



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۳۵۵۴-۴

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

13554-4

1st.Edition

2015

ساختمان و دارایی‌های ساخت-طراحی عمر
خدمت

قسمت ۴: طراحی عمر خدمت با استفاده از
مدل سازی اطلاعات ساخت

**Building Construction - Service Life
Planning -
Part 4:
Service Life Planning using Building
Information Modelling**

ICS: 91.040.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« ساختمان و دارایی‌های ساخت-طراحی عمر خدمت

قسمت ۴: طراحی عمر خدمت با استفاده از مدل سازی اطلاعات ساخت»

رئیس :

روا ، افشین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

دبیر :

پوریابا ، مسعود

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت کیفیت آفرینان آذر

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ادریسی ، نازیلا

(کارشناسی ارشد معماری)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد سردرود

تبریزی، آذر

(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت کیفیت آفرینان آذر

زمانپور، اصغر

(کارشناسی مهندسی عمران)

مجتمع مس سونگون

بهرنگ فتح‌العلومی

(کارشناسی ارشد معماری)

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد

مراغه

قدیمی کلجاهی، فریده

(کارشناسی ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

متذکر، نسیمه

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

مشاور، عاطف

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت تکین ساز آزما

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش‌گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ طراحی ساختمان و برنامه‌ریزی
۴	۱-۴ کلیات
۴	۲-۴ قواعد کلی برنامه‌ریزی عمر کاری
۵	۳-۴ هدف از برنامه‌ریزی عمر کاری
۶	۴-۴ فرآیند طراحی و برنامه‌ریزی
۶	۵-۴ نگهداری اطلاعات ثبت شده
۷	۵ تخمین عمر کاری
۷	۱-۵ مقدمه‌ای بر تخمین عمر کاری
۷	۲-۵ هدف از تخمین عمر کاری

۷	۳-۵	رویه‌های پیش‌بینی عمر کاری
۸	۴-۵	تخمین عمر کاری با استفاده از عمرهای کاری مرجع
۸	۵-۵	به دست آوردن عمر کاری از تجربه‌ی عملی
۸	۶-۵	اجزای ابتکاری
۹	۷-۵	کیفیت داده
۹	۸-۵	عدم قطعیت و قابلیت اطمینان
۱۰	۶	هزینه‌های محیطی و مالی در طی زمان
۱۱	۷	کهنگی، انطباق پذیری و استفاده مجدد
۱۱	۱-۷	کهنگی
۱۱	۲-۷	انواع کهنگی
۱۲	۳-۷	کمینه کردن کهنگی
۱۲	۴-۷	استفاده بیشتر از ساختمان
۱۳	۵-۷	تخریب و استفاده مجدد
۱۴		پیوست الف(اطلاعاتی)عوامل موثر در عمر کاری اجزای ساختمان
۱۵		پیوست ب(اطلاعاتی)برنامه‌ریزی عمر کاری در فرآیند طراحی

پیش گفتار

استاندارد " ساختمان و دارایی‌های ساختمان-طراحی عمر خدمت قسمت ۴: طراحی عمر خدمت با استفاده از مدل سازی اطلاعات " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و هفتاد و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۰ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO 15686-4:2014 ,Building and constructed assets – Service life planning – Part4: Service Life Planning using Building Information Modelling

ساختمان و دارایی‌های ساخت-طراحی عمر خدمت

قسمت ۴: طراحی عمر خدمت با استفاده از مدل سازی اطلاعات ساخت

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین اطلاعات و رهنمودهایی برای به کاربردن استانداردها برای تغییر اطلاعات برای طراحی عمر خدمت ساختمان‌ها و دارایی‌های ساخت و اجزا آن‌ها و همچنین داده‌های پایه لازم، است. این استاندارد رهنمودهایی برای ارایه اطلاعات سازه‌ای از داده‌های موجود، برای ممکن ساختن ارایه اطلاعات آن‌ها، در ساختاری که با استانداردهای ملی برای تغییر اطلاعات منطبق است، فراهم می‌کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

ISO 6707-1, Building and civil engineering – Vocabulary – Part1: General terms

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر مطابق با استاندارد شماره ISO 6707-1 به کار می‌رود:

۱-۳

ساخت

عملیات ساخت و ساز که تهیه سرپناه برای ساکنان یا محتویات آن به عنوان یکی از اهداف اصلی آن است و اغلب محصور است و برای قرار گرفتن در یک موقعیت خاص طراحی می‌شود.

۲-۳

تجهیزات ساخته شده

هر چیز با ارزشی که ساخته شده یا نتیجه‌ی عملیات ساخت و ساز است.

۳-۳

عمر طراحی

عمر کاری در نظر گرفته شده، عمر کاری مورد انتظار، عمر کاری تعیین شده توسط طراح

یادآوری- همان طور که توسط طراح برای کارفرما به منظور حمایت از تصمیمات و تشخیص ها بیان می شود.

۴-۳

محیط

شرایط بیرونی و درونی طبیعی یا ساخت بشر که می تواند کارایی و استفاده از ساختمان و قطعات آن را تحت تاثیر قرار دهد.

۵-۳

جنبه محیطی

عنصر فعالیتهای، محصولات یا خدمات یک سازمان که می تواند با محیط تعامل داشته باشد.

[بند ۳-۶، استاندارد ملی شماره ۱۴۰۰۱]

۶-۳

اثر محیطی

هرگونه تغییر کلی یا جزئی در محیط- چه مضر و چه مفید که ناشی از شرایط محیطی سازمان است.

[بند ۳-۷، استاندارد ملی شماره ۱۴۰۰۱]

۷-۳

عمر کاری تخمینی

عمر کاری که انتظار می رود یک ساختمان یا قطعات یک ساختمان در مجموعه ای از شرایط کاری داشته باشد که از داده های عمر کاری مرجع با در نظر گرفتن هرگونه تغییری ناشی از شرایط کاری مورد استفاده به دست می آید.

۸-۳

روش عامل

اصلاح و تعدیل عمر کاری مرجع به وسیله ی عوامل برای در نظر گرفتن شرایط کاری خاص

۹-۳

خرابی

فقدان توانایی یک ساختمان یا قطعات آن برای کارکردی خاص

۱۰-۳

شرایط مورد استفاده

هرگونه شرایط محیطی که می تواند در کارایی یک ساختمان یا تجهیزات ساخته شده تاثیر داشته باشد.

۱۱-۳

هزینه ی چرخه ی عمر

هزینه تجهیزات یا قطعات مربوط به آن در طی چرخه ی عمر آن، هنگام انجام الزامات عملکردی.

۱۲-۳

هزینه یابی چرخه عمر

روش شناسی برای ارزیابی اقتصادی اصولی هزینه های چرخه ی عمر بعد از یک دوره ی تجزیه و تحلیل همانگونه که در هدف مورد موافقت تعریف شده است.

۱۳-۳

تعمیر و نگهداری

ترکیبی از تمام فعالیت های فنی و اجرایی مربوط به آن در طی عمرکاری برای بازگرداندن یک ساختمان و قطعاتش به وضعیتی که بتواند عملکرد لازم را داشته باشد.

۱۴-۳

کهنگی

فقدان توانایی یک مورد برای کارکرد رضایت بخش مطابق تغییر شرایط کارایی

۱۵-۳

کارایی

کارایی مورد استفاده، سطح کیفی یک خصوصیت مهم که در هر لحظه ای از زمان مطرح می شود.

۱۶-۳ مشخصه ی کارایی

کیفیت فیزیکی که مرتبط با یک خصوصیت مهم است.

یادآوری در برخی موارد مشخصه ی کارایی می تواند معادل یک خصوصیت مهم باشد، به طور مثال: جلا. به عبارت دیگر اگر این خصوصیت مهم استحکام باشد به طور نمونه ضخامت یا حجم می تواند به عنوان مشخصه ی کارایی مورد استفاده قرار گیرد.

۱۷-۳ ارزیابی کارایی

ارزیابی مشخصات مهم بر مبنای اندازه گیری و بازرسی

۱۸-۳ کارایی در طول زمان

توصیف چگونگی تغییر یک خصوصیت مهم با گذشت زمان

۱۹-۳ معیار کارایی

سطح کمینه قابل قبول یک خصوصیت مهم

۲۰-۳ عمرکاری پیش بینی شده

عمرکاری پیش بینی شده به وسیله ی کارایی ثبت شده در طی زمان مطابق رویه ی توضیح داده شده در استاندارد شماره 2-ISO 15767.

۲۱-۳ شرایط کاری مرجع

شرایط کاری که طی عمرکاری مرجع معتبر است.

یادآوری ۱- به استاندارد ملی شماره ۵-۱۳۵۵۴ مراجعه شود.

یادآوری ۲- شرایط کاری مرجع می تواند بر اساس اطلاعات جمع آوری شده در طی آزمایش یا کارایی ثبت شده و یا داده های عمرکاری یک مولفه بدست آید.

