سامانه‌های اولیه و ثانویه^۳) استفاده از پمپ‌های دور ثابت با توان بیش از ۱/۵ کیلو وات در مدار سرمایش و پمپ‌های دور ثابت با توان بیش از ۳ کیلووات در مدار گرمایش ممنوع است. تمامی پمپ‌های با توان بیش از حدود فوق باید دارای سامانه کنترل سرعت و درایو فرکانس متغیر^۴ تحت شبکه و فرمان پذیر باشند. تمامی پمپ‌های فوق علاوه بر تجهیزات کنترل سرعت باید مجهز به راه انداز نرم^۵ باشند.

ژ) انتخاب پمپ‌ها باید بگونه‌ای باشد تا در صورتیکه کوچکترین بخش مستقل ساختمان، برای هر مدت نا محدودی به تنهایی در حال فعالیت باشد، سرمایش، گرمایش و آبگرم صرفا به میزان نیاز آن بخش تامین شود.

س) مدارهای سرمایش، گرمایش و آبگرم مصرفی تمامی طبقات ساختمان و همچنین بخش‌های مستقل در هر طبقه (همچنین فضاهای مختلف هر بخش که دارای زمان بهره‌برداری یکسان نیستند) و مشاعات، باید مجهز به شیر کنترلی^۶ (دوراهه^۷ به سه‌راهه^۸) با عملگر^۹ باز و بسته^{۱۰} و یا تدریجی^{۱۱} تحت شبکه باشند.

¹ Self-Learning

² Machine Learning

³ Primary-Secondary

⁴ VFD (Variable Frequency Drive)

⁵ Soft Starter

⁶ Control Valve

⁷ Two Port

⁸ Three Port

⁹ Actuator

¹⁰ On-Off

¹¹ Modulating

ش) مدارهای سرمایش، گرمایش و آبگرم مصرفی تمامی طبقات ساختمان و همچنین بخش‌های مستقلی که توسط یک پمپ مستقل تغذیه می‌شوند، باید مجهز به سنسور سنجش اختلاف فشار^۱ تحت شبکه باشند تا امکان تغییر دور پمپ بر اثر افزایش یا کاهش اختلاف فشار ممکن باشد.

ص) در تمامی نقاط بحرانی بخش آبی^۲ سامانه‌های سرمایش و گرمایش و آبگرم مصرفی که بدلیل فشار بالا، امکان عبور جریان بیش از میزان طرح^۳ و یا ایجاد مدار کوتاه^۴ وجود دارد، لازم است تا با طراحی و نصب شیرهای کنترلی مستقل از فشار^۵، حداکثر جریان آب عبوری کنترل شود.

ض) اختلاف دمای آب رفت و برگشت (ΔT) در کویل‌های تمامی هواسازها و فن‌کویل‌ها نباید کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد.

ط) اختلاف دمای هوای رفت و برگشت (ΔT) در تمامی هواسازها نباید کمتر از ۸ درجه سانتیگراد باشد.

ظ) در نقاطی که تاثیر عملکرد پمپ‌های دور متغیر در جریان جزئی^۶ و یا جریان کمتر از حد تعیین شده در طراحی^۷ در مدارهای اصلی باعث ایجاد عدم امکان کنترل میزان آب عبوری از شیرهای کنترلی مستقل از فشار شود، استفاده از ترکیب شیرهای کنترلی ساده^۸ یا عملگر تدریجی^۹ و جریان سنج مافوق صوت^{۱۰} تحت شبکه متصل به کنترل‌گر دیجیتال مستقیم^{۱۱} بجای شیرهای کنترلی مستقل از فشار الزامی می‌باشد.

¹ Differential Pressure Sensor

² Water Side

³ Over Flow

⁴ Short Circuit

⁵ PICV (Pressure Independent Control Valve)

⁶ Partial Flow

⁷ Design Flow

⁸ Ball Valve

⁹ Modulating Actuator

¹⁰ Ultrasonic Flow Meter

¹¹ DDC (Digital Direct Controller)

ع) هر یک از فن‌کویل‌ها باید بصورت جداگانه دارای شیر کنترلی دوراچه با عملکرد باز و بسته و یا تدریجی و تحت شبکه باشند بطوریکه در صورت دریافت فرمان خاموش شدن فن‌کویل، شیر کنترل آن نیز بسته شده و از عبور جریان از درون کویل جلوگیری شود.

غ) در انتخاب تمامی شیرهای کنترلی، استفاده از شیرهای کنترلی پیش فرض بسته^۱ توصیه می‌شود.

ف) در صورت استفاده از رادیاتور، علاوه بر شیرکنترلی ورودی هر واحد، هر یک از رادیاتورها باید بصورت جداگانه مجهز به شیر ترموستاتیک باشند.

ق) استفاده از فن‌های تسمه‌دار در تمامی تجهیزات ترکیبی هوا و آب از جمله هوا سازها و فن‌کویل‌ها، کولرهای آبی و همچنین سامانه‌های تمام هوا مانند سامانه‌های حجم هوای متغیر^۲ ممنوع است. تمامی فن‌ها باید از نوع دور متغیر و فرمان پذیر EC-DC^۳ یا BLDC^۴ بوده و قابلیت کنترل پیوسته دور فن بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد را با استفاده از سیگنال ۱ تا ۱۰ ولت DC داشته باشند.

ک) در سامانه‌های هوایی مانند هواسازها و یا سامانه‌های حجم هوای متغیر، تمامی خروجی‌ها باید مجهز به جعبه جریان هوای متغیر^۵ دارای دمپر موتوری تحت، سنسور دمای هوای عبوری، سنسور میزان جریان هوا و کویل گرمایش مجدد^۶ باشد.

گ) فضاهای مستقل هر واحد باید مجهز به کنترل گر اتاق^۷، دارای قابلیت تنظیم دما، سنسور دمای اتاق و سنسور دی اکسیدکربن باشد تا بخش آبی^۸ و بخش هوایی^۹ بر اساس نیاز لحظه‌ای، قابل کنترل و برنامه‌ریزی جداگانه و در عین حال ارسال و دریافت پیام تحت شبکه باشند.

^۱ Normally Close

^۲ VAV (Variable Air Volume)

^۳ EC/DC (Electronically Commutation Direct Current)

^۴ BLDC (Brushless Direct Current)

^۵ VAV Box

^۶ Reheat Coil

^۷ Room Controller

^۸ Water Side

^۹ Air Side

ل) در ساختمان‌های عمومی دارای فضاهای پیوسته^۱ و یا فضاهای عمومی ساختمان‌های تجاری، هر بخشی که دارای رفتار متفاوت است، باید بصورت جداگانه مجهز به کنترل گر اتاق دارای قابلیت تنظیم دما، سنسور دمای اتاق، سنسور دی اکسیدکربن باشد. در این فضاها باید امکان غیرفعال کردن تنظیم دما و دور فن بصورت موضعی و محدود کردن به کنترل مرکزی وجود داشته باشد.

م) طراحی سامانه توزیع سرمایش، گرمایش و هوای تازه باید به گونه‌ای انجام شود که سرما و گرما و هوای تازه تنها برای منطقه مورد نیاز و به میزان مورد نیاز تا رسیدن به حد آسایش تامین شود.

ن) در هیچ یک از ساعات دوره بهره‌برداری در کل سال، دمای هیچ یک از نقاط ساختمان باید بالاتر از دمای تنظیم شده برای سامانه گرمایش^۲ و یا کمتر از دمای تنظیم شده برای سامانه سرمایش^۳ باشد. برای این منظور باید طراحی مدارهای توزیع سرمایش، گرمایش و هوای تازه علاوه بر هفته سرد و هفته گرم طرح، بر اساس رفتار پوسته ساختمان و پروفیل‌های دمایی درون ساختمان بدون در نظر گرفتن هر گونه سامانه تاسیسات مکانیکی در تمام ساعات روزهای انقلاب تابستانی و زمستانی، اعتدال بهاری و پاییزی انجام گیرد تا حداکثر امکان توزیع موضعی و کنترل شده گرما و سرما و هوای تازه در طراحی و اجرا لحاظ شود.

۱۹-۵-۲-۳- هوای تازه

الف) در تمامی بخش‌های هر ساختمان که سامانه هوای تازه در آن طراحی شده است، میزان ورود هوای تازه تنها به میزانی مجاز است که مقدار دی اکسیدکربن موجود در هوا بیش‌تر از سطح مجاز طرح کنترل شود. لذا ورود هوای تازه به هر فضایی بدون اتصال به کنترل گر مجهز به سنسور دی اکسیدکربن تحت شبکه ممنوع است.

ب) ورود هوای تازه به فضایی که تحت اشغال کاربر نبوده و یا میزان دی اکسید کربن آن کمتر از حد مجاز است بجز در موارد اضطراری ممنوع است.

^۱ Open Space

^۲ Over Heat

^۳ Over Cool

پ) در سامانه‌های سرمایش و گرمایش تمام هوای تابشی مانند عرشه حرارتی^۱، لازم است تا در هر فضا برای تامین هوای تازه مورد نیاز و یا سرمایش و گرمایش ناگهانی در زمان وقوع بیش‌ترین تراکم کاربران، دریچه‌های تزریق هوا با ظرفیت کافی و مجهز به دمپر موتوری و سنسور دی اکسیدکربن طراحی و اجرا شود.

ت) کانال‌های توزیع هوای تازه باید مجهز به سنسورهای تغییر فشار باشند تا در صورت کاهش هوای خروجی از دریچه‌ها، میزان افزایش فشار را حس کرده و با ارسال میزان افزایش فشار، به کنترل‌گر هواساز، دور فن هواساز و به تبع آن میزان آب عبوری از کوئل هواساز تا رسیدن به نقطه بهینه کاهش یابد.

ث) کنترل‌گرهای تمامی دستگاه‌های تامین و توزیع هوای تازه و خروج هوا از ساختمان باید با سامانه اعلام و اطفاء حریق بصورت یکپارچه متصل باشند. در صورت بروز حریق یا شرایط اضطراری، فرمان سامانه حریق اولویت داشته و تمامی تاسیسات باید تا پایان شرایط اضطراری، تحت فرمان سامانه اعلام و اطفاء حریق قرار گیرند.

ج) هر بخش مستقل ساختمان باید مجهز به کنترل‌گرهای مستقیم دیجیتال^۲ باشد تا قابلیت ایزوله کردن سامانه هوایی آن بخش در صورت عدم استفاده را بطور کامل دارا باشد.

۱۹-۵-۲-۴- سامانه پایش و مدیریت ساختمان

الف) در تمامی تجهیزات تولید سرمایش و گرمایش مرکزی مانند چیلر، بویلر و غیره، نصب سنسور دمای تحت شبکه بر روی هر دو لوله رفت و برگشت و همچنین نصب جریان سنج مافوق صوت^۳ تحت شبکه بر روی لوله برگشت الزامی می‌باشد.

ب) در تمامی تجهیزات مرکزی تبدیل و انتقال سرما و گرما بین دو سیال یکسان یا دو سیال غیریکسان مانند مبدل حرارتی آبگرم مصرفی، برج‌های خنک‌کن آب‌خنک و هوا خنک، هواسازها و سایر موارد

^۱ Thermo Deck

^۲ DDC (Digital Direct Controller)

^۳ Ultrasonic Flow Meter

نصب سنسور دمای تحت شبکه بر روی لوله‌های رفت و برگشت و همچنین نصب جریان سنج مافوق صوت تحت شبکه بر روی لوله‌های برگشت الزامی است.

پ) در تمامی هواسازها نصب سنسور دمای آب رفت و برگشت و همچنین جریان سنج مافوق صوت تحت شبکه بر روی لوله برگشت هر دو کوئل سرمایش و گرمایش الزامی است.

ت) تمامی جریان سنج های مافوق صوت می‌بایست بر روی مدار برگشت و قبل از شیر کنترلی نصب شوند بغیر از شرایطی که محل بهینه نصب توسط طراح بر روی مدار رفت و یا بعد از شیر کنترلی تعیین شده باشد.

ث) تمامی جریان سنج های مافوق صوت در سامانه‌های سرمایش و گرمایش باید دارای حداقل دقت اندازه‌گیری جریان جزئی R100 باشند.

ج) تمامی جریان سنج های مافوق صوت در سامانه‌های آبگرم و آب سرد مصرفی باید دارای حداقل دقت اندازه‌گیری جریان جزئی R250 باشند.

چ) در ساختمان‌های عمومی با مساحت بیش از ۱۰.۰۰۰ مترمربع و ساختمان‌های مسکونی با مساحت بیش از ۵.۰۰۰ مترمربع و یا بیش از ۹ طبقه، استفاده از سامانه مدیریت ساختمان^۱ و همچنین سامانه مدیریت انرژی ساختمان^۲ الزامی می‌باشد.

ح) در ساختمان‌های با تاسیسات مرکزی، نصب سنسورهای اندازه‌گیری دما، رطوبت، باد، تابش مستقیم و غیرمستقیم خورشید در خارج ساختمان و اتصال آن به سامانه کنترل مرکزی الزامی است.

خ) تمامی تجهیزات و سنسورهای این بخش، باید به سامانه مدیریت ساختمان متصل بوده و قابلیت مشاهده و کنترل تمامی آنها از طریق این سامانه ایجاد شده باشد.

^۱ BMS (Building Management System)

^۲ EMS (Energy Management System)

د) سامانه مدیریت ساختمان^۱، باید قابلیت ارسال تمامی اطلاعات به درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها، مستقر در ساختمان را دارا باشد. نحوه اتصال به سامانه واپایش در فصل ۷ توضیح داده شده است.

ذ) طراحی، نصب و راه‌اندازی کامل سامانه واپایش و زیرپایش برق، گاز، آب و انرژی مصرفی سامانه سرمایش و گرمایش برای هر واحد مجزا، بخش مستقل، مشاعات ساختمان و تجهیزات بارز مصرف‌کننده انرژی الزامی است.

ر) تجهیزات بارز ساختمان مانند چیلر، بویلر، پمپ، هواساز، برج خنک‌کن و، تجهیزاتی هستند که بیش از ۱۰٪ از کل مصرف انرژی ساختمان را در یک لحظه بخود اختصاص می‌دهند.

ز) جانمایی و ارائه جزئیات اجرایی تمامی تجهیزات کنترلی الزامی این بخش، در نقشه‌های تاسیسات مکانیکی الزامی است.

ژ) در صورت نیاز ساختمان به ایستگاه اختصاصی گاز، جانمایی و جزئیات اجرایی ایستگاه اختصاصی برای تایید نقشه‌های تاسیسات، الزامی است.

س) ارائه دیاگرام تک‌خطی جریان انرژی^۲ (برق، گاز، گازوئیل، تجدیدپذیر، باتری‌خانه و) و آب مربوط به تاسیسات مکانیکی به همراه جانمایی نقاط قرارگیری تجهیزات واپایش و زیرپایش هر بخش مستقل و یا تجهیزات بارز برای تایید نقشه‌های تاسیسات مکانیکی الزامی است.

ش) جزئیات مربوط به سامانه واپایش و زیرپایش و کنترل یکپارچه تاسیسات ساختمان در فصل ششم شرح داده شده است و اجرای تمامی موارد فصل ششم در هر دو روش تجویزی و شبیه‌سازی انرژی الزامی است.

^۱ Building Management System (BMS)

^۲ Energy Flow Single Line Diagram

ص) در ساختمان‌هایی که الزام به استفاده از موتورخانه مرکزی در این مبحث را ندارند در صورت انتخاب موتورخانه مرکزی تنها نصب سامانه کنترل هوشمند موتورخانه الزامی است و نصب سایر تجهیزات کنترل و بازیافت حرارت الزامی نمی‌باشد.

ذ) سامانه کنترل هوشمند موتورخانه باید قابلیت اندازه‌گیری دمای هوای بیرون ساختمان، دمای آب رفت و برگشت بویلر، دمای آب رفت و برگشت مبدل حرارتی آبگرم و صدور فرمان خاموش و روشن برای مشعل‌ها و پمپ‌ها را بر اساس منطق برنامه‌نویسی شده و ایجاد ارتباط میان ورودی‌ها و خروجی‌ها را در یک دستگاه داشته باشد.

۱۹-۵-۳- تاسیسات الکتریکی

قسمت‌هایی از تاسیسات الکتریکی که مرتبط با کاربران بوده و طراحی مناسب و کنترل آنها منجر به مدیریت بهینه مصرف انرژی در ساختمان می‌شود، در این بخش مورد توجه قرار گرفته‌است. یکی از این موارد سامانه‌های کنترلی و مدارهای فرمان مربوط به تاسیسات مکانیکی است. با وجود اینکه بسیاری از موارد مطرح شده در بخش توزیع و کنترل تاسیسات مکانیکی در دسته‌بندی تاسیسات گروه تاسیسات مکانیکی قرار می‌گیرند، اما سامانه‌های برق رسانی و مدارهای کنترلی آنها بخشی غیر قابل تفکیک از تاسیسات الکتریکی هستند.

الف) باید پیش از شروع به طراحی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، مهندسین برق و تاسیسات، در جلسات مشترک، بخش‌های دارای هم‌پوشانی در تاسیسات مکانیکی و الکتریکی را بخصوص در بخش برق‌رسانی و کنترل تاسیسات مکانیکی، با همفکری و همکاری یکدیگر و بصورت بهینه مشترکاً طراحی و نقشه‌های اجرایی آنها را بصورت یکپارچه و هماهنگ با یکدیگر تهیه نمایند.

ب) ارائه دیاگرام تک‌خطی جریان انرژی^۱ (برق، گاز، گازوئیل، تجدیدپذیر، باتری‌خانه و ...) مربوط به تاسیسات الکتریکی با جانمایی نقاط قرارگیری تجهیزات پایش و زیرپایش هر بخش یا واحد مجزا، مستقل، مشاعات و یا تجهیزات بارز برای تایید نقشه‌های تاسیسات الکتریکی الزامی است.

¹ Energy Flow Single Line Diagram

۱۹-۵-۱- شبکه انتقال و توزیع

الف) در ساختمان‌های با انشعاب دیماندی که نیازمند پست اختصاصی هستند، جانمایی پست اختصاصی با رعایت الزامات شرکت برق منطقه‌ای و ملاحظات مربوط به مرکز ثقل بار الزامی است. جانمایی تمامی پست‌های اختصاصی باید در پلان‌ها و مقاطع معماری، با اندازه گذاری دقیق مشخص شده باشد.

ب) تهویه اتاق ترانسفورماتور مطابق جدول ابعاد اصلی اتاق ترانسفورماتور مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان الزامی است.

پ) برای ساختمان‌های با مساحت بیش از ۵۰۰۰ مترمربع، باید محاسبات مقایسه باسداکت و کابل در دفترچه محاسبات طرح تاسیسات الکتریکی ارائه گردد و طرح بهینه تعیین و اجرا گردد.

ت) برای ساختمان‌های غیرمسکونی، باید نوع چراغ‌های روشنایی عمومی در طرح معماری مشخص و محاسبات روشنایی آن در دفترچه محاسبات ارائه گردد و نصب چراغ‌ها و فواصل آن طبق طرح بهینه، اجرا گردد.

ث) در صورت طراحی موازی، مولدهای برق اضطراری باید سنکرون شده و به تناسب مقدار بار اضطراری وارد مدار شوند.

ج) در موتورهای برقی، میزان عدم تعادل ولتاژ در فازها، باید کمتر از ۱٪ باشد. لذا ارائه جزئیات محاسبه و کنترل عدم تعادل ولتاژ در نقشه‌های تاسیسات برقی الزامی است.

چ) در فن‌ها، بازده کل در نقطه طراحی کارکردی باید در فاصله حداکثر ۱۵٪ از نقطه حداکثر کارایی کل فن باشد.

ح) حداقل راندمان دستگاه‌های برق بی وقفه (UPS) نوع استاتیک ۹۰٪ باشد.

خ) در کابین آسانسور، نسبت میزان روشنایی (بغیر از روشنایی صفحات نمایش و علامت‌های هشدار دهنده) به توان مصرفی باید بیش از ۳۵ لومن بر وات باشد.

د) در آسانسورهایی که مجهز دارای سامانه تهویه یکپارچه نیستند، میزان مصرف فن تهویه کابین باید کمتر از 0.33 cfm /۳۳ وات بر فوت مکعب باشد.

ذ) در صورتیکه مدت زمان توقف یا عدم اشغال آسانسور بیش از ۱۵ دقیقه باشد، باید سامانه روشنایی و تهویه داخل کابین بطور خودکار خاموش شود.

ر) پله‌های برقی و کف‌های متحرک افقی باید دارای سامانه درایو ولتاژ متغیر^۱ باشند تا در زمان کم باری با تغییر ولتاژ و کاهش سرعت حرکت، میزان مصرف انرژی را تا حداکثر ممکن کاهش دهند.

ز) پله‌های برقی باید دارای سامانه بازیافت انرژی الکتریکی در زمان مقاومت در کاهش سرعت مزاد در جهت حرکت به سمت پایین باشند.

ژ) در ساختمان‌های با انشعاب دیماندی، با توجه به انواع مصرف‌کنندگان ساختمان، طراحی بانک خازن برای به حداقل رساندن توان راکتیو الزامی است. بانک خازن باید بطور کامل طراحی و اجرا شده و پیش از اتصال به شبکه سراسری توسط بازرس دارای صلاحیت، مورد آزمایش و تایید قرار گیرد.

س) توان راکتیو باید کمتر از 40% توان ظاهری باشد و ضریب توان باید بیشتر از 0.9 باشد.

ش) با توجه به بحران ناترازی برق بخصوص در تابستان، طراحی و اجرای بانک باطری بر اساس محدودیت شبکه سراسری برق و به میزان مورد نیاز قله‌تراشی^۲ در اوج بار در ساختمان‌های با انشعاب برق دیماندی می‌بایست انجام شود.

ط) افت ولتاژ کلی ساختمان باید کمتر از 5% باشد. لذا ارائه جزئیات محاسبه و کنترل افت ولتاژ در نقشه‌های تاسیسات برقی الزامی است.

ظ) برای انجام تمامی سیم‌کشی‌ها تا مقطع ۱۰ میلی مترمربع، استفاده از سیم تک‌مفتولی الزامی است. در صورت استفاده از سیم‌های افشان، سرسیم‌ها جهت اتصال به تمامی ترمینال‌ها، کلیدها، پریزها و

^۱ VVD (Variable Voltage Drive)

^۲ Peak Shaving

تجهیزات، یکپارچه‌سازی سیم‌ها با استفاده از لحیم‌کاری و یا سرسیم مشترک، الزامی است. (ر.ک. بخش ۱۳-۷-۳-۱۴ مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۵)

ع) تمامی موتورهای برقی با توان نامی بیش از ۳ کیلو وات به غیر از موتورهای مدار اولیه سامانه‌های اولیه و ثانویه، باید مجهز به درایو فرکانس متغیر^۱ و همچنین سامانه راه‌انداز نرم^۲ باشند.

غ) عدم تعادل ولتاژ در تمامی الکتروموتورها باید به زیر ۱٪ محدود شود.

ف) در طراحی ایستگاه شارژ خودرو برقی^۳، در نظر گرفتن 6.2 kVA (30A at 208/240V) به عنوان حداقل بازدهی شارژ، برای هر دستگاه شارژر برقی الزامی است.

ق) حداقل ظرفیت مدار برقی هر ایستگاه شارژ خودرو برقی باید 8.3kVA (40A at 208/240V) در نظر گرفته شود.

ک) در تمامی ساختمان‌ها، باید زیر ساخت لازم برای نصب حداقل یک دستگاه ایستگاه شارژ خودرو برقی طراحی و اجرا شود.

گ) در ساختمان‌های غیر مسکونی با بیش از ۲۰ واحد پارکینگ، باید حداقل ۲۰٪ از کل واحدهای پارکینگ در هر طبقه، دارای ایستگاه شارژ خودرو برقی باشند.

ل) در ساختمان‌های مسکونی با بیش از ۱۰ واحد پارکینگ، باید حداقل ۱۰٪ از کل واحدهای پارکینگ در هر طبقه، دارای ایستگاه شارژ خودرو برقی باشند.

۱۹-۵-۳-۲- روش‌نمایی طبیعی و مصنوعی

الف) تامین میزان روشنایی تعیین شده برای فضاهای مختلف طبق اعداد مندرج در مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان توسط نور طبیعی برای حداقل درصدی از مساحت مفید فضاهای کاربردی هر ساختمان،

^۱ VFD (Variable Frequency Drive)

^۲ Soft Starter

^۳ EV (Electric Vehicle)

ب) بغیر از فضاهایی مانند راهروهای بدون اتصال به پوسته خارجی نورگذر، سرویس‌های بهداشتی، انباری و سایر فضاهایی که دسترسی به نور طبیعی ندارند الزامی است.

پ) برای سنجش میزان روشنایی حاصل از نور طبیعی مورد نیاز، از معیار کفایت نور روز^۱ استفاده شده است. این معیار بیان کننده آن است که چه درصدی از مساحت سطح کار ساختمان، در چه درصدی از ساعات کاری روز، توسط نور طبیعی به میزان روشنایی مورد نیاز آن فضا رسیده است.

ت) درصد تحت پوشش نور طبیعی بر اساس میانگین ساعات کاری سال در روزهای اعتدال بهاری یا پاییزی محاسبه می‌شود.

ث) مساحت سطوحی که تحت تابش مستقیم نور خورشید و یا دارای بیش از ۱۰۰۰ لوکس روشنایی هستند به دلیل ایجاد خیرگی، از مساحت تحت پوشش نور طبیعی کسر خواهد شد.

ج) در جدول ۱۹-۵-۳-۲-۱ حداقل درصد الزامی مساحت کفایت نور روز برای کاربری‌های مختلف درج شده است.

جدول ۱۹-۵-۳-۲-۱- حداقل نسبت مساحت کفایت نور روز در کاربری‌های مختلف

کاربری	حداقل مساحت مستقل نور طبیعی (LDA)
اداری کوچک تر از ۲۰۰۰ مترمربع	20%
اداری بزرگتر از ۲۰۰۰ مترمربع	40%
تجاری کوچک تر از ۲۰۰۰ مترمربع	10%
تجاری بزرگ تر از ۲۰۰۰ مترمربع	60%
آموزشی	45%
انبار، سوله صنعتی	50%
مسکونی، درمانی، هتل، خوابگاه	-

چ) کاربری‌های با بهره‌برداری پیوسته مانند مسکونی، بیمارستان، هتل و سایر کاربری‌های مشابه، قابلیت محاسبه بر مبنای شاخص کفایت نور طبیعی را دارا نیستند، لذا در این کاربری‌ها، تامین روشنایی مورد نیاز تعیین شده در مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان برای حداقل ۴۰٪ از مساحت

¹ DLA (Daylight Autonomy)

سطح فضاهای کاربردی با استفاده از نور طبیعی ، برای تمامی فضاهای ساختمان، بغیر از راهروهای بدون اتصال به پوسته خارجی و سرویس‌های بهداشتی الزامی است.

ح) درصد تحت پوشش نور طبیعی باید بر اساس میانگین ساعات روز (از طلوع تا غروب خورشید) در روزهای اعتدال بهاری و پاییزی و انقلاب زمستانی و تابستانی محاسبه شود.

خ) در صورت بهره‌برداری حداکثری از نور طبیعی نیز، کماکان بخشی از مساحت فضاهای کاربردی ساختمان میزان نور طبیعی کم‌تر از حد مورد نیاز، دریافت می‌کنند. فضاهای بسته بدون اتصال به جداره خارجی ساختمان نیز کاملاً از نور طبیعی بی بهره بوده و روشنایی آنها باید با سامانه روشنایی مصنوعی تامین شود.

