INSO
13554-7
1st.Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۳۵۵۴-۷
چاپ اول
۱۳۹۳

ساختمان‌ها و دارایی‌های ساخت- برنامه‌ریزی عمر خدمت قسمت۷: ارزیابی کارایی بازخورد داده‌های طول عمر خدمت از عملکرد

Buildings and constructed assets - Service life planning Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice

ICS: 91.040.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی همگام با مواد ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، 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 می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 طبقه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، 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 ، گواهینامهٔ 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

« ساختمان‌ها و دارایی‌های ساخت برنامه‌ریزی عمر خدمت - قسمت۷: ارزیابی عملکرد بازخورد داده‌های طول عمر خدمت به دست آمده از عملکرد »

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
روا، افشین (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
دبیر :	
متذکر، نسیبه (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اکبری، پوریا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	شرکت ارک سازه مراغه
تبریزی، آذر (کارشناس مهندسی عمران)	شرکت کیفیت آفرینان آذر
خدایاری، رسول (دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی عمران)	دانشگاه آزاد مراغه
روا، فرهاد (کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)	شرکت پاکریس غرب
عزیزی، وحید (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	انجمن بتن ایران
ملکی، احمد (دکتری تخصصی مهندسی عمران)	دانشگاه آزاد مراغه
نصیرفام، جواد (کارشناس مهندسی عمران)	انجمن بتن ایران (آزمایشگاه کنترل کیفیت ماراویا)

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		ه
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۱
۴	چارچوب روش‌شناسی	۵
۵	بررسی‌های عملکرد	۸
پیوست الف	راهنمای عامل E- سامانه‌های رده‌بندی زیست‌محیطی و روش‌های ارزیابی در محیط کوچک	۲۴
پیوست ب	پیش‌بینی عمر خدمت باقی‌مانده در هدف (ساختمان منفرد) سطح و روی سطح شبکه (ساختمان‌های عمومی)	۳۱
پیوست پ	نمونه کارشده از ثبت اطلاعات RCL "بازرسی ساختمان‌ها"	۳۳
پیوست ت	کتابنامه	۳۷

پیش گفتار

استاندارد " ساختمان‌ها و دارایی‌های ساخت- برنامه‌ریزی عمر خدمت قسمت۷: ارزیابی کارایی بازخورد داده‌های طول عمر خدمت از عملکرد" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و هفتمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده های ساختمانی مورخ ۹۳/۲/۱۸ 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 می شود.

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 15686-7: 2006, Buildings and constructed assets Service life planning- Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice

ساختمان‌ها و دارایی‌های ساخت- برنامه‌ریزی عمر خدمت قسمت۷: ارزیابی عملکرد بازخورد داده‌های عمر خدمت به دست آمده از عملکرد

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات کلی برای ارزیابی عملکرد بازخورد داده‌های عمر خدمت از دارایی‌های ساخته شده و ساختمان‌های موجود می‌باشد که شامل اصطلاحات مورد استفاده و شرح چگونگی تشریح عملکرد فنی و مدارک اطمینان از انطباق است.

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 می شود.
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

2-1 ISO 6241: 1984, Performance standards in building - Principles for their preparation and factors to be considered

2-2 ISO 15686-1: 2000, Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles

2-3 ISO 15686-2: 2001, Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 2: Service life prediction procedures

2-4 ISO 15686-8: 2008, Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 8: Reference service life

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استانداردهای ISO 15686-1 و ISO 15686-2 اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود :

۱-۳

درجه نتیجه[1]

بیان شدت نتایج در ارتباط با یک سطح مرجع تعریف شده

۲-۳

سطح شبکه[2]

اجزاء موجود (امکاناتی مانند پل‌ها، تونل‌ها، نیروگاه‌ها، ساختمان‌ها) تحت مدیریت و نگهداری یک مالک

۳-۳

سطح هدف[3]

واحد اساسی شبکه سرویس‌دهی بعنوان یک عملکرد خاص

۴-۳

بررسی عملکرد[4]

بررسی کلی (تعریف وظیفه، برنامه‌ریزی، آزمایش، ارزیابی و گزارش‌نویسی) در زمان معین مطابق با این استاندارد

۵-۳

ارزیابی عملکرد[5]

محاسبه کل مواد برای عملکرد یک مورد در کل طول عمر خدمت

۶-۳

درجه عملکرد(PD)[6]

عملکرد یک مورد در رابطه با سطح مرجع تعریف شده

---

1 -Consequence degree
2- Network level
3 -Object level
4- Performance survey
5- Performance assessment
6 - Performance degree

۷-۳

کنترل عملکرد[1]

مقایسه بین عملکرد و الزامات تعریف شده

۸-۳

مرمت[2]

اصلاح و بازیافت یک مورد موجود و ارتقاء آن به شرایط قابل قبول

یادآوری – به استاندارد ISO 6707-1 مراجعه کنید.

۹-۳

تعمیر[3]

برگرداندن یک محصول/ ترکیب/ مجموعه/ سامانه با یک شرایط قابل قبول با استفاده از نوسازی، جایگزینی یا تعمیر بخش‌های فرسوده، آسیب دیده یا تنزل یافته

یادآوری – به استاندارد ISO 6707-1 مراجعه کنید.

۱۰-۳

نوسازی[4]

تخریب و بازسازی یک مورد موجود

۱۱-۳

جایگزینی[5]

تغییر بخش‌هایی از یک مورد موجود برای بازیابی کارایی آن

1 - Performance control
2 - Refurbishment
3 - Repair
4 - Renewal
5 - Replacement

۱۲-۳

ریسک[1]

احتمال یک رویداد (برای مثل شکست، خسارت) افزایش یافته با نتایج آن‌ها (مثل هزینه، تلفات، قرار گرفتن در معرض خطرات فردی و زیست محیطی).

۱۳-۳

علامت[2]

شاخص کاهش عملکرد یک مورد

۱۴-۳

شرایط حین استفاده[3]

هر وضعیتی که باعث از بین رفتن دارایی‌های یک ساختمان/ سازه یا بخشی از آن تحت استفاده نرمال، شود و یا به آن کمک کند.

یادآوری- به منظور در بر گرفتن تمامی رده‌های هفت عامل در روش عامل، این عبارت به منظور تشخیص طبقه عامل از عبارت شرایط حین استفاده همانطور که در بند ۵-۳-۳ استاندارد ISO 15686-2: 2001 به عنوان شرایط زیست‌محیطی نحت استفاده نرمال تعریف شده بیان گردیده است. در نتیجه مطابق با بند ۲-۱-۳ استاندارد ISO 15686-1: 2000 که در آن "شرایط حین استفاده" به عنوان موثر بر هر یک از هفت عامل اشاره شده است.

۱۵-۳

شرایط استفاده[4]

شرایط حین استفاده کاربران از یک ساختمان/ دارایی‌های ساخت، و فعالیت انسانی در نزدیکی ساختمان‌ها/ دارایی‌های ساخت.

1 - Risk
2 - Symptom
3 - In-use condition
4 - Usage conditions

یادآوری – در این استاندارد رده عامل F به شرایط استفاده بیشتر از شرایط حین استفاده همانطور که مورد استفاده قرار گرفته تخصیص داده شده است اما در استاندارد ISO 15686-1 تعریف نشده است. در استاندارد ISO 15686-2 بطوری که رده عامل از عبارت شرایط حین استفاده متمایز باشد تعریف شده است، به طوریکه شرایط زیست محیطی تحت استفاده نرمال باشد.

۱۶-۳

رده عامل[1]

نشانه‌گذاری یک شرط حین استفاده که نشان می‌دهد شرایط کدام عامل از روش عامل، موثر خواهد بود.

۱۷-۳

طبقه بندی شرایط حین استفاده[2]

عمل داوری همه‌جانبه از تمام اطلاعات کیفی از شرایط حین استفاده در یک رده عامل.

۱۸-۳

طبقه شرایط حین استفاده[3]

نتیجه یک طبقه‌بندی شرایط حین استفاده.

۴ چارچوب روش شناسی

۴-۱ طراحی عمر خدمت

در استاندارد ISO 15686-1 مفهوم عمر خدمت مرجع (RSL)[4] به عنوان"عمر خدمت یک محصول/ قطعات/ مجموعه‌ها/ سامانه که انتظار می‌رود به عنوان یک زیر مجموعه خاص برای مثال یک مجموعه مرجع در شرایط حین استفاده که ممکن است اساس ارزیابی عمر خدمت تحت شرایط حین استفاده دیگری را تشکیل دهد" تعریف شده است.

شخصی که در زمینه برنامه‌ریزی عمر خدمت (SLP)[5] یک هدف طراحی، کار می‌کند با مشکل پیش بینی عمر خدمت قطعات آن مواجه است. حتی اگر داده‌های عمر خدمت معین در دسترس باشد، برای مثال RSLها، به

1 - Factor class
2 - In-use condition
3 - In-use condition grade
4 - Reference service life
5 - Service life planning

ندرت می‌توان بصورت مستقیم استفاده کرد. زیرا شرایط حین استفاده پروژه خاص، که در آن اجزای هدف مورد نظر است، معمولا از آن‌هایی که تحت داده‌های عمر خدمت معتبر هستند، برای شرایط حین استفاده مرجع متفاوت می‌باشند.

در بند ۹ استاندارد ISO 15686-1، روش عامل به عنوان ابزاری برای غلبه بر این مشکل شرح داده شده است. روش عامل برای اصلاح عمر خدمت مرجع (RSL) در به دست آوردن عمر خدمت برآورده شده (ESL)[1] از اجزای طراحی یک هدف، با توجه به تفاوت بین پروژه خاص و شرایط حین استفاده مرجع، استفاده می‌شود. این کار از طریق ضرب RSL با یک تعداد از عوامل انجام می‌شود، هر کدام تفاوت بین دو مجموعه از شرایط حین استفاده در یک رده عامل خاص را منعکس می‌کند.

ESL= RSL × A عامل × B عامل × C عامل × D عامل × E عامل × F عامل × G عامل

ده عامل‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱- طبقه عامل‌ها از روش عامل

رده‌های عامل از روش عامل	
رده عامل	**نقش**
A	کیفیت اجزاء
B	سطح طراحی
C	سطح اجرای کار
D	محیط داخلی
E	محیط بیرونی
F	شرایط استفاده
G	سطح نگهداری

ارزیابی یک ESL طبق روش عامل نیازمند ورودی RSL و همچنین تعدادی از رده‌های عامل A تا G می‌باشد. انتخاب مناسب تعدادی از عوامل به تفاوت بین شرایط خاص پروژه و شرایط حین استفاده مرجع بستگی دارد. بنابراین، به منظور امکان برآورد عامل‌های A تا G، مشترک با RSL، شرایط حین استفاده مرجع در عبارات رده‌های عامل، بهتر است تا جای ممکن در زمان فراهم کردن داده‌ها به حساب آید.

1- Estimated service life

اخیرا، تعداد محدودی از مطالعات سیستماتیک در پیش‌بینی عمر خدمت انجام شده است و یک نیاز ضروری برای داده‌ها وجود دارد. برای تهیه داده‌های RSL، حصول هر نوع داده‌های موجود قابل قبول است.

