



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۴-۲۰۳۴۷

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO

20347-4

1st Edition

2019

Identical with
ISO 13315-4:
2017

مدیریت زیست محیطی برای بتن و سازه های
بتنی - قسمت ۴: طراحی زیست محیطی
سازه های بتنی

**Environmental management for concrete
and concrete structures– Part 4:
Environmental design of concrete structures**

ICS: 13.020.10; 91.080.40; 91.100.30

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.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.org.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

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

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

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

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«مدیریت زیست محیطی برای بتن و سازه های بتنی - قسمت ۴: طراحی زیست محیطی سازه های بتنی»

رئیس:

روا، افشین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

ارشد، بهمن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امین بخش، آرمان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

تقی زاده، نادر

(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

حیدری زاد، حمیدرضا

(کارشناسی مهندسی عمران)

عباسی رزگله، محمد حسین

(کارشناسی مهندسی مواد)

فرشی حقرو، ساسان

(دکتری مهندسی عمران)

کریمیان خسروشاهی، فریبا

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

مجتبوی، سید علیرضا

(کارشناسی مهندسی مواد)

مجیدی، مرتضی

(کارشناسی مهندسی تکنولوژی صنایع شیمیایی)

سمت و/یا محل اشتغال:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

شرکت خانه سازی پیش ساخته آذربایجان

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک اداره کل راه و

شهرسازی استان آذربایجان شرقی

آزمایشگاه آراد خاک بهینه کاوش

سازمان ملی استاندارد ایران

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

شرکت آذربام عایقکار

سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت نفت پاسارگاد

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

محمدزاده، شهرام

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

محمودی، توحید

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

محمودی، ولی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

موسوی، محمد

(کارشناسی مهندسی عمران)

ویراستار:

روا، افشین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سمت و/یا محل اشتغال:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

مجتمع بتن آماده امامیه

شرکت بنیاد بتن آذربادگان

شرکت آرمان صنعت تدبیر اندیش

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ چارچوب طراحی زیست‌محیطی
۲	۵ اسناد کارفرما و الزامات عملکرد زیست‌محیطی
۴	۶ طراحی
۵	۷ برآورد
۵	۸ تصدیق
۶	۹ مستندسازی
۷	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مثال برای شاخص رده پیاند (موجود)، رده پیامد، نقاط انتهایی رده و اهداف حفاظت
۸	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از معیارها برای برآورده ساختن الزامات شاخص‌های رده پیامد در مرحله «طراحی»
۱۰	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) مثال برای تحلیل فهرستی بر اساس روش LCA و تصدیق (نسبت‌های اختلاط بتن)
۱۳	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «مدیریت زیست‌محیطی برای بتن و سازه‌های بتنی - قسمت ۴: طراحی زیست‌محیطی سازه‌های بتنی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در هشتصد و نوزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۷/۱۱/۱۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استانداردهای 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 مزبور است:

ISO 13315-4: 2017, Environmental management for concrete and concrete structures– Part 4: Environmental design of concrete structures

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۰۳۴۷ است و سایر قسمت‌های این مجموعه عبارتند از:

- قسمت ۱: اصول کلی

- قسمت ۲: مرز سامانه و فهرست داده‌ها

مدیریت زیست محیطی برای بتن و سازه های بتنی - قسمت ۴: طراحی زیست محیطی سازه های بتنی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین چارچوب کلی، اصول و الزامات مربوط به طراحی زیست محیطی سازه های بتنی بر اساس روش ارزیابی چرخه عمر (LCA)^۱ یا دیگر روش های کاربردی است. این استاندارد برای سازه های بتنی مجزا، همچنین برای سازه های بتنی مرکب نیز کاربرد دارد.

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 می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 13315-2, Environmental management for concrete and concrete structures- Part 2: System boundary and inventory data

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۳۴۷-۲: ۱۳۹۴، مدیریت زیست محیطی برای بتن و سازه های بتنی- قسمت ۲: مرز سامانه و فهرست داده ها، با استفاده از استاندارد ISO 13315-2: 2014 تدوین شده است.

