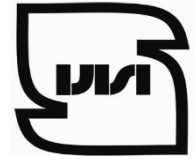




جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران



استاندارد ملی ایران  
۱۳۲۸۲

تجدیدنظر اول

۱۳۹۵

**INSO**  
**12282**

**1st. Revision**

**2017**

**Identical with**  
**ISO 19388: 2014**

**Iranian National Standardization Organization**

**بتن – الزامات عملکرد و ارزیابی برای**  
**استانداردهای طراحی بتن سازه‌ای**

**Concrete- Performance and**  
**assessment**  
**requirements for design standards on**  
**structural concrete**

**ICS: 91.100.40**

استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۸۲ (تجدیدنظر اول): ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج- شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج-ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto: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](mailto: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 ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

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

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

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

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

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«بتن - الزامات عملکرد و ارزیابی برای استانداردهای طراحی بتن سازه‌ای»

### رئیس:

تاروردیلو، سعید

(دکتری مهندسی عمران سازه)

### دبیر:

صبح‌دل، حسن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران سازه)

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

الیاسی، شایان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران زلزله)

تیغ افکند، علیرضا

(کارشناسی مهندسی عمران)

جعفری، مجتبی

(کارشناسی مهندسی عمران)

روشن میاوقی، علی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

زینالی، رامین

(کارشناسی مهندسی عمران)

خدادوست، مهدی

(کارشناسی مهندسی عمران)

روشی، رضا

(کارشناسی مهندسی عمران)

ساجدی، توحید

(کارشناسی مهندسی عمران)

سلیمان‌نژاد، مهدی

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

### سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه ارومیه

اداره کل استاندارد آذربایجان غربی

شرکت بازرسی دقیق مصالح آزمون

شرکت بتن آماده پیش تنیده امروز

اداره کل استاندارد آذربایجان غربی

دانشگاه غیر انتفاعی کمال ارومیه

موسسه بتن صنعت سازمان همیاری شهرداریهای استان  
آذربایجان غربی

اداره کل استاندارد آذربایجان غربی

شرکت بازرسی دقیق مصالح آزمون

اداره کل استاندارد آذربایجان غربی

شرکت بازرسی مهندسی آزاد پایا کیفیت

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سلیمانی، رضا

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران آب)

شهرروز، محمد

(کارشناسی ارشد شیمی)

علیزاده، زهرا

(کارشناس مدیریت)

کرامت، امین

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

محمدی، افشین

(کارشناسی مهندسی عمران)

معینیان، سید شجاع الدین

(کارشناسی مهندسی عمران)

**ویراستار:**

محرری، حسن

(کارشناسی مهندسی عمران)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

پژوهشکده برق، مکانیک، ساختمان

اداره کل استاندارد آذربایجان غربی

عضو مستقل، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی استان  
آذربایجان غربی

اداره کل استاندارد آذربایجان غربی

انجمن شرکت‌های عمرانی استان آذربایجان غربی

آزمایشگاه همکار مصالح آزمون آذربایجان

سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ک	پیش‌گفتار
ل	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف
۶	۴ الزامات عمومی
۶	۴-۱ مفهوم کلی سازه‌ای
۶	۴-۲ یکپارچگی سازه‌ای
۶	۴-۳ رویکرد طراحی
۷	۴-۴ طراحی عمر بهره‌برداری
۷	۴-۵ مهارت، مصالح و تضمین کیفیت
۷	۵ الزامات عملکرد
۷	۵-۱ کلیات
۷	۵-۲ ایمنی سازه‌ای و حالات حدی نهایی
۷	۵-۳ حالات حدی قابلیت بهره‌برداری
۷	۵-۳-۱ کلیات
۸	۵-۳-۲ حالات حدی لرزش
۸	۵-۴ حالت حدی ترمیم شدن
۸	۵-۵ حالات حدی دوام

۸	۵-۶ حالات حدی مقاومت در برابر آتش
۸	۵-۷ حالات حدی خستگی
۸	۶ بارگذاری‌ها و کنش‌ها
۸	۶-۱ کلیات
۹	۶-۲ ضرایب بار
۹	۶-۳ ترکیبات کنش
۹	۶-۴ بارهای دائمی
۹	۶-۵ بارهای متغیر
۹	۶-۶ بارهای تصادفی
۹	۶-۷ بارهای ساختمانی
۹	۶-۸ بارهای ضربه ای
۹	۶-۹ نیروهای زلزله
۹	۶-۱۰ نیروهای باد
۱۰	۶-۱۱ عوامل محیطی
۱۰	۷ ارزیابی
۱۰	۷-۱ مصالح
۱۰	۷-۲ تحلیل سازه‌های بتنی
۱۰	۷-۲-۱ تحلیل برای حالت حدی نهایی
۱۰	۷-۲-۲ تحلیل حالات حدی قابلیت بهره برداری
۱۰	۷-۲-۳ نتایج تحلیلی