۴-۲ ارزیابی عملکرد عمر خدمت در دوره چرخه عمر ساختمان

۴-۲-۱ رابطه طراحی عمر خدمت و عمر خدمت مرجع (RSL)

سطوح عملکرد ساختمان و مولفه‌های آن در طول چرخه عمر ساختمان تغییر می‌کند (شکل۱). شرایط حین استفاده نیز می‌تواند در معرض تغییر باشد. بنابراین، یک ارزیابی مناسب عمر خدمت، در طول چرخه عمر خدمت ساختمان بهتر است شامل یک ارزیابی کلی شرایط حین استفاده موجود، و ثبت هر نوع تغییر سطوح مورد استفاده در فرآیند طراحی (در صورت قابلیت اجرا)، باشد.

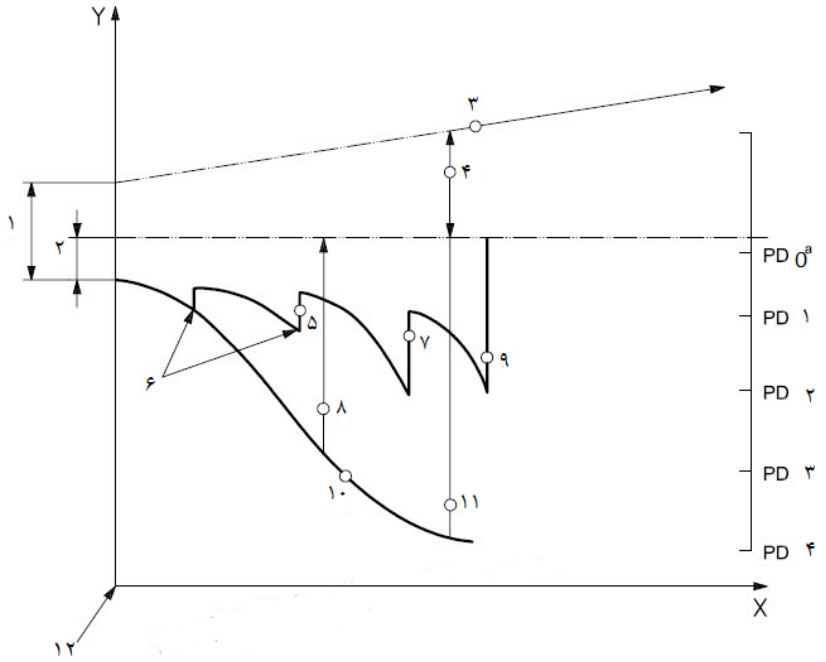
هدف اصلی این استاندارد فراهم آوردن مبنایی برای ارزیابی هدف و توصیف چگونگی بازیابی اطلاعات در طول ارزیابی‌های عملکرد می‌باشد که می‌تواند یک ورودی جدید در داده‌های عمر خدمت مرجع همانطور که در استاندارد ISO 15686-8 بیان شده است، باشد. بدین ترتیب، این استاندارد برای اضافه نمودن بیشتر روش تولید داده‌ها از بازرسی ساختمان مشخص شده در بند ۸-۲-۵ استاندارد ISO 15686-1: 2000 می‌باشد.

۴-۲-۲ عملکرد چرخه عمر ساختمان

شکل ۱ سناریوهای توسعه عملکرد کارهای ساختمانی (خط پررنگ)، از مرحله تحویل تا نگهداری و بهره‌برداری را نشان می‌دهد. اغلب به دلیل شکست‌ها یا آسیب در طول ساخت، یک انحراف در عملکرد از انتظارات و الزامات مشتری از مرحله آغاز (اولیه) تا تحویل (چون ساخت)، وجود دارد. افزایش فاصله انتظارات در نتیجه افزایش مستمر شرایط جدید و ارتقاء، توسعه کسب و کار و غیره می‌باشد.

پس از تحویل، در طول بهره‌برداری اگر هیچ‌گونه نگهداری انجام نگیرد، در اثر فرسایش و گسیختگی، یا به عبارت ساده‌تر عامل سن، باعث کاهش عملکرد می‌شود. بنابراین، ساختمان و قطعات آن در معرض اقدامات اصلاحی مختلف یا نگهداری قرار می‌گیرند، تا عملکرد مورد نیاز را حفظ کنند. این اقدامات می‌توانند پیشگیرانه، هر کدام که ارجح باشد و یا عمل واکنشی هر کدام که عمدتا عمل متداولی است، باشند. در هردو مورد، بازرسی‌ها و ارزیابی‌های عملکرد باید مبنایی برای برنامه‌ریزی و نگهداری باشد. این امر در مورد تمام کارها کاربرد دارد.

این استاندارد اصطلاحات کلی و شرایط چگونگی ارزیابی عملکرد عمر خدمت در طول این چرخه عمر را، تعریف می‌کند. برنامه‌ریزی نگهداری، خارج از هدف این استاندارد است، اما در استاندارد ISO 15686-1 به منظور نشان دادن شکل ۱، مربوط به ارزیابی سطوح عملکرد ارزیابی شده در اقدامات مختلف شناخته شده نگهداری، تعریف شده است. محتوا و روابط بین سطوح و اقدامات باید توسط کاربران به صورت مجزا تعریف شوند.



راهنما

Y : کیفیت/ کارکرد
X : اجرا و مدیریت تمام وقت ساختمان
۱ : انتظارات/ فاصله موفقیت
۲ : شکست ساختمان/ آسیب
۳ : الزامات جدید (عمومی، بازاری، تجاری)
۴ : پیشرفت توسعه
۵ : نگهداری دوره‌ای و پیشگیرانه
[a] درجات عملکرد (PD) تعریف شده در بند ۵-۳-۴-۲-۲
۶ : حالات حدی
۷ : مرمت
۸ : تعمیر
۹ : جایگزینی
۱۰ : عملکرد بدون اقدامات پیشگیرانه
۱۱ : نوسازی
۱۲ : چون ساخت

شکل ۱- عملکرد چرخه عمر ساختمان

۵ بررسی‌های عملکرد

۵-۱ کلیات

هدف اصلی این استاندارد کمک به برنامه‌ریزی و تدارک الزامات کلی و مدارک کاری خاص برای بررسی عملکرد موارد با خصوصیات گوناگون و هدف مختلف، است. مدارک الحاقی کاری خاص و کلی در انجام بررسی‌های عملکرد، را می‌توان در سه سطح، مطابق جدول ۲ توضیح داد.

جدول۲- بازنگری سطوح مدارک

مدارک	عملکرد اصلی	محتوا
این استاندارد	یک چارچوب استاندارد شده برای فراهم کردن برنامه‌ریزی ، روش‌ها و عبارت	تعاریف، روش و محتوا
مدارک کاری کلی برای بررسی‌های عملکرد	عبارات ثابت (هدف) موافق شده (سطح مرجع) برای عملکرد یک روش ساخت یا محصول ساختمانی	فهرست‌های نشانه خاص و/ یا کاتالوگ‌های نشان داده شده، برای مثال : - بتن - مصالح بنایی - چوب بیرونی - فولاد - کانال‌های تهویه بازیابی فهرست آماده شده برای محل‌های احتمالی شکست بر اساس این استاندارد
مدارک کاری خاص برای بررسی‌های عملکرد	دستورالعمل‌های خاص در چگونگی نوعی از مورد که باید به کار برده شود، فراهم می‌کند همچنین سطح مرجع بهتر است برای درجات عملکرد مربوط به نوع مورد را فراهم کند.	راهنمای کارکامل برای بررسی عملکرد یک نوعی از آیتم، برای مثال : - پل‌ها - ساختمان‌های قدیمی شهر - کلیساهای چوبی - سامانه‌های تهویه این‌ها باید به وسیله افرادی که درخواست بررسی نوعی از مورد (مدیر تسهیلات، صاحب ملک، غیره) براساس مدارک کاری استاندارد و کلی، آماده شوند

این استاندارد می‌تواند به صورت زیر مورد استفاده قرار گیرد :

الف- وقتی هیچ مدارک کاری دیگری به صورت مستقیم موجود نباشد، یا وقتی مدارک کاری به عنوان پیوست ناقص باشد، برای بررسی عملکرد می‌توان استفاده کرد؛

ب- آماده کردن مدارک کاری عمومی؛

پ- آماده کردن مدارک کاری خاص.

۲-۵ سطح ثبت و انواع بازرسی جهت مصرف کننده

سه سطح از ثبت عبارتند از :

الف- سطح ۱ (مقدماتی)، ثبت عملکرد از یک مشخصه کلی شامل ترکیبی از مشاهدات بصری، در صورت نیاز، با اندازه‌گیری‌های ساده.

ب- سطح ۲ (منظم)، ثبت عملکرد از یک مشخصه کلی، اما کامل‌تر و دقیق‌تر از سطح ۱. این سطح شامل آزمایش داده‌های پشتیبان، مثل طرح‌ها، ویژگی‌ها و مدارک دیگر. اندازه‌گیری‌ها یا ثبت‌های جامع برای اجرای ساخت و عملکرد آیتم در صورت نیاز باید انجام گیرد.

پ- سطح ۳ (دقیق)، ثبت عملکرد از یک مشخصه خاص که تنها شامل موارد خاص مانند (اجزای ساختمان، اجزای سازه، مقاطع کار) یا مشکلات خاص، می‌باشد. چنین ثبت عملکرد، به استفاده از اندازه‌گیری دقیق مخصوص یا روش‌های آزمون و، در صورت مناسب بودن آزمون‌های آزمایشگاهی اشاره دارد.

انواع بازرسی بهتر است سطوح مختلف ثبت مطابق نیازهای کاربران و شایستگی مورد نیاز بازرسان مطابق جدول ۳ طراحی شوند.

جدول۳- انواع بازرسی و سطح شایستگی مورد نیاز بازرسان

انواع بازرسی	هدف	حداقل کیفیت بازرس
مقدماتی	بازرسی مقدماتی از یک مشخصات کلی شامل مشاهدات بصری و اندازه‌گیری‌های اصلی برای به دست آوردن بازنگری خیلی صریح	داشتن تحصیلات فنی، شناخت ساختمان و توانایی شناختن بخش‌های مربوطه و پدیده‌های بحرانی
منظم	بازرسی در فاصله زمانی منظم، برای مثال : - هر یک تا دو سال، برای تحلیل نقاط ضعیف یا شکست در ساختمان - هر سه تا ۱۰ سال برای - طراحی و آماده‌سازی مناقصات در تجدید و مرمت پروژه - تعریف طرح بازرسی، برنامه‌نویسی سوالات مختص هدف برای بازرس - برنامه‌ریزی نوسازی، کنترل مصرف مناسب، براورد هزینه برای اندازه‌گیری‌های نگهداری	معمار، مهندس عمران، مدیر تسهیلات، صنعتگر، تکنسین
خاص/ دقیق (مرتب شده از سطوح بالا)	وظایف خاص، مثل - مشخصات دقیق وسعت هر آسیب - وضعیت‌های غیر عادی یا/ سخت - کار تحقیقاتی	تایید شده/ متخصص صلاحیت‌دار در زمینه‌های مربوط، مثل دانشمند، مهندس آزمایشگاه، مهندس نرم افزار

۵-۳ مراحل و فعالیت‌ها در زمینه بررسی عملکرد

۵-۳-۱ مرور کلی

بازرسی عملکرد باید شامل مراحل اصلی زیر باشد :

الف- تعریف وظیفه؛

ب- برنامه‌ریزی؛

پ- آزمایش؛

ت- ارزیابی؛

ث- گزارش دهی.