2-2 ISO 14040, Environmental management- Life cycle assessment- Principles and framework

یادآوری- استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۴۰۴۰: ۱۳۸۶، مدیریت زیست محیطی- ارزیابی چرخه حیات- اصول و چارچوب، با استفاده از استاندارد ISO 14040: 2006 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای ISO 13315-1، ISO 13315-2، ISO 14040 و ISO 14050، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می رود^۲:

1- Life cycle assessment

۲- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه های www.iso.org/obp و www.electropedia.org/ قابل دسترس است.

۱-۳

اسناد کارفرما

client briefing

سندی که در هر زمان اهداف و نیازهای مرتبط، منابع کارفرما و کاربر، سوابق پروژه و هر گونه الزامات مناسب طراحی را ارائه می‌کند.

۲-۳

طراحی دوام

durability design

طراحی سازه که در آن الزامات مربوط به دوام لحاظ شده است.

۳-۳

طراحی زیست‌محیطی

environmental design

طراحی سازه که در آن، پیامدهای زیست‌محیطی در نظر گرفته شده است.

[منبع: زیربند ۳-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۰۳۴۷]

۴-۳

طراحی سازه‌ای

structural design

طراحی سازه که در آن عملکردهای سازه‌ای شامل ایمنی، قابلیت بهره‌برداری، قابلیت بازسازی، یکپارچگی سازه‌ای و استحکام در نظر گرفته می‌شود.

۴ چارچوب طراحی زیست‌محیطی

موقعیت‌یابی طراحی زیست‌محیطی در طراحی یکپارچه سازه‌های بتنی در شکل ۱ نشان داده شده است. طراحی زیست‌محیطی یک سازه بتنی باید توأم با طراحی سازه‌ای و طراحی دوام و هماهنگ با چشم‌انداز و محیط پیرامون انجام شود.

طراحی زیست‌محیطی شامل اسناد کارفرما، تنظیم الزامات مربوط به عملکرد زیست‌محیطی، طراحی، برآورد عملکردهای زیست‌محیطی حفظ شده، تصدیق و مستندسازی است.

۵ اسناد کارفرما و الزامات عملکرد زیست‌محیطی

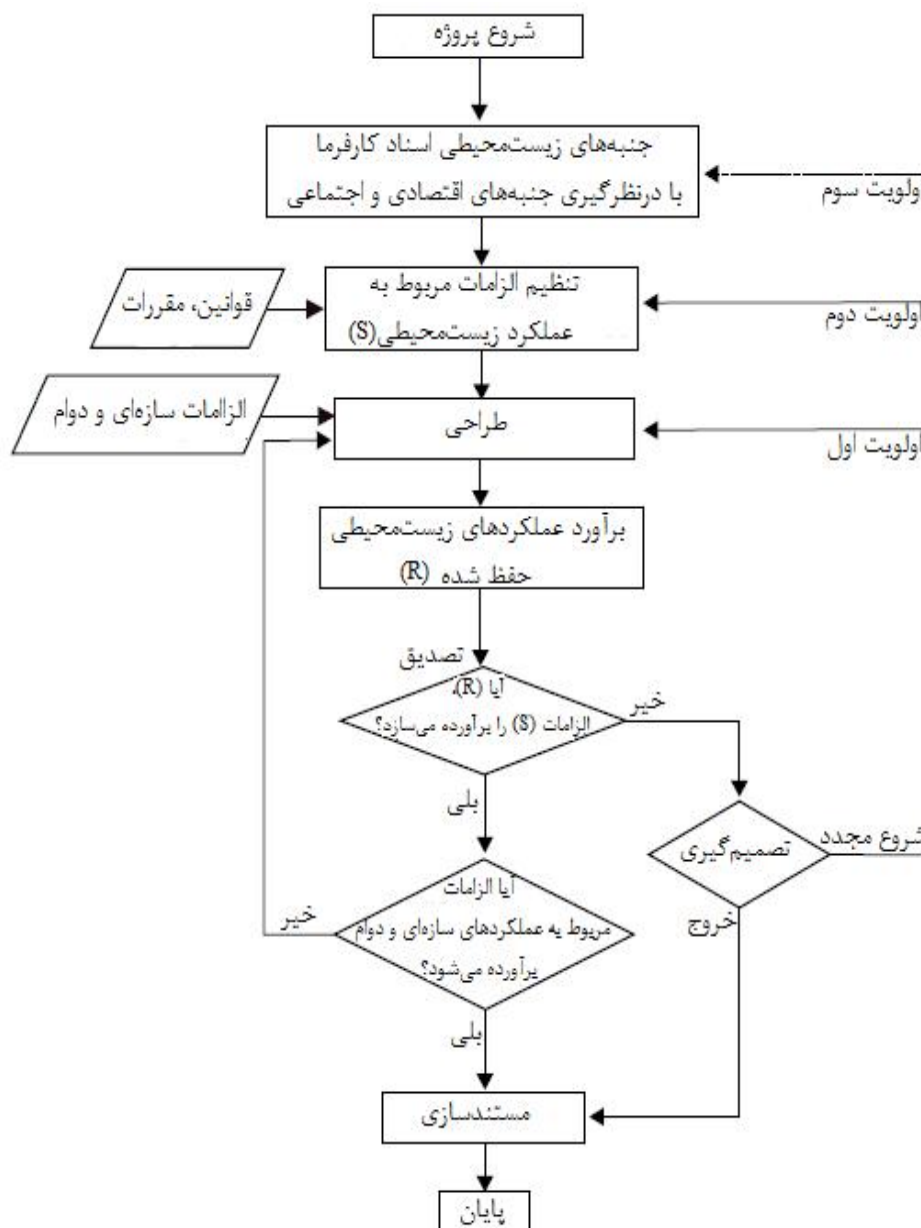
سند کارفرما در ارتباط با جنبه‌های زیست‌محیطی پروژه باید با در نظرگیری جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی مرتبط با اجرای پروژه نظیر هزینه چرخه عمر (LCC)^۱ و سوابق گذشته، آماده شود.