۱۰	۴-۲-۷ تحلیل تجربی
۱۱	۳-۷ روش محاسبه مقاومت
۱۱	۱-۳-۷ کلیات
۱۱	۲-۳-۷ خمش و خمش ترکیبی و بارمحوری
۱۱	۳-۳-۷ برش و پیچش
۱۱	۴-۳-۷ بند، مهار و اتصالات
۱۱	۵-۳-۷ تکیه گاه
۱۱	۴-۷ ضرایب ایمنی جزئی برای مصالح
۱۲	۵-۷ ضرایب مقاومت
۱۲	۶-۷ معیار مقاومت
۱۲	۷-۷ پایداری
۱۲	۱-۷-۷ کلیات
۱۲	۲-۷-۷ طراحی پایداری
۱۲	۸-۷ بتن پیش ساخته و کنش ترکیبی
۱۲	۹-۷ بتن پیش تنیده
۱۲	۱-۹-۷ طراحی سازه‌های بتن پیش تنیده
۱۳	۲-۹-۷ افت پیش تنیده شدن
۱۳	۳-۹-۷ ملات ریزی تاندون‌ها
۱۳	۴-۹-۷ طراحی و جزییات سامانه پیش تنیدگی
۱۳	۱۰-۷ طرح‌هایی برای مقاومت در برابر زلزله



۱۳	۱۱-۷ الزامات جزییات
۱۳	۱-۱۱-۷ استانداردهای طراحی برای جزییات
۱۳	۱۲-۷ دوام
۱۳	۱۳-۷ آتش و دوام
۱۳	۸ ساختمانها و کنترل کیفیت
۱۳	۱-۸ الزامات ساختمان
۱۳	۲-۸ کنترل کیفیت

## پیش‌گفتار

استاندارد « بتن - الزامات عملکرد و ارزیابی برای استانداردهای طراحی بتن سازه‌ای » که نخستین بار در سال ۱۳۸۸ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در ششصد و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۵/۱۲/۹ 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، به‌عنوان 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 تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادیکه برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۸۲: سال ۱۳۸۸ می‌شود.

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 19338: 2014 Performance and assessment requirements for design standards on structural concrete

## مقدمه

بتن عمومی ترین ماده ساختمانی است که در بازار ساختمانی کاربرد دارد. در حال حاضر سالانه حدود یک سوم تن بتن به ازای هر نفر در دنیا تولید می شود (حدود دو میلیارد تن در سال) یکسان سازی استانداردها در زمینه فن آوری بتن می تواند نقش مهمی در بهبود دادوستد جهانی داشته باشد، کاربرد بتن در زیرساخت های عمرانی به طور فزاینده ای رو به افزایش است و عاملی برای توسعه پایدار به شمار می رود. لذا تدوین استانداردی که یک استاندارد طراحی سازه های بتنی باید در زمینه اصول کلی دارا باشد، ضرورت دارد و این استاندارد مربوط به این موضوع است.

## بتن - الزامات عملکرد و ارزیابی برای استانداردهای طراحی بتن سازه‌ای

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات عملکرد و ارزیابی برای استانداردهای طراحی بتن سازه‌ای است و می‌تواند برای هماهنگ کردن الزامات طراحی و ساخت به کار رود. این استاندارد برای موارد زیر کاربرد دارد:

- الف- الزامات، که تعیین کننده‌ی عملکرد مورد نیاز بتن سازه‌ای است؛
- ب- معیارها، که ارائه دهنده‌ی ابزارهایی برای بیان الزامات است؛
- پ- شروط ارزیابی، که مشخص کننده‌ی روش‌های مورد قبول برای بررسی یک معیار موردنظر است.

### 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 ۲۰۵۲۸: سال ۱۳۹۵، اصول کلی قابلیت اعتماد سازه‌ها با استفاده از استاندارد ISO 2394 : 2015 تدوین شده است.

#### 2-2 ISO 6241, Performance standards in building — Principles for their preparation and factors to be considered

#### 2-3 ISO 7162, Performance standards in building — Contents and format of standards for evaluation of performance

### ۳ اصطلاحات، تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

بار تصادفی

**accidental load**

کنش (نیرو)هایی که احتمال اتفاق افتادن آنها بسیار کم ولی در مقایسه با کنش‌های متغیر شدت آنها زیاد است.