د) طراحی سامانه روشنایی مصنوعی با ایجاد حداکثر قابلیت انطباق با نور طبیعی موجود، به منظور کاهش مصرف انرژی در سامانه روشنایی مصنوعی الزامی است.

ذ) در طراحی سامانه روشنایی مصنوعی ابتدا باید هر فضا را بدون در نظر گرفتن نور روز و برای ساعات شب طراحی نمود. در این روش باید انتخاب نوع و جانمایی منابع روشنایی به شکلی انجام شود تا با حداقل توان مصرفی سامانه روشنایی مصنوعی، میزان نور مورد نیاز در سطوح کار ایجاد شود.

ر) ضریب یکنواختی توزیع نور مصنوعی در فضاهای مختلف (نسبت روشنایی پرنورترین یا کم‌نورترین نقطه هر فضا با متوسط میزان روشنایی) باید بیش تر از اعداد مندرج در جدول زیر باشد.

جدول ۱۹-۲-۲-۳-۵-۲- حداقل میزان یکنواختی قابل قبول نور مصنوعی ($U = E_{\max} (E_{\min}) / E_{\text{avg}}$)

کاربری (فضا)	حداقل ضریب یکنواختی
پارکینگ	۰/۴
راهروها و فضاهای عمومی	۰/۵
اداری و فضاهای کار	۰/۷
کلاس‌های درس	۰/۷
فضاهای عمومی و بستری بیمارستان‌ها	۰/۶
آزمایشگاه و فضاهای فعالیت‌های دقیق	۰/۸
فضاهای ورزشی	۰/۶

ز) درصد مساحت دارای میزان روشنایی بیش از حد طرح باید کم‌تر از ۱۰٪ مساحت کل هر فضا باشد.

ژ) در طراحی روشنایی مصنوعی ساختمان‌های غیر مسکونی، باید میزان روشنایی طبیعی ساعات مختلف روزهای مختلف اعتدال و انقلاب سالانه محاسبه شده و برای تامین کسر روشنایی هر ساعت، سامانه روشنایی جداگانه ای طراحی شود. در نهایت، باید از برهم کنش تمامی طرح های ساعات مختلف روزهای مذکور، طرح بهینه روشنایی مصنوعی هر فضا بهینه‌یابی شود.

س) استفاده از الگوهای بهینه‌سازی چند مولفه ای^۱ بر اساس الگوریتم‌های ژنتیک^۲، برای دستیابی به طرح بهینه روشنایی مصنوعی توصیه می‌شود.

۱۹-۳-۵-۳- سامانه مدیریت روشنایی^۳

الف) پس از تکمیل طرح بهینه روشنایی مصنوعی هر فضا، رعایت نکات زیر برای طراحی و استفاده از سامانه کنترلی بهینه بهره‌برداری از نور روز^۴ الزامی است.

ب) جانمایی و نصب سنسور تشخیص حضور^۵ تحت شبکه با قابلیت پوشش تمامی نقاط هر فضا بخصوص ورودی ها و خروجی ها با دقت بالا الزامی است.

پ) در فضاهای دارای نور طبیعی، طراحی و نصب سنسورهای اندازه‌گیری نور^۶ با قابلیت کالیبراسیون چند نقطه‌ای با قابلیت تعمیم نتایج به تمامی نقاط، الزامی است.

ت) در فضاهای عمومی ساختمان‌های عمومی، استفاده از منابع روشنایی با قابلیت تنظیم شدت روشنایی^۷ الزامی است.

ث) در تمامی فضاهای عمومی ساختمان‌های عمومی، کلیه منابع روشنایی باید مجهز به بالاست الکترونیکی با قابلیت آدرس‌پذیری دیجیتال^۸ باشند، تا امکان کنترل میزان روشنایی هر کدام بصورت مستقل وجود داشته باشد.

^۱ Multi-objective Optimization

^۲ Genetic Algorithm

^۳ Lighting Management System (LMS)

^۴ Daylight Harvesting

^۵ Motion Detection (Occupation Detection)

^۶ Lux Meter

^۷ Dimmable

^۸ DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

ج) در صورت عدم استفاده از بالاست های آدرس پذیر دیجیتالی، باید انشعاب تامین برق سرخط هر یک از منابع روشنایی بصورت مستقل از تابلو توزیع انجام شود.

چ) هر یک از سرخطها باید دارای کلید قطع کن و یا کاهنده روشنایی تحت شبکه باشند تا با دریافت فرمان عدم حضور و یا در صورت وجود نور طبیعی، میزان روشنایی مصنوعی را کاهش داده و یا سامانه روشنایی مصنوعی را به طور کامل خاموش نمایند.

ح) در فضاهای بدون روشنایی طبیعی مانند راهروها و سرویس های بهداشتی، باید دو مدار جداگانه روشنایی بگونه ای طراحی شوند تا با روشن شدن هر دو مدار، میزان نور در سطح مورد نظر مبحث ۱۳ تامین شود و در صورت تشخیص عدم حضور توسط سنسور، فرمان لازم صادر شده و با خاموش شدن روشنایی یکی از مدارها، روشنایی، تنها به میزان مورد نیاز برای کارکرد دوربین های نظارتی تامین شود. در این حالت باید با اولین تشخیص حرکت یا حضور کاربر، هر دو مدار روشن شده و روشنایی به میزان حداکثر طرح بازگردانده شود.

خ) در صورت استفاده از لامپ های با قابل تغییر شدت روشنایی، می توان تمام آنها را بر روی یک خط تغذیه جریان برق قرار داده و در زمان عدم حضور، روشنایی همه آنها را تا رسیدن به سطح مورد نیاز کارکرد دوربین های نظارتی کاهش داد.

د) بازدهی لامپ های LED نباید کمتر از ۸۰ لومن بر وات باشد.

ذ) بازدهی بالاست لامپ های فلورسنت و LED باید بیش تر از ۹۰٪ باشد.

ر) در پیوست ۸ مبحث، حداکثر توان روشنایی مجاز سامانه روشنایی مصنوعی داخل ساختمان، بر مبنای وات بر مترمربع برای کاربری های اصلی، بر اساس مصرف انرژی کل سامانه روشنایی ساختمان و همچنین به تفکیک فضاهای مختلف ساختمان و حداکثر توان سامانه روشنایی مصنوعی خارج از ساختمان ارائه شده است.

ز) سامانه روشنایی مصنوعی بیرون ساختمان باید مجهز به سنسور سنجش روشنایی نور روز و برنامه زمان بندی تمام روزهای سال باشد تا بصورت خودکار و فقط در ساعات مورد نیاز روشنایی محوطه و نمای بیرونی ساختمان را تامین نماید.

۱۹-۵-۴- انرژی‌های تجدیدپذیر

الف) تمامی ساختمان‌های با انشعاب غیر دیماندی باید حداقل ۶ وات به ازای هر مترمربع مساحت کل ساختمان انرژی تجدید پذیر تولید نمایند. ساختمان‌های با انشعاب دیماندی ۱۰ درصد از کل انرژی مصرفی سالانه خود، انرژی تجدید پذیر تولید نمایند.

این میزان از سال دوم الزام ویرایش پنجم مبحث ۱۹ برای ساختمان‌های با انشعاب غیر دیماندی ۸ وات به ازای هر مترمربع مساحت کل و برای ساختمان‌های با انشعاب دیماندی به حداقل ۱۵ درصد کل انرژی مصرفی سالانه افزایش خواهد یافت.

این میزان از سال سوم الزام ویرایش پنجم مبحث ۱۹ برای ساختمان‌های با انشعاب غیر دیماندی ۱۰ وات به ازای هر مترمربع مساحت کل و برای ساختمان‌های با انشعاب دیماندی به حداقل ۲۰ درصد کل انرژی مصرفی سالانه افزایش خواهد یافت.

ب) در صورتیکه با راه‌اندازی کامل سامانه‌های تولید برق بادی و خورشیدی، آبگرم کن خورشیدی، سامانه‌های زمین گرمایی در محل ساختمان، امکان تامین میزان الزامی انرژی تجدید پذیر ممکن نباشد، باید در مورد مابه التفاوت انرژی تولیدی توسط ساختمان و مقدار الزامی تولید انرژی تجدیدپذیر، بصورت هزینه احداث نیروگاه تجدید پذیر و به عنوان عوارض ساخت، طبق دستورالعمل ابلاغی مقام قانونی مسئول عمل شود.

ت) طراحی و نصب ذخیره‌ساز انرژی به اندازه حداقل ۲۵ درصد توان نامی تجهیزات تولید انرژی تجدیدپذیر نصب شده در ساختمان الزامی است.

ث) در طراحی، محاسبه، اجرا و بهره‌برداری از سامانه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر رعایت موارد ایمنی به منظور محافظت از جان و سلامت افراد و جلوگیری از بروز هرگونه حادثه از قبیل حریق، برق گرفتگی و باید اکیدا مورد توجه قرار گرفته شود.

۱۹-۵-۵- سامانه‌های پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان

الف) نصب سامانه‌های پایش و زیرپایش برای هر واحد یا بخش مستقل ساختمان و مشاعات برای اندازه‌گیری برخط مصرف برق، گاز، آب، آبگرم مصرفی در تمامی ساختمان‌ها و آبگرم، سرمایش و گرمایش و تجهیزات بارز مانند چیلرها، بویلرها، پمپ‌ها و یا هر مصرف کننده‌ای که بیش از ۱۰ درصد از مصرف لحظه‌ای ساختمان را بخود اختصاص می‌دهد در ساختمان‌های با سرمایش، گرمایش و یا آبگرم مرکزی الزامی است.

ب) تمامی سامانه‌های پایش و زیرپایش باید به درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها متصل شده و قابلیت مشاهده برخط توسط کاربران و مدیریت ساختمان با دسترسی‌های تعریف شده را داشته باشند.

پ) جزئیات مربوط به سامانه پایش و زیرپایش ساختمان در فصل ششم شرح داده شده‌است و اجرای تمامی موارد فصل ششم در هر دو روش تجویزی و شبیه‌سازی انرژی الزامی است.

۱۹-۵-۶- سامانه پایش و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان

الف) نصب سامانه پایش و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی در تمامی ساختمان‌ها دارای سامانه سرمایش، گرمایش و یا آبگرم مصرفی مرکزی الزامی است.

ب) این سامانه باید علاوه بر قابلیت‌های سامانه مدیریت ساختمان (BMS) و سامانه مدیریت انرژی ساختمان (EMS)، توانایی ارسال اطلاعات به درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها را بر اساس الزامات فصل شش این مبحث دارا باشد.

پ) نصب هر تجهیز و یا هر بخش از سامانه‌های تاسیسات مکانیکی و الکتریکی بدون اتصال و ارتباط با این سامانه ممنوع می‌باشد.

ت) تمامی نقشه‌های مربوط به این سامانه باید توسط مهندس طراح تاسیسات الکتریکی با همراهی و همفکری مهندس طراح تاسیسات مکانیکی تهیه شده و با تایید هر دو جهت دریافت پروانه ساخت ارائه شود.

ث) صدور پروانه ساخت بدون ارائه تمامی نقشه‌های و جزئیات مربوط به سامانه پایش و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی مجاز نمی‌باشد.

ج) جزئیات مربوط به سامانه پایش و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان در فصل ششم شرح داده شده‌است و اجرای تمامی موارد فصل ششم در هر دو روش تجویزی و شبیه‌سازی انرژی الزامی است.

۱۹-۶- روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان^۱

روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان (شبیه‌سازی) دومین روش قابل انتخاب بعنوان روش طراحی در ویرایش پنجم مبحث ۱۹ است. در انتخاب این روش، هیچ‌گونه محدودیتی از نظر کاربری، اقلیم، مساحت، تعداد طبقات، نسبت سطح نورگذر به پوسته خارجی و سایر موارد در نظر گرفته نشده‌است. به بیان دیگر طراح، مجاز است تا بین روش تجویزی و روش شبیه‌سازی هر یک را (بغیر از مواردی که طبق فصل چهارم استفاده از روش تجویزی غیر مجاز بیان شده‌است) انتخاب نماید.

الف) تفاوت روش شبیه‌سازی با روش تجویزی در معیارهایی است که در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت مورد ارزیابی بازرس دارای صلاحیت قرار خواهد گرفت. در روش تجویزی تمامی معیارها و حدود از پیش تعیین شده و برای ساختمان‌ها لازم الاجرا است اما در روش شبیه‌سازی اعداد و معیارهای مختلف مانند ضریب انتقال حرارتی دیوارها، ضریب بهره خورشیدی جداره‌های نورگذر، بازدهی سامانه‌های تاسیساتی و روشنایی وابسته به تصمیمات طراح است. هماهنگی طراح معماری و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی و استفاده از آن اطلاعات یکسان سازی شده و مشترک در این روش الزامی است.

ب) در تصمیمات طراحی، باید الزامات مربوط به حفظ جان و سلامتی و ایمنی افراد و همچنین استانداردهای اجباری مصالح و تجهیزات رعایت گردد.

پ) در روش شبیه‌سازی، طراح می‌تواند با بکارگیری هر ترکیبی از متغیرهای موجود در نرم‌افزار شبیه‌سازی که قابلیت اجرای آن وجود داشته باشد، میزان مصرف انرژی سالیانه به ازای هر مترمربع

¹ Building Energy Performance Simulation

ساختمان را به کم‌تر از حد تعیین شده در جدول ۱۹-۳-۱ برساند. در این روش، ملاک ارزیابی، نتایج و گزارشات میزان مصرف انرژی کل و تفکیکی سامانه‌ها بصورت سالانه، ماهانه و هفتگی حاصل از شبیه‌سازی است.

ت) بر اساس دستورالعمل مقام قانونی مسئول، آموزش‌های لازم توسط اشخاص دارای صلاحیت آموزش ویرایش پنجم مبحث ۱۹ به متقاضیان کسب صلاحیت شبیه‌سازی داده شده و پس از گذراندن دوره‌های آموزشی لازم و کسب حد نصاب قبولی در تمامی مراحل آزمون‌های کتبی، شفاهی، عملی، شبیه‌سازی و کالبراسیون نتایج، صلاحیت شبیه‌سازی انرژی ساختمان برای اشخاص حقیقی و حقوقی احراز خواهد شد.

ث) طرح مورد تایید طراح دارای صلاحیت شبیه‌سازی انرژی و گزارشات فنی و جزئیات آن، جایگزین اعداد و الزامات روش تجویزی برای ارزیابی دستگاه نظارت و مجری در طول ساخت خواهد بود. در صورت کسب حد نصاب ۹۰۰ امتیاز از سوی بازرسان دارای صلاحیت در بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت، رده انرژی ساختمان تعیین و گواهی رده انرژی ساختمان، صادر می‌شود.

ج) شبیه‌سازی انرژی در ساختمان باید تنها با نرم‌افزارهای مورد تایید مقام قانونی مسئول مرجع دارای صلاحیت انجام شود. نتایج نرم‌افزارهای دیگر با هر نوع موتور محاسباتی قابل قبول نخواهد بود.

چ) تنها نتایج و گزارشات شبیه‌سازی انجام شده توسط اشخاص دارای صلاحیت شبیه‌سازی انرژی که فرآیند آموزش، سنجش و احراز صلاحیت را به صورت کامل طی نموده‌اند، قابل قبول خواهد بود.

ح) در صورت اخذ پروانه ساختمانی بر اساس روش شبیه‌سازی، تمامی بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت بر اساس محاسبات و گزارشات شبیه‌سازی انجام خواهد شد و تغییر روش به تجویزی در هیچ یک از مراحل ساخت به هیچ عنوان امکان‌پذیر نمی‌باشد.

خ) رعایت تمامی موارد فصل ۷، موضوع سامانه پایش و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان برای تمام ساختمان‌هایی که به روش شبیه‌سازی طراحی می‌شوند الزامی است.

د) رعایت تمامی موارد تاسیسات مکانیکی و الکتریکی فصل ۴ مبحث، بغیر از مواردی که در نرم‌افزار شبیه‌سازی قابلیت تنظیم و تغییر دارند برای ساختمان‌هایی که به روش شبیه‌سازی طراحی می‌شوند الزامی است.

۱۹-۶-۱- نرم‌افزار های مورد تایید

نرم‌افزار شبیه‌سازی مورد استفاده باید صحت‌گذاری شده و مورد تأیید مقام قانونی مسئول باشد. تمامی مواد آموزشی و برنامه دوره های آموزش، سنجش و تایید صلاحیت اشخاص حقیقی و حقوقی برای شبیه‌سازی با این نرم‌افزار توسط مقام قانونی مسئول تدوین و ابلاغ خواهد شد.

۱۹-۶-۲- اقلیم محل ساختمان

یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین صحت نتایج شبیه‌سازی، فایل اقلیمی مورد استفاده در نرم‌افزار شبیه‌سازی است. فایل‌های اقلیمی مورد استفاده در نرم‌افزار شبیه‌سازی باید مورد تایید مرجع دارای صلاحیت قانونی باشد.

۱۹-۶-۳-۱- فایل های اقلیمی مورد تایید

فایل های اقلیمی باید بر اساس داده های قابل اطمینان دریافت شده از پایگاه های رسمی هواشناسی هر شهر تولید شده باشد. وجود هر گونه اشتباه یا تفاوت در داده‌های خام هواشناسی استفاده شده برای تولید فایل اقلیمی، می‌تواند منجر به ایجاد خطا یا انحراف در نتایج شبیه‌سازی گردد. به همین منظور تنها فایل های بارگذاری شده در پورتال مقام قانونی مسئول باید در روش شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گیرد.

۱۹-۶-۳-۱- تحلیل اقلیمی، راهکارهای فعال و غیرفعال

فایل های اقلیمی پیش از استفاده در شبیه‌سازی باید در جلسات مشترک تیم معماری و تاسیسات و بهره‌برداری مورد تحلیل و بررسی دقیق قرار گیرد. در بخش اول گزارش شبیه‌سازی، باید تحلیل‌های اقلیمی و تصمیمات اتخاذ شده در خصوص راهکارهای فعال و غیرفعال بر اساس محاسبات عددی

حاصل از نرم‌افزار تحلیل اقلیمی مورد تایید مقام قانونی مسئول تشریح و ما به‌ازای هر تصمیم در طراحی پوسته و تاسیسات بطور دقیق بیان شود.

از آنجا که در روش شبیه‌سازی، معیار سنجش دستیابی به رده انرژی، گزارش بر اساس خروجی‌های نرم‌افزار است، لازم است تمامی تاثیرات تصمیمات معماری و تاسیسات منطبق بر مبانی محاسباتی باشد تا ورودی‌های غیر واقعی و غیر قابل دستیابی در فرآیند شبیه‌سازی باعث ایجاد تغییرات غیر معتبر شدت مصرف انرژی ساختمان نگردد.

۱۹-۶-۳- فیزیک ساختمان

مشخصات وارد شده در بخش فیزیک ساختمان شامل اطلاعات مربوط به پوسته خارجی غیر نورگذر^۱ و نورگذر^۲، هوابندی و نشت هوا^۳ یکی دیگر از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در نتایج شبیه‌سازی است. از آنجا که معیار بازرسی‌های دوره‌ای و پایان ساخت در روش شبیه‌سازی، اطلاعات ورودی طراح می‌باشد، باید تمامی مستندات فنی مربوط به فیزیک ساختمان (از جمله مواد و مصالح) بصورت پیوست، همراه گزارشات شبیه‌سازی ارائه گردد.

الف) در روش شبیه‌سازی، استفاده از روش‌های نوآورانه و جزئیات متنوع، مانند استفاده از مصالح نوین با فناوری‌های خاص مانند مواد تغییر فاز دهنده^۴ در پوسته خارجی امکان پذیر است.

ب) در روش شبیه‌سازی، تنها از مواد و مصالحی می‌توان در پوسته خارجی استفاده نمود که مستندات لازم در مورد تست‌های انجام شده و تعیین پارامترهای فیزیکی آنها وجود داشته باشد. در صورت استفاده از مواد و مصالح بدون مستندات فنی از مراجع رسمی که مشخصات فیزیکی آنها را اثبات نماید، این مواد از محاسبات حذف و شبیه‌سازی بدون در نظر گرفتن آنها باید مجدداً انجام شود.

پ) در خصوص هوابندی و نرخ نشت هوا از پوسته ساختمان نیز، معیار بازرسی‌ها، اعداد درج شده توسط طراح در شبیه‌سازی خواهد بود. لذا باید اعدادی در شبیه‌سازی استفاده شوند که در آزمایش‌های

¹ Construction

² Opening

³ Air Tightness

⁴ PCM (Phase Changing Material)

دوره‌ای و پایان کار دستیابی به آنها امکان پذیر باشد. صدور گواهی بازرسی پایان ساخت منوط به رعایت تمامی اعداد لحاظ شده در محاسبات شبیه‌سازی خواهد بود. در غیر اینصورت انجام شبیه‌سازی مجدد بر اساس مشخصات چون ساخت و تعیین رده انرژی بر اساس واقعیت‌های اجرا شده الزامی خواهد بود و در صورت عدم دستیابی به حداقل رده مورد نیاز رده D مبحث، گواهی بازرسی پایان ساخت صادر نخواهد شد.

۱۹-۶-۴- فعالیت‌ها^۱

با توجه به اینکه تنظیمات بخش فعالیت‌های ساختمان نقش قابل توجهی بر میزان مصرف انرژی سالانه ساختمان خواهند داشت. الزامی است تا مقادیر بخش فعالیت در نرم‌افزار شبیه‌سازی دقیقاً منطبق با رفتار واقعی ساختمان تنظیم شود و ساعات و روزهای اشغال هر فضا در هفته و تعطیلات به‌دقت تعیین شود.

الف) دمای تنظیمی سامانه سرمایش^۲، گرمایش^۳، و میزان مصرف آبگرم مصرفی^۴ باید بر اساس اعداد مندرج در دفترچه محاسبات تاسیسات در نرم‌افزار وارد شود. همچنین دمای تنظیمی برای ساعات عدم حضور کاربر، سامانه سرمایش^۵ و گرمایش^۶، باید کاملاً منطبق با جزئیات طراحی تاسیسات، در نرم‌افزار شبیه‌سازی وارد شود.

ب) تعیین تعداد و نوع تجهیزات اداری و سایر لوازم مصرف‌کننده انرژی و همچنین میزان تولید گرما توسط آنها، باید بر اساس مستندات تجهیزات، انجام گرفته و تمامی مستندات مربوط به پیوست گزارشات شبیه‌سازی ارئه شود.

¹ Activity

² Cooling Set Point

³ Heating Set Point

⁴ DHW

⁵ Cooling Set Back Point

⁶ Heating Set Back Point

۱۹-۶-۵- تاسیسات مکانیکی

تاسیسات مکانیکی باید با جزئیات^۱ شبیه‌سازی شوند و استفاده از روش شبیه‌سازی ساده^۲ در تاسیسات مکانیکی بغیر از سامانه‌های سرمایشی تبخیری از جمله کولر آبی مجاز نیست.

در روش طراحی با جزئیات، باید تمامی تجهیزات دقیقاً منطبق با طراحی و مشخصات دستگاه‌ها به همراه مستندات آنها تعریف شوند. ملاک بازرسی دوره‌ای و پایانی ساختمان، عیناً تجهیزات بکار رفته در شبیه‌سازی است. در صورتیکه به هر دلیل تجهیزات استفاده شده مغایر با تجهیزات وارد شده در شبیه‌سازی باشد، باید شبیه‌سازی مجدداً بر اساس وضعیت چون ساخت حاصل از بازرسی توسط بازرس دارای صلاحیت انجام شده و رده انرژی پایان ساخت، بر این اساس تعیین شود و در صورت عدم دستیابی به رده انرژی D، گواهی بازرسی پایان ساخت صادر نخواهد شد.

۱۹-۶-۶- سامانه روشنایی^۳

در بخش سامانه روشنایی، باید کلیه مشخصات مربوط به روشنایی تمامی فضاها از جمله نوع منبع روشنایی، برنامه زمان‌بندی عملکرد سامانه روشنایی، بازدهی روشنایی و همچنین میزان تولید گرما توسط سامانه روشنایی بر اساس مستندات منبع روشنایی تعیین شود.

تعیین نوع سامانه کنترل روشنایی و همچنین روشنایی‌های موضعی و روشنایی خارجی ساختمان و نوع منبع و برنامه زمانی آنها نیز ضروری است.

۱۹-۶-۷- انرژی‌های تجدید پذیر

رعایت الزامات مربوط به انرژی‌های تجدید پذیر که در بخش ۱۹-۴-۴ در روش تجویزی بیان شده‌است، در روش شبیه‌سازی نیز الزامی است.

^۱ Detailed HVAC

^۲ Simple

^۳ Lighting

شبیه‌سازی تولید انرژی‌های تجدیدپذیر باید شامل تمامی منابع تجدیدپذیر از جمله سلول‌های خورشیدی اعم از فتوولتائیک، حرارتی و نیز توربین‌های بادی با ارائه تمامی جزئیات به همراه مستندات فنی و اجرایی باشد.

۱۹-۶-۸- تنظیمات موتور شبیه ساز مصرف انرژی

پس از وارد کردن تمامی ورودی‌ها و پارامترهای کلیه بخش‌های مختلف، باید تنظیمات لازم پیش از انجام محاسبات با استفاده از موتور شبیه ساز، انجام شود.

از جمله مهم‌ترین این تنظیمات، روز شروع و روز پایان انجام محاسبات شبیه‌سازی است. شبیه‌سازی باید در برگیرنده ۳۶۵ روز یک سال شمسی باشد.

تعیین زیر بازه‌های انجام محاسبات و تولید خروجی‌ها بر اساس فواصل ماهانه، روزانه، ساعتی و یا تقسیمات کوچک‌تر از ساعت، باید بنابر نیازهای مورد نظر گزارشات شبیه‌سازی، تنظیم گردد.

۱۹-۶-۹- گزارش شبیه‌سازی و پروفیل مصرف حامل‌های انرژی

پس از تکمیل فرآیند شبیه‌سازی، خروجی‌های متعددی توسط نرم‌افزار تولید خواهد شد. به منظور ایجاد امکان اعتبار سنجی در مورد نتایج روش شبیه‌سازی باید موارد زیر مورد توجه قرار گرفته و در تهیه گزارش لحاظ شود.

الف) شبیه‌سازی و تهیه گزارشات آن باید توسط شخص دارای صلاحیت شبیه‌سازی احراز شده توسط مقام قانونی مسئول انجام شده باشد.

ب) شبیه‌سازی باید با استفاده از نسخه‌های معتبر تعیین شده در مبحث تهیه شده باشد.

پ) شبیه‌سازی باید با استفاده از فایل‌های اقلیمی بارگذاری شده در پورتال رسمی مقام قانونی مسئول تهیه شده باشد.

ت) اعداد مصرف انرژی مندرج در گزارشات باید بر اساس انرژی نهایی^۱ تهیه شده و استفاده از اعداد انرژی اولیه^۲ ملاک عمل نمی‌باشد.

ث) درج شدت مصرف انرژی ساختمان به ازای فضای تهویه شونده و مساحت کل بنا بر حسب کیلووات‌ساعت بر مترمربع در سال در گزارشات الزامی است.

ج) علاوه بر میزان کل مصرف سالانه، ارائه جداول و پروفیل‌های مصرف سالانه و تفکیکی در پیک تابستان و زمستان بصورت مجزا الزامی است.

