



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۷۹۲

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20792

1st.Edition

2016

سیمان - سیمان سوپر سولفاتده - ترکیبات،  
ویژگی‌ها و ارزیابی انطباق

**Cement – Supersulfated Cement -  
Composition, specifications and conformity  
criteria**

ICS: 91.100.10

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### «سیمان - سیمان سوپر سولفات‌ه - ترکیبات، ویژگی‌ها و ارزیابی انطباق»

#### رئیس:

تدین، محسن  
(دکترای عمران)

#### سمت و / یا نمایندگی

انجمن بتن ایران

#### دبیر:

رحمتی، علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و  
آزمایشگاهی پاکدشت بتن

#### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آشوری، کاظم  
(کارشناس ارشد شیمی)

انجمن صنفی کارفرمایان سیمان

خانی، هوشنگ

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

شرکت سیمان سپاهان

رحمانی، مزدک

(کارشناس مهندسی مواد- سرامیک)

شرکت سیمان شرق

سامانیان، حمید

(کارشناس ارشد مهندسی مواد- سرامیک)

پژوهشگاه استاندارد

عباسی رزگله، محمد حسین

(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

عقیقی، ناصر

(کارشناس شیمی کاربردی)

شرکت سیمان بجنورد

فروتن مهر، حسین

(کارشناس مهندسی عمران)

انجمن تولید کنندگان بتن آماده

و قطعات بتنی ایران

شرکت سیمان بجنورد

لطفی، مجید  
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

سازمان ملی استاندارد ایران

مجتبوی، سید علیرضا  
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

شرکت سیمان آبیک

محمودی، سعید  
(کارشناس مهندسی معدن)

## فهرست مندرجات

| صفحه |     | عنوان   |
|------|-----|---|
| ب    |     | آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران                              |
| ج    |     | کمیسیون فنی تدوین استاندارد                                       |
| ۵    |     | پیش‌گفتار   |
| ۱    | ۱   | هدف و دامنه کاربرد  |
| ۱    | ۲   | مراجع الزامی  |
| ۲    | ۳   | اصطلاحات و تعاریف   |
| ۴    | ۴   | سیمان سوپر سولفاته  |
| ۵    | ۵   | اجزای تشکیل دهنده   |
| ۵    | ۱-۵ | اجزای تشکیل دهنده اصلی  |
| ۵    | ۲-۵ | اجزای تشکیل دهنده فرعی  |
| ۶    | ۳-۵ | افزونه‌ها   |
| ۶    | ۶   | ترکیبات و علایم   |
| ۷    | ۷   | الزامات مکانیکی، قیزیکی، شیمیایی و دوام                           |
| ۷    | ۱-۷ | الزامات مکانیکی   |
| ۷    | ۲-۷ | الزامات فیزیکی  |
| ۸    | ۳-۷ | الزامات شیمیایی   |
| ۹    | ۴-۷ | الزامات دوام  |
| ۱۰   | ۵-۷ | مواد خطرناک   |
| ۱۰   | ۸   | علامت‌گذاری استاندارد   |
| ۱۰   | ۹   | نحوه عرضه سیمان   |
| ۱۱   | ۱۰  | نگهداری سیمان   |
| ۱۱   | ۱۱  | نشانه‌گذاری   |
| ۱۱   | ۱۲  | معیار انطباق  |
| ۱۸   |     | الف (اطلاعاتی) هشدار مربوط به استفاده از سیمان سوپر سولفاته پیوست |

## پیش‌گفتار

استاندارد «سیمان- سیمان سوپر سولفات‌ته- ترکیبات، ویژگی‌ها و ارزیابی انطباق» که پیش‌نویس آن در کمیسیون- های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در ششصد و پانزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۲۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 15743: 2010+A1: 2015, Supersulfated Cement - Composition, specifications and conformity criteria

## سیمان - سیمان سوپر سولفاته- ترکیبات، ویژگی‌ها و ارزیابی انطباق

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین ترکیبات، ویژگی‌ها، و معیارهای انطباق سیمان سوپر سولفاته می‌باشد.

۱-۲ این استاندارد شامل اصطلاحات و تعاریف، نسبت‌های اجزای تشکیل دهنده، الزامات مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی، دوام، بسته‌بندی، نشانه‌گذاری و معیار انطباق برای سیمان سوپر سولفاته می‌باشد.