یادآوری - یک تحلیل دقیق‌تر این فرآیند در جدول ۴ ارائه شده است.

بررسی‌های عملکرد باید به وسیله پرسنل دارای سابقه فنی مرتبط در زمینه مورد بررسی، انجام شود (جدول۳). تمامی زمینه‌های مربوط به هدف بررسی عملکرد باید پوشش داده شوند.

۵-۳-۲ تعریف وظیفه

۵-۳-۲-۱ کلیات

هدف، وسعت و منابع مورد نیاز برای بررسی عملکرد باید مشخص، بیان و مستند نمود.

۵-۳-۲-۲ هدف

شرط لازم بررسی عملکرد، تعریف هدف از این بررسی است. مثل شفاف‌سازی اینکه چه بررسی بهتر است به کار رود، برای مثال هدف از بررسی‌های عملکرد در رابطه با کارهای ساختمانی یا قطعات کارهای ساختمانی می‌تواند شامل موارد زیر باشد :

الف- فراهم کردن مدارک عملکرد و اطلاعات RSL برای ارائه مدارک محصول صنعتگر؛

ب- اساس فرم برای طراحی نگهداری؛

پ- تصمیم گرفتن (در مورد نوسازی شهر مسکونی) اینکه آیا کارهای ساختمانی، باید تخریب یا نوسازی شود؛

ت- بازدید اتمام کار و اطلاع رسانی نواقص؛

ث- کمک کردن به خرید و فروش؛

ج- کمک کردن در ارزیابی (بخش فنی)؛

چ- کمک کردن در آماده‌سازی مدارک حفاظت.

جدول۴ - مراحل و فعالیت‌های پیش نویس ارزیابی عملکرد

مرحله اصلی	فعالیت/ محتوا	مثال‌ها/ توضیحات
تعریف وظیفه	هدف	برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری و نوسازی. ارزیابی خسارت و طول عمر باقی‌مانده. ارزش‌گذاری. مدارک حفاظت
	اندازه/ سطح	موارد : زمین، ساختمان، کار ساختمانی، اعضاء. ارزیابی، تعریف سطح ثبت. نمونه‌برداری. محاسبه هزینه اقدامات
	هزینه تحلیل	هزینه خدمات خریداری شده و هزینه شخصی
برنامه ریزی	مواد اصلی	طرح‌ها، مشخصات، مدارک عملکرد
	برنامه ثبت	اصولی، سامانه راهنما، انتخاب آماری، پشتیبانی‌ها
	برنامه	آزمایش، بازرسی، اطلاعات جلسه، دسترسی
ثبت سن، شرایط حین استفاده و سطوح عملکرد	آزمایش	نشانه‌ها، شرایط حین استفاده
	طبقه عملکرد	شرح عملکرد از طریق شکل‌ها و اندازه‌گیری‌ها
	اسناد	عکس‌ها
ارزیابی	شرایط حین استفاده	مشخصات بحرانی/ و الزامات عملکرد پیش بینی طول عمر خدمت
	کنترل عملکرد	الزامات تعیین شده توسط مقامات، مقررات. الزامات تعیین شده توسط مشتری/ نیازهای کاربر
	شکست	تعریف سطح مرجع، مدارک ناکافی
	احتمالات و نتایج	تجدید نظر مقدار ثبت، توزیعات شکست و طبقات نتیجه
	ریسک	ارزیابی شده و استفاده شده به عنوان یک اساس برای نمایه‌های اقدام
	اقدامات	پیشنهادات، الویت‌ها/ هزینه‌ها در صورت مناسب بودن
گزارش دهی	مقدمه	هدف.شناسایی موارد، سازه اصلی، عمر ساختمان، توسعه سطح، زمان بررسی، مشتری و پیمانکار، موارد درگیر دیگر.
	نتیجه	نتیجه اصلی، خلاصه، عملکرد، اقدامات پیشنهادی، هزینه‌ها، اقتصاد، پیشنهاد برای پیشرفت بیشتر
	گزارش اصلی	تعاریف، سطح مرجع، ثبت‌ها، بازرسی‌ها، ارزیابی‌هاو پیشنهادات، هزینه‌ها
	پیوست	مواد اصلی، مصالح مکمل، طرح‌ها، عکس‌ها، شکل

۵-۳-۲-۳ گستره و هزینه‌ها

گستره بررسی به وسیله موارد زیر تعیین می‌شود:

الف- در بررسی عملکرد چه موارد و زمینه‌هایی شامل هستند؛

ب- سطح ثبت؛

پ- آیا محاسبه‌ای از هزینه‌های اقدامات پیشنهاد شده، انجام گرفته است.

گستره بررسی عملکرد باید با توجه به بازبینی مستمر انجام شود. انتخاب سطح ثبت، به هدف بررسی عملکرد و عملکرد کارهای ساختمانی بستگی دارد. قبل از انتخاب سطح ثبت، باید توجه کرد که آیا نیاز به یک بازرسی مقدماتی وجود دارد. اگر هزینه‌های اقدامات پیشنهادی محاسبه شود، باید یک برآورد از کمیت‌ها، شامل شود.

در استفاده از آزمایشات نمونه‌برداری، مثل ثبت عملکرد تنها شامل یک انتخاب محدودی از مورد در سطح شبکه، یا یک بخش محدودی از یک مورد بزرگتر در سطح هدف، می‌باشد. تعداد نمونه‌ها باید براساس موارد زیر تعیین شوند :

الف- قطعیت/ قابلیت اطمینان مورد نیاز؛

ب- نتایج شکست (اقتصاد، ایمنی)؛

پ- هزینه‌های آزمایش توسعه یافته (تعداد زیادتری از نمونه‌ها).

باید تصمیم گرفت که آیا تمام موارد موجود از هر نوع در سطح پوشش داده شده با بررسی عملکرد (تمام جمعیت) باید در ثبت عملکرد شامل گردد و اینکه یک انتخاب (نمونه) باید انجام گیرد. اگر ناحیه بررسی عملکرد شامل تعداد زیادی از موارد یکسان یا نواحی زیادی از ساختار یکسان باشد، از نظر هر دو کار و هزینه‌ها، محدود کردن ثبت عملکرد به یک انتخاب، می‌تواند مناسب باشد.

برای برخی موارد ممکن است استانداردها و یا مقرراتی که اندازه نمونه را مشخص می‌کند، وجود داشته باشد.

هزینه محاسبات اقدامات پیشنهاد شده یک کار بسیار جامعی است که شامل آماده‌سازی برآورد مقادیر و تحقیقات در زمینه هزینه کار مشابه قبلی است. به منظور تعیین گستره کار به طور کلی و استفاده لازم از زمان، روشن شدن اینکه آیا محاسبات هزینه در همه ضروری است، مهم می‌باشد.

۵-۳-۳ برنامه‌ریزی

باید مشخص شود آیا طرح‌ها و/ یا مشخصات مورد به «چون ساخت» (یا بازسازی شده) وجود دارد، و آیا هر نوع مدارک درباره کارکرد و عملکردهای مربوط به نگهداری، مثل تعمیرات، کار نگهداری و بازیافت‌هایی که ساخته شده است، وجود دارد. مقدار مواد اصلی که به تامین یا آماده‌سازی نیاز دارند باید تعیین گردد، و نیز به نوع مدارک موجود و گستره بررسی عملکرد بستگی دارد.

برای آزمون‌های نمونه‌برداری، موارد باید به صورت تصادفی انتخاب شوند، یعنی بدون تاثیر هرگونه آگاهی قبلی انتخاب شوند.

یک برنامه برای بررسی عملکرد که شامل جلسات مقدماتی، فرم‌های بازرسی، گزارش‌دهی شامل سطح مدارک، هرگونه ارائه نتایج و پیشنهادات، برای اقدامات بیشتر است، بهتر است فراهم شود. باید توافق شود چه کسی مسئول مطلع کردن کاربر و فراهم کردن دسترسی لازم است.

۵-۳-۴ ثبت شرایط حین استفاده و سطوح عملکرد

۵-۳-۴-۱ کلیات- شرایط حین استفاده

همانطور که بیان شد، اطلاعات RSL شامل اطلاعات عمر خدمت و شرایط حین استفاده مرجع و همچنین اطلاعات مربوط به خصوصیات بحرانی و الزامات عملکرد برای ارزیابی عمر خدمت بعدی، است. برای هر فرد شرایط حین استفاده فهرست شده، رده عامل متعلق به آن بهتر است نشان داده شود. بهتر است بیاناتی که نشان دهنده کیفیت داده‌ها هستند را شامل شود. برای مثال اطلاعاتی که داده‌های RSL بر اساس مطالعات سیستماتیک تولید شده است یا داده‌ای که به طور بحرانی توسط شخص ثالث بررسی شده است.

بهتر است توصیف کمی شرایط حین استفاده مرجع براساس ضوابط رده‌های عامل به دست آید (به بند ۲-۷ استاندارد ISO 15686-8 مراجعه کنید).

شرایط حین استفاده مرجع، مربوط به رده عامل D، محیط داخلی و/ یا رده عاملE، محیط بیرونی، هرکدام قابل اجرا است، در بیانی از شدت‌های عامل تنزلی مشخص شده با محیط حین استفاده مرجع، کمی‌سازی می‌گردد. به طور متناوب برای مقادیر گسسته، محدوده‌هایی نظیر شدت‌ها یا رده‌های استاندارد مربوط به محدوده‌های خاصی از شدت‌ها پذیرفته شده‌اند (به پیوست پ مراجعه کنید).

یادآوری- برای اطلاعات بیشتر، مراجع از سامانه‌های طبقه‌بندی محیط‌های در معرض برای خانواده‌ای از مواد در شرایط خوردگی، ارائه می‌شود، برای مثال استانداردهای ISO 9223 (که زمان رطوبت، SO_2 و کلروئید طبقه‌بندی می‌کند)، ISO 12944-2 و ISO 11844. همچنین سامانه‌هایی را می‌توان به طور مستقیم به کار برد.

بهتر است اثر و در معرض زیست محیطی ثبت شده شامل مجموعه موجود یا اندازه‌گیری‌های میدانی و مدل‌هایی از اطلاعات تنزل شرایط جوی مهم و آلودگی (مثل دما، باران، باد، آلودگی محلی)، باشد. مدل‌ها باید بطور مستقیم برای ارزیابی سطح شبکه، زمانیکه ارزیابی شرایط زیست محیطی کوچک برای اهداف منفرد انجام می‌گیرد مورد استفاده قرار گیرد در این صورت، شرایط در معرض محلی همچون، نقشه‌برداری جان‌پناه‌ها، اطراف و غیره، باید ثبت نمود (به بند الف-۳-۴ مراجعه کنید).

۵-۳-۴-۱-۱ درجه‌بندی رده‌های عامل A، B، C، F و G

برای شرایط حین استفاده مرجع مشابه در هر یک از رده‌های عامل A ,B ,C ,F و G، اطلاعات کمی به دست آمده توسط منبع باید در هر وقت موجود مصرف شود.