۲-۳

کنش

**action**

گروهی از نیروهای مکانیکی متمرکز یا گسترده که بر روی سازه تغییر شکل تحمیلی ایجاد می‌کند (کنش‌های مستقیم)، یا در داخل سازه باقی می‌ماند (کنش‌های غیر مستقیم)، یا کنش‌های محیطی را شامل می‌شود.

۳-۳

تحلیل (ارزیابی)

**analysis**

روش‌های قابل قبولی که شاخص‌های عملکردی یا انطباق معیار خاصی را مورد سنجش قرار می‌دهد.

۴-۳

معیار

**criteria**

ابزار بیان الزامات عملکردی بتن سازه‌ای از طریق مقادیر فنی ویژه و حدود مناسب

۵-۳

طراحی عمر بهره‌برداری

**service design life**

دوره‌ای که یک سازه یا عنصر سازه‌ای برای کاربرد انتخابی آن بدون این‌که تعمیرات اساسی در مورد آن ضروری باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۳

دوام

**durability**

توانایی یک سازه یا عنصر سازه‌ای از لحاظ اینکه در طی کاربرد و در شرایط رویارویی مورد نظر هیچگونه آسیبی نبیند.

۷-۳

عوامل محیطی

**environmental actions**

مجموعه‌ای از اثرات فیزیکی، شیمیایی یا زیستی که ممکن است از تأثیر مصالح جلوگیری کند یا به زوال موادی که سازه را تشکیل داده‌اند منجر شده و بر قابلیت بهره‌برداری، قابلیت ترمیم‌پذیری یا ایمنی سازه اثر نامطلوب گذارد.

۸-۳

تحلیل تجربی

**experimental analysis**

استفاده از مدل‌های فیزیکی به منظور تعیین ظرفیت باربری و بهره‌برداری اولیه ی طرح

۹-۳

حالت حدی

**limit state**

حالت بحرانی مشخص شده با استفاده از یک شاخص عملکردی مبنی بر اینکه سازه، فراتر از الزام طراحی را متحمل نشود.

۱۰-۳

طراحی حالات حدی

**limit states design**

روش طراحی که در آن کنش‌هایی زیر بارهای نهایی برای تعیین جوابگویی سازه به کار می‌رود که در این حالت مقاوم بودن سازه تحت شرایط حالت حدی، برابر یا بزرگتر از آن پاسخ می‌باشد.

۱۱-۳

ضرایب بار

**load factors**

ضرایب اعمال شده بر بار

۱۲-۳

نگهداری

**maintenance**

مجموعه‌ی فعالیت‌هایی که در حین عمر بهره‌برداری طراحی شده برای یک سازه، به منظور برآوردن الزامات عملکردی صورت می‌گیرد.

۱۳-۳

مدل‌ها

**models**

شرح‌های ریاضی ساده شده‌ای از کنش‌های شبیه‌سازی شده تجربی، ویژگی‌های مصالح، رفتار سازه و غیره.

۱۴-۳

ضرایب ایمنی جزئی مصالح

**partial safety factors for materials**

ضرایب اعمال شده به مقاومت مشخصه‌ی ماده، که به طور کلی با قابلیت اطمینان بر مبنای الزامات طراحی مطابقت دارد.

یادآوری- به ضریب مقاومت در زیربند ۳-۲۱ نیز مراجعه شود.

۱۵-۳

ارزیابی عملکرد

**performance evaluation**

روشی که در آن برای تعیین پاسخگویی سازه، کنش‌هایی در محدوده بار بهره‌برداری اعمال می‌شود و با توجه به پاسخ دریافت شده محدودیت‌هایی برای بار بهره‌برداری در نظر گرفته می‌شود.

۱۶-۳

الزام عملکرد

**performance requirement**

تعریفی از عملکرد مورد نیاز سازه در سازه‌های بتنی طراحی شده

۱۷-۳

بار دائمی

**permanent load**

وزن خود سازه‌ها همراه با وزن ملحقات آن

۱۸-۳

قابلیت اطمینان

**reliability**

توانایی یک سازه یا عنصر سازه‌ای در برآورده کردن الزامات مشخص شده طراحی عمر بهره‌برداری یک سازه

۱۹-۳

مقدار کنش معرف

**representative value of action**

مقدار کنش به کار رفته برای تصدیق معیار

۲۰-۳

مقاومت

**resistance**



توانایی یک عضو به تحمل بارهای اعمالی یا نیروهای مقطعی  
یادآوری - مقاومت همچنین برای کنترل مقادیر پاسخ برای ترک عرضی مجاز و خیز مجاز نیز به کار می‌رود.