۲۲-۳

عمرکاری مرجع

عمرکاری یک محصول، مولفه، گروه یا سیستم که انتظار می رود در یک مجموعه ی مشخص به طور مثال مجموعه ی مرجع، در شرایط کاری برقرار باشد که می تواند به عنوان اساسی برای تخمین عمرکاری در سایر شرایط کاری مورد استفاده قرار گیرد.

۲۳-۳

داده های عمرکاری مرجع

اطلاعاتی که شامل عمرکاری مرجع و هرگونه داده های کمی و کیفی که توضیح دهنده ی اعتبار عمرکاری مرجع باشد.

یادآوری ۱- داده های عمرکاری مرجع در ثبت داده ها گزارش می شود.

یادآوری ۲- اطلاعات نمونه توصیف کننده ی اعتبار عمرکاری مرجع شامل توضیح مولفه هایی که در آنها به کار می رود، شرایط کاری مرجع که تحت آن اعمال شده و کیفیت آن است.

۲۴-۳

برنامه ریزی عمرکاری، طراحی عمرکاری

فرآیند طراحی برای آماده سازی خلاصه دستور و طرح برای ساختمان و قطعات آن جهت دستیابی به عمر طراحی

یادآوری- طراحی عمرکاری می تواند به طور مثال کاهش هزینه های مالکیت ساختمان و تسهیل تعمیر و نگهداری و نوسازی را سبب شود.

۲۵-۳

عمرکاری

یک دوره ی زمانی بعد از نصب که در طی آن یک تاسیسات یا اجزای آن الزامات کارایی یا بیش از آن الزامات را رعایت می کند.

۴ طراحی ساختمان و برنامه ریزی

۱-۴ کلیات

این بند اهداف برنامه ریزی برای یک ساختمان را ارائه می دهد و بیان می کند که موضوع کنونی باید در برنامه ریزی به منظور اطمینان یافتن از کفایت عمرکاری ساختمان در نظر گرفته شود.

۲-۴ قواعد کلی برنامه ریزی عمرکاری

اصول اساسی برنامه ریزی عمرکاری اثبات این موضوع است که عمرکاری ساختمان مورد نظر باید فراتر از عمر طراحی آن باشد. اصول زیرین باید به عنوان راهنمای فرآیندها باشند.

طرح عمرکاری باید دلایل و مدارک کافی را ارائه کند تا در خصوص اینکه عمرکاری یک ساختمان در یک مکان مشخص ، بر اساس خلاصه دستور طراحی و مطابق تعمیر، نگهداری و تعویض های مناسب، حداقل برابر عمر طراحی آن است اطمینان منطقی حاصل شود.

جایی که حکم طراحی محدودیت هایی را در هزینه ی چرخه ی عمر قابل قبول و یا تاثیرات محیطی بر یک ساختمان اعمال می کند، عمرکاری تخمینی باید در حدود این محدودیت ها به دست آید. عمرکاری یک ساختمان با آگاهی از عمرکاری قطعاتی که در یک ساختمان به کار رفته اند تعیین می شود. برنامه ریزی عمرکاری یک ساختمان فرآیند تخمین و یا پیش بینی رویدادهای آینده است و بنابراین دقت کامل نمی تواند مورد انتظار باشد.

اگر عمرکاری تخمینی هر جزء کمتر از عمر طراحی ساختمان باشد باید تصمیمی در مورد چگونگی نگهداری آن به صورت کافی (با تعمیر و نگهداری یا تعویض) صورت گیرد.

برنامه ریزی عمرکاری باید شامل پیش بینی نیازها و زمان بندی فعالیت های تعمیر و نگهداری و تعویض در طی چرخه ی عمر ساختمان باشد. پیش بینی باید براساس داده هایی که برای تشخیص توانمندی و قابلیت اعتماد لازم اند انجام شود و مدارک منابع داده ها باید حفظ شود.

یادآوری ۱- برنامه ریزی عمرکاری ورودی ها را برای ارزیابی هزینه ی چرخه ی عمر و تاثیرات محیطی برای ساختمان در طی عمرکاری اش فراهم می کند. روش هزینه ی چرخه ی عمر در استاندارد ملی شماره ۵-۱۳۵۵۴ مشخص شده است. ارزیابی تاثیرات محیطی در استاندارد شماره 6-15686 ISO مشخص شده است و ارزیابی چرخه ی عمر در استاندارد شماره ISO 14545 مطرح شده است. به اضافه ISO/TC 59/SC 17 استانداردهای بین المللی بیشتری را در ارتباط با قابلیت تحمل ساختمان ارائه می کند.

یادآوری ۲- برنامه ریزی عمرکاری تصمیم گیری در خصوص مهندسی ارزش، برنامه ریزی هزینه، برنامه ریزی تعمیر و نگهداری و چرخه های تعویض قطعات را تسهیل می کند.

یادآوری ۳- اجزاء قابل تعویض شامل پنجره ها، دیگ های بخار و واحدهای تهویه مطبوع هستند.

۳-۴ هدف از برنامه ریزی عمرکاری

برنامه ریزی عمرکاری باید موارد زیر را در نظر داشته باشد:

الف- کارایی احتمالی اجزاء ساختمان در طی چرخه ی عمر آن در محیط بیرونی مورد انتظار و شرایط تصرف و استفاده

ب- هزینه ی چرخه ی عمر و تاثیر محیطی ساختمان در طی چرخه ی عمر

پ- هزینه های عملکردی و تعمیر و نگهداری

ت- نیاز به تعمیرات، تعویض ها، پیاده سازی، حذف کردن و استفاده مجدد و واگذاری و هزینه ی هر کدام از آنها

ث- ساخت و ساز کل ساختمان، نصب اجزا و تعمیر و نگهداری اجزاء دارای عمر کوتاه.

یادآوری ۱- برای اغلب کاربرها برنامه ریزی عمرکاری برای کمک به دستیابی به مزیت ترکیب سرمایه و هزینه های تعمیر و نگهداری و عملکردی در طی عمرکاری ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد.

یادآوری ۲- کهنگی هایی که به ناچار سبب اتلافات می شود، در حالی که کل ساختمان یا قطعاتش هنوز کارکرد دارند، جایگزین خواهد شد، هدف ثانویه ی برنامه ریزی عمرکاری کاهش احتمال کهنگی و یا بیشینه کردن ارزش استفاده ی مجدد از ساختمان یا اجزاء کهنه شده است.

یادآوری ۳- اگر اصول این قسمت از استاندارد به ساختمان های موجود و اجزای آن اعمال شود، اغلب انتخاب ها در مدت زمانی که ساختمان در عمرکاری خود قرار دارد از پیش تعیین شده خواهند بود.

برای ساختمان هایی که برای عمرکاری طولانی طراحی شده اند (به طور مثال، ساختمان های دولتی مهم) سهولت تعمیر و نگهداری به احتمال در عمرکاری تعیین کننده خواهد بود. اگر عمرکاری یک جزء مهم کمتر از عمر ساختمان باشد، احتمال دارد تعویض و یا نگهداری لازم باشد.

۴-۴ فرآیند طراحی و برنامه ریزی

برنامه ریزی عمرکاری باید با فرآیند طراحی ساختمان تلفیق شود به دلیل اینکه اغلب تصمیمات طراحی عمرکاری را تحت تاثیر قرار می دهند. عمرکاری نیاز است تا از اولین مرحله ی طراحی، زمانی که خلاصه دستور کاربر تهیه می شود مد نظر قرار گیرد. اگر طراحی با جزئیات بیشتر تهیه شود عمرکاری نیاز است که با جزئیات

بیشتری و در مقایسه با عمر طراحی مورد نیاز مشخص شده در خلاصه دستور کاربر تخمین زده شود تا اطمینان حاصل شود که عمر کاری پیش بینی شده کافی خواهد بود.

برنامه ریزی عمر کاری اغلب نیاز به تکرار فرآیند طراحی جهت شناسایی روش مرجع برای دستیابی به الزامات کارایی و تعمیر و نگهداری با یک هزینه ی قابل قبول دارد.

برنامه ریزی عمر کاری نیاز به دسترسی به اطلاعات کارایی مناسب برای اجزا در مراحل مناسب فرآیند طراحی دارد. تهیه و تولید این اطلاعات هدف سایر قسمت های این استاندارد است، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است.

مرحله ی نهایی برنامه ریزی عمر کاری، انتقال نتایج به افراد ساکن و نگهداری کننده از ساختمان است تا آنها از مفروضات به دست آمده از محیط مورد استفاده و تعمیر و نگهداری مورد نیاز برای رسیدن به عمر کاری تخمینی اجزاء ساختمان آگاه باشند.

۵-۴ نگهداری اطلاعات ثبت شده

موارد اساسی عمر کاری تخمینی، شامل منابع و کیفیت داده های مورد استفاده، باید در گزارش کتبی بیان شود. گزارش همچنین باید تخمینی محافظه کارانه ناشی از عدم قطعیت و مفروضات اصولی برای این تخمین را شامل شود. راهنمایی بیشتر در استاندارد شماره ISO 15686-8 بیان شده است. این ثبت داده ها ممکن است برای بازبینی ها و ممیزی های بعدی در خصوص برنامه ریزی عمر کاری نیاز باشد، همانطور که در استاندارد شماره ISO 18686-3 بیان شده است.

