وزارت راه و شهرسازی
دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# پیش نویس مبحث نوزدهم

# مدیریت انرژی در ساختمان

دفتر مقررات ملّی و کنترل ساختمان
ویرایش پنجم (۱۴۰۳)

پیش نویس

## مقدمه ویرایش پنجم

در سال‌های اخیر، بحران ناترازی انرژی در کشور ابعاد تازه‌ای به خود گرفته است. 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.

قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴، 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 ویرایش چهارم این مبحث در سال ۱۳۹۹، تلاش شده‌است تا مصرف انرژی در ساختمان‌های کشور مدیریت و مطابق معیارهای مشخص، ساماندهی شود. با این وجود آمار بدست آمده از 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، آسیب‌شناسی دلایل عدم تحقق‌پذیری 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 پذیری اهداف مبحث۱۹، در چهار حوزه فنی (بایدها و نبایدها) ، اجرایی (ساز و کار اجرا) ، حقوقی (ضمانت اجرایی) و اقتصادی (توجیه پذیری) به عنوان اصلی ترین حوزه ها تقسیم‌بندی شدند. در ادامه مسیر، به منظور بررسی دقیق تر هر یک از این حوزه‌ها، جلسات تخصصی فنی، اجرایی، حقوقی و اقتصادی در چند مرحله برگزار گردید.

نظرات کارشناسان و متخصصان، دغدغه‌ها و انتظارات بخش‌های مختلف مرتبط با موضوع انرژی از جمله بخش‌های 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، تشکل‌ها و شرکت‌های تولید کننده و ارائه دهنده کالاها و خدمات مرتبط با انرژی در ساختمان، طی جلسات متعدد هم‌اندیشی و هم‌چنین از طریق نظرسنجی، دریافت و مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

کلیه قوانین مرتبط با موضوع انرژی در ساختمان و هم‌چنین مصوبات هئیت وزیران و شورای عالی انرژی[1] 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.

[1] 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
- آیین‌نامه صرفه جویی انرژی در ساختمان‌ها ۱۳۹۶
- ضوابط صرفه جویی انرژی در ساختمانها ۱۴۰۰
- قانون رفع موانع صنعت برق ۱۴۰۱
- قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران ۱۴۰۲

برهمین اساس، ویرایش کنونی بر شالوده‌ای فنی، اجرایی، حقوقی و اقتصادی حاصل از همکاری تاثیرگذران و تاثیرپذیران مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بنا شده‌است و به دنبال ایجاد تکالیف قابل سنجش و غیر قابل استنکاف برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی مسئول در طراحی، ساخت و بهره‌برداری ساختمان می‌باشد.

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 گران قیمت ترین کالای سرمایه ای طول عمر شهروند ایرانی ، منجر به‌شکل گیری رویکرد های متفاوت در ویرایش جدید مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان شد. بهره‌مندی از ایمنی و کیفیت ساخت و تامین شرایط آسایش در تمام ساعات سال، حق مسلم بهره برداران و ساکنان ساختمان‌ها است. تامین شرایط آسایش در ساختمان‌ها باید به گونه ای باشد که میزان مصرف انرژی در محدوده الگوی مجاز حفظ شده و هزینه های غیر متعارف مصرف خارج از الگوی ناشی از اشتباه و یا سهل انگاری در مراحل طراحی و ساخت به مالکان و بهره برداران تحمیل نگردد.

ویرایش پنجم مقررات ملی ساختمان با عنوان "مدیریت انرژی در ساختمان"، مصرف و تولید انرژی در تمامی مراحل چرخه عمر ساختمان 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 نتیجه محور[1] قرار داد. افزایش توجه به تاسیسات مکانیکی و الکتریکی با رویکردی کارآمد و قابل اندازه‌گیری در کنار الزام به طراحی، نصب و بهره‌برداری از سامانه های 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[2]" و توسعه دامنه شمول از مصرف انرژی دوره بهره‌برداری به تمامی تاثیرات محیطی مراحل مختلف چرخه عمر ساختمان

[1] Performance Based Evaluation
[2] Building Energy Management

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.

از آنجا که قوانین و مصوبات موجود تاکید ویژه‌ای بر اجرای کامل و دقیق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان دارند، تا جایی‌که قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق[1]، مصوب ۱۴۰۱ مجلس شورای اسلامی، معیار و ملاک میزان مجاز و هم‌چنین مدیریت مصرف انرژی و اصلاح ساختمان‌های در حال بهره‌برداری غیرخصوصی را رعایت الزامات مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بیان نموده‌است، دامنه شمول ویرایش پنجم از ساختمان‌های جدید الاحداث 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 شده‌است.

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

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

روش‌های طراحی در ویرایش پنجم شامل دو روش تجویزی[2] و شبیه‌سازی بازدهی انرژی[3] است. در روش تجویزی احکام مشخصی برای ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی در اقلیم‌های مختلف کشور

---

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

[2] Prescriptive

[3] Energy Performance Simulation

تدوین شده و این احکام، تمامی اجزاء مربوط به بخش‌های فعال و غیر فعال ساختمان را شامل شده و روش ارزیابی و صحت سنجی اجرای آنها طی بازرسی های دوره ای در نظر گرفته شده‌است.

در روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی، اعداد صحت سنجی شده و مورد تایید اشخاص دارای صلاحیت شبیه‌سازی، معیار تعیین رده انرژی خواهد بود. در فصل پنجم، شبیه‌سازی انرژی ساختمان، نرم افزار و اطلاعات اقلیمی مورد تایید معرفی شده‌اند و الزامات شبیه‌سازی و تهیه گزارشات بیان گردیده‌است. فرآیند آموزش، سنجش و احراز صلاحیت شبیه‌سازی و بازرسی برای اشخاص حقیقی و حقوقی طبق دستورالعمل‌های دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان ابلاغ خواهد شد.

در روش تجویزی نیز چک لیست ها بر اساس شبیه‌سازی نمونه‌های موردی متعدد، باری کاربری‌های مسکونی و غیرمسکونی در تمام دسته بندی‌های اقلیمی بر اساس شبیه‌سازی و صحت سنجی آنها با نمونه‌های استاندارد ASHRAE[1] تدوین و با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک[2] و بهینه‌سازی چندپارامتری[3]، بهینه یابی و وزن‌دهی شده‌است. خروجی چک لیست ها 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 بازبینی شده به‌طوری‌که سنجش و کنترل عملکرد و بازدهی تاسیسات و یکپارچگی آنها با پوسته ساختمان و آسایش کاربران، در مرکز توجه قرار گرفته است، 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 شده‌است.

الزامات تاسیسات مکانیکی و الکتریکی این ویرایش بر اساس شرایط ضروری دست‌یابی ساختمان به رده انرژی C 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

[1] ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
[2] GA (Genetic Algorithm)
[3] Multi Objective Optimization

تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان و اتصال آن‌ها به درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها می‌باشد.

از آنجا که ساختمان جدید الاحداث 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 بهربردای 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 شده است 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[1] به‌عنوان فصل مشترک انتقال از مرحله ساخت به بهره‌برداری در این ویرایش، الزام شده‌است.

در پایان لازم به ذکر است که تحقق اهداف مورد نظر ویرایش پنجم مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان علیرغم در نظر گرفتن الزامات و ضمانت های 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**

[1] Digital Twin

## فهرست مطالب

عنوان صفحه


**۱۹-۱- کلیات ..... ۱**

۱۹-۱-۱- دامنه کاربرد و ضمانت اجرا ..... ۳

۱۹-۱-۲- ارزیابی چرخه عمر ساختمان ..... ۶

۱۹-۱-۳- رده بندی بازدهی انرژی ساختمان‌ها ..... ۷

۱۹-۱-۴- زمان بندی اجرایی سازی الزامات ویرایش جدید ..... ۸

**۱۹-۲- دسته بندی ها و الگوی مصرف انرژی در ساختمان‌ها ..... ۹**

۱۹-۲-۱- دسته بندی ساختمان‌ها ..... ۹

۱۹-۲-۱-۱- دسته‌بندی اقلیم ..... ۱۰

۱۹-۲-۱-۲- دسته بندی کاربری و مساحت ..... ۱۳

۱۹-۲-۲- شدت انرژی در ساختمان‌ها ..... ۱۴

۱۹-۲-۲-۱- مصرف کنندگان بارز انرژی در ساختمان ..... ۱۴

۱۹-۲-۲-۲- منابع و حامل های انرژی در ساختمان ..... ۱۵

۱۹-۲-۲-۳- الگوی مصرف انرژی در ساختمان ..... ۱۶

**۱۹-۳- نظامات اداری در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری ..... ۱۹**

۱۹-۳-۱- تعیین رده انرژی ساختمان در فاز طراحی ..... ۲۰

۱۹-۳-۱-۱- روش تجویزی ..... ۲۰

۱۹-۳-۱-۲- روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ..... ۲۱

۱۹-۳-۲- بازرسی های دوره ای پوسته و تاسیسات در فاز ساخت ..... ۲۲

۱۹-۳-۳- بازرسی پایان ساخت ..... ۲۳

۱۹-۳-۴- پایش، عیب یابی، اصلاح و بهبود در فاز بهره‌برداری ..... ۲۳

**۱۹-۴- روش تجویزی ..... ۲۴**

۱۹-۴-۱- پوسته خارجی ..... ۲۵

۱۹-۴-۱-۱- پوسته خارجی غیر نورگذر ..... ۲۶

۱۹-۴-۱-۲- پوسته خارجی نورگذر ..... ۳۱

۱۹-۴-۱-۳- هوابندی و نشت هوا ..... ۳۳

۱۹-۴-۲- تاسیسات مکانیکی ..... ۳۶

۱۹-۴-۲-۱- تولید و بازیافت ..... ۳۷
۱۹-۴-۲-۲- توزیع و کنترل ..... ۴۱
۱۹-۴-۳- تاسیسات الکتریکی ..... ۵۱
۱۹-۴-۳-۱- شبکه انتقال و توزیع ..... ۵۱
۱۹-۴-۳-۲- روشنایی طبیعی و مصنوعی ..... ۵۴
۱۹-۴-۳-۳- کنترل سامانه روشنایی ..... ۵۷
۱۹-۴-۴- انرژی های تجدیدپذیر ..... ۵۸
۱۹-۴-۵- سامانه های پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان ..... ۵۹
۱۹-۴-۶- سامانه مانیتورینگ و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان ..... ۵۹
**۱۹-۵- روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان ..... ۶۱**
۱۹-۵-۱- نرم افزار های مورد تایید ..... ۶۳
۱۹-۵-۲- اقلیم محل ساختمان ..... ۶۳
۱۹-۵-۲-۱- فایل های اقلیمی مورد تایید ..... ۶۳
۱۹-۵-۲-۱- تحلیل اقلیمی، راهکارهای فعال و غیر فعال ..... ۶۴
۱۹-۵-۳- فیزیک ساختمان ..... ۶۴
۱۹-۵-۴- فعالیت ها ..... ۶۵
۱۹-۵-۵- تاسیسات مکانیکی ..... ۶۶
۱۹-۵-۶- سامانه روشنایی ..... ۶۶
۱۹-۵-۷- انرژی های تجدید پذیر ..... ۶۷
۱۹-۵-۸- تنظیمات موتور شبیه ساز مصرف انرژی ..... ۶۷
۱۹-۵-۹- گزارش شبیه‌سازی و پروفیل مصرف حامل های انرژی ..... ۶۷
**۱۹-۶- سامانه‌های پایش انرژی و مدیریت یکپارچه ساختمان ..... ۶۹**
۱۹-۶-۱- سامانه پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان ..... ۶۹
۱۹-۶-۱-۱- ایجاد ارتباط فیزیکی و دریافت داده ..... ۷۰
۱۹-۶-۱-۲- انتقال، مهندسی و ذخیره نقاط داده ..... ۷۲
۱۹-۶-۱-۳- پردازش داده های گردآوری شده ..... ۷۳
۱۹-۶-۱-۴- تحلیل اطلاعات و عیب یابی عملکرد تجهیزات و سامانه ها ..... ۷۴
۱۹-۶-۲- سامانه مانیتورینگ و کنترل یکپارچه ساختمان ..... ۷۴
۱۹-۶-۲-۱- سامانه مانیتورینگ و کنترل تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ..... ۷۴

۱۹-۶-۲-۲- مدیریت یکپارچه بر بستر اینترنت اشیاء ..... ۷۵
۱۹-۶-۲-۳- عیب یابی و بهینه‌سازی عملکرد با استفاده از هوش مصنوعی ..... ۷۶
۱۹-۶-۲-۱- راهبری ساختمان با استفاده از دوقلوی دیجیتال ..... ۷۷
۱۹-۶-۲-۲- امنیت سایبری و پدافند غیر عامل ..... ۷۷
**۱۹-۷- بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود ..... ۷۹**
۱۹-۷-۱- ارزیابی وضع موجود ..... ۸۰
۱۹-۷-۲- استقرار سامانه پایش و زیرپایش مصرف و مدیریت ساختمان ..... ۸۱
۱۹-۷-۳- چرخه راهکار، اقدام، پایش و سنجش ..... ۸۱
۱۹-۷-۳-۱- تدوین راهکارهای بهینه‌سازی ..... ۸۱
۱۹-۷-۳-۲- اعمال راهکارهای بهینه‌سازی ..... ۸۲
۱۹-۷-۳-۳- نظارت و پایش نتایج پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی ..... ۸۲
۱۹-۷-۳-۴- شناسایی و تحلیل انحراف از معیار (رجوع به مرحله ۱۹-۷-۳-۱) ..... ۸۳

## ۱۹-۱- کلیات

در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با عنوان "مدیریت انرژی در ساختمان[۱]" به مصرف و تولید انرژی و تولید کربن توسط بخش‌های غیر فعال[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 سامانه های تولید و توزیع سرما، گرما و تهویه مطبوع (هوای تازه)[۴]، آبگرم مصرفی[۵]، تجهیزات و سامانه های برقی، سامانه روشنایی، سامانه پایش مصرف انرژی[۶] و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان[۷] مشتمل تمامی بخش‌های فوق بر بستر اینترنت اشیاء[۸] می‌باشد.

[1] Building Energy Management
[2] Passive
[3] Active
[4] HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)
[5] DHW (Domestic Hot Water)
[6] Metering & Sub Metering System
[7] Integrated Building Management System
[8] IoT (Internet of Things) Framework

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[1] و زیر مجموعه‌های آن (انرژی نهفته[2] و کربن نهفته[3] 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.

در فصل دوم به دسته بندی ساختمان‌ها بر اساس اقلیم، کاربری و مساحت پرداخته شده‌است. دسته بندی مصرف کنندگان ساختمان بر اساس میزان و نوع حامل انرژی مصرفی، روش محاسبه شدت انرژی ساختمان و نیز میزان مجاز مصرف انرژی ساختمان به ازای هر متر مربع در سال در این فصل بیان شده‌است.

در فصل سوم مقررات حاکم بر روند گردش کار در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری، شامل روش‌های طراحی، کنترل، فرآیند بازرسی های دوره ای برای بخش غیر فعال و فعال در فاز ساخت و هم‌چنین بازرسی و کنترل مرحله پایان ساخت تشریح شده‌است.

فصل چهارم به بیان الزامات طراحی به روش تجویزی شامل پوسته خارجی، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، انرژی های تجدید پذیر و هم‌چنین سامانه‌های پایش و زیرپایش و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان اختصاص یافته است.

فصل پنجم به بیان روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان از معرفی نرم افزارهای مورد تایید شبیه‌سازی انرژی ساختمان تا تشریح الزامات تولید و کنترل مدل نرم افزاری و چارچوب های لازم برای ورودی ها و خروجی های نرم افزار و تهیه گزارشات شبیه‌سازی و قالب های آن پرداخته است.

در فصل ششم سامانه‌های پایش و زیرپایش مصرف انرژی و هم‌چنین سامانه مانیتورینگ و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان بر بستر اینترنت اشیاء به صورت مشروح بیان

[1] Life Cycle Assessment (LCA)
[2] Embodied Energy
[3] Embodied Carbon

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.

فصل هفتم نیز برای نخستین بار دامنه شمول مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان را از ساختمان‌های درحال ساخت فراتر برده و به شرح بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های در حال بهره‌برداری و بیان الزامات و مراحل مختلف آن پرداخته است.

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[1]، پیوست‌ها بصورت فیزیکی و همراه مبحث چاپ نشده‌است.[2]تمامی پیوست ها در تارنمای دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان به نشانیhttps://inbr.ir بارگذاری شده و در دسترس قرار گرفته است. 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.

لازم به ذکر است که الزامات این مبحث می‌بایست 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 صورتی‌که 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.

### ۱۹-۱-۱- دامنه کاربرد و ضمانت اجرا

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 شده‌است. هم‌چنین طبق ماده ۳۴ همین قانون

[1] Digitalization

[۲] حذف چاپ فیزیکی پیوست های 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.

**رعایت 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 می باشند.

هم‌چنین طبق ماده ۴ ضوابط صرفه جویی انرژی در ساختمان‌ها، موضوع مصوبه هئیت وزیران به شماره ۹۳۸۷۶/ت۵۷۹۲۶ه، مورخ ۱۴۰۰/۰۸/۲۴ " ارائه پایان‌کار 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 شهرداری ها موظف است از ابتدای سال ۱۴۰۱ نسبت به درج رده انرژی در گواهی پایان‌کار 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.