یادآوری ۱- علاوه بر الزامات مشخص شده، توافق اضافی بین تولید کننده و مصرف کننده می‌تواند انجام شود، این نوع سیمان‌ها که براساس توافق مذکور تولید می‌شوند، در دامنه کاربرد این استاندارد قرار نمی‌گیرند، اما باید براساس استانداردهای بین‌المللی، مقررات ملی و یا با توافق مستند طرفین باشد.

یادآوری ۲- واژه «سیمان» در این استاندارد اشاره به سیمان سوپر سولفاته دارد، مگر آن‌که صراحتاً نوع سیمان قید شده باشد.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

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

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۵۱۸: سال ۱۳۹۳، سیمان - قسمت ۱: ویژگی‌ها
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۴۳: سال ۱۳۸۸، بسته‌بندی - پاکت‌های کاغذی سیمان، گچ و سایر مصالح پودری ساختمانی با جرم ویژه مشابه - ویژگی‌های و روش‌های آزمون
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۴۰: سال ۱۳۸۷، بسته بندی- کیسه‌های پلی‌پروپیلنی روکش‌دار سیمان و گچ- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۶۱: سال ۱۳۶۷، آیین کاربرد حفاظت و انبار کردن سیمان در کارگاه ساختمانی
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۱: تعیین مقاومت
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۲: تجزیه شیمیایی
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۳: تعیین زمان گیرش و تعیین سلامت (انبساط) به روش لوشاتلیه
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۷: نمونه‌برداری و آماده سازی

- ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۸: تعیین گرمای هیدراته شدن - روش انحلال
- ۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۹: تعیین گرمای هیدراته شدن - روش نیمه دررو
- ۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۷۵۱۸: سال ۱۳۹۳، سیمان - قسمت ۲: ارزیابی و انطباق
- ۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۹۳۰: سال ۱۳۹۲، افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت ۲ - افزودنی - های بتن - ویژگی‌ها
- ۱۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۹۳۰: سال ۱۳۹۲، افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت ۳ - افزودنی - های ملات بنایی - ویژگی‌ها
- ۱۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۹۳۰: سال ۱۳۹۲، افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت ۴ - افزودنی - های دوغاب برای تاندون های پیش تنیدگی - ویژگی‌ها
- ۱۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۲۹۳۰: سال ۱۳۹۲، افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت ۵ - افزودنی - های بتن پاششی - ویژگی‌ها

*2-16 EN 459-1, Building lime — Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria*

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

#### گرمای هیدراته شدن

مقدار گرمایی که از هیدراته شدن سیمان در یک دوره زمانی مشخص ایجاد می‌شود.

۲-۳

#### جزء اصلی<sup>۱</sup>

سربراه دانه‌ای کوره آهن گدازی و کلسیم سولفات که نسبت وزنی آن‌ها به وزن کل اجزای اصلی و فرعی بیش‌تر از ۹۰ درصد است.



۳-۳

### جزء افزودنی<sup>۱</sup>

کلینکر سیمان پرتلند (K) و سایر افزودنی‌های (A) استفاده شده که نسبت وزنی آن‌ها به وزن کل اجزای اصلی و فرعی کم‌تر از ۱۰ درصد است.

یادآوری- سایر اجزای افزودنی به خصوص مواد معدنی با منشاء طبیعی و / یا به دست آمده از فرآیندهای صنعتی مشخص شده است.

۴-۳

### رده مقاومتی سیمان

رده مقاومت فشاری سیمان است.

۵-۳

### دوره کنترل یا بازرسی<sup>۲</sup>

دوره تولید محصول و ارسال نمونه که برای ارزیابی نتایج آزمون خود کنترلی، مشخص می‌شود.

۶-۳

### مقدار مشخصه<sup>۳</sup>

مقدار یا حد مشخص از یک خاصیت مورد نظر که درصد معینی از مجموعه مقادیر، برحسب درصد  $P_k$  می‌تواند خارج از آن حد باشد.

۷-۳

### مقدار مشخصه معین<sup>۴</sup>

مقدار مشخصی از یک خاصیت شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی که بیش‌تر از حد بالایی یا کم‌تر از حد پایینی نیست.

۸-۳

### مقدار حد نتیجه منفرد<sup>۵</sup>

مقداری از یک خاصیت شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی که نتیجه هر آزمون منفرد، بیش‌تر از حد بالایی یا کم‌تر از حد پایینی نیست.

---

1- Additional constituent

2- Control period

3- Characteristic value

4- Specified characteristic value

5- Single result limit value

۹-۳

### احتمال مجاز پذیرش CR<sup>۱</sup>

احتمال مجاز پذیرش سیمان با یک مقدار مشخصه خارج از مقدار مشخصه معین، برای یک طرح نمونه برداری معین است.

