



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۲۵۲

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

21252

1st.Edition

2016

دوام ساختمان‌ها و اجزا، فراورده‌ها و
ترکیبات آن - راهنما

**Durability of Buildings and Building
Elements, Products and Components -
Guide**

ICS: 91.040.01, 91.060.01

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« دوام ساختمان‌ها و اجزا، فراورده‌ها و ترکیبات آن - راهنما »

رئیس:

سید کلبادی، سید مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه)

دبیر:

میر دیلمی، سید تقی
(کارشناسی مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

الوند، رمضانعلی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه)

امیری گلدیانی، نسترن
(پزشکی عمومی)

امیر کافی، رضا
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

انتظاری هرسینی، اعظم
(دکتری زمین‌شناسی)

حشمتی، محمود
(دکتری مهندسی مکانیک-طراحی)

حشمتی، مسعود
(دکتری مهندسی عمران-سازه)

حیدر دوست، رضا
(کارشناسی مدیریت صنعتی)

ذوالفقاری، امین
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سلطانی، فرشته
(کارشناسی ارشد پژوهش)

سید کلبادی، سید محمد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-زلزله)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شکیبا باروق، بابک

(کارشناسی ارشد مهندسی برق-مخابرات)

صادقی، آرمان

(فوق دکتری مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی)

صادقی، سعید

(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

عباسی امیر

(کارشناسی مهندسی برق)

عنایت، مسعود

(دکتری مکانیک سنگ)

کاتبی، بهاره

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-ژئوتکنیک)

لنکرانی، مهرناز

(کارشناسی ارشد مهندسی معماری)

محمدی، صابر

(دکتری شیمی نفت)

مصطفوی، مجید

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه)

مظفری، سیده زینب

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

مقدم صادق، رعنا

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

نوری، محمد

(دکتری مهندسی آب)

وحیدنیا، مهسا

(کارشناسی مهندسی شیمی)

ویراستار:

عباسی رزگله، محمدحسین

(کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت مخابراتی آریاسل

دانشگاه کردستان

سازمان ملی استاندارد

عضو هیئت مدیره شرکت شار آب راهان مهرآز

شرکت آب منطقه‌ای گلستان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شرکت بهینه سازی مصرف سوخت ایران

پژوهشکده نفت

شرکت ساختمانی ابنیه سازان کاسپین

شرکت آدوپن پلاستیک پرشین (وین تک)

شرکت مهندسی آسیا وات

شرکت آب منطقه‌ای گلستان

شرکت مهندسی آسیا وات

سازمان ملی استاندارد ایران

مندرجات فهرست

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاح و تعاریف
۸	۴ الزامات دوام
۸	۱-۴ کلیات
۸	۲-۴ انتقال الزامات دوام (از کارفرما به طراح)
۱۰	۳-۴ ارسال الزامات برای تولیدکنندگان و فروشندگان
۱۱	۵ تحقیق و محاسبه دوام
۱۲	۶ ارزیابی عمر بهره‌برداری
۱۲	۱-۶ کلیات
۱۳	۲-۶ مدل‌سازی زوال ترکیبات
۱۳	۱-۲-۶ کلیات
۱۵	۲-۲-۶ روش ۱: ارزیابی‌های بر اساس داده‌های عملکرد گذشته
۱۵	۳-۲-۶ روش ۲: مدل‌سازی فیزیکی زوال
۱۶	۴-۲-۶ روش ۳: ارزیابی بانک داده‌های ملی
۱۶	۳-۶ تعدیل عمرهای بهره‌برداری مرجع برای تخمین عمر بهره‌برداری
۱۷	۴-۶ گروه‌های عمر طرح
۱۹	۵-۶ ارزیابی ضرورت دوام - FMECA
۲۲	۶-۶ عبارات مربوط به اطلاع رسانی دوام
۲۴	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) عوامل آب و هوایی تاثیرگذار بر دوام
۳۴	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) راهنما در مورد مصالح و دوام
۴۷	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) نمونه‌هایی از خرابی‌های مواد و ترکیبات
۴۸	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) برگه داده عمر طرح: نمونه‌های عملی برای ترکیبات نمای خارجی
۵۰	پیوست ث (آگاهی‌دهنده) منابع بیشتر در مورد دوام
۵۳	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «دوام ساختمان‌ها و اجزا، فراورده‌ها و ترکیبات آن - راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در شش‌صد و بیست و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۰۸/۱۰ 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.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی شماره ۵ (استاندارد ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های 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 مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته بشرح زیر است:

BS 7543: 2015, Guide to durability of buildings and building elements, products and components

مقدمه

برای پیش بینی دوام^۱ و عمر کلی^۲ ساختمان، عوامل متعددی باید در نظر گرفته شوند. این عوامل، شامل تجربه افراد حرفه‌ای در مورد دوام اجزا یا مصالح، نتایج ارزیابی‌ها و آزمایش‌ها و اثرات عوامل شیمیایی بر روی بخش‌های مختلف ساختمان یا سازه‌های مهندسی عمران می‌باشد. همچنین، ضرورت دارد این اطلاعات به‌طور واضح در اختیار کارفرما و تیم پروژه قرار گیرد که مفهوم عملکرد بلند مدت طرح‌های پیشنهادی قابل درک و پذیرفتنی باشد.

برای سهولت از عبارت «بخش‌ها^۳» در سرتاسر این راهنما استفاده شده است تا هم ساختمان‌ها و هم اجزای آن، محصولات و ترکیبات را پوشش دهد.

پیش‌بینی دوام، یک علم دقیق نیست، اما یک روش مبتنی بر مخاطره^۴ با در نظر گرفتن خرابی (شکست) و طول عمر قابل قبول^۵ سازه است. طول عمر پیش‌بینی شده یک ساختمان و اجزای آن، می‌تواند گاهی اوقات کمتر از تخمین واقعی^۶ (به‌عنوان مثال، برای مصالح نوین یا برای پروژه با شرایط خاص) باشد. معمولاً بیان حقایق، فرضیات و مراجعی که مقادیر بر اساس آن‌ها به دست می‌آیند، سودمند است.

پیش‌بینی دوام ساختمان‌ها، مواردی از قبیل تغییر در شرایط بهره‌برداری، محیط، مهارت^۷، کیفیت و تداوم نگهداری و مسائل مربوط به انبار کردن، مدیریت، نصب و بازرسی مصالح یا اجزا در محل ساخت، را دربر می‌گیرد. نگهداری، تعمیر و جایگزینی^۸ ساختمان‌ها و متعلقات آن در پروژه‌های مختلف یک تجربه ارزشمند در مورد دوام فراهم می‌کند. به هر حال، با استفاده از کاستی‌هایی که در این پروژه‌ها وجود دارد می‌توان دوام را به طور دقیق برای پروژه‌های آینده پیش‌بینی نمود.

یادآوری ۱- اگر چه استانداردهای سری BS 5760 به‌طور جامع با اعتماد، قابلیت نگهداری و قابلیت استفاده، در تمامی صنایع مرتبط هستند، اما ضرورتاً برای ایجاد یک مرجع مجزا برای صنعت ساختمان^۹، در نظر گرفته می‌شوند. بسیاری از بخش‌های استانداردهای سری BS 5760 (اما نه همه آن) از طریق به‌کارگیری استانداردهای CEN جایگزین شده‌اند. یکی از این استانداردهای مرتبط، استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۹۱ است که تاثیر مود خرابی و تحلیل وضعیت بحرانی را توصیف می‌کند (FMNECE^{۱۰}). راهنمای ویژه در مورد دوام بخش‌های خاص ساختمان در دیگر استانداردهای ارائه می‌شود که به برخی از آن‌ها در پیوست ب و پ اشاره شده است. عمر طرح بخش‌های ساختمان، اغلب باید کمتر از عمر طرح کل ساختمان

-
- 1- Durability durability
 - 2- Overall life
 - 3- Parts
 - 4- Risk-based
 - 5- Acceptable service life
 - 6- Informed estimation
 - 7- Workmanship
 - 8- Replacing
 - 9- Construction industry
 - 10- Failure mode effect and criticality analysis

باشد و این موضوع می‌تواند به‌طور کامل با نوسازی ساختمان‌های مسکونی میسر گردد. به هر حال، دستیابی به دوام کافی، بدون هزینه اضافی یا مصرف منابع محدود^۱، ضروری است.

یادآوری ۲- توجه به راهنمای محصولات مفید خواهد بود.

یادآوری ۳- راهنمایی‌های بیشتر در مورد بهبود جمع‌آوری داده‌های ساختمان به هنگام بهره‌برداری^۲ در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۴-۷ قابل دسترسی است.

1- Scarce resources

2- In-use phase

دوام ساختمان‌ها و اجزا، فراورده‌ها و ترکیبات آن - راهنما

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه راهنمایی در مورد دوام، طراحی و طول عمر ساختمان‌ها^۱ و بخش‌های مختلف آن‌هاست که برای ساختمان‌های جدید و نیز ساختمان‌های موجود به کار می‌رود.

همچنین این استاندارد، دستورالعمل‌هایی در مورد ثبت و تبادل^۲ اطلاعات مربوط به عمر طراحی و بهره‌برداری ساختمان، ابرسازه^۳ و ترکیبات آن و یا وسایل را زمانی که جزییات کامل موجود باشد در اختیار می‌گذارد.

اصول این استاندارد، برای پروژه‌های مهندسی عمران قابل کاربرد است و این دستورالعمل برای تمامی اعضای یک پروژه ساخت و ساز یا تیم مدیریت خدمات^۴، که به اطلاعات دوام نیاز دارد، نوشته می‌شود. این تیم شامل کارفرمایان، طراحان، پیمانکاران، متخصصین، کارخانه‌داران و افرادی که مسئول نگهداری هستند می‌باشد و می‌تواند سرمایه‌گذاران، شرکت‌های بیمه و کسانی که مسئول ارزیابی فعالیت‌های اقتصادی هستند را شامل شود. همچنین این دستورالعمل زمانی که محصولات جدید بدون افزایش هزینه عملکرد بهتری را ارائه می‌دهند به کار می‌رود.

این استاندارد، مفاهیم فرسودگی^۵ و نوسازی^۶ را پوشش نمی‌دهد، به‌عنوان مثال زمانی که ساختمان، ابرسازه یا وسایل جایگزین شده و یا تغییر داده شوند (شامل تغییر کاربری و الزامات).

یادآوری ۱- تصمیم در مورد جایگزینی یا نوسازی ساختمان‌ها یا وسایل آنها ممکن است تحت تاثیر ارزیابی مجدد عمر بهره‌برداری آنها باشد. بند ۸ از استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۳۵۵۴ راهنمایی‌های بیشتری در مورد فرسودگی ارائه می‌کند.

یادآوری ۲- راهنماهای بیشتر در مورد دوام که مربوط به موارد و بخش‌های خاص هستند، توسط سازمان‌هایی از قبیل کارگزاری‌های بزرگ‌راهی^۷ و موسسات مهندسی ارائه می‌شوند.

-
- 1- Constructed assets
 - 2- Communicating
 - 3- Infrastructure
 - 4- Facilities management team
 - 5- Obsolescence
 - 6- Fashion
 - 7- Highways Agency

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است و این ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۹۱: سال ۱۳۸۸: فنون تحلیل قابلیت اطمینان سامانه-روش اجرایی تحلیل نوع واثرات وقوع خرابی (FMEA)

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۳۵۵۴: سال ۱۳۹۳: ساختمان‌ها و دارایی‌های ساخت-برنامه‌ریزی عمر خدمت قسمت ۷-ارزیابی کارایی باز خورد داده‌های طول عمر خدمت از عملکرد

- 2-3 BS EN 15643-1, Sustainability of construction works – Sustainability assessment of buildings – Part 1: General framework
- 2-4 BS EN 15643-2, Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Part 2: Framework for the assessment of environmental performance
- 2-5 BS EN 15643-3, Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Part 3: Framework for the assessment of social performance
- 2-6 BS EN 15643-4, Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Part 4: Framework for the assessment of economic performance
- 2-7 BS ISO 6707-1, Buildings and civil engineering works – Vocabulary – Part 1: General terms
- 2-8 BS ISO 6707-2, Buildings and civil engineering works – Vocabulary – Part 2: Contract terms
- 2-9 BS ISO 15686-2:2012, Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 2: Service life prediction procedures
- 2-10 BS ISO 15686-5, Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life cycle costing
- 2-11 BS ISO 15686-9:2008, Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 9: Guidance on assessment of service life data
- 2-12 BS ISO 15686-10:2010, Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 10: When to assess functional performance
- 2-13 BS ISO 15686-11:2014, Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 11: Terminology

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای BS ISO 15686-11، BS ISO 6707-1 و BS ISO 6707-2 اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳

عامل

agent

هر آن چه که بر ساختمان یا بخش‌های آن تاثیر می‌گذارد و باعث می‌شود عملکرد نامطلوبی داشته باشند.
مثال - افراد، آب، بار، حرارت.

[منبع: زیربند ۳-۱-۴، استاندارد BS ISO 15686-2:2012]

۲-۳

وسایل

asset

کل سازه ساختمان یا بخشی از کارهای ساختمانی، یا یک سامانه یا ترکیب یا بخش
یادآوری - ترکیبات متشکل از دو ماده (مثل ماسه یا سیمان) و هم‌گذاری‌ها^۱ (مثلا، روکش فلزی)

[منبع: زیربند ۳-۱، استاندارد BS ISO 15686-10:2010]

۳-۳

ترکیب

component

محصول آماده که به‌عنوان یک واحد مجزا، عملکرد یا عملکردهای خاص دارد.

[منبع: زیربند ۳-۱-۶، استاندارد BS ISO 15686-2:2012]

۴-۳

زوال

degradation

فرآیندی که از طریق یک واکنش بر روی موردی، سبب تخریب یک یا چند خصوصیت آن می‌شود. (به زیربند ۳-۱-۷، استاندارد BS ISO 15686-2:2012 مراجعه شود)

۵-۳

عمر طرح (DL)

design life (DL)

به اشتباه: عمر بهره‌برداری مورد نظر، عمر بهره‌برداری مورد انتظار

عمر بهره‌برداری توسط طراح تعیین می‌شود.

یادآوری - همان‌طور که طراح به کارفرما پیشنهاد می‌کند تا از تصمیمات مشخص حمایت نماید. (به زیربند ۳-۳، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۶-۳

دوام

durability

به توانایی یک ساختمان و بخش‌های آن در انجام وظایف محوله در یک دوره زمانی تحت اثر عوامل گفته می‌شود.

۷-۳

حد دوام

durability limit

زمانی که از بین رفتن عملکرد منجر به پایان عمر بهره‌برداری می‌شود.

۸-۳

محیط

environment

شرایط طبیعی، مصنوعی یا شرایط درونی و بیرونی که می‌تواند بر عملکرد و استفاده از ساختمان و بخش‌های آن تاثیر بگذارد. (به زیربند ۳-۴، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۹-۳

عمر بهره‌برداری تخمینی

estimated service life (ESL)

عمر بهره‌برداری یک ساختمان یا بخش‌هایی از آن در شرایط کاربری خاص که با توجه به داده‌های مرجع مربوط به عمر بهره‌برداری پس از لحاظ کردن هرگونه تفاوت با شرایط کاربری مرجع، تعیین می‌شود. (به زیربند ۳-۷، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۱۰-۳

خرابی

failure

از بین رفتن توانایی یک ساختمان یا بخش‌های آن برای انجام یک وظیفه‌ی خاص. (به زیربند ۳-۹، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۱۱-۳

چرخه عمر

life cycle

به مراحل پی در پی و پیوسته مربوط به یک جسم گفته می‌شود.

یادآوری ۱- چرخه عمر در برگیرنده‌ی تمام مراحل ساخت، بهره‌برداری و نگهداری تا پایان عمر، شامل انهدام^۱، تخریب و حذف است.

یادآوری ۲- از تعریف «چرخه عمر» در زیربند ۷-۱ از استاندارد ملی ایران-ایزو شماره ۱۴۰۴۰ استفاده شده است.

۱۲-۳

نگهداری

maintenance

ترکیبی از تمامی کارهای فنی و مدیریتی در طول عمر بهره‌برداری برای نگهداشتن ساختمان یا بخش‌های آن در وضعیتی که بتوانند وظایف خود را انجام دهند. (به زیربند ۳-۱۳، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۱۳-۳

عملکرد

performance

سطح کیفی یک ویژگی حساس در هر نقطه‌ای از زمان. (به زیربند ۳-۱۵، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۱۴-۳

الزامات عملکرد

performance requirement

حداقل سطح قابل قبول برای یک ویژگی حساس. (به زیربند ۳-۱۹، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۱۵-۳

عمر بهره‌برداری پیش‌بینی شده

predicted service life

عمر بهره‌برداری پیش‌بینی شده برای عملکرد مورد انتظار در کل زمان مطابق با مراحل تشریح شده در استاندارد BS ISO 15686-2

۱۶-۳

عمر بهره‌برداری مرجع (RSL)

reference service life (RSL)

عمر بهره‌برداری یک محصول، ترکیب، همگذاری یا سامانه‌ی که تحت شرایط خاص (مانند یک شرایط مرجع) نسبت به شرایط استفاده از محصول انتظار می‌رود و می‌تواند مبنایی برای تخمین عمر بهره‌برداری در سایر شرایط ایجاد کند. (به زیربند ۳-۲۲، استاندارد BS ISO 15686-1:2011 مراجعه شود)

۱۷-۳

عمر بهره‌برداری

service life

دوره‌ی زمانی پس از نصب که در طی آن یک ساختمان یا بخش‌های آن الزامات عملکردی را برآورده می‌کنند یا از آن فراتر می‌روند. (به زیربند ۳-۴، استاندارد DD ISO/TS 15686-9:2008 مراجعه شود).

۱۸-۳

شرایط استفاده

usage conditions

شرایط استفاده‌ی کاربران از ساختمان یا وسایل ساخته شده و فعالیت‌های انسانی در مجاورت ساختمان یا وسایل ساخته شده (به زیربند ۳-۱۵، استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۳۵۵۴ مراجعه شود).