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 استان‌باشد. تخلف انضباطی و حرفه‌ای و انطباق آنها با مجازاتهای انتظامی به شرح زیر است:

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 سایرمقررات 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، مجازات های انتظامی درجه یک تا پنج به شرح ذیل می‌باشد:

" درجه ۱ - اخطار کتبی با درج در پرونده عضویت در نظام مهندس 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 وضبط پروانه اشتغال به مدت محرومیت
درجه ۵ - محرومیت موقت از استفاده از پروانه اشتغال به مدت سه سال تا پنج سال وضبط 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 صحت سنجی و تایید نرم افزارهای شبیه‌سازی انرژی ساختمان صرفا بر عهده دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان 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 آئین نامه اجرائی ، موارد به اطلاع هئیت 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 متشکل از پنج عضو به شرح زیر است:

الف- یک عضو حقوقدان به معرفی ریاست قوه قضائیه

ب- دو عضو به معرفی وزیر راه و شهرسازی

ج- دو عضو به معرفی شورای مرکزی

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

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 مسؤولیت خود می‌سازد، براساس دستورالعمل ابلاغی وزارت مسکن و شهرسازی اقدام نماید و مواردی که مکلف به ارایه بیمه‌نامه تضمین‌کیفیت شده باشد، بیمه مزبور را به نفع مالک و یا مالکان بعدی تهیه و در اختیار ایشان قرار دهد.

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

### ۱۹-۱-۲- ارزیابی چرخه عمر ساختمان[1]

ارزیابی چرخه عمر ساختمان تاکنون درکشور 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 نشده‌است. با این وجود اهمیت ارزیابی چرخه عمر و توجه هم زمان به میزان مصرف انرژی 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.

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 بهره‌برداری جهت توسعه دانش و افزایش

[1] Life Cycle Assessment (LCA)

توجهات جامعه مهندسی ساختمان در این بخش بیان گردیده‌است. لازم الاجرا شدن ارزیابی چرخه عمر نیازمند تامین زیر ساخت های لازم از جمله انجام اندازه‌گیری ها و تولید مراجع و منابع معتبر انرژی و کربن نهفته مصالح و فرآیند ها می‌باشد.

### ۱۹-۱-۳- رده بندی بازدهی انرژی ساختمان‌ها

بازدهی انرژی ساختمان‌ها بر مبنای شدت مصرف انرژی در ساختمان رده بندی می‌شود. برای محاسبه شدت انرژی در ساختمان‌ها ابتدا تمامی مقادیر انرژی مصرفی سالانه آن، شامل برق، گاز، گازوئیل یا هر حامل دیگر اندازه‌گیری می‌شود. از تقسیم حاصل جمع کل انرژی مصرفی سالانه بر مساحت مفید ساختمان شدت انرژی بر اساس میزان مصرف بر متر مربع در سال بدست می‌آید.

به منظور ساده سازی محاسبه میزان کل انرژی مصرفی ساختمان، در این ویرایش، انرژی مصرفی ثانویه یا انرژی مصرفی در محل[1]، مبنای محاسبات قرار گرفته‌است و انرژی پایه یا انرژی اولیه[2] مبنای محاسبات این ویرایش نیست.[3] شدت انرژی ساختمان نیز به صورت میزان مصرف انرژی سالانه به ازای هر متر مربع از فضای کنترل شده ساختمان و بر مبنای کیلووات ساعت بر متر مربع در سال ($kWh/m^2.yr$) محاسبه و رده بندی می‌شود.

با توجه به تکلیف بند ب از ماده ۵۵ قانون برنامه هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران که می‌بایست امکان تقسیم بندی ساختمان‌ها از نظر کیفیت ساخت و بازدهی انرژی به چهار رده فراهم گردد در این ویرایش نیزبازدهی انرژی ساختمان‌ها نسبت به شدت انرژی آنها به چهار رده زیر تقسیم بندی شده‌است:

---

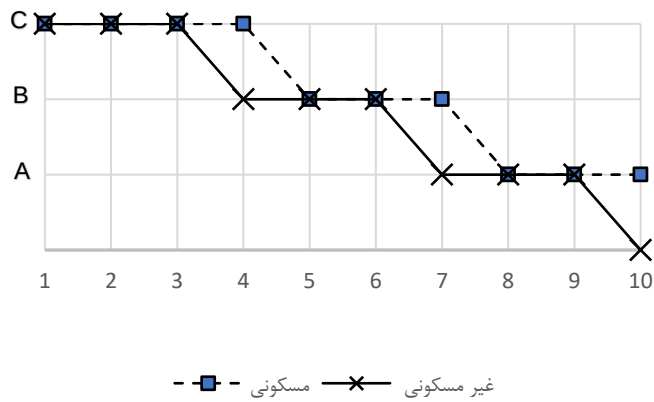
[1] Site Energy (Secondary Energy)
[2] Source Energy (Primary Energy)
[3] در استاندارد ها و رده بندی های مختلف برای اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها از دو معیار انرژی مصرفی در محل Site Energy و یا انرژی اولیه Source Energy استفاده شده‌است. انرژی مصرفی در محل به بیان ساده همان اعداد قرائت شده توسط کنتورهاست که بر اساس آن قبض برق و گاز صادر و هزینه آن از مشترک دریافت می‌شود. اما انرژی اولیه بیان گر تمام انرژی مصرف شده برای تولید، انتقال و توزیع حامل انرژی مانند برق یا گاز است که مسلما مقادیر بیشتری از عدد قرائت شده توسط کنتورها خواهد بود. به منظور جلوگیری از پیچیدگی محاسبات و ساده سازی و قابل اجرا نمودن اندازه‌گیری شدت انرژی ساختمان‌ها در این ویرایش انرژی مصرفی در محل بعنوان معیار رده بندی انرژی ساخمان ها در نظر گرفته شده‌است.

رده C : منطبق با مبحث ۱۹

رده B : ساختمان کم مصرف

رده A : ساختمان بسیار کم مصرف

رده +A : ساختمان نزدیک به مصرف صفر




نمودار ۱۹-۱-۱- زمان بندی الزام دست‌یابی به رده انرژی در ساختمان‌های جدید الاحداث

بر اساس نمودار ۱۹-۱-۱ زمان‌بندی الزام به دست‌یابی به رده انرژی ساختمان‌ها از رده C به +A برای بازه ده ساله از تاریخ لازم الاجرا شدن این ویرایش پیش بینی 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.

### ۱۹-۱-۴- زمان بندی اجرایی سازی الزامات ویرایش جدید

رعایت تمامی موارد این ویرایش پنجم مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، برای کسب رده انرژی C در تمامی ساختمان‌ها با هر کاربری، اقلیم، مساحت و تعداد طبقات که پروانه ساختمان آنها بعد از تاریخ لازم الاجرا شدن این ویرایش صادر شود (بغیر از مواردی که در خود مبحث برای آن‌ها مهلت تعیین شده است) در تمامی نقاط کشور الزامی می‌باشد.

## ۱۹-۲- دسته بندی ها و الگوی مصرف انرژی در ساختمان‌ها

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

### ۱۹-۲-۱- دسته بندی ساختمان‌ها

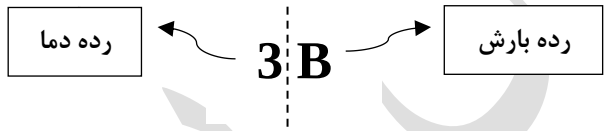
کنترل دما، رطوبت، هوای تازه و روشنایی در محدوده آسایش در فضاهای مورد بهره‌برداری ساختمان، اصلی‌ترین عامل مصرف انرژی در دوره بهره‌برداری است. از آن‌جا که نمی‌توان نقش سایر مصرف کنندگان مانند سامانه آبگرم مصرفی، لوازم خانگی و اداری و سایر تجهیزات مصرف‌کننده انرژی را در میزان مجاز مصرف انرژی نادیده گرفت، 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 تقسیم بندی‌های اصلی بر اساس اقلیم و کاربری تفکیک شوند. بر اساس این دسته‌بندی می‌توان احکام مشخصی را برای ساختمان‌های هر گروه تعیین و اعمال نمود.

### ۱۹-۲-۱-۱- دسته‌بندی اقلیم[1]

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

به منظور تعیین رده اقلیمی هر شهر، اطلاعات سالانه پایگاه‌های هواشناسی تحلیل و بر مبنای تعداد روز درجه سرمایی[2] و روز درجه گرمایی[3] 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.




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 ۱۹-۲-۱ معیار رده بندی دمایی برای رده ۰ تا ۸ بر مبنای روز درجه گرمایی یا روز درجه سرمایی بیان شده‌است.

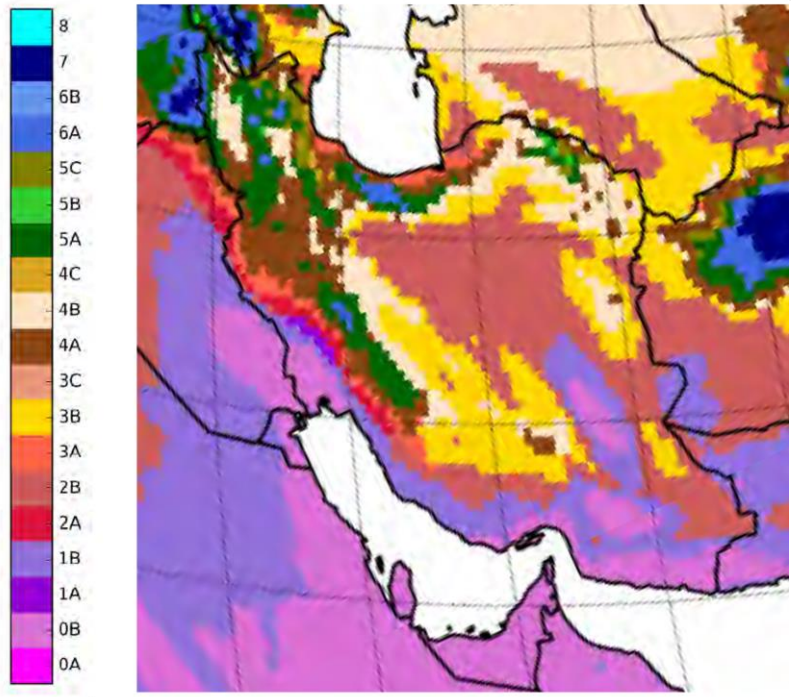
در سمت راست رده اقلیمی نیز یکی از حروف A، B یا C نمایش داده می‌شود. حرف A نشان دهنده اقلیم پر باران، حرف B نشان دهنده اقلیم کم باران[4] و حرف C نشان دهنده اقلیم با میزان بارش متوسط می‌باشد.

---

[1] Climate
[2] Cooling Degree Day (CDD)
[3] Heating Degree Day (HDD)
[4] معیار تعیین رطوبت در این استاندارد، میزان بارش سالانه ثبت شده‌است و رطوبت نسبی ملاک این تقسیم بندی نمی‌باشد. لذا در شهرهایی مانند جزیره کیش با میزان رطوب نسبی زیاد، به دلیل بارش جوی کم سالانه، درجه اقلیمی0B تعیین شده‌است که نشان دهنده دما بسیار گرم و بارش سالانه کم است.

جدول ۱۹-۲-۱- دسته بندی اقلیمی بر اساس روز درجه سرمایی و گرمایی

| رده اقلیمی[1] | نام اقلیم | روز درجه سرمایی/ گرمایی |
|---|---|---|
| **0B** | فوق العاده گرم و کم باران (0B) | $6000 < CDD10^{\circ C}$ |
| **1B** | بسیار گرم و کم باران (1B) | $5000 < CDD10^{\circ C} \leq 6000$ |
| **2A , 2B** | گرم و بارانی (2A) ، گرم و کم باران (2B) | $3500 < CDD10^{\circ C} \leq 5000$ |
| **3A , 3B** | چهارفصل و بارانی (3A) ، چهارفصل و کم باران (3B) | $2500 < CDD10^{\circ C} \leq 3500$ |
| **4A , 4B** | سرد و بارانی (4A) ، سرد و کم باران (4B) | $CDD10^{\circ C} \leq 2500$ AND $HDD18^{\circ C} \leq 3000$ |
| **5B** | بسیار سرد و کم باران (5B) | $3000 < HDD18^{\circ C} \leq 4000$ |




شکل ۱۹-۲-۱- دسته بندی اقلیمی در پهنه جغرافیایی ایران

[1] این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ANSI/ASHRAE Standard 169-2020 صورت گرفته است. 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 ۹رده اقلیمی در شهرهای ایران شناسایی شده‌اند که عبارتند از :
0B, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A , 4B, 5B

جدول ۱۹-۲-۲- دسته بندی 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 ۱۹-۲-۲ و رده اقلیمی سایر شهرها در پیوست ۲ ارائه شده‌است.

*۱۹-۲-۱-۲- دسته بندی کاربری و مساحت*

برای شناسایی میزان مجاز مصرف انرژی در هر ساختمان به‌غیر از اقلیم، نوع کاربری و مساحت ساختمان نیز تاثیرگذار می باشند. لذا در این بخش به معرفی دسته بندی کاربری و مساحت ساختمان‌ها پرداخته شده‌است.

طبق جدول ۱۹-۲-۴ 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 شده‌است.

در کاربری مسکونی نیز، ساختمان‌ها از جهت تعداد واحد و مساحت به دو گروه کوچک و بزرگ تقسیم‌بندی شده‌اند. به این ترتیب ساختمان‌های مسکونی دارای بیش از ۲۵ واحد و یا بیش از ۲،۰۰۰ مترمربع مساحت مسکونی در گروه ساختمان‌های مسکونی بزرگ قرار گرفته و ساختمان‌های مسکونی که تعداد واحدهای آنها بین ۱ تا ۲۵ واحد مسکونی بوده و در عین حال مساحت مسکونی آنها کمتر از ۲،۰۰۰ متر مربع باشد در گروه ساختمان‌های مسکونی کوچک قرار می‌گیرند.

تمامی ساختمان‌های غیرمسکونی به‌غیر از ساختمان‌هایی که فرآیندها و فعالیت‌های صنعتی و تولیدی در آن‌ها انجام می‌شود در گروه ساختمان‌های غیر مسکونی قرار می‌گیرند.

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.

### ۱۹-۲-۲- شدت 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 کنترل شده ساختمان برای اخذ رده انرژی C می‌باشد. این الگو، بعنوان شدت انرژی[1] ساختمان تعریف شده و بر اساس کیلووات ساعت بر متر مربع در سال ($kWh/m^2.yr$) اندازه‌گیری می‌شود.

میزان انرژی مصرفی سالانه مجموع کلیه مقادیر مصرف انرژی از حامل های مختلف از جمله انرژی های تجدید ناپذیر و تجدید پذیر است که بصورت انرژی ثانویه و یا مقدار مصرف در سایت[2] بر حسب کیلووات ساعت محاسبه و بر متراژ فضای کنترل شده ساختمان تقسیم می‌شود.

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

*۱۹-۲-۲-۱- مصرف کنندگان بارز انرژی در ساختمان*

مدیریت انرژی در فاز طراحی و ساخت نیازمند تحلیل دقیق و مستقل رفتار سامانه‌ها و تجهیزات بارز مصرف کننده انرژی در ساختمان است. این تفکیک در فاز طراحی منتج به ارائه پروفیل های مصرف سالانه، ماهانه، روزانه و ساعتی سامانه های بارز مصرف کننده انرژی در ساختمان می‌شود. در دوره بهره‌برداری نیز با مقایسه رفتار پیش بینی 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 مصرف کننده انرژی در مرحله طراحی تعیین شوند.

[1] Energy Intensity
[2] Site Energy

تجهیز و یا سامانهی در گروه مصرف کننده بارز طبقه بندی 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 بامصرف کمتر از ۱۰٪ کل انرژی لحظه‌ای ساختمان شناخته شوند.

تجهیزات و سامانه‌های بارز می‌بایست 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 می‌بایست در مرحله طراحی تعیین شده و در نقشه های تاسیسات مکانیکی و الکتریکی جانمایی گردند.

نصب کامل سامانه پایش و زیرپایش تجهیزات بارز طی مراحل پیشرفت پروژه الزامی است و می‌بایست در بازرسی‌های مرحله‌ای مورد بررسی قرار بگیرند. اتصال انشعابات حامل‌های انرژی تنها در صورت نصب و راه اندازی کامل سامانه پایش و زیرپایش ساختمان، طبقات، واحد ها، مشاعات و تجهیزات و سامانه های بارز مجاز خواهد بود.

صدور مجوز بهره‌برداری ساختمان منوط به نصب و راه‌اندازی کامل سامانه پایش و زیرپایش و ارزیابی و تایید آن توسط بازرس دارای صلاحیت می‌باشد. فرآیند ارزیابی، عیب یابی، اصلاح و بهبود تجهیزات بارز با استفاده از سامانه پایش و زیرپایش مصرف برخط در دوره بهره‌برداری قابل انجام خواهد بود.

*۱۹-۲-۲-۲- منابع و حامل های انرژی در ساختمان*

میزان انرژی مصرفی هر حامل معادل مقدار خوانش شده از کنتورهای مورد تایید شرکت‌های توزیع خواهد بود.

ملاک مصرف انرژی الکتریکی، عدد نمایش داده شده توسط کنتورهای مورد تایید شرکت توزیع برق بر اساس کیلووات ساعت می‌باشد و نیازی به تبدیل این عدد به انرژی پایه و اعمال ضرایب نیست.