۵ تخمین عمر کاری

۱-۵ مقدمه ای بر تخمین عمر کاری

تخمین عمر کاری یک ساختمان وظیفه کلیدی برنامه ریزی عمر کاری است. عمر کاری اجزاء منحصر به فرد از کوچکترین اجزاء تا کل ساختمان نیاز به بررسی و تشخیص دارد. کارایی هر جزء تحت شرایط مورد انتظار شامل حالت خرابی احتمالی، دلایل فقدان تعمیر پذیری، خطر خرابی نابهنگام و اثرات آن بر عمر کاری نیاز به بررسی دارد. متداول ترین عوامل موثر بر عمر کاری اجزاء و مواد تشکیل دهنده ی ساختمان در پیوست الف ذکر شده است.

در حالت ایده آل، برای تخمین عمر کاری، محیط زیست، کارایی اجزاء تحت شرایط مورد نظر، روش ساخت و ساز و تعمیر و نگهداری همه باید شناخته شوند. در عمل، این داده ها می تواند از منابع مختلفی شامل نمایش عمر واقعی، بازخوردهای حاصل از کاربری مطابق استاندارد شماره ISO 15686-9 و یا آزمایش برای پیش بینی عمر کاری مطابق استاندارد شماره ISO 15686-2 به دست آید. استاندارد شماره ISO/TS 15686-9 راهنمایی های بیشتری را در خصوص منبع داده های عمر کاری در سطح یک جزء ارائه می نماید.

برای یک ساختمان در دست ساخت برنامه ی تعمیر و نگهداری و تعویض ممکن است بر اساس طرح عمر کاری که احتمال دارد تحت شرایط بازرسی مطابق استاندارد شماره ISO 15686-7 اصلاح شده باشد، انجام گیرد.

برای استفاده در خصوص یک ساختمان خاص، داده های حاصل از این منابع مختلف باید برای متناسب بودن با شرایط کاری خاص، تنظیم شوند. این تنظیم کردن ممکن است با استفاده از روش عامل که در استاندارد شماره ISO 15686-8 مشخص شده است، انجام گیرد. که جزئیات مربوط به استفاده از داده های عمرکاری را توضیح می دهد.

ارتباط بین منابع مختلف داده های عمرکاری و روش عامل در شکل ۲ نشان داده شده است.

یادآوری- داده های عمرکاری برای اجزاء و یا حتی کل ساختمان ممکن است برای طراح موجود باشد چنین منابعی شامل مقالات در مجله های علمی، نوشته های کارخانه ها و انتشارات سازمان بازرسی ساخت و ساز هستند. هر مجموعه داده ها اصولاً تحت مجموعه ای از شرایط مرجع تولید شده و بنابراین عمرکاری مرجع نامیده می شود.

۲-۵ هدف از تخمین عمرکاری

هدف از تخمین عمرکاری اجزای یک ساختمان فراهم آوردن مبنای کمی برای بیان کردن این موضوع است که آیا از ساختمان انتظار می رود که به عمر طراحی خود با قابلیت اطمینان کافی دست یابد. یک عمرکاری تخمینی، همراه با تخمین عدم قطعیت آن، برای بیان اینکه آیا عمرکاری می تواند به تصمیمات طراحی دست یابد و از آن پیروی نماید، به کار می رود.

۳-۵ رویه های پیش بینی عمرکاری

استاندارد شماره ISO 15686-2 رویه هایی را مشخص می کند که پیش بینی عمرکاری اجزاء ساختمان را تسهیل می کند.

این استاندارد چارچوب کلی، رویه و الزامات را برای و گزارش چنین مطالعاتی را فراهم می کند. داده های حاصل از این رویه ها ممکن است به طور مستقیم برای تخمین عمرکاری و یا به صورت تنظیم شده بر اساس رویه های استاندارد شماره ISO 15686-8 به کار رود.

۴-۵ تخمین عمرکاری با استفاده از عمرهای کاری مرجع

عمرکاری مرجع، عمرکاری مورد انتظار یک جزء تحت مجموعه ای از شرایط کاری خاص است. استاندارد شماره ISO/TS 15686-9 منابع مختلف داده هایی را که می تواند برای تعیین عمرکاری مرجع مورد استفاده قرار گیرد، توصیف می کند.

داده های عمرکاری مرجع کمتر به صورت رضایت بخش مورد استفاده قرار می گیرد به دلیل اینکه شرایط کاری خاص متناسب با هدف طراحی خاص با شرایط کاری مرجع متفاوت خواهد بود.

بنابراین طراح باید موارد تفاوت بین شرایط کاری مرجع و شرایط کاری اعمال شده در طراحی را بیان کرده و تعیین کند که چگونه این تفاوت ها عمرکاری را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

استاندارد شماره ISO 15686-8 رویه ای را که با عنوان روش عامل شناخته شده است با جزئیات توضیح می دهد که این رویه چارچوبی را برای بررسی شرایط خاص موقعیتی و تنظیم عمرکاری مرجع برای بدست آوردن عمرکاری در شرایط خاص ارائه می کند.

۵-۵ به دست آوردن عمرکاری از تجربه ی عملی

داده های حاصل از کارایی عملی اجزا ممکن است برای تخمین عمرکاری همانطور که در استاندارد شماره ISO 15686-7 توضیح داده شده به کار رود. این کار نیاز به تنظیم در حالت مقایسه ای دارد بین شرایطی که داده های موجود اعمال می شوند و شرایطی که اجزاء در معرض آن قرار خواهند گرفت. جایی که داده های عمرکاری مناسب که از موارد عملی به دست آمده نیاز به تنظیم و اصلاح دارد باید از موارد مشخص شده در استاندارد شماره ISO 15686-8 استفاده شود.

۶-۵ اجزاء ابتکاری

محصولات ابتکاری ممکن است کارایی برتری را فراهم کند و بر مشکلات بلندمدت غلبه کند. برای تخمین عمرکاری ساختمان های ساخته شده با اجزاء ابتکاری، تخمین ها باید بر اساس تفسیر کارایی مواد و اجزا در آزمایشهای آشکارسازی کوتاه مدت انجام گیرد. در این مورد، رویه ی آزمایش مطابق استاندارد شماره ISO 15686-2 است و تحلیل اثر و حالت خرابی و آگاهی از علم مواد برای تعیین عمرکاری کمینه برای اجزاء ابتکاری لازم است.

۷-۵ کیفیت داده

کیفیت تخمین عمرکاری تا حدودی بستگی به کیفیت داده های مورد استفاده برای بدست آوردن تخمین عمرکاری دارد. یک مشکل ممکن در ارتباط با مشاهده در محل این است که عوامل یا شرایط ممکن است گزارش داده نشوند و یا آن گزارش ها ممکن است مخصوص نباشند و ممکن است انعکاس دهنده ی شرایطی قابل مقایسه با شرایط کاری که بر یک جزء اعمال خواهد شد، نباشند. داده های انتخابی در خصوص کارایی در مقایسه با مدرک علمی کمتر قابل اطمینان است اما تمام این موارد باید موجود باشند. اضافه بر آن گزارش های منتخب داده ها زمانی می تواند با مشکلات مواجه شود که علایق تجاری را نیز شامل شود. به طور مثال تهیه کننده ممکن است نتایج آزمون آشکارسازی را مثبت گزارش کند نه منفی. انتظار می رود که این موقعیت ارتقا یابد زمانی که معیارهای فراهم شده برای هدف و کیفیت داده ها ی تهیه شده، توسط کارخانه ها و سایرین در پایگاه داده ها گنجانده شود، همانطور که سیستم اطلاعات یکپارچه کامپیوتری برای تخمین عمرکاری ایجاد شده است.

۸-۵ عدم قطعیت و قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان تخمین عمرکاری وابسته به کیفیت داده های موجود و مناسب بودن مفروضات است. بنابراین این مورد باید زودتر در برنامه ریزی عمرکاری تصمیم گیری شود که چگونه عدم قطعیت در عمرکاری باید اعمال شود.