یادآوری - در استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۳۵۵۴، عامل طبقه‌بندی ج (زیربند ۳-۱-۳۹) به جای «شرایط در هنگام استفاده^۱» به صورت «شرایط استفاده^۲» مطرح می‌شود (که در استاندارد BS ISO 15686-1 تعریف نشده است). این عبارت به منظور تمایز عامل طبقه‌بندی عبارت «شرایط در هنگام استفاده»، که در استاندارد BS ISO 15686-2:2001 به صورت «شرایط محیطی به هنگام استفاده عادی» تعریف می‌شود، نامگذاری شده است.

۴ الزامات دوام

۱-۴ کلیات

الزامات دوام، از پروژه‌ای به پروژه دیگر متفاوت است. این الزامات می‌توانند به کاربرد مورد نظر، مباحث مالی پروژه و برنامه‌ریزی زمانی و دوره نگهداری، تعمیر یا جایگزینی ساختمان یا بخش‌های آن، مرتبط باشند.

1- In-use condition
2- Usage conditions

ساخت مستحکم و ماندگار^۱، معمولاً پرهزینه‌تر است و ممکن است طراحی را به مصالح خاصی محدود سازد. عمر طرح طولانی، احتمالاً هزینه اولیه^۲ پروژه، نه ضرورتاً هزینه چرخه عمر را افزایش می‌دهد و راه‌حل‌های طراحی را محدود می‌کند. بنابراین ممکن است طراح با چالش‌های مربوط به الزامات فزاینده‌ی عمر طرح و بودجه اولیه^۳ مواجه شود.

مباحث مالی مربوط به ساخت ساختمان، با یک عمر طرح حداقل معادل با دوره هر وامی^۴ که برای ساخت دریافت می‌شود، در نظر گرفته می‌شود.

۴-۲ انتقال الزامات دوام (از کارفرما به طراح)

کارفرما باید عمر طرح ساختمان را به صورت مختصر^۵ تعریف نماید به گونه‌ای که تمام الزامات را منعکس کند. دسته‌بندی‌های عمر طرح، برای بخش‌ها در جدول ۱ و دسته‌بندی تأثیرات خرابی، در جدول ۲ ارائه شده است. نمونه‌ای از عمرهای بهره‌برداری مرجع برای ترکیبات ویژه، در پیوست آورده شده است. واحد عمر طرح یا عمر بهره‌برداری مرجع، سال می‌باشد و می‌تواند به دسته بندی عمر طرح ساختمان مرتبط شود.

جدول ۱- دسته‌بندی عمر طرح

توصیف دسته‌بندی	عمر	مثال‌های نوعی
کوتاه مدت	طول عمر کمتری نسبت به ساختمان دارد و آماده برای جایگزین شدن است.	سامانه محرک در، شیرآلات
قابل جایگزین	طول عمر کمتری نسبت به ساختمان دارد و می‌توان در مرحله طراحی برای آن جایگزین در نظر گرفت.	سطح پوشاننده کف ساختمان و ترکیبات نصب شده سرویس
قابل نگهداری	دوام همراه با تعمیرات دوره‌ای، در طول عمر ساختمان	اغلب فلزکاری‌های بیرونی ^۶ ، درها و پنجره‌ها
طول عمر	در طول عمر ساختمان	پی و اجزای اصلی سازه‌ای

-
- 1- Long lasting construction
 - 2- Initial cost
 - 3- Initial budget
 - 4- Loan
 - 5- Initial brief
 - 6- Most external cladding

جدول ۲- دسته‌بندی تاثیرات خرابی

گروه	تأثیر	مثال
الف	خطر جانی (جراحت)	خرابی ناگهانی سازه
ب	خطر جراحت	شکستگی لبه پله ^۱
پ	خطر برای سلامتی	نفوذ جدی رطوبت
ت	تعمیر پرهزینه	داریست حجیم از بین رفتن دوام اصلی
ث	پرهزینه به خاطر تکرار	تعویض دستگیره در
ج	وقفه در استفاده از ساختمان	خرابی حرارتی
چ	موارد امنیتی	خرابی قفل در
ح	بدون مسائل استثناء	تعویض لامپها
یادآوری- خرابی‌های مستقل می‌توانند در دو یا چند گروه، طبقه‌بندی شوند.		

زمانی که یک دوره برای عمر طرح، توسط کارفرما یا به نمایندگی از او ارائه می‌شود، باید شامل موارد ضروری زیر باشد:

الف- مدت زمانی (یا اندازه‌گیری زمان از قبیل زمان سپری شده یا تعداد چرخه‌های استفاده) که برای آن باید دوام ارزیابی شود؛

ب- شرایط استفاده که در آن هر مورد^۲ باید کارآیی داشته باشد (به‌عنوان مثال، شرایط محیطی و سطح نگهداری و مصرف)؛

پ- الزامات عملکردی برای ممکن ساختن ارزیابی حد دوام (به‌عنوان مثال، زمانی که عملکرد رضایت‌بخش نیست).

یادآوری ۱- پیوست الف، دستورالعمل‌هایی را در مورد شرایط محیطی مرتبط ارائه می‌نماید. پیوست ب، جزئیاتی را در مورد مصالح خاص و ملاحظات مرتبط با دوام ارائه می‌کند.

یادآوری ۲- برای مثال، عبور نور^۳ از میان برخی مصالح، با توجه به پوشش و پرداخت سطح آن و تمیزکاری‌ها و نگهداری‌ها در دوره‌ای از استفاده، کاهش می‌یابد. در مورد این که چه زمانی سطح با قابلیت عبور نور تعویض شود تا روشنایی بیشتری ایجاد شود تصمیم‌گیری شود.

یادآوری ۳- حفظ عملکرد حرارتی با اطمینان از خصوصیات انتقال حرارت مصالح به همراه پایداری ابعادی^۱ آن (به خصوص بعد ضخامت در جهت جریان حرارت) حاصل می‌شود. قبل از تعیین یک محصول، طراح باید تایید کند که روش عمرگذاری^۲ مورد استفاده در استاندارد محصول، برای اهداف مورد نظر مناسب باشد.

1- Loose stair nosing
2- Item
3- Light transmission

یادآوری ۴- هنگامی که طراحان یک اظهاریه در مورد الزامات دوام از سوی کارفرما دریافت می‌کنند، احتمالاً قادر به تعیین مناسب تمامی وسایل خواهند بود، مثلاً وسایلی که خیلی زود می‌بایست تعویض شوند. به هر حال، فرآیند توافق با کارفرما بر سر عمرهای طرح، ممکن است مستلزم چالش^۳ طراح با الزامات کارفرما (از قبیل عمر طرح بسیار بلند مدت با صرف هزینه‌های بسیار پایین یا عمر طرح کوتاه مدت یا دستمزد پایین^۴)، باشد یا این موضوع که الزامات عمر طرح نمی‌تواند به طور منطقی با گزینه‌های موجود طرح تطابق داشته باشد.

در حالتی که کارفرما، شرایط استفاده یا الزامات عملکرد وسایل را تعیین نکرده باشد، طراح باید با کارفرما به توافق برسد که کدام شرایط یا الزامات در نظر گرفته شود.

عمر طرح یک ساختمان باید از طریق اطلاعات در مورد فعالیت‌های آینده نگهداری، سطح دسترسی و امکان جایگزینی بخش‌ها تعیین شود.

یادآوری ۵- اطلاعات بیشتر در مورد نگهداری، در استاندارد BS 8210 قابل دسترسی است. سه گروه از نگهداری‌ها در استاندارد BS 8210: 2012، پیوست الف، تشریح شده‌اند. استاندارد BS EN 13306 تعاریفی در مورد نگهداری اصلاح کننده^۵، برنامه ریزی برای نگهداری و غیره دارد.

هنگامی که یک طراح، مشخصات عملکردی که شامل الزامات دوام است را تعیین می‌کند، شاید نیاز به مشورت با کارفرما باشد. هرگونه فرض یا چرخه‌ای باید تشریح شده و به تایید کارفرما برسد. برای مثال، تنها بخش‌های مشخصی از ساختمان ممکن است نیازمند دوام باشند.

عملکرد اغلب بخش‌ها یا ترکیبات در کل عمر بهره‌برداری سازه مشخص است. کاهش در برخی عملکردها در حین چرخه عمر به طور کلی قابل قبول است (به‌عنوان مثال، قبل از جایگزینی یا نگهداری)، به شرط آن که الزامات عملکردی برآورده شوند. به هر حال، در مواردی که مربوط به ظاهر^۶ می‌شود، برخی تغییرات ممکن است قابل قبول باشند. اگر تغییر در ظاهر مجاز نباشد باید در شرح خلاصه گزارش^۷ آورده شود.

یادآوری ۶- برای مثال، هوازدگی^۸ پوشش‌های فلزی بیرون ساختمان ممکن است قابل قبول یا حتی مطلوب باشند. تغییر تدریجی در ظاهر بسیاری از کفپوش‌ها در نواحی پر رفت و آمد ساختمان اجتناب ناپذیر است.

۳-۴ ارسال الزامات برای تولیدکنندگان و فروشندگان

طراح یا مسئول نگهداری باید به هنگام سفارش محصول، الزامات مربوط به دوام را به فروشنده ارائه نماید. الزامات عمر طرح باید به سال ارائه شود، و مرتبط با دسته‌بندی‌های عمر طرح موجود در جدول ۱ باشد.

-
- 1- Dimensional stability
 - 2- Aging method
 - 3- Challenging competing
 - 4- Low fees
 - 5- Corrective maintenance
 - 6- Cosmetic appearance
 - 7- Briefing stage
 - 8- Weathering

هنگام پیش‌بینی عمر بهره‌برداری توسط تولیدکنندگان، طراحان یا افرادی که مسئول نگهداری هستند، باید اطلاعات زیر در مورد عمر طرح بخش‌ها ارائه شود:

الف- در معرض عوامل^۱ بودن؛

یادآوری ۱- توصیه‌های کامل‌تر در مورد عوامل خاص و تاثیرات آنها بر روی دوام در پیوست الف ارائه شده است.

ب- جزئیات مصالح و وسایل مجاور^۲.

یادآوری ۲- زمانی که عمر طرح، بخشی از یک مشخصه عملکردی ارائه شده به تولیدکننده ترکیبات است اطلاعات مربوط به تاثیر عوامل بسیار حائز اهمیت است.

یادآوری ۳- حدود انتقال‌های چرخه‌ای ترکیبات مجاور و سازگاری شیمیایی^۳ مواد اغلب برای دوام یک مجموعه ضروری است. این جزئیات به طور خاص، هنگامی اهمیت دارند که عمر طرح به تولیدکننده ترکیبات در قالب مشخصات عملکرد، ارائه شده باشد. اظهارات کلی و جزئیات طرح‌ها ممکن است برای شناسایی مخاطره‌ها کافی نباشند.

هزینه‌های انتقال حرارت و رطوبت، و روش‌های عایق‌بندی^۴ مصالح ناسازگار باید به‌طور کامل به تولیدکننده تفهیم شود.

عمر بهره‌برداری پیش‌بینی شده توسط تولیدکننده یا فروشنده، باید با در نظر گرفتن شرایط محیطی در طول عمر بهره‌برداری باشد (مجموعه خاص یا کلی از شرایط در هنگام استفاده) که مطابق با زیربند ۱-۵-۲-۱ از استاندارد BS ISO 15686-2:2012 شرح داده شده است.

۵ تحقیق^۵ و محاسبه دوام

یک طراح باید اطلاعاتی در مورد دوام داشته باشد تا بتواند الزامات کارفرما را برآورده نماید و کفایت دوام مورد نظر را برای ساختمان در حال ساخت^۶، ارزیابی نماید. اطلاعات در مورد دوام کل ساختمان و ترکیبات آن از مراجع مختلفی قابل حصول است که شامل موارد زیر می‌باشد:

الف- آیین کار، کتاب‌ها یا نشریات تجاری مرتبط^۷؛

یادآوری ۱- این مراجع اغلب شامل تجربه استفاده از روش‌ها و مصالح مرسوم هستند.

ب- انجمن‌های ملی و بین‌المللی ارائه دهنده گواهی برای تولیدات ساختمانی؛

یادآوری ۲- مراجعی از قبیل گواهی‌نامه‌های ارزیابی عملکرد محصولات.

-
- 1- Agents
 - 2- Fixings
 - 3- Chemical compatibility
 - 4- Isolating
 - 5- Researching
 - 6- Under construction
 - 7- Trade association publications

پ- نشریاتی از سوی انجمن‌های تحقیقاتی^۱، موسسات حرفه‌ای^۲، یا انجمن‌های انحصاری^۳؛

ت- تولید کنندگان، با پیش‌بینی یا تضمین عمر بهره‌برداری محصولات آن‌ها.

یادآوری ۳- این پیش‌بینی‌ها یا گارانتی‌ها می‌تواند شامل جزئیات روش‌های ارزیابی، تغییر پذیری نتایج آزمایش، شرایط فرض شده برای استفاده، و الزامات نگهداری مطابق با بند ۵ از استاندارد BS ISO 15686-2: 2012، باشد.

یادآوری ۴- گواهی‌نامه‌های مربوط به آزمایش، همیشه توسط تولید کنندگان تهیه نمی‌شوند و ممکن است از طریق انجام آزمایش برای یک پروژه خاص به دست آیند. این روش، زمان‌بر و گران است و ممکن است برای پروژه‌های کوچک‌تر یا کوتاه مدت، عملی نباشد.

عمر بهره‌برداری پیش‌بینی شده باید به صورت جدول ۴ بیان شود (یک مثال در پیوست ت ارائه شده است).

۶ ارزیابی عمر بهره‌برداری^۴

۱-۶ کلیات

پیش‌بینی عمر بهره‌برداری نیازمند یک قضاوت ماهرانه توسط طراح یا فروشنده بر اساس موارد زیر می‌باشد:

الف- اطلاعات موجود در مورد بهره‌برداری؛

ب- شرایط ساختگاه؛

پ- کیفیت مورد انتظار از مهارت‌ها^۵؛

ت- سطح نگهداری مورد انتظار.

تفسیر محتاطانه^۶ (اجتناب از خوش‌بینی^۷ در تفسیر) اطلاعات موجود، در موارد زیر توجیه پذیر است:

۱- استفاده از بخش‌های ساختمان قابل پیش‌بینی نیست؛

۲- محصولات جدید یا محصولاتی که برای طراح یا فروشنده ناشناخته‌اند قرار است مورد استفاده قرار گیرند؛

۳- استفاده بسیار وسیع و استثنایی از ترکیبات، مورد توجه باشد.

-
- 1- Research bodies
 - 2- Professional institutions
 - 3- Authoritative bodies
 - 4- Service life assessment
 - 5- Workmanship
 - 6- Cautious interpretation
 - 7- Optimism in interpretation

۲-۶ مدل سازی زوال^۱ ترکیبات

۱-۲-۶ کلیات

سه روش اصلی برای مدل سازی زوال ترکیبات به منظور تحلیل احتمالاتی^۲، وجود دارد.

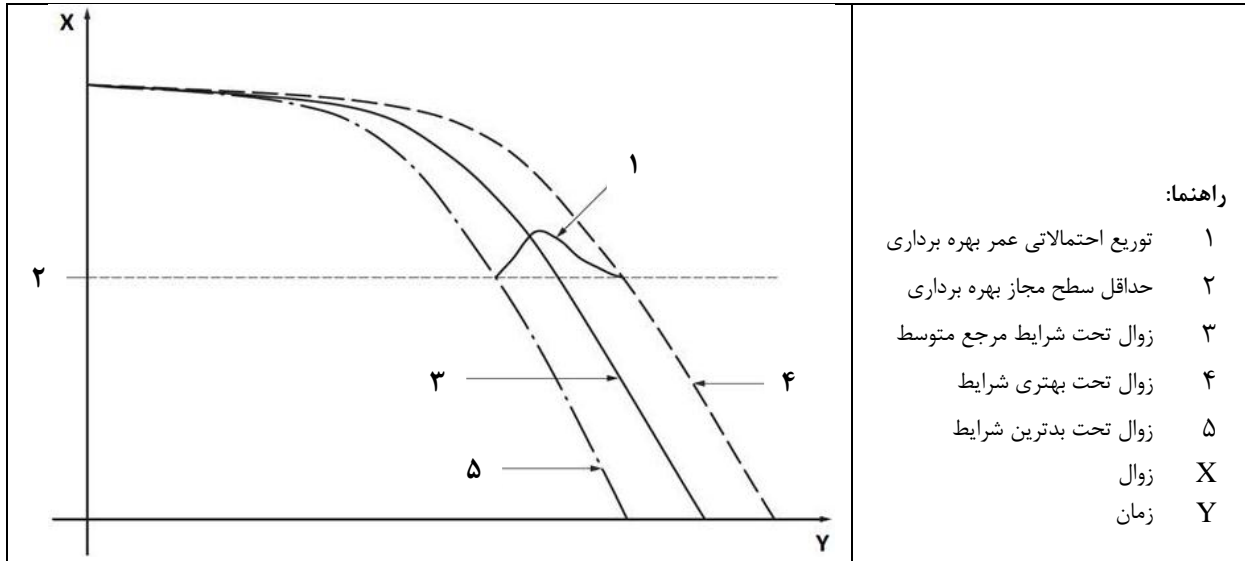
الف- روش ۱ (به زیربند ۲-۲-۶ مراجعه شود): استفاده از داده‌های عملکردی گذشته برای تهیه اطلاعات احتمالاتی^۳ با توجه به عمر بهره‌برداری ساختمان و/یا بخش‌ها، به‌عنوان مثال، زمان برای تعمیر، تعویض یا خرابی، می‌باشد. هنگامی که داده‌های کامل موجود نباشند، ملاحظات تئوریک^۴ و آزمون‌ها می‌تواند برای تکمیل آن‌ها انجام شود.

ب- روش ۲ (به زیربند ۳-۲-۶ مراجعه شود): مدل سازی فیزیکی زوال خصوصیات و ابعاد مصالح تحت اثر شرایط محیطی مورد انتظار می‌باشد. آگاهی برای ایجاد و واسنجی کردن^۵ این مدل‌ها می‌تواند بر اساس داده‌های گذشته، آزمون‌ها و ملاحظات فنی^۶ باشد.