چ) تعیین میزان مصرف هر یک از حامل‌های سوخت، بر اساس واحد اندازه‌گیری متعارف (کیلو وات ساعت برای برق، متر مکعب برای گاز و لیتر برای گازوئیل) و همچنین مصرف تجمیعی آنها با اعمال ضرایب تبدیل بصورت سالانه، ماهانه و روزانه الزامی است.

ح) ارائه پروفیل مصرف حامل‌های انرژی بصورت تفکیکی در روزهای اوج بار تابستان و زمستان، الزامی است.

خ) ارائه پروفیل میزان مصرف برق، بصورت ساعتی برای تمام ساعات پیک تابستان الزامی است.

د) ارائه گزارشات پروفیل مصرف تفکیکی بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی بصورت سالانه، ماهانه و روزانه و در روزهای پیک بصورت ساعتی الزامی است.

¹ Final Energy (Site Energy)

² Primary Energy (Source Energy)

۱۹-۷- سامانه‌های پایش انرژی و مدیریت یکپارچه ساختمان

تمامی ساختمان‌ها با هر کاربری-اقلیم مکلف به طراحی، نصب و بهره‌برداری کامل سامانه پایش^۱ و زیرپایش^۲ انرژی و همچنین سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان^۳ با رعایت الزامات فنی و اجرایی این فصل هستند.

رعایت تمامی موارد این فصل برای تمامی ساختمان‌ها و با هر دو روش طراحی تجویزی و شبیه‌سازی الزامی است.

بدون راه‌اندازی کامل سامانه پایش انرژی و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان و اتصال آن به درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها، صدور گواهی رده انرژی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و صدور گواهی پایان کار مطلقا ممنوع می‌باشد.

۱۹-۷-۱- سامانه پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان

پایش انرژی در ساختمان‌ها را می‌توان در سطوح مختلف پایش، زیرپایش و پایش عمیق^۴ دسته‌بندی نمود. در این قسمت، الزامات اجرایی مربوط به پایش و زیرپایش مصرف توضیح داده شده‌است.

¹ Metering System

² Sub Metering

³ BMS (Building Management System)

⁴ Deep Metering

الف) سامانه پایش شامل اندازه‌گیری تمامی مقادیر مصرف حامل‌های انرژی و همچنین آب مصرفی ساختمان بصورت ممتد، برخط^۱، بلادرنگ^۲ و مستقل از کنتورهای شرکت‌های برق و گاز و آب است. سامانه زیرپایش، شامل تمامی مصارف انرژی در واحد‌ها، بخش‌های مستقل و مشاعات ساختمان با تفکیک بخش‌های مستقل مشاعات مانند لابی، استخر، فضاهای ورزشی، خدماتی، رفاهی و همچنین تجهیزات بارز^۳ مصرف‌کننده انرژی مانند چیلر، بویلر، پمپ‌ها، هواسازها، مبدل‌های حرارتی و سایر تجهیزات بارز است.

ب) نصب و راه‌اندازی سامانه پایش و زیرپایش برای تمامی ساختمان‌های دارای سرمایش، گرمایش و یا آبگرم مصرفی مرکزی هستند بطور کامل الزامی است.

پ) پایش عمیق یا اندازه‌گیری جداگانه تمامی تجهیزات و دستگاه‌های مصرف‌کننده خرد انرژی جزو الزامات این مبحث قرار ندارد.

ت) طراحی، نصب و بهره‌برداری از سامانه پایش و زیرپایش باید به‌گونه‌ای باشد که علاوه بر اندازه‌گیری مصرف انرژی و آب و تعیین سهم هر بخش یا تجهیز از کل مصرف ساختمان، امکان شناسایی دقیق انحراف از الگوی مصرف، اختلالات در عملکرد تجهیزات و بهینه‌سازی عملکرد سامانه‌ها را نیز فراهم کند.

ث) راهبری سامانه پایش و مدیریت یکپارچه ساختمان، یکی از مهم‌ترین بخش‌های مراقبت و نگهداری از ساختمان‌ها است و زیرساخت‌های لازم برای اجرای مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان در بخش انرژی و نگهداری تاسیسات را فراهم می‌نماید. موارد تخصصی مراقبت و نگهداری ساختمان به مبحث ۲۲ منتقل شده و در آن مبحث بصورت مشروح بیان خواهد شد.

۱۹-۷-۱-۱- ایجاد ارتباط فیزیکی و دریافت داده

الف) نصب تجهیزات اندازه‌گیری، در تمام نقاط کلیدی ساختمان و برای تمامی حامل‌های انرژی از جمله برق، گاز، آب، سرمایش و گرمایش و آبگرم مصرفی الزامی است.

^۱ Online

^۲ Real-Time

^۳ تجهیزات بارز مصرف‌کننده، دستگاه‌ها و یا سامانه‌هایی هستند که حداقل در یک مقطع زمانی بیش از ۱۰٪ کل مصرف انرژی ساختمان را به خود اختصاص می‌دهند.

ب) برای تعیین نقاط کلیدی و طراحی محل نصب و کنترل اجرا در مراحل ساخت، تهیه نقشه‌های جریان انرژی ساختمان بصورت دیاگرام تک خطی برق و مکانیک توسط طراحان برق و مکانیک الزامی است.

پ) در این نقشه‌ها، باید جانمایی دقیق، جزئیات اجرایی نصب، نحوه اتصالات و مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری به طور کامل ارائه شود.

ت) تمامی دستگاه‌های اندازه‌گیری هر واحد یا بخش مستقل ساختمان، باید دارای دسترسی کافی و بدون محدودیت برای خوانش، تعمیرات و تعویض باشند.

ث) دسترسی به دستگاه‌های اندازه‌گیری، باید از طریق فضای مشاع ساختمان تعبیه شود بطوریکه برای خوانش، تعمیر و یا تعویض هیچ یک از آن‌ها نیازی به ورود به فضای اختصاصی هیچ بخش یا واحدی نباشد.

ج) محل قرارگیری تجهیزات اندازه‌گیری باید بگونه‌ای طراحی شود تا در صورت نیاز به تعویض و یا تعمیر امکان ایزوله کردن تجهیز مورد نظر، بدون نیاز به عملیات مخرب وجود داشته باشد. طراحی و اجرای هر گونه مدار، با قابلیت دور زدن^۱ تجهیزات اندازه‌گیری ممنوع است.

چ) تمامی تجهیزات باید قادر به اندازه‌گیری و ارسال داده‌های مصرف آب و انرژی با خطای کمتر از ۲٪ و به‌صورت برخط^۲ و بلادرنگ^۳ باشند.

ح) تجهیزات اندازه‌گیری بویژه تجهیزات اندازه‌گیری مصرف برق و گاز باید دارای استاندارد ایمنی ملی و یا آخرین نسخه استاندارد ایمنی اتحادیه اروپا و همچنین گواهی دقت اندازه‌گیری از آزمایشگاه‌های معتبر باشند.

خ) تمامی جریان سنج‌های^۴ سیالات باید از نوع مافوق صوت^۵ و تحت شبکه باشند.

د) جریان سنج‌های مافوق صوت باید بر روی مدار برگشت و قبل از شیر کنترلی نصب شوند.

ذ) تمامی جریان سنج‌های مافوق صوت در سامانه‌های سرمایش و گرمایش باید دارای حداقل دقت اندازه‌گیری جریان جزئی R100 باشند.

¹ Bypass

² Online

³ Real-time

⁴ Flow Meter

⁵ Ultrasonic

ر) تمامی جریان سنج های مافوق صوت در سامانه های آبگرم و آب سرد مصرفی باید دارای حداقل دقت اندازه گیری جریان جزئی R250 باشند.

ز) تجهیزات اندازه گیری بویژه انرژی مترها (کنتورهای انرژی)^۱ شامل کنتور انرژی مافوق صوت، کنتور انرژی آبگرم بهداشتی، کنتور انرژی برگشت آبگرم بهداشتی و کنتور آب سرد بهداشتی باید دارای درگاه نوری جهت خوانش و یا تغییر تنظیمات از طریق قرائت گر دستی باشد.

ژ) در تعیین قدرالسهم مصرف هر واحد یا بخش، باید میزان مصرف بخش های عمومی و یا هدر رفت سامانه ها نیز شناسایی و در محاسبات قدر السهم لحاظ شود، بطوریکه مجموع میزان مصارف بخش ها با میزان کل مصرف ساختمان برابر باشد.

س) در اندازه گیری قدرالسهم مصرف آبگرم مصرفی هر واحد یا بخش، باید علاوه بر جریان آب عبوری، دمای آبگرم ورودی به هر واحد یا بخش و دمای آب سرد ورودی به مبدل حرارتی آبگرم مصرفی مرکزی نیز اندازه گیری و در محاسبات لحاظ گردد.

ش) تمامی تجهیزات اندازه گیری باید توانایی ارسال داده خوانش شده بر بستر پروتکل های استاندارد مانند M-Bus, WM-Bus, LoRaWAN, Modbus RTU, MQTT و سایر پروتکل های استاندارد، بصورت فشرده سازی شده و مورد تایید درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان ها را داشته باشند.

ص) ارسال داده ها توسط تجهیزات اندازه گیری باید به صورت خودکار و بدون نیاز به ارسال فرمان باشد. مدت زمان فاصله بین خوانش ها^۲ باید تا حداقل یکبار خوانش در ۱۰ ثانیه و همچنین خوانش به ازای تغییر مقدار^۳ قابل تنظیم باشد. فاصله زمانی میان خوانش ها باید با دسترسی از طریق درگاه ملی پایش انرژی ساختمان قابل تنظیم باشد.

۱۹-۷-۲- انتقال، مهندسی و ذخیره نقاط داده

الف) سامانه پایش باید بگونه ای طراحی شود که قابلیت ذخیره اطلاعات خوانش شده را برای مدت حداقل یک سال در حافظه داخلی^۴ و بدون نیاز به حافظه خارجی^۵ دارا باشد.

^۱ Energy Meter (Btu Meter)

^۲ Intervals

^۳ COV (Change of Value)

^۴ Built-in Memory

^۵ External Memory (SD Card)

ب) سامانه پایش باید دارای حافظه داخلی پشتیبان^۱ بوده و در صورت قطع برق، هیچ اختلالی در حافظه داخلی آن ایجاد نگردد و با وصل مجدد برق بصورت خودکار و بدون نیاز به تنظیمات مجدد، به شرایط قبل از قطعی برق بازگردد.

پ) اطلاعات حاصل از خوانش باید به صورت امن و رمز نگاری شده^۲ و به سامانه پایش مرکزی و درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها منتقل شود.

ت) برای انتقال داده‌ها، استفاده از پروتکل‌های ارتباطی استاندارد نظیر Modbus RTU/TCP، BACnet و Wi-Fi الزامی است. این پروتکل‌ها باید دارای محدودیت اشغال پهنای باند حداقلی برخوردار باشند تا داده‌ها بدون اختلال و به صورت بلادرنگ منتقل شوند.

ث) برای انتقال داده‌ها به صورت بی سیم استفاده از سیم‌کارت نسل 4G و بالاتر و همچنین پروتکل LoRaWAN 3.0 و بالاتر مجاز می‌باشد.

ج) در صورت انتقال داده بصورت بی سیم، وجود حداقل دو سامانه پشتیبان مانند درگاه فیبر نوری، LAN و یا پورت سریال الزامی است.

چ) برای ذخیره داده‌ها، باید از پایگاه‌های داده^۳ معتبر، امن و رمزنگاری شده استفاده کرد.

ح) تمامی داده‌ها باید به صورت مستمر ذخیره و قابلیت تعریف سطح دسترسی‌های محدودیت برای کاربران از جمله بهره‌برداران و مدیران ساختمان، وجود داشته باشد.

خ) سامانه پایش باید بصورت رمزنگاری مبدا تا مقصد دو طرفه^۴ با درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها ارتباط یکپارچه، بلادرنگ و بدون قطع داشته باشد.

۱۹-۷-۳- پردازش داده‌های گردآوری شده

الف) سامانه پایش باید قابلیت پردازش داده‌های ذخیره سازی شده را به منظور دسته‌بندی و استخراج اطلاعات مورد نظر با اعمال فیلترهای مختلف، دارا باشد.

ب) سامانه پایش باید قابلیت تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت بلادرنگ و دوره‌ای را دارا باشد.

^۱ Redundant Memory

^۲ Encrypted Data

^۳ Data Base

^۴ 2-Way End to End Encryption

پ) سامانه پایش باید قابلیت میزبانی الگوریتم‌های پردازش داده مانند یادگیری ماشین^۱ و یادگیری عمیق^۲ برای بررسی روند مصرف انرژی، شناسایی مصرف غیرعادی و پیش‌بینی نیازهای انرژی را دارا باشد.

ت) سامانه پایش باید قابلیت پردازش داده‌های کلان^۳ بدون اشغال بیش از اندازه ۱۰٪ ظرفیت پردازشگر را دارا باشد.

۱۹-۷-۴- تحلیل اطلاعات و عیب‌یابی عملکرد تجهیزات و سامانه‌ها

الف) سامانه پایش باید قابلیت تحلیل عملکرد سامانه‌ها و تجهیزات را دارا بوده و در صورت نیاز، گزارش‌های منظم یا هشدارهای فوری را به کاربران و مدیران ارسال نماید.

ب) سامانه پایش باید قابلیت ارسال هشدار با طبقه بندی فوریت بر اساس شناسایی نقاط ضعف در عملکرد سامانه‌ها و تجهیزات را برای شناسایی افزایش غیرطبیعی مصرف انرژی، خرابی یا عدم کارایی تجهیزات و سامانه‌های مصرف کننده و تجهیزات اندازه‌گیری دارا باشد.

پ) در صورت شناسایی نواقص یا اختلالات جدی، سامانه باید به‌طور خودکار پیشنهاد اقدامات لازم برای اصلاح عملکرد یا هشدارهای لازم را برای بهره‌بردار یا مدیر ساختمان ارسال کند.

۱۹-۷-۲- سامانه پایش و کنترل یکپارچه ساختمان

سامانه پایش و کنترل یکپارچه ساختمان باید تمامی تأسیسات و سامانه‌ها را به‌طور همزمان تحت مدیریت داشته باشد. برای این منظور، تمامی تجهیزات موجود در ساختمان باید به این سامانه متصل شوند.

^۱ Machine Learning

^۲ Deep Learning

^۳ Big Data

۱۹-۷-۲-۱- سامانه پایش و کنترل تاسیسات مکانیکی و الکتریکی

الف) تمامی تأسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان، شامل سامانه‌های گرمایشی، سرمایشی، تهویه مطبوع، روشنایی و سایر تجهیزات تأسیساتی، باید تحت نظارت و کنترل سامانه پایش و کنترل قرار گیرند.

ب) تمامی سامانه‌ها و تجهیزات موجود در تاسیسات مکانیکی و الکتریکی باید از طریق تجهیزات اندازه‌گیری و حسگرهای مربوطه اطلاعات را بصورت آنالوگ یا دیجیتال به سامانه مدیریت ساختمان ارسال و فرمان‌های کنترل را نیز بصورت آنالوگ یا دیجیتال دریافت نمایند.

پ) سامانه مدیریت ساختمان باید با استفاده از کنترل‌گرهای دیجیتال مستقیم^۱ طراحی و اجرا شوند و استفاده از سامانه‌های متمرکز مانند کنترل‌گرهای منطق پذیر قابل برنامه ریزی^۲ به تنهایی و به صورت متمرکز و بدون سامانه پشتیبان مجاز نمی‌باشد.

ت) نقشه‌های طراحی سامانه مدیریت ساختمان باید به همراه نقشه‌های تاسیسات تهیه شوند. تایید این نقشه‌ها برای اخذ پروانه ساختمان الزامی می‌باشد.

ث) نقشه‌های سامانه کنترل ساختمان باید در بردارنده تمامی اطلاعات مورد نیاز از جمله دیاگرام‌های تک خطی، لیست کنترل‌گرها و جانمایی آنها، لیست نقاط کنترلی هر سامانه و تجهیز، کنترل‌گر مربوط به آن و جزئیات منطق کنترل^۳ آنها باشد.

ج) سامانه کنترل ساختمان باید بتواند در صورت شناسایی نواقص، هشدارهای فوری ارسال کند. استفاده از سامانه‌های مدیریت ساختمان که از پروتکل ارتباطی داخلی BACnet بر بستر TCP^۴ استفاده می‌کنند، توصیه می‌شود.

چ) سامانه مدیریت ساختمان باید قابلیت ارتباط دو طرفه پایش و کنترل با استفاده از پروتکل MQTT و یا grpc بر روی بستر TCP با درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها را دارا باشد.

^۱ DDC (Digital Direct Controller)

^۲ PLC (Programmable Logic Controller)

^۳ Control Logic

^۴ BACnet Over IP

۱۹-۲-۲- مدیریت یکپارچه بر بستر اینترنت اشیا^۱

اغلب سامانه‌های مدیریت ساختمان از نرم‌افزارهای کاربری خود برای پایش و کنترل استفاده می‌نمایند. بعلاوه در صورت استفاده از برندهای مختلف برای تامین تجهیزات کنترلی سامانه مدیریت ساختمان ممکن است نرم‌افزار مربوط به هر یک بصورت اختصاصی عمل نموده و امکان ارتباط یکپارچه با سایر تجهیزات یا سامانه‌ها را دارا نباشد. به همین دلیل الزامی است تا علاوه بر نرم‌افزارهای اختصاصی هر تولید کننده، مدیریت یکپارچه سامانه‌ها و تأسیسات بر بستر فناوری اینترنت اشیا ایجاد شود.

الف) تمامی دستگاه‌ها، سنسورها و تجهیزات مختلف ساختمان باید بصورت مستقیم و یا از طریق کنترل گر‌ها به شبکه اینترنت اشیا متصل شوند.

ب) این اتصال باید گونه‌ای باشد که امکان مشاهده کلیه اطلاعات تمامی سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه مطبوع، روشنایی، کنترل دسترسی^۲، نظارت تصویری^۳، اعلام حریق و تمامی سامانه‌های دیگر موجود در ساختمان را بر روی یک صفحه واحد^۴ و یکپارچه ایجاد نماید.

پ) سامانه اینترنت اشیا باید امکان ارسال و دریافت داده‌ها و دستورات کنترلی را به صورت بلادرنگ، دارا باشد.

ت) سامانه یکپارچه باید مازول‌های نرم‌افزاری مورد نیاز برای ایجاد فضای لازم جهت میزبانی از هر نوع منطق کنترلی^۵ از جمله برنامه زمان بندی، توابع ریاضی و الگوریتم‌های کنترلی ثابت، الگوریتم‌های خود یادگیرنده^۶، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و شبکه عصبی مصنوعی هر سامانه یا تجهیز را بصورت مجزا و یا بصورت پیوسته و برهم کنش^۷ تجهیزات و سامانه‌های موجود در ساختمان دارا باشد. نرم‌افزار سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان مورد استفاده باید گواهی رعایت پروتکل‌های امنیتی و استانداردهای فنی را دارا باشد تا از هرگونه اختلال یا حمله سایبری جلوگیری گردد.

۱۹-۲-۳- عیب‌یابی و بهینه‌سازی عملکرد با استفاده از هوش مصنوعی

^۱ IoT (Internet of Things)

^۲ Access Control

^۳ Surveillance

^۴ Single Pane

^۵ Rules Engine

^۶ Self-Learning

^۷ Super positioning

سامانه کنترل یکپارچه ساختمان باید قابلیت میزبانی از انواع ماژول های هوش مصنوعی را دارا باشد. هوش مصنوعی مورد استفاده باید به طور مستمر و بلادرنگ، توانایی پایش رفتار سامانه ها را دارا بوده و توانایی انجام تحلیل واکنشی^۱، تحلیل پیشگیرانه^۲ و تحلیل پیش بینانه^۳ رفتار تجهیزات و سامانه های مصرف کننده انرژی و همچنین بهینه سازی عملکرد آن ها در طول زمان را دارا باشد. هوش مصنوعی باید بتواند با تحلیل داده های جمع آوری شده، مشکلات عملکرد سامانه ها را شناسایی کند و اقدامات لازم، برای بهینه سازی مصرف انرژی را تهیه و برای راهبر سامانه ارسال نماید.

۱۹-۷-۲-۱- راهبری ساختمان با استفاده از دوقلوی دیجیتال^۴

رقومی سازی^۵ (دیجیتال سازی)، رویکردی جدید در مقررات ملی و کنترل ساختمان است. این فرآیند به مرور با ویرایش های جدید در تمامی مباحث مقررات ملی ساختمان تسری پیدا خواهد کرد و موجب یکپارچه سازی تدوین و کنترل مقررات ملی ساختمان در مراحل طراحی، ساخت و بهره برداری خواهد شد.

الف) تولید دوقلوی دیجیتال برای تمامی ساختمان های با مساحت کنترل شده بیش از ۱۰.۰۰۰ مترمربع الزامی است.

ب) دوقلوی دیجیتال باید بر اساس خروجی مدلسازی اطلاعات ساختمان^۶ با سطح توسعه^۷ ۴۰۰ تولید شود.

پ) مدل خروجی باید با فرمت گرافیک مقیاس پذیر وکتور^۸ SVG تولید و در محیط html میزبانی شود.

ت) تمامی اطلاعات سامانه پایش و سامانه یکپارچه مدیریت ساختمان باید به صورت برخط و بلادرنگ با مدل سه بعدی مرتبط شوند بطوریکه امکان مشاهده مقادیر تمامی متغیرها و همچنین تغییر مقادیر متغیرهای قابل کنترل از طریق دوقلوی دیجیتال وجود داشته باشد.

^۱ Reactive Analysis

^۲ Proactive Analysis

^۳ Predictive Analysis

^۴ Digital Twin

^۵ Digitalization

^۶ BIM (Building Information Modelling)

^۷ LOD (Level of Development)

^۸ SVG (Scalable Vector Graphic)

۱۹-۷-۲- امنیت سایبری و پدافند غیر عامل

تمامی نرم‌افزارها و پروتکل‌های ارتباطاتی سامانه‌های پایش انرژی و کنترل ساختمان باید از نظر امنیت سایبری مورد ارزیابی قرار گرفته و تاییدیه‌های امنیتی لازم را برای موارد لازم^۱ دریافت نمایند. سامانه‌های پایش و کنترل انرژی باید با استفاده از پروتکل‌های امنیتی معتبر، از جمله فایروال^۲، رمزنگاری^۳ و تعریف سطح دسترسی^۴، از نفوذهای احتمالی و دسترسی‌های غیرمجاز محافظت شوند. علاوه بر این، سامانه پایش و کنترل انرژی باید دارای طرح پدافند غیرعامل باشد. این طرح باید به‌طور کامل عملیاتی و راه‌اندازی شود تا در صورت بروز حملات سایبری، اقدامات سریع و مؤثر مورد نیاز را انجام دهد.

موارد زیر باید مورد تست و تایید قرار گیرد^۱

Fake Station SUID
Get RSAs
DB Attack
Read Data in Switch
DNS Attack
DDoS Attack
Brute Force Attack
Password Attacks
Source Attack
Architecture Attack
Network Attack: Abnormal Data
Network Attack: Open Abnormal Port

^۲ Firewall

^۳ Encryption

^۴ Authentication

۱۹-۸- بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود

بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود به عنوان فصلی جدید به مبحث ۱۹ افزوده شده است. وجود مصوبات قانونی که مبحث ۱۹ را معیار سنجش میزان مجاز انرژی مصرفی ساختمان‌های در حال بهره‌برداری معرفی کرده اند، مانند ماده ۱۱ قانون مانع زدایی از توسعه صنعت برق از یک سو و لزوم رفع برداشت اشتباه رایج در جامعه مهندسی ساختمان و مدیریتی کشور که بعضاً مقررات ملی ساختمان را محدود به ساختمان‌های جدید الاحداث می‌داند از سوی دیگر، ضرورت دو چندان افزودن این فصل به مبحث را ایجاد نمود.

متن ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، دامنه شمول مقررات ملی را تمامی مراحل، طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از ساختمان‌ها بیان نموده است، لذا بهره‌برداران نیز ملزم به رعایت مقررات ملی ساختمان هستند. به همین جهت تدوین مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان با عنوان نگهداری و مراقبت از ساختمان‌ها در سال ۱۳۹۲ انجام شد. رعایت مقررات ملی ساختمان در مورد ساختمان‌ها در مرحله بهره‌برداری نیز الزامی است.

۱۹-۸-۱- ارزیابی وضع موجود

اولین گام در ورود به فرآیند بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های در حال بهره‌برداری، ارزیابی وضعیت موجود آنهاست. به این منظور در ساختمان‌های موجود، باید رده انرژی بر اساس استاندارد های ملی شماره ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ تعیین و برچسب انرژی از سوی بازرس دارای صلاحیت صادر شود.

به موازات ممیزی انرژی و تعیین رده و صدور برچسب انرژی، ارزیابی فیزیکی وضع موجود نیز باید به منظور شناسایی نقاط ضعف ساختمان از طریق تهیه نقشه‌های چون ساخت، بازرسی پوسته خارجی و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی انجام شود.

الف) باید نقشه‌های معماری چون ساخت تهیه و یا در صورت وجود با وضعیت چون ساخت تطبیق داده شده و موارد مغایرت یا عدم تطبیق مشخص و اصلاح شود.

ب) در بازرسی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، برداشت وضع موجود و تهیه نقشه‌های چون ساخت و جانمایی تمامی تجهیزات، سامانه‌ها، لوله کشی‌ها، کانال‌ها، شیرآلات و تجهیزات اندازه‌گیری و کنترلی و تمام بخش‌های موجود در نقشه‌های چون ساخت طراحی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی الزامی است.

پ) در صورت عدم امکان برداشت و ترسیم وضعیت چون ساخت در هر قسمت از تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، بیان دقیق دلیل عدم امکان برداشت و جانمایی بخش مورد نظر در نقشه‌ها الزامی است.

ت) ارزیابی پوسته خارجی شامل ارزیابی پوسته خارجی غیر نورگذر، پوسته خارجی نورگذر و نشت هوا از پوسته خارجی است.

ث) در بازرسی پوسته خارجی غیرنورگذر باید ضریب انتقال حرارتی دیوارهای خارجی، سقف، کف مجاور هوا و کف مجاور خاک، تعیین شود.

ج) اولویت در اندازه‌گیری ضریب انتقال حرارتی، در صورت امکان با استفاده از روش‌های غیر مخرب است. در صورت عدم امکان برداشت ضریب انتقال حرارتی تمام اجزا پوسته خارجی با استفاده از روش‌های غیر مخرب، انجام حداقل آزمایش‌های مخرب ممکن، مانند نمونه‌برداری برای ارسال به آزمایشگاه جهت محاسبه دقیق ضریب انتقال حرارتی الزامی است.

چ) در بازرسی جداره‌های نورگذر باید، ضریب انتقال حرارتی و ضریب بهره خورشیدی با استفاده از دستگاه‌های دارای گواهی دقت اندازه‌گیری انجام شود.

ح) برای اندازه‌گیری نشت هوا نیز باید از روش آزمایش پوسته خارجی تحت فشار ۷۵، ۱۵۰ و یا ۳۰۰ پاسکال، مطابق روش تجویزی و همچنین اندازه‌گیری نرخ تعویض هوا بر اساس تعداد دفعات در ساعت با استفاده از درب دمنده استفاده شود.

۱۹-۸-۲- استقرار سامانه پایش و زیرپایش مصرف و مدیریت ساختمان

الف) طراحی، نصب و راه‌اندازی سامانه پایش زیرپایش و همچنین سامانه مدیریت ساختمان مطابق فصل ۷، برای بهینه‌سازی ساختمان موجود الزامی است.