میزان مصرف انرژی سایر حامل ها مانند گاز، گازوئیل و غیره نیز بر اساس خوانش کنتورهای مورد تایید شرکت ملی گاز و شرکت توزیع فرآورده‌های نفتی برداشت خواهد شد. تمامی حامل‌های انرژی به‌غیر از برق دریافت شده از شبکه سراسری، می‌بایست بر اساس تبدیل به انرژی پایه و اعمال ضریب متوسط ارزش حرارتی آن حامل، به کیلووات ساعت تبدیل شوند.

پس از تبدیل تمامی مقادیر انرژی مصرف شده به کیلووات ساعت، مجموع تمامی مصارف یک دوره ۳۶۵ روزه یا یک سال شمسی را بر مساحت فضای کنترل شده بنا تقسیم نموده و شدت انرژی مصرفی ساختمان مورد نظر بر مبنای کیلووات ساعت بر متر مربع در سال ($kWh/m^2.yr$) به‌دست می آید. برای تبدیل میزان گاز مصرفی خوانش شده از کنتور گاز به کیلووات ساعت، می‌بایست مقدار عددی متر مکعب گاز مصرفی را در عدد ۱۰/۸۳ ضرب نمود:

$$kWh = Gas\ (m3).10.83$$

*۱۹-۲-۲-۳- الگوی مصرف انرژی در ساختمان*

در این بخش حداکثر میزان مجاز شدت انرژی برای کسب رده انرژی C 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. [۱]

در تعیین رده انرژی ساختمان ابتدا شدت انرژی ساختمان بر حسب کیلووات ساعت بر مترمربع در سال ($E_{actual}$) را بر شدت انرژی ساختمان ایده آل یا رده انرژی +A بر حسب کیلووات ساعت بر متر مربع($E_{ideal}$) تقسیم کرده و حاصل این تقسیم بعنوان نسبت بازدهی انرژی ساختمان به ساختمان ایده آل با حرف R نشان داده می‌شود.

[۱] فعالیت‌های خارج از کاربری تعریف شده مانند آشپزخانه های 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، می‌بایست در محاسبه شدت انرژی سالانه آن‌ها را از کل انرژی سالانه ساختمان کسر نمود. در صورت عدم وجود کنتور مجزا برای این بخش‌ها، ملاک شدت انرژی، کل عدد قرائت شده از کنتور اصلی خواهد بود.

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

برای تعیین رده انرژی ساختمان بین +A تا G بر اساس R طبق جدول زیر عمل می‌شود.

جدول ۱۹-۲-۳- دسته بندی رده بازدهی انرژی ساختمان بر اساس نسبت R

| نسبت R | رده بازدهی انرژی ساختمان |
|---|---|
| $R \leq 1$ | A+ |
| $1 < R \leq 2$ | A |
| $2 < R \leq 3$ | B |
| $3 < R \leq 4$ | C |
| $4 < R \leq 5$ | D |
| $5 < R \leq 6$ | E |
| $6 < R \leq 7$ | F |
| $7 < R$ | رده انرژی تعلق نمی گیرد |

مندرجات جدول ۱۹-۲-۳ نشام می‌دهد که هر رده انرژی، شامل طیفی از حداقل و حداکثر نسبت R بوده و هم‌چنین کم‌ترین بازده قابل قبول برای کسب رده C ، معادل حداکثر ۴ برابر شدت 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 رده انرژی درج خواهد شد.

اعداد این جدول برای تمامی ساختمان‌های در حال طراحی، ساخت و بهره‌برداری خصوصی و دولتی قابل استناد است[1] و به‌عنوان حداکثر شدت انرژی قابل قبول برای دست‌یابی به رده C می‌باشد. با توجه به اینکه با برنامه زمانی مشخص شده در شکل ۱۹-۱-۱ ساختمان‌ها مکلف به دست‌یابی به رده های B و A و +A خواهند بود. جداول مربوط به این رده‌ها، در پیوست ۳ ارائه شده‌است.

[1] 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 ۱۰ سال قابل اعمال خواهد بود.

جدول ۱۹-۲-۴- حداکثر شدت انرژی مجاز بر حسب ($kWh/m^2.yr$) برای کسب رده انرژی C در کاربری- اقلیم‌های مختلف

| ردیف | کاربری | اقلیم | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0B | 1B | 2A | 2B | 3A | 3B | 4A | 4B | 5B |
| ۱ | مسکونی ≥۲۰۰۰ متر مربع | 151 | 161 | 171 | 171 | 192 | 175 | 233 | 195 | 222 |
| ۲ | مسکونی > ۲۰۰۰ متر مربع | 103 | 110 | 116 | 116 | 130 | 120 | 157 | 133 | 151 |
| ۳ | ویلایی | 90 | 96 | 103 | 103 | 113 | 103 | 137 | 116 | 130 |
| ۴ | اداری عمومی | 158 | 168 | 171 | 168 | 178 | 164 | 195 | 168 | 178 |
| ۵ | اداری خصوصی | 125 | 133 | 137 | 133 | 144 | 133 | 157 | 137 | 144 |
| ۶ | بانک و موسسه مالی | 177 | 188 | 195 | 192 | 202 | 188 | 222 | 192 | 202 |
| ۷ | بیمارستان | 457 | 486 | 489 | 479 | 483 | 472 | 489 | 442 | 424 |
| ۸ | آزمایشگاه تشخیص پزشکی | 573 | 609 | 602 | 585 | 599 | 565 | 664 | 592 | 640 |
| ۹ | کلینیک تشخیصی | 106 | 113 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 103 | 103 |
| ۱۰ | کلینیک بدون بستری بیمار | 161 | 171 | 164 | 168 | 164 | 164 | 164 | 157 | 154 |
| ۱۱ | مطب پزشکی | 106 | 113 | 116 | 113 | 120 | 113 | 133 | 116 | 123 |
| ۱۲ | مراکز نگهداری/ پرستاری | 270 | 288 | 284 | 277 | 284 | 267 | 311 | 281 | 301 |
| ۱۳ | دانشگاه و آموزش عالی | 199 | 212 | 209 | 205 | 212 | 199 | 246 | 205 | 222 |
| ۱۴ | دبیرستان | 145 | 154 | 154 | 151 | 157 | 144 | 178 | 151 | 164 |
| ۱۵ | دبستان و پیش دبستان | 122 | 130 | 127 | 123 | 127 | 120 | 140 | 123 | 127 |
| ۱۶ | مهد کودک | 158 | 168 | 164 | 157 | 164 | 154 | 178 | 157 | 161 |
| ۱۷ | کتابخانه | 196 | 209 | 209 | 202 | 205 | 195 | 229 | 205 | 219 |
| ۱۸ | مسجد | 74 | 79 | 79 | 75 | 79 | 75 | 86 | 79 | 86 |
| ۱۹ | فرهنگی/ سرگرمی | 74 | 79 | 79 | 75 | 79 | 72 | 86 | 79 | 82 |
| ۲۰ | هتل | 161 | 171 | 175 | 164 | 178 | 168 | 188 | 178 | 188 |
| ۲۱ | مسافرخانه/ مهمانسرا | 177 | 188 | 181 | 178 | 175 | 171 | 178 | 171 | 171 |
| ۲۲ | خوابگاه | 129 | 137 | 147 | 144 | 161 | 147 | 199 | 164 | 188 |
| ۲۳ | هایپر مارکت/ سوپر مارکت | 360 | 383 | 418 | 387 | 435 | 397 | 472 | 428 | 462 |
| ۲۴ | فست فود | 840 | 893 | 917 | 900 | 948 | 910 | 1044 | 958 | 1030 |
| ۲۵ | رستوران/ کافه | 454 | 483 | 496 | 483 | 513 | 489 | 568 | 517 | 558 |
| ۲۶ | تجاری/ فروشگاه | 90 | 96 | 99 | 96 | 103 | 92 | 116 | 103 | 113 |
| ۲۷ | مرکز خرید/ مال | 180 | 192 | 192 | 188 | 202 | 185 | 233 | 202 | 229 |
| ۲۸ | کلانتری/ آتش نشانی | 212 | 226 | 222 | 216 | 219 | 209 | 243 | 219 | 236 |
| ۲۹ | دفتر پست | 138 | 147 | 144 | 140 | 144 | 133 | 157 | 140 | 154 |
| ۳۰ | نمایشگاه خودرو | 158 | 168 | 171 | 168 | 181 | 164 | 205 | 178 | 199 |
| ۳۱ | تعمیرگاه خودرو | 106 | 113 | 113 | 110 | 110 | 106 | 123 | 110 | 120 |
| ۳۲ | انبار یخچال دار | 222 | 236 | 233 | 226 | 233 | 219 | 257 | 229 | 246 |
| ۳۳ | سوله با تهویه (صنعتی) | 96 | 102 | 102 | 99 | 99 | 95 | 111 | 99 | 108 |
| ۳۴ | سوله بدون تهویه (صنعتی) | 142 | 151 | 154 | 151 | 163 | 148 | 185 | 160 | 179 |

## ۱۹-۳- نظامات اداری در مراحل طراحی، ساخت و بهره‌برداری

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، مدیریت انرژی و تاثیرات محیطی ساختمان، مستلزم در نظر گرفتن کل چرخه عمر آن است. اما در این مبحث، تنها مدیریت انرژی مصرفی 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 مصرف انرژی، همراه با حفظ آسایش ساکنین و بهره برداران تقریبا غیر ممکن خواهد بود. به همین منظور در این فصل مقررات حاکم بر روند طراحی، ساخت و بهره‌برداری ساختمان، به‌عنوان حلقه های به هم پیوسته مدیریت انرژی بیان شده‌اند.

برای دریافت پروانه ساختمان لازم است تا حداقل ۹۰ امتیاز از زیرسامانه ارزیابی رده انرژی در سامانه واپایش انرژی ساختمان، مبتنی بر چک لیست های مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مرحله طراحی دریافت گردد.

در مراحل پیشرفت ساخت، سه مرحله بازرسی دوره‌ای و سرزده در نظر گرفته شده‌است که کسب حداقل ۹۰ امتیاز از هر بازرسی، برای امکان ادامه مراحل ساخت، الزامی است.

در صورت وجود عدم انطباق و یا مغایرت وضعیت چون‌ساخت[1] 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 ۹۰، شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانه موظف‌اند نسبت به اعمال ماده ۲۷ آیین‌نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان اقدام نمایند.

[1] As Built

صدور گواهی پایان کار و صدور پروانه بهره‌برداری ساختمان مستلزم کسب حداقل ۹۰ امتیاز از بازرسی مرحله پایان ساخت، توسط بازرس انرژی دارای صلاحیت و دریافت حداقل رده انرژی C می‌باشد.

### ۱۹-۳-۱- تعیین رده انرژی ساختمان در فاز طراحی

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

انتخاب روش طراحی کاملا اختیاری بوده و هر ساختمانی در هر اقلیم و با هر کاربری و مساحتی می‌تواند با هر یک از روش های تجویزی یا شبیه‌سازی انرژی طراحی شود.

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

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

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

#### *۱۹-۳-۱-۱- روش تجویزی*

استفاده از روش تجویزی برای تمام ساختمان‌ها با هر کابری-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 نشده‌است.

[۱] تا زمان راه اندازی کامل سامانه شناسنامه الکترونیکی انرژی ساختمان، فرم های مورد نیاز از طریق تارنمای دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان به نشانی https://inbr.ir در دسترس خواهد بود و طراحی می‌بایست پس از دانلود فرمها آنها تکمیل و در سامانه کنترل نقشه بارگذاری نماید.

در روش تجویزی، برای کاربری‌های مختلف در اقلیم‌های متفاوت، الزامات مشخصی برای بخش‌های مختلف ساختمان از جمله پوسته خارجی شامل جداره های 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 نمونه های استاندارد هر کاربری-اقلیم و بکارگیری الگوریتم های بهینه یابی چند مولفه ای[1] برای رسیدن به رده C تعیین شده‌است.

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

در روش تجویزی، تنها ساختمان‌هایی مجاز به دریافت پروانه ساختمان خواهند بود که حداقل ۹۰ امتیاز از ۱۰۰ امتیاز ارزیابی الزامات طراحی روش تجویزی را بر اساس چک لیست‌های ابلاغی دفتر مقررات ملی ساختمان کسب کرده باشند.

*۱۹-۳-۱-۲- روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی*

استفاده از روش شبیه‌سازی انرژی برای تمام ساختمان‌ها با هر کابری-اقلیم و مساحت مجاز است و هیچ محدودیتی برای استفاده از روش شبیه‌سازی در نظر گرفته نشده‌است.

شبیه‌سازی انرژی می‌بایست با استفاده از نرم افزارهای مورد تایید دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان و توسط اشخاص دارای صلاحیت شبیه‌سازی بازدهی انرژی انجام شده باشد.[2]

در روش شبیه‌سازی، میزان شدت انرژی سالانه بر اساس $kWh/m^2.yr$ (کیلووات ساعت بر متر مربع در سال) شامل تمامی مصارف انرژی ساختمان، معیار کنترل طراحی می‌باشد.

در روش شبیه‌سازی، تنها ساختمان‌هایی مجاز به دریافت پروانه ساختمان هستند که شدت انرژی آن‌ها بیشتر از مقادیر جدول ۱۹-۲-۴ برای کاربری-اقلیم مورد نظر نباشد.

[1] Multi Objective Optimization

[2] فرآیند آموزش، سنجش و احراز صلاحیت شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان در پیوست ۶ شرح داده شده‌است.

الزامات مورد نیاز برای قابل قبول بودن نتایج شبیه‌سازی در فصل ۵ به تفصیل شرح داده شده‌است.

### ۱۹-۳-۲- بازرسی های دوره ای 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.

انجام بازرسی‌های دوره‌ای در طول فرآیند ساخت، حداقل به تعداد۳ مرتبه به شرح زیر الزامی است:

بازرسی اول می‌بایست پیش از پایان سفت کاری جداره‌های خارجی انجام شود. در این بازرسی لازم است که امکان نمونه برداری از جداره های خارجی، سقف، کف مجاور هوا و کف مجاور خاک فراهم باشد.

بازرسی دوم می‌بایست 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 می‌بایست 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.

بازرسی سوم می‌بایست پس از اتمام اجرای تمامی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی انجام شود، بطوری‌که تمامی تجهیزات مورد ارزیابی در این بازرسی براساس نقشه های 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 می‌بایست تمامی تجهیزات سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه هوا، آبگرم و سرد مصرفی و روشنایی بطور کامل نصب شده باشند.

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.

نحوه آموزش، سنجش، احراز و اعطای صلاحیت و نظارت مستمر بر صلاحیت بازرسان حقیقی و حقوقی در پیوست۶ شرح داده شده‌است.

### ۱۹-۳-۳- بازرسی پایان ساخت

انجام بازرسی انرژی پایان ساخت، پس از اتمام کلیه فعالیت های ساختمانی و پیش از اتصال دائمی ساختمان به شبکه برق و گاز الزامی است.

نصب و راه اندازی سخت افزار و نرم افزار[1] سامانه پایش مصرف ساختمان شامل برق، گاز، گازوئیل، آب و انرژی های تجدید پذیر 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، پمپ ها 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 انرژی ساختمان در فاز بهره‌برداری بر اساس کیلووات ساعت 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.

در صورت عدم دریافت رده انرژی C 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.

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

### ۱۹-۳-۴- پایش، عیب یابی، اصلاح و بهبود در فاز بهره‌برداری

پایش مصرف انرژی ساختمان‌ها در دوره بهره‌برداری الزامی است.

به دلیل اهمیت و تاثیرگذاری قابل توجه سامانه پایش و زیرپایش، در فصل ششم مبحث ، الزامات مورد نیاز برای دستگاه های پایش و هم‌چنین سخت افزار های جمع آوری و انتقال اطلاعات پایش شده، نرم افزار جمع آوری اطلاعات، تحلیل و عیب یابی آن‌ها شرح داده شده‌است.

## ۱۹-۴- روش تجویزی

همانطور که در فصل قبل بیان شد، استفاده از روش تجویزی برای تمام ساختمان‌ها با هر کابری-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 نشده‌است.

روش تجویزی، متشکل از الزامات مشخص و مرصح است که برای کاربری - اقلیم‌های دسته بندی شده در جدول ۱۹-۲-۱ مندرج در دو بخش پوسته خارجی و تاسیسات بیان شده است.

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

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 ۳ این مبحث الزامی است.

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.

طرح‌هایی که حداقل ۹۰ امتیاز از ۱۰۰ امتیاز ارزیابی مرحله طراحی را کسب نمایند موفق به دریافت رده انرژی C خواهند شد. سایر طرح ها با ذکر دلایل عدم کسب رده C جهت اصلاح به طراح ارجاع داده می‌شود.

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

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.

فرآیند آموزش، سنجش، ارزیابی و احراز صلاحیت اشخاص حقیقی و حقوقی، جهت کنترل رده انرژی طرح به روش تجویزی در پیوست ۵ آمده‌است.

### ۱۹-۴-۱- 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 کنترل شده، جهت گیری دیوارها و پنجره ها، نسبت سطح نورگذر به کل پوسته خارجی، سایه اندازی های ناشی از طراحی حجم معماری، جلو رفتگی و عقب نشستگی ها، سایه بان های افقی و عمودی، سازماندهی و ترکیب بندی 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 کلیدی ترین روش ها 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، می تواند 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.

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

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.

*۱۹-۴-۱-۱- پوسته خارجی غیر نورگذر*

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

منظور از دیوار در پوسته خارجی، دیوارهای عمودی و یا مایلی هستند که بین فضای کنترل شده 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 کنترل شده جزو دیوارهای خارجی ساختمان محسوب نمی‌شود.