۱۰-۳

### طرح نمونه برداری<sup>۲</sup>

طرح مشخصی که اندازه(ها) نمونه مورد استفاده را به صورت آماری تعیین می کند. این اندازه برحسب درصد  $P_k$  و احتمال پذیرش مجاز CR به کار می رود.

۱۱-۳

### نمونه نقطه‌ای<sup>۳</sup>

نمونه‌ای که هم زمان از یک محل برای آزمون‌های مرتبط برداشته می شود.  
یادآوری ۱- این نمونه را می توان از اختلاط یک یا چند جزء که بلافاصله و پی در پی برداشت شده است، به دست آورد.  
یادآوری ۲ - استاندارد ملی ایران به شماره ۷-۱۸۸۰۷ را ببینید.

۱۲-۳

### آزمون خود کنترلی<sup>۴</sup>

آزمون پیوسته‌ای است که توسط تولید کننده سیمان بر روی نمونه‌های نقطه‌ای برداشته شده از خروجی کارخانه، انبار یا هر دو انجام می شود.

### ۴ سیمان سوپر سولفات

سیمان یک چسباننده هیدرولیکی است، به عبارتی سیمان یک ماده غیر آلی پودری است، که هنگام مخلوط شدن با آب خمیری را تشکیل می دهد که طی واکنش‌ها و فرآیندهای هیدراته شدن گیرش می یابد و بعد از سخت شدن، مقاومت و پایداری خود را حتی در آب حفظ می کند.  
سیمان‌های سوپر سولفات اساساً از سرباره دانه‌ای کوره آهن گدازی و کلسیم سولفات تشکیل شده‌اند. و آن‌ها از نظر آماری ترکیب همگنی دارند که ناشی از فرآیندهای تولید و جابه‌جایی به همراه کنترل کیفیت است. ارتباط بین فرآیندهای تولید و حمل محصول و انطباق در استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۷۵۱۸ شرح داده شده است.

- 
- 1- Allowable probability of acceptance
  - 2-Sampling plan
  - 3- Spot sample
  - 4- Autocontrol testing

در سیمان‌های سوپر سولفات‌ها بر خلاف سیمان‌های معمول مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۷۵۱۸، دانه‌های آسیاب شده سرباره به‌طور کلی توسط سولفات کلسیم فعال می‌شوند. بدین ترتیب برای تسریع فعال شدن و هیدراته شدن زود هنگام سرباره می‌توان ترکیبات افزودنی، به آن اضافه کرد.

## ۵ اجزای تشکیل دهنده

### ۵-۱ اجزای تشکیل دهنده اصلی

#### ۵-۱-۱ سرباره دانه‌ای کوره آهن‌گدازی<sup>۱</sup> (S)

سرباره دانه‌ای کوره آهن‌گدازی با سرد کردن سریع سرباره مذاب با ترکیب مناسب مانند کانه آهن، در کوره آهن‌گدازی تهیه می‌شود و حداقل دو سوم وزنی آن شیشه‌ای (بی‌شکل) است و هنگامی که، به‌طور مناسب فعال شود دارای خواص هیدرولیکی می‌شود.

حداقل دو سوم وزن سرباره دانه‌ای کوره آهن‌گدازی از کلسیم اکسید (CaO)، منیزیم اکسید (MgO) و سیلیسیم اکسید (SiO<sub>2</sub>) تشکیل شده است، سایر آن شامل آلومینیوم اکسید (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) همراه با مقادیر کمی از ترکیبات دیگر می‌باشد. نسبت وزنی SiO<sub>2</sub> / (CaO + MgO) باید بیش‌تر از ۱٫۰ باشد.

یادآوری - سریع سرد کردن شامل سخت کردن در آب (دانه‌ای کردن<sup>۲</sup>) و عبور از میان آب و هوا (ساجمه‌ای کردن<sup>۳</sup>) است.

#### ۵-۱-۲ کلسیم سولفات (Cs)

کلسیم سولفات در حین تولید به دیگر اجزای سیمان برای کنترل گیرش اضافه می‌گردد. کلسیم سولفات می‌تواند به‌صورت سنگ گچ (دی هیدرات کلسیم سولفات، CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O)، گچ ساختمانی (CaSO<sub>4</sub>.1/2H<sub>2</sub>O) یا انیدریت (CaSO<sub>2</sub> بدون آب) یا مخلوطی از آن‌ها اضافه شود. سنگ گچ و انیدریت به‌صورت طبیعی وجود دارد. کلسیم سولفات همچنین به‌عنوان محصول جانبی فرآیندهای صنعتی خاص وجود دارد.