در صورت امکان، بهتر است یک توضیح دقیق از مصالح یا قطعات برای رده عامل A ارائه شود : کیفیت قطعات.

تنها زمانی که اطلاعات کمی سازه برای شرایط حین استفاده در هر یک از رده‌های عامل A ,B ,C ,F و G، ناقص باشد، درجه‌بندی شرایط حین استفاده در رده‌های عامل، را باید انجام داد. هرگونه اطلاعات کیفی فراهم شده باید معتبر بوده و مرتبط با یکی از شرایط حین استفاده رده یک تا پنج طبق جدول ۵، تفسیر شود. اگر هیچ اطلاعاتی موجود نباشد، با طبقه صفر نشان داده می‌شود. اگر رده عامل کاربردی نباشد، با NA نشان داده می‌شود.

یادآوری- طبقه‌بندی شرایط حین استفاده، یک وسیله برای کمی‌سازی اطلاعات کیفی (فازی) شرایط حین استفاده مرجع است. یک درجه شرط حین استفاده با مقدار عامل مرتبط مشابه نیست و نباید اشتباه گرفته شود، اما اطلاعات مورد نیاز برای برآورد این عامل می‌باشد.

از اطلاعات کلی مواد یا قطعات مورد آزمون، بهتر است همیشه امکان کمی‌سازی شرایط مرتبط به رده عامل A در یکی از طبقات شرط حین استفاده یک تا پنج (اگر هیچ اطلاعات کمی از سوی منبع موجود نباشد)، وجود داشته باشد.

جدول ۵- نمونه‌هایی از درجه‌بندی شرایط حین استفاده رده‌های عامل F, C, B, A و G

طبقه شرایط حین استفاده	توضیح	پیشنهاد
۰	موجود نباشد	هرگز نباید برای رده عامل A به کار برده شود. وقتی مبنای داده‌های عمر خدمت، آزمون‌هایی مطابق مطالعات سیستماتیک برای مثال استاندارد ISO 15686-2 باشد، نباید برای رده‌های عامل F, C, B و G به کار برد.
۱	بسیار بالا/ متوسط	-
۲	بالا/ متوسط	-
۳	نرمال	-
۴	کم/ شدید	-
۵	خیلی کم/ شدید	-
NA	غیر کاربردی	نباید بطور عادی به کار برد.
یادآوری- رتبه‌بندی شرط حین استفاده به عنوان مقداری از عامل مشابه نیست، اما یک قسمتی از اطلاعات برای تخمین این عامل است.		

۵-۳-۴-۲ ثبت عملکرد

۵-۳-۴-۲-۱ الزامات عملکرد و خاصیت بحرانی

از آنجا که طول عمر خدمت از یک جزء همیشه با کارکرد مورد نیاز آن جزء رابطه دارد، عمر خدمت باید تعریف شده و با یک خاصیت بحرانی ارتباط داشته باشد (به استاندارد ISO 15686-8 مراجعه کنید).

۵-۳-۴-۲-۲ درجات عملکرد

ثبت عملکرد بهتر است در ساختمان/ یا سطح اجزاء انجام شود، و به وسیله درجات عملکرد (PD) بیان می‌شود. طبقه عملکرد باید بر مبنای ارزیابی یک یا چندین نشانه‌های منفرد یا ارزیابی کلی از یک مجموعه نشانه‌ها و سطح تخریب آنها و/ یا سطح عملکرد، باشد (به پیوست ب مراجعه کنید). نشانه‌ها باید عملکرد را در رابطه با سطح مرجعی که ارزیابی عملکرد بر مبنای آن است، نشان دهند. پنج درجه عملکرد با اهمیت اصلی زیر را باید به کار برد :

الف- درجه عملکرد ۰ : بدون نشانه

ب-درجه عملکرد ۱ : نشانه‌های کم اهمیت

پ- درجه عملکرد ۲ : متوسط

ت-درجه عملکرد ۳ : نشانه‌های مهم

ث-درجه عملکرد ۴ : کاملا غیر قابل قبول، شامل ویرانی و خرابی

اهمیت و تعیین درجات عملکرد ممکن است بر اساس توضیح نشانه‌ها باشد. استفاده از توضیحات نشانه‌ها به افزایش درک در بیان عملکرد کمک می‌کند. این قبیل توضیحات نشانه‌ها ممکن است، برای نمونه به صورت قالبی برای کاتالوگ‌ها تهیه شوند.

۵-۳-۴-۲-۳ طبقات عملکرد و درجه‌بندی شرط حین استفاده

درجات عملکرد باید مرتبط با توضیحات کمی شرایط حین استفاده از نظر طبقات عامل باشد (به پیوست الف و پ مراجعه کنید). با این حال در عمل، نفوذ PD در نتیجه تاثیر یک یا چند عامل، بحرانی است. برای مثال، PD مشاهده شده از دو می‌تواند در نتیجه رده عامل نگهداری «کم»، برابر چهار (به جدول ۵ مراجعه کنید) باشد، یا به طور ساده‌تر، واقعیت این است که ESL بهتر است و اینکه تعریف PD باید در مجموعه سطح عملکرد تعریف شده، انجام شود در حالی که همه عوامل دیگر بتوانند در طبقه بالا باشند.

عملکرد (و شکست) باید با مشخصات، نقشه‌ها، طرح‌ها و شکل‌ها، اگر مناسب باشند، مستند شوند. گستره نشانه‌ها ممکن است در نوشتار به صورت درصدی از مقدار کل، کمیت‌های خاص، یا با مراجعه به مراجع اصلی، مشخص شود.

سطح مرجع که اهمیت و تعیین طبقات عملکرد، بر اساس آن انجام می‌گیرد، باید مشخص شود. اگر بطور کلی سطح مرجع در دسترس نباشد، باید به طور خاص مستند شده باشد. تخصیص طبقات شرایط حین استفاده مربوط به طبقات عملکرد، ممکن است به وسیله کاربران مطابق با نیازهای فردی، تعریف شوند.

در عمل، بخش‌هایی از کنترل عملکرد در ثبت عملکرد انجام می‌شود. اگر شکست ثبت شده باشد، باید آن را همراه با سطح مرجعی که ارزیابی شکست بر اساس آن انجام می‌گیرد، مشخص کرد.

۵-۳-۵ ارزیابی

۵-۳-۵-۱ کنترل عملکرد

عملکرد ثبت شده باید در مقابل الزامات از پیش تعریف شده، مثل الزامات تعیین شده توسط مقامات، الزامات مشتری و کاربر، بررسی شود. اگر انحراف منفی از سطح مرجع تعریف شده ثابت شده باشد، این یک شکست ثبت شده را تشکیل می‌دهد.

۵-۳-۵-۲ پیش بینی عمر خدمت باقی‌مانده

بهتر است عمر خدمت باقی‌مانده از ارزیابی عملکرد توزیع طبقات عملکرد در ساخت و حالات حدی یا سطوح مورد قبول، پیش بینی شود. سطح تخریب یک قطعه می‌تواند به طور مستقیم با طبقه عملکرد رابطه داشته باشد و زمانیکه توابع آسیب شناخته شده باشد، عمر خدمت را می‌توان مستقیما محاسبه کرد (به پیوست ب مراجعه کنید). توسعه در طول زمان طبقه عملکرد و در نهایت، عمر خدمت را نیز می‌توان با استفاده از مدل زنجیره مارکوف محاسبه کرد (به پیوست ب مراجعه کنید). گسترش عامل‌های شرط حین استفاده (و درجات عملکرد) همچنین می‌توانند برای محاسبه گسترش عمر خدمت قطعات یک ساختمان به کار رود (به پیوست پ مراجعه کنید). این مورد به صورت وسیع در استاندارد ISO 15686-8 بیان شده است. درجات عملکرد همچنین می‌تواند با محیط در معرض برای توسعه توابع آسیب که مبنایی برای داده‌های عمر خدمت نقشه‌برداری است، ارتباط داشته باشد (به پیوست پ مراجعه کنید).

۵-۳-۵-۳ ارزیابی علت و معلول

بهتر است ارزیابی علت‌ها برای SLP و ارزیابی اقدامات، به عنوان یک اقدام، می‌تواند به حذف علت‌ها/ عوامل، منجر شود مهم فرض شوند.

۵-۳-۵-۴ شکست

بررسی عملکرد باید حاوی یک ارزیابی از هر نوع شکست در طول ثبت عملکرد یا کنترل عملکرد باشد. اگر هیچ شکستی ثبت نشود، بررسی عملکرد باید بر قرار بودن آن را نشان دهد.

شکست در ارزیابی کنش‌ها مهم است و باید به صورت زیر طبقه‌بندی شود :

الف- بدون شکست : شکست ثبت نشده و اجرای صحیح مستند شده است؛

ب- شکست پنهان احتمالی : مدارک برای نشان دادن اینکه شکست وجود دارد یا نه، کافی نباشد؛

پ- شکست : شکست ثبت شده است (همچنین یک اجرای نادرست ثبت شده است، استفاده می‌شود).

بهتر است در حالت شکست یا شکست پنهان احتمالی، نوع نقص‌های موضوع بحث مشخص شود.

یادآوری- در صورت شکست پنهان احتمالی، بر عهده مشتری است که درباره انجام آزمایشات بیشتر شامل هرگونه اقدامات مخرب لازم در اثبات وجود شکست واقعی، تصمیم بگیرد.

در ثبت ناکافی کارهای ساخت، امکان شکست پنهان وجود دارد. در چنین حالاتی، بطور کلی بیان اینکه مستندسازی ناکافی است می‌تواند مناسب باشد، یعنی تخصیص مقدار صفر (به بند ۵-۳-۴-۱-۱ مراجعه کنید)، و اینکه الزامات موجود را برآورده نمی‌کند و ارزیابی کلی درباره این که شکست پنهان واقعی است، به‌جای فهرست کردن تمامی امکانات شکست پنهان انجام می‌شود.

مثال ۱: اگر ارائه خوب انجام نشود، یک عملکرد نامطلوبی وجود دارد و گستره درجه عملکرد را نشان می‌دهد. اگر این در حدی که توسط مشتری و مقامات مورد قبول است، باشد هیچ شکستی وجود ندارد. اگر در رابطه با سطح مرجع تعریف شده مورد قبول نباشد، یک شکست وجود دارد.

مثال ۲: در صورتی که نتوان چگونگی اتصال ساختمان به پی را تعیین کرد و مستنداتی برای آن وجود نداشته باشد احتمال شکست پنهان وجود دارد.

۵-۳-۵-۵ نتایج

بهتر است نتایج عملکرد ثبت شده را به عنوان مبنایی برای تحلیل ریسک و پیشنهاد اقدامات، ارزیابی نمود. نتایج به وسیله درجات نتیجه، بیان می‌شوند. درجه نتیجه در یک یا چند پیامد منفرد یا بطور جمعی در مجموعه‌ای از نتایج، بر قرار می‌شود.

پنج درجه پیامد را باید به صورت زیر به کار برد :

الف- درجه پیامد ۰، بدون پیامد

ب- درجه پیامد ۱، پیامد کم

پ- درجه پیامد ۲، پیامد متوسط

ت- درجه پیامد ۳، پیامد جدی

ث- درجه پیامد ۴، پیامد فاجعه آمیز

نوع پیامدی که بر اساس آن ارزیابی می‌شود، باید در هر مورد به صورت مجزا مشخص کرد.