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

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

برای دریافت رده انرژی C میبایست ضرایب انتقال حرارتی (U-value) در تمامی اجزای پوسته خارجی ساختمان بزرگ‌تر از اعداد مندرج در جدول ۱۹-۴-۱ نباشد.

جدول ۱۹-۴-۱- حداکثر مجاز میزان ضریب انتقال حرارتی بخش‌های پوسته خارجی غیر نورگذر در اقلیم های مختلف بر حسب (W/m.k)

| 5B | 4A, 4B | 3A, 3B | 2A, 2B | 1B | 0B |
|---|---|---|---|---|---|
| دیوار خارجی مجاور فضای باز | | | | | |
| 0.51 | 0.59 | 0.70 | 0.86 | 0.86 | 0.92 |
| دیوار خارجی مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده | | | | | |
| 0.61 | 0.71 | 0.84 | 1.03 | 1.03 | 1.10 |
| دیوار خارجی مجاور خاک | | | | | |
| 0.68 | 0.68 | 6.47 | 6.47 | 6.47 | 6.47 |
| سقف مجاور فضای آزاد | | | | | |
| 0.18 | 0.18 | 0.22 | 0.22 | 0.27 | 0.27 |
| سقف مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده | | | | | |
| 0.22 | 0.22 | 0.26 | 0.26 | 0.32 | 0.32 |
| کف مجاور هوای آزاد | | | | | |
| 0.29 | 0.32 | 0.42 | 0.61 | 1.83 | 1.95 |
| کف مجاور نیمه باز کنترل نشده | | | | | |
| 0.35 | 0.38 | 0.50 | 0.73 | 2.20 | 2.34 |
| کف مجاور خاک | | | | | |
| 3.52 | 3.52 | 3.75 | 3.75 | 3.92 | 3.92 |
| درهای غیر نورگذر لولادار | | | | | |
| 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 |
| درهای غیر نورگذر بدون لولا | | | | | |
| 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.76 |

ضریب انتقال حرارتی[۱] جدول بالا برابر با معکوس مقاومت حرارتی[۲] است. بنابراین با تقسیم اعداد جدول ۱-۴-۱۹ حداقل مقاومت حرارتی اجزای پوسته خارجی بدست می آید.[۳]

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.

طراحان و ناظران مکلفند تا در گزارشات طراحی و نظارت خود، علاوه بر اعلام تعداد لایه‌ها و ضخامت آنها بر حسب میلی متر، ضریب انتقال حرارت هر کدام از مصالح انتخابی را بر اساس تاییدیه رسمی

[1] Heat Transmittance (U-Value)
[2] Heat Resistance (R-Value)
[3] $R = \frac{1}{U}$

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.

در جدول ۱۹-۴-۱، حداکثر ضریب انتقال حرارتی دیوارهای خارجی با در نظر گرفتن عایق‌کاری پیوسته خارجی و با حداکثر پل حرارتی به میزان ۵٪ ازمساحت 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 پل‌های حرارتی به مقدار کمتر از ۵٪ همان سطح الزامی است.

به همین دلیل، استفاده از عایق‌های حرارتی پاششی بر روی جداره خارجی بصورت پیوسته با درجه چسبندگی کافی برای اجرا در طبقات و دارای تاییدیه رسمی مقاومت در برابر حریق توصیه می‌شود.

در عایق‌کاری حرارتی، استفاده از مواد و مصالحی که مشخصات فنی و ضریب انتقال حرارتی آنها به مرور زمان تغییر می‌کند[1] ممنوع است.

در مکان‌هایی مانند بام که در معرض بارهای زنده قرار دارند، استفاده از عایق‌هایی که دچار تغییر شکل و له‌شدگی می‌شوند ممنوع است.

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 مجاز[2]باشد (مانند پشم‌های معدنی و عایق‌های دارای الیاف کوتاه) ممنوع است.

در اقلیم های ۰ و ۱و ۴ و ۵ و هم‌چنین تمام اقلیم های رده A ، استفاده از عایق‌های حرارتی معدنی به دلیل جذب آب بالا ممنوع بوده و باید از عایق‌های سلول بسته با جذب آب حداقلی استفاده شود.

---

[1] 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 بلامانع است.

[2] 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 آلاینده ها و ذرات در محیط های مسکونی و اداری پرداخته شده‌است.

در اقلیم های ۰ و ۱و ۴ و ۵ و هم‌چنین تمام اقلیم های 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.

در صورت وجود پل حرارتی حاصل از تیر، ستون، دال های بتنی، مهارهای فلزی دیوار[1]، 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.

در صورت وجود پل حرارتی با مساحت بیش از ۵٪ کل مساحت در هر جبهه از پوسته خارجی، می‌بایست تمهیدات لازم برای دست‌یابی به حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز دیوار خارجی مجاور فضای آزاد مندج در جدول ۱۹-۴-۱ در سطح بیرونی پل های حرارتی با جرئیات کامل طراحی و اعمال شود.

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 C وجود نخواهد داشت.

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.

در اقلیم‌های ۰ و ۱ با فرض محل قرارگیری خورشید در زاویه ۴۵ درجه نسبت به افق، می‌بایست حداقل ۳۰٪ از مساحت دیوارهای خارجی در سایه قرار داشته باشند. سطح سایه می تواند حاصل از فرورفتگی ها در طراحی معماری و جزئیات نما، سایه بان ها، ساختمان‌ها و سازه های غیر موقت هم‌جوار و یا ترکیبی از این موارد باشد.

[1] Wall Post

در اقلیم‌های ۰ تا ۳ با فرض محل قرارگیری خورشید در زاویه ۴۵ درجه نسبت به افق، می‌بایست حداقل ۷۵٪ سطح بام در سایه اجزا خود ساختمان، مانند دست انداز بام، خرپشته، آلاچیق و یا تجهیزات غیر موقت مانند سلول های 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.

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 عایق‌کاری حرارتی پیوسته خارجی در این دیوارها، استفاده از عایق داخلی، میانی و یا همگن با تامین ضرایب مندرج در جدول ۱۹-۴-۲ الزامی است.

در خصوص پل های حرارتی در دیوارهای خارجی مجاور فضای نیمه باز کنترل نشده، اجرای عایق حرارتی داخلی بر روی پل‌های حرارتی برای کاهش ضریب انتقال حرارت به کمتر از حداکثر مجاز در تمام پل‌های حرارتی الزامی است.

سنجش موارد الزامی پوسته غیرنورگذر در بازرسی های دوره ای و پایان ساخت با استفاده از روش‌های غیر مخرب و در صورت لزوم با استفاده از روش‌های مخرب امکان‌پذیر است.

در فضاهای با کاربری پیوسته و غیر منقطع زمانی، می‌بایست عایق حرارتی در لایه بیرونی دیوار قرار گیرد تا ظرفیت حرارتی مصالح دیوار در ارتباط با فضای کنترل شده داخل ساختمان قرار بگیرد.

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، می‌بایست عایق حرارتی در لایه درونی دیوار خارجی قرارداده شود.

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

*۱۹-۴-۱-۲- پوسته خارجی نورگذر*

پوسته خارجی نورگذر ساختمان شامل پنجره، دربهای دارای شیشه و نورگیرهای سقفی می‌باشد. در مورد ساختمان‌هایی که نسبت مساحت نورگذر به کل مساحت دیوار خارجی در هر نما کمتر از ۳۰٪ و نسبت مساحت نورگذرسقف به کل مساحت بام کمتر از ۳٪ باشد دست‌یابی به اعداد جدول ۱۹-۴-۲-۱ الزامی است.[۱]

در صورتی‌که 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، می‌توان مساحت جداره نورگذر به کل دیوار خارجی را تا حداکثر ۵۰٪ افزایش داد و از هم‌چنان از الزامات تجویزی این بخش استفاده نمود.

در سایر ساختمان‌هایی که مشمول موارد فوق نمی‌شوند از جمله ساختمان‌های با پوسته خارجی پرده‌ای[۲]، به دلیل تاثیرات بسیار زیاد و پیچیدگی محاسبات تبادل حرارت بصورت تابشی، کنترل بازدهی انرژی ساختمان به روش تجویزی در سطح مورد نظر مبحث امکان‌پذیر نیست و می‌بایست طراحی با استفاده از روش شبیه‌سازی انجام شود.

مقدار ضریب بهره خورشیدی جداره‌های نور گذر SHGC[۳] می‌بایست کمتر از اعداد مندرج در جدول ۱۹-۴-۲-۱ باشد.

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

بخش نورگذر درهای دارای شیشه می‌بایست منطبق با جدول ۱۹-۴-۲-۱ و بخش غیر نورگذر آن منطبق با جدول ۱۹-۴-۱ باشد.

---

[۱] منظور از مساحت جداره نورگذر تنها بخش شفاف جداره است و پروفیل در و پنجره جزو این مساحت محسوب نمی‌شود.

[2] Curtain Wall

[3] SHGC (Sun Heat Gain Coefficient)

جدول ۱۹-۴-۲-۱- الزامات پوسته خارجی نور گذر به روش تجویزی برای اقلیم‌های مختلف

| | 0B, 1B | | 2A, 2B | | 3A, 3B | | 4A, 4B | | 5B | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حداقل ضریب انتقال حرارتی U-Value ($W/m^2.k$) | | | | | | | | | | |
| ثابت | 2.84 | | 2.56 | | 2.38 | | 2.04 | | 2.04 | |
| متحرک | 3.52 | | 3.41 | | 3.07 | | 2.56 | | 2.56 | |
| درب ورودی | 4.71 | | 4.37 | | 3.86 | | 3.58 | | 3.58 | |
| حد اکثر ضریب بهره خورشیدی SHGC | | | | | | | | | | |
| | ثابت | متحرک | ثابت | متحرک | ثابت | متحرک | ثابت | متحرک | ثابت | متحرک |
| PF<0.2 | 0.23 | 0.21 | 0.25 | 0.23 | 0.25 | 0.23 | 0.36 | 0.33 | 0.38 | 0.33 |
| 0.2<PF<0.5 | 0.28 | 0.25 | 0.30 | 0.28 | 0.30 | 0.28 | 0.43 | 0.40 | 0.46 | 0.40 |
| PF>0.5 | 0.37 | 0.34 | 0.40 | 0.37 | 0.40 | 0.37 | 0.58 | 0.53 | 0.61 | 0.53 |
| نورگیر سقفی | | | | | | | | | | |
| حداقل ضریب انتقال حرارتی | 3.97 | | 3.69 | | 3.12 | | 2.84 | | 2.84 | |
| حد اکثر ضریب بهره خورشیدی | 0.30 | | 0.30 | | 0.30 | | 0.40 | | 0.40 | |

PF[1] نسبت عمق فرونشستگی پنجره از نمای بیرونی ساختمان به ارتفاع پنجره است

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 میلی متر، ضریب انتقال حرارت 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.

سنجش موارد الزامی پوسته نورگذر مانند نسبت ضرایب عبور و بازتاب پرتو های مرئی و مادون قرمز جداره‌های شفاف، در بازرسی های دوره ای و پایان ساخت با استفاده از دستگاه های سنجش معتبر و روش‌های غیرمخرب انجام خواهد شد.

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

[1] Projection Factor (PF)

*۱۹-۴-۱-۳- هوابندی[1] و نشت هوا[2]*

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

برای دست‌یابی به رده انرژی C رعایت تمامی موارد مربوط به هوابندی پوسته خارجی الزامی است.

هوابندی در تمام پوسته خارجی ساختمان باید بصورت پیوسته صورت گرفته و در محل اتصال اجزایی مانند دیوار، سقف، کف، المان های سازه ای، در و پنجره نباید هیچ انقطاعی در هوابندی وجود داشته باشد.

در مورد دریچه‌های پیش‌بینی شده در مباحث مرتبط با تجهیزات گازسوز داخل ساختمان، مانند مبحث ۱۴ و ۱۷، رعایت ضوابط آن مباحث، الزامی است.

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 پنجره های ثابت و متحرک می‌بایست به همراه نقشه‌های معناری ارائه شوند.

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[3] باشند. بطوریکه قبل از باز شدن در متصل به فضای کنترل شده داخل، در متصل به فضای بیرون، بوسیله در بند خودکار برقی یا مکانیکی کاملا بسته شده باشد.

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

[1] Air Tightness
[2] Infiltration/ Exfiltration
[3] Air Lock

ایجاد شود، بطوریکه قبل از باز شدن در متصل به فضای کنترل شده داخل، در متصل به هوای فضای بیرون کاملا بسته شده باشد.

میزان نشت هوا به داخل و خارج ساختمان، تحت اختلاف فشار مثبت یا منفی ۷۵ پاسکال بین فضای داخل و خارج می‌بایست کمتر از ۲/۳ لیتر بر ثانیه بازای هر متر مربع ($2.38\ L/s \times m^2$) پوسته خارجی باشد.

برای ساختمان‌های با نسبت نورگذر به پوسته بیش از ۵۰٪ میزان نشت هوا به داخل و خارج ساختمان تحت اختلاف فشار مثب یا منفی ۷۵ پاسکال بین فضای داخل و خارج می‌بایست کمتر از ۱/۸ لیتر بر ثانیه بازای هر متر مربع ($1.8\ L/s \times m^2$) پوسته خارجی باشد.

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 مثب یا منفی ۱۵۰ پاسکال بین فضای داخل و خارج می‌بایست کمتر از ۱/۲۷ لیتر بر ثانیه بازای هر متر مربع ($1.27\ L/s \times m^2$) پوسته خارجی باشد.

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 مثب یا منفی ۳۰۰ پاسکال بین فضای داخل و خارج می‌بایست کمتر از ۲/۵۴ لیتر بر ثانیه بازای هر متر مربع ($2.54\ L/s \times m^2$) پوسته خارجی باشد.

برای تایید میزان نشست هوا از پوسته خارجی در بازرسی های دوره ای و پایان کار، می‌بایست حداقل یک آزمایش نشت هوا با ازای هر ۱.۰۰۰ متر مربع 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.

حداکثر نرخ تعویض هوای کل ساختمان تحت اختلاف فشار مثبت یا منفی ۷۵ پاسکال می‌بایست کمتر از ۲ بار تعویض هوا در ساعت ($2\ ac/h$)[1] باشد.

[1] Air Change per Hour (ac/h)

برای تایید میزان نشست هوای کل ساختمان در بازرسی های دوره ای و پایان کار، می‌بایست حداقل یک آزمایش نشت هوا به ازای هر ۱.۰۰۰ متر مربع 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[1] و ایزوله کردن بخش مورد تست به همراه تصویر برداری مادون قرمز و آزمایش نفوذ دود انجام شود.

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.

به‌دلیل نیاز به ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، دامنه الزام ساختمان‌ها انجام آزمایشات نشت هوای پوسته خارجی و کل ساختمان به مرور افزایش خواهد یافت.[2]

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.

سقف های کاذب و حفره های موجود در آنها مانند محل قرارگیری چراغ های توکار، سنسورهای دود و حریق و سایر موارد، باید هوابندی شوند.

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

---

[1] Blower Door

[2] در سال اول از تاریخ لازم الاجرا شدن این ویرایش تنها ساختمان‌های غیر مسکونی با مساحت بیش از ۱۰.۰۰۰ مترمربع ملزم به انجام آزمایشات هستند. در سال دوم، ساختمان‌های غیر مسکونی با مساحت بیش از ۵.۰۰۰ متر نیز ملزم به انجام آزمایشات خواهند شد. در سال سوم، ساختمان‌های مسکونی با مساحت بیش از ۱۰.۰۰۰ مترمربع نیز ملزم به انجام آزمایشات خواهند شد. در سال چهارم، ساختمان‌های مسکونی با مساحت بیش از ۵.۰۰۰ متر نیز ملزم به انجام آزمایشات خواهند شد.

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

### ۱۹-۴-۲- تاسیسات مکانیکی

هدف اصلی این بخش دست‌یابی به میزان مورد نظر بازدهی کل 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]، نسبت بازدهی یکپارچه انرژی[۴]، نسبت بازدهی انرژی فصلی[۵]، شاخص عملکرد فصلی گرمایش[۶]، کارایی در بار کامل[۷]، کارایی یکپارچه در بار نسبی[۸]، بهره وری سوخت سالیانه[۹]، حداقل بازدهی گزارش شده[۱۰]، حداقل بازدهی گزارش شده یکپارچه فصلی[۱۱]، بازدهی عملکرد یکپارچه فصلی[۱۲] نیز در تدوین الزامات مورد توجه قرار گرفته است.[۱۳]

---

[1] HVAC TSPR (Total System Performance Ratio)
[2] COP (Coefficient of Performance)
[3] EER (Energy Efficiency Ratio)
[4] IEER (Integrated Energy Efficiency Ratio)
[5] SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)
[6] HSPF (Heating Seasonal Performance Factor)
[7] FLV (Full Load Value)
[8] IPLV (Integrated Partial Load Value)
[9] AFUE (Annual Fuel Utilization Efficiency)
[10] MRE (Minimum Reporting Efficiency)
[11] ISMRE (Integrated Seasonal Minimum Reporting Efficiency)
[12] ISCOP (Integrated Seasonal Coefficient of Performance)

[۱۳] ضریب بازدهی نشان دهنده بازدهی لحظه ای محصول بدون در نظر گرفتن بعد زمان است به بیان دیگر COP نسبت انرژی خروجی مفید به انرژی مفید است و هر چه مقدار آن بیشتر باشد به معنای بازدهی بهتر تجهیز است. اما برای انتخاب دقیق‌تر تجهیزات و طراحی صحیح سامانه‌ها، لازم است تا بازدهی تجهیزات در طول زمان‌های مشخص مانند فصل سرد یا فصل گرم و یا کل سال سنجیده شده و در تحت شرایط تمام بار و بار جزئی از نحوه عملکرد آن‌ها اطلاع کامل داشت، بطور کلی برای تبدیل تمامی معیارهای فوق بغیر از بهره وری سوخت سالیانه AFUE به ضریب بازدهی عملکرد COP لازم است تا مقدار مورد نظر را بر ۳/۴۱۲ تقسیم نمود. ضریب بازدهی نشان دهنده بازدهی لحظه‌ای محصول است و برای انتخاب دقیق تر تجهیزات و طراحی صحیح سامانه‌ها، لازم است تا بازدهی تجهیزات در طول زمان سنجیده شده و در شرایط بار کامل و بار جزئی از نحوه عملکرد آنها اطلاع کامل داشت. برای تبدیل بهره وری سوخت سالیانه AFUE به ضریب بازدهی عملکرد COP نیز کافیست مقدار عددی آن بر ۰/۲۹۳ تقسیم شود.

$$\mathrm{COP} = \frac{\text{Parameter Value}}{3.412} \qquad \mathrm{COP} = \frac{\mathrm{AFUE}}{0.293}$$

رعایت تمامی موارد این بخش در مورد تمامی سامانه‌ها و تجهیزات مکانیکی ساختمان از جمله سرمایش، گرمایش، تهویه مطبوع[1]، آبگرم مصرفی[2] الزامی است. در صورت وجود تناقض و یا اختلاف میان الزامات این مبحث با مبحث ۱۴، رعایت الزامات این مبحث در اولویت است.

