

## ضوابط تنظیم محیطی و صرفه جویی در انرژی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- ۱- انواع اقلیم موجود در ایران را نام ببرد.
- ۲- خصوصیات آب و هوایی و شرایط کلی محیطی هر یک از اقلیم‌ها را برشمارد.
- ۳- ضوابط و اصول تأمین نورگیری‌ها را در اقلیم‌های مختلف بیان کند.
- ۴- ضوابط و اصول کنترل میزان عبور صوت، حرارت و رطوبت را در ابنیه شرح دهد.
- ۵- ضوابط عایق‌بندی و انواع عایق‌بندی را از جنبه افقی، قائم و شیب‌دار شرح دهد.
- ۶- اصول نظارت و کنترل کیفی بر عملیات عایق‌بندی را شرح دهد.
- ۷- تعاریف پوسته‌ی خارجی ساختمان و فضای کنترل شده یا نشده را بیان کند.
- ۸- محدوده‌ی آسایش و گرمای ویژه‌ی ساختمان را شرح دهد.
- ۹- توصیه‌های طراحی مربوط به هر یک از اقلیم‌های مختلف را بیان کند.
- ۱۰- فرم‌های مناسب ساختمانی برای هر یک از اقلیم‌های مختلف را بیان کند.
- ۱۱- شیوه‌های انجام تهویه و تأمین شرایط محیطی را در هر یک از اقلیم‌های مختلف بیان کند.
- ۱۲- ضوابط تغییر کاربری و توسعه در افق یا قائم (اضافه اشکوب) را بیان کند.
- ۱۳- ضوابط بهره‌برداری، تعمیرات و عمر مفید ساختمان‌ها را بیان کند.

## ۷-۱- مقدمه و کلیات

مصرف انرژی و هزینه‌های مربوطه در هنگام بهره‌برداری از ساختمان‌ها ایجاب می‌کند که جدای از لزوم اقتصادی بودن خرید مصالح و شیوه‌های ساخت و طراحی بایستی تدابیر لازم به منظور کاهش مصرف انرژی در حین بهره‌برداری صورت گیرد. اگرچه این عمل ممکن است تا حدودی هزینه ساخت و قیمت تمام شده را افزایش دهد ولی در دراز مدت و حتی چند سال اولیه بهره‌برداری؛ هزینه اولیه اضافی را با صرفه‌جویی لازم می‌توان جبران نمود و موجبات آسایش و صرفه اقتصادی را فراهم کرد.

## ۷-۲- اقلیم‌های موجود در پهنه کشور ایران

اگرچه در سطح ایران ۵ پهنه اقلیم واقعی وجود دارد، ولی یک مورد آن ترکیب سه اقلیم دیگر است و در نتیجه به‌طور عمده چهار اقلیم و شرایط آب و هوایی مشخص داریم که عبارتند از: سرد، معتدل و مرطوب، گرم و خشک و نیز گرم و مرطوب به خصوصیات آن‌ها از نظر کلی به شرح زیر است:

الف) ویژگی‌های عمومی اقلیم سرد: این محیط دارای زمستان‌های خیلی سرد، طولانی و سخت است. تابش با شدت بسیار کم آفتاب و بارش زیاد به‌صورت برف در حالی که تابستان‌های آن نیمه‌گرم، خشک و بعضاً معتدل است که بستگی به میزان ارتفاع محل مورد نظر از سطح دریا دارد. از نظر جغرافیایی نیز دامنه‌های غربی رشته‌کوه‌های مرکزی دارای این اقلیم هستند.

ب) ویژگی‌های عمومی اقلیم معتدل و مرطوب: این محیط دارای درجه حرارت معتدل، رطوبت زیاد و بارندگی فراوان می‌باشد و از نظر جغرافیایی شامل جلگه‌های پست سواحل جنوبی دریای خزر است که با پیشروی به سمت شرق از رطوبت و اعتدال آن کاسته می‌شود.

ج) ویژگی‌های عمومی اقلیم گرم و خشک: این محیط دارای تابستان‌های گرم با تابش زیاد آفتاب، کمی باران و هوای خشک و نیز زمستان‌های سرد، نیمه‌سرد و گاهی خنک همراه با نوسانات زیاد درجه حرارت هوا در روز و شب و فصول مختلف سال می‌باشد. عمدتاً بروز طوفان، گرد و خاک در فضای محیط مورد انتظار است و از نظر جغرافیایی شامل فلات مرکزی ایران می‌شود که دامنه‌های شمالی و غربی و جنوبی فلات ایران و کوه‌های منفرد مرکزی و ارتفاعات نامنظم شرقی فلات و مناطق پست مرکزی، شرقی و جنوب شرقی ایران را در بر می‌گیرد. البته منطقه پست شرقی و جنوب شرقی نسبت به مناطق مرتفع از اعتدال کمتری برخوردارند.

د) ویژگی‌های عمومی اقلیم گرم و مرطوب: این محیط دارای تابستان‌های بسیار گرم و مرطوب با شدت تابش زیاد آفتاب است که در هوای مرطوب باعث خیرگی و ناراحتی چشم می‌شود و در زمستان‌ها نسبتاً معتدل است که با رطوبت زیاد و نسیم ملایم دریا در نوار ساحلی همراه می‌باشد. در مناطق دوردست آن از ساحل هوایی آرام وجود دارد و درجه حرارت نسبتاً ثابت در شب و روز و فصول مختلف سال است و از نظر جغرافیایی این اقلیم شامل سواحل خلیج فارس و دریای عمان است که توسط رشته‌کوه‌های زاگرس از فلات مرکزی جدا شده‌اند.

## ۷-۳- تعاریف مربوط به صرفه‌جویی انرژی

(پوسته‌ی خارجی، فضای کنترل، محدوده‌ی آسایش و گرمای ویژه):

قبل از هر چیز به اصول کلی صرفه‌جویی و مصادیق آن می‌پردازیم:

الف) انواع انرژی مصرفی در ساختمان: عمدتاً کلیه‌ی موارد مصرف انرژی در ساختمان مصداق دارد. صوت، الکتروسیته،

حرارت، مغناطیس و شیمیایی و... ولی از جنبه‌ی بهره‌برداری ساختمانی عمده‌ترین مواد کاربرد انرژی شامل گرمایش و سرمایش هوا

و مواد، تهویه، روشنایی، امور صوتی، تصویری و مخابراتی، ماشین‌های خانگی می‌شود.

(ب) روش‌های صرفه‌جویی در انرژی مصرفی: این روش‌ها عمدتاً بر دو پایه استوارند که عبارتند از:

(۱) استفاده‌ی حداکثر از انرژی مصرفی از طریق انتخاب سیستم‌های کم‌مصرف‌تر و پربازده‌تر و طراحی تأسیسات برقی و مکانیکی مناسبی که اتلاف انرژی، گرما و سرما در آن‌ها به حداقل رسیده باشد.

(۲) رعایت قواعدی در طراحی و اجرای ساختمان همراه با انتخاب مصالح مناسبی که بتواند نیاز به گرمایش و سرمایش را کاهش داده و از هدررفتن گرما و سرمای حاصل از مصرف انرژی جلوگیری کند. نکته قابل توجه آن که مجموعه‌ی مقررات ملی ساختمان در مورد بحث اول دستورالعمل‌هایی در زمینه‌ی طراحی سیستم‌ها و اجرای اصولی ارائه کرده است و در مورد بحث دوم مجموعه‌ی مطالب حاضر ارایه توصیه‌های لازم را بر عهده خواهد گرفت.