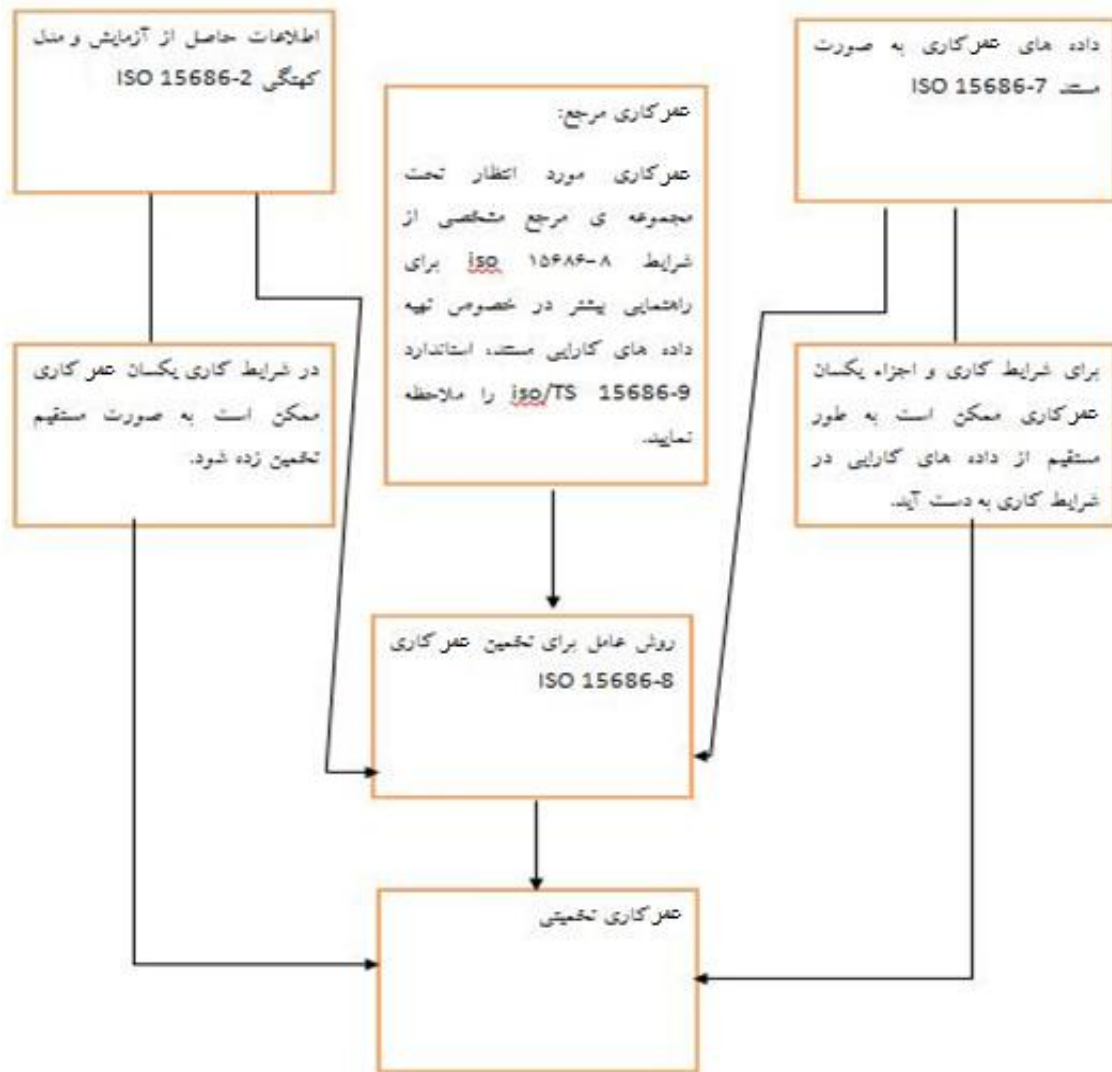
توزیع مولفه های مختلف کارایی شامل عمرکاری، می تواند درون هر گروه از موارد مشابه و اجزاء آن پیش بینی شود. در تخمین عمرکاری شکل توزیع باید مشخص شود، اگر ممکن است، در غیر این صورت این مورد باید به صورت فرضی انتخاب شود. در خصوص قابلیت اعتماد تخمین عمرکاری بر اساس تسریع آزمایشهای آشکارسازی

مدارک باید بر اساس میزان تسریع آزمایش حاصل از تفاوت بین کارایی در محل و نتایج آزمایشهای درون آزمایشگاهی تهیه شوند.

مطابق تعداد متغیرهای مورد استفاده و عدم قطعیت هر کدام، تغییرپذیری طبیعی ساختمان، محیط کاری، طرز کار در یک موقعیت خاص و فعالیتهای مربوط به تعمیر و نگهداری در آینده، تخمین دقیق عمرکاری ساختمان ممکن نیست بنابراین اغلب نقص هایی وجود خواهد داشت که سبب می شود خرابی خیلی زود بعد از ساکن شدن در یک ساختمان خود را نشان دهد.

در طول مدتی که این خرابی نابهنگام لزوماً به خرابی در مقیاس گسترده منجر نشده، باید شناسایی و اصلاح شود.

یادآوری به طور کلی، میزان بالای عدم قطعیت برای اجزاء قابل تعمیر و نگهداری نسبت به قطعاتی که برای کارکرد بدون تعمیر و نگهداری در طول عمر ساختمان طراحی شده اند، مناسب است.



شکل ۲- روش‌های تخمین عمر کاری

۶ هزینه‌های محیطی و مالی در طی زمان

یک دلیل اصلی برای برنامه ریزی عمر کاری و اجزای آن تسهیل برنامه ریزی هزینه‌های مالکیت و تخمین اثرات محیطی است.

تخمین هزینه‌های آتی ساخت و ساز، بهره برداری و تعمیر و نگهداری ساختمان باید به کاربران هشدارهای قبلی را در خصوص هزینه‌های مالکیت ارائه دهد و به آنها اجازه دهد تا ریسک راه اندازی، خرید یا حفظ ساختمان را کاهش دهند و بنابراین ارزیابی برنامه ریزی تجاری آنها را انجام دهند استاندارد ملی شماره ۱۳۵۵۴-۵ به هزینه‌های چرخه‌ی عمر اشاره دارد.

علاوه بر هزینه های مالی، برای ساختمان و اجزای آن ممکن است اثرات محیطی نیز محاسبه شود. استاندارد شماره ISO 15686-6 به مولفه های محیطی برنامه ریزی عمرکاری اشاره می کند. استاندارد ملی شماره ۵-۱۳۵۵۴ و استاندارد شماره ISO 15686-6 راهنمایی لازم را برای قرار دادن کران ها و مرزهای تحلیل هزینه ی چرخه ی عمر و تاثیرات محیطی ارائه می نماید. اطلاعات عمرکاری زمانی نیاز است که تعمیر و نگهداری و تعویض اجزا انتظار می رود که با تعهد برنامه ریزی عمرکاری انجام شود. همانطور که این هزینه های راه اندازی روی می دهند زمانی که تاثیرات محیطی و بارهای اضافی اعمال شوند.

یادآوری نظارت بر هزینه های گذشته می تواند اساسی را برای مقایسه و تخمین معتبر هزینه ها فراهم کند. با در نظر گرفتن اینکه این موارد به دلیل پیشرفت های فناوری و معرفی محصولات جدید ممکن است روی ندهند.

۷ کهنگی، انطباق پذیری و استفاده ی مجدد

۱-۷ کهنگی

نیاز است که تعویض مطابق عملکرد ناقص با کهنگی تمیز داده شود. کهنگی افزایش می یابد زمانی که یک سهولت به مدت زمان طولانی نتواند الزامات متغیر را برآورده کند. داده های قابل اعتماد برای تخمین کهنگی کمتر موجوداند، زیرا این داده ها که از تغییرات غیرمنتظره بدست می آیند اغلب برای شرایط ساخت و ساز بی ربط هستند. تخمین زمان کهنگی باید بر اساس تجربه های طراحان و مشتری ها و اگر ممکن باشد از بازخوردهای مستند عملی به دست آید. استاندارد شماره ISO 15686-10 اصول و الزامات کلی را برای تعیین و تعریف سطوح کارکردی و قابلیت استفاده بنا می کند.

یادآوری ممکن است بررسی اجزاء بر اساس کهنگی احتمالی در طول عمر طراحی ساختمان مطلوب باشد. جایی که این مورد ممکن است بررسی شود، مالکان ممکن است بخواهند تدارک هایی در خصوص کهنگی در نظر بگیرند. به طور مثال، اجازه دادن به تعویض های آسان در ارتباط با سایر فعالیتهای تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده است. این کار اهمیت برنامه ریزی عمرکاری را کاهش نمی دهد اما این موضوعی برای اطمینان از باقیماندن کارایی در شرایط قابل قبول برای عمر طراحی کاهش یافته ی اجزاء است.

۲-۷ انواع کهنگی

کهنگی می تواند کارکردی، فنی یا اقتصادی باشد. در صورتی که تعویض می تواند به دلیل تغییر سبک و سلیقه نیز اتفاق بیافتد. اغلب دلیلی اقتصادی در پس چنین موضوعاتی وجود دارد. جدول ۱ مثالهایی از انواع کهنگی را ارائه می دهد.