مقررات این بخش در مورد ساختمان‌هایی که بطور کامل مستقل از شبکه[3] سراسری برق و گاز بوده و امکان اتصال به شبکه در آینده در آن‌ها وجود نداشته باشد الزامی نیست. این ساختمان‌ها در هیچ شرایطی نمی‌بایست از منابع سوخت تجدید ناپذیر بصورت مسقیم و غیر مستقیم (گازوئیل، باطری خانه و ...) استفاده کنند و تمام انرژی مورد نیاز آنها باید فقط از منابع تجدید پذیر تامین شود.

*۱۹-۴-۲-۱- تولید و بازیافت*

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

در تمامی ساختمان‌های با مساحت تهویه شونده بیش از ۲.۵۰۰ متر مربع در تمام کاربری-اقلیم ها استفاده از تاسیسات سرمایش و گرمایش مرکزی الزامی است.

در محاسبه بارهای سرمایش و گرمایش می‌بایست میزان انرژی حاصل از سامانه بازیافت انرژی[4] محاسبه شده و از بار کل کسر گردد.

در محاسبه حداکثر بار سرمایش و گرمایش باید ظرفیت حرارتی[5] 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.

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

[1] HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning)
[2] DHW (Domestic Hot Water)
[3] Off Grid
[4] Heat Recovery
[5] Thermal Inertia

در صورت استفاده از سامانه های ذخیره انرژی حرارتی[1] مانند بانک یخ[2]، توان کل تولید سرمایش و گرمایش ساختمان می‌بایست پس از کسر ظرفیت حرارتی این سامانه ها محاسبه گردد.

در محاسبه ظرفیت و نحوه تولید و کنترل سرمایش و گرمایش، علاوه بر وضعیت بار کامل[3] می‌بایست شرایط کنترل، میزان تولید و توزیع در حالت های بار جزئی[4] برای وضعیت های ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ بارکل، بطور مستقل محاسبه شده و شرایط بارجزئی این حالات مانند ساختمان‌های جداگانه در دفترچه محاسبات به طور کامل شرح داده شود.

در بخش‌هایی از ساختمان که به‌دلیل نوع فعالیت بدون وقفه تحت بار کامل قرار دارند (مانند دیتا سنترها) در صورت دارا بودن سامانه سرمایش و گرمایش کاملا مستقل از سایر بخش‌ها، انجام محاسبات بارجزئی الزامی نمی‌باشد.

با توجه به اطلاعات اقلیمی محل ساختمان، می‌بایست 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[5] محاسبه و از بار کلی یا جزئی آن ساعات کسر گردد. در حداکثر ساعات ممکن می‌بایست از سامانه هوای تازه مستقیم استفاده شود.

در طراحی سامانه‌های سرمایش، حداقل دمای تنظیمی داخل باید ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود.

در طراحی سامانه‌های گرمایش، حداکثر دمای تنظیمی داخل باید ۲۱ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود.

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

[1] TES (Thermal Energy Storage)
[2] Ice Bank
[3] Full Load
[4] Partial Load
[5] Free Cooling

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 می‌بایست در دفترچه محاسبات به جزئیات بیان گردد.

در انتخاب تعداد بهینه چیلر و بویلر می‌بایست محاسبات نقطه بهینه مصرف بر اساس سناریوی انفرادی و یا تجمیعی و ورود و خروج، محاسبه و در دفترچه محاسبات درج شود.

استفاده از انواع چیلرهای جذبی 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.

اختلاف دمای آب رفت و برگشت ($\Delta T$) در چیلرها نباید از ۶/۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

اختلاف دمای آب رفت و برگشت ($\Delta T$) در بویلرها نباید از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

طراحی و نصب بخش بازیافت حرارت[1] 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.

طراحی و نصب سامانه بازیافت حرارت برای دستگاه های هواساز[2] با میزان هوای تازه بیش از ۷۰٪ یا با ظرفیت تامین هوای بیش از ۵۰۰۰ فوت مکعب بر دقیقه[3] و یا اختلاف دمای بیش از ۵ درجه سانتیگراد میان هوای ورودی و خروجی الزامی است.

سامانه بازیافت حرارت هواساز ها باید حداقل قابلیت بازیافت ۵۰٪ از دمای هوای خروجی[4] و انتقال آن به هوای تازه[5] ورودی را دارا باشند.

نصب سنسورهای سنجش گازهای گلخانه ای مانند دی اکسید کربن، مونواکسید کربن و گازهای سمی حاصل از احتراق بر روی خروجی دودکش بویلرهای با ظرفیت بیش از ۳ میلیون Btu/h الزامی است.

[1] Heat Recovery
[2] AHU (Air Handling Unit)
[3] CFM (Cubic Foot per Minute)
[4] Exhaust Air
[5] Fresh Air

نصب سایبان برای تمامی کندانسورها و کولرهای آبی الزامی است.

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

- حداقل بازدهی مجاز برای بویلر چگالشی بر مبنای AFUE[1] ، ٪۹۲ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای بویلر غیر چگالشی بر مبنای AFUE ، ٪۸۰ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای دیگ بخار بر مبنای AFUE باید ٪۷۵ باشد.
- حداقل بازدهی مجاز برای چیلر تراکمی هوا خنک، ۰/۶۵۱ کیلووات به ازای هر تن تبرید و یا ضریب بازدهی COP ، ۳/۵ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای چیلر تراکمی آب خنک، ۰/۵۷۶ کیلووات به ازای هر تن تبرید و یا ضریب بازدهی COP ، ۶ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای چیلر جذبی بر مبنای COP ، ۱/۲ باشد.
- حداقل بازدهی مجاز پمپ‌ها[2] ٪۷۰ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای تک‌فاز ٪۸۲ است. (جزئیات بیش‌تر در بخش تاسیسات الکتریکی بیان شده‌است.)
- حداقل بازدهی مجاز برای الکتروموتورهای سه فاز ٪۹۰ است. (جزئیات بیش‌تر در بخش تاسیسات الکتریکی بیان شده‌است.)
- حداقل بازدهی مجاز برج‌های خنک‌کننده ٪۸۵ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۰۶۳۵ است.
- حداقل بازدهی سامانه‌های هواساز ٪۷۰ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی ۱۱۵۷۴ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای فن کویل ٪۸۰ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی A طبق استاندارد ملی ۱۰۶۳۶ است.

[1] AFUE (Annual Fuel Utilization Efficiency)

[2] بازدهی پمپ‌ها با استفاده از Wire-to-Water Efficiency یا Hydraulic Efficiency اندازه‌گیری می‌شود.

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

- حداقل بازدهی مجاز برای آبگرمکن گاز سوز مخزن دار ۶۷٪ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای آبگرمکن گاز سوز بدون مخزن (فوری) ۸۰٪ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای پکیج گازی ۸۰٪ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای پکیج چگالشی ۹۰٪ است.
- حداقل بازدهی برای بخاری گازسوز دودکش دار ۷۸٪ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای بخاری گازسوز بدون دودکش ۹۹٪ است.
- حداقل بازدهی مجاز بر مبنای EF[1] برای آبگرمکن‌های برقی ۹۲٪ است.
- حداقل بازدهی مجاز برای فن های دمنده و مکنده ۷۵٪ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی B طبق استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۴ است.
- حداقل بازدهی مجاز خنک کنندگی کولر آبی بر مبنای EER[2]، ۶۵٪ است. این میزان بازدهی معادل رده انرژی A طبق استاندارد ملی شماره ۲-۴۹۱۰ است.
- حداقل بازدهی مجاز کولرهای گازی برمبنای SEER[3]، ۱۴ است. این میزان بازدهی معادل رده +++A طبق استاندارد ملی شماره ۱۰۶۳۸است.

*۱۹-۴-۲-۲- توزیع و کنترل*

عایق کاری تمامی سطوح مخازن و لوله های آب سرد، آب گرم و بخار با رعایت معیارهای این بخش الزامی است.

این عایق کاری ها در بازرسی های دوره ای و پایان ساخت توسط روش های مختلف از جمله دوربین حرارتی مورد پایش قرار گرفته و تنها در صورت انجام صحیح برای حداقل ۹۵٪ از مساحت کل مخازن و لوله ها، قابل قبول خواهد بود.

[1] EF (Energy Factor)
[2] EER (Energy Efficiency Ratio)
[3]

حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز برای عایق های مخازن و لوله های آب گرم و بخار ۰/۶ وات بر متر مربع درجه کلوین (0.6 W/m2.k) است.

حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز برای عایق های مخازن و لوله های آب سرد ۰/۷ وات بر متر مربع درجه کلوین (0.7 W/m2.k) است.

عایق کاری کل مسیر سامانه سرمایش و گرمایش، آبگرم مصرفی مرکزی باید به گونه ای 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.

عایق کاری تمامی کانال های هوای سرد و گرم رفت و برگشت الزامی است. این عایق کاری ها در بازرسی های دوره ای و پایان ساخت توسط روش های 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 لوله ها، قابل قبول خواهد بود.

حداکثر ضریب انتقال حرارتی مجاز برای کانال های هوای گرم و سرد برابر با ۰/۵ وات بر متر مربع درجه کلوین (0.5 W/m2.k) است.

در بخش‌هایی از تاسیسات مکانیکی که در 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 مجاز[1]باشد (مانند پشم‌های معدنی و عایق‌های دارای الیاف کوتاه) ممنوع است.

در ساختمان‌های غیر مسکونی با مساحت بیش از ۵.۰۰۰ متر مربع و ساختمان‌های مسکونی با مساحت بیش از ۲.۵۰۰ متر مربع و یا بیش از ۵ طبقه مسکونی، سامانه سرمایش و گرمایش باید بگونه ای طراحی شود که بخش‌ها و یا واحدهای مختلف ساختمان که زمان بهره‌برداری یکسان ندارند، قابلیت تفکیک کامل از سایر بخش ها و سامانه مرکزی را داشته باشند. این تفکیک باید به گونه ای باشد که

[1] 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 آلاینده ها و ذرات در محیط های مسکونی و اداری پرداخته شده‌است.

ورود هوای تازه[1] و خروج هوا[2] از آن بخش و هم‌چنین ورود و خروج و گردش آب در سامانه سرمایش و گرمایش آن بخش، بدون ایجاد اختلال در سایر بخش ها کاملا قابل کنترل و بطور مستقل قابل قطع کردن باشد.

سامانه گرمایش و سرمایش می‌بایست قابلیت کنترل شروع به‌کار و توقف بر اساس دمای بیرون ساختمان را داشته باشد.

سامانه گرمایش مرکزی با ظرفیت بار کامل می‌بایست تنها در صورتی راه اندازی شود که دمای هوای بیرون ساختمان کمتر از ۱۶ درجه سانتیگراد باشد.

سامانه مرکزی تاسیسات مکانیکی باید با استفاده از روش‌های مداربندی و تجهیزات کنترلی به‌گونه ای 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 صرفا به میزان نیاز آن بخش تولید و توزیع گردد.

در ساختمان‌های دارای سامانه مرکزی سرمایش و گرمایش واقع در اقلیم‌های غیر تک فصل، مانند اقلیم‌های 2,3,4 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 سایز شوند.

در ساختمان‌های دارای سامانه مرکزی سرمایش و گرمایش واقع در اقلیم‌های تک فصل، مانند اقلیم‌های 0, 1,5 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 سایز شوند.

[1] Fresh Air Supply
[2] Air Exhaust

در این ساختمان‌ها استفاده از یک سامانه توزیع سرمایش و گرمایش و شیرهای تغییرفصل[1] ممنوع است.

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.

در صورت حضور کاربر، دمای تنظیمی اتاق برای سامانه های سرمایش نباید کم‌تر از ۲۵ درجه سانتیگراد باشد.

در صورت حضور کاربر، حداکثر دمای تنظیمی اتاق برای سامانه های گرمایش نباید بیش‌تر ۲۱ درجه سانتیگراد باشد.

در فضاهایی از ساختمان که حضور کاربر بطور منقطع است، در ساعات بعد از حضور کاربر، حداقل دمای تنظیمی در زمان کارکرد سامانه های سرمایش نباید کم‌تر ۲۹ درجه سانتیگراد باشد.[2]

در فضاهایی از ساختمان که حضور کاربر بطور منقطع است، در ساعات بعد از حضور کاربر، حداکثر دمای تنظیمی سامانه های گرمایش نباید بیش‌تر از ۱۳ درجه سانتیگراد باشد.[3]

در ساختمان‌هایی که برنامه مشخص و تکرار شونده حضور و عدم حضور کابران در آنها وجود دارد (مانند ساختمان‌های اداری) می‌بایست 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 می‌بایست توسط طراح تاسیسات، بهینه یابی و در سامانه مدیریت ساختمان برنامه‌ریزی شود. این برنامه باید قابلیت بهینه شدن توسط یادگیری از خود[4] و یا یادگیری ماشین[5] به مرور زمان را داشته باشد.

[1] Change Over
[2] Cooling Setback Point
[3] Heating Setback Point
[4] Self-Learning
[5] Machine Learning

در تمامی تجهیزات تولید سرمایش و گرمایش مرکزی مانند چیلر، بویلرو غیره، نصب سنسور دمای تحت شبکه بر روی هر دو لوله رفت و برگشت و هم‌چنین نصب جریان سنج مافوق صوت[1] تحت شبکه بر روی لوله برگشت الزامی میباشد.

در تمامی تجهیزات مرکزی تبدیل و انتقال سرما و گرما بین دو سیال یکسان یا دو سیال غیریکسان مانند مبدل حرارتی آبگرم مصرفی، برج های خنک کن آب خنک و هوا خنک، هواساز ها و سایر موارد نصب سنسور دمای تحت شبکه بر روی لوله های رفت و برگشت و هم‌چنین نصب جریان سنج مافوق صوت تحت شبکه بر روی لوله های برگشت الزامی است.

در تمامی سامانه‌های مرکزی توزیع سرمایش، گرمایش، آبگرم مصرفی (بغیر از مدار اولیه سامانه‌های اولیه و ثانویه[2]) استفاده از پمپ های دور ثابت با توان بیش از ۱/۵ کیلو وات در مدار سرمایش و پمپ های دور ثابت با توان بیش از ۳ کیلووات در مدار گرمایش ممنوع است. تمامی پمپ های با توان بیش از حدود فوق باید دارای دورمتغیر و مجهز به درایو[3] تحت شبکه و فرمان پذیر باشند.

انتخاب پمپ‌ها باید بگونه ای 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.

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، می‌بایست مجهز به شیر کنترلی[4] (دو راهه[5] یه سه راهه[6]) با عملگر[7] باز و بسته[8] و یا تدریجی[9] تحت شبکه باشند.

[1] Ultrasonic Flow Meter
[2] Primary-Secondary
[3] VSD (Variable Speed Drive)
[4] Control Valve
[5] Two Port
[6] Three Port
[7] Actuator
[8] On-Off
[9] Modulating

مدارهای سرمایش، گرمایش و آبگرم مصرفی تمامی طبقات ساختمان و هم‌چنین بخش‌های مستقلی که توسط یک پمپ مستقل تغذیه می‌شوند، می‌بایست مجهز به سنسور سنجش اختلاف فشار[1] تحت شبکه باشند تا امکان تغییر دور پمپ بر اثر افزایش یا کاهش اختلاف فشار ممکن باشد.

در تمامی نقاط بحرانی بخش آبی[2] سامانه های سرمایش و گرمایش و آبگرم مصرفی که بدلیل فشار بالا، امکان عبور جریان بیش از میزان[3] طرح و یا ایجاد مدار کوتاه[4] وجود دارد، لازم است تا با طراحی و نصب شیرهای کنترلی مستقل از فشار[5]، حداکثر جریان آب عبوری کنترل شود.

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

اختلاف دمای آب رفت و برگشت ($\Delta T$) در کویل های تمامی هواسازها و فن کویل ها نباید کم‌تر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد.

اختلاف دمای هوای رفت و برگشت ($\Delta T$) در تمامی هواسازها نباید کم‌تر از ۸ درجه سانتیگراد باشد.