#### ۵-۲ اجزای تشکیل دهنده فرعی

#### ۵-۲-۱ کلینکر سیمان پرتلند (K)

کلینکر سیمان پرتلند توسط هم‌جوشی<sup>۴</sup> مخلوطی از مواد اولیه شامل اکسیدهایی که به‌طور معمول CaO، SiO<sub>2</sub>، Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> می‌باشد و مقادیر کمی از دیگر مواد ساخته می‌شود. برای تولید کلینکر سیمان پرتلند، مواد اولیه به‌صورت خشک یا تر به‌طور مناسب آسیاب و مخلوط می‌شوند بنابراین همگن هستند.

کلینکر سیمان پرتلند، ماده هیدرولیکی است که حداقل دوسوم وزن آن کلسیم سیلیکات‌ها (2CaO.SiO<sub>2</sub> و 3CaO.SiO<sub>2</sub>) و باقی‌مانده آن از ترکیبات آلومینیوم و آهن شامل فازهای کلینکر و دیگر

---

1- Granulated blast furnace slag

2- Granulation

3- Pelletisation

4-Sintering

ترکیبات ساخته شده است. نسبت وزنی  $\text{CaO/SiO}_2$  نباید از ۲/۰ کم تر باشد. میزان منیزیم اکسید ( $\text{MgO}$ ) نباید از ۵/۰ درصد وزنی بیش تر باشد.

#### ۵-۲-۲ سایر اجزای تشکیل دهنده فرعی (A)

سایر اجزای تشکیل دهنده فرعی از مواد خاص انتخاب می شوند، مواد معدنی طبیعی غیر آلی، مواد معدنی غیر آلی حاصل از فرآیند تولید سیمان به غیر از کلینکر سیمان پرتلند مطابق بند ۵-۲-۱ و یا مواد معدنی غیر آلی حاصل از تولید آهک هوادهی شده یا آهک هیدرولیکی طبق استاندارد EN 495-1.

افزودنی فرعی براساس توزیع اندازه ذراتشان، خواص فیزیکی سیمان (نظیر قابلیت نگهداری آب یا کارایی) را بهبود می بخشد. این مواد می توانند بی اثر بوده و یا دارای اندکی خواص هیدرولیکی، خواص هیدرولیکی بالقوه یا خواص پوزولانی باشند. به هر حال از این جهت الزامات خاصی برای آن ها در نظر گرفته نشده است.

افزودنی های فرعی باید به طور صحیح آماده سازی شده باشند، یعنی به طور صحیح انتخاب، همگن، خشک و آسیاب شوند، که بستگی به شرایط تولید و تحویل دارد. این مواد نباید آب مورد مصرفی سیمان را به طور قابل ملاحظه افزایش دهند و همچنین نباید مقاومت بتن یا ملات و حفاظت در برابر خوردگی میلگردها را کاهش دهند.

یادآوری - اطلاعات مربوط به مواد متشکله افزودنی فرعی در سیمان باید در صورت نیاز، توسط تولیدکننده به راحتی در دسترس قرار گیرد.

#### ۵-۳ افزونه ها<sup>۱</sup>

در این استاندارد منظور از افزونه ها، موادی است که در بندهای ۵-۱ و ۵-۲ عنوان نشده باشند و به منظور بهبود خواص سیمان یا بهبود تولید سیمان، به آن افزوده می شوند.

مقدار کلی افزونه ها نباید بیش تر از ۱/۰ درصد وزن سیمان (به جز رنگدانه ها) باشند. مقدار افزونه های آلی به صورت خشک نباید از ۰/۲ درصد وزن سیمان بیش تر باشد.

این افزونه ها نباید باعث افزایش خوردگی میلگردها و یا کاهش خواص سیمان، بتن و ملات ساخته شده با سیمان حاوی آن ها، شود.

هنگامی که افزودنی های بتن، ملات و روان ملات طبق سری استانداردهای ملی ۲۹۳۰، در سیمان استفاده می شود، باید توجه به استاندارد افزودنی بر روی بسته بندی یا اسناد تحویل، اظهار شود.