جدول ۱ - مثال هایی از انواع کهنگی

انواع کهنگی	پیش آمدهای نمونه	مثال ها
کارکردی	کارکرد به مدت زمانی غیرطولانی نیاز است.	- فرآیندهای صنعتی کهنه - حذف دیواره های جدا کننده ی اداری در اثر تغییر سبک
فنی	- وجود کارایی بهتر در جایگزین های پیشرفته - تغییر الگوی مصرف ساختمان	- تغییر جنس ظرف شویی ها از سفالی شیشه ای به فولاد ضد زنگ - تغییر یافتن به چیدمان های طرح باز در کارخانه ها برای نصب تجهیزات جدید - عایق بندی جدید برای تقویت کارایی گرمایی
اقتصادی	- کارکرد کامل اما کارایی ناقص - پرهزینه تر بودن نسبت به جایگزین ها	- تعویض دیگ های بخار منطقه ای به دیگ های بخار مترکم

۳-۷ کمینه کردن کهنگی

کهنگی از نظر اقتصادی به دلیل غیر منطقی شدن هزینه های تعمیر و نگهداری و یا مخل بودن آن و نیز ارزانتر بودن جایگزین ها نسبت به تعمیر و نگهداری روی می دهد. برنامه ریزی تعمیر و نگهداری، شامل تعویض قطعات، باید در مرحله ی طراحی مطرح شود. موارد در نظر گرفته شده از لحاظ اینکه کدام یک از آنها هزینه ی دستیابی بالاتری دارند(به طور مثال: داربست لازم است) و یا کدام یک کارکرد عادی ساختمان را معلق می کند(به طور مثال: تعویض کف کارخانه) باید بررسی شوند. مرمت کردن و ارتقاء دادن استانداردهای اصلی برای مقابله کردن با فرآیند کهنگی است. طرح های موثرتر دارای انعطاف پذیری بیشتراند و امکان تغییرات را فراهم می کنند. خطر و ریسک کهنگی به وسیله ی طرح هایی که امکان جایگزینی های داخلی، توسعه، تغییرات در فرآیند کارکرد و تغییر در تقسیم بندی ساختمان را فراهم می کنند کاهش می یابد البته با در نظر گرفتن مقداری هزینه. این امر مربوط به اداره ها و دفاتر کاری است که ملاحظات خاص در خصوص اسکلت بندی ساختمان را می طلبد. استراتژی ها شامل اجازه دادن به طبقات مختلف به اینکه مجزا باشد و تدارکات زیادی برای تاسیسات ساختمان، تسهیلات ساختمان، تسهیلات بهداشتی و راههای محفوظ ماندن یا خلاصی از حریق است.

۴-۷ استفاده ی بیشتر از ساختمان

یک ساختمان اصولاً یک دارایی سرمایه ای ماندگار و با دوام است. کاربران اولیه ممکن است تنها استفاده ی محدودی از آن داشته باشند. برنامه ریزی عمرکاری می تواند طرح را برای تقویت و بالا بردن دور نما جهت فروش در آینده و یا استفاده مجدد توسط مالکان بعدی تسهیل نماید و بنابر این ارزش پسماند ساختمان را افزایش دهد. همچنین گسترش عمرکاری ساختمان و کاهش تعویض و یا تعمیر و نگهداری اجزاء به دستیابی به توسعه ی پایدار و حفاظت از منابع کمیاب کمک می کند. جایی که یک ساختمان دارای طرح عمرکاری باشد، این طرح باید جزئیات اطلاعات برای دستیابی به برنامه ریزی برای تغییر استفاده از ساختمان را فراهم نماید.

۵-۷ تخریب و استفاده ی مجدد

به منظور کاهش دور ریزها و تسهیل استفاده ی مجدد از مواد و اجزا در پایان عمرکاری آنها تخریب ساختمان باید در مرحله ی طراحی مورد بررسی واقع شود. و همچنین ممکن است الزامات آیین نامه های ساختمانهای محلی یا ملی، امنیت کار ساختمان در خصوص اجزاء قابل استفاده ی مجدد یا قابل بازیافت را پوشش دهند و مشتری ها را قادر سازند تا ارزش بیشتری از دو ریزها به دست آورند.

یادآوری هماهنگ کردن عمرکاری اجزا برای کاهش دور ریزهای ساختمان هنگام تخریب لازم است. این مورد به طور خاص برای ساختمانهای موقت مهم است. توانایی جداسازی اجزاء برای خارج کردن مواد غیرآلوده برای فرآیند بازیافت ضروری است.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

عوامل موثر در عمر کاری اجزاء ساختمان

جدول الف - ۱: طبقه بندی عوامل بر حسب ماهیت و سطح

ماهیت	سطح	مثالها
عوامل مکانیکی	جاذبه نیروها و تغییر شکل های اعمال شده یا آرام انرژی جنبشی ارتعاشات و سر و صدا	بار ناشی از برف و آب باران یخ بستن، انبساط و انقباض، لغزش زمین، خزش ضربه ها، طوفان شن، ضربه ی آب، تونل سازی، ارتعاشات ناشی از کاربری های تجاری و خانگی
عوامل الکترومغناطیسی	تشعشعات الکتریسته مغناطیس	تشعشعات خورشیدی یا فرابنفش تشعشعات رادیواکتیو واکنشهای الکترولیکی میدانهای مغناطیسی
عوامل حرارتی	تغییر سریع و شدید دما	گرما، سرما، شوک حرارتی، آتش
عوامل شیمیایی	آب و حلال ها عوامل اکسید کننده عوامل کاهنده اسیدها نمک ها ماهیت شیمیایی	رطوبت و آب موجود در خاک الکل، اکسیژن، مواد ضد عفونی کننده و سفید کننده سولفیدها، آمین ها، عوامل احتراق اسید کربنیک، فضولات پرندهگان سرکه، آهک، هیدرواکسیدها نیترات ها، فسفات ها، کلرایدها سنگ آهک، چربی، نفت، جوهر
عوامل زیستی	گیاهان و حیوانات میکروبی	باکتری ها

یادآوری این جدول از استاندارد ISO 6241 که شامل مثالهای بیشتری است برداشته شده است. لازم به ذکر است که عوامل بر حسب موارد طراحی یا ظرفیت و نصب طبقه بندی شده اند. در حالت کلی در مورد بیرون ساختمان، منشاء عوامل جو یا زمین است در صورتی که در مورد داخل ساختمان، منشاء عوامل محتویات داخل آن و چگونگی طراحی و نصب است.

پیوست (ب)

(اطلاعاتی)

برنامه ریزی عمر کاری در فرآیند طراحی

ب-۱ کلیات

از آغاز پروژه، برنامه ریزی عمر کاری باید با فرآیند طراحی ادغام شود. تمام اعضای تیم باید از الزامات کارایی در ارتباط با عمر کاری در ابتدای کار آگاه باشند.

ب-۲ خلاصه دستور

تصمیمات مهم در خصوص عمر کاری ساختمان به صورت خلاصه در پیش نویس مطرح می شوند. در این مرحله محیط ساختمان و سایر شرایط محلی باید شناسایی شوند و الزامات اساسی در ارتباط با برنامه ریزی عمر کاری ساختمان باید بنا نهاده شوند. تصمیم ها باید به صورت زیر اتخاذ شوند:

الف) عمر طراحی ساختمان.

ب) معیارهای مقدار کمینه ی کارایی کاربردی برای هر جزء در طی عمر کاری ساختمان.

ج) اجزائی که باید قابل تعویض و یا تعمیر و نگهداری در بازه ی عمر کاری ساختمان باشند.

این تصمیمات باید توسط کاربر و طراح در اولین مرحله ی فرآیند خلاصه سازی به طور معمول اتخاذ شوند. کاربر باید هر چه بیشتر ممکن است الزامات جامع و خوب تعریف شده ای را برای ساختمان فراهم کند.

ب-۳ ذکر خصوصیات محیطی

به دلیل اینکه محیط داخل و اطراف هر ساختمان منحصر به فرد است، مشخصه بندی برای تعیین اینکه کدام یک از عوامل امکان دارد تاثیرات زیان آور در عمر کاری ساختمان و اجزای آن داشته باشند، نیاز است. بر اساس اهمیت آن مشخصه بندی می تواند در سطح کل و یا بسیار خاص انجام گیرد. پیوست A شامل لیستی از عوامل محیطی که می تواند سبب تخریب شود را بیان نموده است. راهنمایی های با جزئیات بیشتر در استاندارد شماره ISO 15686-2 ذکر شده است. داده های مفروض باید شامل شدت متوسط یا تمرکز بر هر یک از عوامل تخریب و تکرار چرخه بین مراحل باشد (به طور مثال تغییر وضعیت از مرطوب به خشک، و یا از مقدار بیشینه ی دمای روزانه به مقدار کمینه و یا در معرض متناوب گرد پاش های نمکی قرار گرفتن).

به طور معمول، مشخصه بندی عوامل محیطی برای هر پروژه یک بار لازم است. هر محیط و مکانی با عوامل ریز محیطی مختلف باید به طور مجزا بررسی شود. شناسایی این موقعیت ها بستگی به این دارد که کدام عوامل به همدیگر مربوط هستند. فهرست زیر هر چند کامل نیست اما نمونه هایی را در مورد هر یک از موقعیت هایی که ممکن است نیاز به بررسی جداگانه داشته باشند، ذکر می کند.