در نقاطی که تاثیر عملکرد پمپ های دور متغیر در جریان جزئی[6] و یا جریان کمتر از حد تعیین شده در طراحی[7] در مدارهای اصلی باعث ایجاد عدم امکان کنترل میزان آب عبوری از شیرهای کنترلی مستقل از فشار شود، استفاده از ترکیب شیرهای کنترلی ساده[8]یا عملگر تدریجی[9] و جریان سنج مافوق صوت[10] تحت شبکه متصل به کنترلر دیجیتال مستقیم[11] 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)

هر یک از فن کویل ها باید بصورت جداگانه دارای شیر کنترلی دو راهه با عملگر باز و بسته و یا تدریجی و تحت شبکه باشند بطوریکه در صورت دریافت فرمان خاموش شدن فن کویل، شیر کنترل آن نیز بسته شده و از عبور جریان از درون کویل جلوگیری شود.

در انتخاب تمامی شیرهای کنترلی، استفاده از شیرهای کنترلی پیش فرض بسته[1] توصیه می‌شود.

تمامی جریان سنج های مافوق صوت می‌بایست بر روی مدار برگشت و قبل از شیر کنترلی نصب شوند.

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

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

در صورت استفاده از رادیاتور، علاوه بر شیرکنترلی ورودی هر واحد، هر یک از رادیاتورها می‌بایست بصورت جداگانه مجهز به شیرترموستاتیک باشند.

استفاده از فن های تسمه دار در تمامی تجهیزات ترکیبی هوا و آب از جمله هوا ساز ها و فن کویل ها، کولرهای آبی و هم‌چنین سامانه های تمام هوا مانند سامانه های حجم هوای متغیر[2] ممنوع است. تمامی فن ها باید از نوع دور متغیر و فرمان پذیر EC-DC[3] و یا BLDC[4] بوده و قابلیت کنترل پیوسته دور فن بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد را با استفاده از سیگنال ۱تا ۱۰ ولت DC داشته باشند.

در سامانه‌های هوایی مانند هواسازها و یا سامانه‌های حجم هوای متغیر، تمامی خروجی‌ها می‌بایست مجهز به جعبه جریان هوای متغیر[5] دارای دمپر موتوری تحت، سنسور دمای هوای عبوری، سنسور میزان جریان هوا و کویل گرمایش مجدد[6] باشد.

[1] Normally Close
[2] VAV (Variable Air Volume)
[3] EC/DC (Electronically Commutation Direct Current)
[4] BLDC (Brushless Direct Current)
[5] VAV Box
[6] Reheat Coil

فضاهای مستقل هر واحد می‌بایست مجهز به کنترل گر اتاق[1]، دارای قابلیت تنظیم دما، سنسور دمای اتاق و سنسور دی اکسید کربن باشد تا بخش آبی[2] و بخش هوایی[3] بر اساس نیاز لحظه‌ای، قابل کنترل و برنامه‌ریزی جداگانه و در عین حال ارسال و دریافت پیام تحت شبکه باشند.

در ساختمان‌های عمومی دارای فضاهای پیوسته[4] و یا فضاهای عمومی ساختمان‌های تجاری، هر بخشی که دارای رفتار متفاوت است، می‌بایست بصورت جداگانه مجهز به کنترل گر اتاق دارای قابلیت تنظیم دما، سنسور دمای اتاق، سنسور دی اکسید کربن باشد. در این فضاها می‌بایست امکان غیر فعال کردن تنظیم دما و دور فن بصورت موضعی و محدود کردن به کنترل مرکزی وجود داشته باشد.

طراحی سامانه توزیع سرمایش، گرمایش و هوای تازه می‌بایست به گونه ای 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.

در هیچ یک از ساعات دوره بهره‌برداری در کل سال، دمای هیچ یک از نقاط ساختمان نمی‌بایست بالاتر از دمای تنظیم شده برای سامانه گرمایش[5] و یا کمتر از دمای تنظیم شده برای سامانه سرمایش[6] باشد. برای این منظور می‌بایست 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.

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

[1] Room Controller
[2] Water Side
[3] Air Side
[4] Open Space
[5] Over Heat
[6] Over Cool

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.

در سامانه‌های سرمایش و گرمایش تمام هوای تابشی مانند عرشه حرارتی[1]، 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 اکسید کربن طراحی و اجرا شود.

کانال های 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 کنترلر هواساز، دور فن هواساز و به تبع آن میزان آب عبوری از کویل هواساز تا رسیدن به نقطه بهینه کاهش یابد.

کنترلرهای تمامی دستگاه های تامین و توزیع هوای تازه و خروج هوا از ساختمان می‌بایست 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 می‌بایست تا پایان شرایط اضطراری، تحت فرمان سامانه اعلام و اطفاء حریق قرار گیرند.

هر بخش مستقل ساختمان می‌بایست مجهز به کنترل گر های مستقیم دیجیتال[2] باشد تا قابلیت ایزوله کردن سامانه آبی و هوایی آن بخش در صورت عدم استفاده را بطور کامل دارا باشد.

در ساختمان‌های عمومی با مساحت بیش از ۱۰.۰۰۰ متر مربع و ساختمان‌های مسکونی با مساحت بیش از ۵.۰۰۰ متر مربع و یا بیش از ۹ طبقه، استفاده از سامانه مدیریت ساختمان[3] و هم‌چنین سامانه مدیریت انرژی ساختمان[4] الزامی می‌باشد.

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

[1] Thermo Deck
[2] DDC (Digital Direct Controller)
[3] BMS (Building Management System)
[4] EMS (Energy Management System)

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.

سامانه مدیریت ساختمان[1]، باید قابلیت ارسال تمامی اطلاعات به درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان ها، مستقر در ساختمان را دارا باشد. نحوه اتصال به سامانه پایش در فصل ۶ توضیح داده شده‌است.

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

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

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

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

ارائه دیاگرام تک‌خطی جریان انرژی[2] (برق، گاز، گازوئیل، تجدیدپذیر، باطری‌خانه و ....) و آب مربوط به تاسیسات مکانیکی به همراه جانمایی نقاط قرارگیری تجهیزات پایش و زیرپایش هر بخش مستقل و یا تجهیزات بارز برای تایید نقشه های تاسیسات مکانیکی الزامی است.

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

[1] Building Mnagement System (BMS)
[2] Energy Flow Single Line Diagram

### ۱۹-۴-۳- تاسیسات الکتریکی

قسمت هایی 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 گرفته است. 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 در گروه تاسیسات مکانیکی قرار می‌گیرند، اما سامانه‌های برق رسانی و مدارهای کنترلی آن‌ها بخشی غیر قابل تفکیک از تاسیسات الکتریکی هستند.

بنابراین، باید پیش از شروع به طراحی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، مهندسان برق و تاسیسات، در جلسات مشترک، بخش‌های دارای هم پوشانی در تاسیسات مکانیکی و الکتریکی را بخصوص در بخش برق‌رسانی و کنترل، با همفکری و همکاری یکدیگر و بصورت بهینه مشترکا طراحی و نقشه های اجرایی آن‌ها را بصورت یکپارچه و هماهنگ با یکدیگر تهیه نمایند.

ارائه دیاگرام تک‌خطی جریان انرژی[1] (برق، گاز، گازوئیل، تجدیدپذیر، باطری‌خانه 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.

*۱۹-۴-۳-۱- شبکه انتقال و توزیع*

در ساختمان‌های با انشعاب دیماندی که نیازمند پست اختصاصی هستند، جانمایی مناسب برای پست های جریان متوسط ساختمان با رعایت الزامات شرکت برق منطقه‌ای الزامی است. جانمایی باید در پلان ها و مقاطع معماری، با اندازه گذاری دقیق مشخص شده باشد.

استفاده از ترانسفورماتورهای تک فاز و سه فاز با بازدهی نامی کمتر از اعداد جدول ۱۹-۴-۳-۲ ممنوع است.

[1] Energy Flow Single Line Diagram

جدول ۱۹-۴-۳-۱- حداقل بازدهی نامی مجاز ترانسفورماتورهای توزیع ولتاژ پایین خشک (DOE 10 CFR 431)

| ترانسفورماتورهای تک فاز | | ترانسفورماتورهای سه فاز | |
|---|---|---|---|
| ظرفیت (Kva) | بازدهی (٪) | ظرفیت (Kva) | بازدهی (٪) |
| 15 | 97.70 | 15 | 97.89 |
| 25 | 98.00 | 30 | 98.23 |
| 37.5 | 98.20 | 45 | 98.40 |
| 50 | 98.30 | 75 | 98.60 |
| 75 | 98.50 | 112.5 | 98.74 |
| 100 | 98.60 | 150 | 98.83 |
| 167 | 98.70 | 225 | 98.94 |
| 250 | 98.80 | 300 | 99.02 |
| 333 | 98.90 | 500 | 99.14 |
| - | - | 750 | 99.23 |
| - | - | 1000 | 99.28 |

با توجه به انواع مصرف‌کنندگان جریان متوسط ساختمان، طراحی بانک خازن برای به صفر 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.

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[1] در اوج بار در ساختمان‌های با انشعاب برق دیماندی الزامی است.

افت ولتاژ کلی ساختمان باید کمتر از ۵٪ باشد. لذا ارائه جزئیات محاسبه و کنترل افت ولتاژ در نقشه های تاسیسات برقی الزامی است.

برای انجام تمامی سیم‌کشی ها تا مقطع ۱۰ میلی متر مربع، استفاده از سیم تک مفتولی الزامی است. در صورت استفاده از سیم‌های افشان، سر سیم ها جهت اتصال به تمامی ترمینال‌ها، کلیدها، پریزها و

[1] 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)

تمامی موتورهای برقی با توان نامی بیش از ۳ کیلو وات باید مجهز به اینتورتر و درایو فرکانس متغیر[1] برای تامین راه انداز نرم[2] باشند.

عدم تعادل ولتاژ در تمامی الکتروموتور ها باید به زیر ۱٪ محدود شود.

استفاده از موتورهای الکتریکی با بازدهی کمتر از اعداد جدول ۱۹-۴-۳-۲ بغیر از پمپ‌های آتش‌نشانی ممنوع است. تمامی موتورهای الکتریکی باید حداقل بازدهی مورد نظر این جدول را به پیوست مستندات فنی دارا باشند.

جدول ۱۹-۴-۳-۲- حداقل بازدهی نامی مجاز موتورهای الکتریکی در فرکانس ۶۰ هرتز

| توان موتور بر حسب کیلو وات (kW) | بازدهی حداکثر توان نامی (٪) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲ قطبی | | ۴ قطبی | | ۶ قطبی | | ۸ قطبی | |
| | بسته | باز | بسته | باز | بسته | باز | بسته | باز |
| 0.75 | 77.0 | 77.0 | 85.5 | 85.5 | 82.5 | 82.5 | 75.5 | 75.5 |
| 1.1 | 84.0 | 84.0 | 86.5 | 86.5 | 87.5 | 86.5 | 78.5 | 77.0 |
| 1.5 | 85.5 | 85.5 | 86.5 | 86.5 | 88.5 | 87.5 | 84.0 | 86.5 |
| 2.2 | 85.5 | 86.5 | 89.5 | 89.5 | 89.5 | 88.5 | 85.5 | 87.5 |
| 3.7 | 86.5 | 88.5 | 89.5 | 89.5 | 89.5 | 89.5 | 86.5 | 88.5 |
| 5.5 | 88.5 | 89.5 | 91.0 | 91.7 | 91.0 | 90.2 | 86.5 | 89.5 |
| 7.5 | 89.5 | 90.2 | 91.7 | 91.7 | 91.0 | 91.7 | 89.5 | 90.2 |
| 11 | 90.2 | 91.0 | 92.4 | 93.0 | 91.7 | 91.7 | 89.5 | 90.2 |
| 15 | 91.0 | 91.0 | 93.0 | 93.0 | 91.7 | 92.4 | 90.2 | 91.0 |
| 18.5 | 91.7 | 91.7 | 93.6 | 93.6 | 93.0 | 93.0 | 90.2 | 91.0 |
| 22 | 91.7 | 91.7 | 93.6 | 94.1 | 93.0 | 93.6 | 91.7 | 91.7 |
| 30 | 92.4 | 92.4 | 94.1 | 94.1 | 94.1 | 94.1 | 91.7 | 91.7 |
| 37 | 93.0 | 93.0 | 94.5 | 94.5 | 94.1 | 94.1 | 92.4 | 92.4 |
| 45 | 93.6 | 93.6 | 95.0 | 95.0 | 94.5 | 94.5 | 92.4 | 93.0 |
| 55 | 93.6 | 93.6 | 95.0 | 95.4 | 94.5 | 94.5 | 93.6 | 94.1 |
| 75 | 93.6 | 94.1 | 95.4 | 95.4 | 95.0 | 95.0 | 93.6 | 94.1 |
| 90 | 94.1 | 95.0 | 95.4 | 95.4 | 95.0 | 95.0 | 94.1 | 94.1 |
| 110 | 94.1 | 95.0 | 95.8 | 95.8 | 95.4 | 95.8 | 94.1 | 94.1 |
| 150 | 95.0 | 95.4 | 96.2 | 95.8 | 95.4 | 95.8 | 94.5 | 94.1 |
| 186 | 95.0 | 95.8 | 96.2 | 95.8 | 95.8 | 95.8 | 95.0 | 95.0 |
| 224 | 95.4 | 95.8 | 96.2 | 95.8 | 95.8 | 95.8 | - | - |
| 261 | 95.4 | 95.8 | 96.2 | 95.8 | 95.8 | 95.8 | - | - |
| 298 | 95.8 | 95.8 | 96.2 | 95.8 | - | - | - | - |
| 336 | 96.2 | 95.8 | 96.2 | 96.2 | - | - | - | - |
| 373 | 96.2 | 95.8 | 96.2 | 96.2 | - | - | - | - |

[1] VFD (Variable Frequency Drive)
[2] Soft Starter

استفاده از موتورهای الکتریکی کوچک، با بازدهی کمتر از میزان مندرج در جدول ۱۹-۴-۳-۳ ممنوع است.

جدول ۱۹-۴-۳-۳- حداقل بازدهی متوسط مجاز موتورهای الکتریکی کوچک در اوج بار

| دور موتور بر حسب دور در دقیقه (RPM) | 3600 | 1800 | 1200 |
|---|---|---|---|
| توان موتور بر حسب وات (W) | ۲ قطب | ۴ قطب | ۶ قطب |
| 186 | 65.5 | 69.5 | 67.5 |
| 246 | 69.5 | 73.4 | 71.4 |
| 372 | 73.4 | 78.2 | 75.3 |
| 560 | 76.8 | 81.1 | 81.7 |
| 745 | 77.0 | 83.5 | 82.5 |
| 1118 | 84.0 | 86.5 | 83.8 |
| 1490 | 85.5 | 86.5 | - |
| 2237 | 85.5 | 86.9 | - |

در طراحی ایستگاه شارژ خودرو برقی[1]، در نظر گرفتن 6.2 kVA (30A at 208/240V) به عنوان حداقل بازدهی شارژ، برای هر دستگاه شارژر برقی الزامی است.

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

### ۱۹-۴-۳-۲- *روشنایی طبیعی و مصنوعی*

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 کابردی هر ساختمان، بغیر از فضاهایی مانند راهروهای بدون اتصال به پوسته خارجی نور گذر، سرویس‌های بهداشتی، انباری و سایر فضاهایی که دسترسی به نور طبیعی ندارند الزامی است.

[1] EV (Electric Vehicle)

برای سنجش میزان روشنایی حاصل از نور طبیعی مورد نیاز، از معیار خودکفایی نور طبیعی[1] استفاده شده‌است. 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.

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

مساحت سطوحی که تحت تابش مستقیم نور خورشید و یا دارای بیش از ۱.۰۰۰ لوکس روشنایی هستند به دلیل ایجاد خیرگی، از مساحت تحت پوشش نور طبیعی کسر خواهد شد.

در جدول ۱۹-۴-۳-۲-۱ حداقل درصد الزامی مساحت خودکفایی نور طبیعی برای کاربری‌های مختلف درج شده‌است.

جدول ۱۹-۴-۳-۲-۱- حداقل نسبت مساحت خودکفایی نور طبیعی در کاربری‌های مختلف

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

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 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.

[1] DLA (Daylight Autonomy)

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.

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 کاملا از نور طبیعی بی بهره بوده و روشنایی آنها می‌بایست با سامانه روشنایی مصنوعی تامین شود.

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

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 به‌شکلی انجام شود تا با حداقل توان مصرفی سامانه روشنایی مصنوعی، میزان نور مورد نیاز در سطوح کار ایجاد شود.

یکنواختی توزیع نور مصنوعی بیش از ۹۰٪ در تمامی نقاط فضا باید بیش از ۹۰٪ باشد، به بیان دیگر، اختلاف روشنایی بین پرنورترین و کم‌نورترین نقطه هر فضا باید کمتر از ۱۰٪ میزان روشنایی مورد نیاز طرح باشد.

درصد مساحت دارای میزان روشنایی بیش از حد طرح باید کم‌تر از ۵٪ مساحت کل هر فضا باشد.

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.
استفاده از الگوهای بهینه‌سازی چند مولفه ای[1] بر اساس الگوریتم های ژنتیک[2]، برای دست‌یابی به طرح بهینه روشنایی مصنوعی توصیه می‌شود.

[1] Multi-objective Optimization
[2] Genetic Algorithm

*۱۹-۴-۳-۳- کنترل سامانه روشنایی*

پس از تکمیل طرح بهینه روشنایی مصنوعی هر فضا، رعایت نکات زیر برای طراحی و استفاده از سامانه کنترلی بهینه بهره‌برداری از نور روز[1] الزامی است.