مثال: نتیجه‌هایی که به عنوان مبنای ارزیابی به کار می روند عبارتند از :

الف- ایمنی (مثل ظرفیت باربری، ایمنی در برابر آتش)؛

ب- سلامتی/ محیط (مثل کیفیت هوا، سطح نوفه)؛

پ- زیباشناسی (مثل سطوح)؛

ت- اقتصاد (مثل نگهداری، تجدید).

۵-۳-۵-۶ ریسک

بهتر است ریسک ارزیابی و گزارش شود و به عنوان مبنایی برای پیشنهاد اقدامات به کار برد. ریسک مربوط به یک جزء ساختمانی، جزء ساخت یا بخشی از کار به واسطه این احتمال که یک عملکرد یا موقعیت غیر قابل قبول (شکست)، یا رخ خواهد داد یا توسعه خواهد یافت، تعیین می‌شود. این شکست/ موقعیت بطور اجتناب ناپذیری، نتایجی را به همراه دارد.

ریسک باید بصورت کم، متوسط، یا زیاد مشخص شود و نتایج که به عنوان یک مبنای مشخصه ریسک به کار می‌روند، بهتر است شناسایی شوند.

یادآوری- ترکیب احتمال پایین با نتایج جدی، همان ارزیابی ریسک، ترکیب احتمال بالا با نتایج کم، را حاصل می‌کند.

دو سناریوی زیر می‌تواند رخ دهد :

الف- درجه عملکرد ۰ اما با شکست ثبت شده یا شکست پنهان ممکن، در این مورد احتمال دارد که درجه عملکرد ۱، ۲، ۳ یا ۴ اتفاق بیافتد، و بهتر است نتایج ناشی از آن ارزیابی شود.

ب- درجه عملکرد ۱، ۲، ۳ و ۴، احتمال دارد که عملکرد بدتر شود، و بهتر است نتایج ناشی از آن ارزیابی شود.

مثال ۱: اجرا روی دیوار خارجی با درجه عملکرد ۱، نشانه‌های کم. نتایج با در نظرگیری زیباشناسی خطرناک هستند، نتایج با در نظرگیری اقتصاد/ نگهداری متوسط هستند، و نتیجه با در نظرگیری ایمنی، وابسته به موقعیت است. احتمال اینکه عملکرد بدتر شود، بالاست. ریسک بسته به نوع نتیجه‌ای که ارزیابی براساس آن انجام می‌شود، زیاد یا متوسط است.

مثال ۲: شکست پنهان احتمالی، با در نظرگیری چگونگی اتصال یک بنا به پی است. نتایج با در نظرگیری اقتصاد و ایمنی، اگر بنا جلو آمدگی داشته باشد جدی هستند. احتمال اتفاق افتادن این نتیجه بستگی به موقعیت بنا دارد. ریسک بسته به موقعیت بنا کم یا زیاد است.

۵-۳-۵-۷ اقدامات

اقدامات پیشنهاد شده باید مشخص شده و مطابق با هدف ممیزی الویت‌بندی شوند. در زمان ارائه پیشنهادات برای عملیات، باید مشخص شود که چه زمانی باید عملیات انجام گیرد.

عملیات می‌توانند شامل مشخصات زیر باشند :

الف- تعریض هدف بررسی عملکرد؛

ب- شناسایی شکست پنهان احتمالی ثبت شده؛

پ- برنامه‌ریزی کار نگهداری مطابق با اهداف راهبردی و نمایه‌های عمل مرتبط طبقات عملکرد.

۵-۳-۶ گزارش‌دهی

۵-۳-۶-۱ کلیات

گزارش باید دارای موارد اصلی زیر باشد :

الف- مقدمه؛

ب- نتیجه‌گیری؛

پ- گزارش اصلی؛

ت- پیوست.

۵-۳-۶-۲ مقدمه

مقدمه باید شامل اطلاعات زیر باشد :

الف- هدف از بررسی عملکرد؛

ب- شناسایی مورد، مانند با آدرس‌دهی، شناسایی در ثبت زمین؛

پ- سازه اصلی، سال/ طول عمر ساختمان؛

ت- گستره و سطح ثبت؛

ث- زمان بررسی؛

ج- نام مشتری و پیمانکار (و نمایندگان آن‌ها، مثل بازرس مسئول، غیره)؛

چ- نام گروه‌های مرتبط دیگر (و نمایندگان آن‌ها).

۵-۳-۶-۳ نتیجه‌گیری

نتیجه‌گیری باید شامل موارد زیر باشد :

الف- خلاصه/ نتیجه اصلی؛

ب- عملکرد؛

پ- اقدامات پیشنهاد شده؛

ت- هزینه‌ها/ اقتصاد؛

ث- پیشنهادات برای پیشرفت‌های آتی.

۵-۳-۶-۴ گزارش اصلی

گزارش اصلی باید شامل موارد زیر باشد :

الف- مشخصات بحرانی، الزامات عملکرد (سطح مرجع) که اهمیت و تعریف درجات عملکرد و شکست بر مبنای آن باشد؛

ب- ثبت‌های شرایط حین استفاده؛

پ- ارزیابی عملکرد به وسیله بررسی از نظر الزامات/ سطح مرجع؛

ث- ارزیابی عمر خدمت باقی مانده؛

ج- ارزیابی نتایج؛

چ- ارزیابی ریسک؛

ح- ارزیابی پیشنهادات و الویت اقدامات؛

خ- محاسبات هزینه‌ها.

برای تمامی این موارد، مقدار اسنادی که باید در گزارش اصلی شامل شوند، باید ارزیابی شود. چه موادی باید در پیوست‌ها شامل شوند، باید ارزیابی شوند (به بند ۵-۳-۶-۵ مراجعه کنید).

۵-۳-۶-۵ پیوست

هر گونه مواد اصلی توصیف که مورد به عنوان ساخته شده یا بازسازی شده که بخشی از بررسی عملکرد نیست و مواد مکمل بررسی عملکرد که لازم نیست در گزارش اصلی عنوان شود، بهتر است در پیوست ارائه نمود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

راهنمای عامل E- سامانه‌های رده‌بندی زیست‌محیطی و روش‌های ارزیابی در محیط کوچک

الف-۱ کلیات- رده‌بندی پویایی و تهاجمی

رده‌بندی تخریب براساس شناخت از عملکردهای آسیب به مواد مورد نظر تحقیق انجام می‌شود. این کار مبنای استاندارد ISO 9223 است. اگر چه، روش‌هایی نیز بر مبنای رده‌بندی عمومی محیط وجود دارد، که هدف آن یک تعریف عمومی پویایی از قرار گرفتن در معرض است. این روش‌ها توسط تاییدیه فنی سازمان اروپایی (EOTA)[1] و استاندارد ISO 15686-4، استفاده می‌شود. جزئیات آنها در بندهای الف-۲ و الف-۳ بیان شده است.

الف-۲ سند EOTA

یادآوری – در بند الف-۲-۱ و الف-۲-۳ از مدرک EOTA، عمر کاری محصولات ساختمانی بیان شده است [۲۷].

الف-۲-۱ کلیات

تفاوت زیاد در شرایط جوی اروپا و اعمال تنش‌های کاربر بر سازه‌ها بسته به نوع سازه و شدت استفاده از آن، محدود کردن مصرف بسیاری از محصولات ساختمانی در موقعیت‌های تعریف شده به منظور دستیابی به عمر کار پیش بینی شده، را ضروری می‌سازد.

الف-۲-۲ شرایط خاص (مثال‌ها)

الف- مناطق صنعتی (سطوح SO_2، H_2O، NO_x بالا و غیره)؛

ب- مناطق ساحلی (سطوح کلرید بالا)؛

پ- مناطق با باد و بارندگی زیاد (احتمالا همراه با شرایط یخبندان).

جدول الف۱ نمونه‌ای از تقسیم‌بندی‌های جوی توسعه یافته توسط CEN/WG4/02/01 مرتبط با دما و تابش UV را ارائه می‌کند. تقسی‌بندی‌های دیگری نیز امکان پذیر هستند.

1- European association of technical approvals

جدول الف۱ - تقسیم‌بندی‌ها درجه حرارت و تابش ماوراء بنفش

پارامتر	جو معتدل	جو شدید
تابش سالانه بر سطوح افقی، GJ/m^2	۵>	۵≥
درجه حرارت متوسط گرمترین ماه سال، $°C$ ۰	۲۲>	۲۲≥

الف-۳ رده‌بندی‌ها

الف-۳-۱ رده‌بندی جهانی آب و هوا

الف-۳-۱-۱ کلیات

یک روش رده‌بندی ساده که آب و هوا را از لحاظ دو معیار اصلی آن، بارندگی/ رطوبت و درجه حرارت مد نظر قرار می‌دهد.

یادآوری - این همان طرح رده‌بندی یکسان است که در استاندارد ISO 15686-4 استفاده شده است.

الف-۳-۱-۲ بارندگی/ رطوبت

بارندگی/ رطوبت می‌تواند به ۴ طبقه اصلی تقسیم کرد که آب و هوای جهانی را به شرح زیر نشان می‌دهد :

الف- خشک، بارندگی کمتر از *mm* ۴۰۰ در هر سال یا میانگین سالانه am ۹:۰۰ رطوبت نسبی ٪۵۰ > است؛

ب- نیمه مرطوب، بارندگی بین *mm* ۴۰۰ و *mm* ۸۰۰ در هر سال یا میانگین سالانه am ۹:۰۰ رطوبت نسبی ٪۵۰ < و ٪۷۰> است؛

پ- مرطوب، بارندگی بین *mm* ۸۰۰ و *mm* ۱۳۰۰ در هر سال یا میانگین سالانه am ۹:۰۰ رطوبت نسبی ٪۷۰ < و ٪۸۰> است؛

ت- خیلی مرطوب، بارندگی از *mm* ۱۳۰۰ فراتر می‌رود یا میانگین سالانه am ۹:۰۰ رطوبت نسبی ٪۸۰ < است.

الف-۳-۱-۳ درجه حرارت

بعد درجه حرارت را می‌توان به محدوده‌های زیر تقسیم نمود :

الف- سرد، متوسط حداقل درجه حرارت ماهانه $°C$ ۵-> به مدت بیش از دو ماه از سال می‌باشد. بطور متناوب، میانگین حداکثر درجه حرارت ماهانه در گرمترین ماه، زیر $°C$ ۱۰ می‌باشد؛

ب- معتدل، میانگین حداقل درجه حرارت ماهانه $-۵^{\circ}C$> کمتر از یک ماه از سال می‌باشد و به طور متوسط حداکثر درجه حرارت ماهانه $^{\circ}C$ ۳۵< در کمتر از یک ماه می‌باشد؛

پ- گرم، میانگین درجه حرارت ماهانه $^{\circ}C$ ۳۵< در بیش از یک ماه از سال می‌باشد.

الف-۳-۲ رده‌بندی جهانی آلاینده

ر آده‌بندی آلاینده‌ها به دو منطقه اصلی، آلاینده صنعتی و آلاینده دریایی با تعاریف زیر تقسیم می‌شود.

