INSO
12485-2
1st.Edition
2017
Identical with
ISO 16311-2:
2014

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

استاندارد ملی ایران
۱۲۴۸۵-۲
چاپ اول
۱۳۹۶

تعمیر و نگهداری سازه‌های بتنی-
قسمت۲: ارزیابی سازه‌های بتنی موجود

Repair and Maintenance of concrete structures -Part 2: Assessment of existing concrete structures

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲-۱۲۴۸۵: سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: 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.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 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.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ 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 منصفانهٔ 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 پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ 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)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به‌عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ 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، گواهینامهٔ 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

«تعمیر و نگهداری سازه‌های بتنی- قسمت۲: ارزیابی سازه‌های بتنی موجود»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
عبدالعلی، شرقی (دکتری مهندسی عمران)	دانشگاه شهید بهشتی
دبیر:	
قشقایی، محمدمهدی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران-زلزله)	پژوهشگاه استاندارد
اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آقامحمدی، مهرداد (کارشناسی ارشد مهندسی معدن- فرآوری)	پژوهشگاه استاندارد
احمدی، جمال (دکتری مهندسی عمران- سازه)	دانشگاه زنجان
اسماعیلی، حسین (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- زلزله)	عضو مستقل
امامی، محسن (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	عضو مستقل
امرالهی، محمدحسن (کاردانی مکانیک-تاسیسات)	پژوهشگاه استاندارد
امینی، حمیدرضا (دکتری مهندسی عمران- سازه)	عضو مستقل
انصاری، ایرج (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	شرکت بتن سازان
بامری، محمدحسین (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه‌های هیدرولیکی)	شرکت سرمایه گذاری و ساختمان تجارت
بسطامی، مرتضی (دکتری مهندسی عمران- زلزله)	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال**:
بغدادی، مصطفی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه)	شرکت سی سی
پوریوسفیان، مهدی (کارشناسی مدیریت صنعتی)	پژوهشگاه استاندارد
پهلوان، حسین (دکتری مهندسی عمران-سازه)	دانشگاه صنعتی شاهرود
جوادی، احمدرضا (کارشناسی مهندسی عمران- عمران)	شهرداری کرج
چگینی، جواد (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- زلزله)	شرکت صنایع بتنی سالم کار قزوین
چمن آرا، محمدمهدی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه)	شرکت نواندیشان سازه
حسن پور، شهره (دکتری زمین شناسی)	دانشگاه پیام نور
حسین ناظر، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
حسینی اقدم، سیدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	عضو مستقل
حقیقت، نگین (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه صنعتی امیرکبیر
خسروی، سعید (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- خاک)	شهرداری ایزدشهر
رضوانی الوار، حسین (کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه)	شهرداری کرج
رئیس قاسمی، امیر مازیار (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	مرکز تحقیقات راه ، مسکن و شهرسازی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
زینوندفرد، محمدرضا (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت بهنام سازه
سامانیان، حمید (کارشناسی ارشد مهندسی مواد-سرامیک)	پژوهشگاه استاندارد
سعیدی رضوی، بهزاد (دکتری زمین شناسی)	پژوهشگاه استاندارد
سقطچی، غزاله (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	شرکت مرصوص بتن
سلیمانی، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	پژوهشگاه استاندارد
شاکرمی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	عضو مستقل
شهبازی، محسن (دکتری مهندسی عمران- سازه)	شرکت سی سی
صفری، نوید (کارشناسی مهندسی مکانیک)	پژوهشگاه استاندارد
عباسی، علیرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- زلزله)	شرکت شمال بتن
عباسی رزگله، محمدحسین (کارشناسی مهندسی مواد- سرامیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
فلاح، عباس (کارشناسی ارشد زمین شناسی)	سازمان ملی استاندارد ایران
قربانی، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	شرکت شمال بتن
قشقایی، محمدرضا (کارشناسی نقشه کشی معماری)	شهرداری ورامین

اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
قعری، هما (کارشناسی ارشد شیمی)	پژوهشگاه استاندارد
کثیری، محمدجواد (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	موسسه آموزش عالی آبا
کیهانی، مهدی (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت پارس لانه
کیهانی، میلاد (کارشناسی ارشد مدیریت استراتژیک)	شرکت پارس لانه
مجتبوی، سید علیرضا (کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
محرری، حسن (کارشناسی ارشد معماری)	سازمان ملی استاندارد ایران
مرادی، مهتاب (کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی)	پژوهشگاه استاندارد
منتظریان، آرمان (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	شرکت پارس لانه
مهدیخانی، بهزاد (دکتری مهندسی مواد)	دانشگاه علمی و کاربردی سازمان ملی استاندارد ایران
مهراکبری، مرتضی (کارشناسی مهندسی عمران)	پژوهشگاه استاندارد
میرزایی، داریوش (کارشناسی ارشد معماری)	شهرداری ورامین
نازی، محمدباقر (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه‌های هیدرولیکی)	عضو مستقل
نجاری سی سی، منصور (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت سی سی

اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

نظرپور، مهدی
(دکتری مهندسی عمران-زلزله)
پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

نظرپور، هادی
(دکتری راه و ساختمان)
پژوهشگاه نیرو

نوروزی، محمدحسین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه)
وزارت راه و شهرسازی

ویراستار:

سامانیان، حمید
(کارشناسی ارشد مرمت آثار باستانی)
پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ح
مقدمه ط
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ چارچوب ارزیابی ۵
۴-۱ کلیات ۵
۴-۲ کارکنان ۶
۴-۳ اهداف ارزیابی ۷
۴-۴ سناریوها ۷
۴-۵ ارزیابی اولیه و دقیق ۸
۴-۶ گزارش نتایج حاصل از ارزیابی ۱۳
۴-۷ قضاوت و تصمیم گیری ۱۳
۴-۸ مداخله ۱۴
۵ تحقیق و جمع‌آوری داده‌ها در محل و آزمایشگاه ۱۴
۵-۱ کلیات ۱۴
۵-۲ برنامه‌ریزی و اجرای بازرسی و جمع آوری داده ۱۴
۵-۳ ثبت شرایط ۱۵
۶ ارزیابی و تأیید ۱۸
۶-۱ ارزیابی عمل ۱۸
۶-۲ ارزیابی مواد و جزئیات سازه ۱۹
۶-۳ تأیید عملکرد سازه ۲۱
۶-۴ قضاوت ۲۲
۷ توصیه‌ها ۲۲
۸ گزارش ۲۳
پیوست الف (آگاهی دهنده) سطوح ارزیابی، آزمون‌های تحقیقاتی و نمونه‌هایی از ارزیابی‌ها ۲۴
پیوست ب (آگاهی دهنده) سطوح شرایط و پیآمد ۴۳
پیوست پ (آگاهی دهنده) ارزیابی و تأیید ۴۷
پیوست ت (آگاهی دهنده) توصیه‌ها ۵۱

عنوان	صفحه
پیوست ث (آگاهی دهنده) محتوای گزارش نهایی	۵۳
کتاب‌نامه	۶۶

پیش‌گفتار

استاندارد «تعمیر و نگهداری سازه‌های بتنی- قسمت۲: ارزیابی سازه‌های بتنی موجود» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در هفتصدو بیست و سومین امین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۶/۰۷/۰۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای مزبور است:

ISO 16311-2: 2014, Maintenance and repair of concrete structures - Part 2: Assessment of existing concrete structures

مقدمه

ارزیابی یک سازه بتنی، به شناسایی و تعیین مساحت خرابی و بررسی عملکرد سازه‌ای بر اساس شرایط ارزیابی شده سازه می‌پردازد. این امر، شامل فرآیند کلی تعریف عملیات از قبیل تحقیق، ارزیابی، بررسی و ثبت گزارش نهایی است. این کار به‌عنوان مبنایی در طراحی تعمیر و آماده‌سازی روش‌ها برای حفظ یا افزایش عمر خدمت باقیمانده آن ضروری است.

گزارش، نتیجه‌گیری از ارزیابی، شامل شرح سازه، تحقیقات، نتایج حاصل از ارزیابی وضعیت، عملکرد مورد تأیید سازه، توسعهٔ مورد انتظار در آینده و ارائه خلاصه‌ای از اصول و روش‌های تعمیر از جمله محاسبات هزینهٔ منطقی می‌باشد. یک برنامه‌ریزی و طراحی دقیق از عملیات تعمیر (مشخصات فنی پروژهٔ تعمیر و یا بهسازی)، به‌عنوان بخشی از ارزیابی در نظر گرفته نمی‌شود، به قسمت سوم این استاندارد مراجعه شود.

این قسمت از استاندارد، الزامات مربوط به ارزیابی سازه‌های بتنی از قبیل چارچوب ارزیابی، قالب مستندات مربوط به ارزیابی وضعیت با توجه به سطح وضعیت ارزیابی شده و سطح پیآمد و قالب مستندات مربوط به ارزیابی عملکرد با توجه به عملکرد خاص سازه‌ای مورد تأیید را ارائه می‌کند.

این قسمت از استاندارد، با توجه به استانداردها و روش‌های آزمون قابل اجرا است. سازمان بین‌المللی استاندارد در حال تهیهٔ برخی از استانداردهای روش‌های آزمون است، اما همه آن‌ها به‌عنوان استانداردهای بین‌المللی هنگام انتشار این قسمت از استاندارد در دسترس نخواهند بود. تا وقتی که و پس از اینکه این استانداردهای بین‌المللی در دسترس باشند، می‌توان از یک پیوست ملی برای ثبت استانداردهای مناسب مقرر شده در محل کاربرد روش‌ها، استفاده نمود. این موارد می‌توانند دربرگیرندهٔ استانداردهای ملی و یا استانداردهای متعلق به مناطق و یا کشورهای دیگر باشند.

این قسمت از استاندارد عمدتاً مبتنی بر اصول تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱، اساس طراحی سازه‌ها، ارزیابی سازه‌های موجود می‌باشد. روندنمای[1] دقیق پیوست **ب** در استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱ به‌صورت تصویری در شکل یک در این قسمت از استاندارد ارائه می‌شود.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای شماره ۱۲۴۸۵ است. سایر قسمت‌ها عبارتند از:

- قسمت ۱: اصول کلی
- قسمت ۳: طراحی تعمیرات و پیشگیری
- قسمت ۴: اجرای تعمیرات و پیشگیری

1- Flowchart

تعمیر و نگهداری سازه‌های بتنی- قسمت۲: ارزیابی سازه‌های بتنی موجود

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، شرح مقررات کلی و روش‌های ارزیابی سازه‌های بتنی می‌باشد.

ارزیابی را می‌توان تحت شرایط زیر و بدون محدود شدن به هریک از این موارد آغاز نمود:

الف- تغییر پیش‌بینی شده در استفاده و یا گسترش عمرخدمت طراحی؛

ب- فرسودگی در سازه به‌دلیل اقدامات وابسته به زمان، نظیر خوردگی آرماتور، خستگی و غیره؛

ج- بررسی ایمنی ویا خدمت‌پذیری (به‌عنوان مثال، آیین‌نامه‌های زلزله و ترافیک افزایش یافته) مورد نیاز متخصصان، شرکت‌های بیمه، کارفرمایان و غیره؛

د- آسیب سازه‌ای در اثر کنش‌های تصادفی (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۸۲مراجعه شود).

موارد زیر در دامنه کاربرد این استاندارد قرار ندارد:

- صلاحیت کارکنان؛
- مسائل قراردادی؛
- الزامات سلامتی و ایمنی مرتبط با حفاظت کارگران در طی انجام تحقیقات و آزمایش.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن 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:

2-1 ISO 2394, General principles on reliability for structures

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۸۲: سال ۱۳۹۵، اصول کلی قابلیت اعتماد سازه ها، با استفاده از استاندارد ISO 2394 : 2015 تدوین شده است.

2-2 ISO 13822, Bases for design of structures – Assessment of existing structures

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱: سال ۱۳۹۰، مبانی طراحی سازه‌ها- ارزیابی سازه‌های موجود، با استفاده از استاندارد ISO 13822 : 2010 تدوین شده است.

2-3 ISO 16204, Durability — Service life design of concrete structures

2-4 ISO 16311-1, Maintenance and repair of concrete structures — Part 1: General principles

2-5 ISO 16311-3, Maintenance and repair of concrete structures — Part 3: Design of repairs and prevention

2-6 ISO 16311-4, Maintenance and repair of concrete structures — Part 4: Execution of repairs and prevention

2-7 ISO 19338, Performance and assessment requirements for design standards on structural concrete

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۸۲: سال ۱۳۹۵، بتن - الزامات عملکرد و ارزیابی برای استانداردهای طراحی بتن سازه‌ای، با استفاده از استاندارد ISO 19338 : 2014 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱

عمل و یا کنش تصادفی

accidental action

عملی که احتمال رخ دادن آن در یک مقیاس بزرگ در طول یک دورهٔ مرجع تعیین شده، بعید است.

یادآوری- اعمال تصادفی در اغلب موارد دارای مدت زمان کوتاهی هستند.

[منبع: استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۸۲]

۳-۲

کنش، مستقیم

action, direct

تجمع نیروهای مکانیکی متمرکز یا توزیع شدهٔ وارده به یک سازه را گویند.

۳-۳

ارزیابی

assessment

مجموعه‌ای از فعالیت‌های انجام شده به منظور بررسی قابلیت اطمینان یک سازه موجود برای استفاده در آینده را گویند.

[منبع: استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱]

۴-۳

شرایط

conditions

وضعیت‌های یک سازه و یا یک عضو سازه‌ای در یک زمان معین را گویند.

۵-۳

توصیف شرایط

conditions description

شرح و سطح وضعیت بر اساس ثبت شرایط یک سازه یا عضو سازه‌ای را گویند.

۶-۳

مستندسازی شرایط

conditions documentation

تمامی اطلاعات تشریح کنندهٔ شرایط یک سازه و یا عضو سازه‌ای را گویند.

۷-۳

سطح شرایط

conditions level

بیان شرایط یک سازه و یا عضو سازه‌ای در مقایسه با یک سطح مرجع را گویند.

۸-۳

ثبت شرایط

conditions registration

بررسی و جمع‌آوری اطلاعات تعیین کننده شرایط یک سازه یا عضو سازه‌ای را گویند.

۹-۳

تأیید شرایط

conditions verification

مقایسه بین شرایط و الزامات تعریف شده را گویند.

۱۰-۳

سطح پیآمد

consequence level

بیان شدت و جدیت نتایج مربوط به یک سطح مرجع تعریف شده را گویند.

۳-۱۱

آسیب

damage

تغییر نامطلوب در شرایط یک سازه که می‌تواند عملکرد سازه را تحت تأثیر قرار دهد.

[منبع: استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱]

۳-۱۲

عیب

defect

نقص و یا انحراف از سطح عملکرد در نظر گرفته شده برای یک سازه و یا اجرای آن را گویند.

[منبع: ISO 15686-1:2000]

۳-۱۳

خرابی

deterioration

فرآیندی که با گذشت زمان، عملکرد یک سازه از جمله قابلیت اطمینان را به دلیل عیوب و آسیب‌های ناشی از موارد زیر تحت اثرات بسیار بدی قرار می‌دهد:

- فعالیت‌های شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی به‌طور طبیعی رخ داده؛

- فعالیت‌های تکراری نظیر علل خستگی؛

- تأثیرات محیطی عادی یا شدید؛

- فرسودگی ناشی از استفاده یا؛

- بهره‌برداری و نگهداری نادرست از سازه.

[منبع: استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱]

۳-۱۴

کنش محیطی

environmental action

گروهی از تأثیرات فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی که ممکن است موجب اثرات خرابی و یا فرسودگی مواد سازه شده و به نوبه خود می‌تواند اثر نامطلوبی بر خدمت‌پذیری، ترمیم‌پذیری و ایمنی داشته باشد.

[منبع: استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱]

۳-۱۵

بازرسی

inspection

ارزیابی انطباقی از طریق مشاهده و قضاوت همراه با اندازه‌گیری، آزمایش یا مقایسه با شاخص هرکدام که مقتضی باشد.

یادآوری- این ارزیابی برای سازه‌ها شامل فعالیت‌های جمع آوری اطلاعات وضعیت کنونی یک سازه از طریق مشاهده و آزمایشات غیر مخرب یا مخرب ساده همراه با مواد و آزمون ساختاری، در صورت لزوم، می‌باشد.

[منبع: بند ۳-۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۰۰۰]

۳-۱۶

ریسک

risk

ترکیبی از احتمال و یا تکرار وقوع یک رویداد و میزان عواقب آن را گویند.

[منبع: استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۸۹۳]

۳-۱۷

علائم

symptom

شاخصی برای شرایط یک سازه و یا عضو سازه‌ای بر اساس یک و یا چند مشخصه را گویند.

۳-۱۸

بازرسی ظاهری

visual inspection

بازرسی یک سازه از طریق مشاهده ظاهری در تحقیقات اولیه برای ارزیابی آن سازه را گویند.

۴ چارچوب ارزیابی

۴-۱ کلیات

فرآیند کلی ارزیابی باید منطبق بر استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱بوده و از بخش‌های اصلی ارائه شده در زیر با توجه به شکل یک که روندنمای کلی رونوشت شده از استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱می‌باشد، تشکیل شود:

- اهداف ارزیابی؛
- سناریوها؛

- ارزیابی دقیق؛
- گزارش نتایج حاصل از ارزیابی؛
- قضاوت و تصمیم‌گیری؛
- مداخله.

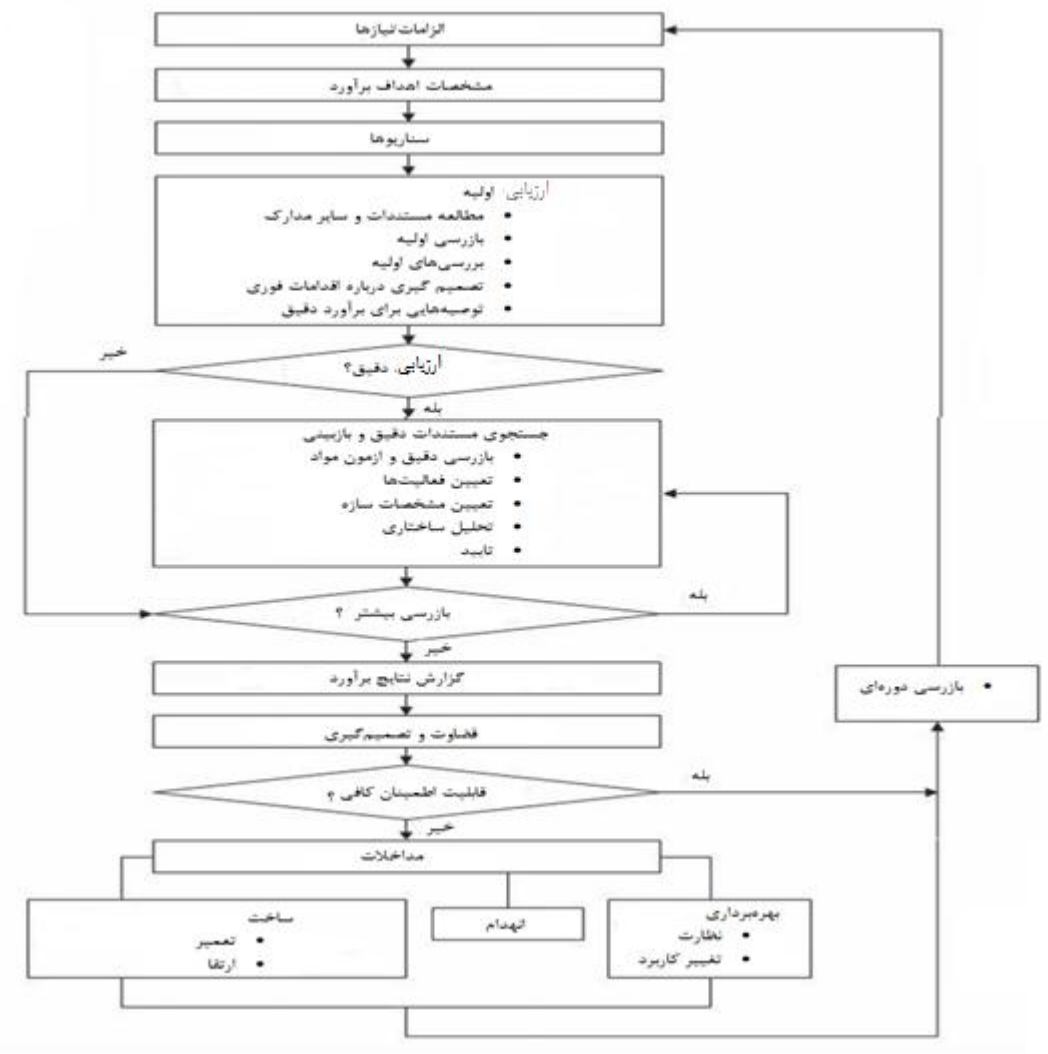
بازدید از محل قبل از شروع ارزیابی توصیه می‌شود.