جانمایی و نصب سنسور تشخیص حضور[2] تحت شبکه با قابلیت پوشش تمامی نقاط هر فضا بخصوص ورودی ها و خروجی ها با دقت بالا الزامی است.

در فضاهای دارای نور طبیعی، طراحی و نصب سنسورهای اندازه‌گیری نور[3] با قابلیت کالیبراسیون چند نقطه‌ای با قابلیت تعمیم نتایج به تمامی نقاط، الزامی است.

در فضاهای عمومی ساختمان‌های عمومی، استفاده از منابع روشنایی با قابلیت تنظیم شدت روشنایی[4] الزامی است.

در تمامی فضاهای عمومی ساختمان‌های عمومی، کلیه منابع روشنایی باید مجهز به بالاست الکترونیکی با قابلیت آدرس‌پذیری دیجیتال[5] باشند، تا امکان کنترل میزان روشنایی هر کدام بصورت مستقل وجود داشته باشد.

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

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.

در فضاهای بدون روشنایی طبیعی مانند راهروها و سرویس‌های بهداشتی، باید دو مدار جداگانه روشنایی بگونه ای طراحی شوند تا با روشن شدن هر دو مدار، میزان نور در سطح مورد نظر مبحث۱۳

[1] Daylight Harvesting
[2] Motion Detection (Occupation Detection)
[3] Lux Meter
[4] Dimmable
[5] DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

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 دوربین‌های نظارتی تامین شود. در این حالت باید با اولین تشخیص حرکت یا حضور کاربر، هر دور مدار روشن شده و روشنایی به میزان حداکثر طرح بازگردانده شود.

در صورت استفاده از لامپ های با قابل تغییر شدت روشنایی، می‌توان 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.

بازدهی لامپ های LED نباید بیش‌تر از ۸۰ لومن بر وات باشد.
بازدهی بالاست لامپ های فلورسنت و LED باید بیش‌تر از ۹۰٪ باشد.
در پیوست ۸ مبحث، حداکثر توان روشنایی مجاز سامانه روشنایی مصنوعی داخل ساختمان، بر مبنای وات برمترمربع برای کاربری‌های 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 شده‌است.

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

### ۱۹-۴-۴- انرژی های تجدیدپذیر

تمامی ساختمان‌ها باید حداقل ۸ وات به ازای هر مترمربع مساحت کل ساختمان (ویا ۵٪ از کل انرژی مصرفی سالانه ساختمان‌های مسکونی و ۱۰٪ از کل انرژی مصرفی سالانه ساختمان‌های غیرمسکونی) برق تجدید پذیر تولید نمایند.

این میزان از سال دوم الزام ویرایش پنجم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بر مبنای کیلو وات ساع بر متر مربع محاسبه نمی‌شود و برای ساختمان‌های مسکونی به حداقل ۱۰ درصد و برای ساختمان‌های غیر مسکونی به حداقل ۱۵ کل برق مصرفی سالانه افزایش خواهد یافت.

این میزان از سال سوم الزام ویرایش پنجم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان برای ساختمان‌های مسکونی به حداقل ۱۵ درصد و برای ساختمان‌های غیرمسکونی به حداقل ۲۰ در افزایش خواهد یافت.

در صورتیکه با راه اندازی کامل سامانه های بادی و خورشیدی در محل ساختمان، امکان تامین میزان الزامی برق تجدید پذیر ممکن نباشد، می‌بایست مابه التفاوت برق تولیدی توسط ساختمان و مقدار الزامی تولید برق تجدیدپذیر، بصورت هزینه احداث نیروگاه تجدید پذیر و به عنوان عوارض ساخت، طبق دستورالعمل ابلاغی دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان پرداخت شود.

طراحی و نصب باتری به اندازه حداقل ۲۵٪ توان نامی تجهیزات تولید انرژی تجدیدپذیر نصب شده در ساختمان الزامی است.

### ۱۹-۴-۵- سامانه های پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان

نصب سامانه های 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، پمپ ها و یا هر مصرف کننده ای که بیش از ۱۰ درصد از مصرف لحظه ای ساختمان را بخود اختصاص می دهد در ساختمان‌های با سرمایش، گرمایش و یا آبگرم مرکزی الزامی است.

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

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.

### ۱۹-۴-۶- سامانه مانیتورینگ و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان

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

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.

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

تمامی نقشه های 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.

صدور پروانه ساخت بدون ارائه تمامی نقشه های و جزئیات مربوط به سامانه مانیتورینگ و کنترل یکپارچه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی مجاز نمی‌باشد.

جزئیات مربوط به سامانه مانیتورینگ 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.

## ۱۹-۵- روش شبیه‌سازی بازدهی انرژی ساختمان[1]

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.

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.

[1] Building Energy Performance Simulation

در روش شبیه‌سازی، طراح می‌تواند با بکارگیری هر ترکیبی از متغیرهای موجود در نرم افزار شبیه‌سازی که قابلیت اجرای آن وجود داشته باشد، میزان مصرف انرژی سالیانه به ازای هر متر مربع ساختمان را به کم‌تر از حد تعیین شده در جدول ۱۹-۲-۱ برساند. در این روش، ملاک ارزیابی، نتایج و گزارشات میزان مصرف انرژی کل و تفکیکی سامانه ها بصورت سالانه، ماهانه و هفتگی حاصل از شبیه‌سازی است.

بر اساس دستورالعمل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان، آموزش های 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 آزمون های کتبی، شفاهی، عملی، شبیه‌سازی و کالیبراسیون نتایج، صلاحیت شبیه‌سازی انرژی ساختمان برای اشخاص حقیقی و حقوقی احراز خواهد شد.

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 ۹۰ امتیاز از سوی بازرسان دارای صلاحیت در بازرسی های دوره ای و پایان ساخت، رده انرژی ساختمان تعیین و گواهی رده انرژی ساختمان، صادر می‌شود.

شبیه‌سازی باید تنها با نرم افزارهای مورد تایید دفتر مقررات ملی ساختمان انجام شود. نتایج نرم‌افزارهای دیگر با هر نوع موتور محاسباتی قابل قبول نخواهد بود.

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 نموداند، قابل قبول خواهد بود.

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.

رعایت تمامی موارد فصل ۶، موضوع سامانه پایش و سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان برای تمام ساختمان‌هایی که به روش شبیه‌سازی طراحی می‌شوند الزامی است.

رعایت تمامی موارد تاسیسات مکانیکی و الکتریکی فصل ۳ مبحث، بغیر از مواردی که در نرم افزار شبیه‌سازی قابلیت تنظیم و تغییر دارند برای ساختمان‌هایی که به روش شبیه‌سازی طراحی می‌شوند الزامی است.

### ۱۹-۵-۱- نرم افزار های مورد تایید

در حال حاضر تنها نرم افزار مورد تایید ویرایش پنجم مقررات ملی ساختمان نرم افزار Design Builder با موتور محاسباتی Energy Plus است. تمامی مواد آموزشی و برنامه دوره های آموزش، سنجش و تایید صلاحیت اشخاص حقیقی و حقوقی برای شبیه‌سازی با این نرم افزار در دفتر مقررات ملی ساختمان تدوین و ابلاغ خواهد شد.

با توجه به وجود نسخه های متعدد قفل شکسته نرم افزار فوق، تنها نسخه‌های دارای لایسنس اوریجینال و مورد تایید دفتر مقررات ملی ساختمان برای شبیه‌سازی و ارزیابی نتایج قابل قبول خواهد بود.

### ۱۹-۵-۲- اقلیم محل ساختمان

یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین صحت نتایج شبیه‌سازی، فایل اقلیمی مورد استفاده در نرم‌افزار شبیه‌سازی است. فایل‌های اقلیمی با فرمت EPW[1] در موتور Energy Plus که محاسبات نرم‌افزار مورد تایید مبحث را انجام می‌دهد می‌بایست مورد استفاده قرار گیرد.

*۱۹-۵-۲-۱- فایل های اقلیمی مورد تایید*

فایل های اقلیمی می‌بایست 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

[1] EPW (Energy Plus Weather Data)

همین منظور تنها فایل های بارگذاری شده در پورتال دفتر مقررات ملی ساختمان باید در روش شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گیرد.

*۱۹-۵-۲-۱- تحلیل اقلیمی، راهکارهای فعال و غیر فعال*

فایل های EPW 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 غیر فعال بر اساس محاسبات عددی حاصل از نرم افزار تحلیل اقلیمی Climate Consultant 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 خروجی های نرم افزار Design Builder است، لازم است تمامی تاثیرات تصمیمات معماری و تاسیسات منطبق بر مبانی محاسباتی باشد تا ورودی های غیر واقعی و غیر قابل دست‌یابی در فرآیند شبیه‌سازی باعث ایجاد تغییرات غیر معتبر شدت انرژی ساختمان نگردد.

### ۱۹-۵-۳- فیزیک ساختمان

مشخصات وارد شده در بخش فیزیک ساختمان شامل اطلاعات مربوط به پوسته خارجی غیر نورگذر[1] و نورگذر[2]، هوابندی و نشت هوا[3] 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.

[1] Construction
[2] Opening
[3] Air Tightness

در روش شبیه‌سازی، استفاده از روش‌های نوآورانه و جزئیات متنوع، مانند استفاده از مصالح نوین با فناوری‌های خاص مانند مواد تغییر فاز دهنده[1] در پوسته خارجی امکان پذیر است.

در روش شبیه‌سازی، تنها از مواد و مصالحی می توان در پوسته خارجی استفاده نمود که مستندات لازم در مورد تست های 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 می‌بایست مجددا انجام شود.

در خصوص هوابندی و نرخ نشت هوا از پوسته ساختمان نیز، معیار بازرسی ها، اعداد درج شده توسط طراح در شبیه‌سازی خواهد بود. لذا باید اعدادی در شبیه‌سازی استفاده شوند که در آزمایش‌های 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 واقعیت های اجرا شده الزامی خواهد بود و در صورت عدم دست‌یابی به حداقل رده مورد نیاز رده C مبحث، گواهی بازرسی پایان ساخت صادر نخواهد شد.

### ۱۹-۵-۴- فعالیت ها[2]

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

دمای تنظیمی سامانه سرمایش[3]، گرمایش[4]، و میزان مصرف آبگرم مصرفی[5] باید بر اساس اعداد مندرج در دفترچه محاسبات تاسیسات در نرم افزار وارد شود. هم‌چنین دمای تنظیمی برای ساعات عدم حضور

[1] PCM (Phase Changing Material)
[2] Activity
[3] Cooling Set Point
[4] Heating Set Point
[5] DHW

کاربر، سامانه سرمایش[1] و گرمایش[2]، باید کاملا منطبق با جزئیات طراحی تاسیسات، در نرم شبیه‌سازی وارد شود.

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.

### ۱۹-۵-۵- تاسیسات مکانیکی

تاسیسات مکانیکی باید با جزئیات[3] شبیه‌سازی شوند و استفاده از روش شبیه‌سازی ساده[4] در تاسیسات مکانیکی مجاز نیست.

در روش طراحی با جزئیات، باید تمامی تجهیزات دقیقا منطبق با طراحی و مشخصات دستگاه‌ها به همراه مستندات آنها تعریف شوند. ملاک بازرسی دوره ای و پایانی ساختمان، عینا تجهیزات بکار رفته در شبیه‌سازی است. در صورتیکه به هر دلیل تجهیزات استفاده شده مغایر با تجهیزات وارد شده در شبیه‌سازی باشد، باید شبیه‌سازی مجددا 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 C، گواهی بازرسی پایان ساخت صادر نخواهد شد.

### ۱۹-۵-۶- سامانه روشنایی[5]

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.

[1] Cooling Set Back Point
[2] Heating Set Back Point
[3] Detailed HVAC
[4] Simple
[5] Lighting

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

### ۱۹-۵-۷- انرژی های 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.

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

### ۱۹-۵-۸- تنظیمات موتور شبیه ساز مصرف انرژی

پس از وارد کردن تمامی ورودی ها 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 از روز اول ژانویه تا روز ۳۱ دسامبر انجام شود تا در برگیرنده تمامی روزهای یک سال باشد.

تعیین زیر بازه های انجام محاسبات و تولید خروجی ها بر اساس فواصل ماهانه، روزانه، ساعتی و یا تقسیمات کوچک تر از ساعت، باید بنابر نیازهای مورد نظر گزارشات شبیه‌سازی، تنظیم گردد.

### ۱۹-۵-۹- گزارش شبیه‌سازی و پروفیل مصرف حامل های انرژی

پس از تکمیل فرآیند شبیه‌سازی، خروجی های متعددی توسط نرم افزار 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.

شبیه‌سازی و تهیه گزارشات آن باید توسط شخص دارای صلاحیت شبیه‌سازی احراز شده توسط دفتر مقررات ملی ساختمان انجام شده باشد.

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

شبیه‌سازی می‌بایست با استفاده از فایل های اقلیمی بارگذاری شده در پورتال رسمی دفتر مقررات ملی ساختمان تهیه شده باشد.

اعداد مصرف انرژی مندرج در گزارشات باید بر اساس انرژی ثانویه[1] تهیه شده و استفاده از اعداد انرژی اولیه[2] فاقد اعتبار است.

درج شدت انرژی ساختمان به ازای فضای تهویه شونده و مساحت کل بنا بر حسب کیلوات ساعت بر متر مربع در سال در گزارشات الزامی است.

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

تعیین میزان مصرف هر یک از حامل های 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.

ارائه پروفیل مصرف حامل های انرژی بصورت تفکیکی در روزهای اوج بار تابستان و زمستان، الزامی است.

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

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

[1] Secondary Energy (Site Energy)
[2] Primary Energy (Source Energy)

## ۱۹-۶- سامانه‌های پایش انرژی و مدیریت یکپارچه ساختمان

تمامی ساختمان‌ها 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 راه اندازی 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.

### ۱۹-۶-۱- سامانه پایش و زیرپایش مصرف انرژی ساختمان

پایش انرژی در ساختمان‌ها را می توان در سطوح مختلف پایش، زیرپایش و پایش عمیق[۴] دسته بندی نمود. در این قسمت، الزامات اجرایی مربوط به پایش و زیرپایش مصرف توضیح داده شده‌است.
سامانه پایش شامل اندازه‌گیری تمامی مقادیر مصرف حامل های انرژی و هم‌چنین آب مصرفی ساختمان بصورت ممتد، برخط[۵]، بلادرنگ[۶] و مستقل از کنتورهای شرکت های برق و گاز و آب است.

---

[1] Energy Metering System
[2] Sub Metering
[3] BMS (Building Management System)
[4] Deep Metering
[5] Online
[6] Real-Time

سامانه زیرپایش، شامل تمامی مصارف انرژی در واحد ها، بخش‌های مستقل و مشاعات ساختمان با تفکیک بخش‌های مستقل مشاعات مانند لابی، استخر، فضاهای ورزشی، خدماتی، رفاهی و هم‌چنین تجهیزات بارز[1] مصرف کننده انرژی مانند چیلر، بولیر، پمپ ها، هواسازها، مبدل های حرارتی و سایر تجهیزات بارز است.

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

پایش عمیق یا اندازه‌گیری جداگانه تمامی تجهیزات و دستگاه های مصرف کننده خرد انرژی جزو الزامات این مبحث قرار ندارد.

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.

راهبری سامانه پایش و مدیریت یکپارچه ساختمان، یکی از مهم ترین بخش‌های مراقبت و نگهداری از ساختمان‌ها است و زیر ساخت های 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.

*۱۹-۶-۱-۱- ایجاد ارتباط فیزیکی و دریافت داده*

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.

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

[1] تجهیزات بازر مصرف کننده، *دستگاها و یا سامانه‌هایی* هستند که حداقل در یک مقطع زمانی بیش از ۱۰٪ کل مصرف انرژی ساختمان را به خود اختصاص می‌دهند.

تمامی دستگاه‌های اندازه‌گیری هر واحد یا بخش مستقل ساختمان، باید دارای دسترسی کافی و بدون محدودیت برای خوانش، تعمیرات و تعویض باشند.
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.
محل قرارگیری تجهیزات اندازه‌گیری باید بگونه ای 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[1] تجهیزات اندازه‌گیری ممنوع است.
تمامی تجهیزات باید قادر به اندازه‌گیری و ارسال داده‌های مصرف انرژی با خطای کمتر از ۲٪ و به‌صورت برخط[2] و بلادرنگ[3] باشند.
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.
تمامی جریان سنج های[4] سیالات باید از نوع مافوق صوت[5] و تحت شبکه باشند.

جریان سنج های مافوق صوت می‌بایست بر روی مدار برگشت و قبل از شیر کنترلی نصب شوند.

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

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

تجهیزات اندازه‌گیری بویژه انرژی‌مترها[6] باید دارای درگاه نوری جهت خوانش و یا تغییر تنظیمات از طریق قرائت‌گر دستی باشد.

[1] Bypass
[2] Online
[3] Real-time
[4] Flow Meter
[5] Ultrasonic
[6] Energy Meter (Btu Meter)

در تعیین قدرالسهم مصرف هر واحد یا بخش، باید میزان مصرف بخش‌های 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.
در اندازه‌گیری قدرالسهم مصرف آبگرم مصرفی هر واحد یا بخش، باید علاوه بر جریان آب عبوری، دمای آب ورودی به هر واحد یا بخش نیز اندازه‌گیری و در محاسبات لحاظ گردد.
تمامی تجهیزات اندازه‌گیری باید توانایی ارسال داده خوانش شده بر بستر پروتکل های استاندارد مانند M-Bus, WM-Bus, LoRaWAN, Modbus RTU و سایر پروتکل های استاندارد، بصورت فشرده سازی شده و مورد تایید درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها را داشته باشند.
ارسال داده‌ها توسط تجهیزات اندازه‌گیری باید به‌صورت خودکار و بدون نیاز به ارسال فرمان باشد. مدت زمان فاصله بین خوانش ها[1] باید تا حداقل یکبار خوانش در ۱۰ ثانیه و هم‌چنین خوانش به ازای تغییر مقدار[2] قابل تنظیم باشد. فاصله زمانی میان خوانش‌ها می‌بایست با دسترسی از طریق درگاه ملی پایش انرژی ساختمان قابل تنظیم باشد.