ب) انجام تمامی مراحل طراحی، انتخاب تجهیزات، اجرا و رعایت الزامات سامانه پایش و زیرپایش و سامانه مدیریت ساختمان شرح داده شده در فصل ۷ در این قسمت الزامی می‌باشد.

پ) در ساختمان‌هایی که موتورخانه مرکزی دارند، نصب سامانه کنترل هوشمند موتورخانه بعنوان اولین گام در کنترل و کاهش مصرف انرژی در موتورخانه، الزامی است.

ت) سامانه کنترل هوشمند موتورخانه باید قابلیت اندازه‌گیری دمای هوای بیرون ساختمان، دمای آب رفت و برگشت بویلر، دمای آب رفت و برگشت مبدل حرارتی آبگرم و صدور فرمان خاموش و روشن برای مشعل‌ها و پمپ‌ها را بر اساس منطق برنامه‌نویسی شده و ایجاد ارتباط میان ورودی‌ها و خروجی‌ها را در قالب یک دستگاه داشته باشد.

۱۹-۸-۳- چرخه راهکار، اقدام، پایش و سنجش

در این مرحله، طراحی چرخه راهکار، اقدام، پایش و سنجش^۱ بعنوان فرآیند بنیادی مدیریت انرژی طبق استاندارد ایزو ۵۰۰۱ و ایزو ۵۰۰۲ الزامی است.^۲ این چرخه به‌طور مداوم، بهبود عملکرد انرژی ساختمان را هدف قرار می‌دهد و موجب مصرف کارآمدتر انرژی، در ساختمان می‌شود.

^۱ PDCA (Plan, Do, Check, Act)

^۲ تا زمان تصویب استانداردهای ملی ایزو ۵۰۰۱ و ایزو ۵۰۰۲ و ابلاغ از سوی سازمان ملی استاندارد، دستورالعمل‌های مقام قانونی مسئول ملاک عمل خواهد بود.

۱۹-۸-۱-۳-۱- تدوین راهکارهای بهینه‌سازی

الف) برای طراحی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی، طراح باید یکی از روش‌های تجویزی یا شبیه‌سازی را انتخاب نماید.

ب) بر اساس روش طراحی انتخاب شده، باید تمامی مراحل فصل ۵ برای روش تجویزی و فصل ۶ برای روش شبیه‌سازی انجام شود.

پ) در این مرحله، بر اساس الزامات روش تجویزی یا شبیه‌سازی، طراحی راهکارهای بهینه‌سازی، ارائه جزئیات فنی و نقشه‌های مورد نیاز حاوی اطلاعات کامل برای انجام تغییرات لازم تا رسیدن به رده انرژی D توسط طراحان، الزامی است.

ت) به جهت در نظر گرفتن افزایش مصرف ناشی از فرسودگی برای ساختمان‌های موجود با عمر بیش از ۱۰ سال، به ازای هر سال مازاد بر ۱۰ سال نخست بهره‌برداری، می‌توان ۱٪ به میزان مجاز شدت مصرف انرژی کاربری-اقلیم آن ساختمان برای دستیابی به رده های D مندرج در جدول پ ۳-۱ (پیوست ۳) اضافه کرد.

۱۹-۸-۲-۳-۱- اعمال راهکارهای بهینه‌سازی

الف) راهکارهای بهینه‌سازی باید بر اساس طرح ارائه شده توسط طراحان، توسط مجری ذیصلاح انجام شود.

ب) با توجه به اینکه در مراحل بهینه‌سازی ساختمان‌های موجود، نهاد بازرسی موضوعیت ندارد. الزامی است تا تمامی موارد مورد نظر در بازرسی‌های دوره‌ای توسط مهندسان ناظر و مجری بهینه‌سازی انجام گرفته و مستندات آن تهیه و ارائه شود.

۱۹-۸-۳-۳- نظارت و پایش نتایج پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی

الف) نظارت و پایش نتایج، پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی الزامی است.

راهبری سامانه پایش و زیرپایش مصرف ساختمان، پردازش و تحلیل نتایج در این مرحله مطابق بخش ۱-۷-۱۹ برای مقایسه میزان اثرگذاری هر راهکار و بهینه‌سازی مصرف هر تجهیز، سامانه و یا بخش الزامی است.

۱۹-۱-۳-۴- شناسایی و تحلیل انحراف از معیار (رجوع به مرحله ۱۹-۷-۱-۳)

شناسایی و تحلیل انحرافات از معیار، یکی از فرآیندهای کلیدی در مدیریت انرژی ساختمان‌های در حال بهره‌برداری است.

الف) رعایت مراحل بخش ۱۹-۶-۱-۴ به منظور عیب‌یابی عملکرد تجهیزات و سامانه‌ها الزامی است.

ب) شناسایی و تحلیل انحرافات از معیارهای مصرف انرژی الزامی است.

پ) مستند سازی انحرافات شناسایی شده و انجام اقدامات لازم برای اصلاح آن‌ها الزامی است.

ت) تاخیر در شناسایی انحرافات و یا سهل انگاری در مستند سازی و انجام اقدامات اصلاحی ممنوع است.

ث) در صورت عدم دستیابی به رده انرژی مورد نظر در طرح، باید به مرحله ۱۹-۷-۱-۳ رجوع نمود و این چرخه را تا رسیدن به رده انرژی مورد نظر تکرار نمود.

پیوست ۱

فهرست واژگان (معادل انگلیسی)

واژه نامه فارسی - انگلیسی

Domestic Hot Water (DHW)	آبگرم مصرفی
Weather	آب و هوا
Physical Contact	ارتباط فیزیکی
Life Cycle Assessment (LCA)	ارزیابی چرخه عمر
Energy Retrofit	اصلاح مصرف انرژی
Climate	اقلیم
Economizer	اکونومایزر
Genetic Algorithm	الگوریتم ژنتیک
Data Transition	انتقال داده
Heat Transmittance	انتقال حرارت
Primary Energy (Source Energy)	انرژی اولیه
Energy Meter	انرژی متر
Final Energy (Site Energy)	انرژی نهایی
Embodied Energy	انرژی نهفته
Renewable Energies	انرژی های تجدیدپذیر
Cyber Security	امنیت سایبری
Internet of Things (IoT)	اینترنت اشیاء
Thermal Inertia	اینرسی حرارتی
Thermal Comfort	آسایش حرارتی
Total System Performance Ratio (TSPR)	بازدهی کلی سامانه
Integrated Seasonal Coefficient of Performance (ISCOP)	بازدهی عملکرد یکپارچه فصلی
Inspection	بازرسی
Opening	بازشو
Energy Recovery	بازیافت انرژی
Digital Addressable Lighting Interface (DALI)	بالاست الکترونیکی آدرس پذیر دیجیتال

Flat Roof	بام تخت
Pitched Roof	بام شیب دار
Capacitor Bank	بانک خازن
Ice Bank	بانک یخ
Energy Label	برچسب انرژی
Online	برخط
Real Time	بلادرنگ
Energy Efficiency	مدیریت انرژی
Annual Fuel Utilization Efficiency (AFUE)	بهره وری سوخت سالیانه
Rehabilitation (Renovation)	بهبودی (و بازسازی)
Optimization	بهبودسازی
Multi Objective Optimization	بهبودسازی چند مولفه‌ای
Deep Metering	پایش عمیق
Thermal Bridge	پل حرارتی
Building Envelope	پوسته خارجی ساختمان
Opaque Building Envelope	پوسته غیر نورگذر ساختمان
Transparent Building Envelope / Fenestration	پوسته نورگذر ساختمان
Electrical Installations / Utilities	تاسیسات الکتریکی
Mechanical Installations / Utilities	تاسیسات مکانیکی
Timer Light Switch	تایمر مدار روشنایی
Data Analysis	تحلیل داده
Predictive Analysis	تحلیل پیش بینانه
Reactive Analysis	تحلیل پیشگیرانه
Data Analysis	تحلیل واکنشی
Air Change per Hour (ACH)	تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت
Season Change Over	تغییر فصل
Change of Occupancy	تغییر کاربری
Active Power	توان اکتیو

Reactive Power	توان راکتیو
Apparent Power	توان ظاهری
Cooling/Heating Distribution	توزیع سرمایش/گرمایش
Sustainable Development	توسعه پایدار
HVAC (Heating Ventilation and Air-Conditioning)	تهویه مطبوع (گرمایش، سرمایش و تهویه هوا)
Ventilation	تهویه هوا
ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering)	جامعه مهندسی گرمایش و سرمایش ایالات متحده
Ultrasonic Flow Meter	جریان (دبی) سنج مافوق صوت
Plan-Do-Check-Act Cycle (PDCA)	چرخه راهکار، اقدام، پایش، سنجش
As Built	چون ساخت
Energy Carrier	حامل انرژی
Minimum Reporting Efficiency (MRE)	حداقل بازدهی گزارش شده
Integrated Seasonal Minimum Reporting Efficiency (ISMRE)	حداقل بازدهی گزارش شده یکپارچه فصلی
Motion Detector	حسگر حرکت (حضور)
Change of Value (COV)	خوانش به ازای تغییر داده
Glare	خیرگی
Encrypted Data	داده رمزنگاری شده
Big Data	داده های کلان
Variable Speed Drive (VSD)	درایو سرعت متغیر
Variable Frequency Drive (VFD)	درایو فرکانس متغیر
Variable Voltage Drive (VVD)	درایو ولتاژ متغیر
Blower Door	درب دمنده
Data Perception	دریافت داده
Uninterruptible Power Supply (UPS)	دستگاه برق بدون وقفه (یوپی اس)
Cooling Set Point	دمای تنظیم سامانه سرمایش

Cooling Set Back Point	دمای تنظیم سامانه سرمایش در زمان عدم حضور کاربر
Heating Set Point	دمای تنظیم سامانه گرمایش
Heating Set Back Point	دمای تنظیم سامانه گرمایش در زمان عدم حضور کاربر
Digital Twin	دوقلوی دیجیتال
Wall	دیوار
Curtain Wall	دیوار پرده‌ای
External Wall	دیوار خارجی
Energy Rating	رده‌بندی میزان کارایی انرژی ساختمان‌ها
Digitalization	رقومی سازی (دیجیتالی سازی)
Cooling Degree Day	روز - درجه سرمایش
Heating Degree Day	روز - درجه گرمایش
Prescriptive Method	روش تجویزی
Energy Performance Simulation Method	روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی
Building Usable Area	زیربنای مفید
Sub-metering	زیر پایش
Near Zero Energy Building	ساختمان با مصرف انرژی نزدیک صفر
Very Low Energy Building	ساختمان بسیار کم‌انرژی
Low Energy Building	ساختمان کم‌انرژی
Building in accordance with the regulations	ساختمان منطبق با مبحث ۱۹
Existing Building	ساختمان موجود
New Building	ساختمان نو
Metering and Sub-metering System	سامانه پایش و زیر پایش
Combined Cooling, Heat and Power (CCHP)	سامانه تولید هم‌زمان برودت، حرارت و برق
Combined Heat and Power (CHP)	سامانه تولید هم‌زمان حرارت و برق

Variable Air Volume (VAV)	سامانه حجم هوای متغیر
Thermal Energy Storage (TES)	سامانه ذخیره انرژی حرارتی
Dimmer	سامانه کاهنده (دایمر) روشنایی
Energy Management System (EMS)	سامانه مدیریت انرژی
Lighting Management System (LMS)	سامانه مدیریت روشنایی
Building Management System (BMS)	سامانه مدیریت ساختمان
Energy Management System (EMS)	سامانه مدیریت مصرف انرژی
Cooling/ Air-Conditioning (AC)	سرمایش
Heating Seasonal Performance Factor (HSPF)	شاخص عملکرد فصلی گرمایش
Energy Usage Intensity (EUI)	شدت مصرف انرژی
Illuminance	شدت روشنایی
Low-E (Emissivity) Glass	شیشه کم گسیل
Control Valve	شیر کنترلی
2-Port Valve	شیر کنترلی دو راهه
3-Port Valve	شیر کنترلی سه راهه
Pressure Independent Control Valve (PICV)	شیر کنترلی مستقل از فشار
Heat Transmittance (U-Value)	ضریب انتقال حرارت
Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	ضریب بهره گرمایی خورشیدی
Coefficient of Performance (COP)	ضریب عملکرد
Thermal Resistance (R-Value)	ضریب مقاومت حرارت
Thermal Conductivity (λ - Lambda Value)	ضریب هدایت حرارت (λ)
Building Floor	طبقه ساختمان
Insulation	عایق
Thermal Insulation	عایق حرارتی
Valve Actuator	عملگر شیر کنترلی
On-Off Valve Actuator	عملگر شیر کنترلی باز و بسته
Modulating Valve Actuator	عملگر شیر کنترلی تدریجی

Building Elements	عناصر ساختمانی
Diagnosis	عیب یابی
Conditioned Space	فضای کنترل شده
Unconditioned Space	فضای کنترل نشده
Active/ Passive	فعال / غیر فعال
Air Lock	قفل هوایی
Brushless Direct Current (BLDC)	فن جریان مستقیم بدون جاروبک
Electronically Commutation Direct Current (EC/DC)	فن جریان مستقیم و فرمان پذیر الکترونیکی
Peak Shaving	قله تراشی
Full Load Value (FLV)	کارایی در بار کامل
Integrated Partial Load Value (IPLV)	کارایی یکپارچه در بار نسبی
Embodied Carbon	کربن نهفته
Daylight Autonomy (DLA)	کفایت نور روز
Spatial Daylight Autonomy (sDA)	کفایت نور روز در فضا
Switch	کلید قطع و وصل
Controller	کنترل گر (کنترل کننده)
Room Controller	کنترل گر اتاق
Digital Direct Controller (DDC)	کنترل گر دیجیتال مستقیم
Programmable Logic Controller (PLC)	کنترل گر منطق پذیر قابل برنامه ریزی
Scalable Vector Graphic (SVG)	گرافیک برداری مقیاس پذیر
Heating	گرمایش
Light Emitting Diode (LED) Lamp	لامپ LED
Phase Changing Material (PCM)	ماده تغییر فاز دهنده
On-Grid/ Off-Grid	متصل به شبکه / مستقل از شبکه
Comfort Zone	محدوده آسایش
Building Information Modelling (BIM)	مدلسازی اطلاعات ساختمان
Significant Energy User	مصرف کننده بازر انرژی

Heat Resistance	مقاومت حرارتی
Dimmable Lights	منابع روشنایی با قابلیت تنظیم شدت روشنایی
Control Logic	منطق کنترل
Wall Post	مهاربند دیوار غیرسازه‌ای
Energy Efficiency Ratio (EER)	نسبت بازدهی انرژی
Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)	نسبت بازدهی انرژی فصلی
Integrated Energy Efficiency Ratio (IEER)	نسبت بازدهی یکپارچه انرژی
Projection Factor (PF)	نسبت داخل نشستگی پنجره از نما به ارتفاع پنجره
Air Leakage	نشست هوا
Exfiltration	نشست هوا به بیرون ساختمان
Infiltration	نشست هوا به درون ساختمان
Building Energy Simulation Software	نرم‌افزار شبیه‌سازی انرژی ساختمان
Air Tightening	هوابندی
Air Handling Unit (AHU)	هواساز
Fresh Air	هوای تازه
Free Cooling	هوای تازه مستقیم
Exhaust Air	هوای خروجی
Self-Learning	یادگیری از خود
Deep Learning	یادگیری عمیق
Machine Learning	یادگیری ماشین

پیوست ۲

دسته‌بندی اقلیمی شهرهای ایران

ردیف	نام شهر	رده اقلیمی
1	آبادان	0B
2	آباده	4B
3	آقاجاری	0B
4	اراک	4B
5	اردبیل	5C
6	ارومیه	4B
7	اصفهان	4B
8	کرج	3B
9	الیگودرز	4A
10	انزلی	3A
11	اهر	4B
12	اهواز	0B
13	ایران‌شهر	0B
14	ایلام	3A
15	بابل‌سر	3A
16	بازرگان	5B
17	بافت	3B
18	بجنورد	4B
19	بم	1B
20	بندر بوشهر	1B
21	بندر لنگه	0B
22	بندر ماهشهر	1B
23	بندرعباس	0B
24	بیرجند	3B
25	پارس آباد مغان	3B
26	تبریز	4B
27	تربت حیدریه	4B

3B	تهران (امام خمینی)	28
3B	تهران (مهرآباد)	29
0B	جاسک	30
0B	چابهار	31
3A	خرم آباد	32
2B	خور	33
4B	خوی	34
0B	دیر	35
3A	رامسر	36
3A	رشت	37
1B	زابل	38
4B	زنجان	39
2B	زهبدان	40
3A	ساری	41
2B	سبزوار	42
5B	سراب	43
2B	سراوان	44
2B	سرخس	45
4A	سقز	46
2B	سمنان	47
4A	سنندج	48
3B	سیرجان	49
4B	شاهرود	50
4A	شهرکرد	51
3B	شیراز	52
2B	طَبَس	53
3A	قائم‌شهر	54
4B	قزوین	55
2B	قم	56

0B	قشم	57
4B	قوچان	58
2B	کاشان	59
2B	کاشمر	60
3B	کرمان	61
4A	کرمانشاه	62
0B	کهنوج	63
0B	کیش	64
2A	گچساران	65
3B	گرگان	66
1B	لار	67
4B	مراغه	68
3B	مشهد	69
4A	مهاباد	70
4B	میانه	71
2B	نهبندان	72
3A	نوشهر	73
4A	همدان	74
3A	یاسوج	75
2B	یزد	76

اطلاعات مربوط به تعداد بسیار بیشتری از پایگاه‌های هواشناسی سراسر کشور در حال تحلیل بر اساس اطلاعات ۱۰ ساله سازمان هواشناسی کشور می‌باشد. پس از تکمیل تحلیل‌ها بر اساس معیارهای استاندارد ANSI/ASHRAE 169-2020 رده اقلیمی هر شهر تعیین و به این جدول افزوده خواهد شد.

پیوست ۳

حداکثر شدت مصرف انرژی مجاز کاربری
اقلیم‌های مختلف برای کسب رده‌های انرژی
A, B, C, D

جدول پ ۳-۱- حداکثر شدت مصرف انرژی مجاز بر حسب (kWh/m².yr) برای کسب رده انرژی D در کاربری- اقلیم‌های مختلف^۱

ردیف	کاربری	اقلیم								
		5B	4B	4A	3B	3A	2B	2A	1B	0B
۱	مسکونی ≥ 3000 مترمربع	222	195	233	175	192	171	171	161	151
۲	مسکونی < 3000 مترمربع	151	133	157	120	130	116	116	110	103
۳	ویلايي	130	116	137	103	113	103	103	96	90
۴	اداری عمومی	178	168	195	164	178	168	171	168	158
۵	اداری خصوصی	144	137	157	133	144	133	137	133	125
۶	بانک و موسسه مالی	202	192	222	188	202	192	195	188	177
۷	بیمارستان	424	442	489	472	483	479	489	486	457
۸	تشخیص پزشکی آزمایشگاه	640	592	664	565	599	585	602	609	573
۹	کلینیک تشخیصی	103	103	110	110	110	110	110	113	106
۱۰	کلینیک بدون بستری بیمار	154	157	164	164	164	168	164	171	161
۱۱	مطب پزشکی	123	116	133	113	120	113	116	113	106
۱۲	مراکز نگهداری/ پرستاری	301	281	311	267	284	277	284	288	270
۱۳	دانشگاه و آموزش عالی	222	205	246	199	212	205	209	212	199
۱۴	دبیرستان	164	151	178	144	157	151	154	154	145
۱۵	دبستان و پیش دبستان	127	123	140	120	127	123	127	130	122
۱۶	مهد کودک	161	157	178	154	164	157	164	168	158
۱۷	کتابخانه	219	205	229	195	205	202	209	209	196
۱۸	مسجد	86	79	86	75	79	75	79	79	74
۱۹	فرهنگی/ سرگرمی	82	79	86	72	79	75	79	79	74
۲۰	هتل	188	178	188	168	178	164	175	171	161
۲۱	مسافرخانه/ مهمانسرا	171	171	178	171	175	178	181	188	177
۲۲	خوابگاه	188	164	199	147	161	144	147	137	129
۲۳	هایپر مارکت/ سوپر مارکت	462	428	472	397	435	387	418	383	360
۲۴	فست فود	1030	958	1044	910	948	900	917	893	840
۲۵	رستوران/ کافه	558	517	568	489	513	483	496	483	454
۲۶	تجاری/ فروشگاه	113	103	116	92	103	96	99	96	90
۲۷	مرکز خرید/ مال	229	202	233	185	202	188	192	192	180
۲۸	کلانتری/ آتش نشانی	236	219	243	209	219	216	222	226	212
۲۹	دفتر پست	154	140	157	133	144	140	144	147	138
۳۰	نمایشگاه خودرو	199	178	205	164	181	168	171	168	158
۳۱	تعمیرگاه خودرو	120	110	123	106	110	110	113	113	106
۳۲	انبار یخچال دار	246	229	257	219	233	226	233	236	222
۳۳	سوله با تهویه (صنعتی)	108	99	111	95	99	99	102	102	96
۳۴	سوله بدون تهویه (صنعتی)	179	160	185	148	163	151	154	151	142

^۱ اعداد معادل انرژی اولیه جداول این ویرایش در هماهنگی با نهادهای دارای صلاحیت در حال تدوین است و به این پیوست افزوده خواهد شد.

جدول پ ۳-۲- حداکثر شدت مصرف انرژی مجاز بر حسب (kWh/m².yr) برای کسب رده انرژی C در کاربری-اقلیم‌های مختلف

ردیف	کاربری	اقلیم								
		5B	4B	4A	3B	3A	2B	2A	1B	0B
۱	مسکونی ≥ 3000 مترمربع	167	146	175	131	144	128	128	121	113
۲	مسکونی < 3000 مترمربع	113	100	118	90	98	87	87	83	77
۳	ویلايي	98	87	103	77	85	77	77	72	68
۴	اداری عمومی	134	126	146	123	134	126	128	126	119
۵	اداری خصوصی	108	103	118	100	108	100	103	100	94
۶	بانک و موسسه مالی	152	144	167	141	152	144	146	141	133
۷	بیمارستان	318	332	367	354	362	359	367	365	343
۸	تشخیص پزشکی آزمایشگاه	480	444	498	424	449	439	452	457	430
۹	کلینیک تشخیصی	77	77	83	83	83	83	83	85	80
۱۰	کلینیک بدون بستری بیمار	116	118	123	123	123	126	123	128	121
۱۱	مطب پزشکی	92	87	100	85	90	85	87	85	80
۱۲	مراکز نگهداری/پرستاری	226	211	233	200	213	208	213	216	203
۱۳	دانشگاه و آموزش عالی	167	154	185	149	159	154	157	159	149
۱۴	دبیرستان	123	113	134	108	118	113	116	116	109
۱۵	دبستان و پیش دبستان	95	92	105	90	95	92	95	98	92
۱۶	مهد کودک	121	118	134	116	123	118	123	126	119
۱۷	کتابخانه	164	154	172	146	154	152	157	157	147
۱۸	مسجد	65	59	65	56	59	56	59	59	56
۱۹	فرهنگی/سرگرمی	62	59	65	54	59	56	59	59	56
۲۰	هتل	141	134	141	126	134	123	131	128	121
۲۱	مسافرخانه/مهمانسرا	128	128	134	128	131	134	136	141	133
۲۲	خوابگاه	141	123	149	110	121	108	110	103	97
۲۳	هایپر مارکت/سوپر مارکت	347	321	354	298	326	290	314	287	270
۲۴	فست فود	773	719	783	683	711	675	688	670	630
۲۵	رستوران/کافه	419	388	426	367	385	362	372	362	341
۲۶	تجاری/فروشگاه	85	77	87	69	77	72	74	72	68
۲۷	مرکز خرید/مال	172	152	175	139	152	141	144	144	135
۲۸	کلانتری/آتش نشانی	177	164	182	157	164	162	167	170	159
۲۹	دفتر پست	116	105	118	100	108	105	108	110	104
۳۰	نمایشگاه خودرو	149	134	154	123	136	126	128	126	119
۳۱	تعمیرگاه خودرو	90	83	92	80	83	83	85	85	80
۳۲	انبار یخچال دار	185	172	193	164	175	170	175	177	167
۳۳	سوله با تهویه (صنعتی)	81	74	83	71	74	74	77	77	72
۳۴	سوله بدون تهویه (صنعتی)	134	120	139	111	122	113	116	113	107

جدول پ ۳-۳ - حداکثر شدت مصرف انرژی مجاز بر حسب (kWh/m².yr) برای کسب رده انرژی B در کاربری- اقلیم‌های مختلف

ردیف	کاربری	اقلیم								
		5B	4B	4A	3B	3A	2B	2A	1B	0B
۱	مسکونی ≥ 3000 مترمربع	111	98	117	88	96	86	86	81	76
۲	مسکونی < 3000 مترمربع	76	67	79	60	65	58	58	55	52
۳	وبلایی	65	58	69	52	57	52	52	48	45
۴	اداری عمومی	89	84	98	82	89	84	86	84	79
۵	اداری خصوصی	72	69	79	67	72	67	69	67	63
۶	بانک و موسسه مالی	101	96	111	94	101	96	98	94	89
۷	بیمارستان	212	221	245	236	242	240	245	243	229
۸	تشخیص پزشکی آزمایشگاه	320	296	332	283	300	293	301	305	287
۹	کلینیک تشخیصی	52	52	55	55	55	55	55	57	53
۱۰	کلینیک بدون بستری بیمار	77	79	82	82	82	84	82	86	81
۱۱	مطب پزشکی	62	58	67	57	60	57	58	57	53
۱۲	مراکز نگهداری/ پرستاری	151	141	156	134	142	139	142	144	135
۱۳	دانشگاه و آموزش عالی	111	103	123	100	106	103	105	106	100
۱۴	دبیرستان	82	76	89	72	79	76	77	77	73
۱۵	دبستان و پیش دبستان	64	62	70	60	64	62	64	65	61
۱۶	مهد کودک	81	79	89	77	82	79	82	84	79
۱۷	کتابخانه	110	103	115	98	103	101	105	105	98
۱۸	مسجد	43	40	43	38	40	38	40	40	37
۱۹	فرهنگی/ سرگرمی	41	40	43	36	40	38	40	40	37
۲۰	هتل	94	89	94	84	89	82	88	86	81
۲۱	مسافرخانه/ مهمانسرا	86	86	89	86	88	89	91	94	89
۲۲	خوابگاه	94	82	100	74	81	72	74	69	65
۲۳	هایپر مارکت/ سوپر مارکت	231	214	236	199	218	194	209	192	180
۲۴	فست فود	515	479	522	455	474	450	459	447	420
۲۵	رستوران/ کافه	279	259	284	245	257	242	248	242	227
۲۶	تجاری/ فروشگاه	57	52	58	46	52	48	50	48	45
۲۷	مرکز خرید/ مال	115	101	117	93	101	94	96	96	90
۲۸	کلانتری/ آتش نشانی	118	110	122	105	110	108	111	113	106
۲۹	دفتر پست	77	70	79	67	72	70	72	74	69
۳۰	نمایشگاه خودرو	100	89	103	82	91	84	86	84	79
۳۱	تعمیرگاه خودرو	60	55	62	53	55	55	57	57	53
۳۲	انبار یخچال دار	123	115	129	110	117	113	117	118	111
۳۳	سوله با تهویه (صنعتی)	54	50	56	48	50	50	51	51	48
۳۴	سوله بدون تهویه (صنعتی)	90	80	93	74	82	76	77	76	71