پ- روش ۳ (به زیربند ۴-۲-۶ مراجعه شود): استفاده از مجموعه داده‌های ملی مربوط به تخمین عمر بهره‌برداری مرجع می‌باشد. قضاوت ماهرانه‌ای وجود دارد که اغلب توسط افراد حرفه‌ای و مجرب انجام می‌شود. این داده‌ها ممکن است منتشر شوند یا این که تنها به صورت درون سازمانی باشند، که بر اساس تجربه قبلی افراد حرفه‌ای به دست آمده‌اند. این داده‌ها همچنین می‌توانند شامل بازه‌ای از مقادیر به همراه راهنمایی‌هایی در این خصوص باشند که تحت کدام شرایط محیطی می‌توان عدد واحدی^۷ از این بازه را انتخاب نمود.

شکل ۱، یک حالت ساده از یک ترکیب واحد را به همراه عمرهای بهره‌برداری مختلف، تحت اثر شرایط محیطی و بارگذاری مختلف نشان می‌دهد.

-
- 1- Degradation
 - 2- Probabilistic analysis
 - 3- Probability information
 - 4- Theoretical considerations
 - 5- Calibrating
 - 6- Theoretical considerations
 - 7- Single value



شکل ۱- زوال یک ترکیب و رابطه آن با توزیع عمر بهره برداری و مدل سازی فیزیکی (روش ۲)

۶-۲-۲ روش ۱: ارزیابی مبتنی بر داده های عملکردی گذشته^۱

داده های عملکردی گذشته در مورد دفعات مداخله^۲ (واکنش)، دفعات جایگزینی، و غیره می توانند مورد تحلیل قرار گیرند تا توزیع ریاضیاتی یا آماری برای زمان باقی مانده تا خرابی یا تعمیر ترکیبات به دست آید به علاوه با تفکیک داده ها برای معرفی محیط های متفاوت، نگهداری پیشگیرانه، کیفیت مصالح و غیره این امکان وجود دارد که توزیع های احتمالاتی برای این مجموعه داده ها ایجاد شود.

روش ۱، ساده ترین روش از میان سه روش نام برده است، به خصوص اگر ترکیبات زیادی در یک وضعیت مشابه (از قبیل آن هایی که در منازل^۳ به کار می روند) در نظر گرفته شوند. هم چنین، برای این نوع مدل سازی، اطلاعات زیادی در بانک داده وجود دارد.

مشکلات زیادی در خصوص به کارگیری روش های آماری گنجانده شده در این رویکرد که برای مدل سازی عمر بهره برداری به کار می روند، وجود دارد:

- الف- شرایط محیطی آینده ممکن است با شرایط گذشته یکسان نباشند (پیوست الف را مشاهده کنید)؛
- ب- مصالح موجود ممکن است با مصالح سابق یکسان نباشند و داده های عملکرد برای آن مصالح موجود باشند؛
- پ- ابعاد کوچک نمونه ممکن است اعتبار آماری مدل سازی را کاهش دهند؛
- ت- داده های موجود ممکن است شامل اطلاعات مورد نیاز نباشند؛

1- Past performance data
2- Intervention times
3- Housing

ث- پیش‌بینی دقیق مداخلات آینده، به‌عنوان مثال، تمیز کردن، تعمیر یا تعویض، دشوار است.

این روش زمانی مناسب‌ترین روش خواهد بود که ترکیبات مربوطه، به دفعات به‌کار روند و پی در پی تعمیر شده و یا جایگزین شوند (برای مثال، پنجره)، بنابراین، اعتبار آماری مجموعه داده را افزایش می‌دهد. این روش برای سازه‌های مهندسی عمران یا ترکیباتی که به ندرت، پیش از موعد خراب می‌شوند خیلی مناسب نیست (این سازه‌ها به روش ۲ که در زیربند ۶-۲-۳ شرح داده شده‌اند، نیاز دارند)

۳-۲-۶ روش ۲: مدل‌سازی فیزیکی زوال

مدل‌سازی فیزیکی زوال یک ترکیب می‌تواند بهترین اطلاعات را برای تحلیل ریاضیاتی یا احتمالی^۱ (که تعمیر آینده و برنامه جایگزینی را در نظر می‌گیرد) در اختیار بگذارد. به هر حال، این مدل‌ها می‌توانند عدم-قطعیت^۲ فراوانی در خود داشته باشند.

یک مدل فیزیکی می‌تواند رفتار وابسته به زمان^۳ مشخصه فیزیکی یک ساختمان و یا بخش‌های آن را در قالب مجموعه‌ای از پارامترها که شامل اطلاعات در مورد مصالح به‌کار رفته، تاریخچه بارگذاری ترکیبات، برهم‌کنش بین ترکیبات، و اندرکنش ساختمان با عوامل طبیعی است، توصیف نماید. استفاده از تحلیل ریاضیاتی یا احتمالاتی منجر به نتایج مشخص (مقدار واحد) یا توزیع احتمالاتی^۴ عمر بهره‌برداری پیش‌بینی شده خواهد شد. به هر حال، فرضیات مدل، مخاطره‌ها^۵ و عدم قطعیت‌ها را مشخص می‌کند.

مدل‌های فیزیکی زوال که می‌توانند با مهارت‌ها و جزئیات متفاوت همراه باشند زمانی مفید هستند که:

الف- داده‌های عملکردی کافی برای دستیابی به توزیع احتمالاتی عمر بهره‌برداری موجود نباشد؛

ب- سازوکارها^۶ و عوامل زوال و دیگر تاثیرات کاملاً مشخص باشند؛

پ- تاثیر مداخلات متفاوتی که در گذشته اعمال شده‌اند باید به‌نحوی ارزیابی شوند که بهترین رویکرد بتواند انتخاب شود.

یادآوری- آزمایش شتاب‌زده^۷ ترکیبات به ندرت برای ایجاد یک مبنای دقیق برای پیش‌بینی عمر بهره‌برداری به‌کار می‌روند. این روش اغلب برای ارزیابی عملکرد ترکیبات و مصالح جدید، مناسب‌ترین روش خواهد بود. آزمایش شتاب‌زده معمولاً برای گروه وسیعی از ترکیبات، امکان‌پذیر نمی‌باشند و به‌هنگام تفسیر نتایج آنها برای طراحی‌های جدید باید احتیاط نمود.

-
- 1- Mathematical or probabilistic analysis
 - 2- Uncertainties
 - 3- Time-dependent behaviour
 - 4- Probability distribution
 - 5- Risks
 - 6- Mechanisms
 - 7- Accelerated testing

۴-۲-۶ روش ۳: ارزیابی بانک داده‌های ملی^۱

بانک داده‌های ملی، ارزیابی عمرهای بهره‌برداری مرجع، با روش مشخص می‌باشند. اعتبار این روش معمولاً وابسته به روش، مهارت و سطح مراقبت در هنگام بررسی شواهد بستگی دارد. این داده‌ها به‌جای آن‌که تخمین یک پروژه مشخص باشند کلی بوده و به منظور تخمین برای هرگونه پروژه خاصی باید تنظیم شوند. این داده‌ها معمولاً نقطه آغاز برای اغلب پیش‌بینی‌های دوام هستند.

منابع بانک داده ملی (پیوست ث را مشاهده کنید) شامل موارد زیر هستند:

الف- داده‌های مربوط به عمر بهره‌برداری تایید شده توسط تولیدکنندگان، به‌همراه گزارش‌های آن‌ها یا گواهی‌نامه‌های ارزیابی؛

ب- ابزارها یا نشریاتی که توسط انجمن‌های مستقل^۲ ارائه می‌شوند؛

پ- نشریات یا ابزارهایی که بستگی به عمر بهره‌برداری دارند تا از این طریق بتوانند ارزیابی سایر سنجش‌ها از قبیل عملکرد محیطی یا هزینه چرخه عمر (از قبیل ابزارهای متعلقه به همراه مشاوره هزینه‌ها یا تامین‌کنندگان نرم افزار مدل‌سازی ساختمان) را انجام دهند.

۳-۶ تعدیل^۳ عمر بهره‌برداری مرجع برای تخمین عمر بهره‌برداری

دستورالعمل‌ها در خصوص چگونگی تفسیر و تعدیل عمر بهره‌برداری مرجع به‌منظور هماهنگی با شرایط پروژه در پیوست الف از استاندارد BS ISO 15686-8:2008 ارائه شده است. این پیوست شامل اطلاعاتی در مورد چگونگی در نظر گرفتن عامل‌های زیر می‌باشد:

- عامل الف- دسته عامل: سطح عملکرد ذاتی^۴؛
- عامل ب- دسته عامل: سطح طراحی^۵؛
- عامل پ- دسته عامل: سطح اجرای کار^۶؛
- عامل ت- دسته عامل: محیط داخل^۷؛
- عامل ث- دسته عامل: محیط بیرون^۸؛
- عامل ج- دسته عامل: شرایط استفاده^۹؛
- عامل چ- دسته عامل: سطح نگهداری^۱.

-
- 1- National datasets
 - 2- Independent bodies
 - 3- Adjusting
 - 4- Inherent performance level
 - 5- Design level
 - 6- Work execution level
 - 7- Indoor environment
 - 8- Outdoor environment
 - 9- Usage conditions

این موارد در شکل ۲ نشان داده شده است.

۴-۶ دسته‌های مربوط به عمر طرح

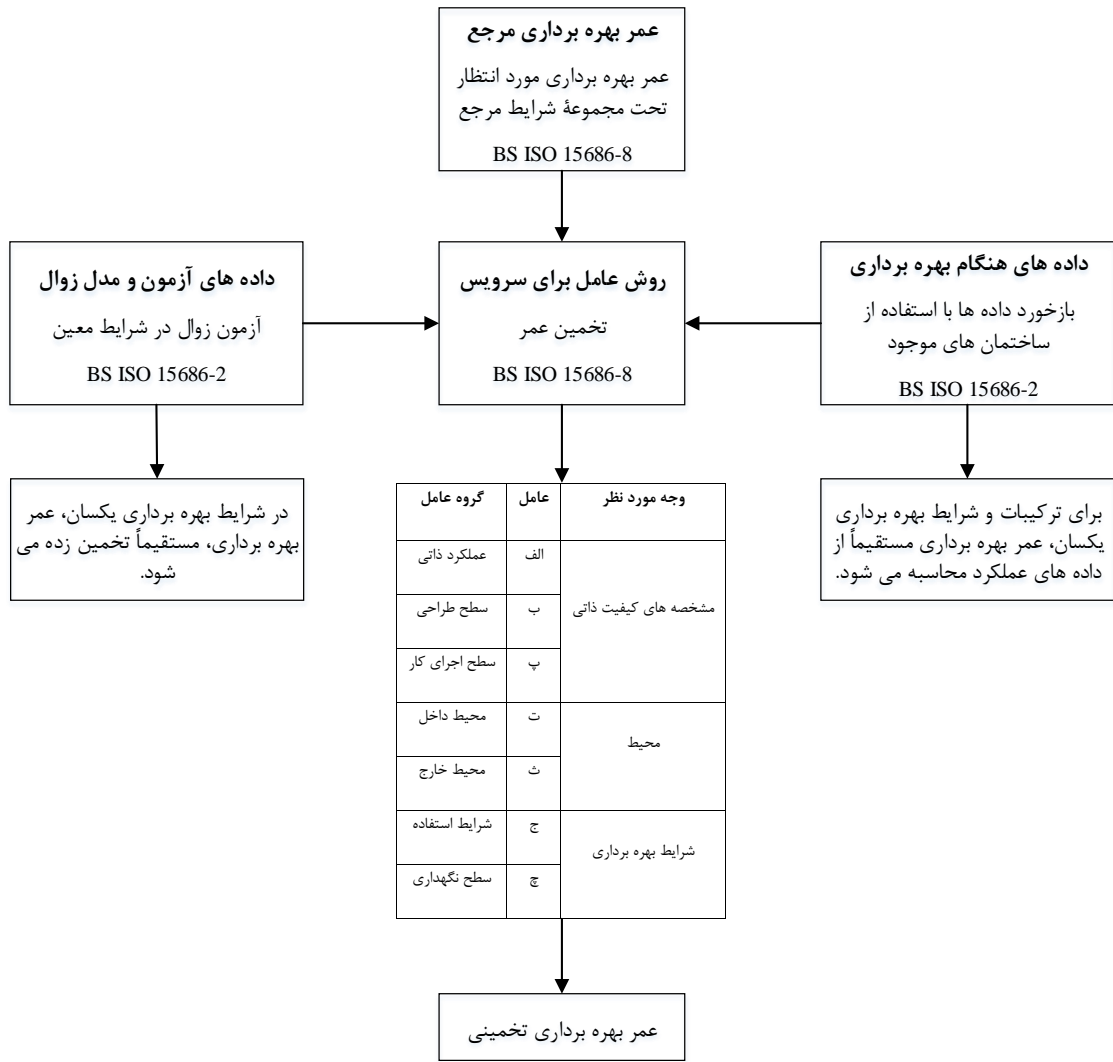
کارفرما باید عمر طرح ساختمان را در قالب یک شرح مختصر تعیین کند. علاوه بر این ممکن است کارفرما تمایل داشته باشد عمر طراحی برخی وسایل را نیز تعیین کند.

یادآوری - نمونه‌ای از عمر بهره‌برداری مرجع، برای ترکیبات ویژه در پیوست ت ارائه شده‌اند.

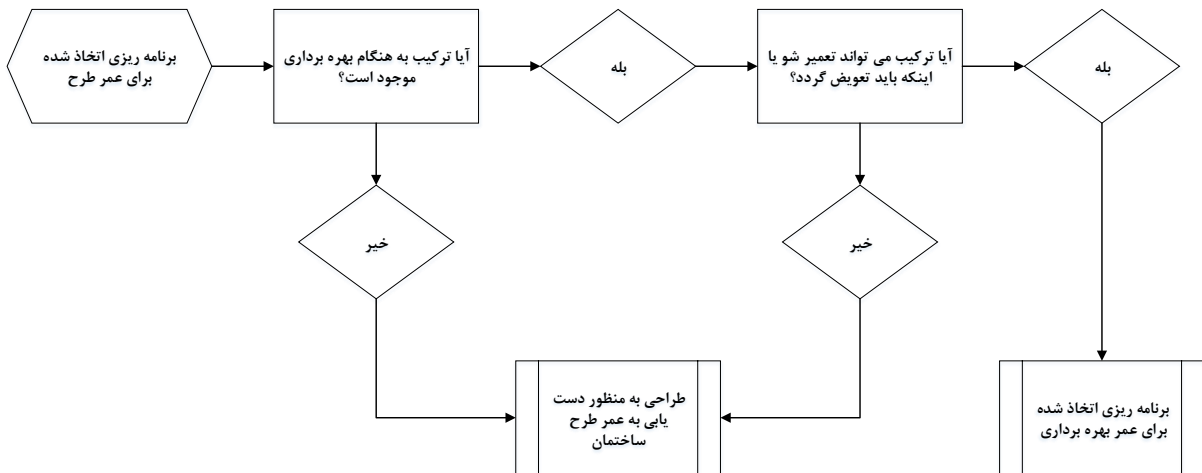
عمر طرح یا عمر بهره‌برداری مرجع، باید به سال بیان شوند و می‌توانند به دسته عمر طرح در جدول ۱ مرتبط شوند.

طراحان باید بخش‌های طراحی شده یا در دست طراحی ساختمان را به یکی از گروه‌های نشان داده شده در جدول ۱ دسته‌بندی کنند.

فرآیند تصمیم‌گیری مشروح در شکل ۳ برای بررسی درستی گروه‌بندی فوق دنبال شود.



شکل ۲- روش تخمین عمر بهره‌برداری (بر اساس استاندارد BS ISO 15686-2)



شکل ۳- فرآیند تصمیم‌گیری در پشتیبانی از گروه‌بندی عمر طرح

۵-۶ ارزیابی ضرورت دوام^۱ - FMECA^۲

پس از آن که گروه کلی بخش‌ها به صورت مختصر^۳، تعویض پذیر، قابل نگهداری یا مادام‌العمر^۴ ارزیابی شد، اگر خرابی رخ دهد، تاثیرات احتمالی باید ارزیابی شوند. حالت خرابی، تاثیر و تحلیل ضروری (FMECA)، یک تکنیک برای ارزیابی تاثیرات خرابی و ضرورت دوام مرتبط با آن، می‌باشد.

FMECA بر اساس تجربه در مورد محصولات یا فرآیندهای مشابه، یا بر اساس نوع خرابی^۵، به شناسایی حالت‌های خرابی بالقوه کمک می‌کند. فرآیندهای زوال باید تغییرات عوامل محیطی که سطوح متغییری دارند به خصوص تغییرات شرایط قابل پیش‌بینی آب و هوا را در نظر بگیرند.

تحلیل تاثیرات^۶، به مطالعه عواقب خرابی‌ها بر روی سطوح مختلف سامانه می‌پردازد.

خرابی‌ها بر این اساس که چه عواقبی دارند، چند بار رخ می‌دهند و آیا به راحتی قابل شناسایی‌اند، رتبه‌بندی می‌شوند. هدف FMECA، به کارگیری روش‌هایی برای حذف یا کاهش خرابی‌ها است که ابتدا به خرابی‌های مهم و جدی می‌پردازد. این روش با پاسخ به سوالات زیر به صورت خلاصه بیان می‌شود:

الف- حالت‌های خرابی (چه اتفاقی ممکن است بیافتد؟)؛

ب- دلایل خرابی (چرا خرابی رخ می‌دهد؟)؛

ج- تاثیرات خرابی (عواقب هر خرابی چه خواهد بود؟).

با توجه به تاثیرات احتمالی خرابی، بخش یا ترکیب باید در یک دسته ضروری (بحرانی) قرار گیرد (مطابق جدول ۳). توجه شود که یک وابستگی درونی^۷ میان ترکیبات و خرابی‌ها وجود دارد، و بنابراین خرابی یک ترکیب یا بخش، می‌تواند منجر به خرابی و تاثیرات بر روی سایر ترکیبات و بخش‌ها شود (مثال‌ها در جدول ۳ بیان شده است).