۲۱-۳

### ضریب مقاومت

#### resistance factor

ضریب اعمال شده به مقاومت در هنگام مطابقت کلی با الزامات طراحی بر مبنای قابلیت اطمینان  
یادآوری - هنگامی که این ضرایب به مصالح اعمال میشوند، ممکن است به عنوان ضرایب مصالح نیز نامیده  
شوند. به ضرایب ایمنی جزئی مصالح در زیربند ۳-۱۴ نیز مراجعه شود.

۲۲-۳

### توانمندی

#### robustness

توانایی یک سازه از لحاظ آسیب ندیدن در اثر حوادثی نظیر آتش، انفجار، ضربه یا پیامدهای ناشی از  
خطاهای انسانی که تا حدی که با علت اصلی تناسب نداشته باشد.

۲۳-۳

### قابلیت ترمیم شدن

#### restorability

توانایی یک سازه یا عناصر سازه‌ای برای تعمیر شدن فیزیکی با ملاحظات اقتصادی، هنگامی که تحت اثرات  
یا کنش‌های قابل ملاحظه‌ای آسیب دیده است.

۲۴-۳

### ایمنی

#### safety

توانایی یک سازه یا عناصر سازه‌ای برای اطمینان دادن از اینکه هیچگونه صدمه‌ای به کاربران و مردم اطراف  
سازه در حدود احتمال قابل پذیرش، وارد نمیکند.

۲۵-۳

### قابلیت بهره‌برداری

#### serviceability

توانایی یک سازه یا عناصر سازه‌ای در فراهم کردن رفتار مناسب یا عملیاتی بودن در هنگام کاربرد تحت اثرکنش‌های قابل توجه در حالت حدی قابلیت بهره‌برداری

۲۶-۳

### یکپارچگی سازه

#### structural integrity

توانایی یک سازه در جلوگیری از فروپاشی همه جانبه هنگامی که آسیب منطقه‌ای (محلی) بروز میکند.

۲۷-۳

### بار متغیر

#### variable load

وزن اجسام متحرک روی سازه‌ها بعلاوه‌ی بارهای دیگری که شدت آن متغیر است، نظیر بارهای عبور مرور، بارهای موج، بارهای باد، فشار آب، فشارهای زمین و بارهای ایجاد شده توسط دما

## ۴ الزامات عمومی

### ۱-۴ مفهوم کلی سازه‌ای

کیفیت کلی یک سازه باید از طریق کنترل کیفیت سخت‌گیرانه، اجرایی و توسط یک طرح حرفه‌ای ماهرانه دانش‌محور مطابق با استانداردهای ISO 2394, ISO 6241 و ISO 7162 مراقبت شود. برای درک سامانه سازه‌ای، مواردی همچون رفتار تحمل بیشترین بارها و بارهای تکرار شونده، مصالح و ترکیبات آنها، قابلیت ساخت، هزینه‌ها، جنبه‌های محیطی و زیبایی شناختی ساختمان باید مورد توجه قرار گیرد.

### ۲-۴ یکپارچگی سازه‌ای

طراحی سازه‌های بتنی باید یکپارچگی عمومی سازه‌ای را به طور مستقیم یا ضمنی تامین کند. آسیب یا بدترشدن منطقه‌ای در سازه نباید یکپارچگی عمومی سازه‌ای را خراب کند.

#### ۳-۴ رویکرد طراحی

یک استاندارد طراحی برای بتن سازه‌ای باید بر مبنای تخمین کمی عملکرد در حالات حدی، بنا شود. طراحی باید ایمنی، قابلیت بهره‌برداری، قابلیت ترمیم‌پذیری، یکپارچگی سازه‌ای، توانمندی، کفایت و دوام را دربرگیرد. در جایی که قابل کاربرد باشد حالات حدی ایجاد شده با خستگی، آتش، انفجار، ضربه و کنش‌های تصادفی کمیاب یا سایر بارگذاری‌ها یا کنش‌های نهایی باید مورد توجه قرار گیرد.

#### ۴-۴ طراحی عمر بهره‌برداری

طراحی عمر بهره‌برداری باید با توجه به نقش سازه، اهمیت اجتماعی سازه مورد نظر و عمر مفید بهره‌برداری اقتصادی آن صورت گیرد. الزامات سازه‌ای باید از طریق عمر طراحی تعریف شده برآورده شوند.