1- Life cycle cost

در یک سند کارفرما، LCC و جنبه‌های زیست‌محیطی موردنظر باید مشخص شود. سطوح مختلفی از شاخص رده پیامد (موجود)، رده پیامد، نقاط انتهایی رده و اهداف حفاظت را می‌توان مشخص کرد.

یادآوری- مثالی از یک سند کارفرما در ارتباط با شاخص رده پیامد (موجود)، رده پیامد، نقاط انتهایی رده و اهداف حفاظت، در شکل الف-۱ نشان داده شده است (به پیوست الف مراجعه شود).

برای تصدیق عملکرد، شاخص‌های مناسب رده پیامد باید برای جنبه‌های زیست‌محیطی مشخص شده در سند کارفرما انتخاب شود.



شکل ۱- طراحی زیست‌محیطی سازه‌های بتنی

هنگامی که رده‌های پیامد، نقاط انتهایی رده و اهداف حفاظت به صورت سطوحی از جنبه‌های زیست‌محیطی در اسناد کارفرما مشخص می‌شوند، شاخص‌های رده پیامد که می‌توانند این سطوح را برآورده سازند، باید انتخاب شوند.

شاخص‌های رده پیامد می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- هم‌ارزهای کربن‌دی‌اکسید (CO_2)؛
- هم‌ارزهای تری کلرو فلورو متان (CFC)؛
- نیتروژن اکسید (NO_x)؛
- سولفور اکسید (SO_x)؛
- مقدار کل نیتروژن؛
- مقدار کل فسفر؛
- فلزات سنگین (سرب، مس، کرومیوم، کادمیوم، روی و غیره)؛
- ترکیبات آلی فرار غیر متان (NMVOC)^۱؛
- سوخت‌های فسیلی (ذغال سنگ، نفت، گاز طبیعی)؛
- منابع غیر آلی؛
- ذرات ریز (PM)^۲؛
- پسماند؛
- آب؛
- مقدار منابع بازیافتی.

در صورتی که هماهنگی با چشم‌انداز و محیط پیرامونی مدنظر باشد، شاخص‌های رده پیامد را می‌توان نسبت به این عوامل، آن‌چنان که مورد نیاز است، انتخاب نمود. الزامات عملکرد زیست‌محیطی باید برای انطباق با قوانین و مقررات مرتبط و اسناد کارفرما، کمی‌سازی شود.

۶ طراحی

در طراحی باید معیارهای ویژه‌ای در ارتباط با اجزای سازنده، نسبت‌های اختلاط و جزئیات سازه‌ای (مانند ابعاد اجزاء و مقدار فولاد) در تلفیق با تنظیم جنبه‌های زیست‌محیطی به صورت الزامات عملکرد زیست‌محیطی

1- Non-methane volatile organic compounds

2- Particulate matter

در نظر گرفته شود.