(ج) عوامل مؤثر در کاهش میزان نیاز به سرمایش و گرمایش و جلوگیری از هدررفتن آن: مواد و مصالح مصرفی در سطح خارجی ساختمان؛ میزان نفوذ هوا از درزها و بازشوهای سطح خارجی؛ نسبت سطح خارجی ساختمان به حجم مفید فضای آن؛ نسبت سطح بام به سطح مفید ساختمان؛ نسبت سطح بازشوها در نما به سطح مفید ساختمان؛ جهت استقرار ساختمان نسبت به چهار جهت جغرافیایی؛ خصوصیات جذب تشعشعات خارجی در سطح خارجی ساختمان؛ میزان استفاده از سیستم‌های غیرفعال خورشیدی (پنجره‌ی آفتابی، دیوار آفتابی، گلخانه، سقف‌های آفتابی، سایه‌ی درختان، سایبان‌های افقی و عمودی، بادگیرها، گرمای زمین، حیاط، زیرزمین و...) و میزان استفاده از سیستم‌های فعال خورشیدی به عنوان جمع‌آورنده‌ی انرژی خورشیدی.

(د) تدابیر کلی لازم برای کاهش مصرف انرژی: به منظور تعدیل میزان مصرف بایستی عوامل افزایشدهنده و کاهشدهنده مصرف کنترل شوند. این عوامل عبارتند از: خصوصیات اقلیمی منطقه‌ی استقرار ساختمان (دما، رطوبت، نزولات جوی، شدت و جهت وزش باد، شدت و مدت تابش خورشید، عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، ساعات گرمایش و سرمایش در سال، پوشش گیاهی منطقه، میزان آلودگی هوا)؛ بافت شهری محیط استقرار ساختمان و وضعیت توپوگرافیک یا عوارض منطقه‌ی استقرار ساختمان. به عبارت دیگر ضمن کنترل موارد اصلی ذکر شده، طراحان بایستی انتخاب فرم کالبدی و حجم مناسب، نسبت سطح بام به سطح مفید ساختمان، جهت استقرار و میزان بازشوی مناسب محیط را در طراحی لحاظ نمایند.

(ه) پوسته‌ی خارجی ساختمان: کلیه‌ی سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها و نظایر آن‌ها که در یک طرف فضای خارج و در طرف دیگر فضاهای داخلی ساختمان قرار داشته باشند.

(و) فضای کنترل‌شده: به بخش‌هایی از فضای داخلی ساختمان گفته می‌شود که از نظر گرمایش و سرمایش تحت کنترل قرار می‌گیرد و شرایط حرارتی آن‌ها در محدوده‌ی آسایش مصرف‌کننده نگه داشته می‌شود.

(ز) فضای کنترل‌نشده: به بخش‌هایی از فضای داخلی ساختمان گفته می‌شود که در اوقات گرم یا سرد سال نیازی به سرمایش و یا گرمایش ندارند، مانند پارکینگ‌ها و انباری‌هایی که از سه طرف با دیوار محصورند، دالان‌ها و راه‌پله‌ها و نظایر آن‌ها.

(ح) محدوده‌ی آسایش: شرایطی را که در آن  $80\%$  انسان‌ها احساس آسایش نمایند گویند که طبق استانداردهای پذیرفته‌شده‌ی بین‌المللی این محدوده بین  $22-25/5$  درجه سانتی‌گراد دمای مؤثر  $14-15$  میلی‌متر جیوه فشار بخار آب و  $22\text{ m/sec} = 79\text{ km/h}$  سرعت جریان هوای محیط قرار دارند.

(ط) گرمای ویژه‌ی ساختمان: مقدار انرژی لازم برای گرمایش یک مترمکعب محیط ساختمان در واحد زمان را گویند. مشروط بر آن که اختلاف دمای داخل و خارج ساختمان برابر با یک درجه کلون یا سانتی‌گراد باشد.

(ی) ضریب انتقال حرارتی: مقدار حرارتی را که برحسب ژول (z) در یک ثانیه از واحد سطح یا واحد حجم هر عنصر ساختمانی (ضریب سطحی یا ضریب حجمی) عبور می‌کند ضریب انتقال یا هدایت حرارتی گویند.

ک) توان حرارتی: عبارت است از مقدار انرژی حرارتی لازم برحسب ژول (j) در واحد زمان، که به میزان یک مترمربع از سطح ساختمان را به مقدار یک درجه‌ی کلون یا سانتی‌گراد گرم کند.

## ۷-۴- مقررات و ضوابط طراحی و اجرا برای کنترل محدوده‌ی آسایش در ساختمان

طراحان و سازندگان ساختمانی موظفند برای فراهم نمودن آسایش ساکنین فضاهای انسانی، تبادل گرما را بین داخل بنا و محیط خارج و برعکس برحسب نوع و گروه ساختمان با استفاده از تدابیری نظیر عایق‌بندی کنترل کنند. گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر کنترل محدوده‌ی آسایش در زمینه‌ی گرمایش و سرمایش به این شرح است: ساختمان‌های با صرفه‌جویی زیاد در انرژی، متوسط، قابل قبول و بدون نیاز به صرفه‌جویی ولی از نظر کلی عناصر ساختمان در گروه‌های ۱ و ۲ و ۳ بایستی به گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که ضریب انتقال حرارت (K) آن‌ها از حد مقرر در ضوابط تجاوز ننماید. ولی در صورت عدم امکان تأمین مصالح مناسب لازم است به کمک تعیین سطح پوسته‌ی خارجی و میزان بازشو در پوسته‌ی خارجی ضریب انتقال حرارتی را در کل ساختمان به حد مجاز برسانیم.

جدول ۷-۱- ضریب (K)

ردیف	نوع عنصر و جزء ساختمان	حداکثر ضریب انتقال حرارتی (k) واحد $w/m^2$		
		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
۱	دیوار پوسته‌ی خارجی	۰/۷	۱/۲	۱/۴
۲	دیوار کنترل‌نشده و مجاور همسایه و خارجی	۰/۹	۱/۶	۱/۹
۳	بام‌های آزاد و سقف‌های روباز و حداقل با دو طرف هوای آزاد	۰/۴	۰/۸	۱/۶
۴	سقف‌های مجاور فضاهای کنترل‌نشده‌ی ساختمان	۰/۶	۱/۶	۱/۹
۵	دیوارها و کف‌های مجاور خاک در فضای کنترل‌شده	۰/۸	۱/۷	۳/۵
۶	پنجره‌ها و درهای مجاور هوای آزاد	۲/۸	۳/۲	۵/۲
۷	ضریب نشت هوا از درز پنجره‌ها و درها	$0.3 w/hm(pa)^{2/3}$	محدودیتی ندارد	محدودیتی ندارد

عناصر ساختمانی مربوط به گروه ۴ محدودیت خاصی در رابطه با ضریب انتقال حرارتی ندارند ولی دمای داخلی ساختمان آن‌ها بایستی در فصول سرد کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد شود. ضمناً حداکثر گرمای ویژه ساختمان‌ها باید در گروه یک  $0.7 W/m^3 k$  و گروه دوم  $1.1 W/m^3 k$  و گروه سوم  $1.4 W/m^3 k$  طراحی شود.