۲-۴ کارکنان

ارزیابی باید توسط افراد متخصص انجام شود.

یادآوری- الحاقیه ملی می‌تواند شامل الزامات صلاحیت کارکنان باشد.

.



شکل ۱- روندنمای کلی ارزیابی از سازه‌های موجود (به پیوست ب استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱مراجعه شود،)

۴-۳ اهداف ارزیابی

اهداف ارزیابی یک سازه بتنی موجود بر حسب شرایط دایر و عملکرد سازه‌ای آن در آینده است که باید هنگام رایزنی با مشتری (کارفرما، متخصص، شرکت‌های بیمه و غیره) بر اساس سطوح عملکردی زیر مشخص شود.

الف- سطح عملکرد ایمنی؛

ب- سطح عملکرد تابعی پیوسته؛

ج- الزامات عملکردی خاص مشتری.

یادآوری- به زیربند ۴-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱ مراجعه شود.

اهداف ارزیابی باید قبل از شروع فعالیت‌های ارزیابی، تعیین و یا تأیید گردند. در خلال تعین اهداف ارزیابی، ارزیابی باید بر طبق روش تعیین شده در شکل ۱، اجرا شود.

اهداف از ارزیابی، حدود و کاربرد روش‌ها و منابع باید در مشخصات یک پروژه تعریف شوند.

در صورت در نظر گرفته شدن تخمین هزینهٔ اقدامات توصیه شده و غیره، حدود ارزیابی به ماهیت سازه بستگی خواهد داشت.

محتوای ارزیابی باید بر اساس مشاهدات دوباره، مورد ارزیابی قرار گیرد.

یادآوری- دربند الف-۱، پیوست **الف** شرح دقیق‌تری از اهداف و حدود ارزیابی شرایط ارائه می‌شود.

۴-۴ سناریوها[1]

یک و یا چند سناریو که بیانگر تغییر احتمالی در عملکرد سازه‌ای هستند، باید به منظور شناسایی شرایط بحرانی احتمالی سازه، قبل از آماده‌سازی ارزیابی تعیین شوند.

توسعهٔ این سناریوها باید با درک درستی از نوع ساخت، چارچوب زمانی ساخت و محیط قرار گرفتن سازه و یا عضو سازه‌ای همراه باشد.

این سناریوها شامل موارد زیر می‌باشند، اما نباید به آن‌ها محدود گردند (به قسمت سوم این استاندارد مراجعه شود):

- قرار گرفتن در معرض کلرید و آسیب مربوط به خوردگی ناشی از کلرید؛

- آسیب ناشی از کربناسیون[2]؛

1- Scenarios

2- Carbonation

- آسیب‌های مکانیکی (ضربه، اضافه بار، نشست، لرزش، زلزله، سایش، خستگی، انفجار و غیره)؛

- شیمیایی (واکنش قلیایی سنگدانه، عوامل مهاجم، واکنش‌های بیولوژیکی و غیره)؛

- آسیب‌های فیزیکی (حریق، آسیب ناشی از یخ‌زدگی، اثرات حرارتی، جمع شدگی، فرسایش، فرسودگی و غیره).

سناریوهای محتمل باید به‌طور کامل قبل از انجام فعالیت‌های مربوط به ارزیابی، مورد بازبینی قرار گیرند. سناریوها باید در مدت ارزیابی به‌طور مداوم بررسی شوند تا که بتوان موارد زیر را شناسایی کرد:

- شرایط بحرانی محتمل برای سازه از قبیل ایمنی سازه‌ای و خدمت‌پذیری و

- اصلاحات طرح ارزیابی.

۴-۵ ارزیابی اولیه و ارزیابی دقیق

۴-۵-۱ سطوح ارزیابی

هدف و حوزهٔ ارزیابی برای سطح ارزیابی و محتوای هر سطح، قطعی است. ارزیابی نباید بیشتر از آن‌چه برای رسیدن به یک تصمیم قاطع در زمینه مداخله مورد نیاز است، در نظر گرفته شود.

به‌طور معمول، ارزیابی به دو سطح تقسیم‌بندی می‌شود:

الف- ارزیابی اولیه (به زیربند ۴-۵-۲ مراجعه شود): هدف از این کار، ارائه اطلاعاتی از شرایط سازه، شرح علل و جدیت وضعیت خرابی، تعیین مبنایی برای نشان دادن یک سطح کلی از وضعیت و سطح پیآمد سازه از جمله ایمنی و خدمت‌پذیری سازه در آینده می‌باشد. در مورد کنش‌های محتمل نزدیک باید تصمیم‌گیری شود. در صورت نیاز، باید یک ارزیابی دقیق اجرا شود.

ب- ارزیابی دقیق (به زیربند ۴-۵-۳ مراجعه شود): هدف از این کار، در اصل با ارزیابی اولیه یکسان است، اما برای انجام یک قضاوت و تصمیم گیری صحیح باید مطالعه دقیق‌تری از مستندات قبلی، بازرسی کامل‌تر و آزمایش مواد و همچنین تحلیل و تأیید سازه، انجام شود.

یادآوری ۱- با توجه به سطوح ارزیابی، اطلاعات اضافی در بند الف-۱ پیوست **الف** ارائه می‌شود.

یادآوری ۲- جزئیات مربوط به ثبت شرایط از جمله اطلاعات کنونی ساخت و کاربری، مشاهده در محل، آزمون‌های محتمل در محل و در آزمایشگاه و همچنین فهرستی از علائم و علل احتمالی عیوب در بند الف-۲پیوست **الف** ارائه می‌شوند.

۴-۵-۲ ارزیابی اولیه

۴-۵-۲-۱ مطالعهٔ اسناد و سایر داده‌ها

مستندات طراحی و بازرسی نظیر طراحی اصلی، نقشه‌ها، مشخصات فنی پروژه، محاسبات سازه‌ای، اسناد موارد ساختمانی اجراء شده، ارزیابی‌های قبلی و مداخله و غیره، ارائه کننده اطلاعات مهمی هستند. یافتن چنین اطلاعاتی و اطمینان از صحت آن‌ها در بسیاری از سازه‌های موجود، کار دشواری است. الزامات سازه‌ای (مانند بار بهره‌برداری، بار مرده، اضافه بار، باد، برف و غیره) و شرایط محیطی (مانند کلریدها، گازها، دما و غیره) و هر گونه تغییر رخ داده باید مستندسازی شوند. استفاده و سوء استفاده‌های احتمالی از سازه در مقایسه با مفروضات طرح اصلی، در صورت امکان، باید ثبت گردند.

۴-۵-۲-۲ بازرسی مقدماتی

بازرسی مقدماتی در اصل یک مشاهده ظاهری است که در برخی از موارد با انواع ساده‌ای از آزمایش‌های در سازه همراه می‌باشد (مانند اندازه‌گیری کربناسیون). این بازرسی باید اطلاعاتی در مورد سامانه سازه و مشخصه‌های قابل مشاهده سطح عضو را ارائه نماید (مانند: خوردگی آرماتور، ترک‌ها، ورقه شدن، تغییرشکل و غیره).

۴-۵-۲-۳ بررسی‌های مقدماتی

بررسی‌های مقدماتی باید بر اساس مطالعهٔ اسناد و سایر مدارک و نتایج حاصله از بازرسی اولیه، اجرا شوند. این امر به منظور شناسایی عیوب بحرانی مربوط به ایمنی و خدمت‌پذیری سازه در آینده و یا اعضای آن صورت می‌پذیرد. انجام این بررسی‌ها می‌تواند بر اساس دانش کلی و تجربه و یا با محاسبات ساده صورت پذیرد.

نتایج بازرسی و بررسی‌های اولیه باید بر اساس سطوح شرایط و سطوح پیآمد توصیف شوند.

انتخاب یک سطح مناسب از شرایط باید مبتنی بر قضاوت علائم مشاهده شده و بررسی‌های اولیه بوده و به سطح مرجع سازه یا عضو سازه‌ای آن وابسته باشد. معمولاً، شش سطح از شرایط (از «خوب» تا «ناامن») تعریف می‌شود.

یادآوری۱- پیوست ب به شرح دقیق‌تری از سطوح شرایط اختصاص دارد.

یادآوری۲- سطوح مرجع برای علت(های) مختلف خرابی را می‌توان در یک پیوست ملی همراه با یک راهنمای تصویری تصویری بر اساس علائم ارائه نمود.

نتایج حاصله از شرایط مشاهده شده و بررسی‌های مقدماتی یک سازه و یا عضو سازه‌ای، در صورت عدم انجام عملیات در یک زمان خاص، باید بر اساس سطوح پیآمد بیان شوند. سطوح پیآمد به نتایج خود سازه اشاره دارد و مستقل از ردهٔ قابلیت اطمینان سازه بوده و باید ثبت شود. به‌طور معمول، ۵ سطح پیآمد از «بدون عواقب» تا «به‌طور بالقوه خطرناک و یا عواقب ناامن (از نظر سازه‌ای)» تعریف می‌شوند.

یادآوری۳- شرح دقیقی‌تری از سطوح پیامد در پیوست **ب** ارائه شده است.

۴-۵-۲-۴ تصمیم‌گیری در مورد اقدامات فوری

هنگامی‌که نتایج بازرسی اولیه و/یا بررسی‌های اولیه حاکی از قرار داشتن سازه در شرایط خطرناک باشد، انجام مداخلات فوری به منظور کاهش وضعیت خطرناک باید به عموم مردم، کارگران و یا ساکنین و سازه‌های مجاور به کاربر گزارش شود. اگر ایمنی سازه و یا عضو سازه‌ای به وضوح پس از ارزیابی اولیه قابل درک نباشد، باید بلافاصله یک ارزیابی دقیق به منظور تخمین عیوب بحرانی اجرا شود و در صورت نیاز، اجرای مداخلات به کاربر توصیه می‌شود.

۴-۵-۲-۵ توصیه‌هایی برای ارزیابی دقیق

هنگامی که بازرسی و بررسی‌های مقدماتی، آشکارا حاکی از ناچیز بودن عواقب ناشی از هر عیب و نقص باشند و سازه یا عضو سازه‌ای برای کاربرد تعیین شده در عمرخدمت باقیمانده طراحی قابل اطمینان باشد، ضرورتی برای انجام ارزیابی دقیق وجود ندارد.

در مواردی که سازه و یا عضو سازه‌ای در یک دورهٔ مشخص زمانی، قابل اطمینان باشد، باید برنامه‌ای برای ارزیابی بعدی تدوین شود.

هنگامی که بازرسی و بررسی‌های اولیه قادر به پاسخگویی به پرسش مطرح شده در مورد قابلیت اطمینان و قابلیت استفاده از یک سازه و یا عضو سازه‌ای نباشند و یا اطلاعات برای برنامه‌ریزی مداخلات ضروری کافی نباشد، انجام یک ارزیابی دقیق توصیه می‌شود.

۴-۵-۳ ارزیابی دقیق

۴-۵-۳-۱ جستجو و بررسی مستندات دقیق

ارزیابی دقیق باید بر اساس ارزش متغیرهای اصلی با توجه به وضعیت واقعی صورت پذیرد. برای این منظور، هدف از بررسی باید ارتقای دانش مربوط به وضعیت کنونی سازه باشد.

این امر شامل یک جستجوی جامع‌تر و بررسی و مرور اسناد شرح داده شده در زیربند ۴-۵-۲-۱ و مبتنی بر ارزیابی مقدماتی است. به‌خصوص، مستندات در برگیرنده موارد زیر در صورت موجود بودن باید مورد بررسی قرار گیرند:

- نقشه‌ها، مشخصات فنی، محاسبات سازه‌ای، سوابق ساخت، سوابق بازرسی و نگهداری، جزئیات مربوط به اصلاحات؛

- مقررات، قوانین، آئین‌نامه‌ها و استانداردهایی که در ابتدا برای طراحی، محاسبات و اجرای سازه مورد استفاده قرار گرفتند؛

- توپوگرافی[1]، خاک و شرایط محیطی، سطح آب زیرزمینی در محل.

۴-۵-۳-۲ بازرسی دقیق و آزمون مواد

هدف از بازرسی دقیق و آزمون مواد، تعیین علل فرسودگی و میزان آن و همچنین ارائه اطلاعات موردنیاز مرتبط با فرسودگی اجزاء و مشخصات فنی مواد ارزیابی شده در تحلیل سازه است که برای برنامه‌ریزی مداخلات ممکن، ضروری است. بازرسی دقیق و آزمون مواد باید به منظور جمع‌آوری داده‌های خاص و مفید جهت ارزیابی اطلاعات دقیق صورت پذیرد. برخی از روش‌های آزمون غیرمخرب و یا با تخریب کم باید اعمال شوند.

بازرسی دقیق و آزمون مواد باید به تکمیل اطلاعات یافت شده از جستجو و بررسی مستندات دقیق منجر شود.

۴-۵-۳-۳ تعیین کنش‌ها

انواع کنش‌ها، کنش‌های مکانیکی و محیطی در سازه و یا اعضای آن باید با انجام تحلیل منطبق بر استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۵۲۸ تعیین شوند و بر اساس آئین‌نامه‌های جاری طراحی مورد بررسی قرار گرفته و مقررات ایجاد شده در طرح ایمنی و بهره‌برداری را مد نظر قرار گیرند. تغییرات در کنش‌های مسبب تغییر در کاربرد و یا تغییر سازه باید در ملاحظات ارائه شده در زیربند ۶-۳-۲ گنجانده شوند.

۴-۵-۳-۴ تعیین خواص سازه‌ها

در برخی از موقعیت‌ها، پاسخ سازه و یا عضو سازه‌ای به کنش (ها) باید به منظور پیش‌بینی ظرفیت تحمل بار، مورد آزمایش قرار گیرد. این آزمایش باید به هر دو صورت استاتیکی و دینامیکی انجام شود. آزمون بارگذاری یک سازه و یا عضو سازه‌ای بسیار پرهزینه و زمان‌بر است. با این وجود، این نوع از آزمون معمولاً ضروری نبوده و تنها هنگامی به‌کار برده می‌شوند که سایر رویکردها مانند تحلیل دقیق سازه‌ای و یا بازرسی به تنهایی قادر به ارائه علائم واضح نباشند و یا در اثبات قابلیت اطمینان سازه با شکست مواجه شوند. هنگامی که انجام این نوع از آزمایشات ضروری است، به پیوست **ب** در استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱، مراجعه شود.

۴-۵-۳-۵ تحلیل سازه

بر اساس مرور مستندات دقیق، بازرسی و آزمون مواد می‌بایست یک تحلیل سازه به منظور تعیین اثرات کنش‌ها بر روی سازه و یا اعضای آن انجام شود. هنگامی که خرابی در یک سازه موجود مشاهده شد، که یک

1- topography

وضعیت عادی در سازه‌های موجود است، ارزیابی قابلیت اطمینان سازه یک چالش وابسته به زمان بوده و این سیر تکاملی وابسته به زمان باید درنظر گرفته شود.

تحلیل سازه می‌تواند بر مبنای اصول تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۵۲۸ باشد. با این وجود، روش حالت حدی ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۵۲۸، پذیرفته می‌شود و در آماده‌سازی و هماهنگ‌سازی استانداردهای ملی و منطقه‌ای برای طراحی سازه در سراسر جهان به کار برده می‌شود و در بیشتر مواقع باید از آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی برای فلسفه ایمنی و محاسبات سازه استفاده نمود.

چند نمونه از روش‌های مناسب تحلیلی در پیوست **ث** استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۵۲۸، برای انجام تحلیل سازه وابسته به زمان موجود است. با این حال، می‌توان در بیشتر مواقع از آیین‌نامه‌های ملی، استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با فلسفه ایمنی و مدل‌های وابسته به زمان استفاده نمود.

یادآوری۱- برای خرابی وابسته به زمان در اغلب موارد، استفاده از حالت‌های حدی مانند زمان آغاز خوردگی آرماتور مبتنی بر داده‌های به دست آمده از سازه، عملی‌تر است.

یادآوری۲- ISO 16204، روش‌هایی ارزیابی از خرابی وابسته به زمان را ارائه می‌کند.

۴-۵-۳-۶ تأیید

بر اساس نتایج به دست آمده از برآورد و ارزیابی دقیق، عملکرد سازه باید با مراجعه به مقررات تعریف شده مانند مقررات دولتی (استانداردها و آیین‌نامه‌ها)، کارفرما، طراح، کاربر و غیره تأیید شود. در صورت نیاز، با اجرای تحلیل سازه، رفتارهای سازه با در نظر گرفتن خواص مطروحه، مورد تحقیق و پژوهش قرار می‌گیرد. نتایج حاصله از ارزیابی باید برای بیان نتایج بررسی شده، مستند شود.

آیین‌نامه‌ها و استانداردهای حاضر باید برای راستی آزمایی سازه، مورد استفاده قرار گیرند. آیین‌نامه‌ها و استانداردهای سابق که در زمان ساخت سازه‌های موجود مورد تأیید بودند، باید به‌عنوان اسناد اطلاعاتی به‌کار روند. در روش دیگر، می‌توان تأیید را بر اساس عملکرد رضایت‌بخش گذشته و با توجه به توسعه فرآیندهای خرابی وابسته به زمان، در نظر گرفت. در صورت به‌کارگیری این رویکرد، مرجع بر حسب بند ۸ از استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱تدوین می‌شود.

معرفی جزئیات بیشتر از ارزیابی و تحلیل نتایج حاصله از ارزیابی برای سازه‌های موجود در بند ۷ ارائه می‌شود.

۶-۴ گزارش نتایج حاصله از ارزیابی

به‌عنوان مرحله نهایی، تمامی نتایج بررسی شده و ارزیابی شده باید در گزارش مستند در بند ۸ ارائه شود.