یادآوری ۱- هم‌چنین، اثرات مربوط به جرم حرارتی، قابلیت نگهداری آب، نفوذ آب و درخت‌کاری می‌تواند در نظر گرفته شود.

یادآوری ۲- مثال‌هایی از معیارهای ویژه مورد نیاز برای برآورده ساختن الزامات تعدادی از شاخص‌های رده پیامد که به‌عنوان جنبه‌های زیست‌محیطی در نظر گرفته می‌شود، در پیوست ب ارائه شده است.

۷ برآورد

عملکرد زیست‌محیطی حفظ شده یک سازه بتنی یا یک سازه بتنی مرکب باید به‌طور مناسب بر اساس شاخص‌های رده پیامد تعیین شده، برآورد شود.

در این استاندارد، روش LCA باید مطابق با مجموعه استانداردهای ISO 14040 باشد و مرز سامانه و فهرست داده‌ها باید طبق استاندارد ISO 13315-2، تعیین شود. عملکرد زیست‌محیطی حفظ شده باید با تحلیل فهرستی داده‌ها برآورد شود.

هنگامی که شاخص‌های رده پیامد انتخاب شده به‌صورت پارازیت، ارتعاش، گرد و غبار، امواج الکترومغناطیس و تغییرات سطح آب زیرزمینی است، مقدار اندازه‌گیری شده یا تحلیل شده در گذشته (یا برای یک محیط زیست مشابه) باید برای این برآورد به کار رود.

اگر شاخص رده پیامد انتخاب شده، یک جنبه زیست‌محیطی است که در مورد آن هیچ روش برآورد کمی تعیین نشده یا برای برآورد کمی مناسب نیست، در این صورت، برآورد باید به روش مناسبی انجام شود.

یادآوری- برای جنبه‌های زیست‌محیطی مرتبط شامل ناهماهنگی چشم‌انداز و تغییرات سطح زمین در اثر عوامل طبیعی، برآورد می‌تواند از دیدگاه علمی- اجتماعی به‌صورت کیفی انجام شود.

۸ تصدیق

برای تعیین این که عملکرد زیست‌محیطی حفظ شده در یک سازه بتنی مشخص، الزامات عملکرد زیست‌محیطی را برآورده می‌سازد یا نه، تصدیق باید انجام شود.

یادآوری- مثالی از تحلیل فهرستی بر اساس LCA و تصدیق در پیوست پ ارائه شده است.

هنگامی که بر اساس تصدیق معلوم می‌شود، عملکرد زیست‌محیطی حفظ شده در یک سازه بتنی مشخص، تمامی الزامات عملکردی را برآورده می‌سازد، تصدیق به پایان می‌رسد.

هنگامی که بر اساس تصدیق معلوم می‌شود، عملکرد زیست‌محیطی حفظ شده در یک سازه بتنی مشخص، الزامات عملکردی را برآورده نمی‌سازد، روند فرآیند باید به مرحله «طراحی» عودت داده شود، تا اجزای سازنده، نسبت‌های اختلاط و جزئیات سازه‌ای (مانند ابعاد اجزاء و مقدار فولاد) تغییر کند، یا در صورت

امکان‌پذیر نبودن آن، الزامات عملکردی در مرحله «اسناد کارفرما» از طریق مذاکره تجدیدنظر شود. در صورت عدم توافق، کارفرما یا مالک می‌تواند در خصوص توقف پروژه تصمیم‌گیری کند.

۹ مستندسازی

تمامی اطلاعات مربوط به طراحی زیست‌محیطی پروژه بدون توجه به نتایج تصدیق آن، باید ثبت و نگهداری شود.