## ۷-۵- ضوابط و توصیه‌های (اجباری و اختیاری) در طراحی و اجرای ساختمان‌ها

ضمن رعایت و کنترل مطالب گفته‌شده در بند ۷-۳، باید توجه خاصی به تطبیق شرایط طراحی با شرایط محیطی گردد و به نقشه‌پهنه‌بندی اقلیمی یا جداول تعیین اقلیم مناطق در پیوست دقت نمایند. البته ضوابط و دستورالعمل‌های ابلاغی توسط دستگاه‌های اجرایی کشور یا مطالعات و دفترچه مشخصات فنی عمومی و خصوصی هر طرح می‌تواند توصیه‌ها و معیارهای اجباری در طراحی و رعایت ضوابط صرفه‌جویی انرژی را ارایه کند. ولی از نظر کلی وضعیت استقرار، میزان و شدت و جهت وزش باد، وضعیت

عوارض و شرایط طبیعی زمین و توجه به شرایط بومی و گونه‌شناسی ساختمان‌ها می‌تواند به نحو مؤثری در طراحی و معماری ساختمان‌ها و هماهنگی آن‌ها با محیط و شرایط طبیعی منطقه، استفاده از انرژی طبیعی و کاهش اتلاف انرژی‌های تولید شده در داخل ساختمان تأثیر گذارد. در این رابطه برحسب هر نوع اقلیم تعریف شده در قبل به توصیه‌های اختیاری طراحی می‌پردازیم:

#### ۷-۵-۱- توصیه‌های طراحی در اقلیم سرد:

**الف) فرم ساختمانی:** به منظور کاهش تأثیر هوای سرد باید نسبت سطح خارجی ساختمان در برابر حجم آن به حداقل رسانیده شود. توصیه می‌شود از فرم‌های ساختمانی متراکم و فشرده با پلان مربع و حجم نزدیک به مکعب و حجم‌هایی که اثر وزش باد را به کالبد ساختمان کاهش می‌دهند استفاده کرد.

**ب) تهویه:** برای جلوگیری از افت ناگهانی دمای داخلی بنا و ورود باد تعبیه‌ی ورودی‌های کنترل‌شده توصیه می‌شود. لازم است سطح پوسته‌ی خارجی از بافت خشن و رنگ‌های تیره برای جذب بیشتر انرژی خورشیدی استفاده کرد و مساحت سطوح بازشو به حداقل ممکن کاهش یابد و شیشه‌های چندجداره برای پنجره‌ها به کاربرد و با افزایش سرما تعداد جداره‌ی پنجره‌ها در شیشه را بیشتر کرد.

#### ۷-۵-۲- توصیه‌های طراحی در اقلیم معتدل و مرطوب:

**الف) فرم ساختمان:** در این مناطق محدودیت فرم ساختمان نداریم و توصیه می‌شود ساختمان در جهت شرقی و غربی گسترش یابد و در مسیر شرق - غرب به صورت افقی کشیده طراحی شوند.

**ب) تهویه:** برقرار نمودن جریان هوای تازه در این مناطق اهمیت خاصی دارد. لذا با توجه به بادهای مفید محلی می‌توان بازشوهایی در مقابل هم و دالان‌های عبور هوا در میان بخش‌های مختلف ساختمان ایجاد نمود و با در نظر گرفتن فضای باز میان دو ساختمان مجاور امکان تداوم جریان هوا را فراهم کرد.

#### ۷-۵-۳- توصیه‌های طراحی در اقلیم گرم و خشک:

**الف) فرم ساختمان:** گسترش پلان در جهت شرقی - غربی می‌تواند سطوح خارجی مشرف به حرارت را کاهش دهد و با محصور نمودن ساختمان با دیوارهای یک پارچه نسبتاً بلند یا پیش‌بینی فرم‌هایی با حیاط مرکزی گشایش فضاها را داخلی به این حیاط، احداث زیرزمین، استفاده از عناصر محوطه و آب‌نماهای واقع در سایه و در مسیر حرکت هوا می‌توان محیط را از طریق تبخیر آب خنک کرد.

**ب) تهویه:** به منظور تهویه با استفاده از سیستم بادگیر جهت خنک و مرطوب کردن هوای داخل ساختمان، کاهش سطح و تعداد بازشوها و نصب آن‌ها در قسمت‌های فوقانی دیوارها، استفاده از رنگ‌های روشن و سطوح نه‌چندان خشن در سطح بام و دیوارهای خارجی در معرض آفتاب تابستان، اجتناب از پنجره‌های شرقی غربی و استفاده از سایبان برای پنجره‌ها توصیه می‌شود.

#### ۷-۵-۴- توصیه‌های طراحی در اقلیم گرم و مرطوب:

**الف) فرم ساختمانی:** بایستی کالبد ساختمان به شکل کشیده و از نظر حجمی مکعب مستطیلی و در امتداد محور شرقی غربی گسترش یابد. در صورتی که ساختمان در سایه کامل قرار گیرد پلان آن می‌تواند به صورت آزاد طراحی شود و در هر حال بایستی به جهت وزش بادهای مطلوب توجه و سقف ساختمان بلند طراحی شود.

**ب) تهویه:** به منظور افزایش نهایی سرعت جریان هوا در اطراف ساختمان، ایجاد فاصله بین ساختمان‌ها توصیه می‌گردد. باید از ایجاد پنجره در نماهای شرقی و به خصوص غربی پرهیز شود، در غیر این صورت پیش‌بینی سایبان عمودی برای پنجره‌های شرقی و غربی ضروری است و استفاده از شیشه دوجداره برای پوشش پنجره‌ها توصیه می‌شود.

## ۶-۷- ضوابط مربوط به عایق کاری حرارتی، رطوبتی، صوتی و روش های کنترل

در رابطه با دیگر صور انرژی باید توجه نمود که ایجاد مانع و ممانعت از نفوذ انرژی هایی مانند صوت، الکتریسته (صاعقه)، رطوبت (رطوبت، نشست آب و یخ زدگی شاه لوله) بر اساس روش های اصولی اجرای ساختمان و مقررات فنی صورت می گیرد. به عنوان مثال، با نصب آنتن صاعقه گیر، ساختمان در مقابل رعد و برق عایق می گردد؛ با استفاده از مصالح ضد رطوبت مانند قیر گونی و ایزوسیل ها (پوشش های عایق) پوشش های قیر اندود و ضد آب ساختمان در مقابل نفوذ آب مقاوم می شود؛ با استفاده از مصالح با ضریب هدایت صوتی پایین و انواع قطعات و مواد مجوف، پوک و تو خالی در دیوارها، سقف ها و جدا کننده ها از عبور اصوات مزاحم (نوفه) در بین فضاهای داخلی جلوگیری می شود و کنترل شدت صوت عبوری برای فضاهای حساس، مانند اتاق های کنترل و تولید در سازمان صدا و سیما، به کمک ضخامت لازم و مصالح مناسب در لایه های جدا کننده تحت کنترل در آورده شود. در این رابطه به مختصری از ضوابط هر بخش می پردازیم:

**الف) ضوابط عایق کاری حرارتی در ساختمان:** به منظور جلوگیری از تبادل حرارتی اضافی در ساختمان بایستی مسیرهای عبور انرژی گرمایی که عبارتند از: زیرزمین ها، کف ها، دیوارها، بام ها، در و پنجره های سطح خارجی، ترک ها و درزهای پوسته ی خارجی تحت کنترل در آیند و نیز وضعیت وزش باد در اطراف ساختمان مد نظر قرار گیرد و نهایتاً عایق بندی متناسب به کار رود. به عبارت دیگر لازم است از تبادل حرارتی زیرزمین ها با محیط جلوگیری شود و کف زیرزمین پوشش مناسب داشته باشد (بتن ریزی روی قلوه سنگ) و کف پیلوت های روی زیرزمین عایق بندی شوند. حداقل ضخامت دیوارهای خارجی باید  $20^{\circ}$  سانتی متر باشد و از مصالح عایق حرارتی مناسب ساخته شده باشد؛ از پوشش مناسب در بام استفاده شود؛ درز بندی مناسب برای درها و پنجره ها به کار گرفته شود و برحسب ضرورت از چند لایه شیشه استفاده شود و روزه های ساختمان در هنگام فصل سرما، به جز لوله ی بخاری ها، مسدود شوند.