#### ۵-۴ مهارت، مصالح و تضمین کیفیت

برای آنکه ویژگی‌های سازه‌ای تکمیل شده در بر دارنده‌ی الزامات و مفروضات در نظر گرفته شده حین برنامه‌ریزی و طراحی باشد، تضمین کیفیت و انتظارات عملکرد ساختمان باید مد نظر بوده و معیارهای کنترل کیفیت مناسب باید تعریف و اجرایی شده باشد.

### ۵ الزامات عملکرد

#### ۵-۱ کلیات

برای حالات حدی نهایی، استاندارد طراحی باید مجموعه‌ای از ترکیبات کنش‌ها و یک طراحی بر مبنای قابلیت اطمینان را مشخص کند که بتواند به صورت تحلیلی مناسب بودن سطح عملکردی، در حین عمر طراحی سازه را نشان دهد.

#### ۵-۲ ایمنی سازه‌ای و حالات حدی نهایی

سطح ایمنی باید با در نظر داشتن مواردی نظیر نتایج شکست، ناتوانی در سهولت برآورده کردن عملکرد، اهمیت ارتباط سبک‌های مورد انتظار شکست با زواید سازه، قابلیت بازرسی و نگهداری سازه‌ی نهایی در حین بهره‌برداری انتخاب شود. تنش‌های فشاری ایجاد شده در بتن در اثر بارگذاری نباید باعث شکستگی بتن شود.

#### ۵-۳ حالات حدی قابلیت بهره‌برداری

#### ۵-۳-۱ کلیات

بار بهره‌برداری خیز(پیچش)ها، لرزش‌ها و ترک خوردگی باید تا جایی مجاز باشد که آنها به بهره‌برداری سازه آسیب نرسانند. حالات حدی قابلیت بهره‌برداری باید با استفاده از بارهای ضریب‌دار و ترکیب بارهایی

که در آن ضرایب بار با یک احتمال قابل قبول برای حالت حدی قابلیت بهره برداری رخ بدهد، تطبیق داده شود.

#### ۲-۳-۵ حالت حدی لرزش

پاسخ دینامیکی و یا دوره‌هایی از لرزش یک سازه باید مورد توجه قرار گیرد و به منظور جلوگیری از ناراحتی ساکنین، آسیب ناشی از کاربرد سازه، و یا جلوگیری از خطر تشدید، محدود شود. تحلیل‌های دینامیکی در صورت نیاز باید به کار برده شود.

#### ۴-۵ حالت حدی ترمیم شدن

خساراتی که در سازه به علت بارگذاری و یا تنش‌هایی مانند زلزله یا تنش‌های محیطی ایجاد می‌گردد باید به اندازه‌ای محدود گردند که نگهداری و کارهای تعمیراتی به یک روش اقتصادی و عملی امکان‌پذیر باشد. ترمیم شدن باید با استفاده از بارهای ضریب‌دار و ترکیب تنش‌هایی که در آن ضرایب بار با یک احتمال قابل قبول برای حالت حدی ترمیم شدن رخ بدهد، تطبیق داده شود.

#### ۵-۵ حالت حدی دوام

سازه باید به گونه‌ای طراحی شود که خرابی آن منجر به دستیابی به حالت حدی نهایی یا حالت حدی قابلیت بهره‌برداری، حالت حدی ترمیم شدن و حالت حدی خستگی در حین عمر طراحی شده برای سازه، نشود. نگهداری منظم سازه باید تجویز شده (در استاندارد یا ارجاع به یک استاندارد بین‌المللی، ملی و یا منطقه‌ای) و در تعیین طراحی عمر بهره‌برداری یک سازه مورد توجه قرار گیرد.

#### ۶-۵ حالت حدی مقاومت در برابر آتش

وقتی که امکان در معرض آتش قرار داشتن یک سازه وجود داشته باشد، بتن سازه‌ای باید مقاومت مناسب در برابر آتش را با ملاحظه‌ی ایمنی و ظرفیت باقیمانده در حین و بعد از آتش را تامین کند.

#### ۷-۵ حالت حدی خستگی

برای سازه‌ها یا بخش‌هایی از سازه‌هایی که خستگی ممکن است یک محدودیت قابل توجه در طراحی سازه باشد، حالت حدی خستگی باید مورد توجه قرار گیرد. وقتی که خستگی مورد ملاحظه قرار دارد الزامات عملکرد تحت بار خستگی باید مشخص شود.