۴-۷ قضاوت و تصمیم گیری

بر اساس همهٔ اطلاعات موجود حاصله از بازبینی مستندات، بازرسی و آزمون مواد، باید مورد قضاوت قرار گیرند و تصمیمات نهایی صادر شوند.

شرایط یک سازه در یک سطح از شرایط و یک سطح از پیآمد طبقه‌بندی می‌شود (به پیوست **ب** مراجعه شود).

احتمال وقوع یک پیآمد معین برای یک سازه و یا عضو سازه‌ای در زمان حاضر و یا در آینده باید مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج به دست آمده از این ارزیابی، تخمینی از ریسک ناشی از عیوب را ارائه خواهد نمود.

ریسکات محتمل باید ارزیابی و گزارش شوند و به‌عنوان مبنایی برای توصیه این امر قرار گیرند که آیا به اقدام (اقدامات) فوری نیاز است یا خیر. پیآمد(های) ناشی از ریسک باید ثبت شوند.

یادآوری- در پیوست پ، شرح دقیق‌تری از ارزیابی و تأیید ارائه شده است.

در صورت لزوم، این سند باید با مشخصات یک پروژهٔ تعمیر و نگهداری یک سازه و یا یک عضو سازه‌ای به پایان برسد. مرجع تدوین شده در قسمت سوم این استاندارد، اطلاعات مربوط به برنامه‌ریزی و طراحی نگهداری، تعمیر و پیشگیری ارائه می‌شوند.

۴-۸ مداخله

زمانی که به هر گونه از مداخله نیاز باشد، در مشخصات فنی پروژه بیان می‌شود. مرجع تدوین شده در قسمت چهارم این استاندارد، اطلاعات مربوط به اجرای فرآیند نگهداری، تعمیر و پیشگیری را ارائه می‌کند.

۵ تحقیق و جمع‌آوری داده‌ها در محل و آزمایشگاه

۵-۱ کلیات

عملیات در محل و در آزمایشگاه، بخش پرهزینه ارزیابی را تشکیل می‌دهند که باید به دقت برنامه‌ریزی شود تا عملیات در یک روش مؤثر و بر طبق جدول زمانی انجام شود.

در انجام یک ارزیابی، محدوده و هدف باید مورد ارزیابی قرار گرفته و طرف‌های درگیر و مسئولیت‌هایشان باید به وضوح توسط یک شخص دارای صلاحیت تعریف شود. این امر باید در مشخصات فنی پروژه که حداقل شامل موارد زیر است، ارائه شود:

- تشریح عملیاتی که باید اجرا شوند، روش‌ها و منابعی که مورد استفاده قرار می‌گیرند؛
- دستورالعمل‌های ایمنی و مراقبت از محیط اطراف؛
- آن‌چه یک گزارش باید در بر داشته باشد؛
- هزینه ارزیابی شده و برنامه زمانی.

یادآوری- در برخی از مطالعات، می‌توان مشخصات فنی پروژه را به اسناد مختلف تقسیم نمود. یک بخش می‌تواند تعریف و توصیفی از عملیات به‌عنوان مبنایی برای مناقصه باشد. یک بخش می‌تواند برنامه‌ریزی عملیات را تحت پوشش قرار دهد. یک بخش می‌تواند به تنهایی به بررسی و بازرسی اختصاص یابد. هنگامی که مشخصات یک پروژه به چندین قسمت تقسیم می‌شود، بخش‌های بعدی به نتایج بخش‌های قبلی وابسته هستند.

۲-۵ برنامه‌ریزی و اجرای بازرسی و جمع آوری داده

برای دستیابی به اهداف ارزیابی، روش‌ها و موارد تحت بازرسی باید به‌درستی برنامه‌ریزی شوند. اطلاعات دقیق مورد نیاز برای تأیید باید از این ارزیابی حاصل شوند. مهندس مسئول مسلماً باید هر گونه ملاحظات اصلی درباره عملکرد سازه و پایایی را درک نماید و اهمیت موارد تحت بازرسی باید قبل از شروع عملیات بازرسی درنظر گرفته شوند.

برنامه‌ریزی شامل تمامی عملیات مقدماتی است که توسط بازرس انجام می‌شود تا ارزیابی مطابق با اهداف و حوزه خود اجرا شود.

فهرست ملاحظات مربوط به محل قرارگیری سازه که در اجرای عملیات در محل دارای اهمیت هستند، باید ذکر شود. در مورد ضروری بودن بازدید از سازه قبل از نهایی سازی برنامه‌ریزی باید تصمیم‌گیری شود.

اطلاعات اصلی سازه مانند نقشه‌ها، محاسبات و اطلاعات موارد ساختمانی اجراء شده باید در صورت امکان ارزیابی گردند. برای تکمیل ارزیابی سازه‌های بتنی پیش‌تنیده به مهارت تخصصی نیاز است.

اطلاعات مربوط به عمر خدمت سازه مانند بارها، قرار گرفتن در شرایط محیطی، ارزیابی شرایط قبل و عملیات امکان‌پذیر از جمله مقاوم‌سازی با کامپوزیت‌ها (مواد ترکیبی) باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

یک سامانه برای ثبت باید به گونه‌ای عمل نماید که همهٔ مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها بدون هیچ ابهامی در سازه قرار گیرند.

بر اساس اهداف بازرسی، باید طرح دقیقی برای آن‌چه در محل سازه انجام می‌شود، تدوین شود.

تهیه فهرستی از تجهیزات تعبیه شده برای انجام عملیات برنامه‌ریزی شده در مدت بازرسی محلی ضروری است.

زمان و هزینه عملیات برنامه‌ریزی شده هم در محل و هم در آزمایشگاه و همچنین ارزیابی موارد ثبت شده و نتایج آزمون و تهیه گزارش باید بخشی از برنامه‌ریزی باشند.

بازرسی و جمع آوری داده برای دسترسی به داده‌های مورد نیاز به منظور تأیید عملکرد سازه، پایایی و عمر خدمت باقیمانده باید بر اساس برنامه‌ریزی ارزیابی اجرا شوند.

یادآوری- شرح دقیقی‌تری از برنامه‌ریزی یک سازه در بند الف-۱پیوست **الف** ارائه شده است.

۵-۳ ثبت شرایط

۵-۳-۱ کلیات

ثبت شرایط، یک جمع‌آوری اصولی از مشاهدات و نتایج آزمون در محل و در آزمایشگاه است. حدود ثبت باید در مدت بازرسی برای پی بردن به این‌که آیا هدف و مقصود از عملیات دست‌یافتنی خواهد بود، تخمین زده شود.

یادآوری- شرح دقیق‌تری از ثبت شرایط از جمله خواصی که باید در محل و در آزمایشگاه آزموده شود و با روش‌های جاری آزمون نشان داده شوند، در بند الف-۲پیوست **الف** ارائه شده است.

۵-۳-۲ ثبت و مستندسازی شرایط

شرایط یک سازه و یا یک عضو سازه‌ای باید با سطح شرایط (به زیربند۴-۵-۲-۳ و پیوست ب مراجعه شود) و بر اساس یک و یا چند علائم مجزا و یا به صورت ترکیبی از علائم و یا از نتایج حاصله از آمون مشخص شود. سطح شرایط باید بر مبنای یک سامانه مرجع تعیین شده در مشخصات فنی پروژه برای ارزیابی، تعریف شود؛ سطوح شرایط را می‌توان در یک پیوست ملی برای این قسمت از استاندارد بیان کرد.

یادآوری- مرجع ارزیابی سطح شرایط معمولاً حالت اصلی سازه و یا عضو سازه‌ای است.

شرایط باید با تشریح بازرسی ظاهری، طرح‌ها، نقشه‌ها، تصاویر، نتایج آزمون و اندازه‌گیری‌ها مستندسازی شوند.

اگر عیبی با داشتن علائم و یا بدون داشتن علائم، ثبت شود، باید به همراه سامانه مرجع برای ارزیابی عیوب ارائه شود. عیوب باید با توصیف بازرسی ظاهری، طرح‌ها، نقشه‌ها و تصاویر ثبت شود.

۵-۳-۳ انتخاب موارد تحت بازرسی

بازرسی دقیق باید در صورت لزوم شامل آزمون‌ها و اندازه‌گیری برای مقاومت مغزه بتن[1]، ضخامت پوشش، عمق کربناسیون[2]، مقطعی از یون کلرید[3] و بازبینی بیشتر مستندات و بازرسی ظاهری باشد(به پیوست **الف** مراجعه شود). جزئیات و میزان داده‌ها باید به گونه‌ای الزامات را ارزیابی کند که مهندس بتواند عملکرد سازه‌ای، پایایی و عمر خدمت باقیمانده را بررسی نماید.

1- Concrete core strength

2- Carbonation depth

3 -Chloride ion profile

۵-۳-۳-۱ بازرسی ظاهری

بازرسی ظاهری یک بخش بسیار مهم در ارزیابی اولیه است.

یادآوری- فهرستی از عیوب/ علائم مهمی که باید در یک بازرسی ظاهری در نظر گرفته شوند، در جدول الف-۱ فهرست شده‌اند.

هنگامی که اطلاعات به دست آمده از اجرای بازرسی ظاهری در ارزیابی اولیه برای دستیابی به هدف ارزیابی کافی نباشد، یک بازرسی ظاهری دیگر باید برای دستیابی به داده‌های مکمل مورد نیاز اجرا شود. همهٔ منابع احتمالی مربوط به خرابی، تغییرشکل و هر علتی از مشکلات سازه باید علاوه بر موارد تحت بازرسی ظاهری در ارزیابی اولیه مورد بررسی قرار گیرند.

یادآوری- مثال‌هایی از این موارد در بند الف-۳ پیوست **الف** ارائه شده است.

۵-۳-۳-۲ آزمون‌ها و اندازه‌گیری‌ها

آزمون‌ها و اندازه‌گیری‌های اصلی انجام شده را در طول ارزیابی دقیق ممکن است شامل موارد ذکر شده در پیوست **الف** باشد. پیوست **الف** دارای فهرستی از خواص رایج و روش‌های آزمون مورد استفاده در محل و در آزمایشگاه است. محل و تعداد نقاط جمع‌آوری داده‌ها باید مطابق با آئین‌نامه‌های ملی مربوطه و با توجه به نوع سازه و همگنی مواد تعیین شوند. تجهیزات مورد استفاده در آزمون‌ها و اندازه‌گیری‌ها باید از لحاظ دقت مورد نیاز برای ارزیابی و تأیید، بررسی شوند.

هنگامی که در ارزیابی خواص بتن و آرماتور به نمونه‌هایی از آن‌ها نیاز باشد، این نمونه‌ها باید از مکانی انتخاب شوند که حذف و یا بریدگی موجب کاهش انسجام و ایمنی سازه نشود.

عملیات انجام شده بر روی سازه باید به‌طور مناسب در مدت ارزیابی مورد توجه قرار گیرد. اطلاعات مربوط به این عملیات را می‌توان از مستندات طراحی که شکی در صحت آن‌ها نیست، به دست آورد. با این وجود، هنگامی که این عملیات سختگیرانه تر از موارد مشخص شده در اسناد و یا آئین‌نامه‌های ملی انجام می‌شوند، ممکن است ارزیابی دقیق آن‌ها ضروری باشد.

۵-۳-۳-۳ مستندسازی نتایج پس از بازرسی

نتایج حاصله از آزمون و اندازه‌گیری‌ها و همچنین بازبینی اسناد و بازرسی ظاهری در بازرسی دقیق باید به‌گونه‌ای ثبت شوند که امکان انجام تحقیق مناسب و مؤثر میسر شود. مستندات باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشند:

- فهرست اسناد بازبینی شده؛

- بخش ضروری از اسناد؛

- خلاصه‌ای از بازبینی اسناد؛
- روش بازرسی ظاهری؛
- داده‌های بازرسی ظاهری از قبیل تصاویر و اَشکال؛
- خلاصه‌ای از بازرسی ظاهری؛
- موارد و روش های آزمون و اندازه‌گیری؛
- داده‌های حاصله از آزمون و اندازه‌گیری؛
- خلاصه ای آزمون‌ها و اندازه‌گیری؛
- تعیین مکان نمونه‌های مورد آزمایش در سازه.

یادآوری- برای اطلاعات بیشتر به بند ۸ مراجعه شود.

۶ ارزیابی و تأیید

۶-۱ ارزیابی عمل

۶-۱-۱ اصول و قواعد

اقدامات مورد استفاده در ارزیابی باید بر اساس آئین‌نامه‌های متداول طراحی، باشند. تغییرات در اقدامات ناشی از تغییر در کاربرد و یا اصلاحات انجام شده بر روی سازه باید در نظر گرفته شوند.

۶-۱-۲ ارزیابی بر اساس اسناد

در صورت صلاحدید، اقدامات باید بر حسب اسناد مربوط به ساخت و آئین‌نامه‌های جاری طراحی مشخص شوند. برای اهداف آموزنده، ممکن است اقدامات با توجه به علت اصلی طراحی سازه، بر اساس نقشه‌ها و آئین نامه‌هایی تعیین شود که در دوره طراحی سازه اصلی معتبر بوده‌اند.

۶-۱-۳ ارزیابی بر اساس بازرسی

موارد شامل هر گونه عدم قطعیت در کنش‌ها، باید بر اساس بازرسی تعیین شوند. ممکن است تعیین کنش-های بلند مدت و گسترده، به تحلیل آماری و یا احتمالاتی نیاز داشته باشد.

یادآوری- در نظر گرفتن مشخصه‌های خاص سازه از قبیل محیط اطراف آن در زمان تعیین کنش‌ها، ممکن است مفید باشد.

۶-۲ ارزیابی مواد و جزئیات سازه

۶-۲-۱ کلیات

جمع‌آوری اطلاعات از ثبت شرایط از جمله اطلاعات کنونی از ساخت و بهره‌برداری، مشاهده در محل سازه، نتایج حاصله از انجام آزمون‌ها در محل سازه و آزمایشگاه در بند ۵ مورد بررسی قرار می‌گیرد. این بند شامل ارزیابی و تحلیل مشاهدات و نتایج مربوطه می‌باشد.

۶-۲-۲ مقدار متوسط و تغییرپذیری[1]

نه تنها مقدار متوسط بلکه تغییرپذیری در خواص مواد و جزئیات سازه‌ای نظیر مقاومت، مدول الاستیسیته و ضخامت پوشش باید در ارزیابی دقیق در نظر گرفته شوند. تغییرپذیری با انحراف معیار استاندارد[2] و یا ضریب تغییرات[3] نشان داده می‌شود و نباید از حداکثر احتمال قابل قبول خرابی، بیشتر شود.

۶-۲-۳ بتن

۶-۲-۳-۱ مقاومت فشاری

مقاومت فشاری بتن باید بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی دقیق، بررسی شود.

۶-۲-۳-۲ مدول الاستیسیته[4]

مدول‌های الاستیسیته بتن باید با آزمایش نمونه‌های اصلی در زمانی مورد ارزیابی قرار گیرند که فرمول تجربی برای استخراج آن از مقاومت فشاری کافی نباشد.

۶-۲-۳-۳ عمق و نرخ کربناسیون

آسیب‌پذیری آرماتور در اثر خوردگی ناشی از کربناسیون و گسترش بیشتر آن باید بر اساس اصول ارائه شده در استاندارد ISO 16204 تخمین زده شود.

۶-۲-۳-۴ غلظت کلرید و ضریب انتشار[5]

آسیب‌پذیری آرماتور در اثر خوردگی ناشی از کلرید و توسعه بیشتر آن باید بر اساس اصول مطرح شده در استاندارد ISO 16204 تخمین زده شود. غلظت یون کلرید در سطح بتن یک سازه و ضریب انتشار آشکار،

1- Average value and variability

2- Standard deviation

3- Coefficient of variation

4- Modulus of elasticity

5- Chloride concentration and diffusion coefficient

همزمان با اعمال تحلیل رگرسیون و با استفاده از حل معادلهٔ انتشار بر اساس قانون دوم فیک[1]، بر حسب مقطع کلی غلظت یون کلرید که از نمونهٔ بتن به‌دست آمده، با تحلیل شیمیایی محاسبه می‌شوند.

۶-۲-۳-۵ سایر موارد

آسیب ناشی از یخزدگی، خرابی شیمیایی و غیره باید توسط تحلیل‌های آکوستیک[2]، سنگ‌نگاری[3] و شیمیایی برآورد شود و در صورت نیاز، ترک مشاهده شده توسط میکروسکوپ و سایر روش‌های به‌کار رفته برای کسب اطلاعات ارزشمند در خصوص ترکیبات بتن، شرایط کنونی و بالقوه برای خرابی بیشتر، مورد بررسی قرار گیرند.

۶-۲-۴ آرماتور

۶-۲-۴-۱ مقاومت جاری شدن تقویت

مقاومت تسلیم آرماتور باید محاسبه شود. با توافق مهندسان و مسئولان ساختمان می‌توان از اطلاعات مربوط به مقاومت تسلیم آرماتور که از گزارشات آزمون ارائه شده توسط سازنده آرماتور و یا گزارشات تهیه شده توسط یک موسسه عمومی برای آرماتور سازه‌های قدیمی‌تر به دست آمده است، استفاده نمود.

۶-۲-۴-۲ جزئیات آرماتور

تعداد، مکان‌ها و ابعاد آرماتور باید مورد تأیید قرار گیرند. چندین عامل وابسته به آرماتور مانند ازدیاد طول، گیرایی میلگرد و کاهش سطح مقطع و یا کاهش پیوستگی ناشی از خوردگی باید علاوه بر مقاومت تسلیم آرماتور، در نظر گرفته شوند.

۶-۲-۵ جزئیات سازه‌ای

۶-۲-۵-۱ هندسهٔ سازه و اعضای آن

هندسه سازه و عضو آن مانند اندازه و موقعیت باید با توجه به اسناد طراحی، بررسی شوند. در صورت وجود تفاوت‌های نامناسب، باید آن را بر اساس نتایج تحقیق انجام شده در ارزیابی دقیق سازه‌ای مورد ارزیابی قرار داد.

1- Fick’s second law

2- Acoustic

3- Petrographic

۶-۲-۵-۲ ضخامت پوشش

ضخامت پوشش بتنی آرماتور باید در زمان بررسی پایایی و یا عملکرد سازه در طول زمان، مورد ارزیابی قرار گیرد.

۶-۲-۵-۳ شناسایی ناهنجاری‌های داخلی توسط آزمایشات غیر مخرب

اگر وجود ناهنجاری‌های داخلی مانند حفرات داخلی، ترک و نواحی بتنی با کیفیت نامرغوب که موجب کاهش ظرفیت سازه می‌گردند، مورد شک باشد، باید مکان و شدت آن‌ها با استفاده از برخی از روش‌های مناسب نظیر ژرف‌سنجی[1]، سرعت پالس[2]، روش ضربه-اکو، روش پاسخ ضربه، رادار نفوذ به زمین، ترموگرافی مادون قرمز و یا رادیوگرافی مشخص شود.

۶-۳ تأیید عملکرد سازه

۶-۳-۱ کلیات

تأیید عملکرد سازه باید با در نظر گرفتن شرایط مواد و جزئیات سازه محاسبه شود.

عملکرد سازه شامل جنبه‌هایی ایمنی، پایایی و قابلیت استفاده از سازه است.

تأیید عملکرد سازه باید تحت نظارت مهندسان مسئولی انجام شود که دارای دانش و تجربه کافی درزمینهٔ مهندسی سازه، طراحی و ارزیابی باشند.