مصالح مصرفی برای عایق کاری حرارتی، باید به گونه ای انتخاب شوند که در صورت نمودن محل مورد نظر امکان نم بندی در آن ها فراهم باشد و پیوستگی قشر عایق و نم بند حفظ شده باشد. لایه های عایق بندی عمود بر هم (تار و پود) نصب شوند و انواع عایق نرم مانند پتویی، تویی، انباشته و قطعه ای به صورت نامتراکم و پف کرده مصرف شوند و امکان تهویه در مناطق مرطوب و جلوگیری از تجمع آب در عایق حرارتی فراهم شده باشد. روی سطوح ورقه ای (پلی استایرین) لاستیکی نبایستی رنگ روغنی به کار رود زیرا امکان آتش سوزی به وجود می آید. در محل دیوار زیرزمین عایق حرارتی با لایه نم بند به صورتی اجرا شود که در موضع تقاطع محوطه و دیوار لایه ی عایق به داخل دیوار برگردانده شود و در موضع کف زیرزمین نیز حداقل  $60^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  سانتی متر در محل کف برگردانده شود. در مورد کف ها باید لایه نم بند زیر سقف و در سمت گرم عایق قرارگیری و سمتی از عایق که در معرض دید قرار می گیرد با سیم توری یا رابیتس و ملات کشی سیمان یا گچ پوشانیده شود. در محل دیوارهای خارجی می توان با استفاده از ایجاد فاصله بین جداره های دیوار و قراردادن لایه ی عایق بین آن ها که حداقل  $50^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  میلی متر فاصله دارد، عمل کرد و درزهای کنار درها و پنجره ها به کمک الیاف های کفی قیر اندود کاملاً بسته شده باشند و در محل بام ها نیز به کمک فضای هوای محبوس و یا عایق زیر پوشش نهایی و نم بند می توان عمل کرد به شرط آن که روی دیوارهای خارجی نیز ادامه یابد و روزه های تأسیساتی در بام را مسدود نماید. در مکان های نصب چراغ سقفی تو کار در سقف کاذب نبایستی تا فاصله ی  $75$  سانتی متری اطراف چراغ عایق کاری نمود زیرا باعث آتش سوزی می شود.

حداقل فاصله ی شیشه ی پنجره های چند جداره  $50^{\circ}$  میلی متر است و حداقل فاصله ی بین عایق حرارتی و مصالح نما سازی در دیوارهای خارجی بایستی  $25$  میلی متر باشد. در صورتی که در میان تیرچه های سقف برای حرارت از عایق بندی استفاده شود رعایت

تهویه عایق ضروری است.

ب) ضوابط عایق کاری صوتی در ساختمان: به منظور جلوگیری از ظهور هرگونه صدای ناخواسته (نوفه) در محیط زندگی انسان ایجاد عایق و مانع صوتی ضروری به نظر می رسد. در این رابطه انتقال می تواند از طریق هوا یا اجسام جامد و مادی صورت گیرد و به این منظور می توان از جداکننده های تک لایه ای مانند در، پنجره، دیوار، سقف و ... یا جداکننده های چند لایه ای مرکب استفاده نمود. در رابطه با تعیین کیفیت عایق بندی صوتی شاخص کاهش صدا «R» به کار می رود.

$W_1$  – توان صوتی وارد شده به نمونه ی مورد آزمایش به وات

$W_2$  – توان صوتی خارج شده (تراگیسل شده) از نمونه ی مورد آزمایش به وات

$$R = 10 \log \left( \frac{W_1}{W_2} \right) = 10 \log \left( \frac{1}{T} \right)$$

R – شاخص کاهش صدا یا افت تراگیسل به دسی بل

T – ضریب خروج (تراگیسل) جداکننده یا نمونه ی مورد نظر آزمایش

طبق مقررات تنظیم شرایط صوتی (آلوستیک) شاخص کاهش صدا در ساختمان های مسکونی، هتل ها، مدارس، بیمارستان ها و ساختمان های اداری و تجاری و سالن های کنفرانس و کتابخانه بین  $50^\circ$  –  $30^\circ$  دسی بل کاهش را از خود نشان دهد.

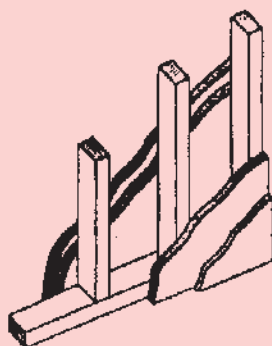
شاخص کاهش صدای برخی جداگرها «R»

دسی بل	$44 \leq R \leq 48$	دیوارهای با آجر فشاری ۱۲ سانتی متری با دورواندود
دسی بل	$47 \leq R \leq 51$	دیوارهای با آجر فشاری ۱۵ سانتی متری با دورواندود
دسی بل	$48 \leq R \leq 53$	دیوارهای با آجر فشاری ۱۸ سانتی متری با دورواندود
دسی بل	$49 \leq R \leq 54$	دیوارهای با آجر فشاری ۲۵ سانتی متری با دورواندود
دسی بل	$55 \leq R \leq 60$	دیوارهای با آجر فشاری ۳۵ سانتی متری با دورواندود
دسی بل	$48 \leq R \leq 53$	دیوارهای با آجر ماسه آهکی ۱۲ سانتی متری با دورواندود
دسی بل	$50 \leq R \leq 55$	دیوارهای با آجر ماسه آهکی ۲۰ سانتی متری با دورواندود
دسی بل	$47 \leq R \leq 52$	دیوارهای بتنی ۱۲ سانتی متری
دسی بل	$50 \leq R \leq 54$	دیوارهای بتنی ۱۵ سانتی متری
دسی بل	$53 \leq R \leq 59$	دیوارهای بتنی ۱۸ سانتی متری
دسی بل	$32 \leq R \leq 38$	دیوارهای گچی ۱۰-۶ سانتی متری
دسی بل	$18 \leq R \leq 28$	دیوارهای چوبی تئوپان ۴-۱ سانتی متری
دسی بل	$R = 40$	دیوارهای دوجداره ی گچی ۶ سانتی متری با پشم سنگ ۲ سانتی متری در وسط
		دیوارهای دوجداره ی گچی ۱/۵ و ۶ سانتی متری با پشم سنگ
دسی بل	$R = 47$	۲ سانتی متری باروکش مقوایی
دسی بل	$R = 48$	دیوارهای دوجداره ی گچی ۲/۵ و ۶ سانتی متری با پشم سنگ ۲ سانتی متری

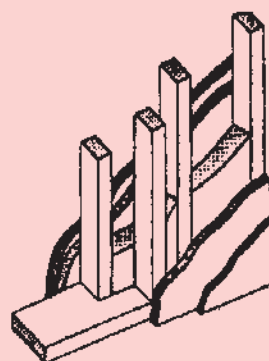
دیوارهای دوجداره‌ی گچی ۴ و ۸ سانتی‌متری با پشم سنگ ۲ سانتی‌متری	$R = 50$	دسی‌بل
دیوارهای دوجداره‌ی گچی ۱/۲ و ۱۵ سانتی‌متری با پشم سنگ ۲ سانتی‌متری		
با روکش مقوایی	$R = 52$	دسی‌بل
دیوارهای آجری سفالی سوراخ‌دار با ضخامت ۱۲ سانتی‌متری	$R = 42$	دسی‌بل
دیوارهای بلوکی بتنی سبک ۱۲-۲۷ سانتی‌متری به صورت توپیر	$42 \leq R \leq 51$	دسی‌بل
دیوارهای بلوکی گچی درزبندی‌شده به ضخامت ۱۰ سانتی‌متری	$R = 37$	دسی‌بل
دیوارهای دوجداره‌ی گچی ۱ سانتی‌متری تا ۲/۴ سانتی‌متر و پشم شیشه		
با ضخامت ۵ سانتی‌متری	$48 \leq R \leq 52$	دسی‌بل
درهای یک لایه‌ی ساده به ضخامت ۲ سانتی‌متر (چهارچوب)	$15 \leq R \leq 25$	دسی‌بل
درهای دولایه‌ی سبک تا سنگین با چهارچوب به ضخامت ۲-۸ سانتی‌متر		
و با فاصله‌ی ۱۵-۳۰ سانتی‌متر	$25 \leq R \leq 45$	دسی‌بل
درهای صدابند مخصوص دولایه‌ای سنگین با چهارچوب		
به فاصله‌ی ۲۵-۵۰ سانتی‌متر	$40 \leq R \leq 60$	دسی‌بل
درهای چوبی به ضخامت ۴ سانتی‌متر چهارچوب و دولایه فیبر یا		
تخته سه‌لا ۳ میلی‌متری و شبکه در وسط	$14 \leq R \leq 20$	دسی‌بل
پنجره‌های ساده با شیشه ۲-۸ میلی‌متر بدون درزبندی	$10 \leq R \leq 21$	دسی‌بل
پنجره‌های دو جداره با شیشه ۴-۸ میلی‌متر با فاصله‌ی ۱۵-۱ سانتی‌متر	$24 \leq R \leq 45$	دسی‌بل