- موقعیتهای مشخص: نمای خارجی پوشش ساختمان، موقعیتهای داخلی نیمه حفاظت شده، و نواحی روی ساختمانهای بلند که در معرض تغییرات مزو- محیط زیستی به طور مثال فشار افزایش یافته، رطوبت، آلاینده ها و بارانهای محرک بادی است.

- موقعیت هایی در مجاورت زمین: نواحی در معرض رطوبت زمینیت عوامل مربوط به خاک
- موقعیتهایی که در معرض استفاده های سنگین قرار دارند: نواحی داخلی اشتراکی، نقاط تجمع غیر قابل اجتناب
- موقعیتهایی که در معرض عوامل غیر عادی قرار دارند: نواحی در معرض خون، نفت، فنول ها، کلرایدها، شیر، اسیدها و یا سایر عوامل تهاجمی شامل تشعشعات ناشی از فرآیندهای صنعتی محلی (به طور مثال: اکسید نیتروژن، و دی اکسید سولفور)
- موقعیت هایی که در معرض ذرات بخار قرار دارند: خلل و فرج لایه های زیر کف، ساختار ظاهری پنجره ها و خلل و فرج سقف.
- موقعیت هایی که در معرض رطوبت قرار دارند: آشپزخانه ها، حمام ها، سرویس های بهداشتی و استخرها.
- موقعیت هایی که در معرض تعمیر و نگهداری تهاجمی قرار دارند: یخ زدایی، سفید کننده ها و زداینده ی نوشته های دیواری
- موقعیت هایی با مصارف خاص: تئاترهای نمایش، بخش بیمارستان و راهروها.
- موقعیت هایی که تعمیر و نگهداری در آنجا غیر محتمل است: سطوح بالا، نواحی محبوس و غیرقابل دسترسی.

یادآوری برای اغلب ساختمان ها، یک ارزیابی داخلی و دو ارزیابی خارجی (برای نواحی خشک و مرطوب) می تواند کافی باشد.

ب-۴ طراحی مفهومی و اولیه

- برای انتخاب طرح اولیه، تجارب و قضاوت های تخصصی نیاز است که موارد زیر را بررسی کند.
- (الف) عمر طراحی ساختمان در محدوده ی قیدهای پروژه قابل دستیابی است. (به طور مثال: زمان، کارایی، الزامات تعمیر و نگهداری، موضوع موقعیتهای خاص و تاثیرات محیطی)
- (ب) طرح باید با الزامات کارایی تعریف شده در خلاصه دستور هماهنگ باشد (به طور مثال اجزاء غیرقابل تعویض)
- (ج) اجازه ی نگهداری، تعمیر، تعویض و یا ارتقای سطح اجزاء مهم برای جلوگیری از اختلال های بیش از اندازه ناشی از استفاده از ساختمان، داده شده است.
- اگر این شرایط برقرار نباشند، اینکه یک یا تمام موارد خلاصه دستور و طرح اولیه باید اصلاح شود می باید مورد بررسی قرار گیرد.

یادآوری دستورالعمل ساختمان ممکن است برای اجزاء غیرقابل دسترس ایجاب کند که عمرکاری حداقل برابر با عمر طراحی ساختمان باشد.

ب-۵ طراحی با جزئیات

طراحی با جزئیات شامل مجموعه ای از اجزاست. انتخاب ممکن است به وسیله اجزاء موجود محدود شود. فرآیند پیشنهاد یک جزء، کنترل کارکرد تخمینی آن در مقابل خلاصه دستور و انتخابهای اصلاحی، اگر نیاز باشد، باید تکرار شود تا الزامات خلاصه دستور برآورده شود.

اجزاء باید برای متناسب بودن با الزامات کارایی و شناسایی اینکه کارایی هر جزء چگونه با نرخ مشخصی رو به زوال خواهد گذاشت بر اساس موارد زیر ارزیابی شوند :

(الف) محیط

(ب) طرح ساختمان و جزئیات نصب اجزاء

(ج) کیفیت کار موقعیتی

(د) موادی که هر جزء از آن ساخته شده و واکنش آنها در رابطه با مواد ناهمگون

(ن) تعمیر و نگهداری

(و) مصرف

ارتباط بین طراح و تهیه کننده ی اجزاء کمک خواهد کرد به شفاف شدن این موضوع که کدام یک از عوامل کهنگی به هم مربوط هستند و کدامیک، یا هیچکدام، مناسب هستند، تهیه کننده ی اجزاء باید اطلاعات لازم را در خصوص هدف در نظر گرفته شده و موارد استفاده، چنان که ممکن است، ارائه کند.

مسئولیت در قبال جلوگیری از ناسازگاری بین مواد و اجزاء اگر این سازگاری برای کارایی مهم است باید به وضوح معین شود. طرح ساختمان محیط اطراف هر جزء را با در نظر گرفتن مواد مجاور که قسمتی از محیط اطراف اجزاء را تشکیل می دهد معین می نماید. (برای جزئیات بیشتر به استاندارد شماره ISO 6241 مراجعه کنید)

اگرچه، مراجع مشخص که با آنها روبرو می شویم از این قسمت از استاندارد به دست آمده، تاثیرات آنها اغلب در ارزیابی کارایی اجزا مورد غفلت قرار گرفته است.

ب-۶

ب-۶-۱ کلیات

ویژگی ها شامل طراحی اجزاء مناسب و جزئیات نصب اند، در خصوص این مورد همچنین ممکن است به فنونی مانند مهندسی مقادیر یا هزینه یابی چرخه ی عمر برای حمایت از تصمیمات نیاز باشد. ویژگی ها باید معیارهای مقدار کمینه ی کارایی را بیان کند.

بندهای ب-۶-۲ تا ب-۶-۴ موضوعات مهم که باید در برنامه ریزی عمرکاری ذکر شود را توصیف می کند.

یادآوری ویژگی ها به جنبه های متعدد کارایی ساختمان و اجزای آن علاوه بر عمرکاری می پردازد. راهنمایی در خصوص بازبینی و ممیزی طرحهای عمرکاری و مشخصات مربوطه در استاندارد شماره ISO 15686-3 ارائه شده است.

ب-۶-۲ بیان جزئیات نصب

هر کجا که عملی است، جزئیات نصب و محیط های دخیل باید در طرح برای گسترش عمرکاری اجزاء به وسیله ی محافظت کردن در مقابل عوامل کهنگی و تاثیرات آن تنظیم شود.

یادآوری برخی استراتژی های محافظت کننده شامل رنگ زدن و پوشش دهی اعمال شده در محل، حذف عوامل مخرب در زمین، لایه های عایق بندی و تهویه است.

ب-۶-۳

انتخاب اجزاء

اجزاء در خصوص واکنش های آنها با عوامل کهنگی متفاوت اند و برخی مواد ممکن است در بررسی اولیه بدون ارزیابی بیشتر غیرمناسب به نظر آید.

(همانطور که در استاندارد شماره 8-15686 ISO ذکر شده) داده های آزمایش برای استفاده در شناسایی مواد مناسب باید از کارخانه و سایرین پرسش شود.

برای این منظور کارخانه ها باید الزامات کارایی را با جزئیات و با در نظر گرفتن عوامل محیط محلی فراهم کنند(همانطور که در بند ب-۸ ذکر شده) و همچنین کارخانه ها باید در خصوص اطلاعات الزامات تعمیر و نگهداری اجزاء منتخب مورد سوال واقع شوند.

علاوه بر آن بررسی ها باید در مورد اینکه آیا طرح یک جزء خاص تاثیر عوامل را کاهش خواهد داد (به طور مثال، با ادغام لایه های محافظ یا وابسته) و یا تشدید خواهد کرد(به طور مثال: به وسیله ی اجازه دادن به تماس بین مواد ناسازگار) انجام شود.

مثال بررسی در سطح ریز محیطی یک پروژه ممکن است نشان دهد که مهمترین عامل تهاجمی محلی ریزپاش های نمک در محیط دریایی است. به راحتی داده ی تست موجود باید نشان دهد که فولاد نرم به طور اندک گالوانیزه شده بدون ارزیابی های با جزئیات بیشتر در مشخصات، برای این مورد نامناسب است. بنابراین مشخصات باید آن گزینه را کنار بگذارد اما فولاد باید شامل فولاد با پوشش پلاستیکی باشد. انتخاب یک فلز مناسب و یا جایگزین غیرفلزی ممکن است نیاز به تحقیقات بیشتر و با آزمایش آن برای بررسی کردن سایر عوامل محلی داشته باشد.

برای دستیابی به تعادل بین استفاده از اجزاء آشنا، که کارایی آنها از طریق داده های آزمایش یا تجربه و یا هر دو شناخته شده است و موارد ابتکاری که علی رغم فقدان داده های عمرکاری به نظر می آید که محتمل است به کاری بهتری دست یابند، یک طراح باید از یک متخصص مواد کمک بگیرد.