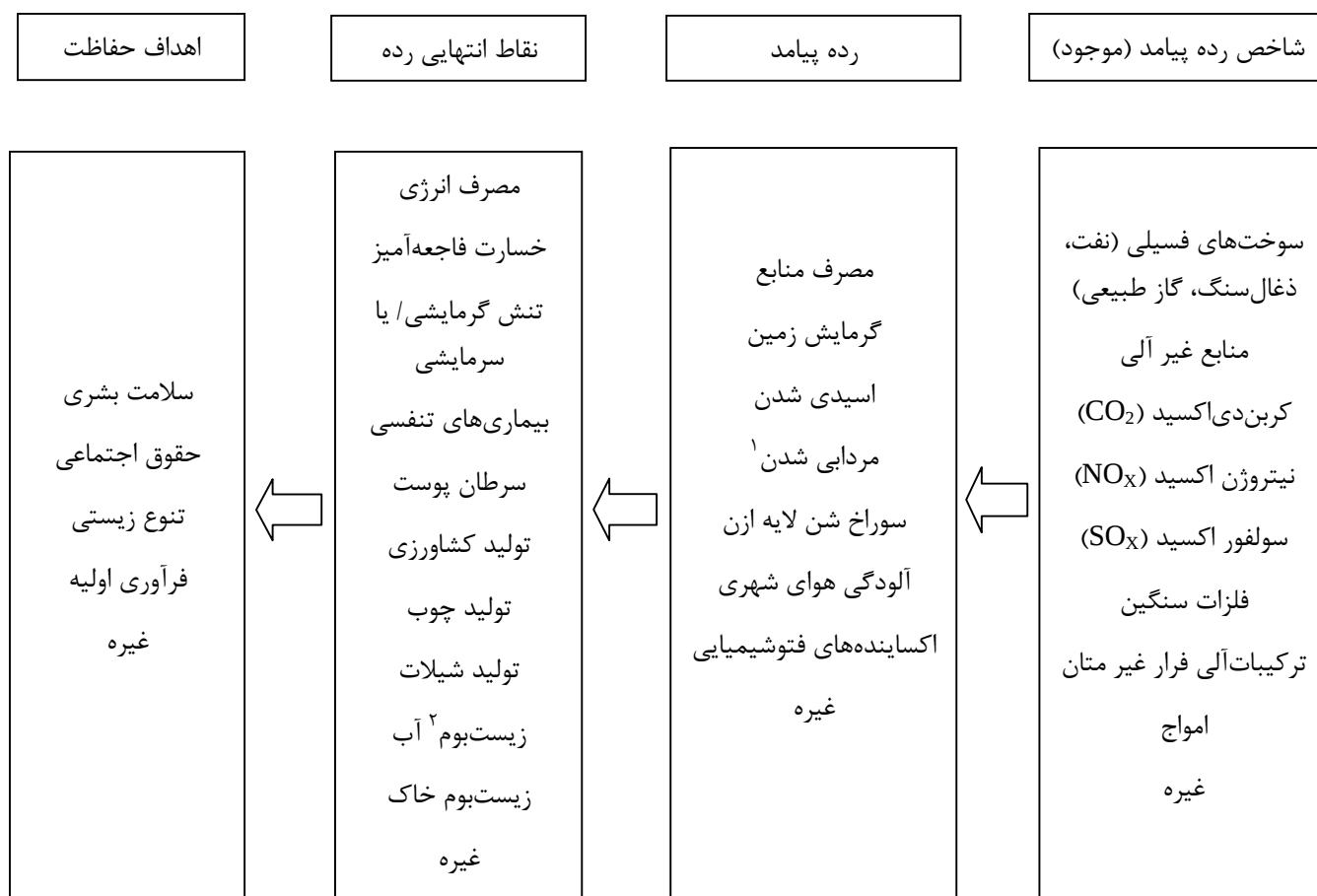
در صورت اجرای پروژه بر اساس تصدیق، سوابق باید توسط مالک و طراح برای تمام عمر خدمت سازه بتنی نگهداری شود.

مطلوب است که اطلاعات مربوط به طراحی زیست‌محیطی پروژه در طرح‌ریزی پروژه‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مثال برای شاخص رده پیامد (موجود)، رده پیامد، نقاط انتهایی رده و اهداف حفاظت



1- Eutrophication

2- Ecosystem

شکل الف-۱- مثال برای شاخص رده پیامد (موجود)، رده پیامد، نقاط انتهایی رده و اهداف حفاظت

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

مثال‌هایی از معیارها برای برآورده ساختن الزامات شاخص‌های رده پیامد در مرحله «طراحی»

موارد زیر مثال‌هایی از معیارهای ویژه است که می‌تواند برای برآورده ساختن الزامات هر شاخص رده پیامد ضروری باشد. در صورتی که کربن‌دی‌اکسید (CO_2)، نیتروژن اکسید (NO_x)، سولفور اکسید (SO_x)، ذرات ریز (PM) یا مقدار منابع بازیافتی به‌عنوان یک شاخص رده پیامد مدنظر باشد، این موارد به‌عنوان جنبه‌های زیست‌محیطی در مرحله «طراحی» در نظر گرفته می‌شود.