#### ۶ ترکیبات و علائم

علامت سیمان سوپر سولفاته به صورت زیر است:

- SSC سیمان سوپر سولفاته

ترکیبات سیمان سوپر سولفات به باید مطابق جدول ۱ باشد.  
**یادآوری** - الزام ترکیب اشاره به اجزای اصلی و فرعی دارد. سیمان نهایی از مجموع اجزای اصلی و افزودنی‌های جزئی به‌علاوه هر افزونه دیگر ساخته می‌شود.

جدول ۱- سیمان سوپر سولفات

| ترکیبات ( درصد وزنی <sup>الف</sup> )  |                        |                      |                | علامت | نوع               |
|---|------------------------|----------------------|----------------|-------|-------------------|
| اجزای افزودنی   |                        | اجزای اصلی           |                |       |                   |
| سایر  | کلینکر<br>سیمان پرتلند | کلسیم<br>سولفات      | سرباره دانه‌ای |       |                   |
| A   | K                      | C <sub>S</sub>       | S              | SSC   | سیمان سوپر سولفات |
| $0 \leq A \leq 5$   | $0 < K \leq 5$         | $5 \leq C_S \leq 20$ | $\geq 75$      |       |                   |
| <sup>الف</sup> مقادیر موجود در این جدول مربوط به اجزای اصلی و فرعی می‌باشد. |                        |                      |                |       |                   |

## ۷ الزامات مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی و دوام

### ۷-۱ الزامات مکانیکی

#### ۷-۱-۱ مقاومت فشاری استاندارد

مقاومت فشاری استاندارد سیمان سوپر سولفات، مقاومت فشاری ۲۸ روزه است که طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۸۸۰۷ تعیین می‌شود.  
 رده‌های مقاومت استاندارد شامل: رده ۳۲/۵، ۴۲/۵ و ۵۲/۵ (مطابق الزامات جدول ۲) می‌باشد.

#### ۷-۱-۲ مقاومت فشاری اولیه

مقاومت فشاری اولیه، مقاومت فشاری ۲ روزه یا ۷ روزه (مطابق الزامات جدول ۲) است که طبق روش مندرج استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۸۸۰۷ تعیین می‌شود. رده مقاومت اولیه کم که با L و رده مقاومت اولیه عادی که با N نشان داده می‌شود (جدول ۲ را ببینید).

### ۷-۲ الزامات فیزیکی

#### ۷-۲-۱ زمان گیرش اولیه

زمان گیرش اولیه سیمان هنگامی که طبق استاندارد ۳-۱۸۸۰۷ تعیین می‌شود باید با الزامات جدول ۲ مطابقت داشته باشد.

### ۲-۲-۷ سلامت

سلامت سیمان هنگامی که به روش لوشاتلیه طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۸۰۷-۳ تعیین می‌شود، باید با الزامات جدول ۲ مطابقت داشته باشد.

### ۳-۲-۷ گرمای هیدراته شدن

گرمای هیدراته شدن سیمان، هنگامی که در سن ۷ روزه طبق استاندارد ۱۸۸۰۷-۸ و در سن ۴۱ ساعته طبق استاندارد ۱۸۸۰۷-۹ تعیین می‌گردد، نباید بیش‌تر از  $220 \text{ J/g}$  باشد.

بنابراین سیمان سوپر سولفاته جز سیمان‌های با گرمای هیدراته شدن خیلی کم طبقه‌بندی می‌شوند.

**یادآوری ۱-** تحقیقات نشان داده نتایج آزمون گرمای هیدراته شدن طبق استاندارد ۱۸۸۰۷-۸ در ۷ روز با روش استاندارد ۱۸۸۰۷-۹ در ۴۱ ساعت، یکسان است. با این حال، در صورت بروز اختلاف میان آزمایشگاه‌ها، باید در انتخاب روش به کار گرفته شده، توافق شود.