۶-۳-۲ مبنای تأیید

تأیید عملکرد سازه ممکن است مبتنی بر آئین‌نامه‌ها و استانداردهای معتبر در محل استفاده و در زمان انجام بررسی باشد.

یادآوری- در بسیاری از موارد، استانداردهای جاری به طراحی سازه‌های جدید وابسته‌اند که ممکن است برای ارزیابی موارد موجود مناسب نباشند. بنابراین، تأیید عملکرد سازه‌ها باید بر اساس آئین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوط به سازه‌های موجود باشد. تأیید بر حسب استانداردهای مربوط به طراحی سازه‌های جدید ممکن است به معیارهای محافظه کارانه و غیر ضروری منجر شود.

۶-۴ قضاوت

عملکرد سازه باید بر حسب کل داده‌ها و اطلاعات حاصل از شرایط کنونی سازه و بر اساس معیارهای عملکردی قابل اجرای مشخص شده در آئین‌نامه‌های جاری طراحی که در محل استفاده معتبرند، محاسبه شود. سناریوهای زیر باید قابل اجرا باشند:

1- Sounding

2- Pulse velocity

الف- سازه دارای عملکرد کافی است، به اقدامات بیشتری نظیر ارزیابی دقیق بیشتر و یا مداخله نیاز نیست.

ب- تعویق تصمیم‌گیری. ضروری است تا ارزیابی دقیق بیشتری انجام شده و /یا برخی از نظارت‌ها ادامه یابند.

ج- سازه دارای عملکرد کافی نیست. به برخی از مداخلات نیاز است.

۷ توصیه‌ها

اقدامات پیشنهادی باید بر اساس هدف و محدوده ارزیابی و نتایج حاصل از ارزیابی اولیه و دقیق ارائه شود. اقدامات توصیه‌ای ممکن است شامل موارد زیر باشند:

- گسترش ارزیابی و/یا جستجوی عیوب پنهان؛

- حذف علت(ها) و یا جلوگیری از توسعه آن‌ها؛

- بهبود عملکرد خاص سازه.

یادآوری۱- اصول و روش‌های حفاظتی و تعمیر در قسمت سوم این استاندارد ارائه می‌شوند.

اقدامات توصیه‌ای باید برحسب اولویت و اینکه اجرای هر اقدام در چه زمانی توصیه می‌شود، مشخص گردند.

محاسبه هزینه در هر سطح حدسی برای هر اقدام توصیه‌ای محاسبه شود.

یادآوری۲- ارزیابی هزینه لزوماً به گنجاندن مواردی برای طراحی و نظارت بر هزینه‌ها، افزایش، ترتیب دهی با مرحله‌ای کردن پروژه و شرایط غیرقابل پیش‌بینی، پنهان نیاز ندارد. چنین محدودیت‌هایی در ارزیابی هزینه باید در بالاترین حد ممکن شناسایی شده باشند.

یادآوری۳- شرح دقیق‌تری از توصیه‌ها در پیوست **ت** ارائه می‌شود.

۸ گزارش

گزارش باید برای کل ارزیابی‌ها ارائه شود.

گزارش باید حداقل شامل قسمت‌های زیر باشد:

- خلاصه و اساساً چکیده گزارش؛

- مقدمه شامل حوزه تحقیقات؛

- اطلاعات اصلی؛

- ثبت مشاهدات؛

- ارزیابی شرایط، از جمله سطح شرایط و سطح پیآمد؛

- تأیید عملکرد سازه؛

- نتیجه‌گیری؛

- توصیه‌ها؛

- ارزیابی هزینهٔ حدسی (از نقطه نظر هزینه احتمالی)؛

- پیوستهای محتمل ارائه کننده جزئیات، در صورت لزوم.

یادآوری- شرح دقیق‌تری از محتوای گزارش در پیوست **ث** ارائه می‌شود.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

سطوح ارزیابی، آزمون‌های تحقیقاتی و نمونه‌هایی از ارزیابی‌ها

الف-۱ سطوح ارزیابی

الف-۱-۱ کلیات

هدف و حوزه ارزیابی برای انتخاب سطح ارزیابی قطعی است. یک ارزیابی را می‌توان در سطوح زیر اجرا نمود:

- ارزیابی اولیه؛
- ارزیابی دقیق.

از هر دو نقطه نظر فنی و اقتصادی، توصیه می‌شود که عملیات در ابتدا با یک ارزیابی اولیه آغاز شود، مشروط بر اینکه موقعیت‌های مسبب ارزیابی، بلافاصله اجرای یک ارزیابی دقیق را تحمیل ننمایند. این امر، تصمیم‌گیری دربارهٔ اینکه کدام یک از بخش‌های سازه به ارزیابی دقیق‌تری نیاز دارد، آسان‌تر خواهد ساخت. ارزیابی اولیه در برخی از مواقع، عیوب و علائمی را نشان می‌دهد که باید به‌عنوان بخشی از ارزیابی دقیق تحت بازرسی بیشتر قرار گیرند.

وضعیت سازه‌های بتنی با استفاده از اطلاعات طبقه‌بندی شده در سه گروه زیر مطابق با شکل الف-۱، تعیین می‌شوند:

الف- سوابق و اسناد ساخت‌وساز اجرا شده

یادآوری۱- اطلاعات این گروه درباره مقاومت مواد، ابعاد عضو و غیره در پایان ساخت و ساز است. به عبارت دیگر، این اطلاعات مربوط به عملکرد اصلی سازه قبل از شروع تعمیر می‌باشند. سوابق، فعالیت‌های نگهداری مانند تعمیر و یا مقاوم‌سازی را نشان می‌دهند.

ب- خرابی و تغییرشکل

یادآوری۲- اطلاعات این گروه مربوط به پدیده‌های رخ داده در سازه پس از اتمام آن مانند ترک‌ها، ورقه شدن و خمیدگی است.

ج- اقدامات

یادآوری۳- اطلاعات این گروه دربارهٔ کنش‌های خارجی اعمال شده به سازه می‌باشد. بارها و شرایط محیطی از جملهٔ این کنش‌ها محسوب می‌شوند.

تحقیق در ارزیابی برای دستیابی به اطلاعات ذکر شده در بالا، به سطح ارزیابی و نوع وضعیتی که باید مشخص شود، وابسته است.

شکل الف-۱- سه رده از اطلاعات به دست آمده از ارزیابی

الف-۱-۲ ارزیابی اولیه

یک ارزیابی اولیه، در ابتدا یک بازرسی ظاهری از سازه است که احتمالاً با برخی از اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمون‌های آزمایشگاهی تکمیل می‌شود (به‌عنوان مثال، عمق کربناسیون پوشش بتن، مقدار کلرید و غیره).

اهداف یک ارزیابی اولیه را می‌توان به صورت زیر شرح داد:

- ارائه یک ارزیابی کلی از وضعیت یک قسمت از سازه، یک سازه و یا تعدادی از سازه‌ها؛
- ایجاد طرح‌هایی برای ارزیابی دقیق، در صورت نیاز؛
- تعیین این‌که آیا مساحت خرابی ظاهری که از قبل ثبت شده‌اند، به شدت افزایش یافته است یا خیر؛
- سند توسعه اولیه خرابی؛
- شناسایی عواقب وقوع عیوب؛
- محاسبه نیاز به اقدام (اقدامات) پیشگیرانه.

از آنجایی که این امر در درجه اول، یک بازرسی ظاهری است، وسایل مانند داربست، آسانسور و غیره به‌طور محدود موردنیاز هستند. بازرسی ظاهری از زمین، قایق و یا هر مکان در دسترس در سازه مانند بام‌ها، بالکن‌ها و غیره با استفاده از دوربین دوچشمی صورت می‌پذیرد. در شرایط مورد نیاز برای عملی ساختن این کار می‌توان از نردبان، آسانسور و غیره استفاده نمود. این امر باید در هر وضعیت بررسی شود. ارزیابی اولیه، مناطق دور از دسترس (به‌عنوان مثال اعضای زیر بستر مانند پی‌ها) و یا بازرسی زیر آب را در بر نمی‌گیرد.

بازرسی ظاهری شامل ثبت کلی نقایص عینی و علائمی نظیر تَرک‌ها، شیارها، قلوه کن شدن، جابه‌جایی، انحناء، لکه‌های زنگ‌زدگی و غیره می‌باشد. برخی از عیوب/علائم واقعی که باید در طول بازرسی ظاهری مورد جستجو قرار گیرند عبارتند از:

- ورقه شدن[۱]؛
- ترک‌ها، شیارها و ترک‌های پوست ماری[۲]؛
- کرموشدگی[۳]؛
- خوردگی آرماتور[۴]؛
- تغییرشکل و انحناء ماندگار[۵]؛
- خاک شویی[۶]؛
- رسوب آهک، نمک و غیره (شوره زدگی)[۷]؛
- بتن ضعیف و لایه لایه شده[۸]؛
- متلاشی شدگی موضعی[۹]؛
- محدب شدگی زیاد[۱۰]؛
- تغییر رنگ[۱۱]؛
- فرسودگی و سائیدگی[۱۲]؛
- فرسایش[۱۳] و
- پوسته‌پوسته شدن[۱۴].

فهرستی از علائم و علل احتمالی عیوب در جدول الف-۱ ذکر شده است، هر چند این فهرست شامل همه موارد نیست. این اقدام با بررسی همه اسناد تکمیل می‌شود که شامل موارد زیر بوده اما به آن‌ها محدود نمی‌شود:

1- spalling
2- cracks, fissures, and crazing
3- honeycombs
4- reinforcement corrosion
5- deformation and displacement
6- elution
7- efflorescence of lime, salt, etc.
8- delaminating, loose concrete
9- disintegration
10- overgrowing
11- discolouring
12- wearing and abrasion
13- erosion
14- erosion

- نقشه‌های سامانه سازه؛
- نقشه‌های آرماتور؛
- مشخصات فنی؛
- طراحی سازه؛
- مواد؛
- طرح اختلاط بتن؛
- اجرای پروتکل‌ها؛
- جلسات و صورت جلسات؛
- ذخیره‌سازی و انتقال مواد و محصولات؛
- اجرای آزمون؛
- اجرای کنترل.

اطلاعات واقعی مورد نیاز برای انجام ارزیابی در دوره بهره‌برداری می‌تواند شامل موارد زیر باشد اما محدود به آن‌ها نمی شود:

- ارزیابی‌های قبلی؛
- تعمیر و نگهداری در گذشته؛
- شرایط ایجاد شده در مدت بهره‌برداری؛
- تاریخچه بار (اضافه بار) ؛
- تغییر کاربرد سازه؛
- بارهای فیزیکی؛
- حوادث (مکانیکی، آب، حریق، گاز و غیره) ؛
- استفاده از مواد شیمیایی (نمک‌ها و غیره) ؛
- نوسازی؛
- اطلاعات محیطی (رطوبت، دما، بارهای شیمیایی و بیولوژیکی).

جدول الف-۱- علائم و علل احتمالی عیوب

علل ← / عیوب↓	خشک شدگی/ انقباض	خوردگی آرماتور	ترک‌خوردگی ناشی از یخ‌زدگی	واکنشهای قلیایی	طبقه‌خاک شسته‌شده	حمله سولفات	حمله اسید	حمله نمک	حمله دما	انقباض پلاستیکی	نشست پلاستیکی	حرارت بالای پخت	انجماد در بتن تازه	عیوب ریخته گری	اضافه بار
جداشدگی رویه		•		•				•	•						•
جداشدگی رویه در امتداد آرماتور		•													
لایه لایه شدگی	•	•	•					•	•						
تجزیه/ کهنگی			•			•	•	•	•				•		
ترکها در امتداد آرماتور		•								•	•				
ترک‌های مورب/ مایل															•
ترکهای موضعی تصادفی	•		•						•	•		•	•		•
ترک‌های عرضی												•			•
ترک‌های تیره رنگ و مرطوب				•	•										
ترک‌های ریز سطحی	•		•	•		•		•	•	•					
ترک های همراه با رسوب		•		•	•										
رسوب آهک، نمک (شوره زدگی)					•										
رسوب ناشی از زنگ زدگی		•													
رسوب ناشی از ژل				•											
آرایش شش گوشه (لانه زنبوری)														•	
خیز/ تغییرشکل														•	•
تغییر مکان و نشست														•	•
تابیدگی/پیچیدگی لبه	•														•
خرد شوندگی															•

اطلاعات حاصله از دوره ساخت و بهره‌برداری برای اطلاع‌رسانی در زمینه طراحی و حالت عملکرد، اعلام بخش‌های سازه‌ای بحرانی و یا آسیب‌پذیر، بودن پایگاهی برای ثبت و آزمایش و کاهش میزان ثبت بسیار مفید است. مستندات به‌دست آمده از دورهٔ ساخت و بهره‌برداری معمولاً بسیار ناقص هستند. با این وجود، هدف آن باید تا حد امکان، جمع آوری داده های مربوطه باشد.

تجربه نشان می‌دهد که حتی اطلاعات محدود می‌توانند مفید واقع شوند.

فهرست موارد و یا سؤالات به دست آمده در طول بررسی سوابق مربوط به هر وضعیت چون ساخت، تبدیل‌ها و یا تغییرات احتمالی در کاربرد سازه از زمان ساخت‌وساز اصلی باید ایجاد شوند و در این زمینه تحت بررسی قرار گیرند. ایجاد تغییرات در سازه‌های موجود در حال خدمت یک امر رایج است و نیاز به توجه ویژه و ارزیابی دارد، چرا که بیانگر مناطق حساس در سامانه سازه‌ای است.

اگر مسائل مربوط به سازه، شک‌برانگیز باشند، باید توجه ویژه‌ای نسبت به اتصالات، مناطق تکیه‌گاهی، مناطقی با تغییر غیرمنتظره در شکل هندسی و مناطقی که تراکم بار در آن رخ می‌دهد، معطوف شود. در مناطقی از سازه که دارای ترک‌های قابل ملاحظه‌ای هستند، ملاحظات باید در نظارت بر حرکت ترک متمرکز شود. این اطلاعات در تحقیقات بعدی ارزشمند می‌باشند.

ممکن است در محل ایجاد تغییرات در سازه، بدون وجود مستندات مناسب به اندازه‌گیری‌های بیشتری نیاز باشد. مواجهه با تغییرات ایجاد شده در یک سامانه سازه‌ای بدون آگاهی از اهمیت آن‌ها یک امر رایج و غلط است. اگر دلیلی بر این باور وجود دارد که می‌توان تغییرات را با پاسخ و یا ظرفیت سامانه سازه‌ای تحت تأثیر قرار داد، توصیه‌های مربوط به عملیات ترمیمی، می‌توانند راهگشا باشند. در صورت پی بردن به این امر که ماهیت و میزان مشکلات به گونه‌ای است که نیازمند اقدام فوری هستند، باید بلافاصله به کارفرما اطلاع داده شود.

هنگامی که ارزیابی اولیه حاکی از موقعیت‌هایی است که باید دقیق‌تر تحت بررسی قرار گیرند، مانند شرایط مربوط به ایمنی و یا ریسکات بالقوه، گزارش ارزیابی باید شامل توصیه‌هایی برای ارزیابی دقیق باشد.

یک رابطهٔ استاندارد بین مورد تحت بازرسی و اطلاعات مورد انتظار در ارزیابی اولیه در جدول الف-۲ ذکر شده است. جداسازی رابطهٔ ایمنی و خدمت‌پذیری معمولاً یک امر دشوار است. بنابراین، این روابط در کادرهای یکسانی از جدول الف-۲ ارائه می‌شوند.

جدول الف-۲- موارد تحت بازرسی برای ارزیابی اولیه

عملکرد	موارد تحت ارزیابی	
	بازبینی اسناد	بازرسی ظاهری
ایمنی و خدمت-پذیری	مشخصه‌ها در پایان کار و سوابق - ابعاد و اَشکال - آرماتور - مقاومت مواد (بتن، فولاد) - سوابق کنترل کیفی اقدامات - بارهای طراحی - بارهای کاری	فرسودگی و تغییرشکل - ترک‌خوردگی - خیز (خمش)، نشست، انحراف - قلوه کن شدن
پایایی	مشخصه‌ها در پایان کار و سوابق - ضخامت پوشش - مقاومت بتن (مقاومت طراحی، مقاومت ویژه) - مواد و طرح اختلاط بتن - سال‌ها پس از خاتمه کار اقدامات - دما، رطوبت، فاصله از خط ساحلی و مانند آن‌ها - شرایط خیس‌شدگی مانند بارش	فرسودگی و تغییرشکل - ترک‌خوردگی - قلوه‌کن شدن - لکه زنگ‌زدگی - تغییر رنگ - ناحیه‌ای که شیرآبهٔ بتن دفع شده

الف-۱-۳ ارزیابی دقیق

یک ارزیابی دقیق شامل بازرسی ظاهری کامل‌تر و اندازه‌گیری‌های جامع است که بر روی سازه و در آزمایشگاه بر روی نمونه‌هایی از سازه انجام می‌شود.

هدف از ارزیابی دقیق ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- تحقیق درباره میزان آسیب؛
- تعیین علت (علل) عیوب مشاهده شده؛
- ارزیابی این‌که آیا آسیب در صورت بی‌توجهی افزایش خواهش یافت و یا خیر؛
- ارزیابی اصول ممکن درخصوص فرآیند تعمیر و نگهداری برای طراحی عملیات تعمیر از جمله توسعه تعمیرات توصیه شده و
- تهیه اطلاعات ضروری در برنامه‌ریزی فرآیند نگهداری.

بررسی دقیق، یک بازرسی کاملاً ظاهری همه جانبه بوده و شامل مواردی مانند ثبت عیوب عینی، علائم و میزان آسیب همراه با برخی از محاسبات سازه‌ای است. بازرس باید به سطوح بتنی نزدیک شود و ممکن است

به مواردی مانند داربست، آسانسور، نردبان، کرجی، قایق و غیره نیاز داشته باشد. ارزیابی دقیق، در صورت نیاز، شامل بازرسی در آب و یا اعضای مخفی (قبلاً غیر قابل دسترس بودند) می‌باشد.

علاوه بر بازرسی ظاهری، یک ارزیابی دقیق معمولاً اندازه‌گیری از موارد زیر را نیز تحت پوشش قرار می‌دهد:

- عمق کربناسیون؛
- ضخامت پوشش بتن؛
- میزان کلرید و پروفیل‌های کلرید؛
- عرض و وسعت ترک؛
- مساحت ناحیه لایه لایه شده؛
- پتانسیل‌های الکتروشیمیایی؛
- پیوستگی؛
- تغییرمکان؛
- حذف موضعی بتن برای کنترل؛
- شناسایی مناطق تعمیر شده در گذشته، اگر قابل اجرا باشد.

بسته به علت (علل) خرابی و غیره، استفاده از سایر روش‌های آزمون ممکن است ضروری شود. نیازی به اجرای همه آزمون‌های ذکر شده در ارزیابی‌های دقیق نیست. انواع آزمون‌هایی که باید در هر وضعیت تحت ارزیابی قرار گیرند، به فرضیه بستگی دارد.

معمولاً، ارزیابی دقیق، اطلاعات کافی برای اصول و روش‌های تعمیر و برای تولید مشخصات عملیات تعمیر فراهم خواهد ساخت. با این وجود، در برخی از وضعیت‌ها، عیوب و علائمی در اجرای ارزیابی دقیق آشکار می‌شوند که باید تحت بازرسی‌های بیشتر قرار گیرند.