جدول پ ۳-۴- حداکثر شدت مصرف انرژی مجاز بر حسب (kWh/m².yr) برای کسب رده انرژی A در کاربری- اقلیم‌های مختلف

ردیف	کاربری	اقلیم								
		5B	4B	4A	3B	3A	2B	2A	1B	0B
۱	مسکونی ≥ 3000 مترمربع	56	49	58	44	48	43	43	40	38
۲	مسکونی < 3000 مترمربع	38	33	39	30	33	29	29	28	26
۳	ویلايی	33	29	34	26	28	26	26	24	23
۴	اداری عمومی	45	42	49	41	45	42	43	42	40
۵	اداری خصوصی	36	34	39	33	36	33	34	33	31
۶	بانک و موسسه مالی	51	48	56	47	51	48	49	47	44
۷	بیمارستان	106	111	122	118	121	120	122	122	114
۸	تشخیص پزشکی آزمایشگاه	160	148	166	141	150	146	151	152	143
۹	کلینیک تشخیصی	26	26	28	28	28	28	28	28	27
۱۰	کلینیک بدون بستری بیمار	39	39	41	41	41	42	41	43	40
۱۱	مطب پزشکی	31	29	33	28	30	28	29	28	27
۱۲	مراکز نگهداری/ پرستاری	75	70	78	67	71	69	71	72	68
۱۳	دانشگاه و آموزش عالی	56	51	62	50	53	51	52	53	50
۱۴	دبیرستان	41	38	45	36	39	38	39	39	36
۱۵	دبستان و پیش دبستان	32	31	35	30	32	31	32	33	31
۱۶	مهد کودک	40	39	45	39	41	39	41	42	40
۱۷	کتابخانه	55	51	57	49	51	51	52	52	49
۱۸	مسجد	22	20	22	19	20	19	20	20	19
۱۹	فرهنگی/ سرگرمی	21	20	22	18	20	19	20	20	19
۲۰	هتل	47	45	47	42	45	41	44	43	40
۲۱	مسافرخانه/ مهمانسرا	43	43	45	43	44	45	45	47	44
۲۲	خوابگاه	47	41	50	37	40	36	37	34	32
۲۳	هایپر مارکت/ سوپر مارکت	116	107	118	99	109	97	105	96	90
۲۴	فست فود	258	240	261	228	237	225	229	223	210
۲۵	رستوران/ کافه	140	129	142	122	128	121	124	121	114
۲۶	تجاری/ فروشگاه	28	26	29	23	26	24	25	24	23
۲۷	مرکز خرید/ مال	57	51	58	46	51	47	48	48	45
۲۸	کلانتری/ آتش نشانی	59	55	61	52	55	54	56	57	53
۲۹	دفتر پست	39	35	39	33	36	35	36	37	35
۳۰	نمایشگاه خودرو	50	45	51	41	45	42	43	42	40
۳۱	تعمیرگاه خودرو	30	28	31	27	28	28	28	28	27
۳۲	انبار یخچال دار	62	57	64	55	58	57	58	59	56
۳۳	سوله با تهویه (صنعتی)	27	25	28	24	25	25	26	26	24
۳۴	سوله بدون تهویه (صنعتی)	45	40	46	37	41	38	39	38	36

پیوست ۴

ارزیابی چرخه عمر ساختمان (LCA)

تأثیرات محیطی صنعت ساختمان

شواهد حاصل از تحقیقات علمی تایید کننده تغییرات اقلیمی و خطرات جدی حاصل از آنهاست. بر همین اساس تغییرات آب و هوایی، جدی ترین عامل تهدید کننده جوامع بشری بوده و حاصل رفتارهای نامناسب خود اوست. از سال ۱۹۷۰ میزان گازهای گلخانه‌ای متصاعد شده در جو زمین بخصوص حجم دی اکسید کربن بعنوان مهم ترین گاز گلخانه‌ای بشکل قابل توجهی افزایش یافته است. حجم دی اکسید کربن حاصل از مصرف سوختهای فسیلی و تولید سیمان بتنهایی دلیل ۷۵ درصد از افزایش تولید این گاز در جو زمین از قرن ۱۸ میلادی یا دوران پیش از دوران صنعتی تا کنون است. بعلاوه، ساخت و بهره‌برداری ساختمان‌ها بعنوان عاملی مهم در تولید یک چهارم کل دی اکسید کربن جهان مطرح است.

ساختمان‌ها به تنهایی ۴۰ درصد کل مصرف انرژی جهان را به خود اختصاص داده اند. این انرژی در مرحله ساخت به صورت انرژی نهفته و در فاز بهره‌برداری بصورت انرژی مصرفی ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد.

صنعت ساختمان بدلیل مصرف بالای منابع زمین، مواد خام و انرژی و همچنین تولید نخاله، نقشی مهم و تعیین کننده در محیط زیست دارد. این صنعت همچنین مصرف کننده مهم انرژی‌های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر و تولید کننده مهم گازهای گلخانه‌ای و سایر پسماندهای جامد و گازی است. به مرور با افزایش عوامل مخرب محیطی، میزان انرژی مصرفی ساختمان‌ها نیز افزایش یافت. به همین ترتیب اندازه‌گیری انرژی مورد نیاز برای ساخت و ساز و تولید مصالح نیز اهمیت بیشتری یافت. صنعت ساختمان بین ۲۵ تا ۴۰ درصد کل انرژی مصرفی در بسیاری از کشورها را به خود اختصاص داده است. مطالعات مختلف نشان داده است که انرژی مصرفی ساختمان‌ها در فاز بهره‌برداری در یک بازه زمانی ۵۰ ساله ۸۰ تا ۹۰ درصد کل انرژی مصرفی ساختمان را بخود اختصاص داده است. مطالعات مرتبط با ساختمان‌های با میزان پایین انرژی بهره‌برداری نشان داده است که، انرژی نهفته فاز ساخت ۴۰ تا ۶۰ درصد از کل انرژی مصرفی ساختمان را بخود اختصاص داده است.

به همین دلیل در صورت کنترل میزان مصرف انرژی در بخش ساختمان و در نتیجه آن، کاهش میزان تولید دی اکسید کربن حاصل از این بخش، می‌توان به شکل قابل توجهی

به جلوگیری از افزایش دمای زمین کمک نمود. توجه به اندازه‌گیری و کنترل میزان انرژی مصرفی در جهان از دو منظر قابل توجه است، از یک سو ارتباط میان تولید گازهای گلخانه‌ای و میزان مصرف انرژی مورد توجه قرار دارد. به این ترتیب با کاهش میزان مصرف انرژی‌های فسیلی، میزان تولید دی اکسید کربن نیز کاهش یافته و سرعت افزایش دمای زمین کاهش خواهد یافت، پیمان بین المللی کیوتو^۱ را می‌توان مهمترین برنامه عملی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای با تمرکز بر کاهش میزان مصرف سوخت‌های فسیلی دانست. از سوی دیگر، کاهش میزان مصرف انرژی بخصوص انرژی‌های فسیلی و سایر منابع تجدید ناپذیر انرژی را می‌توان وظیفه تمامی نسل‌های بشر دانست، بدین ترتیب ضمن حفظ منابع محدود انرژی زمین می‌توان امکان بهره‌برداری نسل‌های آینده از این منابع را فراهم نمود. پیمان مونترال^۲ نیز یکی از مهمترین برنامه‌های بین‌المللی برای کاهش میزان مصرف انرژی در جهان است.

با توجه به لزوم اندازه‌گیری و کاهش میزان انرژی مصرفی، صنعت ساختمان را می‌توان بعنوان یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی و مهمترین تولیدکننده دی اکسید کربن در جهان معرفی نمود. انرژی مصرفی ساختمان و دی اکسید کربن تولید شده توسط آنرا می‌توان در سه بخش جداگانه مورد بررسی قرار داد که با وجود جدایی ظاهری در واقع به شکل اجتناب ناپذیری با یکدیگر مرتبط هستند. این سه بخش شامل تولید، بهره‌برداری و تخریب ساختمان است.

صنعت ساختمان به‌همراه صنایع وابسته آن، یکی از مهمترین مصرف‌کننده‌های منابع تجدید پذیر و تجدید ناپذیر طبیعی است که تأثیرات مهمی بر محیط زیست زمین دارد.

استخراج، فرآوری، تولید، حمل و استفاده از مصالح ساختمانی تأثیرات محیطی قابل توجهی بر محیط زیست دارد. این تأثیرات در غالب دو پارامتر اصلی انرژی نهفته و دی اکسید کربن تولیدی قابل بررسی است. تحقیقات صورت گرفته نشان داده است که ۸۲ تا ۸۷ درصد از انرژی نهفته ساختمان مربوط به مصالح، ۶ تا ۸ درصد مربوط به حمل و ۶ تا ۹ درصد آن مربوط به انرژی مصرفی در سایت است. در تحقیق دیگری که در زمینه اندازه‌گیری انرژی نهفته ساختمان صورت گرفته است مشخص گردید که تا ۷۵ درصد از

1- Kyoto Protocol

2- Montreal Protocol

انرژی نهفته ساختمان مربوط به بخش‌های خارج از سایت و مربوط به مصالح است. لذا در صورت استفاده از مصالح با انرژی بالاتر میزان انرژی خارج از سایت نیز افزایش می‌یابد.

اندازه‌گیری انرژی مصرفی فاز بهره‌برداری ساختمان، اندازه‌گیری انرژی نهفته ساختمان امری پیچیده و وقت گیر است. با وجود تحقیقات صورت گرفته در این مورد، هنوز روشی اثبات شده برای محاسبه دقیق انرژی نهفته ساختمان وجود ندارد و علاوه بر این در فرآیند اندازه‌گیری انرژی نهفته، نوسان‌های قابل توجهی در بسیاری از پارامترها وجود دارد.

با گسترش مباحث علمی پیرامون مفهوم توسعه پایدار و راههای دستیابی به آن به مرور این مفهوم وارد عرصه ساخت و ساز گردید و مفهوم ساخت پایدار را ایجاد کرد. ساخت و ساز پایدار را می‌توان به عنوان گونه‌ای از تولید با مدیریت پاسخگو در برابر برداشت کارا و بهره‌ورانه از منابع و قواعد زیست محیطی دانست. به بیان بهتر ساخت و ساز پایدار گونه‌ای از کاربرد توسعه پایدار در ارتباط با صنعت ساختمان است. صنعت ساختمان نیز مجموعه‌ای از تولید، توسعه، برنامه ریزی، ساخت، تغییر، نگهداری محیط مصنوع را در بر می‌گیرد و شامل تمامی تولید کنندگان مصالح ساختمانی و استفاده کنندگان ساختمان‌ها می‌شود. به این ترتیب ساخت و ساز پایدار را می‌توان به عنوان زیرمجموعه‌ای از توسعه پایدار در نظر گرفت که مسائلی مانند برنامه ریزی مالی و فیزیکی، طراحی، سازماندهی، انتخاب مصالح، بازیافت و به حداقل رساندن پسماند ها را در بر می‌گیرد.

همانطور که در ارتباط با توسعه پایدار سه حوزه اصلی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در ذیل مفهوم پایداری در توسعه بیان گردیده است. در بررسی ساخت و ساز پایدار نیز می‌توان سه حوزه پایداری محیطی، اقتصادی و اجتماعی را در نظر گرفت که هر کدام به تنهایی نیاز به بررسی دقیق داشته و قابل تحلیل در فازهای مختلف عمر ساختمان با رویکردهای فنی، سازه‌ای در مقیاس جزئی و کلی است بعلاوه ارتباط آنها با یکدیگر و تاثیرشان بر یکدیگر نیز قابل بررسی و ارزیابی می‌باشد که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

▪ امکان ارزیابی پایداری محیطی در چرخه عمر

برای ایجاد سامانه ساختمانی پایدار، نخست می‌بایست فرآیند طراحی بگونه‌ای اصلاح شود که معیارهای پایداری در همان فاز طراحی نیز در نظر گرفته شوند. برای دستیابی به

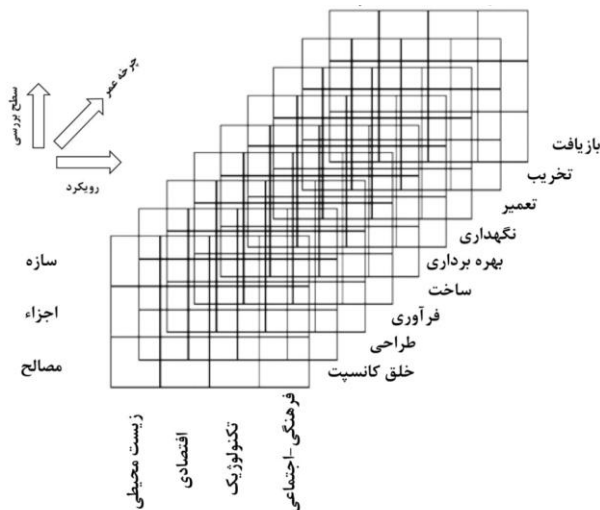
طراحی پایدار می بایست راه حل‌های خلاقانه ای در مواجهه با مسائل فنی ساختمان ارائه کرد. در ارائه این راهکارها توجه به تاثیر محیطی آنها نیز می بایست در نظر گرفته شود. از این میان تنها روشهایی موفقیت آمیز خواهند بود که با بکارگیری آنها هزینه کمتر، حفظ انرژی و مواد طبیعی، آلوده کنندگی کمتر در عین ارتقاء سطح سلامتی و آسایش بیشتر در فضای داخل حاصل آید. اما به منظور تدوین راهکارهایی جهت دستیابی به طراحی پایدار مانند رویارویی با هر مسئله دیگری ابتدا می بایست طراحی ساختمان را به بخشهای تشکیل دهنده آن تقسیم نمود و با اتخاذ تدابیری در جهت بهبود طراحی هر یک از بخشها در نهایت سامانه ساختمانی بهتری را ایجاد کرد. به این منظور هر سامانه ساختمانی را از نقطه نظر طراحی به بخشهای مشخص تقسیم می کنیم.

به این ترتیب می توان گفت که طراحی پایدار از طریق پیوستگی معماری با مهندسی مکانیک، الکترونیک و سازه بدست می آید. به عبارت دیگر ساختمان پایدار زمانی حاصل خواهد شد که در کنار توجه به معماری و سازه و مصالح و همچنین تناسبات، نور، رنگ و فرم به عنوان عناصر زیربنایی زیبایی شناختی در فرآیند معماری به مسائل و نکات بلند مدتی مانند محیط، اقتصاد و جامعه نیز توجه شود.

از میان بخشهای مختلف، پوسته بنا را می توان قابل اندازه گیری ترین بخش ساختمان در ارتباط با طراحی معماری دانست. منظور از پوسته بنا جداره های خارجی و جداکننده های داخلی است. در این تعبیر فونداسیون، سازه، سقفها و دیوارهای داخلی و خارجی به همراه بازو ها را می توان عناصر تشکیل دهنده پوسته بنا قلمداد کرد. برای درک بهتر موضوع به نمودار ارائه شده در شکل ۱ مراجعه شود. در این نمودار سه محور اصلی در نظر گرفته شده و شامل محور طول عمر ساختمان، سطوح بررسی در ساختمان و رویکرد مطالعه هر بخش است. در هر محور نیز می توان فاکتورهای متعددی را تبیین نمود. با نگاهی به این نمودار می توان دریافت که پایداری ساختمان در حوزه های زیست محیطی، اقتصادی، تکنولوژیکی، فرهنگی و اجتماعی قابلیت بررسی بر اساس اجزا تشکیل دهنده ساختمان و در فازهای مختلف طول عمر ساختمان را دارا می باشد. لذا ملاحظه می شود که پایداری ساختمان پدیده ای پیچیده و دارای ابعادی گسترده است و دستیابی به پایداری فرآیندی است که محصول تقاطع پارامترهای این سه محور است. اما برای حصول پایداری می بایست این پارامترهای متعدد را در بخش های کوچک تر و محدودتر تقسیم بندی کرده و مطالعه

نمود. به این ترتیب پایداری ساختمان با تمام پیچیدگی، به مقوله ای قابل مطالعه، اندازه‌گیری، ارزیابی و اصلاح تبدیل می‌شود.

علاوه بر این لازم به ذکر است که آن بخش از طول عمر ساختمان که موضوعیت قابل توجهی در این بازه زمانی دارد مربوط به بخش تولید ساختمان می‌باشد. چراکه در فاز نگهداری، تا کنون تحقیقات بسیاری انجام گرفته و معیارهای صرفه جویی در مصرف انرژی در دوران بهره‌برداری نیز تهیه و تدوین شده و در حال اجرا می‌باشد.



شکل ۱- پارامترهای موجود در بررسی پایداری صنعت ساختمان

اما فاز تولید و تخریب ساختمان به اندازه کافی مورد مطالعه قرار نگرفته و به دلیل اهمیت بسیار، نیازمند بررسی و تدوین استانداردها و آیین‌نامه‌های مخصوص بخود است.

تعاریف، اصول، مبانی نظری

تا کنون تعاریف مختلفی از توسعه پایدار ارائه شده‌است که برخی از مهم‌ترین آنها را جهت ورود به بحث پایداری در ساخت و ساز مطرح می‌نماییم. براساس سمینار اس-ای-جی-

ای^۱ توسعه پایدار مرهون تامین نیازهای انسان از طریق پیشرفت همزمان تکنولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی در عین حفظ منابع زمین است. در تعریف دیگری که مجمع حمایت از توسعه پایدار در بریتانیا ارائه داده است توسعه پایدار، فرآیندی معرفی شده است که طی آن افراد استعدادهای خود را بارور نموده و کیفیت زندگی را به گونه‌ای افزایش می‌دهند که بطور همزمان محافظت لازم از منابع پشتیبان طبیعی انجام گیرد. در نگاهی دیگر توسعه پایدار به عنوان موضوعی چند وجهی در ارتباط با حوزه‌های محیط زیست، صنعت، اقتصاد، تکنولوژی، سیاست و رسانه در نظر گرفته می‌شود. در تعریف دیگری، توسعه پایدار در ارتباط با تضمین کیفیت بهتری از زندگی برای همگان در نسل حاضر و نسلهای آینده است که این هدف با بکارگیری عوامل زیر قابل دستیابی می‌باشد.

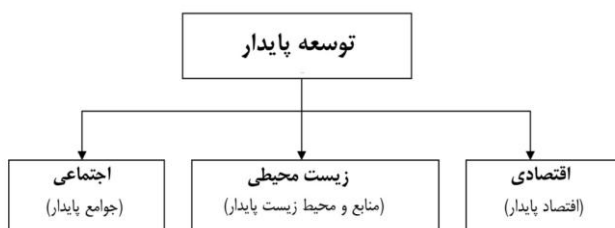
- توسعه اجتماعی بر اساس شناخت نیازهای همه افراد
- حفاظت موثر از محیط
- برداشت محتاطانه از منابع طبیعی
- حفظ نرخ رشد اقتصادی و اشتغال در سطح بالا و ثابت

تعریف نسبتاً معروف دیگری که از توسعه پایدار ارائه شده است مربوط به کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED)^۲ می‌باشد. در این تعریف که در سال ۱۹۸۳ برای نخستین بار بیان شد توسعه پایدار گونه‌ای از توسعه معرفی شده است که طی آن نیازهای نسل کنونی بدون تاثیر منفی در توانایی نسل آینده برای تامین نیازهایشان بر آورده می‌شود.

آن چه از تعاریف ارائه شده می‌توان دریافت، ماهیت چند وجهی توسعه پایدار است که اصلی‌ترین جنبه‌های این توسعه را می‌توان در بخش اجتماعی، اقتصادی و محیطی خلاصه نمود. با چنین رویکردی می‌توان توسعه پایدار را حاصل واقعیتی برخاسته از سه عنصر پایداری اجتماعی، پایداری اقتصادی و پایداری محیطی دانست. به بیان دیگر زمانی که توسعه در این حوزه‌های سه گانه بصورت همزمان حاصل گردد می‌توان اعلام نمود که توسعه پایدار ایجاد شده است.

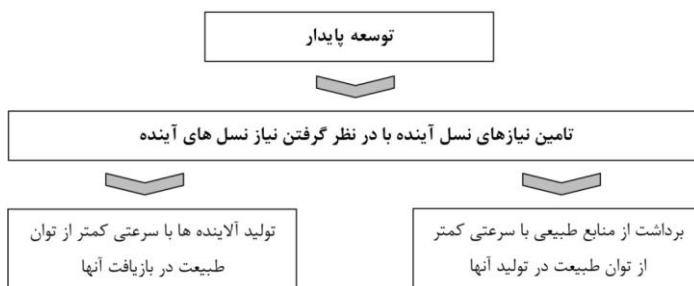
^۱- SAGE (Sustainability and the Global Environment)

^۲- WCED (UN-sponsored World Commission on Environment and Development)



شکل ۲- حوزه های سه گانه توسعه پایدار

با توجه به تعاریف ارائه شده در خصوص مفهوم توسعه پایدار می توان مفهوم توسعه پایدار را بصورت زیر خلاصه نمود.



شکل ۳- تعریف و نتایج حاصل از مفهوم توسعه پایدار

به این ترتیب برداشت محتاطانه و محدود از منابع طبیعی تجدید ناپذیر را می توان بعنوان مهمترین اصل در تولید ساختمان عنوان نمود. این منابع علاوه بر سوخت های فسیلی شامل معادن و مواد خام اولیه مورد استفاده برای تولید ساختمان می باشد. در صورت ادامه روند کنونی ساخت و ساز در کشور که نتیجه آن ساختمان هایی با طول عمر کوتاه و غیر بهینه از نظر مصرف انرژی می باشد هر دو اصل ذکر شده در بالا نقض خواهد شد. چراکه از یک سو منابع بصورت بی رویه و غیر محتاطانه مورد استفاده قرار می گیرد و از سوی دیگر بدلیل طول عمر کوتاه آنها با فرا رسیدن فاز پایان عمر ساختمان و تخریب، توده قابل توجهی از مصالح غیر قابل بازیافت به طبیعت تحمیل می گردد که در صورت افزایش دو راه بهره برداری از ساختمان ها و به تعویق افتادن هر چه بیشتر فاز تخریب، مقادیر کمتری از نخاله های ساختمانی به طبیعت تحمیل خواهد شد.

روش ارزیابی چرخه عمر LCA^۱

ارزیابی یک محصول در تمام چرخه عمر، روشی است که در سال های اخیر برای ارزیابی، اندازه گیری و اصلاح محصولات ساخته دست انسان بخصوص در حوزه تولیدات صنعتی مورد استفاده قرار گرفته است. شاید بتوان نقطه آغاز شکل گیری این روش ارزیابی محصول را در سال ۱۹۹۶ یافت. در این سال ارزیابی چرخه عمر بعنوان ابزاری برای مدیریت زیست محیطی استفاده شد. در ابتدای دهه ۱۹۹۰ میلادی نیز مطالعات مشابهی برای ارزیابی چرخه عمر صورت گرفت که نقطه شروع آنرا می توان در صنایع دفاع ایالات متحده مشاهده نمود. البته در این مورد، ارزیابی هزینه های کارکرد و نگهداری سامانه ها مورد نظر بوده است. به همین دلیل از آن با نام "حسابرسی چرخه عمر"^۲ و یا "هزینه یابی چرخه عمر"^۳ یاد شده است.

اولین کاربرد ارزیابی چرخه عمر بصورت مدرن کنونی توسط شرکت کوکاکولا و برای ارزیابی چرخه عمر قوطی های نوشابه از تولد تا مرگ صورت گرفت. در آن زمان تاکید بر ارزیابی پسماند حاصل از محصولات بوده و تاثیرات زیست محیطی و مصرف انرژی مورد توجه نبوده است. اولین تجربه ارزیابی چرخه عمر در بریتانیا نیز با انتشار کتاب راهنمای تجزیه و تحلیل انرژی صنایع تالیف بوستد و هنکک^۴ شکل گرفت.

جمعیت شیمی و مسمومیت شناسی محیطی^۵ (SETAC) در سال ۱۹۹۲ دو کارگاه آموزشی برگزار نمود. کارگاه اول درباره ارزیابی تاثیر چرخه عمر و کارگاه دوم درباره کیفیت اطلاعات بود. شاخه آمریکای شمالی و اروپای این جمعیت در سال ۱۹۹۳ میلادی در پرتغال تشکیل جلسه داد و خطوط کلی ارزیابی چرخه عمر را با عنوان "شناسه های عملی"^۶ تدوین نمود.

بغیر از این جنبش، گروهها و محققان دیگری در اسکانندیناوی مشغول به تدوین و انتشار چهارچوب های خود در این زمینه بودند. این محققان سوئدی، فنلاندی، دانمارکی و نروژی در نهایت راهنمای ارزیابی چرخه عمر کشورهای شمال اروپا را تدوین نمودند. برنامه زیست

1- LCA (Life Cycle Assessment)

2- Life-Cycle Accounting

3- Life-Cycle Costing

4- Boustead and Hancock

5- Society of Environmental Toxicology and Chemistry

1- Code of Practice

محیطی سازمان ملل متحد نیز نشریه ای با عنوان "ارزیابی چرخه عمر چیست و چگونه باید انجام شود؟" را تدوین نمود. آژانس زیست محیطی اروپا نیز راهنمایی برای رویکردها، تجارب و منابع اطلاعاتی تدوین نمود. پس از آن، تلاش های متعددی برای استاندارد سازی روش ارزیابی چرخه عمر صورت گرفت و اتحادیه استانداردهای کانادا نیز اولین راهنمای ملی ارزیابی چرخه عمر را با عنوان Z-760 برای ارزیابی محیطی چرخه عمر در سال ۱۹۹۴ میلادی منتشر نمود. اما شناخته شده ترین استانداردهای منتشر شده در این ارتباط از سوی موسسه بین المللی استانداردسازی ISO^۱ صورت گرفت:

- استاندارد مدیریت محیطی ۱۴۰۴۰، قواعد و چهارچوب ها (۱۹۹۷)

- استاندارد مدیریت محیطی ۱۴۰۴۱، تعیین هدف و تحلیل جزء به جزء (۱۹۹۸)

- استاندارد مدیریت محیطی ۱۴۰۴۲، ارزیابی تاثیر چرخه عمر (۲۰۰۰)

- استاندارد مدیریت محیطی ۱۴۰۴۳، تفسیر چرخه عمر (۲۰۰۰)

استاندارد ایزو سری ۱۴۰۴۰ نخستین قوانین و چهارچوب ها را برای کنترل تاثیرات مخرب زیست محیطی تولیدات صنعتی تصویر نمود. از دیدگاه این استاندارد برای کنترل تاثیرات مخرب محیطی می بایست عوامل تاثیرگذار مانند میزان انرژی مصرفی، هزینه، نیروی کار، میزان مصرف آب، میزان تولید گازهای گلخانه‌ای و سایر عوامل را از زمان استخراج مواد و فرآوری آنها تا زمان تولید محصول و پس از آن در طول عمر آن مورد اندازه‌گیری قرار داد. در پایان عمر، ممکن است محصول تخریب شود و یا بازیافت گردد. در انتها با جمع‌بندی این عوامل در تمام طول عمر یک محصول می‌توان میزان کارایی و بازدهی محیطی آنرا اندازه‌گیری و اصلاح نمود.