هنگامی که شاخص رده پیامد به‌صورت کربن‌دی‌اکسید (CO_2)، نیتروژن اکسید (NO_x)، سولفور اکسید (SO_x) یا ذرات ریز (PM) باشد، انتخاب‌های مجاز به‌شرح زیر است:

- بهینه‌سازی الزام مقاومت و الزام سازه‌ای با برآورده کردن عمر خدمت طرح؛
 - کاهش مقدار سیمان پرتلند با استفاده از سیمان آمیخته؛
 - کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی در کارگاه‌ها با جایگزینی منابع سوختی حاصل از زیست‌توده^۱؛
 - کاهش مقدار مصالح با بهبود انواع سازه‌ها و روش‌های اجرا؛
 - کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی با استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات با مصرف سوخت پایین؛
 - کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی با پیوستن کامل به سامانه خاموش کردن خودکار موتور^۲؛
 - کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی با جایگزینی منابع سوختی حاصل از زیست‌توده؛
 - انتخاب روش مناسب در ارتباط با تمام فعالیت‌های ساخت و ساز؛
 - به‌کارگیری نفوذپذیری بیش‌تر آب و قابلیت نگهداری بالای آب در بتن نفوذپذیر برای کاهش پدیده جزیره حرارتی^۳؛
 - افزایش عمر خدمت طرح سازه و اجزای آن با استفاده از مقاومت بالا و بتن با عملکرد بالا؛
 - افزایش عمر خدمت طرح سازه و اجزای آن با بالا بردن سازگاری با تغییرات مختلف در آینده؛
 - استفاده از اثر ذخیره حرارتی بتن (ساختمان‌ها).
- هنگامی که شاخص رده پیامد به‌صورت مقدار منابع بازیافتی است، انتخاب‌های مجاز به‌شرح زیر است:

1- Biomass
2- The idling stop practice
3- Heat island phenomena

- استفاده از مواد مکمل سیمانی؛
- استفاده از سنگدانه بازیافتی و سنگدانه‌های سرباره‌ای مختلف؛
- استفاده از سنگدانه بازفرآوری شده.

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

مثال برای تحلیل فهرستی بر اساس روش LCA و تصدیق (نسبت‌های اختلاط بتن)

پ-۱ الزامات و مفروضات

در این مثال، ۳۰٪ کاهش انتشار گاز CO₂ در یک سازه بتنی مورد نیاز است. این کاهش از بتن مورد استفاده در سازه به دست می‌آید.

فرض می‌شود که بتن با نسبت آب به سیمان ۰/۵ برای عملکردهای سازه‌ای و دوام سازه بتنی، مورد نیاز است.

اگر فرض شود که ۷۵٪ انتشار گاز CO₂ از سازه، ناشی از بتن است، بتن باید الزام ۴۰٪ کاهش در انتشار گاز CO₂ حاصل از بتن را برآورده سازد.

معمولاً سیمان پرتلند، آب شرب، ماسه شکسته و سنگ شکسته به ترتیب به عنوان سیمان، آب اختلاط، سنگدانه ریز و سنگدانه درشت در ساخت بتن به کار می‌روند. برای ساده‌سازی شرایط، در این مثال فرض می‌شود که روش و فاصله حمل میان تامین کننده و مشتری برای سیمان، سنگدانه ریز و سنگدانه درشت، صرف نظر از انواع آن‌ها، تغییر نمی‌کند. همچنین، پیامدهای زیست محیطی بتن تولید شده با هر نوع سیمان، سنگدانه ریز و سنگدانه درشت، مشابه فرض می‌شود.

پ-۲ تحلیل فهرستی

مرزهای سامانه برای هر یک از اجزای سازنده و بتن مطابق با استاندارد ISO 13315-2 تعیین می‌شود. یک نسبت اختلاط متداول برای بتن که الزامات مربوط به عملکرد سازه‌ای و دوام را برآورده می‌سازد، در جدول پ-۱ ارائه شده است.