یادآوری - راهنمایی‌های بیشتر در مورد چگونگی طبقه‌بندی خرابی در مرحله ارزیابی، چگونگی ارزیابی دلایل و عواقب خرابی، و ارزیابی مخاطره‌ها (از قبیل خرابی‌های پنهان) و اعمال پیشنهادهای مرتبط با آن‌ها در زیربند ۵-۳-۵ از استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۴-۷ ارائه شده است.

-
- 1- Criticality of durability
 - 2 - Failure mode effects and criticality analysis
 - 3- Short-term
 - 4- Lifelong
 - 5- Failure logic
 - 6- Effects analysis
 - 7- Inter-dependencies

ترکیب احتمال^۱ خرابی، در یک نقطه خاص در زمان، و ارزیابی شدت عواقب^۲ خرابی، برای رسیدن به این هدف که کدام تخمین عمر طرح برای یک پروژه خاص مناسب بوده، و مطابق با الزامات کارفرمای آن است، به کار می‌رود.

1- Combination of the probability
2- Severity of consequence

جدول ۳- مثال‌هایی در مورد تاثیر خرابی در گروه‌های مختلف

عواقب	مثال	توصیف	گروه
خرابی سقف باعث می شود تا آب به داخل اتاق رزرو ^۴ وارد شود و اتاق را غیرقابل استفاده کند. خرابی ضدزنگ ^۵ ، منجر به خوردگی میلگردها می شود که در نهایت یکپارچگی سازه‌ای را به خطر انداخته و هزینه‌های تعمیر را بالا می‌برد. خرابی یک روکش آسفالتی می‌تواند به آب اجازه نفوذ و ایجاد فرسایش و خرابی سطح را بدهد.	پوشش روی کف صاف درزهای انبساطی ^۲ بین قسمت های عرشه پل روکش آسفالتی ^۳ برای پیاده‌روها یا سکوها ایستگاه‌ها	بخش‌ها یا المان‌هایی که دوام آن‌ها برای عملکرد کل ساختمان یا سازه حیاتی است. خرابی این قسمت‌ها می‌تواند منجر به خرابی آنی و قابل پیش-بینی برای وقوع سطح حداقل عملکرد شود، همچنین می‌تواند باعث رسیدن کل ساختمان به حد دوام گردد.	دوام ترکیبات بحرانی ^۱ (DCC)
خرابی آن سبب می‌شود تا آب به داخل سقف باز سکو نفوذ کند و سبب نم زدن سقف و خسارت به روکش-های داخلی می‌شود.	پوشش روی سطح صاف	المان‌هایی که دوام آن‌ها برای عملکرد ساختمان یا سازه، بحرانی نمی‌باشد، اما بر توانایی سازه در انجام وظایف محوله تاثیر دارد. خرابی آن منجر به خرابی آنی ساختمان برای رسیدن به سطح حداقل عملکرد مورد نظر نمی-شود، اگرچه خرابی نهایی پذیرفتنی است.	دوام ترکیبات حساس ^۶ (DSC)
بی اهمیت یا کم اهمیت، مانند مشکل باز و بسته کردن در	سازه‌های بتنی در معرض حمله سولفات‌ها ^۸ در یک ساختمان گرم ^۹ یا زنگ زدن لولای در	خرابی این ترکیبات غیر محتمل بوده یا این که تأثیری بر توانایی سازه برای ایجاد سطح عملکرد مورد نظر ندارد.	ترکیبات طبقه‌بندی نشده ^۷ (UCC)

- 1- Durability Critical Components
- 2- Expansion joint
- 3- Tarmac finish
- 4- Booking office
- 5- Sealant
- 6- Durability Sensitive Components
- 7- Unclassified Components
- 8- Sulfate attack
- 9- Heated buliding

جدول ۴- بیان دوام (خلاصه راهنما)

عبارت	مثال	طرز بیان	اطلاعات کمکی	نظرات
عمر طرح	عمر بهره‌برداری منظور شده توسط طراح	سال‌های عمر بهره‌برداری	عمر طرح ساختمان، یک مقدار بیشینه را برای عمر طرح بخش-های ساختمان در نظر می‌گیرد. برای عمر طرح بخش-ها، به پیوست ت مراجعه شود.	باید بصورت موارد زیر باشد: الف) حداقل به اندازه مدت زمان الزامات برای عمر بهره‌برداری بر اساس نظر کارفرما و ب) در ارتباط با طرح‌های استفاده، نگهداری و نوسازی بخش‌ها. فرضیاتی که بر اساس آن‌ها عمر طرح تعیین می‌شود.
عمر طرح تخمینی	عمر بهره‌برداری یک ساختمان یا بخش‌های آن که انتظار می‌رود با مقادیر مرجع، در استفاده اختلاف داشته باشند.	سال‌های عمر بهره‌برداری	به استاندارد BS ISO 15686-8 مراجعه شود.	به طور معمول از طریق تعدیل ^۱ یک عمر بهره‌برداری مرجع، تخمین زده می‌شود.
عمر بهره‌برداری تخمینی	عمر بهره‌برداری پیش‌بینی شده بر اساس داده‌های عملکرد، مطابق با استاندارد BS ISO 15686-2	سال‌های عمر بهره‌برداری	به استاندارد BS ISO 15686-2 مراجعه شود.	به طور معمول بر اساس مدل‌های بهره‌برداری یا آزمایشات فرسودگی ^۲ ، فرسودگی ^۲ ، تحت شرایط مرجع و برای یک محصول، ترکیب، همگذاری یا مواد خاص، پیش‌بینی می‌شود.
عمر بهره‌برداری مرجع	عمر بهره‌برداری مورد انتظار، تحت شرایط استفاده خاص، که می‌تواند مبنایی برای تخمین عمر بهره‌برداری در سایر شرایط باشد.	سال‌های عمر بهره‌برداری	به استاندارد BS ISO 15686-8 مراجعه شود.	به طور معمول بر اساس شماری از عمرهای بهره‌برداری پیش‌بینی شده برای محصولات مشابه، محاسبه می‌شود و شامل نثریاتی است که در انتهای این استاندارد آمده است. فرض می‌شود که شرایط در هنگام استفاده، بدون جزئیات باشد.
عمر بهره‌برداری	دوره‌ای از زمان پس از نصب که در آن عملکرد ساختمان یا بخش‌های آن عملکردی منطبق یا فراتر از الزامات عملکرد دارند.	دوره برحسب سال	به استاندارد BS ISO 15686-1 مراجعه شود.	عمر بهره‌برداری می‌تواند به تنهایی در انتهای عمر بهره‌برداری در یک گروه قرار گیرد.

1- Adjusting
2- Ageing tests

۶-۶ عبارات مربوط به انتقال دوام^۱

استفاده متناقض^۲ از عبارات برای توصیف دوام می‌تواند منجر به بدفهمی^۳ و تشخیص غیرصحیح دوام شود. جدول ۴، دستورالعمل‌های این استاندارد را که برای تعیین عبارات جامع‌تری از دوام ایجاد شده‌اند، به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

شروع عمر بهره‌برداری، هنگامی است که یک ساختمان یا بخشی از آن، تکمیل و برای سکونت یا استفاده تحویل داده شود. این زمان ممکن است پس از تکمیل نوسازی، اندازه‌گیری شود.

انتهای عمر بهره‌برداری، زمانی است که در آن، تنها راه برای مواجهه با افت غیر قابل قبول عملکرد، جایگزینی یا هزینه بیش از حد برای بهره‌برداری نگهداری یا تعمیر است. پایان عمر بهره‌برداری، زمان سپری شده از شروع عمر بهره‌برداری است.

یادآوری - منطقی است که هر بخشی از ساختمان عمر بهره‌برداری کوتاه‌تری نسبت به عمر بهره‌برداری کل ساختمان داشته باشد، به شرط آن که قابل جایگزینی باشد و با سایر الزامات عمر بهره‌برداری هم‌خوانی داشته باشد. در عمل، الزامات دوام زیادی برای بخش‌های مشخص ساختمان (مثل سازه) وجود دارند، که در شکل ۱ نشان داده شده است.

ارزیابی دوام، ممکن است یک ورودی برای سایر فرآیندهای ارزیابی باشد. برای فرآیند ارزیابی کل چرخه عمر ساختمان یا بخش‌های آن باید در نظر گرفته شود، برای مثال، به‌منظور ارزیابی یکپارچه دوام مطابق با سری استانداردهای BS EN 15643 (تمامی بخش‌ها)، و نیز برای سایر وجوه ارزیابی، از قبیل هزینه چرخه عمر مطابق با استاندارد BS 15686-5، تنها یک دوره محدود ارزیابی ممکن است نیاز باشد (یک دوره توافقی بر حسب سال). کل چرخه عمر در شکل ۴ نشان داده شده است.

1- Communications of durability
2- Inconsistent use
3- Misunderstandings

اطلاعات ارزیابی ساختمان													
اطلاعات چرخه عمر ساختمان							اطلاعات تکمیلی فراتر از چرخه عمر ساختمان						
مرحله قبل از استفاده			مرحله استفاده			مرحله بعد از استفاده							
A0	A1 - 3		A4 - 5		B1 - 7					C1 - 4			
قبل از ساخت	مرحله مصالح		فرآیند ساخت		مرحله استفاده					مرحله پایان عمر			
زمین و دستمزد مربوطه / توصیه	تهیه مصالح خام حمل و نقل تولید		حمل و نقل فرآیند ساخت - نصب		B1 استفاده	B2 تهیه‌داری	B3 تعمیر	B4 تعمیر	B5 نوسازی	C1 تعمیر	C2 حمل و نقل	C3 فرآوری مواد زائد برای استفاده مجدد ، بهبود ، بازیافت	C4 دفع
A0	A1-A3		A4 A5		B6 استفاده از انرژی					B7 استفاده از آب	D مزایا و بارها فراتر از مرزهای سیستم		
											- استفاده مجدد - بهبود - بازیافت - پتاسیل		

یادآوری - راهنمای زیر در خصوص نمایه‌های مراحل جدول می‌باشد.

راهنما:

- 1 شدیدترین عواقب خرابی
- 2 شدت قابل قبول عواقب خرابی
- 3 کمترین شدت عواقب خرابی
- 4 حداقل عمر بهره‌برداری
- 5 محتمل‌ترین عمر بهره‌برداری
- 6 حداکثر عمر بهره‌برداری

شکل ۴- مراحل چرخه عمر

پیوست الف

(اطلاعاتی)

عوامل آب و هوایی موثر بر دوام

الف-۱ خرد اقلیم‌ها

الف-۱-۱ کلیات

یک خرد اقلیم^۱ آب و هوای مختص یک ناحیه کوچک از قبیل باغ، پارک، دره یا بخشی از یک شهر است. خرده اقلیم محلی بیشترین تاثیر را بر دوام ساختمان دارد:

اقلیم‌ها شامل موارد زیر است:

الف- نواحی مرتفع^۲؛

ب- نواحی ساحلی؛

پ- نواحی جنگلی؛

ت- نواحی شهری (که از نواحی روستایی مجاور مجزا شده‌اند).

ویژگی‌های هر یک از این نوع نواحی که ممکن است بر دوام ساختمان تاثیر بگذارند، در زیر تشریح شده‌اند.

یادآوری- عبارت کلی «ساحلی» در این استاندارد به کار می‌رود، اما عبارت «دریایی» در سایر استانداردها به کار رفته است.

الف-۱-۲ نواحی مرتفع

این نواحی به زمین‌هایی با ارتفاع ۳۰۰ m بالاتر از سطح دریا اطلاق می‌شوند که به‌طور عادی متوسط درجه حرارت کمتری دارند و بادخیزتر از نواحی پست مجاور هستند. درجه حرارت می‌تواند به اندازه 5°C الی 10°C در هر ۱۰۰۰ m تغییر کند. الگوهای بارش نیز در این نواحی متغیرند- مناطق رو به باد مرطوب تر از مناطق پشت به باد هستند، و شیب‌های رو به جنوب گرمتر هستند. به هر حال، دره‌ها می‌توانند در شب‌های بی ابر خنک‌تر از تپه‌ها باشند، به خصوص هنگام زمستان که هوای سرد به سمت پایین تپه‌ها جریان دارد و منجر به ایجاد جبهه خنک^۳ در نواحی پست می‌شود.

1- Microclimate
2- Upland regions
3- Frost pockets

الف-۱-۳ نواحی ساحلی

سواحل به هنگام زمستان معمولاً درجه حرارت ملایم‌تر و در تابستان دمای خنک‌تری نسبت به نواحی داخل کشور دارند. سواحل روبه باد تمایل به هم دمایی با دریا دارند، اما نواحی پشت به باد، تغییرات بیشتری دارند. این نواحی در طی بهار و تابستان بارندگی دارند، نواحی رو به باد این تمایل را بیشتر در پاییز و زمستان دارند. مه دریایی نیز ممکن است در چندین کیلومتر از سواحل، با تاخیر محو شود. ملاحظات خاصی باید در مورد وزش بادهای شور و این که تا چه فاصله‌ای در زمین‌های داخلی نفوذ می‌کند و بر طراحی تاثیر می‌گذارد، صورت گیرد.

الف-۱-۴ نواحی جنگلی

درختان به‌عنوان موانعی در برابر وزش باد عمل می‌کنند، به‌خصوص هنگامی که درختان برگ دارند، و این امر می‌تواند منجر به شرایط خنک‌تر شود.

الف-۱-۵ نواحی شهری

در حدود سه چهارم جمعیت ایران در نواحی شهری زندگی می‌کنند. در مقایسه با نواحی روستایی، این نواحی ساعات کمتری از تابش نور خورشید، درجه حرارت‌های متوسط بالاتر، یخ زدگی، رطوبت نسبی بالاتر و بارش برخوردارند.

یادآوری - مقایسه کامل‌تر و مثال‌هایی از تاثیرات ویژه خرد اقلیمی در Met Office Fact Sheets (پیوست ۳) یافت می‌شود.

اندرکنش آزادسازی^۱ (و انعکاس) گرما از ساختمان‌های صنعتی و مسکونی، انعکاس تشعشعات خورشیدی توسط شیشه، آلودگی‌های ناشی از ترافیک و صنعت و بادهای نسبتاً خفیف، می‌توانند مقداری از گرمای طول روز را به کم کند. جزیره‌های مسکونی شهری^۲ معمولاً درجه حرارت‌های بیشتری به‌خصوص هنگام صاف بودن آسمان و بادهای خفیف دارند. این موضوع می‌تواند زوال را شدت بخشد (به زیربند ۶-۲-۳ مراجعه شود).

دود نورشیمیایی^۳ می‌تواند در نتیجه واکنش آلودگی‌ها با اشعه خورشیدی رخ دهد. غلظت حاصل از آلودگی‌ها می‌تواند بر هوازگی مصالح تاثیر بگذارد.

اگرچه نواحی شهری نسبت نواحی روستایی مجاور کمتر بادخیزند، ساختمان‌های بلند که در یک منطقه متمرکز شده می‌توانند بر اثر پدیده تونلی شدن^۴ سبب ایجاد بادهای شدیدی شوند.

1- Interaction of the release
2- Urban heat islands
3- Photochemical smogs
4- Wind tunnelling

الف-۲ تاثیرات خرد اقلیمی بر روی دوام

الف-۲-۱ کلیات

در بسیاری از موارد، زوال در نتیجه تاثیر یک عامل محیطی خاص نیست، اما ممکن است تحت تاثیر ترکیبی از عوامل باشد. بنابراین مهم است که هر یک از عوامل و محدوده‌ای که در آن تاثیرات ترکیب عوامل احتمالاً بر شکل خاصی از ساخت تاثیر می‌گذارد، در نظر گرفته شوند.

غالباً، اثر یک عامل، وابسته به حضور سایر عوامل است، برای مثال، افزایش ۱۰ درجه‌ای دما، سرعت واکنش شیمیایی ایجاد کننده زوال را دو برابر می‌کند. رطوبت، احتمالاً مهمترین عامل تاثیر گذار بر دوام مصالح ساختمانی است. بسیاری از انواع زوال، از قبیل خوردگی فلزات آهنی^۱ و به‌طور کلی حمله حشرات و قارچ‌ها^۲ به الوارهای چوبی، تنها در صورت وجود رطوبت رخ می‌دهد.

مرتبط‌ترین عوامل زوال ترکیبات ساختمانی، معمولاً از اتمسفر سرچشمه می‌گیرند:

- ذوب/انجماد و باد (مکانیکی)؛
- تشعشعات خورشیدی^۳ (الکترومغناطیس^۴)؛
- دما (حرارتی)؛
- نزولات جوی^۵ (جامد، مایع یا بخار، شیمیایی)؛
- ترکیبات^۶ معمول هوا (شیمیایی)؛
- آلودگی‌های^۷ هوا (شیمیایی).

یادآوری ۱- راهنمایی‌های کامل‌تر در مورد اثرات عوامل در استانداردهای BS ISO 15686-2 و BS ISO 6241:1984. جدول ۴ ارائه شده است.

یادآوری ۲- محیط‌های اتمسفری در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۵۹۴ طبقه‌بندی شده‌اند، و به شش گروه اتمسفری-خوردنده^۸، برای فلزات طبقه بندی می‌شوند:

- ۱- C1 بسیار کم؛
- ۲- C2 کم؛
- ۳- C3 متوسط؛

-
- 1- Corrosion of ferrous metals
 - 2- Insect or fungal attack
 - 3- Solar radiation
 - 4- Electro-magnetic
 - 5- Precipitation
 - 6- Constituents
 - 7- Contaminants
 - 8- Atmospheric-corrosivity

۴- C4 زیاد؛

۵- C5 بسیار زیاد (صنعتی)؛

۶- C6 بسیار زیاد (دریایی).