ب-۶-۴ کار موقعیتی

در برنامه ریزی عمرکاری یک مرز مشخصی از خطاها مجاز است که برای پیشامد شرایط کمتر از حالت کامل در خصوص کار موقعیتی به حساب آیند. اگر عواملی مانند شرایط محیطی محلی در طی ساخت و ساز و یا مواد مورد استفاده و یا سطوح مهارت انسانی پیشنهادهای کارخانه را برآورده نکند و یا با الزامات دستورالعمل متابعت نکند و یا به هر جهت مشخصات را برآورده نکند، باید تصمیم گیری شود که آیا عمرکاری مورد نیاز هنوز برآورده می شود اگر چنین نباشد، عملیات اصلاحی باید برای پیشگیری از کارایی ناکافی انجام شود.

اگر چنین قضاوت شود که رسیدن به مشخصات مورد نیاز برای ساخت در محل ممکن است مشکل باشد باید ملاحظات لازم برای انتقال ساخت از محل کار به کارخانه و یا استفاده از اجزائی که آشناتر هستند و یا شرایط نصب با تغییرات قابل اغماض و یا هر دو انجام پذیرد. (به طور مثال برای انتقال مواد و یا ساخت آنها با رواداری کم و یا اعمال روکش ها و یا آب بندها)

یادآوری مهم نیست که یک طرح چقدر خوب باشد، اصلاحات یا جایگزینی های غیرمجاز انجام شده در محل ممکن است منجر به کاهش برخی یا تمامی مزایای برنامه ریزی عمرکاری شود.

ب-۷ طرح تعمیر و نگهداری

در این بند، تعمیر و نگهداری به طور عمده برای مواردی که شامل تعمیر نگهداری دوره ای (مانند تغییر آرایش منظم) تعمیر و نگهداری بر اساس شرایط واکنشی (تعمیرات مربوط به اصلاح کارایی ناقص) و نوسازی عمده است، تعیین می شود. برنامه ریزی عمرکاری ساختمان باید شامل فراهم آوردن برنامه ریزی تاریخ های تعویض قطعات باشد. برنامه ریزی همچنین می تواند شامل تاریخهای احتمالی برای مرمت عمده و تعویض قطعات کمکی مجموعه ها باشد (مانند سخت افزار در و پنجره، لعاب کاری و آب بندی پنجره ها و موارد ناگهانی مربوط به سقف) برنامه ریزی عمرکاری نیاز به آگاهی از عمرکاری هر یک از اجزاء و اجزاء زیر مجموعه آن دارد. یک قطعه از زمان استفاده اش در فعالیت های برنامه ریزی تعمیر و نگهداری نیاز به بهینه سازی هزینه های تعمیر و نگهداری دارد.

عمرکاری تخمینی اجزاء و برنامه ریزی برای تعویض و تعمیر و نگهداری آنها، باید به کاربر مصرف کننده منتقل شود. برنامه ریزی به افراد مسئول در مورد تعمیر و نگهداری با آگاه کردن آنها از تعمیر و نگهداری دوره ای و عملیاتی که در مرحله ی طراحی پیش بینی شده اند، کمک می کند. و همچنین به آنها در خصوص عواملی که توسط طراح پیش بینی نشده اند هشدار می دهد (عوامل پاک کننده). و همچنین ممکن است به آنها کمک کند که هزینه های تعمیر و نگهداری را با مقداری توشه جهت هزینه های پیش بینی نشده برنامه ریزی کنند. فعالیت های مربوط به تعمیر و نگهداری به طور منطقی می توانند پیش بینی شوند و مواردی که باید در برنامه ریزی عمرکاری ساختمان به حساب آیند، شامل موارد زیر است:

الف) تغییر مراحل تکمیلی داخلی (شامل مراحل تکمیلی تزئینی، شامل کاشی کاری مجدد آشپزخانه و حمام)
ب) حذف و یا تغییر چینش دیوارها و تیغه های جدا کننده (مخصوصا در دفاتر کاری)
ج) جایگزینی و تعویض پوشش های سقف (که احتمال این مورد بر حسب عمر طراحی ساختمان و نوع پوشش متغیر است)

د) تغییر یا تعویض نصب تجهیزاتی از قبیل تجهیزات الکتریکی یا لوله کشی (که این مورد برای اغلب ساختمان بسیار محتمل است)

ه) اصلاح فاضلابهای زیرزمینی (این موارد اغلب نادر و معمولا به دنبال گسترش یا تغییر کاربری روی می دهند)
و) حذف جزئی و یا تعویض اجزایی که نیرو تحمل می کنند (معمولا در طی مرمت و یا تغییر کاربری ساختمان)

فرض های مربوط به برنامه ریزی عمرکاری باید در مراجع آتی ثبت شوند. تخمین عمرکاری می تواند به دلیل تغییرات در فعالیت ها که در طی عمرکاری ساختمان روی می دهد نامعتبر شود.

یادآوری ۱ تخمین هزینه های تعمیر و نگهداری به عنوان قسمتی از هزینه یابی عمرکاری در استاندارد ملی شماره ۱۳۵۵۴-۵ مطرح شده است.

یادآوری ۲ آیین نامه های ملی یا محلی ساختمان ممکن است برای طراح ایجاب کند که الزامات تعمیر و نگهداری آتی و امنیت را در نظر بگیرد.

ب-۸ قابلیت پذیرش و الزامات کارایی

ب-۸-۱ سازه های قابل تعویض با تعمیر و نگهداری و یا دائمی و پایدار

ساختمان ها و اجزاء آن باید از نظر دائمی و یا قابل تعویض بودن مورد بررسی قرار گیرند.

جدول ب-۱ مثالی از مقدار کمینه ی طراحی اجزاء برای عمرکاری مخصوص ساختمان بر اساس دسترسی به تعمیر و نگهداری است. شکل می تواند به عنوان نقطه ی شروعی برای بحث در خصوص عمرکاری مناسب به کار رود. آنها نباید انتخاب عمرکاری را بر اساس دلایل اقتصادی انجام دهند (به طور مثال برای یکسان کردن چرخه ی تعویض قطعات یا عمر طراحی ساختمان و یا جستجوی جایگزین ها، اجزا با پایداری پیشنهاد شده ممکن است بسیار پرهزینه باشد).

یادآوری ۱ اجزای ساختمان اغلب نیاز به تعویض و یا تعمیر و نگهداری در طی عمرکاری کل ساختمان دارند. این ممکن است غیر اقتصادی، غیرممکن و یا به طور عملی نامطلوب باشد که تمام اجزاء کارایی قابل قبول خود را بدون تعمیر و نگهداری برای یک ساختمان خاص با سالها عمر طراحی حفظ کنند. محتمل ترین پیش بینی این است که اجزاء ساختاری و یا مجموعه ها (از جمله شالوده و پی، چارچوب ها و یا لوازم جاسازی شده) که بسیار مخرب و نیازمند تعمیر و یا تعویض اند به طوری که خرابی آنها می تواند سبب نیاز به تعویض ساختمان شود همچنین امکان تخریب ایمن ساختمان یا اجزاء و رفع دور ریزها باید در نظر گرفته شود.

یادآوری ۲ برای ساختمان های موقت، بسیار مطلوب است که عمرکاری قطعات با عمرکاری کل ساختمان هماهنگ شود. سهولت جداسازی قطعات می تواند به بازیافت یا استفاده ی مجدد از آنها کمک کند. ساختمان هایی با عمر طراحی طولانی ممکن است نیاز به تعمیر و نگهداری و یا تعویض های پیوسته برای رسیدن به عمر طراحی داشته باشند. بنابراین سهولت جداسازی قطعات و دوباره گردآوری کردن آنها برای حفظ اساس موجود ساختمان باید یکی از هدفهای طراحی همراه با سهولت تعمیر باشد.

جدول ب-۱ مقدار کمینه عمر طراحی پیشنهادی برای اجزا

عمر طراحی ساختمان	اجزاء غیر قابل دسترسی و یا اجزاء ساختاری	اجزایی که تعویض آنها پر هزینه و یا مشکل است ^{الف}	اجزاء تعویضی مهم	تعمیرات ساختمان
نامحدود	نامحدود	۱۰۰	۴۰	۲۵
۱۵۰	۱۵۰	۱۰۰	۴۰	۲۵
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۰	۲۵
۶۰	۶۰	۶۰	۴۰	۲۵
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
یادآوری اجزا با قابل تعویض آسان ممکن است سه تا شش سال عمر طراحی داشته باشند.				
یادآوری عمر طراحی نامحدود به دلیل کاهش چشمگیر گزینه های طراحی به ندرت مورد استفاده قرار می گیرد				
الف شامل فاضلاب زیرزمینی				

ب-۸-۲ کارایی محدود شده به دلیل کهنگی و تنزل رتبه

برای برنامه ریزی عمر کاری، عمر کاری یک ساختمان به دلیل کهنگی اجزاء غیر قابل تعویض و یا کهنگی اجزاء قابل تعویض و تعمیر و نگهداری و یا هر دو وقتی که تعویض یا تعمیر هزینه های غیر قابل قبولی در پی داشته باشد، موضوع امنیت و یا اختلال در کاربرد محدود می شود. تعمیر و نگهداری شامل (تعویض قطعات) مهمترین استراتژی برای کنترل کهنگی است اما در مورد تعویض برای اجزای قابل تعویض با قابلیت کاربرد ضعیفتر باید در نظر گرفته شود که آیا تعمیر از لحاظ اقتصادی قابل توجیه است یا نه.