رابطه بین آیتم‌های بازرسی و اطلاعات مورد انتظار در ارزیابی دقیق، در جدول الف-۳ ذکر شده است. اطلاعات مربوط به ایمنی و خدمت‌پذیری در همان کادر مربوط به ارزیابی اولیه قرار گرفته است. انجام آزمون و اندازه‌گیری در ارزیابی دقیق، یک بازرسی ویژه به شمار می‌روند. اطلاعات مورد انتظار ذکر شده در جدول الف-۳ یک مثال است. مهندسین، آیتم‌ها را بسته به روش ارزیابی و تحقیق انتخاب می‌کنند.

جدول الف-۳- موارد تحت بررسی برای ارزیابی دقیق

عملکرد	موارد تحت ارزیابی		
	بازبینی اسناد	بازرسی ظاهری	آزمون و اندازه‌گیری
ایمنی و قابلیت استفاده	مشخصه‌ها در پایان کار و سوابق - روش‌های محاسباتی ساختاری - کاراکترهای محاسبات ساختاری - سایر اطلاعات کنترل نشده در بازرسی مقدماتی اقدامات - سوابق توپوگرافی - شرایط زیر خاک - سطح آب‌های زیر زمینی - سایر اطلاعات کنترل نشده در بازرسی مقدماتی	فرسودگی و تغییرشکل - ترک‌خوردگی (الگو، عرض، عمق) - جدا شدگی رویه (مساحت، عمق)	کارکترهای کنونی - ابعاد و اَشکال - آرماتور - مقاومت بتن و مدول الاستیسیته - سفتی سازه (تست بارگذاری) - فرسودگی، تخریب و تغییرشکل - خیز (خمش)، نشست و انحراف اقدامات - بارهای کاری
پایایی	مشخصه‌ها در پایان کار و سوابق - سوابق کنترل کیفیت - سوابق بازرسی - سوابق نگهداری یا سایر اطلاعات کنترل نشده در بازرسی مقدماتی اقدامات - سوابق مربوط به توپوگرافی - شرایط زیر خاک - سطح آب زیر زمینی - بارها - ترشح آب دریا - سایر اطلاعات کنترل نشده در بازرسی مقدماتی	فرسودگی، تخریب و تغییرشکل - ترک‌خوردگی (الگو، عرض، عمق) - جدا شدگی رویه (مساحت، عمق) - لکه زنگ زدگی (مساحت) - تغییر رنگ (مساحت) - ماده اکسترود شده (ضخامت، سختی)	کارکترهای کنونی - ضخامت پوشش - مقاومت بتن - مواد و خواص ترکیبی بتن فرسودگی، تخریب و تغییرشکل - عمق کربناسیون - میزان Cl^- اقدامات - دما و رطوبت - غلظت Co_2 - انتقال Cl^- - رسوب

الف-۲ آزمون‌های تحقیقاتی

الف-۲-۱ کلیات

جدول الف-۴، رایج‌ترین مشخصه‌هایی که در محل سازه ثبت می‌شوند، شرح کوتاهی از هدف این اسناد و نمونه‌هایی از روش‌های آزمون مربوطه را نشان می‌دهد. برخی از روش‌ها در بیشتر ارزیابیها بکار برده می‌شوند. از برخی از آن‌ها تنها در شرایط بسیار خاص استفاده می‌شود. انتخاب روش آزمون به هدف، فرضیه و هدف ارزیابی بستگی دارد.

برخی از روش‌های مرسوم در سازمان بین المللی استاندارد، استانداردهای منطقه‌ای یا ملی هستند. هنگامی که این استاندارد ملی در یک کشور بکار می‌رود، روش‌های آزمون مورد استفاده باید در یک پیوست ملی یا در مشخصات پروژه برای انجام ارزیابی ذکر شوند.

نمونه‌برداری توسط مته برای آزمایش در آزمایشگاه در الف-۲-۳-۱ ارائه می‌شود.

الف-۲-۲ مشخصات ثبت شده و آزمون‌های انجام شده در محل

یک الحاقیه ملی مرتبط با آزمون‌ها باید در نظر گرفته شود.

جدول الف-۴- مشخصات ثبت شده در محل و شرح کوتاهی از روش‌های آزمون‌های امکان‌پذیر

شماره	ویژگی که باید مورد آزمایش قرارگیرد	شرح کوتاه	روش(های) آزمون- نمونه‌ها، در صورت موجود بودن
1S	مقاومت پیوستگی	هدف، ثبت پیوند بین بستر بتنی و لایه سطحی یا یک لایه بتنی است. روش آزمون، به صورت آزمون کشش مستقیم بیرون کشیدگی با استفاده از اتصال پین به سطح، همراه با حوزه آزمون است که توسط نمونه‌گیری از لایه تحت آزمایش تعریف می‌شود	
2S	عمق کربناسیون	هدف، مستندسازی عمق کربناسیون است که معمولاً در همان مکان پوشش بتن اندازه‌گیری می‌شود. می‌توان شاخص PH، فنل‌فتالئین را در محل یا بر روی نمونه‌های بتن استخراج شده اعمال نمود. برای انجام این کار در محل، یک سوراخ با مته زدن یا تراشیدن ایجاد و گرد و غبار آن پاک می‌شود و فنلفتالئین بر روی آن پاشیده می‌شود، سپس عمق کربناسیون اندازه‌گیری می‌شود. برای نمونه‌های استخراج شده، سطح برش باید تازه و عاری از گرد و غبار بتن باشد. پاشش فنل‌فتالئین به همان روش سوراخ ایجاد شده توسط مته زدن صورت می‌پذیرد.	
3S	میزان کلرید	هدف، مستندسازی از میزان کلرید در بتن در اعماق مختلف است. برای انجام تحلیل، باید گرد و غبار بتن در یک موقعیت جذب در بتن قرار گیرد. ممکن است برای یافتن پروفیل کلرید، گرد و غبار از اعماق مختلفی جمع‌آوری شده باشد.	
4S	مقاومت فشاری	مقاومت فشاری را می‌توان در محل و معمولاً با استفاده از آزمون برجهندگی ثبت نمود. یک پیستون در برابر سطح بتن رها می‌شود و واکنش برگشت‌پذیری اندازه‌گیری می‌شود. برگشت‌پذیری، نشانه ای از مقاومت فشاری است اما آن نیز تحت تأثیر عوامل بسیار زیادی قرار دارد.	استاندارد ملی ایران شماره۷-۳۲۰۱
5S	پوشش بتن	پوشش بتن معمولاً با استفاده از یک «ضخامت‌سنج» و با هدف بررسی پایایی آرماتور در برابر خوردگی، هنگام مقایسه با عمق کربناسیون و پروفیل کلرید سنجیده می‌شود. کاورمترها مبتنی بر اصول الکترومغناطیسی بوده و پاسخ اندازه‌گیری شده به عمق و قطر فولاد بستگی دارد.	
6S	نرخ خوردگی	نرخ خوردگی را می‌توان در محل و با استفاده از یکی از دو اصل زیر اندازه گرفت: الف) مقاومت پلاریزاسیون خطی ب) امپدانس. نرخ متوسط خوردگی در سراسر سطح تعریف شدهٔ فولاد، اندازه‌گیری می‌شود. تجربیات حاصله از این روش، محدود است.	
7S	عرض ترک	عرض ترک در سطح بتن با استفاده از یک مقایسه‌کننده ترک و یا میکروسکوپ، اندازه‌گیری می‌شود. عرض اندازه‌گیری شده ترک را می‌توان در ارزیابی ریسک خوردگی آرماتور و سفتی بتن به‌کار برد. تغییرات احتمالی در عرض بتن باید بر طبق اندازه‌گیری‌های انجام شده در طول زمان ثبت شوند.	
8S	لایه لایه شدگی	لایه لایه شدگی معمولاً با ضربه چکش بر سطح بتن ثبت می‌شود. صدا ایجاد شده هنگام ضربه زدن بر بتن لایه لایه شده و یا ترک خورده کاملاً متفاوت از صدای یک بتن سالم است.	

ادامه جدول الف-۴- مشخصات ثبت شده در محل و شرح کوتاهی از روش‌های آزمون‌های امکان‌پذیر

شماره	ویژگی که باید مورد آزمایش قرارگیرد	شرح کوتاه	روش(های) آزمون- نمونه‌ها، در صورت موجود بودن
9S	مقاومت ویژه الکتریکی	مقاومت ویژه الکتریکی معمولاً توأم با پتانسیل‌های الکتروشیمیایی اندازه‌گیری می‌شود و هدف از آن، آسان‌تر نمودن تفسیر پتانسیل های الکتروشیمیایی اندازه‌گیری شده می‌باشد. پرکاربردترین روش‌ها عبارتند از: ۱- روش اندازه‌گیری AC بین دو الکترود و یا بر سطح بتن یا ۲- روش ۴ الکترودی وارنر با استفاده از ۴ الکترود	
10S	پتانسیل‌های الکتروشیمیایی	اندازه‌گیری پتانسیل‌های الکتروشیمیایی با هدف موضعی ساختن مناطقی از آرماتور که تحت خوردگی قرار دارند، صورت می‌پذیرد. اندازه‌گیری‌ها بر این اصل استوارند که آرماتور زنگ زده به غیر از فولاد واکنش ناپذیر، داری پتانسیل الکتروشیمیایی دیگری نیز هست.	
11S	رطوبت نسبی	رطوبت نسبی در بتن در اکثر مکانیزم‌های خرابی یک امر مهم به شمار می‌رود. این امر معمولاً با ایجاد یک حفره در بتن به عمقی که بتوان رطوبت را اندازه گرفت و قرار دادن یک حسگر رطوبت در سوراخ، ثبت می‌شود. اصل اندازه‌گیری ممکن است مبتنی بر ظرفیت الکتریکی در یک غشا نازک پلاستیکی و یا نقطه میعان باشد.	
12S	ترازیابی	ترازیابی با هدف مستندسازی تغییرشکل، تغییرمکان و نشست در یک زمان مشخص و یا در طول زمان به‌کار می‌رود. همه اندازه‌گیری‌ها باید مربوط به نقاط مرجع شناخته شده باشند.	
13S	نفوذپذیری - هوا	نفوذپذیری هوا، اطلاعاتی از میزان مقاومت در برابر ورود گاز به بتن ارائه می‌کند. در پرکاربردترین روش که توسط فیگ ابداع شده است، یک فشار زیاد در یک محفظهٔ نصب شده در روی سطح بتن ایجاد می‌شود. از کاهش فشار در طول زمان می‌توان برای محاسبه ضریب نفوذپذیری استفاده نمود.	
14S	نفوذپذیری - آب	نفوذپذیری آب، اطلاعاتی از میزان مقاومت در برابر ورود آب در بتن ارائه می‌کند. برای این کار، از چندین روش استفاده می‌شود که همگی، ورود آب به داخل بتنی را اندازه‌گیری می‌کنند در زمانی که در معرض فشار آب در سطح آزمونه هستند، می‌توان ضریب نفوذ پذیری را محاسبه نمود.	
15S	دما	دما معمولاً در ترکیب با خواص دیگر نظیر رطوبت نسبی و نرخ خوردگی اندازه‌گیری می‌شود. پرکاربردترین روش آزمایش، قرار دادن ترموکوپل‌ها در سوراخ های ایجاد شده توسط مته در بتن است.	
16S	مقاومت کششی	هدف این آزمایش، ثبت مقاومت کششی بتن است. روش به‌کار رفته، روش آزمون کشش مستقیم بیرون‌گشیدگی است که در آن از پین متصل به سطح و منطقه آزمایش که توسط نمونه‌گیری از لایه تحت آزمایش تعریف شده، استفاده می‌شود. مقاومت کششی غیرمستقیم را می‌توان با استفاده از نیروی بیرون کشیدگی، آزمایش نمود.	استاندارد ملی ایران شماره۷-۳۲۰۱
17S	سرعت پالس مافوق صوت	سرعت پالس مافوق صوت برای نشان دادن عیوب پنهان به‌کار می‌رود. این روش بر این اصل استوار است که سرعت پالس مافوق صوت به مقاومت مواد بستگی دارد. فرستنده و گیرنده را می‌توان در یک جهت یکسان قرار داد، اما قرار گرفتن آن‌ها در جهت‌های مقابل بهتر است.	استاندارد ملی ایران شماره۷-۳۲۰۱

الف-۲-۳ آزمون‌های آزمایشگاهی

الف-۲-۳-۱ کلیات

جدول الف-۵، رایج‌ترین مشخصاتی که در آزمایشگاه ثبت می‌شوند، شرح کوتاهی از روش‌های آزمون مربوطه را نشان می‌دهد. برخی از روش‌ها در بیشتر ارزیابی‌ها به‌کار برده می‌شوند. از برخی از آن‌ها تنها در شرایط بسیار خاص استفاده می‌شود. انتخاب روش آزمون به هدف، فرضیه و هدف ارزیابی بستگی دارد.

برخی از روش‌های مرسوم در سازمان بین المللی استاندارد، استانداردهای منطقه‌ای یا ملی هستند. هنگامی که این استاندارد به‌کار می‌رود، روش‌های آزمون مورد استفاده باید در یک الحاقیه ملی یا در مشخصات فنی پروژه برای انجام ارزیابی ذکر شوند.

بیشتر آزمون‌ها در آزمایشگاه‌ها و بر روی نمونه‌های مته شده از سازه انجام می‌شوند. اندازهٔ مغزه به نوع و شرایط آزمون بستگی دارند. در بسیاری از آزمایشات، قطر ۷۵ mm و طول ۲۰۰ mm کافی است. مغزه باید به‌طور معمول، به‌صورت عمود بر سطح بتن حفر شود و باید تا حد ممکن شامل آرماتور نباشد. نمونه‌ها باید به وضوح و آشکارا مشخص و نشانه‌گذاری شوند. پس از دریل‌کاری، سوراخ‌ها باید با ملات و یا بتنی پر شوند که کیفیت آن تقریباً برابر با بتن نمونه‌برداری شده باشد. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ISO 1920-6:2004 مراجعه شود(آزمایش بتن ــ قسمت ۶-نمونه‌گیری، آماده‌سازی و انجام آزمون بر روی مغزه‌های بتنی).

الف-۲-۳-۲ خواص و روش‌های آزمون به‌کار رفته در آزمایشگاه

جدول الف-۵- خواص ثبت شده در آزمایشگاه و شرح کوتاهی از روش‌های آزمون

شماره	ویژگی که باید مورد آزمایش قرار گیرد	شرح کوتاه	روش(های) آزمون- نمونه‌ها، در صورت موجود بودن
1L	واکنش قلیایی	واکنش قلیایی باقی‌مانده احتمالی در بتن را می‌توان با تحلیل پتروگرافی یا گسترش بقیه در مغزه‌های دریل شده ثبت نمود. در تحلیل پتروگرافی، واکنش‌های احتمالی توسط تحلیل میکروسکوپی شناسایی می‌شوند. گسترش باقیمانده به‌عنوان توسعه در مغزه‌های دریل شده‌ای که در معرض شدید محیط واکنش قلیایی هستند، اندازه‌گیری می‌شود.	
2L	مقاومت پیوستگی[1]	هدف، ثبت پیوند بین بستر بتن و یک لایه سطحی یا لایه بتن است. نمونه‌های مته شده در یک دستگاه آزمون کشش نصب شده و در معرض تنش کششی قرار می‌گیرد.	
3L	عمق کربناسیون	عمق کربناسیون را می‌توان به روش‌های مختلفی مستندسازی نمود: ۱) پرکاربردترین روش، پاشیدن فنل‌فتالئین بر روی یک استوانه تازه برش داده شده و اندازه‌گیری عمق از بتن است. ۲) هنگامی از مطالعات میکروسکوپی با مقاطع نازک استفاده می‌شود که نمونه‌ها برای مقاصد دیگری آماده شوند. این مقطع نازک باید عمود بر سطح بتن باشند. در نمونه‌های آغشته با فلورسنت، تفاوت قابل توجهی در رنگ بتن کربناته شده و بتن غیر کربناته وجود دارد. در این مورد می‌توان از تحلیل تفاضل حرارتی استفاده نمود.	
4L	مقدار سیمان	مقدار سیمان را می‌توان از تجزیه و تحلیل میزان سیلیکات محلول در اسید مشخص نمود. اگر نوع سیمان شناخته شده است، می‌توان مقدار سیمان را نسبتاً و به‌درستی تعیین کرد. اگر نوع سیمان نامعلوم است و یا بتن شامل مقدار نامعلومی از میکروسیلیس و یا مواد دیگر حاوی سیلیکات باشد، مقدار کلسیم مورد بررسی قرار گرفته و با سیلیکات محلول در اسید مقایسه می‌شود. این روش هنگامی که سنگدانه حاوی آهک است، به‌کار برده نخواهد شد.	
4L	میزان کلرید	پودر بتن از طریق آسیاب کردن نمونه به‌دست می‌آید و به‌طور معمول در فواصل مختلف از سطح برای پیدا کردن پروفیل کلرید، انجام می‌شود. چندین روش آزمون در آزمایشگاه در دسترس است. رایج‌ترین روش‌های آزمون مورد استفاده عبارتند از: ۱) اسپکتروفنومتر (جذب نور در یک محلول) ۲) روش مور (تیتراسیون با نیترات نقره) ۳) روش ولهارد (تیتراسیون همراه با آمونیاک). دقیق‌ترین نتایج هنگامی حاصل می‌شوند که هم مقدار سیمان و هم محتویان کلرید برای هر نمونه، اندازه‌گیری شود.	
6L	ضریب انتشار کلرید، مقدار کلرید در سطح	بر اساس مقدار کلرید در اعماق مختلف، می‌توان پروفیل کلرید را با روش حداقل مربعات و استفاده از قانون دوم فیک (Fick)، محاسبه نمود. نتایج به دست آمده عبارتند از: ضریب انتشار کلرید، مقدار کلرید در سطح و پس زمینهٔ مقدار کلرید.	