گروه‌های خوردگی فلزات، می‌تواند با در نظر گرفتن ترکیبی از عوامل محیطی زیر، تخمین زده شود:

- مدت زمانی از سال که فلز در معرض رطوبت قرار می‌گیرد^۱؛

- غلظت میانگین سالیانه‌ی دی اکسید گوگرد^۲؛

- رسوب میانگین سالیانه‌ی کلرید^۳ (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۴۲ مراجعه شود).

یادآوری - طبقه‌بندی محیط‌های در تماس با بتن در استاندارد BS 8500-1 ارائه شده است.

الف-۲-۲ دما

تمام مصالح ساختمانی که در تماس با هوای بیرون قرار دارند تغییرات دمایی دوره‌ای و سالیانه را تجربه می‌کنند. این موضوع هنگامی مهم می‌شود که ساخت و ساز در فضای باز، به‌عنوان مثال، سقف طبقه آخر یا پوشش فلزی و اعضای سازه‌ای بیرونی در تماس با هوای آزاد، صورت گیرد.

تغییرات درجه حرارت، هنگامی مورد بررسی قرار می‌گیرند که ارزیابی عواقب انبساط و انقباض حرارتی مورد توجه باشد، مثلاً، عواقب ناشی از تنش‌های ایجاد شده در مصالح، در اثر گیرداری و کرنش‌های ایجاد شده^۴ در درزهای اتصال مصالح، هنگامی که ترکیبات برای تغییر طول آزاد باشند. تغییرات دمایی واقعی می‌تواند منجر به تغییرات موقتی یا دائمی در خصوصیات فیزیکی یا شیمیایی، مانند ترد شدگی در دماهای پایین، اکسیداسیون سریع یا از بین رفتن فراریت^۵ در دماهای بالا شوند. در برخی موارد، توزیع یا تغییرات دمایی^۶ در داخل یک ماده یا المان سازه‌ای ممکن است بحرانی باشد، برای مثال، در ارزیابی مخاطره میعان میان بافتی^۷، یا در کنترل افزایش دما ناشی از حرارت هیدراسیون^۸ در طی بتن‌ریزی و گیرش اولیه^۹ بتن.

خصوصیاتی که توسط تغییرات دما تغییر می‌کنند، عبارتند از:

الف- شکل یا ابعاد؛

ب- مقاومت؛

-
- 1- Wetness
 - 2- Sulfur dioxide
 - 3- Chloride
 - 4- Strains imposed
 - 5- Loss of volatiles
 - 6- Gradient of temperature
 - 7- Interstitial condensation risk
 - 8- Heat of hydration
 - 9- Hardening

پ- خصوصیات رئولوژیکی^۱ (جریان)؛

ت- مقاومت در برابر حلال‌ها؛

ث- مقاومت الکتریکی.

افزایش درجه حرارت می‌تواند عواقب برگشت ناپذیر از قبیل واکنش شیمیایی، خزش و پوسیدگی زیست‌شناختی را تسریع کند. نوسانات دمایی ممکن است بر درصد رطوبت، بلورشدگی^۲ و آب‌سستگی مصالح^۳ تاثیر بگذارد.

الف-۲-۳ تشعشع

اگرچه مقداری از اشعه خورشیدی، جذب می‌شود اما اثر آن با پوشش ابر و سایه که بر میزان تشعشعات خورشیدی با هر طول موجی تغییر می‌کند. بسته به خصوصیات سطح از قبیل رنگ، بافت و شفافیت^۴، افزایش درجه حرارت ممکن است قابل ملاحظه باشد. این حالت به‌طور خاص بر مواد آلی شامل مواد رنگی، قیر و برخی پلیمرهای مصنوعی^۵ تاثیر می‌گذارد و در جایی که اشعه UV همراه با رطوبت زوال را گسترش می‌دهد، رنگ باختگی^۶ و زوال سطح ممکن است رخ دهد

اشعه جذب شده، دمای ماده را بر اساس گرمای ویژه و هدایت گرمایی ماده و سازه پشت آن افزایش خواهد داد. به‌طور واضح در آب و هوای صاف آفتابی، سقف‌های آسفالتی ماستیک^۷ سیاه رنگ به درجه حرارت ۸۰ °C می‌رسند. ارقام مشابهی برای این نوع سقف گزارش شده است. اگر یک پوشش انعکاسی به‌کار رود، بیشینه افزایش دما می‌تواند تا ۲۰٪ الی ۳۵٪ کاهش یابد.

تغییرات قابل ملاحظه‌ای در تشعشعات دریافت شده توسط ناحیه مشخص از سطح زمین، بستگی به موارد زیر دارند:

الف- پوشش ابر هم از نظر نوع ابر و شدت آن؛

ب- فصل سال؛

پ- توپوگرافی محلی^۸.

سطوحی که در معرض آفتاب ظهر تابستان قرار می‌گیرند، یا سطوحی که تابش‌های انعکاسی عمده را از سطوح مجاور دریافت می‌کنند، به بیشترین درجه حرارت می‌رسند. به‌صورت تقریبی، تابش دریافتی در یک

-
- 1- Rheological
 - 2- Crystallization
 - 3- Leaching actions
 - 4- Opacity
 - 5- Synthetic
 - 6- Yellowing
 - 7- Mastic asphalt
 - 8- Local topography

روز ابری، در حدود یک سوم مقدار دریافتی در روز ابری است. در روزهایی که بسیار ابری هستند این میزان بسیار کمتر خواهد بود.

دمای سطوح سقف می تواند تا 20°C - افت نماید. دمای غشای سقف، غالباً ۵ درجه کمتر از دمای هوا است. تشعشع حرارتی از سطوح سیاه یا تیره رنگ بیشتر از سطوح رنگ روشن است.

الف-۲-۴ آب

برف یا یخ، جز بارهای وارد بر سازه هستند و در جاهایی که حرکات جانبی رخ می دهد یا بوران برف^۱ به درون پوشش سقف که در برابر نفوذ باران مقاومت کافی دارند نفوذ کند، اهمیت خاصی دارد.

درصد رطوبت بیشترین تاثیر را هنگامی که به صورت مایع یا بخار باشد دارد. مقدار پاشش آب بر روی سطوح قائم ساختمان مربوط به تاثیرات توام باد و باران است. اغلب مواد آلی و بسیاری از مواد غیر آلی رطوبت را هنگام تغییر دما جذب می کنند. تاثیر مستقیم آب به تنهایی بر روی یک ماده یا مورد می تواند به صورت زیر باشد:

الف- تغییر حجم؛

ب- تغییر در خصوصیات مکانیکی (مثلاً مقاومت)؛

پ- افزایش نیروهای خمشی و پیچشی؛

ت- تغییر در خصوصیات الکتریکی؛

ث- تغییر در خصوصیات حرارتی؛

ج- تغییر ظاهری.

وجود رطوبت، احتمالاً واکنش های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را ممکن می سازد که می تواند منجر به زوال بعضی از خصوصیات مورد شود. مثال ها به صورت زیر هستند:

۱- خسارت ناشی از یخ زدگی؛

۲- تاثیر حمله سولفات بر تولیدات سیمان پرتلند^۲؛

۳- خوردگی آهن و فولاد و فلزات غیر فولادی؛

۴- پوسیدگی قارچی تولیدات چوبی؛

۵- تغییر در ابعاد، پیچ خوردگی و لایه لایه شدن^۳ ناشی از خیس شدن و خشک شدن.

عمده تاثیرات مخرب بخار آب هنگامی دیده می شود که حالات میعان^۴ در سطوح سرد یا در داخل حفرات مصالحی که در یک وجه سرد شده اند. میعان، رشد عوامل زیست شناختی از قبیل کپک های سطحی^۱ و

1- Blown snow
2- Portland cement
3- Delamination
4- Condensate

پوسیدگی در چوب را ارتقاء می‌دهد و سبب خوردگی می‌شود، برای مثال، سطوح داخلی پروفیل‌های فلزی واکنش‌های شیمیایی از قبیل حمله سولفات بر روی ملات را تسریع می‌کند.

برای فلزات آهنی، زمان مرطوب بودن (چه مدت زمانی سطح قبل از خشک شدن، خیس باقی می‌ماند) به طور مستقیم با میزان خوردگی رابطه دارد. به هر حال، فلزات متفاوت حساسیت‌های متفاوتی دارند و باید درجه‌بندی مناسب برای پایان استفاده آن‌ها مشخص شود (مثلا PVC یا PU یا PVdF) که ممکن است عملکرد فلز بدون روکش را تغییر دهد.

بخار آب ایجاد شده توسط ساکنین ساختمان می‌تواند میزان بسیار بالایی از رطوبت را در داخل ساختمان و بدون توجه به آب و هوای بیرون ایجاد کند.

الف-۲-۵ گازها و آلودگی

گازهای مشخصی که در هوا موجودند، معمولا در حضور رطوبت طبیعی با مصالح واکنش شیمیایی می‌دهند. اکسیژن در خوردگی فلزات و اکسیداسیون رنگ‌ها، پلاستیک‌ها، درزگیرها و تولیدات قیری^۲ نقش دارد. اکسیژن تاثیر اندکی بر مصالح ساختمانی غیرآلی^۳ غیر فلزی^۴ دارند.

در حضور رطوبت، کربن دی‌اکسید، به مصالح حساس^۵ حمله کرده و یک اسید ضعیف را تشکیل می‌دهد. دی‌اکسید کربن موجود در اتمسفر، دلیل اصلی زوال در میلگردهای بتن مسلح در تماس با هوا است. سرعت کربناسیون، بستگی به کیفیت بتن دارد. هنگامی که دی‌اکسید کربن به محل قرارگیری فولاد در بتن می‌رسد در حضور رطوبت سبب خوردگی و خرابی شدید بتن شود.

گازهایی از قبیل سولفور دی‌اکسید و نیتروژن دی‌اکسید در آب، قابل حل می‌باشند و در حضور رطوبت اسیدهایی را تشکیل می‌دهند که به مصالح حساس از قبیل فلزات بدون پوشش، بتن، سایر تولیدات قیری و برخی سنگ‌های ساختمانی حمله می‌کند. علاوه بر این تولیدات این واکنش‌ها می‌توانند با سایر مصالح واکنش دهند.

گازهای آزاد شده ناشی از فرآیندهای صنعتی، به سمت جو رفته و باعث اسیدی شدن باران می‌شوند. در برخی مکان‌ها، این باران اسیدی تاثیرات شدیدی بر سنگ‌کاری‌ها^۶ دارد.

آلودگی‌های ناشی از گرد و غبار و ریزگردها متفاوت از آلودگی‌های موضعی ناشی از فرآیندهای صنعتی هستند و اساسا منشا آن فعالیت‌های کشاورزی یا طبیعی است. آلودگی‌های ناشی از گرد و غبار اثر شیمیایی

-
- 1- Surface moulds
 - 2- Bituminous products
 - 3- Inorganic
 - 4- Non-metallic
 - 5- Susceptible materials
 - 6- Stonework

مستقیمی بر روی مصالح ندارند. به هر حال، انباشتگی این ذرات در درزها و بر روی سطوح افقی، سایر واکنش‌های شیمیایی را به کمک آب و حلال‌ها موجب می‌شود.

آلودگی‌هایی که منشا آن فرآیندهای صنعتی خاص هستند هر یک ترکیبات متفاوتی دارند. اثر هر فرآیند باید به‌طور مجزا به‌صورت یک عامل بالقوه برای ایجاد تغییرات در خصوصیات مصالح ساختمان بررسی شود.

در نواحی صنعتی ممکن است ریز قطرات^۱ اسیدی یا حلال‌های آلكالینی^۲ یا هیدروکربن‌هایی با فراریت کم یا روغن‌ها ایجاد شوند. تاثیر هر کدام از این موارد باید لحاظ شود.

الف-۲-۶ چرخه‌های انجماد/ ذوب و یخبندان

هنگامی که آب یخ می‌زند، منبسط شده و هنگامی که ذوب می‌شود تاثیرات مخرب آن نمایان می‌شود. خسارت یخبندان هنگامی رخ می‌دهد که آب کافی در حفرات موجود باشد تا هنگام انجماد سبب تخریب مصالح شود. بنابراین شرایط ضروری شامل مرطوب بودن در زمان کوتاهی قبل از انجماد است (تمایل به اشباع شدن). مرطوب شدن ممکن است ناشی از بارش باران یا آب ناشی از ذوب برف یا یخ باشد.

دمایی که در آن خسارت یخبندان رخ می‌دهد اساساً کمتر از نقطه انجماد است زیرا دمای زیر صفر درجه ممکن است سبب یخ زدن آب در فضاهای کوچک نشوند و دمای مصالح ممکن است بالاتر از دمای هوای مجاور باقی بماند. بنابراین، تعداد چرخه‌های انجماد-ذوب ممکن است با آنچه توسط اندازه‌گیری دمای هوا حاصل می‌شود، متفاوت باشد. تاثیر درجه حرارت در زمان ذوب و در دوره یخبندان، به اندازه موارد زیر برای دوام تأثیرگذار نیستند:

الف- شدت یخبندان (پایین‌ترین دمای هوا)؛

ب- سرعت انجماد (سرعت کم شدن دمای هوا، و بنابراین سرعت تغییر دما در مصالح)؛

پ- تغییر دمای هوا در طی دوره‌های یخبندان؛

ت- تعداد چرخه‌های یخبندان (به عبارت دیگر، تعداد روزهای ذوب شدن پس از یخبندان در شب).

یخبندان می‌تواند سبب لایه لایه شدن و جداشدگی لایه‌ها و بلند شدگی پی‌های سبک یا رویه‌ها، در اثر انبساط یخ در فضای حفرات شود.

الف-۲-۷ باد

موارد اصلی مربوط به باد و دوام به صورت زیر هستند:

الف- تاثیر باران و ذرات جامد؛

ب- تاثیر فشارهای تفاضلی^۱ که ممکن است بصورت موضعی روی سازه ایجاد شود.

1- Micro-droplets
2- Alkaline solutions

مورد اول در ایجاد فرسایش مشارکت دارد و شامل نفوذ باران به داخل سازه‌های قائم می‌شود. مورد دوم تمایل به تاثیر بر روی قسمتهایی از قبیل پوشش‌های سقف، پنل‌های روکش فلزی و لعاب‌ها دارد که سبب خمیدگی یا لقی اتصالات^۲ شده و نیز می‌تواند بر درزها^۳ و درزگیرها^۴ تاثیر بگذارند.

الف-۲-۸ عامل‌های زیست‌شناختی^۵

فعالیت‌های باکتریایی هنگامی که مواد مغذی^۶ مناسب موجود باشد می‌توانند سبب از بین رفتن فلزات شوند و ساختار بتن مورد هجوم اسید سولفوریک ایجاد شده توسط باکتری‌ها واقع شود. باکتری‌های هوازی^۷ و غیر هوازی^۸ به فلزات هجوم می‌آورند.

حشرات می‌توانند به دسته‌ای از مصالح ساختمانی حمله کنند، برای مثال سوراخ‌های ایجاد شده توسط سوسک در الوار و تولیدات چوبی و زنبورها در ملات‌های نرم، آجرها و سنگ‌های نرم. هنگام بررسی حساسیت الوار در برابر حشرات و قارچ‌ها، درصد رطوبت چوب، عامل بسیار مهمی است. درصد رطوبت ۲۰٪ یا کمتر از آن، معمولاً الوار را در معرض قارچ قرار نمی‌دهد. بارش باران، رطوبت و درجه حرارت نیز بر نوع حشراتی که در مناطق مختلف به الوار حمله می‌کنند تاثیر دارد. درصد رطوبت الوار، تحت تاثیر بارش باران، تغییرات رطوبت هوا (مثل استخرهای شنا یا سایر نواحی که تبخیر زیاد آن‌ها، منجر به درصد رطوبت بالای ۲۰٪ می‌شوند)، اختلاف بین رطوبت داخل و خارج، یکپارچگی موانع بخار^۹، مناسب بودن تهویه، قرار دارد.

با کاهش دما هجوم کاهش و با افزایش دما هجوم افزایش می‌یابد. به هر حال گاهی اوقات گرما، باعث از بین رفتن حشرات می‌شود. هجوم حشرات در رطوبت ۱۲٪ و بالاتر از آن محتمل است و اغلب در الوارهای سقف، الوارهای واقع در سطح زمین و گاهی اوقات در الوارهای طبقات میانی رخ می‌دهند.

جونندگان می‌توانند از طریق جویدن مواد آلی و روکش کابل‌های برق، سبب خسارت شوند. پرندگان می‌توانند سقف‌های شکننده را با نوک زدن خراب کنند و نشستن پرندگان بر روی سقف و ریزش فضولاتشان می‌تواند موجب خرابی سقف شود و نیز ناودان‌ها را مسدود کند. فضولات حیوانات منبع مغذی برای گیاهان، حشرات و باکتری هاست که ممکن است سبب خسارت شوند.

-
- 1- Differential pressures
 - 2- Fixing
 - 3- Joint
 - 4- Seal
 - 5- Biological agents
 - 6- Nutrients
 - 7- Aerobic bacteria
 - 8- Anaerobic bacteria
 - 9- Integrity of vapour barriers

اندامگانی از قبیل قارچها، جلبکها^۱، گل‌سنگ^۲ و خزّه^۳ می‌توانند بر روی بسیاری از مصالح ساختمانی رشد کنند. این ارگانیسم‌ها ضرورتاً به مصالح آسیب نمی‌رسانند اما به طور خاص در دراز مدت برخی از باکتری‌ها می‌توانند با آزادسازی تولیدات متابولیک اسیدی^۴، سبب خرابی شوند، سایر آن‌ها به سطوح زیر لایه‌ها هجوم می‌آورند و این منجر به زوال آن‌ها می‌شود.

ریشه گیاهان و درختان می‌توانند به پی‌ها و زهکشی زیر سطحی و سامانه دفع آب باران خسارت وارد کنند. گیاهان در حال رشد می‌توانند به دیوارهای بنایی^۵ نیز از طریق رشد ریشه در ترک‌ها و درزها خسارت وارد نمایند.