## ۶ بارگذاری‌ها و کنش‌ها

### ۶-۱ کلیات

بارهای ناشی از استفاده، سکونت و عوامل محیطی باید با توجه به احتمال زیاده از حد یا دوره تناوب بر مبنای ممیزی داده‌های آماری تعیین شوند.

### ۶-۲ ضرایب بار

ضرایب بار از لحاظ انطباق عمومی با مفهوم طراحی بر مبنای قابلیت اطمینان باید بین قابلیت تغییر پذیری تفاوت بارهای دائمی، فراوانی بارهای متغیر ناشی از استفاده و سکونت، فراوانی عوامل محیطی و بارهای کم‌یاب تفاوت قائل شود. ضرایب بار همچنین باید بین بارهای پایدار کننده و ناپایدار کننده تفاوت گذارد.

### ۶-۳ ترکیبات کنش

ترکیبات کنش به کار برده شده باید کاهش احتمال وقوع همزمان بارهای متغیر را تصدیق کند.

### ۶-۴ بارهای دایمی

بارهای دایمی شامل وزن خود سازه و وزن قطعات ثابت الحاقی می باشد.

### ۶-۵ بارهای متغیر

بارهای متغیری که هنگام استفاده از سازه وجود دارند باید در نظر گرفته شوند.

### ۶-۶ بارهای تصادفی

وقتی که بارهای تصادفی در نتیجه برخورد (تصادف)، انفجار یا کنش‌های غیر معمول دیگر امکان پذیر باشد، چنین عواملی باید در نظر گرفته شوند.

### ۶-۷ بارهای ساختمانی

بارهایی که حین ساخت هر مرحله از ساختمان ایجاد می‌شوند و ممکن است به حالت حدی نهایی منجر شوند، باید در نظر گرفته شوند.

### ۶-۸ بارهای ضربه‌ای

بارهای ضربه‌ای باید در برگیرنده‌ی اثرات عوامل دینامیک (پویا) بر روی سازه باشند.

#### ۹-۶ نیروهای زلزله

نیروهای زلزله باید شامل تشدید دینامیکی باشد. جایی که زمین لرزه‌ها پیش‌بینی می‌شوند کنش‌ها باید توسط قوانین ملی مشخص شوند یا برای شرایط ویژه‌ی هر محل تعریف شوند.

#### ۱۰-۶ نیروهای باد

فشار ناشی از اثرات باد باید مورد توجه قرار گیرد.

#### ۱۱-۶ عوامل محیطی

عوامل محیطی وقتی که اثرات فیزیکی، شیمیایی یا زیستی بر روی قابلیت بهره‌برداری، دوام، ترمیم‌پذیری و ایمنی امکان ایجاد اثر منفی داشته باشد باید مورد توجه قرار گیرند.

### ۷ ارزیابی

#### ۱-۷ مصالح

مصالح به کاربرده شده در سازه بتنی باید مقررات مربوط به آب، سنگدانه‌ها، افزودنی‌ها، مواد سیمانی، بتن و میلگرد را برآورده کنند.

#### ۲-۷ تحلیل سازه‌های بتنی

##### ۱-۲-۷ تحلیل برای حالت حدی نهایی

یک استاندارد مورد قبول برای طراحی سازه‌ها باید استفاده از انواع تحلیل‌های زیر را برای حالات حدی نهایی مجاز کند:

الف -تحلیل خطی؛

ب -تحلیل غیرخطی؛

پ -تحلیل خطی با بازتوزیع مجدد؛ یا

ت -تحلیل شکل‌پذیری (با حداقل سطح شکل‌پذیری مشخص شده)

برای تحلیل، عناصر سازه‌ای به صورت الگوهای یک بعدی، دو بعدی یا سه بعدی طبقه‌بندی می‌شوند. قابلیت اطمینان (پایایی) روش‌های تحلیلی مجاز شده در این استاندارد باید در مقابل روش‌های تجربی، بررسی شوند.

##### ۲-۲-۷ تحلیل حالات حدی قابلیت بهره‌برداری

برای حالات حدی قابلیت بهره‌برداری، تحلیل خطی یا غیر خطی باید مجاز شود.

### ۳-۲-۷ نتایج تحلیلی

نتایج تحلیلی باید با استفاده از معیارهای معادل محرز شده بررسی شود.

### ۴-۲-۷ تحلیل تجربی

تحلیل تجربی می تواند توسط کارکنان با تجربه در زمینه تحلیل تجربی که تغییرات استحکام مصالح و مقاومت واقعی سازه را در نظر میگیرند به کار برده شود.