در هر حال باید به دو روش کاهش ورود سر و صدای مزاحم از بیرون و جلوگیری از خروج صداها تولیدشده به بیرون عمل عایق‌بندی صوتی صورت پذیرد. هرچه دیوار و جداگر سنگین‌تر باشد میزان کاهش انتقال صوت بیشتر می‌شود زیرا امکان ارتعاش دیوار سنگین کمتر است. به‌ازای هر ۵۰ کیلوگرم در هر مترمربع وزن دیوار با مصالح بنایی می‌توان ۲۶ دسی‌بل از عبور سر و صدا جلوگیری نمود. اگر ضخامت دیوار دو برابر شود تنها ۹ دسی‌بل قدرت کاهش صدا به آن افزوده می‌شود. از طرفی به منظور جلوگیری از لرزش‌ها و اصوات زمینه‌ای (انتقال از طریق مادی) ناشی از ضربه، حرکت وسایط نقلیه، تحرک دستگاه‌های مکانیکی و تأسیسات مکانیکی و برقی باید قطعات نرم و کشسان در معرض ضربه و لرزه به قسمت‌های محکم ساختمان نصب شوند؛ با کف‌پوش‌های نامتراکم و فوم‌دار از ضربه‌ی کوبه‌ها روی سقف‌ها جلوگیری نمود؛ به کمک سقف کاذب و دوپوش کردن سقف‌ها و نصب اتصالات فنری از انتقال ضربات جلوگیری کرد. لاستیک و تئوپرن، فنرها و بالشتک‌ها در محل تکیه‌گاه تأسیسات مکانیکی و برقی و به‌ویژه کولرها و برج‌های خنک‌کننده نصب کرد و با نصب لوله‌ها و داکت‌های تهویه به دیوار سقف از ایجاد لرزش در سازه جلوگیری کرد.

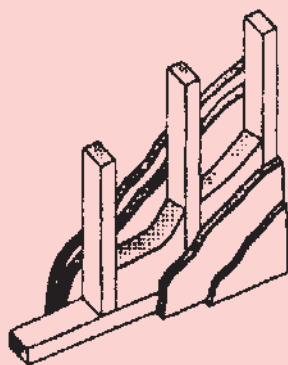




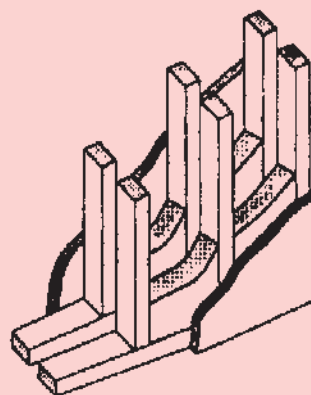
الف) چار تراش های  $38 \times 89$  میلی متر، تخته گچی  $9/5$  میلی متر و  $16$  میلی متر اندود گچی



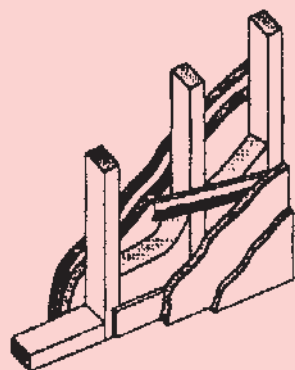
د) چار تراش های  $38 \times 89$  میلی متر که به طور متناوب نصب شده، تخته گچی  $9/5$  میلی متر و  $13$  میلی متر اندود گچی و  $89$  میلی متر عایق پشم شیشه



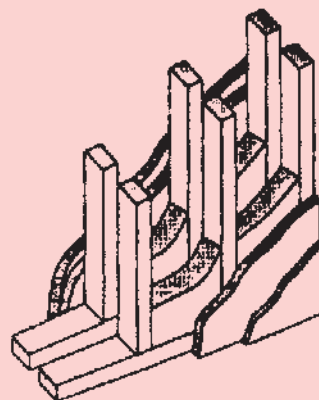
ب) چار تراش های  $38 \times 89$  میلی متر، تخته گچی  $9/5$  میلی متر و  $16$  میلی متر اندود گچی و  $89$  میلی متر عایق پشم شیشه



ه) چار تراش های  $38 \times 89$  میلی متر، صفحات جدای تخته گچی  $13$  میلی متر و دولایه عایق پشم شیشه به ضخامت  $89$  میلی متر


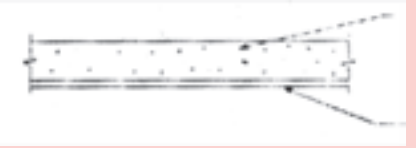

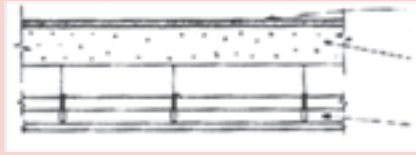
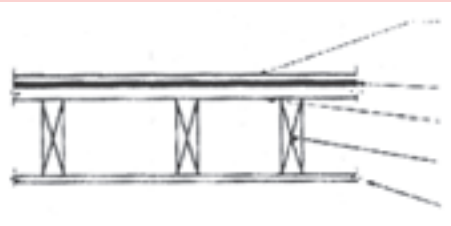
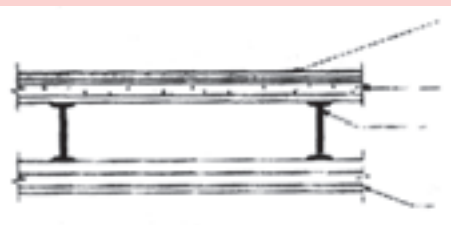


ج) مانند ب ولی با اتصالات فلزی



و) چار تراش های  $38 \times 89$  میلی متر، صفحات جدای تخته گچی  $9/5$  میلی متر و  $13$  میلی متر اندود گچی و دولایه عایق پشم شیشه  $89$  میلی متر

شکل ۷-۱- «درجه‌ی عبور صوت» مربوط به جزییات مختلف دیوارسازی

درصد صدای کوبه‌ای	(سقف طبقه زیر)	نوع ساختمان کف
-۱۸		تخته‌های به ضخامت ۱۹ میلی‌متر کام و زبانه شده، تیرچه‌های ۳۸×۸۴ میلی‌متر به فاصله‌ی محور تا محور ۴۰۶ میلی‌متر تخته گچی ۹/۵ میلی‌متری میخ‌شده به سقف
-۱۷		تاوه بتن آرمه به ضخامت ۱۶۵ تا ۲۳۰ میلی‌متر ۱۳ میلی‌متر اندود گچی
-۵		تخته‌های به ضخامت ۱۹ میلی‌متر کام و زبانه، تیرچه‌های ۳۸×۸۴ میلی‌متر به فاصله‌ی محور تا محور ۴۰۶ میلی‌متر تخته گچی به ضخامت ۱۶ میلی‌متر پیچ‌شده به قطعات فلزی
-۴		کف‌پوش موزاییک به ضخامت ۱۹ میلی‌متر تاوه بتن آرمه به ضخامت ۱۱۴ میلی‌متر سقف کاذب متشکل از تخته گچی و اندود گچی
+۵		فرش ماشینی ۹/۵ میلی‌متری از مواد نایلونی بر ۶ میلی‌متر فوم بلاستیکی تخته لایه‌ی به ضخامت ۱۳ میلی‌متر زیر فرش تخته لایه‌ی زیرسازی به ضخامت ۱۶ میلی‌متر تیرچه‌های ۳۸×۲۳۵ میلی‌متر به فاصله‌ی محور تا محور ۴۰۶ میلی‌متر تخته گچی به ضخامت ۱۳ میلی‌متر میخ‌شده به تیرچه‌های سقف
+۲۶		فرش ماشینی ۹/۵ میلی‌متری از مواد نایلونی بر روی ۶ میلی‌متر فوم بلاستیکی ۵۱ میلی‌متر بتن سبک بر روی رابیتس راه راه به ضخامت ۹/۵ میلی‌متر تیرچه ساخته شده از میلگرد به ارتفاع ۱۷۸ میلی‌متر تخته گچی به ضخامت ۱۶ میلی‌متر ناودانی‌های اتصال تخته گچی به ضخامت ۱۳ میلی‌متر