-
- 1- Algae
 - 2- Ichen
 - 3- Mosses
 - 4- Acid metabolic
 - 5- Masonry walls

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

راهنما در مورد مصالح و دوام

اطلاعات و راهنمایی‌های بیشتر در مورد گروه مصالح را می‌توان از انجمن‌های حرفه‌ای مختلف به دست آورد. فهرستی از نشریات ویژه و مرتبط در مورد مصالح خاص در پیوست ث ارائه شده است. دوام، تحت تاثیر محیطی است که مصالح در آن قرار دارند. به هر حال این مسئله مهم است که دوام تنها وجه لازم برای عملکرد نیست و این که با دوام ترین مصالح ممکن است برای هر کاربردی مناسب نباشند.

ب-۱ فلزات

ب-۱-۱ کلیات

فلزات، به خاطر کیفیت سازه‌ای (مقاومت کششی و سختی)، ظاهر (که می‌تواند با روکش تغییر کند)، جوش‌پذیری یا قابلیت اتصال، شکل‌پذیری^۱ (ورق، لوله، میله و غیره) و دوام، انتخاب می‌شوند.

راهنماهای خوبی برای فلزات توسط تولیدکنندگان حرفه‌ای موجود است. راهنماها در مورد فلزات خاص در بخش ب-۱-۲-۱ و ب-۱-۲-۱-۶ ارائه شده است.

شکلی از خوردگی که اغلب اوقات سبب خرابی‌های غیر منتظره و دوام ناکافی می‌شود، خوردگی دو فلزی^۲ یا گالوانیک^۳ است. این موضوع می‌تواند هنگامی رخ دهد که دو فلز غیر مشابه^۴ در حضور الکترولیکی هم‌چون آب باران یا آب میعان در تماس با یکدیگر باشند. راهنمایی مرتبط در استاندارد PD 6484 وجود دارد.

یادآوری - به‌طور کلی، کنترل این نوع از خوردگی با جدا کردن فلزات غیر مشابه (مثلا استفاده از واشر)، جلوگیری از حضور الکترولیت یا با انتخاب فلزات مناسب، امکان‌پذیر است.

ب-۱-۲ آهن و آلیاژهای آن

ب-۱-۲-۱ فولاد

آهن نرم معمولی هنگامی که در معرض هوا یا رطوبت قرار گیرد، زنگ می‌زند. به هر حال، فولاد به ندرت در معرض هوا قرار داده می‌شود. به‌طور عادی، فولاد توسط پوشش (از قبیل رنگ، قیر یا روی) یا قرار دادن آن در سایر مصالح (معمولا بتن) محافظت می‌شود.

1- Malleability
2- Bi-metallic
3- Galvanic
4- Dissimilar metals

فولاد بدون پوشش محافظ در شمع‌های فولادی کوبشی^۱، در محیط محافظت شده داخل ساختمان و در بخش‌هایی از پل‌ها به کار می‌رود. در این موارد، خوردگی مجاز بر اساس استانداردهای ملی شماره ۲-۶۵۹۴ و ۱۶۸۴۲ و استاندارد BS EN 1993-5 بیان می‌شود.

یادآوری - به زیربند ب-۱-۲-۲ برای فولاد زنگ نزن مراجعه شود.

دوام فولاد نرم با پوشش روی وابسته به ضخامت روی است (به زیربند ب-۱-۲-۴ مراجعه شود).

میلگردهای مسلح کننده، در محیط قلیایی ایجاد شده توسط بتن محافظت می‌شوند. نفوذپذیری بتن و میزان پوشش بتن روی میلگرد موضوعات اساسی هستند. خوردگی میلگردها یا فولاد پیش‌تنیده ممکن است در حضور کلرید کلسیم رخ دهد. هجوم ذرات نمک از سوی دریا یا نمک موجود در ضد یخ‌ها^۲ می‌توانند کلریدهایی را وارد نمایند که منجر به زنگ‌زدگی^۳ یا پوسته پوسته شدن^۴ میلگرد می‌شوند.

ب-۱-۲-۲ فولاد زنگ نزن

دوام فولاد زنگ نزن وابسته به کیفیت آن، محیط و روکش سطح می‌باشد. یون‌های کلرید بحرانی‌ترین عامل محیطی خوردگی هستند و معمولاً در محیط‌های دریایی و استخرهایی که از کلر استفاده می‌کنند یافت می‌شوند. شرایط اسیدی (ناشی از آلودگی یا فرآیندهای صنعتی) نیز یک عامل خوردگی هستند.

از آنجایی که فولاد زنگ نزن به‌طور کلی مقاومت خوردگی بسیار بالایی دارد، شماری از انواع خوردگی‌هایی که باید در نظر گرفته شوند در زیر آورده شده‌اند:

- خوردگی سوراخ کننده^۵؛
- خوردگی شکاف ساز^۶؛
- خوردگی دو فلزی (گالوانیک)؛
- خوردگی تنشی^۷؛
- خوردگی کلی (یکنواخت)؛
- حمله بین دانه‌ای و پوسیدگی جوش.

یادآوری ۱- شاخص‌های طبقه‌بندی شده قابل دانلود مصالح مرجع، برای معماران و مهندسان سازه، در کتابخانه فنی BSSA موجود می‌باشد که شامل راهنمای کاربردهای ویژه از قبیل روکش فلزی نمای بیرونی یا کاربرد آن در استخرهای شنا، می‌باشد.

-
- 1- Driven steel piles
 - 2- De-icing
 - 3- Rusting
 - 4- Spalling
 - 5- Pitting corrosion
 - 6- Crevice corrosion
 - 7- Stress corrosion cracking

آخرین به‌روز رسانی آن مربوط به سال ۲۰۰۸ می‌باشد که از طریق نشانی <http://www.bssa.org.uk/sectors.php?id=1> قابل دسترسی است. هم‌چنین جدولی وجود دارد که کاربرد استانداردهای CEN را بر سایر درجه‌ها و کاربردهای مختلف آن، پوشش می‌دهد که از طریق نشانی http://www.bssa.org.uk/topics.php?sub_category=23 قابل دسترسی می‌باشد. راهنمای بین‌المللی در رابطه با منابع اطلاعاتی قابل جستجو در نشانی <http://www.stainlessconstruction.com> وجود دارد.

یادآوری ۲- به استانداردهای سری BS EN 1993 به منظور راهنمایی در مورد نوع و کیفیت فولاد زنگ نزن در کاربردهای سازه‌ای مراجعه شود.

ب-۱-۲-۳ مس و آلیاژهای آن (شامل برنز و برنج)

کاربرد اصلی مس در سقف‌ها، روکش‌سازی فلزی و لوله کشی است. به‌طور کلی مس در ترکیب با دیگر فلزات به‌صورت آند محافظت شده به‌کار می‌رود.

یادآوری ۱- راهنمایی توسط انجمن توسعه مس در نشانی <http://www.copperalliance.org.uk> فراهم شده است.

یادآوری ۲- اطلاعات چرخه عمر در برخی سایت‌ها مربوط به ارزیابی چرخه عمر محیطی است نه ارزیابی عمر بهره‌برداری.

لوله مسی، مطابق استاندارد BS EN 1057 تولید می‌شود و به‌صورت سخت، نیمه سخت، نرم یا تاب‌دیده، عرضه می‌شوند. این لوله‌ها هم‌چنین با روکش پلاستیکی یا کروم تولید شده و اتصالات، مطابق با استانداردهای سری BS EN 1254 تولید می‌شوند.

مس می‌تواند توسط گازهای ناشی از آب گرم که شامل دی اکسید سولفور است، مورد حمله قرار گیرد. مس توسط آمونیاک و بعضی از اسیدهای فلزی خورده می‌شود اما این مواد به ندرت در آبی که در ساختمان استفاده می‌شود وجود دارند. آب با درصد دی اکسید کربن بالا می‌تواند موجب خوردگی مس شود، اما این تاثیر به آهستگی رخ می‌دهد.

برخی از لوله کشی‌های مسی دچار خوردگی‌های سوراخ کننده می‌شوند. کربن حاصل از روان کننده ها^۱ یک لایه نازک تقریباً پیوسته را ایجاد می‌کند که برای مس کاتد محسوب می‌شود. خوردگی سوراخ کننده در انفصال^۲ این لایه نازک رخ می‌دهد. تمیز کردن لوله‌ها مطابق استانداردهای BS 2871-2، BS 2871-3 و BS EN 1057-1 این مشکل را حل می‌کند.

آلیاژهای مس-روی به‌کار رفته در اتصالات برنجی آب (آلیاژهای آلفا-بتا) در حضور آب اسیدی یا آب قلیایی که حاوی درصد کلرید بالا است روی را از دست می‌دهند و در نهایت یک مس اسفنجی^۳ باقی می‌ماند.

1- Lubricant
2- break
3- Spongy copper

ب-۱-۲-۴ روی (شامل پوشش گالوانیزه)

روی هم در شکل ورقه‌ای (مثلا در پشت بام، روکش فلزی یا درزپوش) و هم به صورت روکش گالوانیزه به کار می‌رود.

آلوده شدن روی در محیط خشک، بسیار آهسته است. اما در حضور رطوبت تسریع می‌شود (تقریبا ۴ برابر سریع‌تر)، و در محیط آلوده و مرطوب به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (تقریبا ۱۰ برابر سریع‌تر).

اندود و روکش، روش‌هایی هستند که در کاربرد روی برای محافظت از فلزات به کار می‌روند اما اندود کردن، به طور کلی موثرتر است، زیرا از طرفی لایه ضخیم‌تری از روی، روی فلز می‌نشیند، از طرف دیگر، تمامی لبه‌های بریده شده و نهان فلز در این فرآیند پوشیده می‌شوند.

آب سبک می‌تواند منجر به خوردگی مخازن مسی و تانکرهای گالوانیزه شود. خوردگی سوراخ کننده در جایی که مس یا تفاله‌های برنج در داخل مخازن مسی گالوانیزه شده بدون محافظ باقی می‌مانند، می‌تواند رخ دهد (برای خوردگی دو فلزی، به زیربند ب-۱-۱ مراجعه شود).

هنگامی که روی به عنوان پوشش محافظ بر روی فولاد نرم به کار می‌رود (به زیربند ب-۱-۲-۲ مراجعه شود)، خسارت یا حذف جزئی و یا زوال پوشش روی، خوردگی فولاد مبنا را تسریع می‌کند.

ب-۱-۲-۵ سرب

سرب نرم است و می‌تواند به اشکال مختلفی درآید. این فلز به لحاظ تاریخی کاربرد وسیعی هم به عنوان مصالحی برای پشت بام و هم به عنوان درز پوش و کلاهک گذاری، دارد.

ورقه های سربی نورد شده^۱، باید بر روی یک سطح صاف که به اندازه‌ی کافی در برابر وزن ورقه‌های سربی و سایر بارهای اعمالی مقاومت دارد و اجازه انتقال حرارت را می‌دهد، به کار رود. اتصالات باید وزن سرب را نیز تحمل کنند، در مقابل خوردگی مقاوم باشند، امکان انتقال حرارت را داشته باشد و در مقابل بلندشدگی ناشی از باد، مقاوم باشند.

تماس بین ورق سربی و ملات تازه، می‌تواند سبب خوردگی و زنگ زدگی شود که می‌توان با به کارگیری قیر بر روی هر دو سطح ورق سربی از آن محافظت نمود. از رواناب اسیدی^۲ ناشی از گل‌سنگ یا رشد خزه باید اجتناب شود. تهویه مناسب می‌تواند به جلوگیری از میعان^۳ کمک کند.

هنگامی که آب باران یا شبنم به پایین می‌ریزد، یک پوشش گل‌سنگ یا خزه، پشت بام را می‌پوشاند که اثر آن می‌تواند سبب خرابی شود. می‌توان با نصب روکش از این امر اجتناب نمود.

1- Rolled lead sheet
2 - Run-off
3- Condensation

یادآوری - نمونه‌هایی از خرابی پشت بام‌ها علی‌رغم عملکرد موفقیت‌آمیز لایه بیرونی وجود دارد (این پشت بام‌ها در معرض آب باران که حاوی دی‌اکسید کربن حل شده است و منجر به تشکیل کربنات سرب می‌شود هستند). در اثر میعان در قسمت‌های زیرین، شرایط خوردگی ایجاد می‌شود. این موضوع می‌تواند عمر بهره‌برداری ورق سربی را کاهش دهد.

ب-۱-۲-۶ آلومینیوم

کاربردهای اصلی آلومینیوم نرم، شامل استفاده در قاب پنجره‌ها، کارهای مربوط به پرده‌ها و سایر سازه‌های صیقلی^۱ و نیز برای سایه‌بان‌ها، درها، روکش‌های فلزی بیرونی و بام، سقف‌های کاذب^۲، پنل‌های دیواری، پارتیشن‌ها، وسایل گرمادهی و تهویه، منعکس‌کننده‌های نور آفتاب و سازه‌های پیش‌ساخته است.

آلومینیوم در معرض محیط طبیعی، رطوبت را جذب نمی‌کند، پوسیده نمی‌شود، ترک نمی‌خورد و جمع نمی‌شود، یا تحت تاثیر نور آفتاب یا درجه حرارت‌های پایین قرار نمی‌گیرد. دوام آلومینیوم ناشی از لایه‌ی اکسید روی آن است که با قرار گیری فلز تازه در معرض هوا، بلافاصله تشکیل می‌شود. این لایه سخت واکنش‌ناپذیر، یک بخش یک پارچه و جدا نشدنی از فلز است که در صورت خراش دادن یا بریده شدن فلز، خود به خود تشکیل می‌شود و مانعی برای حمله هوا می‌باشد. آلومینیوم در مقابل حمله شیمیایی ناشی از محلول‌های CO₂، SO₂ و HCl مقاومت خوبی دارد. هم‌چنین با بنزین، نفت و گریس‌های مدرن واکنش نمی‌دهد.

سطح تولیدات ساخته شده از آلومینیوم، معمولاً به چند طریق، به‌طور نوعی با آندسازی یا پوشش پودری روکش‌دار می‌شوند اما این کار همیشه ضرورت ندارد.

تولیدات پرداخت شده کارخانه‌ای می‌توانند به‌مرور زمان و بسته به میزان آلودگی هوا، تیره شوند. اگر یک لکه ضعیف در لایه اکسید ایجاد شود، خوردگی و سوراخ شدن می‌تواند رخ دهد. داشتن یک پوشش آلی یا لایه نازک آندی به محافظت بیشتر از فلز، به‌خصوص در محیط‌های با خوردگی بالا کمک می‌کند.

خوردگی دو فلزی یا گالوانیک، می‌تواند در جایی که دو فلز غیر مشابه در تماس با یکدیگر بوده و در حضور الکترولیت هستند رخ دهد. آلومینیوم یکی از فلزهای آندی در سری‌های الکتروشیمیایی است و هنگامی که در تماس با یک فلز با خاصیت کاتدی بیشتر قرار می‌گیرد دچار خوردگی می‌شود. برای مثال، از تماس بین مس یا آلیاژهای مس و تولیدات آلومینیوم باید اجتناب شود (از حرکت رواناب باران از مس یا آلیاژهای مس به سمت آلومینیوم اجتناب شود). اقداماتی باید اتخاذ شود تا تاثیرات خوردگی گالوانیک کاهش یابد که شامل عایق‌سازی الکتریکی فلزات غیرمشابه از یکدیگر با استفاده از واشرهای مناسب و اطمینان از این‌که رطوبت میان فلزات غیر مشابه انباشته نشود.

1- Glazed structures
2- Suspended ceilings

خوردگی شکاف‌گونه آلومینیوم در جاهایی رخ می‌دهد که تخلیه موضعی اکسیژن حل شده وجود داشته باشد (برای مثال، تحت رسوبات آلوده^۱)، زیرا می‌تواند از تشکیل لایه طبیعی محافظ اکسیدی جلوگیری نماید. حذف منظم آلودگی و رفع موانعی که آب را به دام می‌اندازند، می‌تواند از خوردگی شکاف‌گونه جلوگیری نماید.

خوردگی رشته‌ای، اشاره به رشد رشته‌ها یا تارهایی از خوردگی هستند که می‌تواند در زیر پوشش رخ دهد و معمولاً در ترکیباتی رخ می‌دهند که پوشش کافی ندارند، از قبیل خراش‌ها، لبه‌های برش خورده یا سطوحی که در آن‌ها ضخامت پوشش نازک‌تر است، این خوردگی معمولاً در هوای بسیار مرطوب و احتمالاً در مناطق ساحلی بیشتر رخ می‌دهند. خوردگی رشته‌ای را می‌تواند با استفاده از سطوح با استاندارد بالا و پوشش گذاری‌ها و زهکشی آب کنترل شود.

ملات و بتن بسیار قلیایی هستند و آلومینیوم با بتن مرطوب واکنش می‌دهد. در قسمت‌هایی که آلومینیوم در معرض پاشش آب یا قطرات ملات قرار دارد، باید محافظت شود و این محافظت می‌تواند با استفاده از پوشش‌های پلاستیکی نواری یا روغن ایجاد شود. برخی الوارها، به خصوص چوب سرو قرمز^۲، بلوط، شاه بلوط شیرین^۳ و صنوبر داگلاس^۴، شامل اسیدهای آلی هستند که می‌تواند به فلزات حاوی آلومینیوم حمله کنند. برخی الوارهای محافظ نیز، شامل مواد شیمیایی هستند که می‌تواند به آلومینیوم حمله کنند. آلومینیوم با قیری محافظت می‌شود (در جاهایی که در معرض آب‌های جاری شده از سوی چوب بلوط و سرو هستند).

ب-۲ چوب

ب-۲-۱ دوام چوب و مصالح چوبی

الوار می‌تواند در معرض خطرات مختلف قرار گیرد (همان‌طور که در جدول ب-۱ نشان داده شده است):

- عامل‌های غیر بیولوژیکی - از قبیل هوازگی کلی، آتش، خسارت مکانیکی یا ترکیبات شیمیایی؛
- عامل‌های بیولوژیکی - از قبیل خسارت حشرات، خسارت باکتریایی و حمله حشرات.