1- Bond strength

ادامه جدول الف-۵- خواص ثبت شده در آزمایشگاه و شرح کوتاهی از روش‌های آزمون

شماره	ویژگی که باید مورد آزمایش قرار گیرد	شرح کوتاه	روش(های) آزمون- نمونه‌ها، در صورت موجود بودن
7L	پایداری در برابر یون کلرید	مقاومت بتن در برابر نفوذ کلرید را می‌توان با روش‌های آزمون مختلفی ثبت نمود. رایج‌ترین روش‌های بکار رفته آزمایشگاهی، همگی دارای سرعت کم و یا زیاد هستند. در روش‌های انتشار بالک، بتن در معرض آب با غلظت بالای کلرید قرار می‌گیرد. در آزمون‌های پاشش نمک، بتن به‌طور متناوب در بین دوره‌های پاشش همراه با آبی که حاوی غلظت بالای کلریدها و خشک شدگی قرار می‌گیرد. در روش‌های AASHTO و یا روش‌های اصلاح شده AASHTO، یک جریان مستقیم DC را اعمال می‌کند و کلریدها را به داخل نمونه می‌راند.	
8L	مقاومت فشاری	مقاومت فشاری با فشار دادن استوانه‌های مته شده از سازه ثبت می‌شود. اندازه نمونه و نسبت قطر به طول، نتایج آزمون را تحت تأثیر قرار می‌دهند. قبل از آزمون، آماده‌سازی انتهای نمونه‌ها باید با ساییدن و یا تجهیز آن‌ها به ملات سیمان و یا گوگرد در یک صفحه عمود بر محور نمونه انجام پذیرد.	ISO 1920-4:2004
9L	چگالی	چگالی بتن همواره تحت توجه است و نشانه‌ای برای مشکلات نمونه ارائه می‌کند. چگالی معمولاً به‌طور منظم به‌عنوان نسبت بین جرم و حجم اندازه‌گیری می‌شود.	استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۳۲۰
10L	نفوذ بخار آب	نفوذ بخار آب، بیشتر مورد توجه است. گاهی اوقات ممکن است نفوذ سایر گازها مانند اکسیژن مد نظر باشد. نفوذ بخار آب از طریق «روش فنجان» اندازه‌گیری می‌شود. مواد مورد آزمایش به صورت یک پوشش سخت در سراسر یک ظرف شیشه‌ای حاوی آب قرار می‌گیرند. بدین منظور، آن را در یک محفظه با رطوبت نسبی پایین قرار داده و نفوذ آب به بیرون از محفظه شیشه‌ای با اندازه‌گیری جرم در طول زمان محاسبه می‌شود.	روش ۱: استاندارد ملی ایران شماره۱-۷۴۷۷ روش ۲: استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۴۷۷
11L	مدول الاستیسته	مدول الاستیسیته طور معمول همزمان با مقاومت فشاری و یا کششی مورد آزمایش قرار می‌گیرد. تحت تنش افزایش یافته، تنش و کرنش مربوطه اندازه‌گیری شده و مدول الاستیسیته محاسبه می‌شود.	
12L	مقاومت در برابر چرخهٔ انجماد - ذوب	از هر دو قاعده آزمایش مستقیم و غیرمستقیم استفاده می‌شود. پرکاربردترین قاعده غیرمستقیم، تحلیل منافذ میکروسکوپی سازه و ارائه ضرایب فاصله و سطح ویژه منافذ است. پرکاربردترین قواعد آزمایشی مستقیم عبارتند از: انجماد در هوا و ذوب شدن در آب، اندازه‌گیری تغییر در مدول الاستیستهٔ دینامیکی و انجماد آب شور در بالای بتن، اندازه‌گیری جرم از دست رفته.	
13L	تخلخل	اندازه‌گیری تخلخل را می‌توان برای محاسبه چگالی مواد جامد، تخلخل مکش، تخلخل درشت، تخلخل کل، تعداد مقاومت، عدد موییننگی و نسبت W/C مورد استفاده قرار داد. صفحات بتنی خشک شده و سپس به ارتفاع چند میلی‌متر در آب قرار می‌گیرند. جرم افزایش می‌یابد و زمان مربوطه ثبت می‌شود. در پایان آزمایش، آب داخل نمونه بیرون کشیده شده و تخلخل کل محاسبه می‌شود.	

ادامه جدول الف-۵- خواص ثبت شده در آزمایشگاه و شرح کوتاهی از روش‌های آزمون

شماره	ویژگی که باید مورد آزمایش قرار گیرد	شرح کوتاه	روش(های) آزمون- نمونه‌ها، در صورت موجود بودن
14L	تحلیل میکروسکوپی	غالباً از دو روش میکروسکوپی استفاده می‌شود: ۱) روش میکروسکوپی مقطع صفحه که به‌طور معمول با اپوکسی فلورسنت آغشته شده و در نور پلاریزهٔ بازتاب یافته، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. ۲) روش میکروسکوپی مقطع نازک که آن نیز معمولاً با اپوکسی فلورسنت آغشته شده و در نور پلاریزه انتقال یافته مورد مطالعه قرار می‌گیرد..	
15L	مقاومت کششی	از دو روش مختلف برای این آزمون استفاده می‌شود: ۱) استوانه های مته شده یا به‌طور منشوری بریده شده که در یک دستگاه آزمون کشش، توسط صفحات فولادی چسبیده شده به انتهای نمونه، تحت کشش قرار می‌گیرند. و مقاومت کششی مستقیم محاسبه می‌شود. ۲) مقاومت کششی دو نیم شدگی با استفاده از استوانه دریل شده که تحت بارهای فشاری و در امتداد دو خط محوری آزمونه قرار دارد، صورت می‌پذیرد. در این روش، مقاومت کششی در حدود ۱۰الی۱۵ درصد بالاتر از حد، ارزیابی می‌شود، اما یک روش سریع و قابل اجرا است.	ISO 1920-4:2004
16L	مقاوم در برابر نفوذ آب	دو اصل متفاوت از روش‌های آزمون به‌کار برده می‌شوند: ۱) صفحات بتنی که از یک طرف تحت فشار آب قرار گرفته و مقدار آب فشرده شده، اندازه‌گیری می‌شود. ضریب نفوذپذیری را می‌توان با استفاده از قانون دارسی محاسبه نمود. ۲) یک استوانه بتنی، برای چند روز تحت فشار آب قرار می‌گیرد، استوانه دو نیم شده و عمق نفوذ اندازه‌گیری می‌شود.	استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۳۲۰

الف-۳-۱ ترک‌ها، حفره‌ها و پوسته شدگی بتن

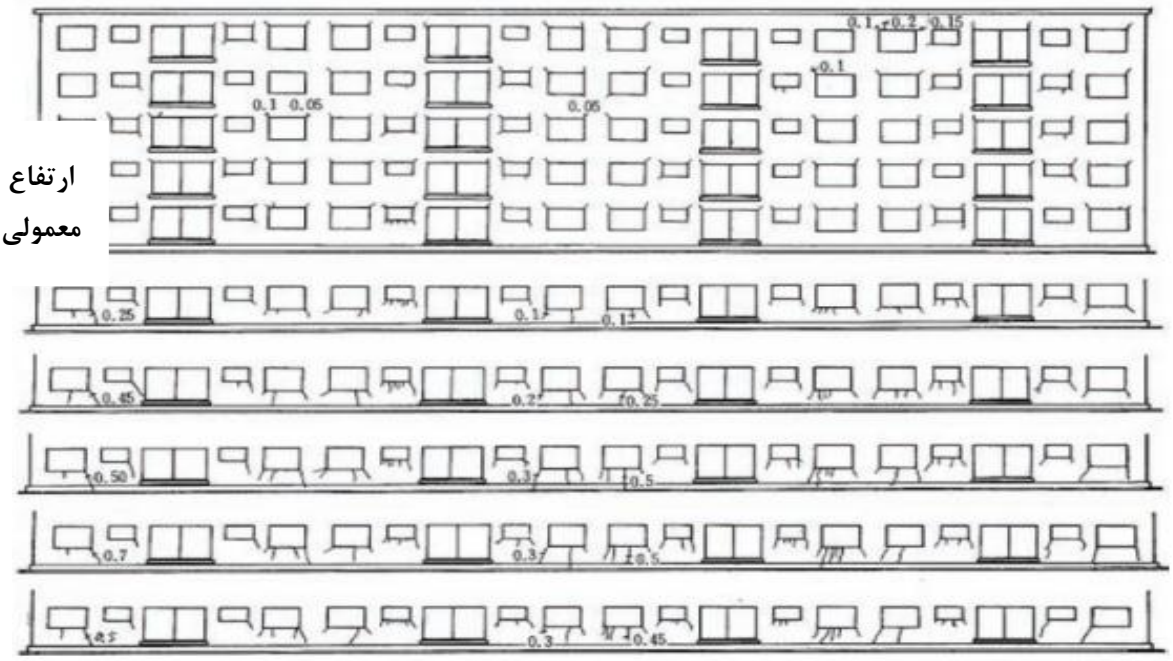
الف-۳-۱-۱ بازرسی اولیه

در ارزیابی اولیه، موضوعات زیر برای ترک‌ها، حفره‌ها و پوسته شدگی بتن مورد بازرسی قرار می‌گیرند.

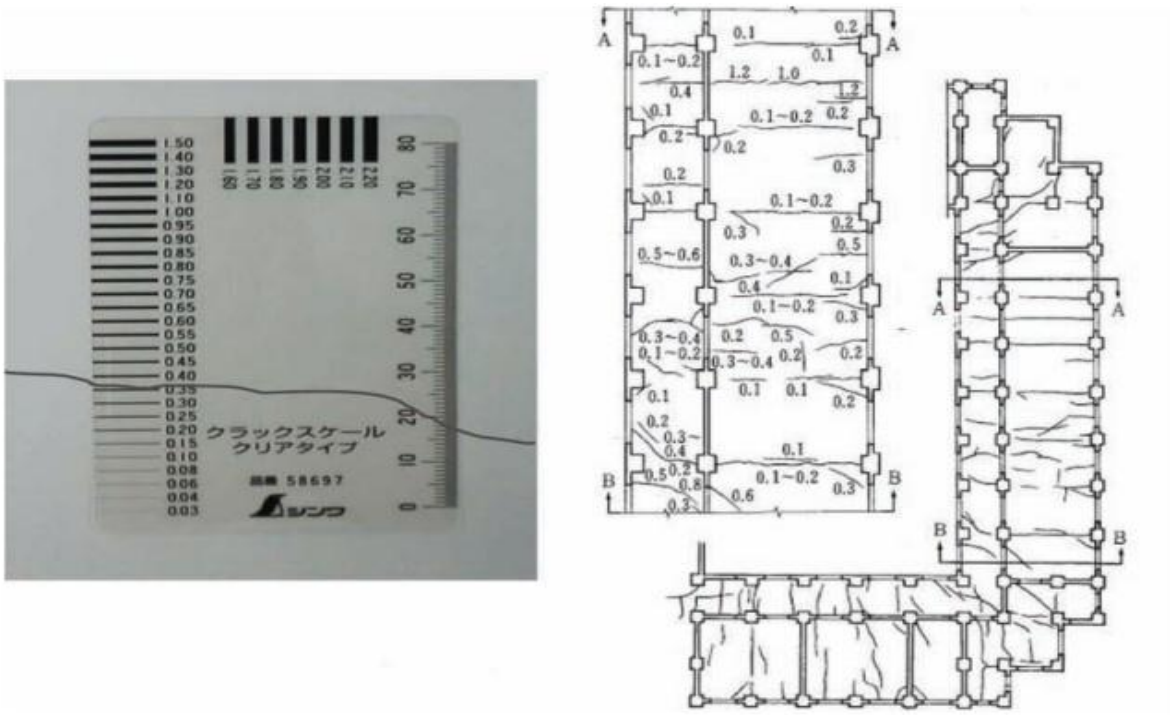
الف- بازرسی وضعیت ترک‌ها مانند الگو، عرض و طول

یادآوری- بازرسی الگوها، عرض‌ها و طول‌های ترک برای ترک‌های مورد نظر انجام می‌شود. ثبت داده‌ها بر روی یک طرح کلی سازه، طرح مبنا و طرح برجسته (شکل الف-۲) توصیه می‌شود. مکان نوک ترک‌ها در ارزیابی حالت تنش بتن ضروری است. بنابراین، ضروری است که بازرسی ظاهری تا زمانی ادامه یابد که نوک ترک‌ها دیگر قابل مشاهده نباشد و در نتیجه داده‌های مشاهده شده ثبت می‌شوند. ایجاد علائم مشبک در سطح سازه و یادداشت برداری از ترسیم مهندسی متناظر با این علائم، در

بهبود دقت مفید است. اخیراً با توسعه تکنولوژی، الگوهای ترک در سطح بتن بر اساس عکس‌های دیجیتالی که از سطح سازه گرفته شده، به‌طور خودکار ردیابی می‌شوند.



الف- نما



ب- پلان سازه

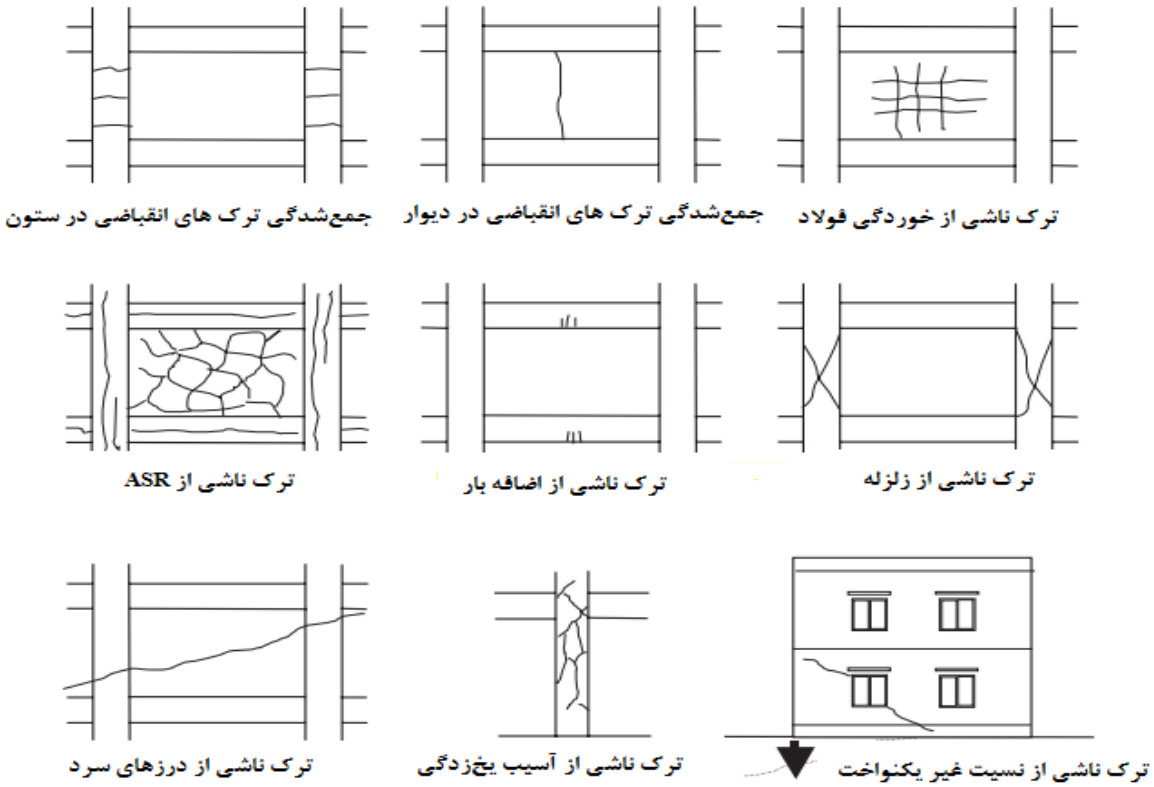
شکل الف-۲- نمونه طرح اولیه ثبت شده از ترک‌های مشاهده شده با استفاده از شاخص مقیاس که مکان، جهت و اندازه ترک‌ها را نشان می‌دهد.

ب- بررسی ترسیمه‌های مهندسی، گزارشات طرح و مشخصات؛

ج- بررسی سوابق ساخت نظیر موارد به‌کار رفته، نسبت‌های ترکیبات بتن (طرح اختلاط)، روش‌های بتن ریزی و عمل‌آوری بتن، زمان‌بندی عملیات، شرایط زمین‌شناسی پی و شرایط محیطی؛

د- بررسی بارهای بهره‌برداری و شرایط محیطی مانند تغییرات دما و رطوبت و غیره؛

ر- بررسی علت ترک‌ها با استفاده از تصاویر گرفته شده (شکل الف-۳).



شکل الف-۳- انواع الگوهای ترک

الف-۳-۱-۲ بازرسی دقیق

در ارزیابی دقیق، موضوعات زیر برای ترک‌ها، حفره‌ها و پوسته‌شدگی ایجاد شده در بتن مورد بازرسی قرار می‌گیرند:

- عمق ترک با استفاده از روش مخرب و / یا روش مافوق صوت تصریح شده در استاندارد ملی ایران شماره ۷-۳۲۰۱.

- پولکی شدن و جدا شدن با استفاده از روش ضربه-اکو و از طریق سنجش میکروفن اندازه‌گیری می‌شود. روش استاندارد آزمون برای اندازه‌گیری سرعت موج-P و ضخامت صفحات بتنی از روش اکو-ضربه استفاده می‌شود.

یادآوری۱- یک پالس تنشی توسط ضربه مکانیکی در سطح، به شی تحت آزمون وارد می‌شود. پالس تنشی در شی و در امتداد جبه‌های موج به صورت امواج تنشی –P و امواج تنشی-S منتشر می‌شود. علاوه بر این، یک موج سطحی (موج –R) با حرکت در امتداد سطح از نقطه ضربه دور می‌شود. امواج تنشی –P و امواج تنشی –W توسط یک رابط داخلی (درزها، عیوب، حفره‌ها و غیره) و یا مرزهای خارجی منعکس می‌شوند. ورود امواج منعکس شده و یا پژواک آن‌ها در محیطی که ضربه تولید شده بود، موجب جابجایی می‌شود که توسط یک مبدل گیرنده اندازه‌گیری شده و در سامانه اکتساب داده‌ها ثبت می‌شود. منبع این روش، تا اندازه‌ای به استفاده از ضربه در مدت زمان صحیح بستگی دارد.

- لایه لایه شدن همراه با تروگرافی مادون قرمز در ASTM D 4788 مشخص شده است.

یادآوری۲- پویشگر(اسکنر) مادون قرمز نصب شده بر متحرک، و ضبط کننده ویدئویی در مرکز هر خط از عرشه پل حرکت می‌کند. داده‌ها از پویشگر(اسکنر) بر روی نوار ویدئویی ضبط می‌شوند. لایه لایه شدگی ظاهر شده به صورت مناطق سفید یا گرم در یک پس‌زمینه خاکستری یا بدون رنگ در تصویر ویدئوی ایجاد شده بر روی سامانه پویشگر(اسکنر) تک‌رنگ در طی آزمایش و در طول روز ظاهر می‌شود. در طی آزمایش و در شب، لایه لایه شدگی به صورت مناطق تاریک یا بدون رنگ در یک پس‌زمینه سفید یا گرم ظاهر خواهد شد. لایه لایه شدگی به‌صورت رنگ‌های گرم در سامانه پویشگر(اسکنر) رنگی در طول روز و در زمان آزمایش با استفاده از تکنیک‌های عمق‌یابی، رنگ‌های همراه با لایه لایه شدگی تعیین می‌شوند. از تصاویر معمولی ویدئویی برای ویرایش تصویر مادون قرمز و جداسازی تکه‌ها یا عیوب سطحی که امکان حضور آن‌ها وجود دارد و می‌توانند به‌صورت مناطق گرم ظاهر شوند، استفاده می‌شود. ضبط ویدئوی در نگاشت مناطق لایه لایه شده به‌عنوان یک مقیاس مناسب بکار می‌رود.

الف-۳-۲ خواص مقاومتی

الف-۳-۲-۱ بازرسی اولیه

در ارزیابی اولیه، موارد زیر برای خواص مقاومتی بتن در نظر گرفته می‌شوند:

- نقشه‌های مهندسی، گزارشات طراحی و مشخصات؛

- بررسی سوابق ساخت نظیر موارد به‌کار رفته، نسبت‌های ترکیبات بتن و بتن ریزی/ عمل‌آوری.