شکل ۲-۷- «مربوط به درصد ضربات کوبه‌ای انواع مصالح سقف‌ها»

جدول ۷-۲- دسته‌بندی شهرهای مهم ایران براساس مناطق کلی اقلیمی از نظر طراحی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی (پیشنهادی)

ردیف	شهرهای مهم ایران	اقلیم سرد	اقلیم معتدل و مرطوب	اقلیم گرم و خشک	اقلیم گرم و مرطوب
۱	آبادان			☼	
۲	آمل		☼		
۳	اراک	☼			
۴	اردبیل	☼			
۵	ارومیه	☼			
۶	اصفهان			☼	
۷	اهواز			☼	
۸	ایرانشهر			☼	
۹	بابل		☼		
۱۰	بابلسر		☼		
۱۱	کرماتشاه	☼			
۱۲	بروجرد	☼			
۱۳	بندر انزلی		☼		
۱۴	بندرعباس				☼
۱۵	بندر لنگه				☼
۱۶	بم			☼	
۱۷	بوشهر				☼
۱۸	بیرجند			☼	
۱۹	تبریز	☼			
۲۰	تربت حیدریه	☼			
۲۱	تنکابن		☼		
۲۲	تهران			☼	
۲۳	چابهار				☼
۲۴	خوی	☼			
۲۵	دزفول			☼	
۲۶	رامسر		☼		
۲۷	رشت		☼		
۲۸	زابل			☼	

ادامه‌ی جدول ۲-۷

ردیف	شهرهای مهم ایران	اقلیم سرد	اقلیم معتدل و مرطوب	اقلیم گرم و خشک	اقلیم گرم و مرطوب
۲۹	زاهدان			☼	
۳۰	زنجان	☼			
۳۱	ساری		☼		
۳۲	سبزوار			☼	
۳۳	سقز	☼			
۳۴	سمنان			☼	
۳۵	سنندج	☼			
۳۶	شاهرود	☼			
۳۷	شهرکرد	☼			
۳۸	شیراز			☼	
۳۹	طیس			☼	
۴۰	فسا			☼	
۴۱	قائم شهر		☼		
۴۲	قزوین	☼			
۴۳	قم			☼	
۴۴	کاشان			☼	
۴۵	کرج			☼	
۴۶	کرمان	☼			
۴۷	گرگان		☼		
۴۸	لاهیجان		☼		
۴۹	مراغه	☼			
۵۰	مشهد	☼			
۵۱	ملایر	☼			
۵۲	نجف آباد	☼			
۵۳	نیشابور	☼			
۵۴	همدان	☼			
۵۵	یزد			☼	

وضعیت اقلیمی که به هر شهر نسبت داده شده با این معیار انتخاب گردیده که طراحی مناسب با آن اقلیم در آن شهر حداکثر صرفه‌جویی در مصرف انرژی در سال را موجب می‌شود.

جدول ۷-۳- قابلیت هدایت حرارتی برای مصالح مختلف ساختمانی (پیشنهادی)

قابلیت هدایت حرارتی W/°cm	وزن مخصوص kg/m <sup>۳</sup>	مصالح
بتن‌ها		
۱/۵	۲۲۰۰	بتن
۱/۷۵	۲۴۰۰	بتن مسلح
۰/۱۵	۴۰۰	بتن سبک
۰/۲۱	۶۰۰	
۰/۲۸	۸۰۰	
۰/۳۶	۱۰۰۰	
۰/۴۷	۱۲۰۰	
۰/۶۰	۱۴۰۰	
۰/۷۵	۱۶۰۰	
۱/۰	۱۸۰۰	
روکش‌ها		
۰/۷	۱۶۰۰	روکش گچ
۰/۹	۱۷۰۰	ملات شفته‌ی آهک
۱/۲۵	۲۰۰۰	روکش ماسه سیمان و ملات بتن
ورق‌های آزبست		
۰/۳۵	۱۸۰۰	
عایق‌ها		
۰/۰۴-۰/۰۴۵	۲۰-۳۰	الیاف معدنی (پشم شیشه و یا سنگ)
۰/۰۴۵-۰/۰۶	۲۰۰-۳۰۰	الیاف معدنی به‌صورت پانل (پشم شیشه و یا سنگ)
۰/۰۳۵-۰/۰۴	۲۰-۵۰	پلی استیرن (یونولیت)
۰/۰۳-۰/۰۳۵	۲۰-۵۰	پلی یورتان
۰/۱۵	۳۲۰-۸۰۰	پوکه

ادامه‌ی جدول ۳-۷

قابلیت هدایت حرارتی W/°cm	وزن مخصوص kg/m <sup>۳</sup>	مصالح
آجرها		
۰/۴۶	۱۰۰۰	آجر با ملات
۰/۵۲	۱۲۰۰	آجر مجوف
۰/۶	۱۴۰۰	آجر مجوف
۰/۸	۱۸۰۰	آجر معمولی
۱۰/۰۵	۱۶۰۰	آجرنما
آسفالت‌ها		
۰/۵	۱۷۰۰	
۰/۷	۲۱۰۰	
سنگ‌ها		
۳	۲۵۰۰-۳۰۰۰	بازالت - گرانیت
۲/۳	۸۰۰	تراورتن
۰/۷	—	کاشی لعابی
۰/۴۷	—	اندود کاهگل
۱/۰۵	—	خشت
چوب‌ها		
۰/۲۹	۸۰۰-۱۰۰۰	سنگین
۰/۲۳	۶۰۰-۷۵۰	معمولی
۰/۱۵	—	تئوبان - فیبر
۷۲	۷۸۷۰	آهن
۵۲	۷۷۸۰	فولاد
۲۰۳	۲۷۰۰	آلومینیم
۳۸۰	۸۹۳۰	مس
۱/۱۵	۲۷۰۰	شمیشه

جدول ۷-۴- مقاومت حرارتی سطوح جسم به هوا و بالعکس (پیشنهادی)

ضریب مقاومت حرارتی سطح $\frac{1}{h}$ به $^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{W}$		جزء و جهت
خارجی $\frac{1}{h_i}$	داخلی $\frac{1}{h_o}$	جریان حرارت
۰/۰۶	۰/۱۲	دیوار $\rightleftarrows$
۰/۰۴	۰/۱۰	سقف و کف $\uparrow$
۰/۰۴	۰/۱۵	سقف و کف $\downarrow$

⊛ برای سطوح با کیفیت انتشار زیاد.