ارزیابی چرخه عمر، روشی برای بررسی میزان بار زیست محیطی حاصل از فرآیندها و یا تولید محصولات از لحظه تولد تا مرگ است. این روش از سال ۱۹۹۷ میلادی در عرصه ساختمان مورد استفاده قرار گرفت و از آن به بعد نیز به عنوان ابزاری مهم برای ارزیابی ساختمان‌ها شناخته شده‌است.

روش LCA ابزار مناسبی در اختیار قرار می دهد که به وسیله آن میتوان تاثیرات محیطی ساختمان را از زمان تولید تا تخریب مورد ارزیابی و اندازه گیری قرارداد. این ارزیابی تمام چرخه عمر یک محصول را در بر می گیرد. این چرخه از استخراج و فرآوری مواد خام اولیه، تولید، حمل، توزیع، مصرف، مصرف مجدد، نگهداری، بازیافت و بازگشت به طبیعت را شامل می شود. بر اساس تعریف ارائه شده از سوی سازمان ایزو: "ارزیابی چرخه عمر روشی برای ارزیابی زوایای محیطی و پتانسیل تاثیر یک محصول بوسیله تدوین روش بررسی ورودی و خروجی سامانه مربوط به یک محصول، ارزیابی پتانسیل تاثیرات محیطی و تفسیر نتایج حاصل از فازهای ارزیابی محیطی و بررسی جزء به جزء است و معمولاً بعنوان ابزاری کمکی تحلیلی در تصمیم گیری استفاده می شود."

همانطور که گفته شد استاندارد ایزو سری ۱۴۰۴۰ شرح کاملی از نحوه استفاده از این روش برای ارزیابی چرخه عمر ارائه داده است. برای ارزیابی چرخه عمر محصول به روش ارزیابی چرخه عمر می بایست مراحل مشخصی را دنبال نمود. این فرآیند را می توان در چهار مرحله اصلی مختلف دسته بندی کرد: در مرحله اول هدف و روش عمل در بررسی مشخص می گردد که خود دارای چهار بخش جزئی تر است. در مرحله دوم بررسی وضعیت موجود در دو بخش صورت می گیرد. در مرحله سوم ارزیابی تاثیر محصول در سه بخش انجام می شود و در مرحله نهایی تفسیر یافته های حاصل از سه مرحله قبلی در دو بخش صورت می گیرد. در جدول (۱) این چهار مرحله و بخش های جزئی تر آنها نشان داده شده اند.

جدول ۱- ساختار بررسی استاندارد ایزو ۱۴۰۴۰

مراحل ارزیابی چرخه عمر	اقدامات اولیه
تعریف هدف و روش	تعریف واحد عملکردی
	تعریف محدوده سامانه
	اطمینان از کیفیت داده ها
	تعریف چرخه عمر
بررسی جزء به جزء	جمع آوری داده ها
	اندازه گیری ورودی ها و خروجی ها
ارزیابی تاثیر	دسته بندی داده ها
	تعیین موقعیت داده
	تعیین ضرائب اهمیت در ابعاد مختلف
تفسیر نتایج	جمع بندی اطلاعات
	بازنگری

▪ ضرورت ارزیابی چرخه عمر در ساختمان

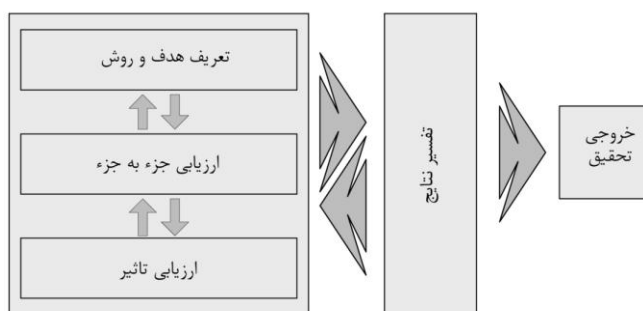
با وجود آنکه ارزیابی چرخه عمر از دهه ۱۹۹۰ میلادی بصورت گسترده در صنعت ساختمان مورد استفاده قرار گرفته است، اما در مقایسه با سایر صنایع مانند صنایع مهندسی و زیرساخت ها از توسعه کمتری بهره مند بوده است. در نتیجه بکارگیری این روش توسط تمامی عوامل صنعت ساختمان، دولت ها، طراحان و محققان صنعت ساختمان تحت تاثیر تولید پایدار ساختمان و راهکارهای زیست محیطی قرار گرفته اند. شاید میزان کمتر توسعه این روش در صنعت ساختمان، تنها بدلیل پیچیدگی ساختمان بعنوان محصول مورد ارزیابی نیست بلکه عوامل دیگری نیز در آن دخیل بوده اند که از این میان به موارد زیر می توان اشاره نمود:

اولین عامل را می توان طول عمر قابل توجه ساختمان نسبت به سایر محصولات دانست. بطور متوسط بازه طول عمر ساختمان ۵۰ سال در نظر گرفته می شود که همین امر ارزیابی تولید تا تخریب محصول را دشوار می نماید. از سوی دیگر در طول این دوره طولانی، امکان

ایجاد تغییرات قابل توجهی در فرم و عملکرد ساختمان، محصول را با تغییرات جدی مواجه خواهد نمود تا جایی که ممکن است در طول عمر، این محصول بطور کلی تغییر نماید. بسیاری از تاثیرات محیطی ساختمان نه در فاز تولید بلکه در دوره بهره‌برداری بروز می‌نمایند که میزان این تاثیرات با انتخاب دقیق و هوشمندانه مصالح و روش‌های ساخت قابل کنترل خواهد بود.

ساختمان پدیده‌ای متشکل از عوامل مختلفی است که لزوماً ارتباطی با یکدیگر ندارند. به همین دلیل تدوین استاندارد برای دربر گرفتن تمامی این عوامل از تولیدکنندگان مصالح تا طراحان، دارای دشواری‌های خاص خود است. به همین دلیل در بسیاری موارد بصورت محلی و ملی، اقداماتی برای یکسان سازی و یکپارچه سازی راهکارهای این روش تدوین شده‌است، اما اصول و سرخط‌ها همواره ثابت خواهند بود.

همانطور که گفته شد استاندارد ایزو ۱۴۰۴۰ چهار مرحله اصلی را برای ارزیابی چرخه عمر معرفی نموده است. ارتباط میان این چهار بخش در شکل (۲-۵) نشان داده شده‌است.



شکل ۴- ساختار ارزیابی چرخه عمر

▪ تعریف هدف و روش

این قسمت اولین مرحله از ارزیابی چرخه عمر است. این مرحله قدمی بحرانی در تعریف هدف تحقیق است و سوالات تحقیق را مشخص می‌نماید. در این مرحله محقق، اقدام به تعریف اهداف و محدوده مطالعه می‌نماید. این مرحله شامل موارد مهم دیگری مانند تعریف کلی محدوده سامانه بررسی، تعریف واحد عملکردی، کیفیت اطلاعات و سایر محدودیت‌ها

نیز می شود. تمامی این موارد می بایست که در همین مرحله بصورت کاملاً دقیق و واضح تعریف شوند چراکه تعیین کننده جهت و معیارهای تحقیق هستند.

بر اساس استاندارد ایزو ۱۴۰۴۰، هدف هر ارزیابی چرخه عمر بیان کننده کاربرد و دلایل انجام بررسی است و شامل محصول مورد مطالعه، کاربردهای آن، واحد عملکردی، محدوده سامانه، فرآیند مربوط، دسته‌بندی های انتخاب شده برای تاثیر، روش ارزیابی تاثیر، اطلاعات مورد نیاز، مفروضات، محدودیت ها، کیفیت اطلاعات اولیه مورد نیاز و نوع مرور اطلاعات و گزارش مورد نیاز از مطالعه می شود.

هدف کلی از ارزیابی چرخه عمر در مورد ساختمان، به حداقل رساندن تاثیرات زیست محیطی در کل چرخه عمر است. ساختمان‌ها همواره بعنوان محصولاتی پیچیده شناخته شده اند، دلیل این پیچیدگی را می توان در فرآیند تولید جستجو نمود. به دلیل پیچیدگی صنعت ساختمان و بازه عمر طولانی و تغییرات احتمالی آن در طول این دوره که غالباً در ابتدای تولد محصول خیلی مشخص نیست، تمامی مراحل ارزیابی چرخه عمر بر تعریف هدف و روش تحقیق تاثیرگذار خواهند بود. به همین دلیل، نحوه بررسی ساختمان پس از هر فاز می بایست مورد بازبینی مجدد قرار گیرد.

▪ بررسی جزء به جزء

مرحله دوم از ارزیابی چرخه عمر، بررسی جزء به جزء محصول است. این مرحله شامل جمع‌آوری و محاسبه اطلاعات بوده و بدلیل اینکه مبنای مطالعه محسوب می گردد دارای اهمیتی کلیدی است. این مرحله به دلیل تاثیر احتمالی جمع‌آوری اطلاعات بر بازنویسی و یا اصلاح محدوده سامانه، با مرحله تعریف هدف و روش نیز مرتبط است. کامل بودن اطلاعات در این مرحله بسیار تعیین کننده است چراکه فقدان برخی از اطلاعات می تواند به تغییر روش منجر شود. از سوی دیگر انتخاب منبع درست اطلاعات نیز به دلیل تاثیر بر کیفیت تحقیق، حائز اهمیت است. علاوه بر صحت و یا عدم صحت اطلاعات مورد استفاده و محل انجام تحقیق نیز در تعیین بانک اطلاعاتی مورد استفاده تاثیر گذار است و در هر کشور می توان بانک های اطلاعات محلی و ملی را مورد استفاده قرار داد. در تعریف هدف و روش تحقیق، در دسترس بودن اطلاعات دقیق و با کیفیت نیز می بایست در نظر گرفته شود.

انرژی نهفته مصالح و اجزاء ساختمانی، حمل مصالح و اجزاء به کارگاه، مصالح مصرفی و پسماند مصالح و حمل پسماند از جمله مواردی است که اطلاعات آنها در این مرحله مورد نیاز است. فقدان بانک اطلاعاتی کامل یکی از موانع اصلی در افزایش مقبولیت ارزیابی چرخه عمر در سطح بین المللی است. در حال حاضر پایگاه های اطلاعاتی مختلفی از جمله پایگاه های عمومی، دانشگاهی، تجاری و صنعتی تدوین شده است. اطلاعات موجود در هر یک از این پایگاه ها با یکدیگر متفاوت اند و دلیل آن نحوه محاسبه و جمع بندی اطلاعات است. عدم شفافیت در نحوه محاسبات پایگاه های اطلاعاتی، مقایسه آنها با یکدیگر را دشوار می نماید. به این ترتیب می توان دریافت که کیفیت نتایج ارزیابی چرخه عمر با دقت و کیفیت ارزیابی جزء به جزء مرتبط است.

▪ ارزیابی تاثیر

استاندارد ایزو ۱۴۰۴۲، استاندارد بین المللی تدوین شده برای ارزیابی تاثیر چرخه عمر^۱ (LCIA) است. در این استاندارد ارزیابی تاثیر به معنای بررسی محصول از نقطه نظر تاثیرات محیطی بوسیله تعریف پارامترهای اندازه گیری و تحلیل نتایج حاصل از آنهاست. پارامترهای آشکارساز محیطی در تحقیقات مختلف، متفاوت بوده اند. برخی از متداول ترین آشکارسازهای محیطی مورد استفاده، پتانسیل گرمایش زمین، اسیدی سازی و مسمومیت هواست. میزان اهمیت و روش اندازه گیری هر یک از این موارد در هر نقطه مکانی، متفاوت است. برای مثال شاخص گرمایش زمین، معیاری با دامنه تاثیر بین المللی است. به بیان دیگر گازهای گلخانه ای گرم کننده زمین با انتشار در هر نقطه از زمین، با تاثیر بر جو به عنوان عنصری مشترک برای تمام زمین، تمامی نقاط دیگر را تحت تاثیر قرار می دهد. اما شاخص اسیدی سازی آب در هر نقطه بصورت محلی عمل می نماید. لذا در تعیین مرجع و روش اندازه گیری این شاخص ها و همچنین ضریب تاثیر آنها می بایست مختصات محلی مورد توجه قرار گیرد.

▪ تفسیر نتایج

این مرحله بعنوان آخرین مرحله از فرآیند ارزیابی چرخه عمر شناخته می شود. در این مرحله نتایج حاصل از ارزیابی جزء به جزء پس از خلاصه شدن، جمع بندی شده و نتایج

^۱ Life Cycle Inventory Assessment

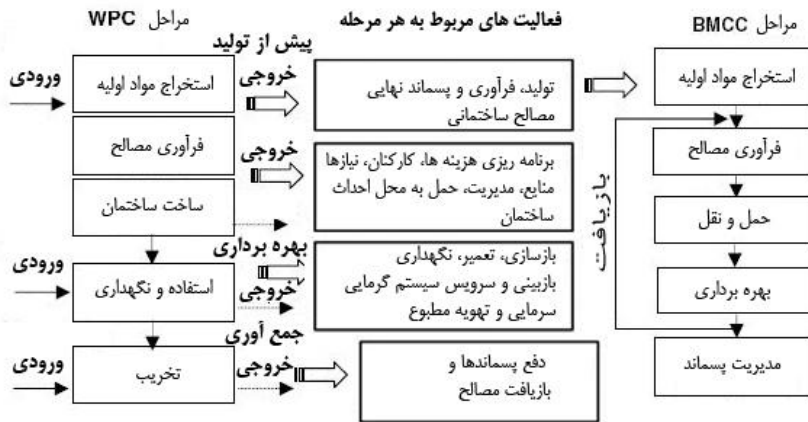
اولیه از آنها استخراج خواهد شد. بر اساس این نتایج، توصیه ها و تصمیمات با توجه به تعاریف هدف و روش تدوین خواهد شد.

با بررسی حدود بیست و پنج مورد تحقیقی که بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ میلادی در حوزه ارزیابی ساختمان به روش ارزیابی چرخه عمر انجام شده است مشاهده می شود که در نحوه بررسی چرخه عمر محصول، دو رویکرد مختلف در بکارگیری این روش قابل تفکیک می باشد. روش اول، روش ترکیب اجزاء و مصالح ساختمانی^۱ BMCC است. روش دوم فرآیند کامل ساخت WPC^۲ نامیده می شود و طی آن تمامی مراحل ساخت مورد ارزیابی قرار می گیرد و مرحله بازیافت در نظر گرفته نشده است. در حدود ۶۰ درصد بررسی ها که با روش LCA انجام گرفته با رویکرد ترکیب اجزاء و مصالح و تنها ۴۰ درصد با رویکرد فرآیند کامل ساخت بوده است که این خود نشان دهنده جامع تر و کاربردی تر بودن رویکرد ترکیب اجزاء و مصالح است. در شکل (۲-۶) مراحل مختلف این دو رویکرد ارائه شده است.

بر اساس بررسی ها، بیشترین تاثیر در افزایش تاثیرات محیطی محصولات مربوط به شاخص انرژی است. در نتیجه کمترین تاثیرات محیطی مربوط به محصولاتی است که کمترین میزان مصرف انرژی را دارا هستند. اصلی ترین شاخص ها برای رسیدن به این هدف عبارتند از:

- استفاده از مواد با انرژی نهفته پایین
- فرآیند تولید بهینه
- کاهش هزینه های توزیع
- کمترین میزان انرژی بهره برداری برای واحد عملکردی
- فاز پایانی ساده و با آلاینده گی پایین

1- Building and Materials Components Combinations
2- Whole Process Construction



شکل ۵- ساختار بررسی LCA با دو رویکرد WPC و BMCC

▪ معیارها و راهکارهای دستیابی به ساخت پایدار

همانطور که پیش تر گفته شد برای نخستین بار در سال ۱۹۹۶ میلادی استاندارد برای ارزیابی و اصلاح روش های ساخت تدوین شد. استانداردهای پایداری محیطی ساختمان که در سطح بین المللی شناخته شده و قابل استناد می باشند همگی از این سال به بعد و غالباً توسط سازمان استاندارد سازی تولید صنعتی تدوین شد. اکنون با توجه به معیارهای ارائه شده در استانداردها می توان تاثیر قابل توجه صنعت ساختمان بر محیط زیست را بخوبی درک نمود. اما نخست باید دانست که ساختمان مورد تایید این استاندارد چه ویژگیهایی دارد و این ویژگیها با چه روشهایی به دست می آید؟

ساختمان سازگار با محیط زیست یا ساختمان سبز مجموعه ای است که در انتخاب مکان، طراحی و ساخت آن استراتژی هایی برای کاهش تاثیر مخرب بر محیط در نظر گرفته شده است. برای بوجود آمدن این استراتژی ها می بایست رویکرد مناسبی برای طراحی معماری ساختمان اتخاذ شود. از این رو برای ایجاد معماری پایدار می بایست تمامی منابع مورد نیاز مانند مصالح، سوخت، نیروی انسانی و غیره به خوبی با هدف پایداری ساخت در فرآیند طراحی معماری در نظر گرفته شده باشند. شاید بتوان گفت که ساخت یک

ساختمان سازگار با محیط مستلزم حل هوشمندانه تناقضات بسیاری در تصمیم گیری در فاز طراحی معماری است. چراکه هر تصمیمی که در فرآیند طراحی اتخاذ شود تاثیر مستقیم یا غیرمستقیم بصورت کوتاه مدت یا بلند مدت بر محیط وارد خواهد نمود. با توجه به اهمیت تاثیر ساخت بر محیط می توان شاخص های اساسی ساختمان های سازگار با محیط را در مقایسه با ساختمان های معمولی به این شکل بیان نمود.

- کاهش مصرف انرژی و برداشت از منابع جهت ساخت
- کاهش انرژی مصرفی در طول عمر
- به حداقل رساندن آلودگی خارجی و تاثیر بر محیط اطراف
- به حداقل رساندن آلودگی داخلی و تاثیر بر سلامت افراد

با چنین تدابیری ساختمان حاصل، تاثیر بسیار مثبتی بر سلامتی محیط، حفظ منابع و محیط زیست خواهد داشت. به این ترتیب ساختمان سبز یا ساختمان سازگار با محیط علاوه بر ملاحظات در نظر گرفته شده در ساخت به روش های قبلی مانند توجه به اقتصاد، کارایی، دوام و زیبایی موارد دیگری را در ارتباط با محیط، منابع و سلامت ساکنان مورد توجه قرار خواهد داد:

- کاهش قرارگیری انسان در معرض مواد مضر
- حفاظت از منابع تجدید ناپذیر و مصالح کمیاب
- کاهش تاثیر محیطی در طول عمر ساختمان با توجه به میزان انرژی و مصالح مصرفی
- بهره برداری از انرژی ها و مصالح تجدید شونده که میزان تولید پایدار و ثابتی داشته باشند
- حفظ و نگهداری هوای سالم، آب، خاک، گونه های گیاهی و جانوری
- در نظر گرفتن امکانات حمل و نقل پیاده یا با دوچرخه و یا وسایل نقلیه سبک تا سنگین

کشورهای مختلف بخصوص کشورهای صنعتی مطالعات گسترده ای را در ارتباط با دستیابی به این اهداف انجام داده اند و برنامه های راهبردی و عملی مختلفی را در پیشبرد

این اهداف تدوین و اجرایی کرده اند. از جمله در انگلستان با مطالعه ساختار پیشنهادی در آجندا برنامه ای برای ساخت پایدار و سازگار با محیط تهیه شده است. از دید این برنامه که توسط دولت تهیه و تدوین شده، ساخت و ساز پایدار مجموعه ای از فرآیندهایی است که در آن یک صنعت سودمند (صنعت ساختمان) محیط مصنوعی را خلق می کند که:

- باعث ارتقاء کیفیت زندگی و ارضاء مصرف کنندگان می شود.
- امکان تغییر برای تامین نیاز مصرف کنندگان در آینده را دارا می باشد.
- مجموعه ای مطلوب از نظر اجتماعی و محیطی را ایجاد و حفاظت می نماید.
- بهره وری برداشت از منابع را به حداکثر می رساند.

انرژی نهفته ساختمان

تا کنون روش های مختلفی برای اندازه گیری میزان مصرف انرژی چرخه عمر ساختمان ارائه شده است. اهمیت این موضوع با توجه به سهم ۴۰ درصدی ساختمان ها از کل انرژی مصرفی جهان آشکار می گردد. اطلاعات بدست آمده از آمارهای رشد روز افزون جمعیت بیان کننده این نکته است که جمعیت ۶/۵ میلیارد نفری زمین در سال ۲۰۰۵ میلادی به ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۳۰ میلادی خواهد رسید. این رشد شدید نشان دهنده گسترش قابل توجه فعالیت های ساختمانی و در نتیجه نیاز فزاینده به مصرف انرژی و تولید مصالح در دهه های آینده است.

به این ترتیب صنعت تولید ساختمان بتنهایی یکی از اصلی ترین مصرف کنندگان انرژی الکتریکی و گرمایی حاصل از سوزاندن سوخت های فسیلی در جهان است. در سال ۲۰۰۴ میلادی ساختمان ها بتنهایی ۳۷٪ از کل انرژی مصرفی در سال را بخود اختصاص دادند و پیش بینی می شود که این عدد در سال ۲۰۳۰ میلادی به ۴۲٪ افزایش پیدا کند.

همانطور که پیش تر هم گفته شد مصرف بالای انرژی تنها بخشی از نتایج مخرب صنعت ساختمان است و تاثیرات مخرب محیطی ناشی از مصرف انرژی و گازهای گلخانه ای حاصل از آن بعنوان اصلی ترین عامل تغییرات آب و هوایی شناخته می شود. به همین دلیل در کنار بازنگری جدی در شیوه های ساخت و ساز، روش های مهندسی و تکنیک های ساخت و تولید مصالح از نقطه نظر مصرف انرژی نیز می بایست اصلاح گردد.

انرژی مصرفی چرخه عمر ساختمان شامل بخش انرژی نهفته و انرژی دوره بهره‌برداری است:

۱- انرژی نهفته^۱ (EE):

این بخش شامل تمام انرژی مورد استفاده برای تولید مصالح، انرژی مصرفی در کارگاه ساختمانی و تخریب و بازیافت ساختمان است.

۲- انرژی بهره‌برداری^۲ (OE):

این بخش شامل تمامی انرژی‌های مورد نیاز برای نگهداری محیط داخلی ساختمان مانند سرمایش، گرمایش، روشنایی و وسایل برقی درون ساختمان است.

تا چندی پیش تنها انرژی دوران بهره‌برداری ساختمان مورد توجه محققان بود، چراکه سهم قابل توجهی از کل انرژی مصرفی چرخه عمر را بخود اختصاص می‌دهد. اما در سال‌های اخیر با توجه به تولید وسایل برقی با بازدهی انرژی بسیار بالا و رواج استفاده از مصالح عایق حرارتی در ساختمان میزان انرژی دوره بهره‌برداری به شکل چشمگیری کاهش یافته و در نتیجه توجهات به سمت انرژی نهفته ساختمان متمایل شده‌است.

دینگ^۳ معتقد است که انرژی تولید اجزاء ساختمان تا ۷۵٪ از کل انرژی نهفته را بخود اختصاص می‌دهد که این عدد نتیجه رشد استفاده از مصالح با انرژی تولید بالاتر است. به این ترتیب در سطح جهان توجه روزافزونی به افزایش بازدهی انرژی ساختمان در هر دو بخش انرژی بهره‌برداری و انرژی نهفته معطوف شده‌است.

اندازه‌گیری انرژی دوره بهره‌برداری را ساده و غیر پیچیده می‌داند. با این حال وی اندازه‌گیری انرژی نهفته را موضوعی پیچیده و وقت گیر بیان نموده است. بعلاوه در حال حاضر هنوز هیچ روش دقیق و ثابتی با مقبولیت عمومی برای اندازه‌گیری انرژی نهفته وجود ندارد و به همین دلیل تفاوت‌های بسیار زیادی در اعداد حاصل از روش‌های مختلف اندازه‌گیری انرژی نهفته دیده می‌شود.

1- Embodied Energy

2- Operating Energy

1- Ding

▪ تعاریف انرژی نهفته

در ساخت، تخریب و بازیافت ساختمان مقادیری از انرژی در مراحل مختلف استفاده می‌شود، این مراحل شامل استخراج مواد اولیه، حمل، تولید، نصب و ساخت، تخریب، تفکیک و بازیافت است که مجموع این مقادیر انرژی، انرژی نهفته نامیده می‌شود. هر چه مقدار این انرژی بیشتر باشد متعاقباً میزان گازهای گلخانه‌ای حاصل از تولید و مصرف آنها نیز افزایش خواهد یافت.

عبارت انرژی نهفته مفهومی است که تا بحال تعاریف متعدد و متنوعی از آن ارائه شده‌است اما با این حال هنوز تعریف دقیق و واضحی از آن در دست نیست.

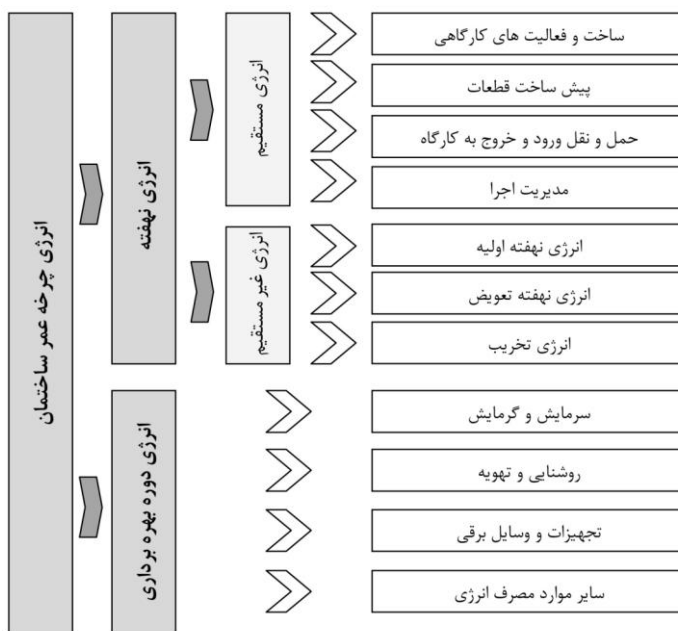
انرژی نهفته به عنوان کل انرژی مورد نیاز برای تولید ساختمان است که شامل انرژی‌های مصرفی مستقیم در برپا نمودن و ساخت ساختمان در محل کارگاه و همچنین انرژی‌های غیر مستقیم مانند انرژی بکار رفته در تولید مصالح و اجزاء ساختمانی است.

انرژی نهفته به صورت تمامی انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم بکار رفته برای تولید یک محصول بیان می‌شود که این انرژی‌ها از بازنگری معکوس خط تولید از محصول تا مواد اولیه قابل پیگیری هستند.

در تعریف دیگری، انرژی نهفته بعنوان انرژی مورد نیاز برای ساخت بعلاوه تمامی انرژی‌های مورد نیاز برای تولید مصالح مانند حفاری، استخراج، تصفیه، تولید، حمل و نصب بیان شده‌است.