برنامه ریزی عمر کاری تنها به تغییرات قابل پیش بینی می تواند اشاره کند در حالی که برنامه ریزی عمر کاری در ارتباط با خطر های قابل پیش بینی است تخمین کهنگی (به بند ۷ مراجعه کنید) و یا کارایی ناقص ناشی از رویدادها و فرایندهای غیر قابل پیش بینی عملی نیست.

مثال امروزه کهنگی در خانه هایی که اسکلت بندی هایی با کارکرد کامل دارند نیز به دلیل بازارهای محلی ضعیف روی می دهد.

در تمام مراحل مسکن سازی شهری برای کاهش نیاز به تعویض قطعات مطابق تجسم ناکافی تقاضاهای آتی در خصوص ساختمان، ارزیابی باید در مورد نتایج مکانیزم قابل پیش بینی کهنگی انجام شود.

ب-۸-۳ قابلیت پذیرش

زمانی که خلاصه دستور طراحی که الزامات کارایی را تعریف می کند توسط کاربرد تنظیم شده باشد باید همچنین شامل الزامات تحمیل شده به وسیله اصلاحیه ها در آیین نامه های ملی و محلی باشد. اگر الزامات آیین نامه ها و اصلاحیه ها به مدت طولانی برآورد نشوند یک ساختمان یا اجزا یک ساختمان ممکن است نیاز به تعویض یا تعمیر داشته باشد.

همانطور که در بند ب-۴ ذکر شد معیارهای مقدار کمینه ی کارایی قابل قبول اجزاء سهام باید در خلاصه دستور و طرح اولیه معین شوند. این معیارها جنبه های کارایی که می تواند سبب تعویض قطعات در صورت توقف معیارهای کارکردی برای کاربری اساسی شود را تعیین می کند کارایی معیوب می تواند عمر کارایی اجزا را به انتها برساند مگر اینکه تعمیر یا نگهداری اقتصادی بتواند کارایی را احیا کند. بقیه فرایند طراحی عمر کاری شامل تخمین این است که چه مدت طول می کشد که یک جزء به کارایی غیر قابل قبول برسد همچنین مطلوب است که تغییرات آتی محتمل تسهیل شوند.

کاربر باید قطعات را از لحاظ اینکه کارایی کدام یک مهم است تعیین کند و خرابی های بالقوه را که ممکن است ناشی از عوامل غیر آشکار باشد، مورد تاکید قرار دهد.

کارایی غیر قابل قبول ممکن است نیاز به تعمیر و نگهداری و یا تعویض اجزا داشته باشد تعویض همچنین ممکن است نیاز باشد اگر تعمیر و نگهداری بسیار هزینه بر و یا تعمیر ناممکن است (به طور مثال به دلیل عدم وجود قطعات یدکی)

مثال یک پنجره ممکن است نیاز به تعویض داشته باشد اگر فاقد هر یک از موارد زیر باشد:

الف: باقی ماندن در حالت امن و ایمن

ب: باز و بسته کردن

ج: به طور یکنواخت شفاف بودن

د: جلوگیری از نشت آب از چهارچوب

ه: حفظ کارایی قابل قبول

و: فراهم آوردن عایق بندی حرارتی به میزان کافی

یادآوری ۱ شناسایی اینکه تمام کاهش ها در خصوص یک جزء، جنبه های مهم کارایی آنرا تحت تاثیر قرار می دهد مهم است. کارایی اجزاء زیادی در قابلیت پذیرش ساختمان موثر نیست اگر چه هر خرابی که مجاز است اغلب با فعالیت های کارکردی در ساختمان تعیین می شود. به طور مثال سطوح بالای چگالش می تواند برای کامپیوترهای استفاده شده در ساختمان مضر باشد.

یادآوری ۲ تعویض ها همچنین ممکن است مطابق کهنگی یا تغییر کاربری ساختمان روی دهد.

ب-۸-۴ نتایج خرابی و نقص

اگر خرابی و نقص اجزا امکان ایجاد خطر برای سلامتی و امنیت داشته باشد خرابی ها ممکن است با توجه به نتایج آنها رده بندی شوند. نیاز برای پیشگیری از خطرهای غیر قابل قبول برای سلامتی و امنیت و سایر موارد مهم برای مالکین ساختمان یا کاربرها ممکن است ایجاب کند قابلیت اعتماد اجزا هنگام ارزیابی عمر کاری اجزا مهم تلقی

شود. جدول ب-۲ سلسله مراتبی را در خصوص مهم بودن نتایج پیشنهاد می کند. اما جنبه های خاصی ممکن است طبقه بندی را تغییر دهد (به طور مثال اختلال در دسترسی خریدار به خرده فروشی ها) برای کاهش احتمال خطر خرابی که در طی عمر کاری ساختمان روی می دهد زمانی که نتایج یک خرابی بحرانی به نظر می رسد ممکن است به عمر طراحی طولانی خاص برای قطعات خاص و یا تقویت الزامات بازرسی و تعمیر نگهداری نیاز باشد. این ممکن است زمانی روی دهد که به طور مثال یک ماده خطر ناک نشر کند و یا تعداد زیادی از افراد مجروح شوند اگر برخی از اجزا مشخصات مهم را برآورد نکنند به طور ایده آل تصمیمات باید براساس تحقیقات مبتنی بر احتمال گرفته شوند.

جدول ب-۲ سلسله مراتب پیشنهادی نتایج امنیت

رده بندی	نتایج	مثالها
۱	خطر برای زندگی	فروپاشی و تخریب ناگهانی ساختمان
۲	احتمال خطر جراحت	شل بودن آج پله
۳	خطر سلامتی	نفوذ رطوبت به میزان زیاد
۴	تعمیر پر هزینه	نیاز به داربست گسترده
۵	پر هزینه بودن به دلیل تکرار	تعویض سخت افزار پنجره
۶	اختلال در کاربری ساختمان	نقص گرمایش
۷	در معرض خطر قرار گرفتن امنیت	چفت در شکسته شده
۸	مشکلات غیر منتظره	تعویض لوازم جزئی

ب-۸-۵

قابلیت پذیرش کاربردی در مورد کارایی در نواحی مختلف مربوط به موارد متعددی از جمله سلامتی، سودمندی و حفظ خصوصیات باید در طی عمر کاری حفظ شود.

جدول ب-۳ مثالهایی از مشخصات مهم کار کردن

الزامات کارایی	مثالها
ایمنی و امنیت	ایمنی هنگام آتش سوزی و هنگام تعمیر و نگهداری در پاسخ به خطرات (از قبیل زلزله، سیل، و یا بعد از برخورد رعد و برق)
الزامات قانونی	عدم تطابق با آیین نامه ها (تغییر در کاربری ساختمان نمی تواند سبب تغییر آیین نامه های کاربری شود)
کارایی ساختاری	مقاومت در مقابل نیروهای تحمیلی یا استاتیکی
کارایی حفاظتی و سختی شرایط آب و هوا	توانایی پوشش برای محافظت چارچوب ساختاری از عملیات محیطی محافظت از ساکنین و کالاهای انبار شده
محیط، بهداشت و آسایش	کنترل دمای داخلی، رطوبت نسبی، کارایی تصویری و صوتی، قابلیت تمیز کردن سطوح
زیبایی شناسی	زمانی که ظاهری خوب مورد نیاز است که ساختمان بتواند بازدیدکنندگان را تحت تاثیر قرار دهد
عملکرد قطعات متحرک	مقاومت در برابر سایش و خوردگی

جدول ب-۴ مثالهایی از خصوصیات مهم اقتصادی

مثالهایی از نقص	الزامات کارایی
تعویض متناوب واحدهای لعاب کاری شده و محکم چسبیده	هزینه های قابل قبول تعمیر و نگهداری
هزینه های انرژی سستم گرمایش غیر کارا	هزینه های راه اندازی مصرفی
ریخته گری دیگ بخار که نیاز به تجهیزات خاص دارد	موجود بودن قطعات یدکی با هزینه های معقول
یادآوری: قابلیت دسترسی تضمینی قطعات یدکی می تواند نشان دهنده عمر کاری برای اجزایی باشد که نیاز به تعویض های منظم و مکرر دارد مانند دیگ بخار.	

ب-۸-۶ قابلیت پذیرش از لحاظ اقتصادی

معمولا تعویض قطعات زمانی که تعمیر و نگهداری به صورت غیر قابل قبولی هزینه بر باشد و یا کارایی بهتر ناشی از قطعات جدید هزینه های کارکردی را کاهش دهد از لحاظ اقتصادی قابل توجیه است.