الف-۳-۲-۲ بازرسی دقیق

در ارزیابی دقیق، موضوعات زیر برای خواص مقاومتی بتن تحت بازرسی قرار می‌گیرند:

- آزمون مقاومت با استفاده از نمونه اصلی مشخص شده در استاندارد ISO 1920-6:2004

یادآوری۱- بررسی و آزمون مقاومت فشاری مغزه‌های برش یافته از بتن سخت شده، یک روش به خوبی ثابت شده است که امکان پیوستن بازرسی ظاهری مناطق داخل یک عضو به ارزیابی مقاومتی را فراهم می‌سازد. خواص فیزیکی دیگر که می‌توان آن را اندازه گرفت، عبارتند از: چگالی، جذب آب، مقاومت کششی غیر مستقیم، انبساط ناشی از واکنش‌های قلیایی سنگدانه،

عمق کربناسیون، عمق نفوذ کلرید و غیره. مغزه‌ها اغلب به‌عنوان نمونه‌هایی برای تحلیل شیمیایی پس از آزمایش مقاومت به‌کار برده می‌شوند.

- آزمون غیرمخرب همراه با روش‌های آزمون زیر

یادآوری۲- همه آزمون ها برای ارزیابی مقاومت بتن به درجه‌بندی نیاز دارند.

- آزمون چکش برجهندگی در استاندارد ملی ایران شماره ۷-۳۲۰۱ مشخص شده است.

یادآوری۳- روش‌ها عبارتند از: - تعیین عدد برجهندگی، - تعیین سرعت پالس مافوق صوت، - تعیین نیروی بیرون کشیدگی.

- آزمون پالس مافوق صوت در استاندارد ملی ایران شماره ۷-۳۲۰۱ مشخص شده است.

یادآوری۴- این آزمون نمی‌تواند جایگزین مناسبی برای آزمون مقاومت فشاری استاندارد باشد، بلکه بیشتر به‌صورت روشی است که برای تعیین یکنواختی بتن در سازه‌ها و مقایسه با سایرین بخش‌ها در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری۵- مقاومت را می‌توان از سرعت پالس و از طریق همبستگی گرافیکی از پیش تعیین شدهٔ مقاومت و سرعت به دست آورد. رابطه بین آن‌ها یکتا نیست و تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر اندازه، نوع و مقدار سنگدانه، نوع سیمان، نسبت آب/سیمان و میزان رطوبت است.

آزمون بیرون کشیدگی در استاندارد ملی ایران شماره ۷-۳۲۰۱ مشخص شده است.

- آزمون مقاومت در برابر نفوذ

یادآوری۶- یک محرک، مقدار معلومی از انرژی را به پین و یا میله فولادی وارد می‌کند. مقاومت نفوذ بتن با اندازه‌گیری طول‌های میله که به سمت داخل بتن حرکت کرده‌اند و یا اندازه‌گیری عمق سوراخ‌های ایجاد شده در اثر نفوذ پین‌ها در داخل بتن، سنجیده می‌شود.

الف-۳-۳ نفوذپذیری

الف-۳-۳-۱ بازرسی دقیق

نفوذپذیری بتن برای ارزیابی دقیق موارد زیر، آزمایش می‌شود:

- نفوذپذیری هوا؛

- نفوذپذیری آب.

الف-۳-۴ مقدار رطوبت

در ارزیابی دقیق، مقدار رطوبت یک بتن و با آزمونه اخذ شده توسط مغزه‌گیری تصریح شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۷۵ آزمایش می‌شود.

الف-۳-۵ کربناسیون

در ارزیابی دقیق، کربناسیون بتن با روش‌های زیر تحت آزمایش قرار می‌گیرد:

- روش متەزنی با تخریب جزئی، TG-DTA، تحلیل پراش پرتو X، میکروآنالیز میلهٔ الکترونی (EPMA)

- آزمون با آزمونهٔ مغزه‌گیری شده

الف-۳-۶ آسیب ناشی از یخزدگی

در ارزیابی دقیق، آسیب ناشی از یخزدگی با روش‌های زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرد:

- ارزیابی مقاومت سطحی و عمق زومال با آزمون مافوق صوت تصریح شده در استاندارد ملی ایران شماره ۷-۳۲۰۱ (به زیربند ۱-۲ مراجعه شود) ؛

- آزمون با آزمونهٔ مغزه‌گیری شده (به زیربند ۱-۲ مراجعه شود) ؛

- توزیع منافذ، سامانه حفره‌های هوا و تعداد ترک های ریز.

الف-۳-۷ خوردگی شیمیایی

در ارزیابی دقیق، آسیب ناشی از خوردگی شیمیایی از طریق روش‌های زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرد:

الف- میکروآنالیز میلهٔ الکترونی (EPMA) ؛

ب- آزمون با پودر حفاری یا آزمونهٔ مغزه‌گیری شده.

الف-۳-۸ واکنش قلیایی سیلیس

در ارزیابی دقیق، آسیب ناشی از حضور گسترده ژل به‌عنوان بخشی از یک تحلیل سنگ‌نگاری[1] ملاحظه می‌شود.

الف-۳-۹ نفوذ کلرید

الف-۳-۹-۱ تحقیق دقیق

نفوذ کلرید در بتن با استفاده از روش هضم اسیدی[2] و یا نفوذپذیری سریع یون کلرید مورد تحقیق قرار می‌گیرد.

1- Petrographic
2- using acid

الف-۳-۱۰ آرماتور

الف-۳-۱۰-۱ موقعیت آرماتور

الف-۳-۱۰-۱-۱ تحقیق اولیه

در ارزیابی اولیه، موضوعات زیر برای بازرسی موقعیت آرماتور در نظر گرفته می‌شوند:

الف- بازرسی نقشه‌های مهندسی، گزارشات طراحی و مشخصات فنی؛

ب- بازرسی سوابق ساخت نظیر نقشه‌برداری از موقعیت‌های میله‌گرد.

الف-۳-۱۰-۱-۲ بازرسی دقیق

در ارزیابی دقیق، موضوعات زیر برای موقعیت آرماتور در نظر گرفته می‌شوند:

الف- آزمون الکترومغناطیسی

یادآوری- قابل اطمینان‌ترین کاربرد این روش، در محل قرارگیری آرماتور است و اندازه‌گیری پوشش برای اعضای کم تقویت شده صورت می‌پذیرد. با پیچیدگی و مقدار آرماتور، ارزش آزمون به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد، همچنین می‌بایست به نواحی که دارای سنگدانه‌های با خواص مغناطیسی محتمل هستند، توجه‌ای ویژه‌ای معطوف نمود.

ب- آزمون رادار؛

ج- تراشیدن سطح بتن.

الف-۳-۱۱ خوردگی

در ارزیابی دقیق، خوردگی آرماتور از طریق روش های زیر مورد بازرسی قرار می‌گیرد.

الف- روش پتانسیل نیم سلولی و روش مقاومت پلاریزاسیون

یادآوری- هنگام بروز خوردگی فعال، عبور جریان (در قالب مهاجرت یون) از طریق بتن بین مکان‌های آنیونی و کاتیونی توسط یک میدان پتانسیل الکتریکی در اطراف میله دچار خوردگی، ایجاد می‌شود. خطوط هم پتانسیل، سطح بتن را تقسیم نموده و پتانسیل در هر نقطه را می‌توان با استفاده از روش پتانسیل نیم سلولی و یا نیم‌پیل اندازه‌گیری نمود. با استفاده از نگاشت خطوط هم پتانسیل در سطح، نقاطی از سازه که دارای احتمال بالای فعالیت خوردگی هستند، توسط پتانسیل‌های منفی بالای خودشان شناسایی می‌شوند. مقدار پتانسیل نسبت به یک مرجع نیم‌پل قرار گرفته در سطح بتن اندازه‌گیری می‌شود. مرجع نیم‌پل معمولاً یک سولفات مس/مس و یا سلول کلرید نقره/نقره می‌باشد، با این حال، می‌توان از سایر ترکیبات نیز استفاده نمود.

ب- تراشیدن پوشش بتن

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

سطوح شرایط و پیآمد

ب-۱ سطح شرایط

ب-۱-۱ کلیات

برای طبقه‌بندی شرایط یک سازه و یا قسمت‌های آن با استفاده از یک روش یکنواخت، مفهوم سطح شرایط معرفی می‌شود. این سطوح به‌صورت بیان وضعیت یک سازه و یا عضو سازه‌ای در مقایسه با سطح مرجع که معمولاً حالت اصلی آن است، تعریف می‌شود. سطح شرایط معمولاً بر اساس ارزیابی ترکیبی مشاهدات ظاهری مختلف تعیین می‌شود و در برخی از وضعیت‌ها ممکن است مبتنی بر یک نشانه واحد باشد.

یک الحاقیه ملی می‌تواند شامل کاتالوگ‌های تصویری همراه با مثال‌هایی از سطوح شرایط بر حسب علل مختلف خرابی و بر اساس علائم آن باشد. این امر، موجودیت تصمیم برای سطح شرایط را بهبود خواهد بخشید. با این حال، شرایط مرجع باید در هر وضعیت تعریف شود.

با توصیف شرایط یک سازه و یا یک بخش سازه‌ای در یک روش کلی باید از طبقه‌بندی شفاهی استفاده شود. هنگام بررسی تعداد بیشتری از داده‌ها در یک روش آماری، طبقه‌بندی بر حسب اعداد بسیار مفیدتر است.

ب-۱-۲ سطوح

ارزیابی آسیب‌های قابل مشاهده ممکن است با توجه به معیارهای عینی و سطح تجربه بازرس، دشوار باشد. علاوه بر این، خرابی قابل قبول در یک ناحیه ممکن است در سایر موقعیت‌ها، قابل قبول نباشد. با این حال، قبل از شروع مطالعات میدانی باید یک مجموعه از دستورالعمل‌ها تهیه شوند، به‌طوری که ارائه یک نمایش سازگار و درک اهمیت آسیب مقدور باشد. ۶ سطح از شرایط معرفی می‌شود.

سطح شرایط صفر- شرایط خوب. بدون علائم خرابی

هیچ نشانه‌ای از فرسودگی قابل مشاهده نیست. با این حال، امکان سپری شدن بخش عمده‌ای از دورهٔ آغازین علائم خرابی، یعنی کربناسیون و یا نفوذ کلرید، از قبل وجود داشته باشد.

سطح شرایط ۱- علائم جزئی خرابی

علائم جزئی خرابی قابل مشاهده هستند. این سطح، بیانگر وضعیتی است که بازرسی به اتمام رسیده و اظهاراتی در مورد نرخ توسعه خرابی بیان نمی‌شود.

سطح شرایط ۲- علائم متوسط خرابی

علائم متوسط فرسودگی قابل مشاهده هستند. این سطح، بیانگر وضعیتی است که بازرسی به اتمام رسیده و اظهاراتی در مورد نرخ توسعه فرسودگی بیان نمی‌شود.

سطح شرایط ۳- خرابی شدید

علائم شدید فرسودگی قابل مشاهده هستند. سقوط بخش‌های بتنی می‌تواند خطرناک باشد، اما امکان از دست رفتن خدمت‌پذیری و ایمنی سازه، حداقل است.

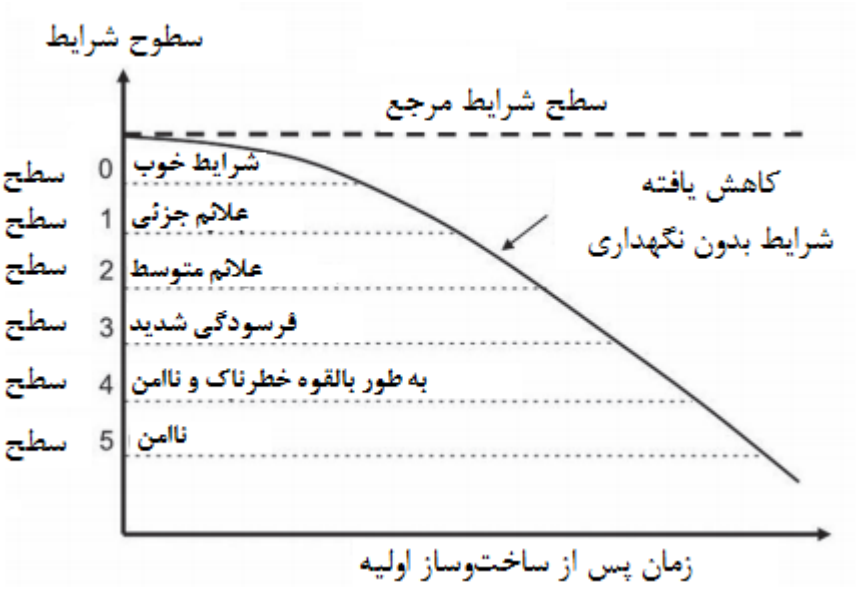
سطح شرایط ۴- به‌طور بالقوه خطرناک

علائم فراوانی از خرابی کشف می‌شوند و در نتیجه ممکن است ایمنی سازه و یا ایمنی کلی (جانی) کاهش یابد. در این مورد می‌بایست اقدامات فوری اتخاذ شوند.

سطح شرایط ۵- ناامن

علائم فراوانی از خرابی کشف می‌شوند و در نتیجه ممکن است ایمنی سازه و یا ایمنی کلی (جانی) کاهش یابد. در این مورد می‌بایست اقدامات فوری اتخاذ شوند.

تصویر مربوط به سطوح شرایط، بسته به زمان، در شکل ب-۱ ارائه شده است.



شکل ب-۱ - تصویر مربوط به قاعده سطوح شرایط، وابسته به زمان

ب-۲ سطح پیآمد

ب-۲-۱ کلیات

به منظور طبقه‌بندی عواقب ناشی از شرایط مشاهده شده برای یک سازه و یا یک بخش سازه‌ای، مفهوم سطح پیآمد در یک روش یکنواخت معرفی می‌شود. این سطح به‌صورت بیان جدیت عواقب یک شیء (مانند سازه و یا عضو سازه‌ای) وابسته به سطح مرجع تعریف شده، شرح داده می‌شود. ارزیابی عواقب یک سطح شرایط در ارزیابی عملیات تعمیر مهم است. تصمیم‌گیری سطح پیآمد معمولاً بر این فرض استوار است که هیچ‌گونه تعمیر و نگهداری در یک زمان خاص، اعمال نشده است.

انواع پیامد بیان شده در زیر ممکن است مورد بررسی قرار گیرند:

- ایمنی (به‌عنوان مثال حریق، ترافیک، ظرفیت تحمل بار، شخص، قطعات بتن در حال سقوط و غیره)؛
- هزینه (به‌عنوان مثال سرمایه‌گذاری، هزینهٔ عملیات در پایان کار، هزینهٔ نگهداری و غیره)؛
- مسائل زیبایی‌شناختی (به‌عنوان مثال رنگ، سطح سازه و غیره)؛
- سلامتی و محیط (به‌عنوان مثال نویز، ارتعاش، گرد و غبار، آلودگی و غیره).

انواع عواقب و پیامد به‌کار رفته در ارزیابی پیآمد و تصمیم در مورد سطح آن باید در هر وضعیت تعریف شود.

سطح پیآمد ممکن است مبتنی بر ارزیابی ترکیبی از مشاهدات ظاهری مختلف، علائم و محاسبات سازه باشد و در برخی از موقعیت‌ها ممکن است تنها بر اساس یک علامت واحد باشد، با این‌حال، این امر مرسوم نیست. سطح مرجع برای ارزیابی سطح پیآمد ممکن است مبتنی بر یک علامت، تعدادی از علائم و یا تمامی انواع عواقب باشد. هنگامی که سطح پیآمد به‌طور جداگانه برای هر نوع از عواقب مشخص می‌شود، نوع واقعی عواقب باید به وضوح تعیین شود، مثلاً توسط یک حرف بزرگ قبل از شماره (به‌عنوان مثال، س۲ برای سطح پیامد ایمنی ۲).

بسته به اهمیت سازه، سازه‌های یکسان در سطح شرایط ، ممکن است دارای سطوح پیآمد متفاوت باشند.

با تعریف عواقب یک وضعیت از سازه و یا یک بخش سازه‌ای در یک روش کلی باید از طبقه‌بندی شفاهی استفاده شود. هنگام مواجه شدن با تعداد بیشتری از داده‌ها در یک روش آماری، طبقه‌بندی بر اساس اعداد مفیدتر است.

با کشف شرایط ناامن و یا به‌طور بالقوه خطرناک، کارفرما می‌بایست بلافاصله از عواقب شرایط مطلع شود. ارزیابی‌های موقت، اقدامات شمع‌زنی و یا سایر اقدامات ایمنی اضطراری، در صورت امکان باید به کارفرما توصیه شوند. اگر ایمنی کلی درنظر گرفته شود، پیگیری شرایط باید توسط کارفرما انجام شود تا زمانی که اقدامات ایمنی رضایت‌بخش اجرا گردند.

ب-۲-۲ سطوح

معمولاً پنج سطح برای پیآمد تعریف می‌شود. بر اساس شرایط مشاهده شده و هدف/عملکرد یک سازه، جدیت عواقب مورد ارزیابی واقع می‌شوند.

سطح پیآمد صفر- بدون عواقب

ارزیابی از وضعیت نشان می‌دهد که عواقبی وجود ندارد.

سطح پیآمد ۱- عواقب جزئی

ارزیابی از وضیعت نشان می‌دهد که عوافب اندکی وجود دارند.

سطح پیآمد ۲- عواقب متوسط

ارزیابی از وضعیت نشان می‌دهد که عواقب متوسطی وجود دارند.

سطح پیآمد ۳- عواقب بزرگ

ارزیابی از وضعیت نشان می‌دهد که عواقب بزرگی وجود دارند.

سطح پیآمد ۴- عواقب خطرناک

ارزیابی از وضعیت نشان می‌دهد که پیآمدهای سازه‌ای ناامن یا به‌طور بالقوه خطرناکی وجود دارند.

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

ارزیابی و تأیید

پ-۱ ارزیابی و تأیید

پ-۱-۱ کلیات

ارزیابی، فرآیند تعیین کفایت یک سازه و یا یک جزء آن است که برای کاربرد تعیین شده آن، با تحلیل سیستماتیکی اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده از بازبینی استاد موجود، بازرسی میدانی، بررسی شرایط و آزمایش مواد حاصل می‌شود. این روند ارزیابی تحقیقاتی نمی‌تواند به‌طور کامل در مجموعه‌ای از مراحل به خوبی تعریف شده، استانداردسازی شود، زیرا تعداد و نوع مراحل برحسب هدف خاص تحقیقات، نوع و شرایط فیزیکی سازه، تمامیت طرح موجود و اسناد ساخت و استحکام و کیفیت مصالح ساختمانی موجود، تغییر می‌یابد. تنها یک مجموعه از دستورالعمل‌های کلی در این پیوست ارائه می‌شوند.

ارزیابی سازه باید برای تعیین ظرفیت تحمل بار تمامی اعضای مهم سازه و خود سازه اجرا شود. توانایی سازه در مقابله با همهٔ بارهای موجود و پیش‌بینی شده، مطابق با الزامات و یا استانداردهای آئین‌نامه‌ای قابل اجرا، باید مد نظر قرار گیرد. در صورتی که این الزامات آئین‌نامه‌ای با شرایط کنونی سازه ارزیابی نشوند، روش‌ها و شیوه‌های مناسب مقاوم‌سازی باید مشخص شوند. ضرورت ارزیابی شدهٔ الزامات معماری باید تعیین گردند. تغییرات در طرح معماری و اصلاحات در نمای سازه، هر دو باید محاسبه شوند. طرح‌های نهایی باید توسط مشتری و از میان گزینه‌های پیشنهادی و مختلف طراحی انتخاب شود. هزینه گزینه‌های پیشنهادی مختلف باید ارزیابی شده و تبعات مورد ارزیابی قرار گیرند.