⊛⊛ سرعت جریان باد  $V = 3 \text{ (m/s)}$

جدول ۷-۵- ضریب انتقال حرارت برای پنجره‌ها و نورگیرها (پیشنهادی). پنجره‌ها فاقد پرده فرض شده‌اند

ضریب انتقال حرارت ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{M}^2/\text{W}$ )		اجزا
اجزای عمودی	اجزای افقی	
۶/۲	۷/۰	شیشه یک جداره
۳/۰	۳/۴	شیشه دوجداره
۲/۰	-	شیشه سه جداره
-	۶/۵	نورگیرهای پلاستیکی گنبدی

جدول ۷-۶- ضریب انتقال حرارت برای درهای چوبی و فلزی (پیشنهادی)

ضریب $\text{K}(\text{W}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2)$	مشخصات	ضخامت
۳/۱۲	درهای فیبر معمولی توخالی	۴ سانتی متر
۲/۷۸	درهای چوبی توپر (نوع مرغوب)	۴ سانتی متر
۲/۲۷	درهای فلزی - با عایق پلی یورتان	۴ سانتی متر
۳/۳۵	درهای فلزی - با عایق الیاف معدنی	

## ۷-۷- ضوابط تعمیر، نگهداری، بازسازی و جلوگیری از فرسودگی ساختمان

همان گونه که در مباحث عایق بندی بیان شد عوامل مضر به حال عمر مفید ساختمان و عواملی که مانع بهره برداری صحیح می شوند نباید با ساختمان تماس داشته باشند. چنانچه در طول عمر مفید ساختمان معایبی از نظر نحوه بهره برداری، حجم و شکل، اتصال، ترک در سطح یا عمق اجزای ساختمان پدید آید لازم است با جلوگیری از نفوذ عوامل مضر به داخل ساختمان، فرار انرژی یا عوامل مفید از داخل ساختمان به بیرون جلوگیری به عمل آورده شود. به عبارت دیگر رسیدگی، نگهداری، تعمیر، مرمت و رعایت ضوابط مربوطه نوعی صرفه جویی در مصالح و انرژی محسوب می گردد.

### ۷-۷-۱- عوامل مزاحم در کاهش عمر ساختمانها: این دسته عوامل عبارتند از:

- الف) پیرشدن یا سپری شدن عمر طبیعی مواد و مصالح مصرف شده در ساختمان.
- ب) عوامل محیطی مانند سیل، زلزله، نزولات جوی، باد، آفتاب و تغییرات درجه حرارت.
- ج) انفجار، آتش سوزی، خرابی های ناشی از جنگ و خرابکاری عمدی یا سهل انگاری.
- د) تغییر شرایط بهره برداری، تغییر کاربردی، توسعه قائم و افقی و تغییر معماری داخلی و تعدد دیوارها.
- ه) وقفه های کاری در حین اجرا و اثرات محیطی سرما، یخبندان، رطوبت و ضعف کیفی حاصله.
- و) عدم رعایت مشخصات فنی اعم از کاربرد و مصرف مصالح و مواد نامرغوب و به کارگیری افراد بی تجربه و تجهیزات و ماشین آلات نامتناسب.

ز) نشست های ناخواسته در اثر فروکش کردن چاه ها و تغییرات آب های زیرزمینی یا عملیات اجرایی در زمین همسایه.

### ۷-۷-۲- روش های اصلاح، مرمت و بهسازی: به منظور حفظ و نگهداری ساختمان و افزایش عمر مفید آن بایستی

پرونده و شناسنامه ای مشتمل بر توضیحات مربوط به چگونگی اجرا، سوابق حین ساخت، نقشه های اجرا شده، مکان های قطع عملیات و دلایل آن و چگونگی نصب تأسیسات مکانیکی و برقی تهیه بشود تا در هنگام بروز اشکال بهتر بتوان نقایص را رفع کرد و به تعمیر آن اقدام کرد. در هر مقطع رفع عیب به شرح زیر صورت می پذیرد:

الف) در محوطه سازی با توجه به اصول زهکشی و رعایت همگونی در مصالح قدیم و جدید و کنترل ضخامت روسازی بایستی اقدام به اصلاح روسازی نمود.

ب) در هنگام ظهور گودال و حفره باید با توجه به میزان کوبیدگی روسازی، ضعف زیرسازی و میزان سیمان یا قیر موجود در روسازی، نحوه ترک خوردگی ها و علت خرابی به رفع عیب نمود.

ج) در مورد عیوب رنگ آمیزی باید براساس شرایط آب و هوایی، میزان تناسب رنگ در موضع مورد نظر با محیط، نحوه بهره برداری و صحت عملیات زیرسازی رنگ مزبور و کنترل شرایط محیطی (نور، درجه حرارت، رطوبت و تماس سطوح خشن) اقدام به رفع نماییم. در این رابطه براساس نوع رنگ (پلاستیک، لعابی، روغنی روی چوب و آهن و بتنی، لاک الکل) به ترتیب از روش سمباده کشی، برس سیمی دستی یا برقی، اطوی داغ یا سود سوزآور و رنگ بر مناسب برای چوب و در مورد فلزات از روش سوزاندن و در سطوح سیمانی از روش ساییدن و در مورد لاک الکل از بنزن، تولوئن، اتر، استن و یا مخلوط آمونیاک و تربانتین بایستی استفاده شود و قبل از رنگ آمیزی مجدد نیز لازم است تا بستر کار آماده و از هر گونه خزه، گل سنگ و جلبک و کپک پاکسازی و منشأ تجمع رطوبت حذف و تهویه و ضد عفونی لازم انجام پذیرد.

د) در عملیات آجرکاری باید عواملی که باعث نفوذ رطوبت، یخ زدگی، ضعف ملات، نشست ناهمگون انبساط و انقباض ناهمگون، آتش سوزی، آلودگی آجر و ذرات مضر در آن می شود در نظر گرفت. در تعمیرات جزئی جابه جایی قسمت های معیوب و



بندکشی لازم و در تعمیرات اساسی تخریب کل یا قسمتی از ستون و بازسازی کامل ستون‌های آجری به شرط رعایت شمع‌بندی، ایمنی و حفاظت سازه و افراد مد نظر قرار می‌گیرد. در تخریب کامل یا تعویض قسمتی از دیوارهای آجری لازم است با سوراخ نمودن دیوار برای اجرای شمع‌بندی و رعایت ایمنی ساختمان و افراد (در حالت دسترسی دوطرفه) و نیز مهارسازی کامل وزن سقف موجود روی دیوار (در حالت دسترسی یک‌طرفه) دیوار اقدام نمود.

ه) در تعمیرات طاق ضربی چنان‌چه دور و خیز لازم در آن برقرار نباشد یا نفوذ آب موجب شستن ملات شده باشد ضمن تخریب قسمت معیوب با تأمین خیز لازم و تکمیل میل مهار سقف در صورت لزوم و مهر کردن سقف (پر کردن ملات در روزنه‌ها به صورت مقاوم) اقدام می‌شود.

و) در حذف دیوارهای داخلی به کمک نعل درگاه مناسبی به جای دیوار نصب می‌شود.

ز) درنماسازی مجدد، کیفیت اجرا و مصالح مصرفی باید مطابق شرایط وضع موجود نمای ساختمان باشد و میان قسمت کهنه و نو هماهنگی برقرار گردد و میزان ریشه‌ی لازم در جایگزینی قسمت ترمیمی تأمین شود.

ح) در عایق‌کاری‌ها، پس از پاکسازی محل مورد نظر، ابتدا ملات ماسه سیمان زیر عایق تأمین و سپس عایق‌کاری به عمل می‌آید. چنان‌چه بخواهیم لای دیوار عایق‌کاری کنیم ابتدا باید شمع‌بندی و تخریب دیوار و سپس عایق‌کاری و ترمیم دیوار صورت گیرد. در هنگام عایق‌کاری لازم است به تناسب قیر مصرفی با شرایط آب و هوایی محیط و اصول اجرایی توجه شود. اگر عایق‌کاری روی آسفالت انجام می‌شود باید قیر کافی برای اتصال روی آسفالت ریخته شده باشد.