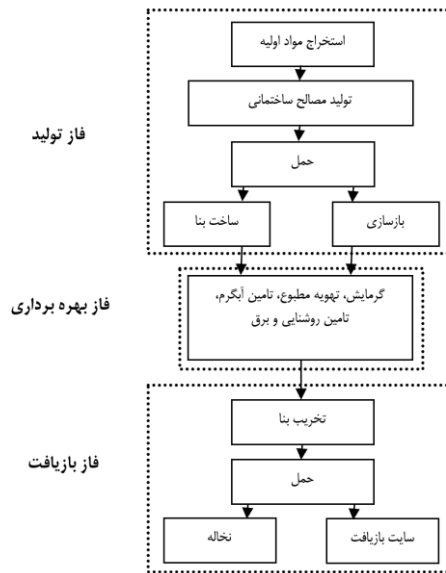
تعریف نسبتاً قابل فهم دیگری نیز از انرژی نهفته وجود دارد که توسط محققان بسیاری مورد تایید قرار گرفته‌است:

"انرژی نهفته بیانگر انرژی مورد استفاده طی استخراج و فرآوری مواد اولیه، حمل مواد اولیه، تولید اجزاء و مصالح ساختمانی و انرژی مورد استفاده در تمام فرآیندهای فاز تولید و تخریب یک ساختمان است."



شکل ۶- مدل سازی انرژی نهفته

انرژی نهفته را می توان بعنوان انرژی مصرف شده در فاز تولید ساختمان تعریف نمود. این انرژی دربرگیرنده انرژی تمام مصالح بکار رفته در ساختمان و انرژی مورد نیاز برای نصب آنها و برپا نمودن ساختمان و همچنین بازسازی ساختمان است. انرژی نهفته مصالح نیز حاصل جمع انرژی مصرفی برای استخراج مواد اولیه، فرآوری مواد و حمل آنها به محل کارگاه ساختمانی است.



شکل ۷- سامانه بخش بندی آنالیز انرژی چرخه عمر ساختمان

انرژی نهفته ساختمان را می‌توان به دو بخش انرژی اولیه و انرژی تعویض تقسیم بندی نمود:

- انرژی نهفته اولیه^۱:

انرژی اولیه یک ساختمان را می‌توان بصورت انرژی مورد نیاز برای نخستین نوبت ساخت بنا تعریف نمود که بصورت زیر قابل محاسبه است:

$$EE_i = \sum m_i M_i + E_c$$

در این رابطه:

^۱ - Initial Embodied Energy

EE_i = انرژی نهفته اولیه m_i = مقدار مصرفی از ماده i

M_i = مقدار انرژی نهفته ماده i در واحد اندازه‌گیری

E_c = انرژی مصرفی در کارگاه برای ساخت ساختمان

- انرژی نهفته تعویض^۱:

مصالح متنوعی در ساخت یک ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. طول عمر برخی از آنها از طول دوره بهره‌برداری ساختمان کمتر است. به این ترتیب طی دوره بهره‌برداری، این دسته از مصالح نیاز به تعویض خواهند داشت. بعلاوه انرژی لازم برای انجام تعمیرات و تعویض مصالح نیز می‌بایست در محاسبه انرژی نهفته در نظر گرفته شود. انرژی بکار رفته در مصالح مورد تعویض در ساختمان بصورت زیر بیان می‌شود:

$$EE_r = \sum m_i M_i [(L_b / L_{mi}) - 1]$$

در این رابطه:

EE_c = انرژی نهفته تعویض L_b = طول عمر ساختمان L_{mi} = طول عمر ماده (i)

- انرژی بهره‌برداری^۲:

انرژی بهره‌برداری، نشان دهنده میزان انرژی مورد نیاز برای حفظ کیفیت فضای داخلی بصورت روزمره است که شامل انرژی مصرفی سامانه تهویه مطبوع، آبگرم مصرفی، سامانه روشنایی و وسایل برقی مورد استفاده در ساختمان است. انرژی بهره‌برداری تابع عوامل متعددی مانند میزان آسایش مورد نیاز در فضای داخلی، شرایط آب و هوایی، برنامه زمانی استفاده از ساختمان است و به بصورت زیر بیان می‌شود:

$$O_e = E_{OA} L_b$$

در این رابطه:

1- Recurring Embodied Energy
2- Operating Energy

$$O_e = \text{انرژی بهره‌برداری} = E_{OA} = \text{انرژی مصرفی سالانه} = L_b = \text{طول عمر ساختمان}$$

- انرژی تخریب^۱:

انرژی مورد استفاده در پایان عمر ساختمان برای تخریب، تفکیک، حمل نخاله‌ها و بازیافت آنها را انرژی تخریب می‌نامند که بصورت زیر بیان می‌شود:

$$DE = E_D + E_r$$

در این رابطه:

$$O_e = \text{انرژی تخریب} = E_D = \text{انرژی تخریب بنا} = E_r = \text{انرژی حمل نخاله‌ها}$$

- انرژی چرخه عمر^۲:

بر اساس روابط ذکر شده در بالا، انرژی چرخه عمر ساختمان از حاصل جمع تمامی انرژی‌های فوق بدست خواهد آمد:

$$LCE = EE_i + EE_r + OE + DE$$

تا کنون مطالعات گسترده‌ای در ارتباط با انرژی مصرفی ساختمان انجام گرفته‌است. اما بیشتر آنها انرژی چرخه عمر ساختمان را مورد توجه قرار داده‌اند و انرژی نهفته فاز ساخت کمتر بصورت مستقل مورد توجه و ارزیابی بوده‌است. بعلاوه همانطور که ملاحظه گردید تعاریف مختلفی از انرژی نهفته وجود دارد که تفاوت اصلی در آنها ناشی از تفاوت در تعریف محدوده سامانه در بر گیرنده انرژی نهفته‌است.

1- Demolition Energy
2- Life Cycle Energy (LCE)

▪ ارتباط انرژی چرخه عمر، انرژی بهره‌برداری و انرژی نهفته

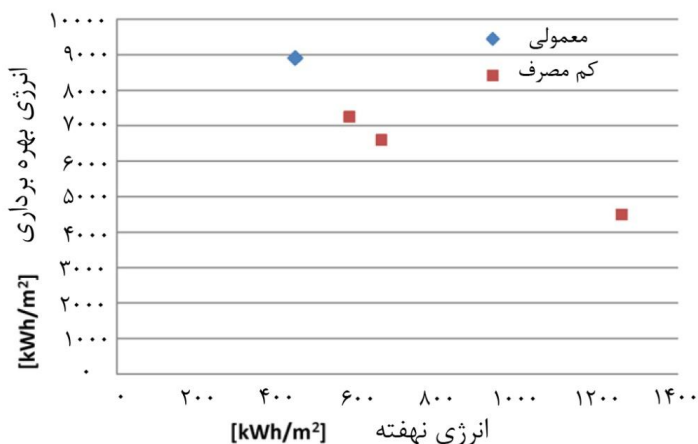
در ارتباط با تاثیر متقابل انرژی نهفته و انرژی بهره‌برداری نظرات مختلفی مطرح شده‌است و همواره لزوم توجه به تاثیر متقابل هر یک بر دیگری از سوی محققان مختلف یادآوری شده‌است، چراکه پدیده انرژی مصرفی ساختمان بصورت یک سامانه کلی است که اجزاء مختلفی مانند انرژی نهفته تولید، انرژی تعویض، انرژی بهره‌برداری و انرژی بازیافت را در خود جای داده است.

افزایش بازدهی انرژی در یک ساختمان به معنای تاثیر در کاهش برآیند کل این نیروهاست. به این ترتیب در صورتیکه برخی از راهکارهای کاهش در یک مورد تاثیر معکوس بر موارد دیگری داشته باشد، توجه، اندازه‌گیری و کنترل تاثیرات متقابل اجزاء تشکیل دهنده رفتار انرژی یک ساختمان بر یکدیگر و تاثیر هر یک بر کل انرژی چرخه عمر ساختمان از اهمیت بالایی برخوردار است.

در ساختمان‌های با مصرف انرژی کم و بازدهی انرژی بالا، طراحی بصورتی صورت می‌گیرد که تا بیشترین میزان ممکن از هدر رفت انرژی جلوگیری شود، یکی از راهکارهای افزایش بازدهی انرژی در ساختمان‌ها استفاده از مصالح عایق حرارت است. معمولاً کاهش اتلاف انرژی در ساختمان با افزایش میزان انرژی نهفته همراه است که علت آن میزان بالاتر انرژی نهفته مصالح عایق حرارت نسبت به مصالح معمولی است.

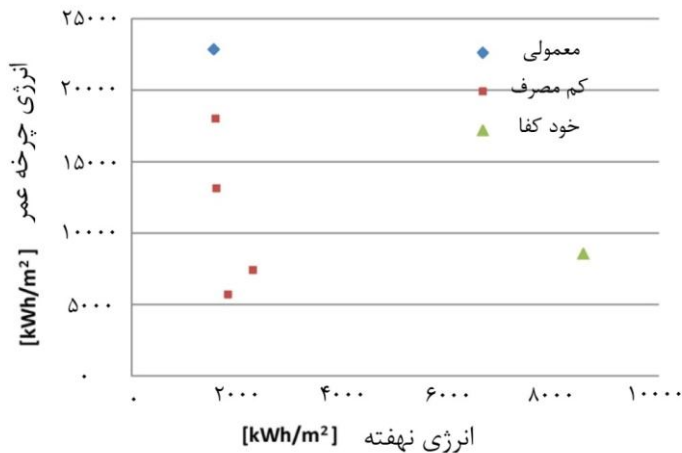
کاهش انرژی دوره بهره‌برداری، منجر به کاهش انرژی چرخه عمر در ساختمان خواهد شد تا جایی که امروزه در برخی ساختمان‌ها میزان انرژی دوره بهره‌برداری تا حداکثر ممکن کاهش یافته و به صفر رسیده است. این ساختمان‌ها را ساختمان‌های با مصرف انرژی صفر^۱ یا بی نیاز از انرژی^۲ نامیده‌اند. در این ساختمان‌ها سوخت مصرف نمی‌شود و انرژی الکتریکی مورد نیاز نیز از طریق تجهیزات تعبیه شده در ساختمان از انرژی خورشیدی و باد تامین می‌شود.

^۱- Zero Energy Building
^۲- Self-sufficient Building



شکل ۸- ارتباط میان انرژی نهفته و انرژی بهره‌برداری

در یک تحقیق، شش ساختمان مختلف از دیدگاه مصرف انرژی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در این میان یک ساختمان با مصرف انرژی معمولی، چهار ساختمان با مصرف انرژی کم و یک ساختمان بی‌نیاز از انرژی قرار دارند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که انرژی چرخه عمر ساختمان‌های بی‌نیاز از انرژی از ساختمان‌های کم مصرف بیشتر است. در ساختمان‌های با مصرف انرژی صفر، تمامی توجهات معطوف به بکارگیری مصالح و تکنیک‌هایی است که ساختمان را از انرژی بی‌نیاز نماید. به همین دلیل میزان انرژی نهفته در مصالح و تجهیزات این نوع ساختمان‌ها بسیار بالاست. در چنین مواردی انرژی نهفته بحدی بالاست که حتی گاهی از کل انرژی دوره بهره‌برداری ساختمان‌های کم مصرف نیز بیشتر است. به این ترتیب نتیجه می‌گیریم که ساختمان‌های بی‌نیاز از انرژی (خود کفا) لزوماً کمترین انرژی چرخه عمر را دارا نیستند.



شکل ۹ - ارتباط میان انرژی نهفته و انرژی چرخه عمر

همانطور که در شکل (۹) می‌توان دید در ساختمانی بی‌نیاز از انرژی که مورد بررسی قرار گرفته‌است، میزان انرژی نهفته به قدری زیاد است که از کل انرژی چرخه عمر ساختمان کم مصرف بیشتر است. نتیجه این بررسی‌ها را می‌توان به این صورت توصیف نمود که کاهش انرژی دوره بهره‌برداری و تکنیکها و مصالح مورد نیاز آن تا جایی بهینه خواهد بود که افزایش انرژی نهفته حاصل از آن از صرفه جویی حاصل از بهینه‌سازی دوره مصرف بیشتر نباشد چراکه در غیر اینصورت برآیند این اقدامات موجب افزایش انرژی چرخه عمر خواهد شد. تعبیر دیگر این واقعیت لزوم بسیار بالای توجه به انرژی نهفته ساختمان است. تا چندی پیش تنها انرژی مصرفی دوره بهره‌برداری مورد اندازه‌گیری بوده است حال آنکه تحقیقات جدید نشان دهنده آنست که صرف توجه به انرژی دوره بهره‌برداری نه تنها تضمین کننده کاهش انرژی کل چرخه عمر نیست بلکه کاهش انرژی بهره‌برداری بدون توجه به تاثیرات آن بر انرژی نهفته، ممکن است حتی باعث افزایش انرژی کل چرخه عمر ساختمان شود.

از دیدگاه دیگری انرژی نهفته ساختمان را می‌توان به دو بخش اصلی تقسیم نمود:

۱- انرژی‌های مستقیم:

انرژی مستقیم شامل انرژی‌های مصرفی تمامی فعالیت‌های درون و بیرون کارگاه ساختمانی مانند ساخت، پیش ساخت قطعات، حمل و مدیریت است. این موارد شامل مصرف انرژی

برای مونتاژ مصالح و اجزاء درون کارگاه و پیش ساختگی اجزاء بیرون کارگاه و حمل اجزاء تولید شده خارج از کارگاه و مصالح مورد استفاده درون کارگاه است.

۲- انرژی‌های غیر مستقیم:

این بخش غالباً مربوط به انرژی مرتبط با مصالح ساختمانی است. استخراج مواد، فرآوری مواد، تولید مصالح، حمل به محل کارگاه، مصالح مورد نیاز برای مرمت و تعمیر ساختمان و انرژی مورد نیاز برای بازیافت مصالح و تمامی انرژی‌های الکتریکی و مکانیکی و یا احتراقی مورد استفاده در تمام این مراحل را می‌توان جزء این بخش منظور نمود.

▪ افزایش اهمیت انرژی نهفته

همانطور که پیشتر گفته شد، تا چندی پیش بیشترین توجه در مورد انرژی مصرفی ساختمان‌ها به دلیل سهم قابل توجه از کل انرژی چرخه عمر ساختمان به دوران بهره‌برداری اختصاص داشت. اما تحقیقات اخیر این نسبت را تغییر داده بطوریکه توجه به انرژی نهفته روز به روز در حال افزایش است. انرژی نهفته تنها یکبار در ساختمان مصرف می‌گردد در حالی که انرژی بهره‌برداری در کل دوران عمر ساختمان مصرف می‌شود. از سوی دیگر امروزه با توجه به تولید دستگاه‌های برقی کم مصرف و تولید مصالح عایق بصورت فراوان، کاهش انرژی مصرفی دوره بهره‌برداری براحتی امکان پذیر شده‌است.

اما کاهش انرژی نهفته از طریق بکارگیری مصالح با چگالی انرژی کمتر قابل دستیابی خواهد بود. نتایج تحقیقات سازمان جمعیت تحقیقات صنعتی و علمی (CSIRO)^۱ میزان انرژی نهفته ساختمان‌های مسکونی در استرالیا را تا معادل پانزده سال انرژی مصرفی دوره بهره‌برداری اعلام نموده است. در تحقیق دیگری که توسط کرافورد^۲ و ترلور^۳ صورت گرفته میزان انرژی نهفته ساختمان‌ها در استرالیا را معادل مصرف انرژی سالیانه ساختمان در طول ۲۰ تا ۵۰ سال اندازه‌گیری نموده اند. افزایش اهمیت انرژی نهفته نه تنها تولیدکنندگان مصالح را به سوی تولید مصالح با انرژی نهفته کمتر متمایل نموده بلکه تاثیرات خود را بر طراحان و مدیران ساخت نیز آشکار خواهد نمود. چراکه تولید مصالح

^۱-Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

^۲- Crawford

^۳- Treloar

بتنهایی ۲۰٪ کل مصرف سوخت در دنیا را بخود اختصاص داده است که این عدد اهمیت بالایی این موضوع در برنامه ریزی های استراتژیک ملی و جهانی را نشان می دهد.

پارامترهای ارزیابی محیطی چرخه عمر ساختمان:

برای سنجش تأثیرات محیطی تولیدات صنعتی، از مجموعه‌ای از پارامترها و شاخص‌ها استفاده می‌شود که به ارزیابی چرخه عمر محصولات و فرآیندهای تولید کمک می‌کنند. این پارامترها جنبه‌های مختلف اثرات زیست‌محیطی، مصرف منابع و انتشار آلاینده‌ها را در بر می‌گیرند. برخی از مهم‌ترین پارامترهای سنجش تأثیرات محیطی تولیدات صنعتی عبارتند از:

۱. انتشار گازهای گلخانه‌ای (Greenhouse Gas Emissions)

- معیار: میزان دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیتروژن (N_2O) و سایر گازهای گلخانه‌ای منتشر شده.
- اندازه‌گیری: به طور معمول بر حسب تن CO_2 معادل (tCO_2e) اندازه‌گیری می‌شود.

۲. مصرف انرژی (Energy Consumption)

- معیار: کل انرژی مصرفی در طول چرخه عمر تولید محصول، شامل انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم (مانند انرژی مورد نیاز برای تولید مواد اولیه).
- اندازه‌گیری: به‌طور معمول بر حسب مگاژول (MJ) یا کیلووات‌ساعت (kWh).

۳. مصرف آب (Water Consumption)

- معیار: کل حجم آب مصرفی در فرآیندهای تولید.
- اندازه‌گیری: معمولاً بر حسب متر مکعب (m^3) آب.

۴. مصرف مواد اولیه (Raw Material Consumption)

- معیار: میزان مواد خام و منابع طبیعی مصرف شده در تولید.
- اندازه‌گیری: بر حسب تن یا متر مکعب.

۵. تولید زباله و پسماند (Waste Generation)

- معیار: مقدار پسماندهای تولید شده در فرآیندهای صنعتی، شامل زباله‌های جامد، مایع و گاز.
- اندازه‌گیری: معمولاً بر حسب کیلوگرم یا تن.

۶. آلودگی هوا (Air Pollution)

- معیار: مقدار انتشار آلاینده‌های هوا مانند دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، ذرات معلق (PM)، ترکیبات آلی فرار ($VOCs$).
- اندازه‌گیری: معمولاً بر حسب میلی‌گرم یا گرم بر متر مکعب یا تن برای کل انتشار.

۷. آلودگی آب (Water Pollution)

- معیار: میزان آلاینده‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی وارد شده به منابع آبی.
- اندازه‌گیری: معمولاً بر حسب میلی‌گرم بر لیتر یا تن آلاینده.

۸. آلودگی خاک (Soil Pollution)

- معیار: میزان آلاینده‌های ورودی به خاک ناشی از تولیدات صنعتی، مانند فلزات سنگین، مواد شیمیایی سمی و زباله‌های خطرناک.
- اندازه‌گیری: بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک یا تن آلاینده.

۹. شاخص پتانسیل اسیدی‌سازی (Acidification Potential)

- معیار: میزان انتشار مواد اسیدی مانند SO_2 و NO_x که به اسیدی شدن باران و خاک کمک می‌کند.
- اندازه‌گیری: معمولاً بر حسب معادل‌های دی‌اکسید گوگرد (SO_2 -eq).

۱۰. پتانسیل اوتروفیکاسیون (Eutrophication Potential)

- معیار: میزان مواد مغذی مانند نیترات ها (NO_3) و فسفات ها (PO_4) که می توانند سبب رشد بی رویه جلبک ها و اوتروفیکاسیون منابع آبی شوند.

- اندازه گیری: بر حسب معادل های فسفات ($\text{PO}_4\text{-eq}$).

۱۱. پتانسیل تخریب لایه اوزون (Ozone Depletion Potential)

- معیار: میزان انتشار مواد مخرب لایه اوزون مانند کلروفلوئوروکربن ها (CFCs).

- اندازه گیری: بر حسب معادل های CFC-11 .

۱۲. استفاده از زمین (Land Use)

- معیار: میزان زمین های مورد استفاده برای استخراج منابع، ساخت و ساز صنعتی و دفع زباله.

- اندازه گیری: بر حسب هکتار یا مترمربع.

۱۳. پتانسیل ایجاد مه دود فتوشیمیایی (Photochemical Smog Potential)

- معیار: میزان انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs) و NO_x که به تشکیل مه دود فتوشیمیایی کمک می کنند.

- اندازه گیری: بر حسب معادل های اتیلن ($\text{C}_2\text{H}_4\text{-eq}$).

۱۴. بازیافت و استفاده مجدد (Recycling and Reuse)

- معیار: نسبت موادی که می توانند در پایان عمر مفید خود بازیافت یا مجدداً استفاده شوند.

- اندازه گیری: بر حسب درصد وزنی یا کیلوگرم مواد بازیافتی.

ارزیابی تاثیرات محیطی تولیدات صنعتی نیازمند توجه به مجموعه ای از پارامترها است که هر کدام جنبه های مختلفی از اثرات تولید بر محیط زیست را بررسی می کنند. این پارامترها در کنار هم برای کاهش اثرات منفی و افزایش پایداری محیطی تولیدات صنعتی به کار می روند. امید است تا با ایجاد زیرساخت های لازم در ویرایش های آتی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بتوان بازه ارزیابی را از مدیریت انرژی دوره بهره برداری به مدیریت تمامی پارامترهای تاثیرات محیطی ساختمان در تمام چرخه عمر آن گسترش داد.

پیوست ۵

چک لیست ارزیابی به روش تجویزی

چک لیست‌های این پیوست با استفاده از شبیه‌سازی داده مبنا^۱ بوسیله شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های ژنتیک در حال تکمیل شدن می‌باشند. پس از اتمام یادگیری ماشین و انجام صحت‌سنجی نتایج، موارد مورد نیاز ارزیابی در پیوست بارگذاری خواهد شد.

^۱ Data Driven Simulation

پیوست ۶

فرآیند آموزش، سنجش و احراز صلاحیت
انرژی

این پیوست در قالب دستورالعمل اجرایی توسط مقام قانونی مسئول و در ارتباط با شناسنامه فنی ملکی الکترونیکی ساختمان تهیه و ابلاغ خواهد شد.

پیوست ۷

ضرایب انتقال حرارت مواد و مصالح

مقادیر مندرج جدول ۱ این پیوست عیناً اعداد پیوست ۷ ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است. مبنای صحت این اعداد ویرایش چهارم مبحث ۱۹ و مرکز تحقیقات راه و شهرسازی بعنوان تهیه کننده آن است. در محاسبات هر دو روش طراحی به روش تجویزی و شبیه‌سازی می‌بایست اعداد مربوط به نام ماده، ضریب انتقال حرارت (λ)، گرمای ویژه و چگالی درج شود. به همین دلیل اعداد جدول ۱ در هر دو روش قابل استفاده خواهد بود، مگر آنکه مقام قانونی مسئول، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری برای مصالح، تعیین کرده باشد.

هر نوع مواد و مصالح جدید پس از اخذ تاییدیه‌های لازم از مراجع مورد تایید مقام قانونی مسئول در جدول پ ۷-۲ این پیوست اضافه خواهد شد و برای هر دو روش قابل استفاده خواهد بود.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۱٫۸۰ ۱٫۳۰ ۱٫۰۰ ۰٫۸۰ ۰٫۷۰ ۰٫۵۵ ۰٫۴۰ ۰٫۳۰	بیش از ۲۰۰۰ ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۴۵۰ تا ۱۶۰۰ ۱۲۵۰ تا ۱۴۵۰ ۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰ ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ ۷۵۰ تا ۵۰۰	۱. اندود و ملات آهکی یا سیمانی
۲٫۰۰ ۱٫۶۵ ۱٫۳۵ ۱٫۱۵ ۲٫۳۰ ۲٫۵۰	۲۶۰۰ تا ۲۳۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۶۰۰ ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰ بیش از ۲۴۰۰	۲. بتن و فرآورده‌های بتنی بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی): - متراکم - متخلخل - مسلح: ^۱ درصد میل‌گرد: بین ۱ تا ۲ درصد درصد میل‌گرد: بیش از ۲ درصد

۱. در صورتی که حداقل نیمی از میل‌گردها موازی شار حرارت باشد.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۱/۴ ۰/۸ ۰/۷	۲۴۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۱۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰	بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی: - متراکم: - با ماسه رودخانه‌ای یا معدنی - با سرباره داندان - متخلخل: - با کمتر از ۱۰ درصد ماسه رودخانه
۰/۵۲ ۰/۴۴ ۰/۳۵ ۰/۳۵ ۰/۴۶	۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۱۵۰ تا ۹۵۰	بتن سبک‌دانه: - با پوکه طبیعی یا سرباره منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۷۵۰) ^۱ : - با ذرات ریز یا با ماسه - بدون ذرات ریز و بدون ماسه - با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۵۰) ^۱ - با سنگدانه سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود ۶۰۰) ^۱ - با رس منبسط یا شست منبسط: - چگالی ظاهری سنگدانه بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ ^۱ : - با ماسه رودخانه بدون ماسه سبک - با ماسه رودخانه و ماسه سبک - چگالی ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ ^۱ : - با ماسه سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه - با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه - چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰ ^۱ : - با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه - بدون ماسه و با عیار سیمان کم
۱/۰۵ ۰/۸۵ ۰/۷۰ ۰/۴۶ ۰/۳۳ ۰/۲۵ ۰/۲۰	۱۸۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ۱۰۰۰ تا ۸۰۰ ۸۰۰ تا ۶۰۰ کمتر از ۶۰۰	

۰٫۳۱	۶۰۰ تا ۸۰۰	بتن با سنگدانه بسیار سبک: - متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا: - نسبت: ۱ به ۳
------	------------	---

^۱. واحد اندازه‌گیری چگالی سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب است.