پ-۱-۱ ارزیابی سازه بتنی

پ-۱-۲-۱ ابعاد و هندسه

ابعاد واقعی یک سازه و طرح معماری باید برای استفاده و دستیابی به فضای مورد نیاز، محاسبه شود. سطح مقاطع اجزای سازه‌ای حیاتی که به‌صورت میدانی اندازه‌گیری شده‌اند، باید مورد بازبینی قرار گیرند. اختلاف بین ابعاد به دست آمده از اندازه‌گیری میدانی و موارد مشخص شده در نقشه‌های موجود باید تعیین شوند.

پ-۱-۲-۲ ارزیابی مواد

مطالعهٔ نتایج حاصله از آزمون‌های میدانی و آزمایشگاهی ضروری است، به‌طوری که بتوان اجزایی از سازه را که به تعمیر نیاز دارند، شناسایی نمود. همچنین لازم است اجزایی از سازه که باید کاملاً تعویض گردند

شناسایی شده و مواد جدید انتخاب گردند. همه مواد موجود باید از نظر استحکام، کیفیت و عملکرد رضایت‌بخش برحسب متوسط طول عمر، بارهای بیشتر و کاربرد تعیین شده، مورد ارزیابی قرار گیرند. در مکانی که اجرای تعمیر و نگهداری ضروری است، مواد مناسب باید بررسی و توصیه‌های لازم ابلاغ شود. انتخاب مواد باید بر اساس محیط، نوع کاربرد، متوسط عمر و سازگاری با مواد موجود صورت پذیرد. پس از ارزیابی شرایط موجود، ممکن است تشخیص داده شود که به حفاظت در برابر تخریب بیشتر، نیاز است. می‌توان روش‌هایی مانند پوشش‌دهی، حفاظت و یا سامانه‌های تخصصی (مانند حفاظت کاتدی) را به‌کار گرفت.

پ-۱-۲-۳ ارزیابی ساختاری و تأیید

باید ظرفیت تحمل بار سازه و یا بخشی از سازه تحت ارزیابی با استفاده از اطلاعات به دست آمده از بازرسی، ارزیابی ابعاد و هندسه و ارزیابی مواد تعیین شده و راستی آزمایی این امر که سازه معیارهای مقرر شده را ارزیابی می‌سازد یا از آن‌ها تخطی می‌کند، تأیید شود.

انتخاب روش ارزیابی به عواملی مانند ماهیت سازه و میزان اطلاعات در دسترس دربارهٔ وضعیت موجود آن بستگی دارد. انتخاب‌ها عبارتند از:

۱- ارزیابی توسط تحلیل؛

۲- ارزیابی توسط تحلیل و آزمایش بارگذاری در مقیاس کامل؛

۳- ارزیابی توسط تحلیل و مدل‌سازی سازه‌ای.

ارزیابی توسط تحلیل، رایج‌ترین روش است و هنگامی توصیه می‌شود که اطلاعات کافی در مورد مشخصه‌های فیزیکی، خواص مواد، پیکربندی سازه و بارگذاری که سازه در معرض آن قرار گرفته و خواهد گرفت، در دسترس باشند. ارزیابی توسط تحلیل و آزمون بارگذاری در مقیاس کامل و یا مدل‌سازی سازه‌ای و یا هر دو، زمانی توصیه می‌شود که پیچیدگی در مفهوم طراحی و فقدان تجربه در زمینهٔ سامانه سازه‌ای موجب می‌شود تا ارزیابی صرفاً با روش‌های تحلیلی نامعتبر و یا غیرقابل اعتماد شود و یا زمانی که ماهیت تنش موجود، بیانگر عدم قطعیت‌های قابل توجهی در مقدار پارامترهای ضروروی برای انجام یک ارزیابی تحلیلی است و یا هنگامی که هندسه و ویژگی‌های مواد به‌کار رفته در اعضای سازهٔ در حال ارزیابی را نتوان به سادگی تعیین نمود.

اجزای ساختاری حیاتی از جمله اعضاء و اتصالات باید به منظور ارزیابی بر اساس بازبینی اسناد و بررسی ابعاد و هندسه و ارزیابی مواد، شناسایی شوند. ظرفیت‌های اجزای حیاتی سازه باید تعیین گردند. می‌توان از روش‌های پیچیده نظیر تحلیل اجزای محدود استفاده نمود. تمامی بارهای مرده و بارهای زندهٔ موجود و مورد انتظار، تجهیزات و بارهای وارده وزن تأسیسات و مقررات آئین‌نامه اجباری مربوط به باد و زلزله باید در نظر گرفته شوند. هر کجا که یک کاربری وجود داشته باشد، مؤلفه‌های غیرسازه‌ای نیز باید برای اطمینان از

توانایی مقابله با بارهای و تغییرشکل‌های تصریح شده، مورد ارزیابی قرار گیرند. همچنین، به اثر مؤلفه‌های غیرسازه‌ای بر عملکرد کلی سازه نیز باید توجه نمود.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۰۰ تعریف دقیق‌تری از بارهای مرده و زنده ارائه می‌کند.

پ-۱-۲-۴ ارزیابی گزینه‌های تعمیر و نگهداری

حتی اگر به نظر، سازه موجود قادر به پاسخ‌گویی به همه الزامات مقاومتی و پایایی باشد، احتمال نیاز به تعمیرات مربوط به مسائل زیباسازی و یا انواع دیگر تعمیرات برای بازگرداندن سازه به شرایط مناسب وجود دارد. روش‌های تعمیری جایگزین و همچنین امکان استفاده از "رویکرد عدم انجام کار" باید بر اساس تخمین نسبی هزینه، زمان‌بندی‌های و سطوح نسبی تداخل با بهره‌برداری سازه، ارزیابی شود.

هنگامی که سازه موجود و یا اجزای آن، قادر به تأمین الزامات مقاومتی و پایداری نباشند، باید روش‌های مقاوم‌سازی مورد ارزیابی قرار گیرند، ارزیابی هزینه نسبی برای گزینه‌های مختلف فراهم شود و توصیه لازم در مورد روش و یا روش‌های انتخاب شده برحسب تأیید به کارفرما و یا کارفرمایان ابلاغ شود. در صورت استفاده از سازه‌ای که باید تحت مرمت قرار گیرد، توجه به اثر تعمیر و یا فرآیندهای مقاوم‌سازی برای بهره‌برداری عادی از سازه ضروری است. این امر به اثراتی مانند نویز، گرد و غبار و تداخل فیزیکی با بهره-برداری از سازه، اختصاص می‌یابد. امکان کار در ساعات فراغت (شب‌ها، آخر هفته، تعطیلات) باید محاسبه شوند، زیرا در اغلب موارد، مطلوبیت و مقرون به صرفه بودن آن به اثبات رسیده است.

پ-۱-۲-۵ ارزیابی هزینه‌های تعمیر و نگهداری

انجام ارزیابی هزینه برای همه جایگزین‌های روش‌های تعمیر ضروری است. هزینه تعمیر و نگهداری به عوامل زیادی بستگی دارد؛ با این وجود می‌توان هزینه انواع خاصی از عملیات تعمیر و یا مقاوم‌سازی در سازه را در اغلب موارد بر اساس تجارب قبلی به‌طور منطقی سنجید. این ارزیابی با توجه به انتخاب شدن یک جایگزین مناسب و امکان‌سنجی اقتصادی پروژه می‌تواند مبنایی را برای یک تصمیم‌گیری اولیه، ایجاد نماید. با در نظر گرفتن محل پروژه و نیروی کار و پیمانکاران ماهر موجود و در دسترس، باید اسناد مربوط به هزینه‌های مفصل‌تر نوسازی، تهیه شوند.

این هزینه نیز باید در یک زمان تقریبی از جدول زمان‌بندی واقعی ساخت محاسبه شود. قابل ذکر است که شرایط پیش‌بینی نشده‌ای که به هزینه اضافی نیاز دارد، در بسیاری از پروژه‌های تعمیر و نگهداری، یک امر شایع محسوب می‌شود. از این رو، احتمالات کافی باید فراهم شوند. در صورتی که هزینه‌های ارزیابی بیش از بودجه موجود باشد، چرخه دیگری از کاهش احتمالی باید مورد مطالعه قرار گیرد. سپس برنامهٔ نهایی تعمیر و نگهداری می‌تواند اصلاح و توسط کارفرما تأیید شود. کارفرما باید از این موضوع آگاه شود که هزینه‌های واقعی را می‌توان تنها پس از آماده‌سازی اسناد دقیق قرارداد (نقشه‌ها و مشخصات فنی) و بعد از اخذ مناقصه شرکت توسط پیمانکاران، تعیین نمود. اگر مشخص شود هزینه‌های ارتقاء، بسیار زیاد است، باید استفاده از

جایگزین احتمالی در سازه مورد مطالعه قرار گیرد و یا ادامه کاربرد فعلی سازه و یا توقف تدریجی کاربرد آن توصیه می‌شود.

پ-۱-۳ تأیید وضعیت

راستی‌آزمایی این امر که سازه و یا عضو آن در سطح هدف خود، قادر به انجام خدمت است یا خیر، به راحتی با مقایسه وضعیت فعلی آن با معیارهای طراحی اصلی خود، تعیین می‌شود. در غیاب این اطلاعات و یا دستورالعمل‌ها، می‌توان عملکرد رضایت‌بخش قبلی را با توجه به ایمنی و خدمت‌پذیری، مورد ارزیابی قرار داد.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۵۱، فرآیند دقیق‌تری برای تحلیل و ارزیابی تأیید ارائه می‌کند.

پیوست ت

(آگاهی دهنده)

توصیه‌ها

ت-۱ کلیات

توصیه‌ها باید به موضوعات زیر اختصاص یابند:

- برنامه عملیاتی؛

- ارزیابی‌های هزینه؛

- زمان‌بندی و

- تعیین محدودیت‌ها و امکان‌سنجی.

ت-۲ برنامهٔ عملیاتی

توصیه‌ها باید به وضوح به دورهٔ مناسبی از عملیات مانند موارد زیر اشاره نماید:

۱- پذیرفتن سازه، همان‌گونه که هست؛

۲- مقاوم سازی سازه برای اصلاح عیوب شناسایی شده؛

۳- تغییر کاربرد سازه و یا؛

۴- مرحله‌بندی کردن از کارافتادگی سازه.

در این مرحلهٔ می‌بایستدورهٔ عملیاتی که به بهترین وجه، اهداف کارفرما را تأمین می‌کند، در نظر گرفت و راه حل مناسب و مقرون به صرفه‌ای برای تعمیر فراهم نمود. طرح‌های مؤثر باید به این امر اختصاص یابند که کدام عملیات باید در نظر گرفته شود و چگونه به بهترین وجه اجراء شود. در مکان‌هایی که با محدودیت‌های شدید بودجه مواجه است، تخصیص اولویت به تعمیرات و در نتیجه مرحله‌ای ساختن اجرای برنامه در طول چند سال ضروری است. جایگزین‌های امکان‌پذیر طرح عملیاتی توصیه شده که شامل برآورد هزینه‌ها و دوره‌های بازپرداخت هستند، باید شناسایی و مشخص شوند.

ت-۳ برآوردهای هزینه

هزینه‌های پروژه، غالباً همهٔ جنبه‌های یک طرح تعمیر توصیه شده را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در حالی که کنترل غیرضروری توصیه‌های نهایی می‌تواند تأثیر عمده‌ای بر آن‌ها داشته باشد. برآوردهای هزینه باید الزامات کارفرما را مورد رسیدگی قرار داده و اثرات وقفه‌های در بهره‌برداری عادی را مدنظر قرار دهد. علاوه

بر این، این امر برای مطالعهٔ مرحله‌بندی محتمل پروژه و شناسایی تأثیرات ناشی از به تأخیر افتادن یک فاز خاص بر هزینه‌های تعمیر آتی، مفید است. نرخ تورم و نرخ بهره، هر دو، باید هنگام برآورد اثر تأخیر در برنامه تعمیر گنجانده شوند. در نهایت، متوسط طول عمر سامانه‌های مختلف و طرح‌های جایگزین تعمیر و متوسط طول عمر کل سازه باید در نظر گرفته شود. در ضمن، برآورد هزینه کل باید شامل هزینه خدمات مهندسی مورد نیاز، خدمات آزمون و احتمالات رخدادهای دیگر باشد.

ت-۴ زمان‌بندی

زمان‌بندی پروژه ممکن است توسط فوریت نیازهای تعمیر، دسترسی به بودجه، اثرات آن بر عملیات در جریان و شرایط بهینه ساخت‌وساز تعیین شود. در صورت نیاز به عملیات تعمیر در فضای آزاد، ممکن است کار تا مناسب بودن آب و هوا به تأخیر بی‌افتد و یا ممکن است اقدامات حفاظتی موقتی لحاظ گردند. در زمان‌بندی، باید زمان انتظار برای مهندسین و برای آماده‌سازی اسناد و مدارک ساخت‌وساز مورد توجه قرار گیرد و همچنین یک زمان کافی برای انتخاب پیمانکار و تجهیز کارگاه در نظر گرفته شود. در صورت وجود شرایط ناشناخته و شناسایی عیوب جدید در مدت زمان تعمیر، باید یک زمان کافی به اصلاحات محتمل و خدمات اضافی مهندسی اختصاص یابد. زمان کافی تحویل برای مواد خاص، تجهیزات جدید و یا جایگزین تجهیزات و یا قطعات پیش‌ساخته نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

ت-۵ تعیین محدودیت‌ها و امکان‌سنجی

فرآیند تعمیر اغلب دربرگیرنده قیود مربوطه به انجام کار در کنار بهره‌برداری از سازه می‌باشد. در عملیات ساخت‌وساز، مواردی مانند گرد و غبار، نویز، ارتعاش و مواد خطرناک وجود دارند، لذا برای این موارد بهتر است ملاحظات ویژه‌ای درنظر گرفت. دسترسی به محل و مسائل مربوط به مواد نیز باید در نظر گرفته شوند. اغلب، برگزاری جلسات ویژه برنامه‌ریزی پروژه، در تعیین مناسب‌ترین راه برای بررسی این قیود مفید است. اطمینان از این‌که هر قید اجبار شده توسط کارفرما، در نظر گرفته خواهد شد و در طرح تعمیر گنجانده می‌شود، از اهمیت حیاتی برخوردار است.

پیوست ث

(آگاهی دهنده)

محتوای گزارش نهایی

ث-۱ مقدمه

نتایج کل حاصله از بازرسی باید در یک گزارش نهایی خلاصه شود. این گزارش به‌طور کلی شامل یک شرح مختصر از حوزه‌های اصلی ارائه شده در زیر می‌باشد که در فرآیند ارزیابی مورد رسیدگی قرار می‌گیرند:

۱- هدف و محدوده تحقیقات؛

۲- ساخت‌وساز و اسناد موجود؛

۳- مشاهدات میدانی و بررسی شرایط؛

۴- نمونه‌برداری و آزمون مواد؛

۵- ارزیابی؛

۶- یافته‌های و توصیه‌ها.

ث-۲ هدف و محدوده تحقیقات

در این بخش از گزارش باید هدف و محدوده تحقیقات مورد توافق با کارفرما شرح داده شود که شامل هر گونه اصلاحات انجام شده در طول دوره ارزیابی است.

ث-۳ ساخت‌وساز و اسناد موجود

خلاصهٔ کوتاهی از اطلاعات مربوط به سازه موجود از قبیل مکان، اندازه، تاریخچه، معماری و جزئیات سازه‌ای و غیره باید در این بخش گنجانده شود. نتایج حاصله از بازبینی باید به‌طور خلاصه بیان شده و با تصاویر، نسخه‌هایی از نقشه‌ها و سایر اطلاعات مربوطه قابل اجرا، تکمیل شود. همچنین فهرستی از تمامی اسناد جمع‌آوری شده و منابع آن‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود.

ث-۴ مشاهدات میدانی و بررسی شرایط

نتایج حاصله از بررسی شرایط برای همه بخش‌های سازه از قبیل پوشش و شالوده باید در نظر گرفته شوند. گزارش باید به اختصار شامل روش‌ها و تجهیزات مورد استفاده، نتایج تلاش‌های راستی آزمایی شامل همه انحرافات، عیوب عمده‌ای که به عملیات ترمیمی نیاز دارند و همه بخش‌های سازه که باید به دلیل تغییر در

کاربرد و یا ظاهر اصلاح گردند، باشد. گزارش همچنین شامل عکس‌ها، طرح‌ها، نقشه‌ها و سایر اطلاعات مربوط به آماده‌سازی در طی عملیات بازرسی و بررسی میدانی است.

ث-۵ نمونه‌برداری و آزمون مواد

مکان‌ها، روش‌ها و نتایج آزمایشات غیرمخرب و مخرب انجام شده در طی بازبینی باید به‌طور خلاصه بیان گردند. نتایج باید با تصاویر، نسخه‌های نتایج آزمایشات انجام شده در آزمایشگاه، در صورت تقاضا، تکمیل شود. نتایج باید کفایت سازه از نظر شرایط فیزیکی، استحکام و عملکرد آینده آن و آزمایش مصالح مورد نظر را نشان دهد.

ث-۶ ارزیابی

گزارش باید به‌طور خلاصه، نتایج ارزیابی مقاومت سازه را بیان کند. همه ارزیابی‌های انجام شده و روش‌های به‌کار رفته در فرآیند ارزیابی باید به‌طور واضح مستندسازی شوند. شرح خلاصه‌ای از هر روش جایگزین تعمیر و یا روش مقاوم‌سازی مطالعه شده همراه با طرح اولیه که بیانگر جزئیات معمولی ارزیابی‌های هزینه و تأثیر روش تعمیر است نیز باید تحت پوشش قرار گیرد.

ث-۷ یافته‌ها و توصیه‌ها

یافته‌های حاصله از مطرح‌سازی کار قبلی باید در این بخش از گزارش به‌طور خلاصه بیان شود. یافته‌ها باید شامل بحث در مورد وضعیت سازه و امکان‌سنجی تعمیر باشد. در پیوست **ت**، گزارش دقیقی از عناصر مربوط به توصیه‌ها ارائه شده است.

کتاب‌نامه

[1] ISO 9000:2005, Quality management systems — Fundamentals and vocabulary

[2] ISO 13824:2009, Bases for design of structures — General principles on risk assessment of systems involving structures

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

[4] Japan Concrete Institute. Practical Guideline for Investigation. Repair and Strengthening of Cracked Concrete Structures, 2003

[5] Architectural Institute of Japan, Test Methods for Quality Control and Maintenance of Reinforced Concrete Buildings, 2007.2

[6] American Concrete Institute, ACI 364.1 R-07: “Guide for Evaluation of Concrete Structures Prior to Rehabilitation”, 2007

[7] American Concrete Institute, ACI 201.1 R-08: “Guide for Making a Condition Survey of Concrete in Service”, 2008

[7] Markey I., Isaksen T., Erndahl Sörensen H., Janz M., Fagerlund G., Damgaard Jensen A. et al. NORECON Task T1. Decisions and requirements for repair - a review. NORECON Network on repair and maintenance of concrete structures Oslo. Norwegian Public Roads Administration, 2004, 34 p.

[8] Norwegian Standard NS 3424:2012: “Condition survey of construction works – Content and execution” (in Norwegian)

[9] American Association of State H ighway and Transportation Officials. A ASHTO 2 008 “The manual for bridge evaluation” 1st ed