جدول ۲- الزامات فیزیکی و مکانیکی

| سلامت<br>(میلی‌متر) | زمان<br>گیرش<br>اولیه<br>(دقیقه) | مقاومت فشاری (مگا پاسکال) |        |              | رده<br>مقاومتی |            |            |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------|--------|--------------|----------------|------------|------------|
|                     |                                  | مقاومت<br>استاندارد       |        | مقاومت اولیه |                |            |            |
|                     |                                  | ۲۸ روزه                   | ۷ روزه | ۲ روزه       |                |            |            |
| ≤۱۰                 | ≥۷۵                              | ≤۵۲,۵                     | ≥۳۲,۵  | ≥۱۲,۰        | -              | ۳۲,۵ L الف |            |
|                     |                                  |                           | ≥۳۲,۵  | ≥۱۶,۰        | -              | ۳۲,۵ N     |            |
|                     | ≥۶۰                              | ≤۶۲,۵                     | ≥۴۲,۵  | ≥۱۶,۰        | -              | ۴۲,۵ L الف |            |
|                     |                                  |                           | ≥۴۲,۵  | -            | ≥۱۰,۰          | ۴۲,۵ N     |            |
|                     | ≥۴۵                              | -                         | ≥۵۲,۵  | -            | ≥۱۰,۰          | -          | ۵۲,۵ L الف |
|                     |                                  |                           |        | -            | ≥۲۰,۰          | -          | ۵۲,۵ N     |

### ۳-۷ الزامات شیمیایی

خصوصیات شیمیایی سیمان سوپر سولفاته، هنگامی که طبق روش استاندارد ۱۸۸۰۷-۲ آزمون می‌شود، باید مطابق الزامات جدول ۳ باشد.

## ۷-۴ الزامات دوام

### ۷-۴-۱ کلیات

در بسیاری از موارد کاربرد، به‌ویژه در شرایط محیطی شدید، انتخاب سیمان بر دوام بتن، ملات و دوغاب مانند مقاومت در برابر یخبندان، مقاومت در برابر عوامل شیمیایی و حفاظت از میلگردها تاثیر دارد. انتخاب سیمان از این استاندارد، به‌ویژه از نوع و رده‌های مقاومتی برای کاربردهای متفاوت و رده‌های رویارویی با شرایط محیطی، باید طبق استانداردها و یا مقررات معتبر مربوط به بتن یا ملات در محل مصرف، باشد.

### ۷-۴-۲ مقاومت در برابر سولفات

سیمان سوپر سولفاته منطبق با الزامات این استاندارد، به عنوان سیمان ضد سولفات در نظر گرفته می‌شود. یادآوری-در بسیاری از کشورها محدودیت‌های بیشتری برای تولید بتن آماده به‌منظور استفاده در محیط‌های سولفاته، مانند حداقل مقدار سیمان و یا حداکثر نسبت آب به سیمان، بسته به نوع و شدت سولفات محیط، اعمال می‌کنند.

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی

| ۱                                 | ۲                    | ۳           |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|
| خصوصیات                           | روش آزمون            | الزامات الف |
| کسر وزن ناشی از حرارت (درصد)      | ۱۸۸۰۷-۲              | $\leq 5.0$  |
| باقی مانده نامحلول (درصد)         | ۱۸۸۰۷-۲ <sup>ب</sup> | $\leq 5.0$  |
| میزان سولفات بر حسب $SO_3$ (درصد) | ۱۸۸۰۷-۲              | $\geq 5.0$  |
|                                   |                      | $\leq 12.0$ |
| میزان کلرید (درصد)                | ۱۸۸۰۷-۲              | $\leq 0.10$ |

الف- الزامات ارائه شده، براساس درصد وزنی سیمان نهایی می‌باشد.  
ب- باقی مانده نامحلول در کلریدریک اسید و سدیم کربنات تعیین می‌شود.  
ت- سیمان SSC ممکن است حاوی بیش‌تر از ۰/۱ درصد کلرید باشد اما در آن صورت بیشینه مقدار کلرید باید بر روی بسته‌بندی و یا برگه تحویل درج شود.

## ۷-۵ مواد خطرناک

در مورد مقدار انتشار مواد خطرناک ناشی از اجزای سیمان که برای سلامتی، بهداشت و محیط خطرناک هستند احتیاط‌های لازم به عمل آید.

مواد به کار رفته در سیمان نباید هیچ‌گونه تشکیل‌دهنده‌های خطرناکی، فراتر از مقادیر حداکثر مجاز مشخص شده در مقررات ملی مرتبط از خود آزاد سازند.

یادآوری - پایگاه داده‌های اطلاعات مقررات اروپایی، درباره مواد خطرناک در پایگاه اینترنتی EUROPA به نشانی (<http://ec.europa.eu/enterprise/construction/cpd-ds>) در دسترس است.

## ۸ علامت‌گذاری استاندارد

برای شناسایی سیمان سوپر سولفاته باید با حداقل علائم مندرج در بند ۶ و همچنین رده‌های مقاومتی استاندارد ۳۲/۵، ۴۲/۵ و ۵۲/۵ رده مقاومت اولیه با حروف N و L را استفاده نمود.