جدول پ-۱- نسبت اختلاط متداول برای بتن

بر حسب kg/m ³					s/a ^c	W/C ^b	مقدار هوا	روانی	M.S. ^a
WR/AE ^d	شن	ماسه	سیمان	آب	%		%	cm	mm
۲/۶۴	۱۰۰۲	۷۸۷	۳۴۶	۱۷۳	۴۴	۰/۵	۵	۱۲	۲۰
^a حداکثر اندازه سنگدانه. ^b نسبت آب به سیمان. ^c نسبت سنگدانه ریز به کل سنگدانه در حجم. ^d نسبت مقدار کاهش آب به ماده افزودنی هوازا.									

برای برآورده ساختن ۴۰٪ کاهش در انتشار گاز CO₂ حاصل از بتن، نسبت اختلاط بتن حاوی سرباره دانه‌ای کوره بلند^۱ مطابق جدول پ-۲ انتخاب می‌شود. سپس برای اطمینان از عملکردهای مشابه سازه‌ای و دوام سازه بتنی به دلیل تغییرات چسباننده، نسبت آب به چسباننده بتن از ۰٫۵ به ۰٫۴۵ کاهش یافته و نسبت ماده افزودنی شیمیایی از WR/AE به HRWR/AE تغییر می‌یابد.

جدول پ-۲- نسبت اختلاط بتن حاوی سرباره دانه‌ای کوره بلند

بر حسب kg/m ³						s/a	W/B ^a	مقدار هوا	روانی	M.S.
HRWR/AE ^c	شن	ماسه	GGBFS ^b	سیمان	آب	%		%	cm	mm
۱٫۹۵	۱۰۳۳	۷۸۰	۲۰۰	۱۳۳	۱۵۰	۴۳	۰٫۴۵	۵	۱۲	۲۰
^a نسبت آب به چسباننده. ^b سرباره دانه‌ای کوره بلند. ^c ماده افزودنی هوازا / گستره بالای کاهش آب / روانی و مقدار هوای موجود.										

برای محاسبه انتشار گاز CO₂ از هر نسبت اختلاط، فهرست داده‌های زیر مطابق استاندارد ISO 13315-2، جمع‌آوری شده است و برای هر یک از اجزای سازنده بتن به کار می‌رود:

آب: ۰٫۰۳۵ kgCO₂/m³

سیمان: ۷۸۰ kgCO₂/t

GGBFS: ۲۷ kgCO₂/t

ماسه: ۳۷۷ kgCO₂/t

شن: ۲۹۹ kgCO₂/t

WR/AE: ۱۵۰ kgCO₂/t

HRWR/AE: ۱۵۰ kgCO₂/t

انتشار گاز CO₂ از ۱ m³ هر مخلوط بتن، به صورت زیر است:

برای مخلوط متداول:

$$۰٫۰۳۵ \times ۰٫۱۷۳ + ۷۸۰ \times ۰٫۳۴۶ + ۳۷ \times ۰٫۷۸۷ + ۲۹۹ \times ۱٫۰۰۲ + ۱۵۰ \times ۰٫۰۲۶۴ =$$

$$۲۷۶٫۱ \approx ۲۷۶ \text{ kgCO}_2/\text{m}^3$$

برای مخلوط GGBFS:

$$0.0035 \times 0.150 + 780 \times 0.133 + 27 \times 0.200 + 37 \times 0.780 + 29 \times 1.33 + 150 \times 0.00195 = \\ 115.3 \approx 115 \text{ kgCO}_2/\text{m}^3$$

پ-۳ تصدیق

با انتخاب نسبت اختلاط جایگزین، کاهش انتشار گاز CO₂ تقریباً برابر ۵۸٪ است که می‌تواند الزامات بتن را برآورده سازد. بنابراین، الزامات سازه بتنی برآورده می‌شود.

کتابنامه

- [1] ISO 13315-1, Environmental management for concrete and concrete structures– Part 1: General principles

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۰۳۴۷: ۱۳۹۵، بتن- مدیریت زیست محیطی بتن و سازه های بتنی- قسمت ۱: اصول کلی، با استفاده از استاندارد ISO 13315-1: 2012 تدوین شده است.

- [2] ISO 14050, Environmental management– Vocabulary

یادآوری- استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱۴۰۵۰: ۱۳۸۵، مدیریت زیست محیطی- واژه نامه، با استفاده از استاندارد ISO 14050: 2002 تدوین شده است.