### ۳-۷ روش محاسبه مقاومت

#### ۱-۳-۷ کلیات

محاسبات مقاومت باید بر اساس شرایط حالت حدی نهایی انجام شود. رویه‌های محاسبه باید بر اساس اصول مهندسی بوده و باید سازگاری با یک گستره وسیعی از نتایج آزمون مرتبط را نشان دهد.

#### ۲-۳-۷ خمش و خمش ترکیبی و بار محوری

محاسبات مقاومت خمشی باید به منظور موارد زیر انجام شوند:

- الف - توزیع غیرخطی تنش بتن در هنگام شکست؛
- ب - منحنی‌های غیر خطی تنش-کرنش برای فولاد؛
- پ - سازگاری (مطابقت) کرنش، و
- ت - اثر بارهای مداوم.

#### ۳-۳-۷ برش و پیچش

محاسبات مقاومت برای برش و پیچش باید بر مبنای اصول مهندسی بوده و باید سازگاری با نتایج تجربی را نیز نشان دهند.

#### ۴-۳-۷ بند، مهار و اتصالات

نیروهای اعمالی بر میلگردها باید از لحاظ گسترش بر روی هر طرف از مقاطع بحرانی به وسیله‌ی یک یا چند روش زیر طراحی شوند:

- الف - بند و مهار آرماتور،
- ب - قلاب‌ها، مهارهای مکانیکی، و/یا
- پ- وصله‌های پوششی

### ۷-۳-۵ تکیه‌گاه

تنش‌ها و نیروهای تکیه‌گاهی روی بتن باید طوری باشند که از شکست جلوگیری کنند. محدودیت مجاز به منظور بالا بردن مقاومت تکیه‌گاهی باید تعریف شود.

### ۷-۴ ضرایب ایمنی جزئی برای مصالح

این ضرایب ایمنی برای موارد زیر کاربرد دارد:  
الف - برای در نظر داشتن تفاوت‌های بین مقاومت آزمونه‌های مصالح سازه‌ای و مقاومت در جای آنها فرض می‌شوند،  
ب - همچنین برای پوشش دادن نواحی کم‌مقاومت امکان‌پذیر یک سازه، که می‌تواند ناشی از هر علتی غیر از موارد ذکر شده در بند الف باشد.

### ۷-۵ ضرایب مقاومت

ضرایب مقاومت به کار برده شده باید به طور مستقیم یا غیر مستقیم تغییرات متفاوت بتن و فولاد را از الگوهای محاسباتی متفاوت، و از سطوح متفاوت قابلیت شکل‌پذیری در الگوی شکست احتمالی بشناساند.

### ۷-۶ معیار مقاومت

این معیار باید تا جایی که مقاومت، کنش‌هایی اضافی را با یک حاشیه مشخص شده تعیین کرده باشد، محرز شود. مقاومت باید با اصول قطعی شده یا بر مبنای آزمون‌ها بنا شده باشد.

### ۷-۷ پایداری

#### ۷-۷-۱ کلیات

الزامات طراحی باید پایداری اعضا و سازه‌ها را در نظر بگیرد. الزامات طراحی برای ستون‌ها باید بین قاب‌های مهار شده و قابهایی که برای نوسان آزادند تفاوت قایل شود.

#### ۷-۷-۲ طراحی پایداری

طراحی پایداری باید اثرات ترک خوردن و خزش را به اندازه کافی مجاز بداند، طراحی پایداری همچنین باید برای افزایش تعداد مفاصل شکل‌پذیر در سامانه سازه‌ای منظور شود.

#### ۷-۸ بتن پیش ساخته و کنش ترکیبی

وقتی که سازه‌های بتن پیش ساخته مورد توجه هستند استاندارد طراحی باید برای درست بودن کل سازه آماده شود. این استاندارد باید الزاماتی را برای کنش ترکیبی بین عناصر اجزای سازه‌ای از قبل ریخته شده و جدید ارائه دهد.



## ۹-۷ بتن پیش‌تنیده<sup>۱</sup>

### ۱-۹-۷ طراحی سازه‌های بتن پیش‌تنیده

یک استاندارد طراحی برای سازه‌های بتنی باید شامل الزامات طراحی برای بتن پیش‌تنیده باشد، اگر بتن پیش‌تنیده در سازه وجود داشته باشد.

### ۲-۹-۷ افت‌های پیش‌تنیده شدن

طراحی بتن سازه‌ای شامل فولاد پیش‌تنیده باید از لحاظ افت‌های پیش‌تنیدگی محاسبه شود.