مثال: سیمان سوپر سولفاته معمولی با رده مقاومتی ۴۲/۵ و مقاومت اولیه عادی به صورت زیر نشان داده می‌شود:

**SSC -42.5 N**

## ۹ نحوه عرضه سیمان

### ۹-۱ بسته‌بندی

۹-۱-۱ سیمان سوپر سولفاته باید در کیسه‌های مناسب، مقاوم و قابل انعطاف بارگیری شود، به طوری که رطوبت و مواد خارجی به داخل آن نفوذ نکند و به هنگام حمل و نقل پاره نشود. در صورت استفاده از پاکت کاغذی باید مشخصات پاکت‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۴۵۴۳ و در صورت استفاده از کیسه‌های پلی-پروپیلنی، باید مشخصات کیسه‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۴۰ باشد.

۹-۱-۲ به طور معمول وزن اسمی هر بسته سیمان ۵۰ کیلوگرم می‌باشد. بسته‌بندی سیمان در سایر اوزان بلامانع است.

رواداری منفی وزن اندازه‌گیری شده هر بسته منفرد سیمان، نباید بیش‌تر از ۲ درصد وزن اسمی باشد و همچنین میانگین وزن هر ۵۰ بسته سیمان که به طور تصادفی از یک محموله انتخاب و توزین می‌شود نباید از وزن اسمی آن کم‌تر باشد، در غیر این صورت محموله مردود و غیرقابل پذیرش می‌باشد.

### ۹-۲ فله

سیمان سوپر سولفاته را می‌توان به صورت فله توسط بونکرهای مخصوص و یا در کیسه‌های بزرگ نیز عرضه کرد. یادآوری - توصیه می‌شود دمای سیمان هنگام تحویل به مشتری، کم‌تر از ۸۰ درجه سلیسیوس باشد.



## ۱۰ نگه‌داری سیمان

۱-۱۰ نگه‌داری سیمان سوپر سولفاته در کیسه و یا به صورت فله در سیلو، باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۶۱ باشد، به طوری که تشخیص محموله‌ها از یکدیگر، بازرسی و نمونه‌برداری از هر یک به آسانی امکان‌پذیر باشد.

۲-۱۰ محل نگه‌داری سیمان باید کاملاً خشک باشد و رطوبت به داخل آن نفوذ نکند.  
۳-۱۰ چنانچه هر محموله سیمان قبل از حمل به صورت فله بیش از شش ماه در سیلو و یا به صورت بسته‌بندی بیش از سه ماه مانده باشد، باید قبل از حمل دوباره مورد ارزیابی و انطباق با استاندارد قرار گیرد.

## ۱۱ نشانه‌گذاری

در روی هر بسته محتوی سیمان سوپر سولفاته باید موارد زیر به وضوح و ترجیحاً با رنگ سیاه، به زبان فارسی برای توزیع داخل کشور و یا هر زبان دیگر برای توزیع خارج کشور، درج شود:

۱-۱۱ نام واحد تولیدی؛

۲-۱۱ نام و یا نشان تجاری واحد تولیدی؛

۳-۱۱ مشخصات سیمان مطابق بند ۸؛

۴-۱۱ وزن بسته سیمان؛

۵-۱۱ تاریخ تولید؛

۶-۱۱ نشانی واحد تولیدی؛

۷-۱۱ مقدار کلرید سیمان در صورتی که بیش از ۰/۱ درصد وزنی باشد؛

۸-۱۱ نشان استاندارد در صورت اخذ مجوز.

یادآوری- در صورت عرضه سیمان به صورت فله باید کلیه موارد نشانه‌گذاری در برگ‌های بارنامه یا تحویل، درج شود.

## ۱۲ معیار انطباق

### ۱-۱۲ الزمات عمومی

انطباق سیمان سوپر سولفاته براساس این استاندارد باید به‌طور مستمر بر مبنای نمونه‌های نقطه‌ای ارزیابی شود. خصوصیات، روش‌های آزمون و حداقل تواتر آزمون خود کنترلی توسط تولیدکننده، در جدول ۵ مشخص شده است. در خصوص تناوب آزمون برای سیمان که به‌طور مستمر ارسال نمی‌شود و یا سایر جزییات به استاندارد EN 197-2 رجوع شود.

یادآوری ۱- این استاندارد مربوط به بازرسی در زمان تحویل نیست.

یادآوری ۲- گواهی ارزیابی انطباق توسط یک مرجع صدور گواهی‌نامه، باید مطابق استاندارد ۱۷۵۱۸-۲ انجام شود.