جدول الف۲- تعریف رده‌بندی دسته‌ای از آلاینده جهانی

رده	شماره رده	علامت اختصاری	توضیحات
دریایی شدید و صنعتی شدید	۱	SM+SI	شوری هوا به طور متوسط روزانه بیش از $۳۰۰mg/m^2$ /day، و سطح so_2 در هوا بیش از $۲۰۰\ mg/m^2$ /day.
دریایی شدید و صنعتی	۲	SM+I	شوری هوا به طور متوسط روزانه بیش از $۳۰۰\ mg/m^2$ /day، و سطح so_2 در هوا بین $۶۰\ mg/m^2$ /day و $۲۰۰\ mg/m^2$ /day
دریایی و صنعتی شدید	۳	M+SI	متوسط شوری هوا روزانه بیش از $۳۰۰mg/m^2$ /day و سطح so_2 بیش از $۲۰۰\ mg/m^2$ /day.
دریایی سبک و صنعتی	۴	M+I	الف- شوری هوا بین $۱۵mg/m^2$ /day در روز و $۶۰mg/m^2$ /day یا ب- سطح so_2 موجود در هوا بین $۱۰mg/m^2$ /day و $۸۰mg/m^2$ /day پ- آب باران دارای PH< ۵/۵ است.
دریایی شدید	۵	SM	شوری هوا به طور متوسط روزانه بیش از $۳۰۰mg/m^2$ /day
دریایی	۶	M	متوسط شوری هوا روزانه بین $۶۰mg/m^2$ /day و $۳۰۰mg/m^2$ /day.
صنعتی شدید	۷	SI	سطح so_2 موجود در هوا بیش از $۲۰۰mg/m^2$ /day.
صنعتی	۸	I	سطح so_2 موجود در هوا بین $۶۰mg/m^2$ /day و $۲۰۰mg/m^2$ /day
بی‌خطر	۹	B	الف- شوری هوا $۱۵mg/m^2$ /day > است. و ب- so_2 موجود در هوا $۱۰mg/m^2$ /day است. و پ- آب باران با PH> ۵/۵ است

از این رده‌ها، می‌توان یک سامانه ترکیبی با ترکیب آب و هوا با تقسیم‌بندی آن در برابر منبع آلاینده، ایجاد کرد (به جدول الف۴ مراجعه کنید). محیط زیست را می‌توان یا یک عدد ۳ رقمی تعریف کرد که در آن اولین عدد [محدوده از (دریای شدید و صنعتی شدید، SM+SI) تا ۹ (بی خطر، B) همانگونه که در جدول الف-۳ تعریف شده است] می‌باشد و منابع آلاینده را تعریف کرده، دومین طبقه آب و هوای اصلی (۱ برای آب و هوای خشک تا ۴ برای آب وهوای خیلی مرطوب چنانچه در الف-۳-۱-۲ تعریف شده است) را تعریف کرده، سومین عدد زیر دسته‌ها (۱ برای آب و هوای سرد تا ۳ برای آب و هوای گرم تعریف شده در بند الف-۳-۱-۳) را تعریف می‌کند.

جدول الف۳- سامانه رده‌بندی ماتریسی برای داده‌های زیست محیطی

طبقه	رده‌بندی آلاینده[a]								
	SM+SI	SM+I	M+SI	M+I	SM	M	SI	I	B
DC	۱-۱-۱	۱-۱-۲	۱-۱-۳	۱-۱-۴	۱-۱-۵	۱-۱-۶	۱-۱-۷	۱-۱-۸	۱-۱-۹
DT	۲-۱-۱	۲-۱-۲	۲-۱-۳	۲-۱-۴	۲-۱-۵	۱-۱-۶	۲-۱-۷	۲-۱-۸	۲-۱-۹
DH	۳-۱-۱	۳-۱-۲	۳-۱-۳	۳-۱-۴	۳-۱-۵	۳-۱-۶	۳-۱-۷	۳-۱-۸	۳-۱-۹
SC	۱-۲-۱	۱-۲-۲	۱-۲-۳	۱-۲-۴	۱-۲-۵	۱-۲-۶	۱-۲-۷	۱-۲-۸	۱-۲-۹
ST	۲-۲-۱	۲-۲-۲	۲-۲-۳	۲-۲-۴	۲-۲-۵	۲-۲-۶	۲-۲-۷	۲-۲-۸	۲-۲-۹
SH	۳-۲-۱	۳-۲-۲	۳-۲-۳	۳-۲-۴	۳-۲-۵	۳-۲-۶	۳-۲-۷	۳-۲-۸	۳-۲-۹
HC	۱-۳-۱	۱-۳-۲	۱-۳-۳	۱-۳-۴	۱-۳-۵	۱-۳-۶	۱-۳-۷	۱-۳-۸	۱-۳-۹
HT	۲-۳-۱	۲-۳-۲	۲-۳-۳	۲-۳-۴	۲-۳-۵	۲-۳-۶	۲-۳-۷	۲-۳-۸	۲-۳-۹
HH	۳-۳-۱	۳-۳-۲	۳-۳-۳	۳-۳-۴	۳-۳-۵	۳-۳-۶	۳-۳-۷	۳-۳-۸	۳-۳-۹
VC	۱-۴-۱	۱-۴-۲	۱-۴-۳	۱-۴-۴	۱-۴-۵	۱-۴-۶	۱-۴-۷	۱-۴-۸	۱-۴-۹
VT	۲-۴-۱	۲-۴-۲	۲-۴-۳	۲-۴-۴	۲-۴-۵	۲-۴-۶	۲-۴-۷	۲-۴-۸	۲-۴-۹
VH	۳-۴-۱	۳-۴-۲	۳-۴-۳	۳-۴-۴	۳-۴-۵	۳-۴-۶	۳-۴-۷	۳-۴-۸	۳-۴-۹

[a] اولین عدد منبع آلاینده (به جدول الف۳ مراجعه کنید) و دومین عدد رده آب و هوای اصلی مانند رطوبت (عدد ۳،۲،۱ و ۴ به ترتیب برای رده خشک، نیمه مرطوب، رطوبت، و خیلی مرطوب در الف-۳-۱- ۲ اختصاص داده شده است) و سومین عدد زیر رده مانند درجه حرارت (شماره ۱، ۲ و ۳ به ترتیب رده‌های سرد، معتدل و گرم در بند الف-۱-۳-۱) را نشان می‌دهد.

الف۳-۳ مدل سازی آلاینده‌ها- مدل‌های SO_2

هنگام ارزیابی عملکرد ساختمان‌ها و دارایی‌های ساخته شده، شناسایی در معرض محیط به منظور بررسی روابط علت و معلول، ضروری است. داده‌های سطح آلاینده‌ها را می‌توان برای مقیاس‌های مختلف جغرافیای (مثل منطقه‌ای، محلی و کوچک) از کنترل آلاینده و شبکه‌های اطلاعاتی موجود در بسیاری از کشورهای توسعه یافته، به دست آورد.

اندازه‌گیری، آزمون و ارزیابی کیفیت هوا با فرض اهمیت رو به رشد در کشورهای توسعه یافته، به عنوان اجزایی از یک سیاست جامع هوای پاک و به عنوان پایه‌هایی به سمت توسعه پایدار، است. به همین دلیل بخش عمده‌ای از داده‌ها در سطوح مختلف جغرافیایی ایجاد می‌شود. اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای بسیار پرخرج بوده و به توسعه سیاست و ارزیابی اطلاعات عمومی و غیره، مورد نیازمند است. لازم است داده‌های اندازه‌گیری شده با مدلسازی بر اساس صدور ریزدارایی‌ها برای ارزیابی مناسب موارد در معرض، و در نتیجه تاثیرات آلودگی بر سلامتی عمومی یا ساختمان‌ها، ترکیب شوند. چنین مدل‌های هوا پراکندگی موجود، و نتایج را می‌توان به وسیله فناوری اطلاعات مدرن نمونه‌برداری کرده و نمایش داد (به پیوست پ مراجعه کنید).

الف-۳-۴ ارزیابی محیط‌های کوچک

یادآوری - این همان طرح رده‌بندی یکسان در استاندارد ISO 15927-3 می‌باشد.

داده‌های در معرض منطقه‌ای موجود می‌تواند برای شناسایی محیط کوچک و محلی در یک هدف ساختمانی یا سازه‌ای، به کار رود.

آب و هوای منطقه کوچک به شدت تحت تاثیر آب و هوای منطقه بزرگ قرار می‌گیرد. اهمیت عوامل مختلف که انواع مختلف اهداف ساختمانی وابسته به اینکه این اهداف نسبت به جهت ساختمان و موقعیت آنها یا روی ساختمان، تغییر می‌یابد.

محتوای رطوبت یا قابل دسترس بودن آب در فرآیندهای خوردگی مهم است. بارش و رطوبت نسبی یا مطلق در هوا، در یک ایستگاه هواشناسی اندازه‌گیری می‌شود. زمان رطوبت را می‌توان از داده‌های هواشناسی محاسبه کرد.

روش‌های مختلف برای توصیف یا بیان کمیت آب در یک دیوار یا ساختمان می‌توان به کار برد. علاوه بر این روش‌ها استفاده مستقیم از داده‌های اندازه‌گیری شده، استانداردهایی مثل BS 8104 وجود دارد، که یک روش تحلیل داده‌ها باد و باران در هر یک ساعت، که از مشاهدات هواشناسی به دست آمده است، به منظور برآورد اثر کمیت آب احتمالی در یک دیوار از جهات مشخص، وجود دارد. این استاندارد نقشه‌برداری ، پناهگاه محلی و نوع ساختمان و دیوار را در نظر می‌گیرد. و روش محاسبه، موارد زیر را مشخص می‌کند :

الف- شاخص سالانه فرودگاه، I_A، که بر محتوای رطوبت دیوار با مصالح بنایی تاثیر دارد؛

ب- ضریب جذب ، I_S، که بر احتمال نفوذ باران بر دیوار بنایی تاثیر دارد.

شاخص فرودگاه مقدار بارانی است که در طول یک ساعت به ارتفاع ۱۰ متر بر روی سطح زمین در وسط فرودگاه در موقعیت دیوار می‌بارد، می‌باشد. شاخص سالانه فرودگاه، شاخص فرودگاه در یک جهت تجمعی در طول یک سال است.
ضریب جذب به عنوان دوره، یا توالی دوره‌ها، با بارش باران همراه باد در یک جهت مشخص روی سطح عمودی، تعریف می‌شود، ضریب جذب فرودگاه، شاخص فرودگاه در یک جهت مشخص تجمعی بر روی بدترین جذب محتمل در هر دوره سه ساله است.
بعد از محاسبه I_S در یک دوره زمانی، گام بعدی برآورد موقعیت واقعی ساختمان و مقایسه موارد در معرض با فرودگاه است. که به وسیله برآورد مقادیر ۴ عامل مختلف زیر انجام می‌شود :

C_R ضریب سختی؛

C_T ضریب نقشه‌برداری؛

O عامل انسداد؛ و

W عامل دیوار.