*۱۹-۶-۱-۲- انتقال، مهندسی و ذخیره نقاط داده*

سامانه پایش باید بگونه‌ای طراحی شود که قابلیت ذخیره اطلاعات خوانش شده را برای مدت حداقل یک‌سال در حافظه داخلی[3] و بدون نیاز به حافظه خارجی[4] دارا باشد.
سامانه پایش باید دارای حافظه داخلی پشتیبان[5] 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.
اطلاعات حاصل از خوانش باید به‌صورت امن و رمز نگاری شده[6] و به سامانه پایش مرکزی و درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها منتقل شود.

[1] Intervals
[2] COV (Change of Value)
[3] Built-in Memory
[4] External Memory (SD Card)
[5] Redundant Memory
[6] Encrypted Data

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 کم‌تر از ۱۲۸ کیلوبایت برخوردار باشند تا داده‌ها بدون اختلال و به‌صورت بلادرنگ منتقل شوند.
برای انتقال داده‌ها به‌صورت بی‌سیم استفاده از سیم‌کارت نسل 4G و بالاتر و هم‌چنین پروتکل LoRaWAN 3.0 و بالاتر مجاز می‌باشد.
در صورت انتقال داده بصورت بی سیم، وجود حداقل دو سامانه پشتیبان مانند درگاه فیبر نوری، LAN و یا پورت سریال الزامی است.
برای ذخیره داده‌ها، باید از پایگاه‌های داده[1] معتبر، امن و رمزنگاری شده استفاده کرد.
تمامی داده‌ها باید به‌صورت مستمر ذخیره و قابلیت تعریف سطح دسترسی‌های محدودیت برای کاربران از جمله بهره‌برداران و مدیران ساختمان، وجود داشته باشد.
سامانه پایش باید بصورت رمزنگاری مبدا تا مقصد دو طرفه[2] با درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها ارتباط یکپارچه، بلادرنگ و بدون قطع داشته باشد.

### *۱۹-۶-۱-۳- پردازش داده های گردآوری شده*

سامانه پایش باید قابلیت پردازش داده های ذخیره سازی شده را به‌منظور دسته‌بندی و استخراج اطلاعات مورد نظر با اعمال فیلترهای مختلف، دارا باشد.
سامانه پایش باید قابلیت تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌صورت بلادرنگ و دوره‌ای را دارا باشد.
سامانه پایش باید قابلیت میزبانی الگوریتم‌های پردازش داده مانند یادگیری ماشین[3] و یادگیری عمیق[4] برای بررسی روند مصرف انرژی، شناسایی مصرف غیرعادی و پیش‌بینی نیازهای انرژی را دارا باشد.
سامانه پایش باید قابلیت پردازش داده‌های کلان[5] بدون اشغال بیش از اندازه ۱۰٪ ظرفیت پردازشگر را دارا باشد.

[1] Data Base
[2] 2-Way End to End Encryption
[3] Machine Learning
[4] Deep Learning
[5] Big Data

*۱۹-۶-۱-۴- تحلیل اطلاعات و عیب یابی عملکرد تجهیزات و سامانه ها*

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.
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.
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.

## ۱۹-۶-۲- سامانه مانیتورینگ و کنترل یکپارچه ساختمان

سامانه مانیتورینگ 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.

*۱۹-۶-۲-۱- سامانه مانیتورینگ و کنترل تاسیسات مکانیکی و الکتریکی*

تمامی تأسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان، شامل سامانه‌های گرمایشی، سرمایشی، تهویه مطبوع، روشنایی و سایر تجهیزات تأسیساتی، می‌بایست تحت نظارت و کنترل سامانه مانیتورینگ و کنترل قرار گیرند.
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.

سامانه مدیریت ساختمان باید با استفاده از کنترلرهای دیجیتال مستقیم[1] طراحی و اجرا شوند و استفاده از سامانه های متمرکز مانند کنترلرهای منطق پذیر قابل برنامه ریزی[2] به تنهایی و به صورت متمرکز و بدون سامانه پشتیبان مجاز نمی‌باشد.
نقشه های طراحی سامانه مدیریت ساختمان می‌بایست به همراه نقشه های تاسیسات تهیه شوند. تایید این نقشه ها برای اخذ پروانه ساختمان الزامی می باشد.
نقشه های سامانه کنترل ساختمان باید در بردارنده تمامی اطلاعات مورد نیاز از جمله دیاگرام های تک خطی، لیست کنترلرها و جانمایی آنها، لیست نقاط کنترلی هر سامانه و تجهیز، کنترلر مربوط به آن و جزئیات منطق کنترل[3] آنها باشد.
سامانه کنترل ساختمان باید بتوانند در صورت شناسایی نواقص، هشدارهای فوری ارسال کند.
استفاده از سامانه های مدیریت ساختمان که از پروتکل ارتباطی داخلی BACnet بر بستر TCP[4] استفاده می کنند، توصیه می‌شود.
سامانه مدیریت ساختمان باید قابلیت ارتباط دو طرفه مانیتورینگ و کنترل با استفاده از پروتکلMQTT و یا grpc بر روی بستر TCP با درگاه سامانه واپایش انرژی ساختمان‌ها را دارا باشد.

### ۱۹-۶-۲-۲- *مدیریت یکپارچه بر بستر اینترنت اشیاء*[5]

اغلب سامانه های مدیریت ساختمان از نرم افزارهای کاربری خود برای مانیتورینگ و کنترل استفاده می نمایند. بعلاوه در صورت استفاده از برندهای مختلف برای تامین تجهیزات کنترلی سامانه مدیریت ساختمان ممکن است نرم افزار مربوط به هر یک بصورت اختصاصی عمل نموده و امکان ارتباط یکپارچه با سایر تجهیزات یا سامانه ها را دارا نباشد. به همین دلیل الزامی است تا علاوه بر نرم افزارهای اختصاصی هر تولید کننده، مدیریت یکپارچه سامانه‌ها و تأسیسات بر بستر فناوری اینترنت اشیاء ایجاد شود.
تمامی دستگاه‌ها، سنسورها و تجهیزات مختلف ساختمان باید بصورت مستقیم و یا از طریق کنترلرها به شبکه اینترنت اشیاء متصل شوند.

[1] DDC (Digital Direct Controller)
[2] PLC (Programmable Logic Controller)
[3] Control Logic
[4] BACnet Over IP
[5] IoT (Internet of Things)

این اتصال باید گونه ای باشد که امکان مشاهده کلیه اطلاعات تمامی سامانه‌های سرمایش، گرمایش، تهویه مطبوع، روشنایی، کنترل دسترسی[1]، نظارت تصویری[2]، اعلام حریق و تمامی سامانه‌های دیگر موجود در ساختمان را بر روی یک صفحه واحد[3] و یکپارچه ایجاد نماید.
سامانه اینترنت اشیاء باید امکان ارسال و دریافت داده‌ها و دستورات کنترلی را به‌صورت بلادرنگ، دارا باشد.
سامانه یکپارچه باید ماژول‌های نرم افزاری مورد نیاز برای ایجاد فضای لازم جهت میزبانی از هر نوع منطق کنترلی[4] از جمله برنامه زمان بندی، توابع ریاضی و الگوریتم‌های کنترلی ثابت، الگوریتم‌های خود یادگیرنده[5]، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و شبکه عصبی مصنوعی هر سامانه یا تجهیز را بصورت مجزا و یا بصورت پیوسته و برهم کنش[6] تجهیزات و سامانه های موجود در ساختمان دارا باشد.
نرم افزار سامانه مدیریت یکپارچه ساختمان مورد استفاده باید گواهی رعایت پروتکل‌های امنیتی و استانداردهای فنی مانند گواهی امنیت فضای تبادل اطلاعات (افتا) را داراباشد تا از هرگونه اختلال یا حمله سایبری جلوگیری گردد.

### ۱۹-۶-۲-۳- *عیب یابی و بهینه‌سازی عملکرد با استفاده از هوش مصنوعی*

سامانه کنترل یکپارچه ساختمان باید قابلیت میزبانی از انواع ماژول های هوش مصنوعی را دارا باشد.
هوش مصنوعی مورد استفاده باید به‌طور مستمر و بلادرنگ، توانایی پایش رفتار سامانه‌ها را دارا بوده و توانایی انجام تحلیل واکنشی[7]، تحلیل پیشگیرانه[8] و تحلیل پیش‌بینانه[9] رفتار تجهیزات و سامانه‌های مصرف کننده انرژی و هم‌چنین بهینه‌سازی عملکرد آن‌ها در طول زمان را دارا باشد.
هوش مصنوعی باید بتواند با تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده، مشکلات عملکرد سامانه‌ها را شناسایی کند و اقدامات لازم، برای بهینه‌سازی مصرف انرژی را تهیه و برای راهبر سامانه ارسال نماید.

[1] Access Control
[2] Surveillance
[3] Single Pane
[4] Rules Engine
[5] Self-Learning
[6] Super positioning
[7] Reactive Analysis
[8] Proactive Analysis
[9] Predictive Analysis

*۱۹-۶-۲-۱- راهبری ساختمان با استفاده از دوقلوی دیجیتال[1]*

رقومی سازی[2] (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 بهره‌برداری خواهد شد.

تولید دوقولوی دیجیتال برای تمامی ساختمان‌های با مساحت کنترل شده بیش از ۱۰.۰۰۰ متر مربع الزامی است.

دوقلوی دیجیتال می‌بایست بر اساس خروجی مدلسازی اطلاعات ساختمان[3] با سطح جزئیات[4] ۴۰۰ تولید شود.

مدل خروجی باید با فرمت SVG[5] تولید و در محیط html میزبانی شود.

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.

*۱۹-۶-۲-۲- امنیت سایبری و پدافند غیر عامل*

تمامی سامانه‌های پایش انرژی و کنترل ساختمان باید از نظر امنیت سایبری مورد ارزیابی قرار گرفته و تاییدیه‌های امنیتی لازم را برای موارد لازم[6] دریافت نمایند.

---

[1] Digital Twin
[2] Digitalization
[3] BIM (Building Information Modelling)
[4] LOD (Level of Details)
[5] SVG (Scalable Vector Graphic)
[6] موارد زیر می‌بایست مورد تست و تایید قرا گیرد
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

سامانه‌های پایش و کنترل انرژی باید با استفاده از پروتکل‌های امنیتی معتبر، از جمله Firewall، Encryption و Authentication، 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.

## ۱۹-۷- بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود

بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود به عنوان فصلی جدید به مبحث ۱۹ افزوده شده‌است. 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 بعضا مقررات ملی ساختمان را محدود به ساختمان‌های جدید الاحداث می‌داند از سوی دیگر، ضرورت دو چندان افزودن این فصل به مبحث را ایجاد نمود.

طبق بند ۹ از اهداف ماده ۲ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴،" **الزام به رعایت مقررات ملی ساختمان**، ضوابط و مقررات شهرسازی و مفاد طرحهای جامع و تفصیلی و هادی از **سوی تمام** دستگاه‌های دولتی، شهرداریها، سازندگان، مهندسین، **بهره‌برداران** و تمام اشخاص حقیقی و حقوقی مرتبط با بخش ساختمان" بهره برداران 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. وجود این مبحث، سند متقنی بر قرارگیری ساختمان‌های در حال بهره‌برداری در دامنه شمول مقررات ملی ساختمان است.

### ۱۹-۷-۱- ارزیابی وضع موجود

اولین گام در ورود به فرآیند بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های در حال بهره‌برداری، ارزیابی وضعیت موجود آنهاست. ارزیابی وضع موجود باید به منظور شناسایی نقاط ضعف ساختمان از طریق تهیه نقشه‌های چون ساخت، بازرسی پوسته خارجی و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی انجام شود.

در اولین مرحله، باید نقشه های 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.

در بازرسی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی، برداشت وضع موجود و تهیه نقشه های چون ساخت و جانمایی تمامی تجهیزات، سامانه‌ها، لوله کشی‌ها، کانال‌ها، شیرآلات و تجهیزات اندازه‌گیری وکنترلی و تمام بخش‌های موجود در نقشه‌های چون ساخت طراحی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی الزامی است.

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 نقشه ها الزامی است.

ارزیابی پوسته خارجی شامل ارزیابی پوسته خارجی غیر نورگذر، پوسته خارجی نورگذر و نشت هوا از پوسته خارجی است.

در بازرسی پوسته خارجی غیرنورگذر باید ضریب انتقال حرارتی دیوارهای خارجی، سقف، کف مجاور هوا و کف مجاور خاک، تعیین شود.

اولویت در اندازه‌گیری ضریب انتقال حرارتی، در صورت امکان با استفاده از روش های غیر مخرب است. در صورت عدم امکان برداشت ضریب انتقال حرارتی تمام اجزا پوسته خارجی با استفاده از روش های غیر مخرب، انجام حداقل آزمایش‌های مخرب ممکن، مانند نمونه برداری برای ارسال به آزمایشگاه جهت محاسبه دقیق ضریب انتقال حرارتی الزامی است.

در بازرسی جداره‌های نورگذر باید، ضریب انتقال حرارتی و ضریب بهره خورشیدی با استفاده از دستگاه‌های دارای گواهی دقت اندازه‌گیری انجام شود.

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.

### ۱۹-۷-۲- استقرار سامانه پایش و زیرپایش مصرف و مدیریت ساختمان

طراحی، نصب و راه اندازی سامانه پایش زیرپایش و هم‌چنین سامانه مدیریت ساختمان مطابق فصل ۶ ، برای بهینه‌سازی ساختمان موجود الزامی است.
انجام تمامی مراحل طراحی، انتخاب تجهیزات، اجرا و رعایت الزامات سامانه پایش و زیرپایش و سامانه مدیریت ساختمان شرح داده شده در فصل ۶ در این قسمت الزامی می‌باشد.

### ۱۹-۷-۳- چرخه راهکار، اقدام، پایش و سنجش

در این مرحله، طراحی چرخه راهکار، اقدام، پایش و سنجش[1] بعنوان فرآیند بنیادی استانداردهای بین المللی مدیریت انرژی[2] الزامی است. این چرخه به‌طور مداوم، بهبود عملکرد انرژی ساختمان را هدف قرار می‌دهد و موجب مصرف کارآمدتر انرژی، در ساختمان می‌شود.

#### *۱۹-۷-۳-۱- تدوین راهکارهای بهینه‌سازی*

برای طراحی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی، طراح باید یکی از روش های تجویزی یا شبیه‌سازی را انتخاب نماید.

[1] PDCA (Plan, Do, Check, Act)
[2] ISO 50001

بر اساس روش طراحی انتخاب شده، باید تمامی مراحل فصل ۳ برای روش تجویزی و فصل ۴ برای روش شبیه‌سازی انجام شود.

در این مرحله، بر اساس الزامات روش تجویزی یا شبیه‌سازی، طراحی راهکارهای بهینه‌سازی، ارائه جزئیات فنی و نقشه های مورد نیاز حاوی اطلاعات کامل برای انجام تغییرات لازم تا رسیدن به رده انرژی C توسط طراحان، الزامی است.

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 انرژی کاربری-اقلیم آن ساختمان برای دست‌یابی به رده های C مندرج در جدول ۱۹-۲-۴ اضافه کرد.

*۱۹-۷-۳-۲- اعمال راهکارهای بهینه‌سازی*

در این مرحله اجرای راهکارهای بهینه‌سازی بر اساس طرح ارائه شده توسط طراحان، توسط مجری ذیصلاح الزامی است.
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.

*۱۹-۷-۳-۳- نظارت و پایش نتایج پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی*

نظارت و پایش نتایج، پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی الزامی است.

راهبری سامانه پایش و زیرپایش مصرف ساخمان ، پردازش و تحلیل نتایج در این مرحله مطابق بخش ۱۹-۶-۱-۳ برای مقایسه میزان اثرگذاری هر راهکار و بهینه‌سازی مصرف هر تجهیز، سامانه و یا بخش الزامی است.

*۱۹-۷-۳-۴- شناسایی و تحلیل انحراف از معیار (رجوع به مرحله ۱۹-۷-۳-۱)*

شناسایی و تحلیل انحرافات از معیار، یکی از فرآیندهای کلیدی در مدیریت انرژی ساختمان‌های در حال بهره‌برداری است.

رعایت مراحل بخش ۱۹-۶-۱-۴ به منظور عیب یابی عملکرد تجهیزات و سامانه‌ها الزامی است.

شناسایی و تحلیل انحرافات از معیارهای مصرف انرژی الزامی است.

مستند سازی انحرافات شناسایی‌شده و انجام اقدامات لازم برای اصلاح آن‌ها الزامی است.

تاخیر در شناسایی انحرافات و یا سهل انگاری در مستند سازی و انجام اقدامات اصلاحی ممنوع است.

در صورت عدم دست‌یابی به رده انرژی مورد نظر در طرح، باید به مرحله ۱۹-۷-۳-۱ رجوع نمود و این چرخه را تا رسیدن به رده انرژی مورد نظر تکرار نمود.