ط) در تعمیر پوشش‌های بام و سقف شیب‌دار چون پوسیدگی مانع تعمیر می‌شود، بنابراین؛ تعویض، تعمیر جزئی، تخریب و بازسازی مجدد عمده‌تأ ضروری به نظر می‌رسد.

ی) در ترمیم سنگ‌کاری و موزاییک به کاربری اطاق‌ها، راهروها، سالن‌ها، حیاط‌ها و سرویس‌ها که یا خشک می‌باشند یا آبریزی دارند و نیز مسئله یخ‌زدگی باید توجه نمود. در تخریب قطعات پوشش موزاییکی یا سنگ پلاک برداشتن قطعات معیوب باید به‌طور کامل انجام و ملات زیرین بازسازی گردد و حضور لوله‌های آب، برق و عایق‌کاری و صدمات مربوطه به ویژه سرویس‌های بهداشتی را مد نظر قرار داد.

ک) در مورد بازسازی پله‌ها براساس نوع پله‌ی مورد نظر و مصالح مصرفی (آجری، موزاییکی، فلزی پیش‌ساخته، بتنی در جاوسنگی) تخریب تا مرحله‌ی شروع پله‌سازی در حین اجرا انجام و اتصال نوع پیش‌ساخته صورت می‌گیرد و سپس جایگزینی و بازسازی شروع می‌شود. لازم است هماهنگی دو قسمت جدید و قدیم نیز برقرار شود.

ل) در بازسازی سطوح کاشی‌کاری شده بایستی مراقبت لازم در رابطه با عایق‌کاری و لوله‌های آب و فاضلاب و برق صورت پذیرد و تخریب از وسط کاشی به سمت لبه‌ی آن‌ها ادامه یافته و قطعات کاشی کاملاً بیرون آورده شده و سپس به‌روش ملات‌کوبی یا چسب یا دوغاب ریزی ترمیم شود.

م) در تعمیر مقاطع فولادی تابیده، پیچیده و کم‌انض کرده لازم است بیش از (۱:۱۰۰۰) نسبت انحناء به طول عضو و حداقل ۱۰ میلی‌متر بدون چکش‌کاری و به‌وسیله نورد یا دستگاه‌های خم‌کاری اصلاح شوند یا به کمک حرارت این عمل تسهیل شود. شایان ذکر است که مسئولیت ایمنی سازه‌ای برعهده‌ی مهندس ناظر خواهد بود.

ن) در تعمیر درها، چهارچوب‌ها و قالب‌بندی چوبی باید از جنس چوب قبلی قالب یا چهارچوب استفاده شود و در دوطرف محل آسیب دیده به‌صورت فارسی بر و با مقطع دوزنقه و با میخ و چسب و بطانه تکمیل شوند. اگر بعد از تعویض روکش تخته سه‌لایی آسیب دیده قطعه روکش قدیم و جدید به کمک بائو (چهار تراش چوبی) با هم متصل شوند لازم است محل درز با چسب و بطانه ترمیم گردد.

س) در تعمیر درزهای ساختمانی براساس مصالح مناسب و نوع عملکرد درز مربوطه در تفکیک ساختمان‌های سنگین و سبک، نو و کهنه، بلند و کوتاه، زمین قوی و سست، انقباض و انبساط؛ انقطاع طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود.

ع) در تعمیر مقاطع و قطعات بتنی ابتدا بایستی بار وارده بر قطعه‌ی معیوب به کمک داریست، شمع‌زنی و پایه‌های موقت حذف شود و سپس با جایگزینی بتن و مصالح مناسب و همگون با قسمت‌های دیگر و تأمین مقاومت لازم، از ترک خوردگی محل اتصال جلوگیری کرد. نگاه‌داری و مراقبت تا حصول اطمینان از کیفیت لازم برای شمع برداری ضروری است. تخریب قسمت‌های معیوب باید به اشکال منظم هندسی صورت گیرد و تا آزاد شدن (۳: ۲) میلگردها ادامه یابد و حداقل سه سانتی‌متر پشت میلگردها یا یک و نیم برابر قطر آن‌ها خالی شده باشد. تخریب به کمک وسایل مناسب (دیلم، چکش، قلم، دج‌پر، مواد انبساطی، چکش بادی و گرمای میلگرد با برق) انجام می‌پذیرد و سطح تخریب شده به کمک تیشه، برس سیمی، زبرزنی، ماسه پاشی (هوا یا آب فشرده و یا هوای فشرده توأم با مکش ذرات باقی مانده) آماده می‌شود و با روش‌های مناسب (ملات خشک، بتن یا ملات جانشین، اندود و تزریق) عملیات بهسازی و مرمت انجام می‌گیرد. ملات خشک از اختلاط یک حجم سیمان و دو نیم حجم ماسه و آب کم (آب به سیمان در حد شکل‌پذیری) بدون امکان بیرون‌زدگی آب از ملات تهیه می‌شود و تا عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر و در سطح ۵۰۰ سانتی‌متر مربع در بتن آرمه و ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع بتن معمولی کاربرد دارد ولی برای عمق‌های بیشتر و سطوح بیشتر از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع در بتن آرمه باید بتن ترمیمی جایگزین با عیار سیمان ۳۲۴-۳۷۵ کیلوگرم در هر متر مکعب استفاده شود و نسبت آب به سیمان در حد ۴۷/۰ و بین ۵/۰-۴/۰ تأمین شود. در مقاطع ظریف کاری از ملات جایگزین پر مایه استفاده و از ترک خوردگی نگاه‌داری و مراقبت می‌شود. اگر قسمت پوشش میلگرد نقصی داشته باشد به کمک پوشش، قیراندود کردن، یا چسب رزین اپوکسی بتن ترمیم می‌شود. در مورد بتن‌های متخلخل یا ترک خورده، فضاها یا خالی پراکنده و حفرات غیرقابل دسترسی که در محل تلاقی تیر، ستون و دال به سبب وجود میلگردهای زیاد به وجود می‌آید از دوغاب سیمان مخلوط با مواد منبسط‌شونده و یا تزریق رزین‌های اپوکسی بتن استفاده می‌شود.

## خلاصه‌ی مطالب فصل هفتم

- ۱- در تنظیم شرایط محیطی و طرّاحی فضاهای ساختمانی به پهنه‌بندی اقلیمی باید توجه کرد.
- ۲- ضوابط نورگیری، عایق‌بندی حرارتی، صوتی، الکتریکی در جهات افقی، قائم و شیب‌دار؛ و در طرّاحی قطعات، فرم ساختمانی و ابعاد اجزای ساختمان باید رعایت شود.
- ۳- تهویه با توجه به شرایط اقلیمی و سطوح پوسته‌ی خارجی و شکل ابنیه؛ اصولی صورت پذیرد.
- ۴- کنترل عملیات عایق‌بندی و کیفیت آن و رعایت ضوابط مربوطه در صرفه‌جویی انرژی مؤثر است.
- ۵- با جلوگیری از عوامل مزاحم در مصرف و صرفه‌جویی انرژی، به‌کارگیری مصالح مناسب، اجرای اصولی، طرّاحی ابعاد و فرم‌های مناسب؛ فضای بهره‌گیری را تحت کنترل درآوریم و محدوده‌ی آسایش را در فضای ساختمان تأمین کنیم.
- ۶- در تأمین محدوده‌ی آسایش و شرایطی که ۸۰٪ انسان‌ها بتوانند آن را تحمل نمایند یعنی دمای مؤثر ۲۵/۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد و فشار هوای ۱۴-۵ میلی‌متر جیوه و سرعت هوای ۲۲ cm/sec رعایت شود.
- ۷- ضمن کنترل تغییرات کاربری و تغییر در مصالح و ساختارهای سازه، در نگه‌داری، تعمیرات و ترمیم ساختمان‌ها همت گماریم و موجب افزایش عمر مفید ساختمان و صرفه‌جویی در مواد و انرژی شویم.