و تبدیل شاخص‌های فرودگاه به ضریب جذب دیوار I_{WS}، توسط معادله (الف۱) انجام می‌شود:

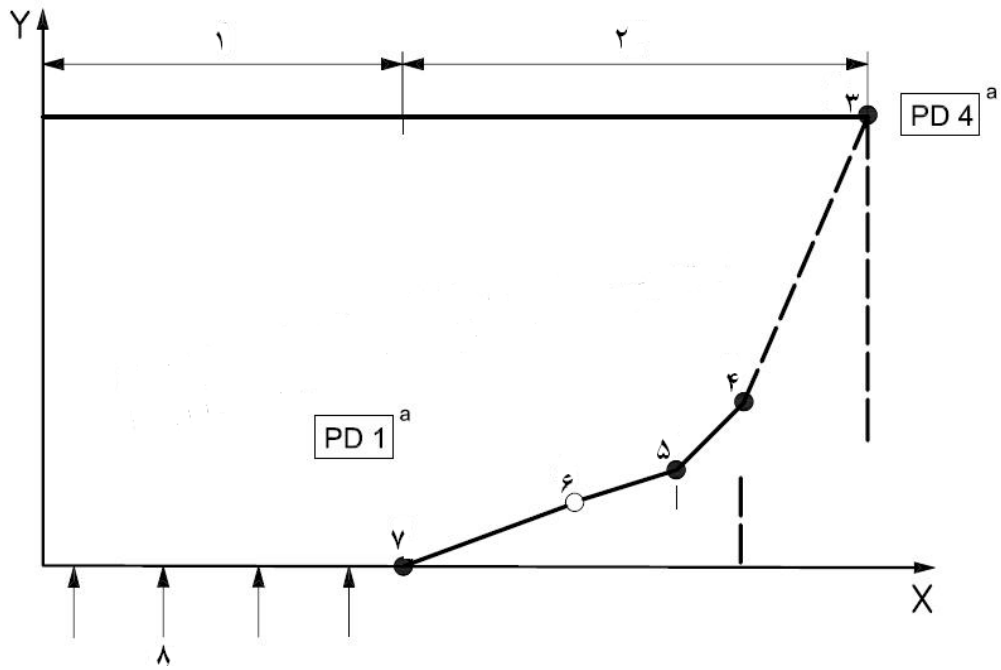
$$\boldsymbol{I_{WS} = I_S \times C_R \times C_T \times O \times W}$$ معادله (الف۱)

استاندارد BS 8104 عامل‌های $\boldsymbol{C_R}$، $\boldsymbol{C_T}$، $\boldsymbol{O}$ و $\boldsymbol{W}$ طبقه‌بندی و شرح داده است.

پیوست ب
(اطلاعاتی)
پیش بینی عمر خدمت باقی مانده در هدف (ساختمان منفرد) سطح و روی سطح شبکه (ساختمان‌های عمومی)

ب-۱ طبقات عملکرد مربوط به سطح تخریب

در مثال پیش بینی عمر خدمت و برنامه‌ریزی نگهداری سازه بتنی برج المپیک در مونیخ، سطوح تخریب بتن با طبقات عملکرد ارتباط مستقیم داشتند ، (به شکل ب۱مراجعه کنید).



راهنما

Y سطح تخریب

X زمان در معرض قرار گرفتن، سال‌ها

۱ آغاز دوره

۲ انتشار دوره

۳ انهدام سازه در اثر شکست قیدها

یا کاهش سطح مقطع میلگردهای باربر

۴ خرد شدن پوشش بتن

۵ شکل گیری ترک‌ها

۶ تخریب قابل تشخیص از طریق روش‌های اندازه‌گیری غیرمخرب

۷ کنش ناپذیری میلگرد

۸ شرایط قابل درک با کنترل

[a] درجات عملکرد (PD) تعریف شده در بند ۵-۳-۴-۲-۲

شکل ب۱ - سطوح تخریب بتن مربوط به طبقات عملکرد و حالات حدی

وقتی پارامترهای مدل‌های تخریب کربناته شدن یا کلراید، شناخته شده هستند یا اندازه‌گیری می‌شوند، عمر پیش‌بینی می‌تواند بعد از یک ارزیابی طبقات عملکرد روی ساختمان محاسبه شود.

ب-۲ پیش بینی توسعه عملکرد در زمان با زنجیره مارکو

مدل‌های تخریب مارکو مجموع ماتریس‌های انتقالی احتمالاتی هستند که احتمالات انتقال را برای یک سازه در جابه‌جایی از شرایط مرحله A به شرایط مرحله B در طول یک سال ($\mathbf{B \geq A}$) بیان می‌کند. آن‌ها میزان متوسط تخریب سازه‌ها در یک فرم احتمالاتی را توصیف می‌کنند. این مدل‌ها کاربر را قادر می‌سازند تا به صورت ریاضی اثرات اقدامات نگهداری حفاظتی و اقدامات تعمیرات سنگین در شرایط و میزان تخریب سازه را بازسازی نمایند. به خاطر استفاده از روش زنجیره مارکو احتمال سازه را، می‌توان در هر شرایط و در هر لحظه در طول مهلت زمانی ارزیابی کرد.

نگهداری، تعمیر و تجدید (MRR) همچنین مدل‌های عمل مدل‌های ماتریس مارکو هستند که احتمال انتقال یک سازه از شرایط مرحله A به هر یک از حالات شرایط دیگر در نتیجه عمل MR&R ($\mathbf{A \leq B}$) را نشان می‌دهند. تاثیر پوشش‌ها و دیگر روش‌های نگهداری محافظتی در تخریب و مدل‌های عمل MR&R شامل می‌شوند.

پیوست پ
(اطلاعاتی)
نمونه کارشده از ثبت داده RCL "بازرسی ساختمان‌ها"

پ-۱ کلیات

نمونه‌های کارشده از دو ماده/ قطعه در این پیوست به منظور نشان دادن طرح کلی از ثبت‌های داده‌های RSL به دست آمده از بررسی ارزیابی عملکرد، ارائه شده است.

پ-۲ مثال ۱

پ-۲-۱ ماده/ قطعه

پوشش مکان از فولاد ورقه‌ای روی اندود عمیق. کیفیت و رنگ نقاشی، خاص نیست.

پ-۲-۲ روش شناسی

بازرسی از ساختمان‌ها (بازخورد عمل) (به استاندارد ISO 15686-2: 2001 مراجعه کنید).

پ-۲-۳ شرایط حین استفاده مرجع

شرایط فضای محیط زیست بیرونی،که طبقه عمل E را شناسایی می‌کند، به مقیاس محلی اشاره دارد، و با شرایط رایج در اسلو[1]، نروژ[2]، در اواسط دهه۱۹۹۰ و قبل از آن ارائه می‌دهد. آلاینده قطعی SO_2، است، که در سامانه‌های GIS به وسیله مقامات آلودگی [۲۸] مدل‌سازی، ترسیم و به نمایش گذاشته می‌شود. خطوط جدایش برای پنج سطح SO_2 در شکل پ۱ نشان داده شده است.

عاملان قطعی زیست محیطی دیگر ازن (O_3)، زمان رطوبت (TOW)، خاصیت اسیدی (H^+) و مقدار بارندگی، به ترتیب با مقادیر زیر است :

$O_3 = ۳۴ \mu g/m^2 \pm ۱۷ \mu g/m^2$,

$H^+ = ۰/۰۲۵ mg/l$,

بارندگی = $۰/۶ m/day$

TOW = کل زمان ۰/۳۲%

1 - Olso
2 - Norway

ارتباط تراکم عاملان دیگر تخریب گزارش نشده است.

شکل پ ۱ - مدل‌سازی و ترسیم SO_2 در سطح شبکه اسلو

رده عامل D کاربردی نیست. از آنجا که اطلاعات بر اساس مطالعه آمارگیری از ساختمان‌های که با یک روش تصادفی نمونه‌برداری شده است، رده‌های عامل باقی‌مانده به احتمال زیاد به عنوان "متوسط" مشخص می‌شود (به جدول پ۱مراجعه کنید).

جدول پ۱- رده‌بندی شرط حین استفاده عامل‌ها

رده عامل	رده‌بندی شرایط حین استفاده
الف- کیفیت قطعات	۳
ب- سطح طراحی	۳
پ- سطح انجام کار	۳
ت- محیط داخلی	غیر کاربردی
ث- شرایط استفاده	۳
ج- سطح نگهداری	۳

ث- عاملان تخریب

همه عاملان تخریب پیش‌بینی شده مهم را شامل می‌شود.

ج- ویژگی‌های مهم و بحرانی و الزامات عملکرد

ویژگی‌های بحرانی و الزامات عملکرد مربوطه در رده‌های استانداردهای معین بیان شده است، (به جدول پ۲ مراجعه کنید).

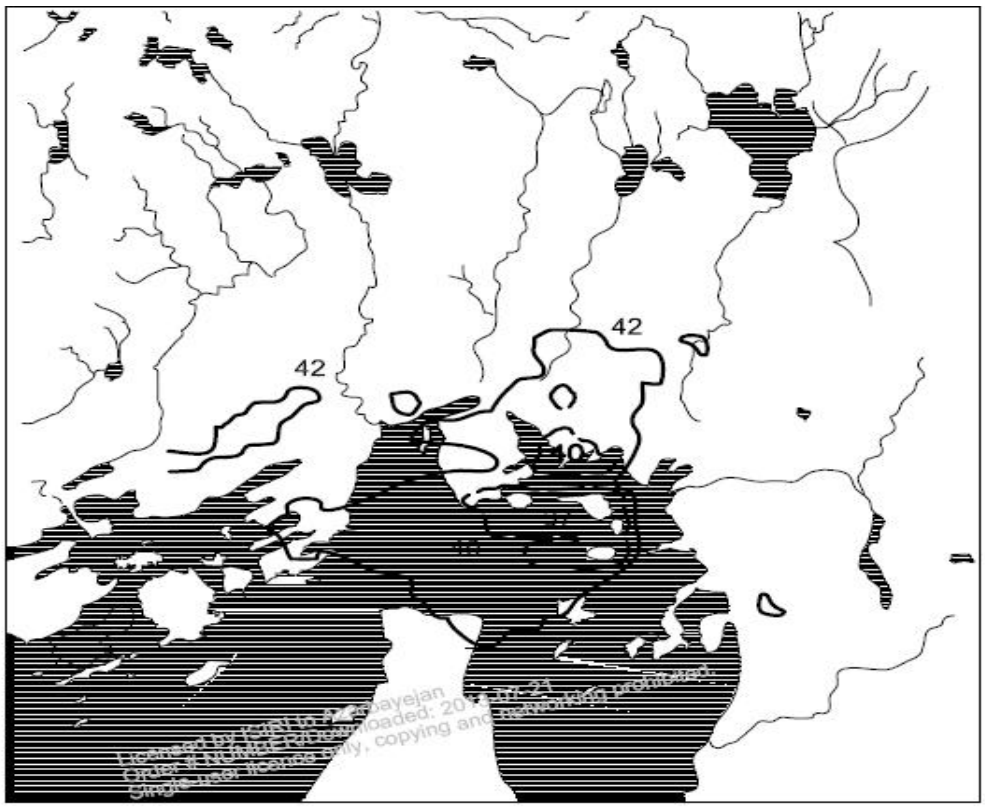
جدول پ۲- الزامات عملکرد برای ویژگی بحرانی

ویژگی مهم	الزامات عملکرد	مرجع
تاول زدگی	> ۶ F	مطابق استاندارد ملی ۲- ۷۸۷۷
زنگ زدگی	>۴	مطابق استاندارد ملی ۴- ۷۸۷۷
گچی شدن	>۴	مطابق استاندارد ملی ۶- ۷۸۷۷
پوسته شدن	>۴	مطابق استاندارد ملی ۵- ۷۸۷۷

همه این ویژگی‌های پیش‌بینی شده در شرایط حین استفاده مرجع بحرانی هستند، در حالیکه RSL به هر ۴ الزامات عملکرد مربوط می‌باشد. هرکدام در ابتدا فراتر از این حد بوده‌اند.