برای اجتناب از تخریب ناشی از عوامل فوق می‌توان عملکرد مصالح چوبی را افزایش داده و بهبود بخشید. استراتژی‌های کاهش مطابق آن چه که در جدول ب-۱ نشان داده شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرند. ملاحظات احتیاط آمیز باید در مورد این گونه‌ها اعمال شود، با اعمال روش‌های غلط عمل آوری، ممکن است فرآیندهای پرمزینه تعمیر ایجاد شوند.

1- Deposits of dirt
2- Western red cedar
3- Sweet chestnut
4- Douglas fir

برای کاهش یا محدود کردن مخاطره، می‌توان از طریق اشباع‌سازی چوب یا مصالح چوبی با مواد محافظ یا محافظ حریق از آن محافظت نمود. علاوه بر این، پوشش‌ها ممکن است برای کاهش تاثیر هوازدهی و محافظت در برابر گسترش آتش به کار روند.

برخی از مصالح چوبی به منظور محافظت در برابر حمله حشرات و آتش تولید می‌شوند. طراحان باید همیشه تاثیر هوازدهی و مرطوب ماندن در هنگام بهره‌برداری را در نظر بگیرند. همچنین برای تولیداتی که با محافظ حریق، عمل‌آوری شده‌اند تا از افت مقاومت مکانیکی آن‌ها در برابر گرما جلوگیری شود، باید موارد یاد شده در نظر گرفته شوند.

ب-۲-۲ چوب عمل‌آوری نشده

چوب می‌تواند بدون نیاز به عمل‌آوری‌های حفاظتی مورد استفاده قرار گیرد، به شرط آن که نوع آن با دقت برای دوام کافی تا پایان بهره‌برداری انتخاب شود.

جدول ب-۱- خطرات مربوط به دوام چوب عمل آوری نشده (قسمت ۱)

خطرات دوام	اقدامات کاهش دهنده
رطوبت (دوام بیولوژیکی [حمله حشرات/قارچ]، مقاومت، انتقال، مقاومت رزین‌ها در پنل چونی و چسب)	طراحی کامل عمل آوری با مواد محافظت کننده انتخاب گونه‌ها (شامل چوب عمل آوری شده) پوشش (مانند رنگ آمیزی) و نگهداری انتخاب پنل‌های چوبی طراحی سازه‌ای انتخاب چسب
هوازدگی (فرابنفش، یخ‌زدان، باران و برف)	طراحی کامل عمل آوری با مواد محافظت کننده انتخاب گونه‌ها (شامل چوب عمل آوری شده) پوشش (مانند رنگ آمیزی) و نگهداری انتخاب پنل‌های چوبی
آتش	طراحی کامل عمل آوری با مواد محافظت کننده انتخاب گونه‌ها (شامل چوب عمل آوری شده) انتخاب پنل‌های چوبی (مقاوم در برابر آتش) طراحی سازه‌ای
خسارت مکانیکی	طراحی کامل انتخاب گونه‌ها (شامل چوب عمل آوری شده) پوشش (ملامین) و نگهداری انتخاب پنل‌های چوبی
خزش	طراحی سازه‌ای
اندرکنش با سایر مصالح (مانند اتصالات)	طراحی کامل انتخاب گونه‌ها انتخاب پنل‌های چوبی انتخاب اتصالات
مقاومت شیمیایی	طراحی کامل انتخاب گونه‌ها انتخاب پنل‌های چوبی

ب-۲-۲-۱ انتخاب چوب عمل آوری نشده^۱

چوب‌های سخت، از گونه‌های مختلف، سطوح مختلفی از دوام دارند. طراحان/ مهندسين باید گونه‌های مناسب چوب را با ارائه ملاحظات عملکردی، ترکیب، انتخاب و تعیین کنند. نرم چوب^۲ تمامی گونه‌ها بی دوام

1- Untreated timber
2- Sapwood

است. اگر نرم‌چوب در چوب مورد نظر وجود داشته باشد یک خطر بیولوژیکی دوام محسوب می‌شود. می‌توان با یک ماده محافظ چوب را مقاوم کرد تا دوام نرم‌چوب به یک سطح مورد نیاز برسد.

یادآوری - طبقه‌بندی‌های کنونی برای اغلب گونه‌های چوبی، در استاندارد BS EN 350-2 ارائه شده است. سایر استانداردهای به کار رفته برای انتخاب چوب‌های مناسب، در استانداردهای سری BS EN 1995-1 ارائه شده‌اند. استاندارد BS EN 350-2: 1994، جدول ۲، گونه‌های چوبی نقاط مختلف جهان و کلاس دوام آن‌ها را با توجه به جلبک‌ها و ارگانسیم‌های تاثیر گذار، فهرست کرده است. راهنمایی در خصوص انتخاب کلاس مناسب برای دوام تا پایان بهره برداری، در استاندارد BS 8417 ارائه شده است.

مصالح و ترکیبات چوبی با دوام و طراحی شده بر اساس ملاحظات مناسب، در برابر عواملی از قبیل تاثیر خرد اقلیم، نیاز به تعویض را کاهش می‌دهند. هنگام انتخاب چوب‌های عمل‌آوری نشده برای یک کاربرد خاص، ملاحظاتی در مورد اندرکنش چوب و سایر اجزای سازه‌ای در تماس با آن باید در نظر گرفته شود. برخی از گونه‌های چوبی، اسیدی هستند و اگر با تولیدات ثانویه و کمکی مناسب، از قبیل اتصالات آهنی، مورد استفاده قرار نگیرند، خوردگی یا زنگ زدگی مصالح به خصوص زمانی که در بیرون ساختمان به کار می‌روند ممکن است رخ دهد.

به‌طور نوعی، محصولات نهایی از قبیل روکش‌های فلزی و پوشش‌ها^۱، که می‌توانند بدون عمل‌آوری به کار روند، باید با استفاده از فولاد زنگ نزن یا اتصالات فولاد استنیتی^۲ نصب شوند تا از خوردگی اتصالات که منجر به لکه‌دار شدن^۳ چوب می‌شود، جلوگیری کند.

اخیراً، با توجه به الزامات دوام و علاقه‌مندی به استفاده از چوب‌های موجود، طراحان و متخصصین ممکن است خواهان انتخاب چوب‌های محلی باشند. بسیار مهم است که از انتخاب درست برای کاربردهای مورد نظر مطابق با استاندارد BS EN 350-2 اطمینان حاصل شود.

ب-۲-۳ چوب عمل‌آوری شده

ب-۲-۳-۱ کلیات

هنگام ارزیابی و برنامه‌ریزی دوام المان‌های چوبی عمل‌آوری شده، محیط و سطح نگهداری مورد نیاز باید مورد توجه قرار گیرد.

یادآوری ۱ - برخی از المان‌های چوبی در کاربردهایی با نگهداری منظم به کار می‌روند، از قبیل روکش‌های داخلی و خارجی و کاربردهایی همراه با المان‌های نمایان از قبیل قاب‌های چوبی، پوشش‌ها. سایر چوب‌ها در کاربردهایی که دارای دسترسی سخت یا فاقد دسترسی هستند به کار می‌روند. در مورد اخیر، انتظار می‌رود این المان‌ها دوامی برابر با ساختمانی که در آن به کار می‌روند داشته باشند.

1- Decking
2- Austenitic steel
3- Staining

در جاهایی که چوب اساسا دوامی متناسب با محیط پیشنهادی نداشته باشد، یک روش عمل‌آوری مناسب به کار می‌رود.

شرایط بهره‌برداری برای چوب‌ها در استاندارد BS EN 335 در پنج کلاس تعریف می‌شود. این کلاس‌ها باید در هر حالتی، به همراه عمل‌آوری‌های محافظتی پیشنهاد شده در استاندارد BS 8417، به کار روند. هنگامی که تصمیماتی در مورد تقویت دوام اتخاذ شود ملاحظات باید در مورد استفاده از چوب اصلاح شده در نظر گرفته شود.

یادآوری ۲- کلاس‌های بهره‌برداری در استاندارد BS EN 335 با کلاس‌های بهره‌برداری استاندارد BS EN 1995-1 متفاوت هستند. اختلاف بین این دو طبقه‌بندی در استاندارد BS EN 335، پیوست الف توضیح داده شده است.

هنگام تصمیم‌گیری در مورد عمل‌آوری چوب، ترکیبات باید به یکی از کلاس‌های تعریف شده در استاندارد BS EN 335 اختصاص داده شوند. استاندارد BS 8417 دستورالعمل‌هایی را در مورد عمل‌آوری مناسب چوب‌های مختلف، کلاس‌های بهره‌برداری و عمرهای بهره‌برداری مورد نظر (۱۵، ۳۰ و ۶۰ سال)، ارائه می‌کند.

بهترین روش کار این است که چوب در ابعاد نهایی عمل‌آوری شود. کار مجدد باید به بریدن مقطع، سوراخ‌کاری، مته‌کاری یا شکاف دادن محدود شود و سطوح نمایان باید دو روکش با محافظت مناسب، مطابق روشی که توسط تولیدکنندگان چوب ارائه می‌شود داشته باشند.

برای این که چوب عمل‌آوری شده مطابق کلاس چهار بهره‌برداری در استاندارد BS EN 335 استفاده شود، یک انتهای بریده نشده باید همیشه در داخل خاک قرار گیرد.

اگر ترکیب نرم‌چوب و سخت چوب در هنگام عمل‌آوری چوب اجتناب ناپذیر باشد، فرآیند عمل‌آوری باید رژیم‌های مختلف را در نظر گیرد.

ب-۲-۳-۲ انواع عمل‌آوری‌های حفاظتی

دستورالعمل حفاظت چوب (حفاظت چوب صنعتی - ویژگی‌ها و آیین کار) انواع روش‌های محافظتی موجود برای عمل‌آوری چوب و دوام آن‌ها برای کلاس‌های بهره‌برداری را نشان می‌دهد.

ب-۲-۳-۳ کاربرد عمل‌آوری

دو روش برای فرآیند عمل‌آوری چوب وجود دارد:

۱- فرآیندهای نفوذ^۱ به همراه ویژگی‌هایی که برای غلبه بر مقاومت طبیعی چوب در مقابل نفوذ ماده محافظ طراحی شده‌اند که شامل فشار - خلا و فرآیندهای خلاء دوباره است؛

۲- فرآیندهای سطحی که شامل فرآیندهایی از قبیل اسپری نفوذی^۱ و برس زدن^۲ هستند.

عمل آوری از طریق نفوذ و نگهداری مواد محافظ در داخل الوار ایجاد می‌شود.

استاندارد BS 8417 توصیه‌هایی در مورد شرایط مورد نیاز الوار (مثلا، درصد رطوبت) پیش از عمل آوری، ارائه می‌کند. این استاندارد الزامات نفوذ و نگهداری چوب‌ها را برای ترکیب‌های مختلفی از کلاس بهره‌برداری و عمر بهره‌برداری نشان می‌دهد. استاندارد BS EN 351-1 جزئیاتی در مورد طبقه‌بندی میزان نفوذ در اختیار می‌گذارد.

پس از عمل آوری، چوب باید با درصد رطوبت مورد انتظار منطبق باشد.

ب-۳ بتن

ب-۳-۱ کلیات

دستیابی به بتن با دوام در یک سازه بتنی باید در مرحله طراحی اولیه^۳ آغاز شود و به موارد زیر بستگی دارد:

الف- انتخاب مناسب کلاس شرایط محیطی که چوب در آن قرار می‌گیرد؛

ب- پوشش مناسب میلگردها؛

پ- طراحی سازه‌ای مناسب و جزئیات؛

ت- مشخصات مناسب برای اجزای بتنی / پیش ساخته و اجرای بتن‌ریزی؛

ث- تهیه اجزای بتنی تازه / پیش ساخته مطابق استانداردها؛

ج- مهارت کارگاهی مناسب، به خصوص برای دستیابی به ضخامت مناسب پوشش بتنی میلگردها؛

چ- برنامه‌ریزی برای نگهداری.

ارزیابی شرایط محیطی که بتن در آن قرار می‌گیرد، طراحی، جزئیات، استانداردها و اجرا برای دستیابی به دوام نمی‌تواند با اطمینان تایید شود. شکست در دستیابی به این انتظارات در هر کدام از این مراحل می‌تواند منجر به دوام کمتری نسبت به دوام مورد انتظار شود.

ب-۳-۲ مشخصات بتن با دوام

دستورالعمل کامل در مورد چگونگی استخراج مشخصات بتن با دوام «طراحی برای دوام»، به منظور مقاومت در برابر کلاس‌های نمایان / شناسایی شده در استاندارد BS 8500-1 ارائه شده‌اند.

1- Dipping spray
2- Brushing.
3- Conceptual design stage

استاندارد BS 8500-1:2006+A1:2012، پیوست الف، نحوه تعیین پوشش بتنی میلگردها را برای سازه‌های ساخته شده در اختیار می‌گذارد. این دیدگاه تامین دوام برای اغلب سازه‌ها کافی است اما به شرط آن که حداقل پوشش به دست آمده برای المان / سازه و بتن به‌طور مناسب تعیین، تامین، متراکم و عمل‌آوری شده باشد. برای بیشتر محیط‌های با خوردگی بالا^۱، به‌خصوص برای جاهایی که عمر طولانی برای آن در نظر گرفته شده است، ملاحظاتی در مورد روش‌های تکمیلی محافظت، از قبیل میلگردهای ضد خوردگی، محافظت از سطح و طرح اختلاط‌های خاص، صورت پذیرد. دستورالعمل اقدامات حفاظتی تکمیلی برای محیط‌های شیمیایی مهاجم در استاندارد BRE خلاصه^۱ ارائه شده است.

کیفیت مورد نیاز بتن برای ایجاد دوام کافی، بستگی به موارد زیر دارد:

عمر بهره‌برداری منظور شده (استاندارد BS EN 1990):

الف- اثرات محیطی (استاندارد BS 8500-1: 2006+A1:2012)؛

ب- اقدامات حفاظتی تکمیلی (APMs^۲)، اگر باشد؛

پ- حداقل پوشش برای میلگردها (استاندارد BS 8500:2006+A1:2012)؛

ت- الزامات سازه‌ای (استاندارد BS EN 1992-1-1).

حداقل پوشش انتخابی برای میلگردها باید در بر گیرنده موارد زیر باشد:

۱- انتقال ایمن نیروهای پیوستگی بین بتن و فولاد؛

۲- حفاظت در برابر حریق (استاندارد BS EN 1992-1-2)؛

۳- الزامات دوام؛

۴- هرگونه المان ایمن به عنوان مثال برای فولاد پیش تنیده؛

۵- هرگونه کاهش در پوشش به خاطر استفاده از فولاد زنگ نزن؛

۶- هرگونه کاهش در پوشش به خاطر استفاده از اقدامات حفاظتی تکمیلی.

پیوست الف از استاندارد BS 8500-1 توصیه‌های کامل دوام را در قالب الزامات محدودکننده پارامترهای مناسب (به‌عنوان مثال، مقاومت فشاری، ترکیب بتن، خصوصیات) ارائه می‌کند تا بتن‌های با دوام و مقاوم در برابر موارد زیر، برای عمرهای بهره‌برداری ۵۰ و ۱۰۰ سال، هر کدام که مناسب است، به دست آیند:

الف- خوردگی ناشی از کربناسیون و کلرید در میلگرد (نمک‌های موجود در ضد یخ و آب دریا)؛

ب- مشکل ذوب / انجماد:

- حمله شیمیایی (شامل سولفات‌ها) توسط خاک خورنده؛

- واکنش داخلی قلیا-سیلیکا^۱.

1- Extreme environments

2 - Additional protective measures

مصالح بتنی در تولیدات بتنی پیش ساخته - و ساختمان‌های با مصالح بنایی - نیز بر این معیارهای تاکید دارند اما، علاوه بر این، استانداردهای خاص برای تولیدات بتنی پیش ساخته شامل الزامات عملکرد برای تولیدات کارخانه نیز باید رعایت شوند.

استاندارد BS 8500-1 برای استفاده به همراه استاندارد BS 8500-2 طراحی شده است که جزئیات مربوط به مشخصات مصالح تشکیل دهنده و بتن، شامل آزمایش یکنواختی و کیفیت تولید توسط استاندارد اروپایی BS EN 206 را شامل می‌شود.

ب-۴ پایداری^۲

ب-۴-۱ کلیات

وجه مشترک بین دوام و پایداری در تشخیص بتن پایدار است که منجر به توصیه‌هایی برای مهندسی می‌شود که دوام، سازگاری^۳، عایق صدا بودن و مقاومت در برابر حریق را شامل می‌شود.

ب-۴-۲ محصولات PVC سلولی^۴

پروفیل‌های سلولی PVCu می‌توانند مطابق استاندارد BS 7619 و BS EN 13245-2 ساخته شوند.

یادآوری - توجهاتی مطابق مقررات ساختمان در خصوص ناودان‌ها^۵ یا نصب روکش‌های فلزی آن صورت گیرد. ترکیبات باید بگونه‌ای طراحی شوند که از تهویه مناسب به عنوان بخشی از سامانه PVCu سلولی اطمینان حاصل شود. دستورالعمل نصب و تولید توسط بسیاری از تولید کنندگان در دسترس است.

لوله‌های پلاستیکی، سبک‌وزن، انعطاف‌پذیر و در برابر خوردگی مقاوم هستند و در کارگاه حمل و نقل آسانی دارند. مواد پلاستیکی عملکرد متفاوتی دارند و تنوع تولیدات پلاستیکی به کار رفته در ساخت و ساز بسیار زیاد است.

لوله‌های پلاستیکی در برابر خوردگی مقاوم هستند اما تحت تاثیر موارد زیر قرار می‌گیرند:

الف- مواد شیمیایی مشخص - مثلاً نشت^۶ حلال‌ها، نشت گازوئیل/بنزین؛

ب- نور مستقیم خورشید - اتصالات پلاستیکی نگهداری شده در بسته‌های پلاستیکی باید از تابش مستقیم نور خورشید در امان بمانند تا گرمای بیش از حد باعث آسیب آن‌ها نشود؛

-
- 1- Internal alkali-silica reaction
 - 2- Sustainability
 - 3- Adaptability
 - 4- Cellular
 - 5- Roofline
 - 6- Spillage

پ- سرمای زیاد - به عنوان مثال، یک لوله انتقال بخار^۱ باید هنگامی نصب شود که درجه حرارت زیر نقطه‌ی انجماد باشد.