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۰٫۲۴ ۰٫۱۹	۴۰۰ تا ۶۰۰ ۴۰۰ تا ۴۵۰	- نسبت: ۱ به ۶ - لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه
۰٫۲۹ ۰٫۲۷ ۰٫۲۵ ۰٫۲۳ ۰٫۲۱ ۰٫۱۹ ۰٫۱۸ ۰٫۱۶ ۰٫۱۵	۷۷۵ تا ۸۲۵ ۷۲۵ تا ۷۷۵ ۶۷۵ تا ۷۲۵ ۶۲۵ تا ۶۷۵ ۵۷۵ تا ۶۲۵ ۵۲۵ تا ۵۷۵ ۴۷۵ تا ۵۲۵ ۴۲۵ تا ۴۷۵ ۳۷۵ تا ۴۲۵	بتن هوادار اتوکلاو شده ^۱ : - چگالی اسمی: ۸۰۰ - چگالی اسمی: ۷۵۰ - چگالی اسمی: ۷۰۰ - چگالی اسمی: ۶۵۰ - چگالی اسمی: ۶۰۰ - چگالی اسمی: ۵۵۰ - چگالی اسمی: ۵۰۰ - چگالی اسمی: ۴۵۰ - چگالی اسمی: ۴۰۰
۰٫۱۶	۴۵۰ تا ۶۵۰	بتن با خرده چوب: - ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان
۱٫۶۵ ۱٫۳۵	۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰ ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰	موزاییک
۰٫۳۵ ۰٫۵۰ ۰٫۱۲ ۰٫۲۱ ۰٫۱۴ ۰٫۰۵ ۰٫۰۵	۱۲۰۰ ۱۴۵۰ ۷۵۰ ۱۳۰۰ ۱۲۰۰ ۷۰ ۷۰	۳. بتونه درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی ^۲ سیلیکون خالص سیلیکون خمیری سیلیکون اسفنجی پلی‌یورتان پی‌وی‌سی قابل انعطاف با ۴۰ درصد روان‌ساز پلی‌یورتان اسفنجی پلی‌اتیلن اسفنجی

^۱. AAC

^۲. Thermal break

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		۴. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان
۰٫۱۳	۹۱۰	کائوچو طبیعی
۰٫۰۶	۷۰	کائوچو اسفنجی
۰٫۱۷	۱۲۰۰	کائوچو سخت
۰٫۲۰	۹۳۰	پلی ایزو بوتیلن
۰٫۴۰	۱۷۰۰	پلی سولفور
۰٫۲۵	۹۸۰	بوتادیان
۰٫۲۰	۱۰۵۰	آکرلیک
۰٫۲۵	۱۱۵۰	پلی آمید (نایلون)
۰٫۳۰	۱۳۰۰	رزین فنلی
۰٫۱۹	۱۴۰۰	رزین پلی استر
۰٫۵۰	۹۸۰	پلی اتیلن چگالی زیاد (HD)
۰٫۳۳	۹۲۰	پلی اتیلن چگالی کم (LD)
۰٫۲۲	۹۱۰	پلی پروپیلن
۰٫۲۵	۱۲۰۰	پلی پروپیلن با ۲۰ درصد الیاف شیشه
۰٫۱۶	۱۰۵۰	پلی استایرن
۰٫۱۸	۱۱۸۰	پلی متیل متاکریلات (آلئوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA)
۰٫۱۷	۱۳۹۰	پلی وینیل کلراید (PVC)
۰٫۲۳	۱۲۴۰	پلی کلروپرن (نئوپرن)
۰٫۲۴	۱۲۰۰	بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم
۰٫۲۵	۱۱۵۰	اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM)
۰٫۲۵	۲۲۰۰	پلی تترا فلوئورو اتیلن (PTFE)
۰٫۲۰	۱۲۰۰	رزین اپوکسی
۰٫۲۵	۱۲۰۰	پلی یورتان
۰٫۳۰	۱۴۱۰	پلی استات
۰٫۲۰	۱۲۰۰	پلی کربنات

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		۵. چوب و فراورده‌های گیاهی چوب‌های طبیعی: - بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار:
۰٫۲۳	۶۰۰ تا ۷۵۰	- چگالی نرمال متوسط kg/m ³ ۶۵۰ تا ۸۰۰ و رطوبت ۱۵ درصد
۰٫۱۵	۴۵۰ تا ۶۰۰	- چگالی نرمال متوسط kg/m ³ ۵۰۰ تا ۶۵۰ و رطوبت ۱۵ درصد - چوب درخت‌های صمغی بسیار سنگین (برگ ریز):
۰٫۲۳	۶۰۰ تا ۷۵۰	چگالی طبیعی بیش از ۷۰۰ kg/m ³
۰٫۱۵	۴۵۰ تا ۶۰۰	- کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا چگالی طبیعی kg/m ³ ۵۰۰ تا ۶۰۰
۰٫۱۲	۳۰۰ تا ۴۵۰	- کاج یا صنوبر، اپیشه‌آ چگالی طبیعی kg/m ³ ۳۵۰ تا ۵۰۰
۰٫۱۲	۳۰۰ تا ۴۵۰	- تبریزی، اکومه چگالی طبیعی kg/m ³ ۳۵۰ تا ۵۰۰
		چوب‌های طبیعی خاص:
۰٫۰۵۴	۶۰ تا ۱۲۰	- بالزا
۰٫۲۹	۸۰۰ تا ۱۰۰۰	- چوب‌های سنگین
۰٫۰۶۷	۲۵۰ تا ۳۰۰	
		صفحات پایه چوبی:
۰٫۲۴	۷۵۰ تا ۹۰۰	- صفحات تخته چندلا
۰٫۲۱	۶۰۰ تا ۷۰۰	
۰٫۱۷	۵۰۰ تا ۶۰۰	
۰٫۱۵	۴۵۰ تا ۵۰۰	
۰٫۱۳	۳۵۰ تا ۴۵۰	
۰٫۱۱	۲۵۰ تا ۳۵۰	
۰٫۰۹	کمتر از ۲۵۰	
۰٫۱۳	کمتر از ۶۵۰	- صفحات با تراشه‌های پولکی جهت‌یافته (OSB)
۰٫۲۳	کمتر از ۱۲۰۰	- صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان
۰٫۱۸	۶۴۰ تا ۸۲۰	- صفحات با ذرات چوب (نئوپان)
۰٫۱۵	۴۵۰ تا ۶۴۰	

۰٫۱۳ ۰٫۱۰	۴۵۰ تا ۲۷۰ ۴۵۰ تا ۱۸۰	
ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۰٫۱۱ ۰٫۱۰ ۰٫۰۸	۵۵۰ تا ۴۵۰ ۴۵۰ تا ۳۵۰ ۳۵۰ تا ۲۵۰	- پانل‌های ساخته‌شده از الیاف چوب
۰٫۱۰ ۰٫۰۴۹ ۰٫۰۵۵	کمتر از ۵۰۰ ۱۵۰ تا ۱۰۰ ۲۵۰ تا ۱۵۰	چوب پنبه: - متراکم - انبساط یافته خالص - انبساط یافته به هم چسبیده با قیر یا با صمغ‌های مصنوعی
۰٫۱۲	۴۰۰ تا ۳۰۰	کاه فشرده
۲٫۰ ۱٫۵ ۱٫۱	۲۲۰۰ تا ۱۷۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۲۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۷۷۰	۶. خاک و خشت شن و ماسه رس یا لای (سیلت) خشت، گل، خاک تثبیت‌شده، بلوک‌های رسی متراکم
۱٫۰۴ ۰٫۹۸ ۰٫۹۲ ۰٫۸۵ ۰٫۷۹ ۰٫۷۴ ۰٫۶۹ ۰٫۶۴ ۰٫۶۰ ۰٫۵۵ ۰٫۵۰ ۰٫۴۶ ۰٫۴۱ ۰٫۳۸ ۰٫۳۴	۲۴۰۰ تا ۲۳۰۰ ۲۳۰۰ تا ۲۲۰۰ ۲۲۰۰ تا ۲۱۰۰ ۲۱۰۰ تا ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ تا ۱۹۰۰ ۱۹۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۷۰۰ ۱۷۰۰ تا ۱۶۰۰ ۱۶۰۰ تا ۱۵۰۰ ۱۵۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۳۰۰ ۱۳۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۲۰۰ تا ۱۱۰۰ ۱۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کمتر از ۱۰۰۰	۷. سفال، کاشی چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی: چگالی اسمی:

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
		۸. سنگ‌ها
		سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی:
۳٫۵	۲۳۰۰ تا ۲۹۰۰	- گنایس، پرفیر
۲٫۸	۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰	- گرانیت
۲٫۲	۲۸۰۰ تا ۲۰۰۰	- شیست، اسلیت (سنگ لوح)
		سنگ‌های آتشفشانی:
۱٫۶	۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰	- بازالت
۱٫۱	۲۷۰۰ تا ۲۰۰۰	- تراکیت، آندزیت
۰٫۵۵	کمتر از ۱۶۰۰	- سنگ‌های طبیعی متخلخل (گدازه)
		سنگ‌های آهکی:
۳٫۵	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	- مرمر
۲٫۳	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	- خیلی سخت
۱٫۷	۲۰۰۰ تا ۲۱۹۰	- سخت
۱٫۴	۱۸۰۰ تا ۱۹۹۰	- نیمه سخت
۱٫۱	۱۶۰۰ تا ۱۷۹۰	- نرم با سختی ۲ و ۳
۰٫۸۵	کمتر از ۱۵۹۰	- خیلی نرم
		ماسه سنگ‌ها:
۲٫۶	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	- کوارتزی
۲٫۳	۲۲۰۰ تا ۲۵۹۰	- سیلیسی
۱٫۹	۲۷۰۰ تا ۲۰۰۰	- آهکی
		سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های ساینده و پومیس:
۲٫۶	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰	- فلینت
۱٫۸	۱۹۰۰ تا ۲۵۰۰	- سنگ ساینده
۰٫۹	۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰	
۰٫۱۲	کمتر از ۴۰۰	- پومیس
۱٫۳	۱۷۵۰	سنگ مصنوعی

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۱٫۱ ۰٫۰۵ ۰٫۰۵۵ ۰٫۰۶۳	۲۷۰۰ ۱۲۰ تا ۱۳۰ ۱۳۰ تا ۱۴۰ ۱۴۰ تا ۱۴۰	۹. شیشه و اسفنج شیشه شیشه اسفنج شیشه (شیشه متخلخل)
۰٫۹۵ ۰٫۶۵ ۰٫۴۶ ۰٫۳۵	۲۲۰۰ تا ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۸۰۰ تا ۱۴۰۰ ۱۴۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۰. صفحات سیمانی الیافی سلولزی
۰٫۰۵۶ ۰٫۰۵۰ ۰٫۰۴۷ ۰٫۰۴۴ ۰٫۰۴۲ ۰٫۰۴۰ ۰٫۰۳۹ ۰٫۰۳۸ ۰٫۰۴۱ ۰٫۰۴۶ ۰٫۰۳۵ ۰٫۰۳۳ ۰٫۰۳۱	۱۰ تا ۷ ۱۰ تا ۱۳ ۱۵ تا ۱۳ ۱۹ تا ۱۵ ۲۴ تا ۱۹ ۲۹ تا ۲۴ ۴۰ تا ۲۹ بیش از ۴۰ ۴۰ تا ۲۸ ۴۰ تا ۲۸ ۴۰ تا ۲۵ ۴۰ تا ۲۵ ۴۰ تا ۲۵	۱۱. عایق‌های حرارتی پلیمری پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم): - پلی‌استایرن برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به صورت منقطع، یا قالب‌گیری شده بدون پوسته سطحی - پلی‌استایرن اکستروژده شده با حفره‌های پر از: - هوا یا گاز کربنیک: - ضخامت کمتر یا مساوی ۶۰ میلی‌متر - ضخامت بیش از ۶۰ میلی‌متر HCFC - CFC - - بدون پوسته سطحی - با پوسته سطحی

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۰/۰۳۱ ۰/۰۳۴	۳۵ تا ۲۵ ۴۸ تا ۳۵	پلی وینیل کلراید (PVC) منبسط شده
۰/۰۳۵ ۰/۰۳۰ ۰/۰۴۱ ۰/۰۳۲ ۰/۰۳۵	۴۰ تا ۲۷ ۴۰ تا ۲۷ ۶۵ تا ۳۷ ۶۰ تا ۳۷ ۶۰ تا ۳۷	ایران: اسفنج پلی یورتان یا پلی ایزوسیانورات مطابق استاندارد ملی - صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان: - بین پوشش انعطاف پذیر نفوذ پذیر - بین پوشش انعطاف پذیر آلومینیومی با ضخامت بیش از ۵۰ میکرون یا نفوذ ناپذیر در برابر گاز - صفحات ممتد برش خورده از بلوک های منبسط شده با گاز HCFC یا پنتان - صفحات با عایق تزریق شده به صورت ممتد بین دو ورق فلزی: - منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان - منبسط شده با حفره های پر شده از هوا یا گاز کربنیک
۰/۰۵۰ ۰/۰۴۴ ۰/۰۴۲ ۰/۰۴۴ ۰/۰۴۶ ۰/۰۴۷ ۰/۰۴۸	۲۵ تا ۱۵ ۴۰ تا ۲۵ ۱۰۰ تا ۴۰ ۱۲۵ تا ۱۰۰ ۱۵۰ تا ۱۲۵ ۱۷۵ تا ۱۵۰ ۲۰۰ تا ۱۷۵	۱۲. عایق های حرارتی معدنی پشم سنگ
۰/۰۵۵ ۰/۰۴۷ ۰/۰۴۴ ۰/۰۴۱ ۰/۰۳۹ ۰/۰۳۸ ۰/۰۳۹ ۰/۰۴۰	۱۰ تا ۷ ۱۵ تا ۱۰ ۲۰ تا ۱۵ ۳۰ تا ۲۰ ۴۰ تا ۳۰ ۸۰ تا ۴۰ ۱۲۰ تا ۸۰ ۱۵۰ تا ۱۲۰	پشم شیشه

ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K]	وزن مخصوص خشک [kg/m ³]	مصالح
۰٫۷۰ ۱٫۱۵ ۰٫۲۳	کمتر از ۲۱۰۰ کمتر از ۲۱۰۰ ۱۱۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۳. عایق‌های رطوبتی قیر خالص آسفالت (قیر ماسه‌دار) ورق پیش‌ساخته قیر اصلاح‌شده با مسلح‌کننده
۷۲ ۵۲ ۵۶ ۲۳۰ ۱۶۰ ۳۸۰ ۱۲۰ ۳۵ ۱۱۰	۷۸۷۰ ۷۷۸۰ ۷۵۰۰ ۲۷۰۰ ۲۸۰۰ ۸۹۳۰ ۸۴۰۰ ۱۱۳۴۰ ۷۲۰۰	۱۴. فلزت و آلیاژها آهن خالص فولاد چدن آلومینیوم آلومینیوم آلیاژی سخت مس برنج سرب روی
۰٫۵۶ ۰٫۴۳ ۰٫۵۷ ۰٫۴۰ ۱٫۱۰ ۰٫۲۵ ۰٫۲۵ ۰٫۳۰ ۰٫۱۸	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ کمتر از ۱۰۰۰ ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ ۷۵۰ تا ۹۰۰ ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ ۶۰۰ تا ۹۰۰ ۵۰۰ تا ۶۰۰	۱۵. گچ گچ سخت با حداقل میزان آب لازم گچ اندود داخلی (زنده یا کشته) گچ و خاک گچ قطعات پیش‌ساخته گچی با روکش مقوایی گچ با سبک‌دانه یا با الیاف معدنی گچ با روکش مقوایی ضدآتش و لایه‌های گچ تقویت‌شده با الیاف معدنی گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلی‌متر): - یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ - دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ

پیوست ۸

حداکثر توان مجاز سامانه روشنایی مصنوعی

این پیوست در دست تکمیل و مقایسه با الزامات مبحث ۱۳ مقررات ملی موضوع تاسیسات الکتریکی ساختمان است و در اولین فرصت بارگذاری خواهد شد.

پیوست ۹

استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع

پ ۱۳-۱ استانداردها و آیین‌نامه‌های مرجع

فهرست آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد استناد در این مبحث به شرح زیر است:

- استانداردهای تعیین‌شده در مبحث ۵ مقررات ملی در خصوص مصالح ساختمانی، از جمله عایق‌های حرارتی و شیشه‌ها
- استاندارد ملی شماره ۱۲۱۹-۲ - آبگرمکن گاز سوز مخزن‌دار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۲۲۰-۲ - بخاری گاز سوز دودکش‌دار - مشخصات فنی و روش تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۵۶۳-۲ - آبگرمکن‌های برق خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۸۲۸-۲ - آبگرم‌کن فوری گازی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۳۴۷۷-۲ - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی ماشین‌های لباسشویی برقی
- استاندارد ملی شماره ۳۶۷۸-۲ - چیلرهای تراکمی تبخیری (با کندانسور و اواپراتور آب-خنک) روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱-۱-۳۰-۳۷۷۲ - ماشین‌های الکتریکی گردان- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی موتورهای الکتریکی AC تغذیه‌شونده از خط
- استاندارد ملی شماره ۲-۱-۳۰-۳۷۷۲ - ماشین‌های الکتریکی گردان- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی موتورهای AC سرعت متغیر
- استاندارد ملی شماره ۳-۱-۳۰-۳۷۷۲ - ماشین‌های الکتریکی گردان - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی موتورهای جریان مستقیم بدون جاروبک
- استاندارد ملی شماره ۲-۴۹۱۰ - کولر آبی خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱-۵۹۲۰ - چراغ‌ها- قسمت ۱- مقررات عمومی و آزمون‌ها

- استاندارد ملی شماره ۶۰۱۶-۲ - کولر گازی و پمپ گرمایی از نوع اتاکی (یا پنجره‌ای) بدون کانال (سرد و / یا سرد و گرم) - روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۶۱۹۵ - لوازم الکترونیکی با تغذیه AC و/یا DC برای لامپ‌های فلورسنت لوله‌ای - الزامات عملکردی
- استاندارد ملی شماره ۷۲۶۸-۲ - بخاری گازسوز بدون دودکش - مشخصات فنی و روش تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل تاییدیه انرژی
- استاندارد ملی شماره ۷۳۴۱ - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی لامپ‌های الکتریکی
- استاندارد ملی شماره ۷۳۴۲-۲ - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی بخاری‌های برقی خانگی و مشابه
- استاندارد ملی شماره ۷۸۱۷-۲ - پمپ‌های گریز از مرکز، جریان مختلط و محوری - روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۷۸۷۲ - اتوی برقی خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۷۸۷۵ - سماور برقی خانگی و مشابه - معیار و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۳۰۶ - دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه هوا خنک - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۴ - بادزن‌ها از ظرفیت ۱۷۰ تا ۳۵۰۰ مترمکعب بر ساعت - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۵ - برج‌های خنک‌کن تر - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۶ - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی فن کوئل‌های زمینی، سقفی و فن کوئل‌های کانالی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۷ - کابین‌های برودتی ویتیرینی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

- استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۸ - کولر گازی و/یا پمپ گرمایی دوتکه (اسپلیت) سرد و/یا سرد و گرم (بدون کانال) - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۹ - کمپرسورهای هرمیتیک خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱-۱۰۶۴۱ - تجهیزات اداری - رایانه‌ها - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۲-۱۰۶۴۱ - تجهیزات اداری - صفحه‌های نمایش - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۳-۱۰۶۴۱ - تجهیزات اداری - منابع تغذیه خارجی تک ولتاژ AC-AC, AC-DC - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۴-۱۰۶۴۱ - تجهیزات اداری - تجهیزات تصویربرداری - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۶۷۲ - جاروبرقی خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۰۷۵۹ - بالاست لامپ‌های فلورسنت - مشخصات فنی و روش آزمون - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۱۰۵۶ - فرآورده های عایق کاری حرارتی برای ساختمانها - سامانه‌های مرکب عایق حرارتی بیرونی (ETICS) بر پایه پلی استایرن منبسط شده - ویژگیها
- استاندارد ملی شماره ۱۱۰۵۷ - فرآورده های عایق کاری حرارتی برای ساختمانها - سامانه‌های مرکب عایق حرارتی بیرونی (ETICS) بر پایه پشم معدنی ویژگیها
- استاندارد ملی شماره ۲-۱۱۴۱۹ - عملکرد حرارتی درها، پنجره‌ها و کرکره‌های بیرونی - محاسبه ضریب انتقال حرارت - قسمت ۲: روش عددی برای چهارچوب‌ها
- استاندارد ملی شماره ۱۱۵۷۴ - دستگاه‌های هواساز مرکزی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۲۵۹۶ - پل حرارتی در ساختمان‌سازی - محاسبات
- استاندارد ملی شماره ۱۳۷۸۲-A1 - دیگ‌های بخار - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی - اصلاحیه شماره ۱

- استاندارد ملی شماره ۱۴۲۵۳ - ساختمان‌های مسکونی - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱-۱۴۲۵۴ - ساختمان‌های غیرمسکونی - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی - قسمت ۱: الزامات کلی
- استاندارد ملی شماره ۲-۱۴۲۵۴ - ساختمان‌های غیرمسکونی - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی - قسمت ۲: ساختمان‌های اداری
- استاندارد ملی شماره ۳-۱۴۲۵۴ - ساختمان‌های غیرمسکونی - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی - قسمت ۳-۱: ساختمان‌های آموزشی - مدرسه
- استاندارد ملی شماره ۱۴۵۷۷ - وسایل برودتی خانگی (یخچال - فریزر و یخچال فریزر) تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۴۶۲۸ - وسایل پخت‌وپز گازسوز خانگی - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۴۶۲۹ - پکیج‌های گازسوز گرمایش مرکزی با توان ورودی اسمی حداکثر ۷۰ کیلووات - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۴۷۳۵ - رادیاتورهای فولادی و آلومینیومی - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۴۷۶۳ - مجموعه دیگ و مشعل موتورخانه - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۴۷۹۲ - سال ۹۷ - عملکرد حرارتی ساختمان‌ها - انتقال حرارت از طریق زمین - روش‌های محاسبه
- استاندارد ملی شماره ۱۴۷۹۳ - سال ۹۷ - پل‌های حرارتی در ساختمان‌سازی - نشر حرارتی خطی - روش‌های ساده‌شده و مقادیر پیش‌فرض
- استاندارد ملی شماره ۲-۱۴۷۹۴ - دی ۹۱ - عملکرد حرارتی درب‌ها و پنجره‌ها - تعیین ضریب انتقال حرارت با روش محفظه گرم - قسمت ۲ - پنجره سقفی و پنجره با طرح‌های دیگر
- استاندارد ملی شماره ۱۴۸۲۷ - دی ۹۱ - عایق‌های حرارتی - تعیین مشخصات انتقال حرارتی پایا - محفظه گرم واسنجی و محافظت‌شده

- استاندارد ملی شماره ۱۶۴۹۵ - تلویزیون - تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- استاندارد ملی شماره ۱۸۶۱۴ - ماشین‌های لباس‌شویی برقی خانگی - تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب
- استاندارد ملی شماره ۲۰۹۴۲-۲-۱ - سردوش تعیین معیار مصرف آب و دستورالعمل برچسب آب
- استاندارد ملی شماره ۲۰۹۴۲-۲-۶ - شیرآلات بهداشتی - تعیین معیار مصرف و دستورالعمل برچسب آب

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.)

- ANSI/ASHRAE 169/2022:
- ANSI/ASHRAE 90.1: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
- ANSI/ASHRAE 90.2: Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings
- ANSI/ASHRAE 100: Energy Efficiency in Existing Buildings
- ANSI/ASHRAE 111: Measurement, Testing, Adjusting, and Balancing of Building HVAC Systems
- ANSI/ASHRAE 129: Measuring Air-Change Effectiveness
- ANSI/ASHRAE 135: BACnet—A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks
- ANSI/ASHRAE 140: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs
- ANSI/ASHRAE 169: Climatic Data for Building Design Standards
- ANSI/ASHRAE 180: Standard Practice for Inspection and Maintenance of Commercial Building HVAC Systems
- ANSI/ASHRAE 189.1: Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential
- ANSI/ASHRAE 209: Energy Simulation Aided Design for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
- ANSI/ASHRAE 215: Method of Test to Determine Leakage of Operating HVAC Air-Distribution Systems
- ANSI/ASHRAE 216: Air-Tightness of Building Enclosures
- ANSI/ASHRAE 221: Test Method to Field-Measure and Score the Cooling and Heating Performance of an Installed Unitary HVAC System

- ANSI/ASHRAE 223: Designation and Classification of Semantic Tags for Building Data
- ANSI/ASHRAE 224: Facilitating the Use of Building Information Modeling for the Building Lifecycle

ASTM International

- ASTM E2797: Standard Practice for Building Energy Performance Assessment for a Building Involved in a Real Estate Transaction.
- ASTM E3224: Standard Guide for Building Energy Performance and Improvement Evaluation (BEPIE).
- ASTM E2921: Standard Practice for Minimum Criteria for Comparing Whole Building Life Cycle Assessments for Use with Building Codes and Rating Systems.
- ASTM E3179: Standard Guide for Conducting a Building Energy Audit.
- ASTM E3223: Standard Guide for Evaluating the Performance of Energy Storage Systems in Buildings.

EN (European Standards)

- EN 13162: Thermal insulation products for buildings – Factory made mineral wool (MW) products – Specification.
- EN 13163: Thermal insulation products for buildings – Factory made expanded polystyrene (EPS) products – Specification.
- EN 13164: Thermal insulation products for buildings – Factory made extruded polystyrene foam (XPS) products – Specification.
- EN 13165: Thermal insulation products for buildings – Factory made rigid polyurethane foam (PU) products – Specification.
- EN 13166: Thermal insulation products for buildings – Factory made phenolic foam (PF) products – Specification.
- EN 13167: Thermal insulation products for buildings – Factory made products of cellular glass (CG) – Specification.
- EN 13168: Thermal insulation products for buildings – Factory made wood wool (WW) products – Specification.
- EN 13169: Thermal insulation products for buildings – Factory made products of expanded perlite board (EPB) – Specification.
- EN 13170: Thermal insulation products for buildings – Factory made products of expanded cork (ICB) – Specification.
- EN 13171: Thermal insulation products for buildings – Factory made wood fibre (WF) products – Specification.
- EN 14063-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed expanded clay lightweight aggregate products (LWA) – Part 1: Specification for the products before installation.
- EN 14308: Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made rigid polyurethane foam (PUR and PIR) products – Specification.

- EN 14309: Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made polyethylene foam (PEF) products – Specification.
- EN 14313: Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made phenolic foam (PF) products – Specification.
- EN 14314: Thermal insulation products for building equipment and industrial installations – Factory made polyethylene foam (PEF) products – Specification.
- EN 14315-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam products – Part 1: Specification for the rigid foam spray system before installation.
- EN 14316-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed loose-fill expanded clay lightweight aggregate (LWA) and expanded shale (ES) products – Part 1: Specification for the products before installation.
- EN 14317-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed injected rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam products – Part 1: Specification for the rigid foam system before installation.
- EN 14318-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed injected phenolic foam (PF) products – Part 1: Specification for the injected foam system before installation.
- EN 14319-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed flexible polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam products – Part 1: Specification for the flexible foam spray system before installation.
- EN 14320-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam products – Part 1: Specification for the rigid foam spray system before installation.
- EN 14321-1: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed phenolic foam (PF) products – Part 1: Specification for the rigid foam spray system before installation.
- EN 14322: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam products – Specification for the rigid foam spray system before installation.
- EN 14323: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam products – Specification for the rigid foam spray system before installation.
- EN 14324: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate (PIR) foam products – Specification for the rigid foam spray system before installation.
- EN 14325: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed sprayed rigid polyurethane (PUR) and polyisocyan
- EN 15217: Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings.

- EN 15232: Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls, and Building Management.
- EN 15603: Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings.
- EN 15978: Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method.
- EN 16798: Energy performance of buildings - Ventilation for buildings.

IEC (International Electrotechnical Commission)

- IEC 60364-7-712 – Low-voltage electrical installations – Requirements for photovoltaic power supply systems
- IEC 60751: Industrial platinum resistance thermometers (RTDs)
- IEC 61131: Programmable controllers
- IEC 61499: Distributed control systems
- IEC 61724 – Photovoltaic system performance monitoring – Guidelines for measurement, data exchange and analysis
- IEC 61730 – Photovoltaic (PV) module safety qualification
- IEC 62052/62053: Electricity metering equipment
- IEC 62109: Safety of power converters for PV systems
- IEC 62933: Electrical energy storage (EES) systems

ICC (International Code Council)

- IBC: International Building Code
- IRC: International Residential Code
- IMC: International Mechanical Code
- IECC: International Energy Conservation Code
- IPCM: International Property Maintenance Code
- IGCC: International Green Construction Code
- ICCPC: International Code Council Performance Code for Buildings and Facilities

ISO (International Organization for Standards)

- ISO 13153: Framework of the design process for energy-saving single-family residential and small commercial buildings.
- ISO 14001: Environmental management systems — Requirements with guidance for use.
- ISO 14025: Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures.
- ISO 14040 Series – Life Cycle Assessment (LCA)
- ISO 14044 – LCA Requirements and Guidelines
- ISO 14050 – Environmental Management – Vocabulary
- ISO 15392: Sustainability in building construction — General principles.
- ISO 16346: Energy performance of buildings — Assessment of overall energy performance.

- ISO 50001: Energy management systems — Requirements with guidance for use.
- ISO 50002: Energy audits — Requirements with guidance for use.
- ISO 52120-1: Energy performance of buildings — Contribution of building automation, controls, and building management — Part 1: General framework and procedures.