### ۳-۹-۷ ملات‌ریزی تاندون‌ها<sup>۲</sup>

تاندون‌های متصل‌شده باید ملات‌ریزی شوند. حفاظت در برابر خوردگی برای تمامی تاندون‌های تولیدشده از مصالح در معرض خوردگی فراهم شود.

### ۴-۹-۷ طراحی و جزییات سامانه‌ی پیش‌تنیدگی

در مستندات طراحی باید بخشی برای مسئولیت طراحی، تعیین و جزییات سامانه پیش‌تنیدگی نیز به طور واضح مشخص شود.

### ۱۰-۷ طرح‌هایی برای مقاومت در برابر زلزله

طراحی بتن سازه‌ای در مناطق با خطر وقوع زلزله‌ی متوسط و شدید باید قابلیت شکل‌پذیری را ایجاد و انحنای جانبی (رانس‌های طبقه داخلی) ناشی از بارهای لرزه‌ای دوره‌ای عکس‌عملی را محدود کند، و الزاماتی برای مقاومت در برابر زلزله در استاندارد طراحی را در بر گیرد.

## ۱۱-۷ الزامات جزییات

### ۱-۱۱-۷ استانداردهای طراحی برای جزییات

یک استاندارد طراحی برای بتن سازه‌ای باید جزییات زیر را فراهم کند:

الف - حداقل قطر قلاب‌ها، گیره‌ها و انواع لنگرگاه‌های انتها؛

ب - حداقل اندازه‌ی اجزا؛

پ - حداقل میلگردهای طولی و عرضی برای ستون‌ها، تیرها، دال‌ها و دیوارها؛

ت - الزاماتی برای کوتاه کردن یا خمیده کردن میلگرد طولی در دال‌ها و دیوارها؛

ث - رواداری‌ها؛

<sup>۱</sup> - Prestressed concrete

<sup>۲</sup> - Tendon

- ج - بیشترین انحنای تاندون‌های پیش‌تنیدگی و بیش‌ترین نسبت سطح تاندون به سطح مجرا؛
- چ - حداقل قطرهای میلگردهای طول در ستون‌ها و تیرها؛
- ح - حداکثر فاصله میلگردهای عرضی؛
- خ - حداقل فاصله بین میلگردهای طولی؛
- د - حداکثر درصد میلگرد طولی برای ستون‌ها، تیرها و دال‌ها.
- ذ - جزئیات گروه میلگردها

#### ۱۲-۷ دوام

استاندارد طراحی باید به طور مستقیم یا غیر مستقیم جزئیاتی را که فراهم کننده حالات حدی مناسب برای دوام هستند را در بر بگیرد. عملکرد سازه در طول عمر مفید سازه به علت دوام ناکافی نباید پایین تر از الزامات قرار بگیرد؛ در غیر اینصورت باید برنامه تعمیر و نگهداری در زمان طراحی، مد نظر قرار گیرد.

#### ۱۳-۷ آتش و دوام

استاندارد طراحی باید به طور مستقیم یا غیر مستقیم جزئیاتی را که فراهم کننده‌ی حالات حدی مناسب برای آتش می باشد، را در بر بگیرد.

### ۸ ساختمان‌ها و کنترل کیفیت

#### ۱-۸ الزامات ساختمان

استاندارد طراحی باید شامل موارد زیر باشد:

- الف- الزاماتی برای نسبت‌های اختلاط بتن برای برآورده کردن الزامات عملکرد، ارزیابی و پذیرش بتن؛ یا تعیین مراجع الزامی استاندارد بین‌المللی، ملی یا منطقه‌ای که شامل الزامات فوق باشند.
- ب- جای‌دهی و تراکم و عمل‌آوری بتن؛
- پ- کنترل کیفیت، نمونه‌برداری و آزمون؛
- ت- جزئیات شمع‌بندی و باز کردن شمع؛
- ث- جزئیات شرایط بحرانی موقتی؛
- ج- بارگذاری‌های بعدی برای سازه‌های پس‌کشیده؛
- چ- قابلیت ساخت بنا.

## ۲-۸ کنترل کیفیت

برنامه تضمین کیفیت باید وظایف و مسئولیت‌های همه‌ی کسانی که در طراحی و ساخت، کنترل مناسب و واریسی کردن رویه‌ها، سازمان‌دهی و تکمیل مناسب مستندات فرایند ساختمان‌سازی مشارکت دارند را تعیین کند.