دو نوع اصلی از پلاستیک‌ها در ساخت پنجره و در به کار می‌روند، نوع غالب آن UPVC^۲ به همراه پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه (GRP^۳) است که اخیراً پرکاربرد شده‌اند.

-
- 1- Condensate discharge pipe
 - 2- Unplasticised poly Vinyl Chloride
 - 3- Glass reinforced Polypropylene

پیوست پ
(آگاهی دهنده)

نمونه‌هایی از خرابی‌های مواد و ترکیبات

جدول پ-۱ نمونه‌هایی از خرابی‌های مواد و ترکیبات (قسمت اول)

نکات	عمر طراحی سال	عمر بهره برداری سال	اثر تخریبی	عامل تخریب کننده	ماده یا ترکیب
عمل‌آوری حفاظتی پیشنهاد می‌شود -	۶۰	+۵	میزان رطوبت به بیش از ۲۰٪ افزایش می‌یابد و پوسیدگی رخ می‌دهد.	رواناب باران یا بخارهای وارد شده به چوب از طریق درزها و روکش	پنجره با چوب نرم عمل‌آوری نشده (سامانه رنگ آمیزی)
قفلان نگهداری مورد نیاز، سبب نمایان شدن درزها می‌شود	۶۰	+۲۰	میزان رطوبت به بیش از ۲۰٪ افزایش یابد پوسیدگی رخ می‌دهد.	رواناب باران یا بخارهای وارد شده به چوب از طریق روکش	پنجره یا چوب عمل-آوری شده (سامانه رنگ آمیزی)
در صورتی عمر طرح محقق می‌شود که توصیه‌های آیین‌نامه طراحی برای پوشش، کیفیت، تراکم و عمل‌آوری بتن رعایت شود	+۸۰	۳۰-۲۰	میلگردها دچار خوردگی می‌شوند و بتن پوسته پوسته می‌شود	CO2 سبب کربناسیون بتن می‌شود، باران سبب خوردگی می‌شود	بتن مسلح نمایان
اگر دیوار در معرض ذرات ریز آب دریا قرار بگیرد نیز رخ می‌دهد، در ملات خاکستر غیرسیاه هم رخ می‌دهد	+۶۰	۵۰-۳۰	لایه بیرونی دیوار خراب یا جدا می‌شود	نمک‌های محلول، به پوشش مهارها هجوم آورده و موجب خوردگی می‌شوند	مهارهای فولادی گالوانیزه در ملات خاکستر سیاه
طراحی مناسب درزه و مهارت، ضرورت دارد	۲۰	۲۰-۵	ترک در درزگیرها و جداشدگی سبب نشت می‌شود	جابجایی، تابش خورشید، تغییر دما	درزگیر موجود در روکش فلزی
برخی کارفرمایان از عمر کوتاه این ترکیبات ناآگاهند	۲۰	۲۰-۵	شکست ترکیب که باعث توقف سامانه می‌شود.	پوشش اجزای محرک	پمپ گرمادهی خانگی، بویلرها و شیرهای اتوماتیک
این لکه‌ها، دوام بیشتری دارند	۵-۴	۲-۱	فرسایش و لکه‌ای شدن لعاب که سبب اشباع لایه زیرین می‌شود	تابش خورشید و رطوبت	جلا و لکه‌های خارجی چوب‌ها
نتایج آزمایش‌ها سریع، همیشه برای پیش‌بینی دوام معتبر نیستند	+۱۲۰	۷۰-۵۰	فرسایش و خرد کردن که منجر به ریزش مصالح می‌شود	باران، به خصوص در هوای آلوده، یخبندان	استفاده از سنگ‌ها در نمای ساختمان
جزئیات قاب‌ها، واشرها و مهارت نیز بر عمر تأثیر می‌گذارد	+۲۰	۳۵-۵	خراب درز لبه سبب میعان در سطح داخلی می‌شود	رطوبت، گازهای جو و تابش خورشید بر لبه درز	واحدهای درزبندی شده گالوانیزه
دستورالعمل زیرسازی باید رعایت شود	+۶۰	۱۰-۵	جدایی و ریزش کاشی	آب‌اندازی در مرحله تثبیت یا چسباندن، مهارت کم	موزاییک و کاشی در نمای بیرون
سازمان BBA ^۱ دستورالعمل‌های خاصی دارد	+۶۰	۱۰-۳	تراوش و سوراخ کردن، تحت اثر فشار و لغزش مواد بنایی	جابجایی پلاستیسازها و حرکت سازه	مواد پلاستیکی ضد آب

پیوست ت

(آگاهی‌دهنده)

برگه داده عمر طرح: نمونه‌های عملی برای ترکیبات نمای خارجی

ت-۱ استفاده از برگه داده‌ها

برگه داده‌های عمر طرح می‌تواند در طرح خلاصه و طراحی اولیه پروژه ساختمانی برای ثبت پیشنهادات ساختمان و بخش‌های آن بکار روند. این برگه، اظهارنامه‌ای در مورد اهداف طراح ایجاد می‌کند، که می‌تواند برای مذاکره در خصوص دوام، با کارفرما و دستیابی به طراحی کامل و مشخصات آن، مورد استفاده قرار گیرد و نیز می‌تواند نیاز به نگهداری و تعویض بخش‌های ساختمان در یک زمان را به کارفرما اعلام کند. نمونه‌هایی از موارد معمول برای نمای ساختمان در زیر ارائه شده است.

ت-۲ جزئیات عمومی

شناسایی نسخه خلاصه و طرح اولیه یا مشخصاتی که برگه داده‌ها برای آن به کار می‌روند، مهم است. سایر ویژگی‌های مهمی که باید منظور شوند عمر طرح ساختمان است که باید به‌طور معمول، الزامات کارفرما را منعکس کند. هرگونه شرایط محیطی خاص یا ویژگی اقلیمی مرتبط با دوام، باید ثبت شود.

ت-۳ فرضیات

فرضیات زیر برای نمونه‌های در نظر گرفته شده‌اند:

الف- شرایط جوی:

۱- خارجی: C3، مانند دیگر صنایع شهری، شوری کم ساحلی^۱؛

۲- داخلی: C1، مانند گرما دیده داخلی، مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۵۹۴ و استاندارد

.BS EN 10169

ب- عمر طرح ساختمان: ۶۰ سال

1- Coastal low salinity

جدول ت-۱ برگه داده عمر طرح (قسمت اول)

گروه خرابی (جدول ۲)	گروه تعویض پذیر (جدول ۱)	گروه قابل نگهداری (جدول ۱)	گروه طول عمر مرجع (جدول ۱)	عمر بهره برداری مرجع	ترکیب
ب/پ		*		۴۰ سال	روکش فلزی ناودان ^۱ ، بادگیر ^۲ ، اندودها، تخته‌های سیمانی و سایر مصالح روکشی و چوب‌های در معرض عوامل جوی ^۳
ب/پ		*		۳۰ سال	روکش فلزی چوب پوشش‌دار/ فاقد پوشش
ج			*	۶۰ سال	دیوار نصب روکش
الف/ات	*		*	۶۰ سال	کارهای فولادی ثانویه
پ/ات/چ	*			۲۵ سال	واحد‌های شیشه‌ای عایق
پ/ات/چ	*			۴۰ سال	سایر واحد‌های شیشه‌ای
ج/چ		*		۴۰ سال	قاب‌بندی در و پنجره (چوب‌های بیرونی) پنل‌ها و طاقچه‌ها
ج/چ		*		۲۵ سال	چوب و قاب‌بندی پنجره و در، پنل‌ها و طاقچه‌ها
ج/چ	*			۱۵ سال	در و موتورهای آن، لولای در ^۴ ، اجزای متحرک و چرخ دنده‌ها
ج/چ	*			۲۵ سال	یراق آلات ^۵ در (کاربرد متوسط)
ح		*		۴۰ سال	پوشش براق کننده و تثبیت کننده رنگ ^۶
ت		*	*	۶۰ سال	چسبندگی پوشش پودر
ث		*		۶۰ سال	پوشش رنگ (به جز چوب)
ت			*	۶۰ سال	آندسازی ^۷
ث		*		۴۰ سال	واشرها و درزبندهای خشک
ت			*	۲۵ سال	درزبندهای مرطوب که به منظور انجام عملیات نگهداری در دسترس هستند
الف/ب			*	۶۰ سال	ضدحریق ^۸
الف/ب/پ/ت			*	۶۰ سال	عایق
ت		*		۶۰ سال	بتن پیش‌ساخته
ت		*		۶۰ سال	غشای AVCL استاندارد BS 5250
الف/ب/ت			*	۶۰ سال	مصالح بنایی باربر سازه‌ای و متعلقات سازه‌ای و سامانه ضدنم
ت			*	۶۰ سال	ساختار بنایی غیرسازه‌ای و نماکار ^۹

- 1- Rain screen cladding
- 2- Louvers
- 3- Excluding timber
- 4- Closers pivots
- 5- Ironmongery
- 6- Powder coating gloss retention and colour fastness
- 7- Anodizing
- 8- Fire stopping
- 9- Facing

پیوست ث

(آگاهی‌دهنده)

منابع بیشتر در مورد دوام

فهرست‌های این پیوست به‌طور کامل ارائه نشده‌اند و سایر منابع اطلاعاتی نیز وجود دارند که از طریق سامانه‌های تجاری مصالح خاص، برای کاربردهای خاص، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ث-۱ کلیات

DORAN and CATHER. Construction materials, 2013. Routledge: London. ISBN 1135139202, 9781135139209

YU and BULL, The durability of materials and structures in building and civil engineering, 2006. Whittles

DOUGLAS and RANSON, Understanding building failures, 2006. Routledge: London. ISBN 1136448799, 9781136448799

JERNBERG ET AL., Guide and bibliography to service life and durability research for building materials and components (Report 295).

TRADA, Durability by design, 2012

KING, N.P., Efficient concreting practice: a review of current procedures, CONCRETE 2000, 1993. Vol. 1, pp265-277.

HOBBS, D.W., MATTHEWS, J.D. and MARSH, B.K., Minimum requirements for durable concrete. Carbonation and chloride-induced corrosion, freeze-thaw attack and chemical attack, British Cement Association, 1993 ISBN 0-72101-524-7.

Developments in durability design and performance-based specification of concrete, Discussion Document, Concrete Society, 1996. ISBN 0-94669-154-1.

PD CEN/TR 16563 Principles of the equivalent durability procedure.

Specifying sustainable concrete. MPA The Concrete Centre, 2014. ISBN 978-1-90825-701-7.

ث-۲ اقلیم

MET OFFICE, Fact Sheet 4 (climate of the United Kingdom)

MET OFFICE, Fact Sheet 14 (microclimates) [viewed 10-3-2015]

<<http://www.metoffice.gov.uk/learning/library/publications/factsheets>>

ث-۳ داده‌هایی در مورد عمرهای بهره‌برداری

BPG, Building fabric component life manual, 200. Spons: ISBN 0419255109.

BUILDING LIFE PLANS, Building services component life manual, 2000. Wiley Blackwell: London. ISBN 0632058870, 978-0632058877

CIBSE, Guide M: maintenance engineering and management, 2014 (2nd edition). ISBN 9781906846503.

BMI, Life expectance of building components, 2006. BCIS. ISBN 9781904829393.

ث-۴ منابع داده‌های مصالح

NPL, Guide to good practice in corrosion control – bimetallic corrosion, 2000. HMSO.

ث-۵ بتن

BRITISH CEMENT ASSOCIATION, Carbonation and chloride-induced corrosion, freeze-thaw and chemical attack 1993. ISBN 0721015247

ث-۶ پلاستیک

RAPRA, Practical guide to the assessment of useful life of plastics, 1998. RAPRA Technology Ltd. ISBN 1-85957-312-6

PRITCHARD, Reinforced plastics durability, 1998. Woodhead Publishing ISBN 978-1-85573-320-6

ث-۷ سنگ

BRE, Selecting natural building stones, 1997. BRE ISBN 1-86081-125-6

BRICK DEVELOPMENT ASSOCIATION, BDA design note 7 on brickwork durability, 2011 BDA

ث-۸ وب‌گاه‌ها

Stainless steel [viewed 9-3-2015] <<http://www.BSSA.org.uk>>

The Metal Cladding and Roofing Manufacturers Association Technical Papers [viewed 9-3-2015] <http://www.mcrma.co.uk>

Copper [viewed 9-3-2015] <<http://www.copperalliance.org.uk>>

Zinc [viewed 9-3-2015] <<http://www.galvanizing.org.uk>> and <<http://www.zinc.org>>

Lead [viewed 9-3-2015] <<http://www.leadsheet.co.uk>>

Aluminium [viewed 9-3-2015] <<http://www.c-a-b.org.uk>>

Timber [viewed 13-3-2015] <<http://www.wood-protection.org>> and <<http://www.trada.co.uk/techinfo/tsg>>

The Concrete Centre [viewed 9-3-2015] <<http://www.concretecentre.com>>

Plastics [viewed 10-3-2015] <<http://www.bpf.co.uk>>

Masonry [viewed 10-3-2015] <<http://www.brick.org.uk>> and
<<http://www.cba-blocks.org.uk>>

Various [viewed 13-3-2015] <<http://www.brebookshop.com>>

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۹۱: سال ۱۳۸۸، قابلیت اطمینان سیستم - روش اجرای تحلیل نوع و اثرات وقوع خرابی (FMEA)
- [۲] استاندارد ملی ایران-ایزو شماره ۱۴۰۴۰: سال ۱۳۸۶، مدیریت زیست محیطی - ارزیابی چرخه حیات - اصول و چارچوب
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۵۹۴: سال ۱۳۸۱، رنگ ها و جلاها - حفاظت سازه های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سامانه رنگ های محافظ - قسمت ۲: طبقه بندی شرایط محیطی
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۴۱: سال ۱۳۹۱، خوردگی فلزات و آلیژها - خوردگی اتمسفر - طبقه بندی، تعیین و تخمین
- [5] BS 2871-2, Surface active agents. Detergents – Determination of cationic-active matter content – Part 2: Cationic-active matter of low molecular mass (between 200 and 500)
- [6] BS 2871-3, Specification for copper and copper alloys – Tubes – Part 3: Tubes for heat exchangers
- [7] BS 5250, Code of practice for control of condensation in buildings
- [8] BS 5760, Reliability of systems, equipment and components. Guide to reliability and maintainability
- [9] BS 7619, Extruded cellular unplasticized white PVC (PVC-UE) profiles – Specification
- [10] BS 8210: 2012, Guide to facilities maintenance management
- [11] BS 8417, Preservation of wood – Code of practice
- [12] BS 8500-1: 2006+A1:2012, Concrete – Complementary British Standard to
- [13] BS EN 206-1 – Part 1: Method of specifying and guidance for the specifier
- [14] BS 8500-2, Concrete – Complementary British Standard to BS EN 206-1 – Part 2: Specification for constituent materials and concrete
- [15] BS EN 206, Concrete – Specification, performance, production and conformity
- [16] BS EN 335: 2013, Durability of wood and wood-based products – Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products
- [17] BS EN 350-2: 1994, Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood – Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe
- [18] BS 351-1, Durability of wood and wood-based products – Preservative-treated solid wood – Part 1: Classification of preservative penetration and retention
- [19] BS EN 1057-1, Copper and copper alloys – Part 1: Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications
- [20] BS EN 1254 (all parts), Copper and copper alloys – Plumbing fittings

- [21] BS EN 1990, Eurocode – Basis of structural design
- [22] BS EN 1992-1-1, Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1: General rules and rules for buildings
- [23] BS EN 1992-1-2, Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1: General rules – Section 2: Structural fire design
- [24] BS EN 1993-1-4, Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1: General rules – Section 4: Supplementary rules for stainless steels
- [25] BS EN 1993-5, Eurocode 3: Design of steel structures – Part 5: Piling
- [26] BS EN 1995-1-1, Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1: General –Section 1: Common rules and rules for buildings
- [27] BS EN 10169, Continuously organic coated (coil coated) steel flat products – Technical delivery conditions
- [28] BS EN 13245-2, Plastics – Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) profiles for building applications – Part 2: PVC-U profiles and PVC-UE profiles for internal and external wall and ceiling finishes
- [29] BS EN 13306: 2010, Maintenance – Maintenance terminology
- [30] BS EN ISO 14040: 2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
- [31] BS EN ISO 14713, Zinc coatings – Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel in structures – General principles of design and corrosion resistance
- [32] BS ISO 6241: 1984, Performance standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered
- [33] BS ISO 15686-1: 2011, Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles and framework
- [34] BS ISO 15686-8: 2008, Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 8: Reference service life and service-life estimation
- [35] DD ISO/TS 15686-9: 2008, Buildings and constructed assets. Service-life planning. Guidance on assessment of service life data
- [36] PD 6484, Commentary on corrosion at bimetallic contacts and its alleviation
- [37] REGULATION (EU) No 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. Published in the Official Journal L88, 04 April 2011.
- [38] WOOD PROTECTION ASSOCIATION Guide to the selection of wood and wood-based products
- [39] WOOD PROTECTION ASSOCIATION Modified wood manual
- [40] WOOD PROTECTION ASSOCIATION Industrial wood preservation – Specification and Practice

- [41] GREAT BRITAIN. Control of pesticides regulations 1986. London: The Stationery Office
- [42] HSE. The EU biocides regulation (EU 528/2012). London: The Stationery Office
- [43] GREAT BRITAIN. The building regulations (England), 2010. London: The Stationery Office
- [44] GREAT BRITAIN. The building regulations (Scotland), 2010. London: The Stationery Office
- [45] GREAT BRITAIN. The building regulations (Wales), 2010. London: The Stationery Office
- [46] GREAT BRITAIN. The building regulations (Northern Ireland), 2010. London: The Stationery Office
- [47] BRE Special Digest 1. Concrete in aggressive ground. Garston: BRE.