چ- عمر خدمت مرجع (RSL)

براساس مقدار توابع پاسخ مقدار گزارش شده از برنامه ایالات متحده ECE و مقادیر عاملان تخریب، نیز الزامات عملکرد، عمر خدمت می‌تواند در ناحیه اسلو مدل‌سازی ودر GIS نشان داده شود (به شکل پ۲ مراجعه کنید).



شکل پ۲ - مدل‌سازی و ترسیم عمر خدمت فولاد روی اندود در سطح شبکه اسلو، سال ۱۹۹۴، بر اساس توابع آسیب ایالات متحده ECE

ح- کیفیت داده‌ها

داده‌ها بر اساس روش اصولی تولید شده است اما به طور بحرانی توسط شخص ثالث بررسی نشده است.

خ- قابلیت اطمینان داده‌ها

اطلاعات توسط اسناد و مدارک تحقیقاتی دولتی بازبینی نشده تهیه می‌شوند.

د- آیین نامه طبقه‌بندی

۳-۱۱-۲۱-۲۱

پیوست ت
(اطلاعاتی)
کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۸۷۷: سال ۱۳۸۳، رنگ‌ها و جلاها - ارزیابی میزان تخریب پوشش‌های سطح تعیین کمیت و اندازه نقایص و شدت تغییرات یکنواخت ظاهری قسمت دوم: ارزیابی و تشخیص طبقه تاول زدگی

[۲] استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۷۸۷۷: سال ۱۳۸۳، رنگ‌ها و جلاها - ارزیابی میزان تخریب پوشش‌های سطح تعیین کمیت و اندازه نقایص و شدت تغییرات یکنواخت ظاهری قسمت چهارم: ارزیابی و تشخیص طبقه زنگ زدگی

[۳] استاندارد ملی ایران به شماره ۵-۷۸۷۷: سال ۱۳۸۳، رنگ‌ها و جلاها - ارزیابی میزان تخریب پوشش‌های سطح تعیین کمیت و اندازه نقایص و شدت تغییرات یکنواخت ظاهری قسمت پنجم: ارزیابی و تشخیص طبقه پوسته شدن

[۴] استاندارد ملی ایران به شماره ۶-۷۸۷۷: سال ۱۳۸۳، رنگ‌ها و جلاها - ارزیابی میزان تخریب پوشش‌های سطح تعیین کمیت و اندازه نقایص و شدت تغییرات یکنواخت ظاهری قسمت ششم: تعیین طبقه گچی شدن روش نوارچسب

[۵] استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۹۹: سال ۱۳۸۹، ساختمان- داده‌های آب و هوایی برای طراحی ساختمان- سامانه پیشنهادی نمادها

[۶] استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۸۴۲: سال ۱۳۹۱، خوردگی فلزات و آلیاژها - خورندگی اتمسفر - طبقه بندی، تعیین و تخمین

[۷] استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۸۴۳: سال ۱۳۹۱، خوردگی فلزات و آلیاژها - خورندگی اتمسفر - مقادیر راهنما برای رده‌های خورندگی

[۸] استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۸۴۴: سال ۱۳۹۱، خوردگی فلزات و آلیاژها - خورندگی اتمسفر - اندازه گیری پارامترهای محیطی موثر بر خورندگی اتمسفری

[۹] استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۸۴۵: سال ۱۳۹۲، خوردگی فلزات و آلیاژها - خورندگی اتمسفر - تعیین نرخ خوردگی آزمونه‌های استاندارد برای ارزیابی خورندگی

[۱۰] استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۶۵۹۴، رنگ‌ها و جلاها ـ حفاظت سازه های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگ‌های محافظ قسمت دوم: طبقه‌بندی شرایط محیطی

[۱۱] استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۱۳۲۳۸: سال ۱۳۸۹، کارایی حرارتی و رطوبتی ساختمان ها- محاسبه و ارائه داده های آب و هوایی- قسمت ۳- محاسبه شاخص بارش باران برای سطوح عمودی با استفاده از داده های ساعت به ساعت باد و باران

[12] BS 7543:2003, Guide to durability of buildings and building elements, products and components

[13] BS 8104:1992, Code of practice for assessing exposure of walls to wind-driven rain

[14] prEN 13013-3, Hydrothermal performance of buildings- Climatic data- Part 3: Calculation of driving rain index for vertical surfaces from hourly wind and rain data

[15] ISO 6240:1980, Performance standards in building- Contents and presentation

[16] ISO 6241:1984, Performance standards in building- Principles for their preparation and factors to be considered

[17] ISO 6707-1:1989, Building and civil engineering-Vocabulary - Part 1: General terms

[18] ISO/DIS 11844, Corrosion of metals and alloys- Classification of low corrosivity of indoor atmospheres

[19] ISO 15686-3: 2002, Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 3: Performance audits and reviews

[20] ISO 15686-4, Buildings and constructed assets-Service life planning-Part 4: Data requirements

[21] NS 3424:1995, Performance Survey for construction works - Content and execution

نشریه‌های دیگر

[22] ABRAHAM, D.M. AND WIRAHADIKUSUMAH, R. Development of a prediction model for sewer deterioration; In: M.A. LACASSE AND D.J. VANIER, eds., Proceedings of the 8th conference on Durability of Building materials and Components (DBMC), Paper 113, Vol. 2, pp. 1257-1267. Ottawa: NRC Research Press, 1999

[23] ANSHELM, F., GAUGER, T., KÖBLE, R., MAYERHOFER, P. AND DROSTE-FRANKE, B. Mapping actual corrosion rates and exceedances of acceptable corrosion rates — Procedure and results, Proceedings of the UN ECE Workshop. Stockholm, 2000

[24] Brite Euram BE95-1347, Environmental actions and response-survey, inspection and measurements, Working report, March 1999

[25] COLE, I.S., KING, G.A., TRINIDAD, G.S., CHAN, W.Y. AND PATERSON, D.A. An Australia-wide map of corrosivity: a GIS approach, In: M.A. LACASSE AND D.J. VANIER, eds., 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components (DBMC), pp. 901-911, Ottawa: NRC Research Press, 1999

[26] COWELL, D.A. AND APSIMON, H.M., Estimating the cost of damage to buildings by atmospheric pollution in Europe, Atmospheric Environment, 30, pp. 2959-2968, 1996

[27] European Association of Technical Approvals (EOTA), Assessments of working life of products. PT3 Durability (TB97/24/9.3.1), 1999

[28] HAAGENRUD, S.E. (1997), Environmental Characterisation including Equipment for Monitoring. CIB W80/RILEM 140-PSL, Subgroup 2 Report. Kjeller: Norwegian Institute for Air Research (NILU), 1997

[29] HAAGENRUD, S.E., RYSTEDT, B. AND SJÖSTRÖM, C. GIS and the Built Environment, Rotterdam: CIB Report Publication 256, 2000

[30] HODGES, C.P. Effective roof management-Understanding the life-cycle of your roof system, In: M.A. LACASSE AND D.J. VANIER, eds., Proceedings of the 8th conference on Durability of Building materials and Components (DBMC), Paper 113, Vol. 2, pp. 1213-1222. Ottawa: NRC Research Press, 1999

[31] International Council for Research and Innovation in Building and Construction (Cib). Feedback from practice of durability data, Ed. by C. SJÖSTRÖM, Rotterdam (CIB Publication 127), 1909

[32] KING, G. A corrosivity survey on a grid of sites ranging from rural to moderately severe marine, In: Corrosion Australasia, Vol. 13, No. 1, February 1988

[33] KUCERA, V. AND GREGOR, H-D. Mapping air pollution effects on materials including stock at risk. Proceedings of the UN ECE Workshop. Stockholm 2000

[34] KUCERA, V, HENRIKSEN, J.F., KNOTKOVA, D. AND SJÖSTRÖM, C. Model for calculations of corrosion cost caused by air pollution in its application in three cities, openhagen: Nordic Council of Ministers, 1993

[35] LAY, S. Condition Assessment protocol, EU project G1RD-CT-2000-00378 (LIFECON), Deliverable D 3.2, 2003

[36] LEICESTER, R.H., WANG, C-H., FOLIENTE, G.C., THORNTON, J.D., JOHNSON, G.C., CAUSE, M. AND MACKENZIE, C. Engineering models for decay of timber, 8th World Conference on Timber Engineering (WCTE), August 2002

[37] LOUNIS, Z., VANIER, D.J., LACASSE, M.A. AND KYLE, B.R. Decision support system for service life asset management: The BELCAM project, In: M.A. LACASSE AND D.J. VANIER, eds., Proceedings of the 8th conference on Durability of Building materials and Components (DBMC). Paper 113, Vol. 2, pp. 1223-1233. Ottawa: NRC Research Press, 1999

[38] MARSHALL, S. AND GENGE, G. Condition survey of Toronto's high rise rental stock, In: M.A. LACASSE AND D.J. VANIER, eds., Proceedings of the 8th conference on "Durability of Building materials and Components (DBMC), Paper 113, Vol. 3, pp. 1746-1755. Ottawa: NRC Research Press, 1999

[39] MOSER, K. Towards the practical evaluation of service life-illustrative application of the probabilistic approach, In: M.A. Lacasse and D.J. Vanier, eds., 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components (DBMC), pp. 1319-29. Ottawa: NRC Research Press, 1999

[40] SÖDERGVIST, M.K., VESIKARI, E. Generic Technical handbook for a Predictive Life Cycle Management System of Concrete Structures (LMS), EU project G1RD-CT-2000-00378 (LIFECON), Deliverable D 1.1, 2003

[41] KUCERA, V., HENRIKSEN, J.F., KNOTKOVA, D. AND SJÖSTRÖM, C. Model for calculations of corrosion cost caused by air pollution and its application in three cities, In: J.M. COSTA AND A.D. MERCER, eds., Progress in the understanding and prevention of corrosion, 10th European Corrosion Congress, Barcelona, July 1993. Vol. 1, pp. 24-32, London: Institute of Materials, 1993

[42] HAAGENRUD, S.E. AND HENRIKSEN, J.F. Degradation of built environment - Review of cost assessment model and dose response functions, In: C. SJÖSTRÖM, ed., 7th International conference on "Durability of Building Materials and Components", Stockholm, 1996, pp. 85-96, London: E & FN Spon, 1996

[43] Gehlen and Sodeikat, 2002 (Figure B.1)

[44] Haagenrud, S.E. (1997), Environmental Characterisation including Equipment for Monitoring, CIB, W80/RILEM 140-PSL Sub - Group 2 Report, Norwegian Institute for Air Research, NILU: OR 27/97 [C.2 c)]

[45] BRE Service Life Assessment Method: http://projects.bre.co.uk/BREslam/pages/intro.htm

[46] Partnership for Advancing Technology in Housing (PATH): http://www.pathnet.org