انطباق سیمان‌ها با الزامات این استاندارد و مقادیر بیان شده (شامل همه رده‌ها) باید با توجه به موارد زیر نشان داده شود:

- آزمون نوع اولیه؛
- کنترل تولید کارخانه توسط تولید کننده.

جدول ۴- خصوصیات، روش‌های آزمون و حداقل تواتر آزمون برای آزمون خود کنترلی توسط تولید کننده و روش ارزیابی آماری

| آزمون خود کنترلی   |                     |                                     |                 | روش آزمون <sup>ب</sup> الف | خصوصیت                              |
|--------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|
| روش ارزیابی آماری  |                     | حداقل تواتر آزمون                   |                 |                            |                                     |
| بازرسی توسط        |                     | دوره اولیه تولید نوع جدیدی از سیمان | روال عادی تولید | ۳                          | ۱                                   |
| گسسته <sup>ت</sup> | پیوسته <sup>پ</sup> |                                     |                 |                            |                                     |
| ۷                  | ۶                   | ۵                                   | ۴               |                            |                                     |
|                    | ×                   | هر هفته ۴ بار                       | هر هفته ۲ بار   | ۱۸۸۰۷-۱                    | مقاومت اولیه<br>مقاومت<br>استاندارد |
| ×                  |                     | هر هفته ۴ بار                       | هر هفته ۲ بار   | ۱۸۸۰۷-۳                    | زمان گیرش<br>اولیه                  |
| ×                  |                     | هر هفته ۴ بار                       | هر هفته ۱ بار   | ۱۸۸۰۷-۳                    | سلامت                               |
| ×                  |                     | هر هفته ۱ بار                       | هر ماه ۲ بار    | ۱۸۸۰۷-۲                    | کسر وزن ناشی<br>از حرارت            |
| ×                  |                     | هر هفته ۱ بار                       | هر ماه ۲ بار    | ۱۸۸۰۷-۲                    | باقی مانده<br>نامحلول               |
| ×                  |                     | هر هفته ۴ بار                       | هر هفته ۲ بار   | ۱۸۸۰۷-۲                    | میزان سولفات                        |
| ×                  |                     | هر هفته ۱ بار                       | هر ماه ۲ بار    | ۱۸۸۰۷-۲                    | میزان کلرید                         |
| ×                  |                     | هر هفته ۱ بار                       | هر ماه ۱ بار    | ۱۸۸۰۷-۸ یا ۱۸۸۰۷-۹         | گرمای هیدراته<br>شدن                |
|                    |                     | هر هفته ۱ بار                       | هر ماه ۱ بار    | - <sup>ت</sup>             | ترکیب                               |

الف- در جایی که استفاده از روش‌های ۱۸۸۰۷ مجاز باشد، می‌توان از روش‌های دیگر استفاده کرد، مشروط بر آن‌که مقادیر و معادل با نتایج روش مرجع به دست آید.

ب- روش‌های مورد استفاده برای برداشت و آماده سازی نمونه‌ها باید مطابق استاندارد ۱۸۸۰۷-۷ باشد.

پ- هنگامی که هیچ‌یک از نتایج آزمون در یک دوره ۱۲ ماهه از ۵۰ درصد مقدار مشخصه فراتر نرود، این زمان آزمون می‌تواند به ماهی یک‌بار کاهش یابد.

ت- روش مناسب توسط تولید کننده انتخاب می‌شود.

ث- اگر نتایج دارای توزیع نرمال نباشد، روش ارزیابی مورد به مورد انجام می‌شود.

ج- اگر تعداد نمونه‌ها در دوره کنترل حداقل یک نمونه در هفته باشد، ارزیابی را می‌توان براساس روش پیوسته انجام داد.

چ- هنگامی که هیچ‌یک از نتایج آزمون در یک دوره ۱۲ ماهه از ۱۷۰ ژول بر گرم مقدار فراتر نرود، این زمان آزمون می‌تواند به سالی دوبار کاهش یابد.

## ۱۲-۲ معیار انطباق برای خصوصیات مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی و روش ارزیابی

### ۱۲-۲-۱ کلیات

هنگامی سیمان با الزامات مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی ارائه شده در این استاندارد مطابقت دارد که معیارهای مشخص شده در بندهای ۲-۲-۹ و ۳-۲-۹ برآورده شود.

ارزیابی انطباق براساس نمونه برداری مستمر، با استفاده از نمونه‌های نقطه‌ای برداشت شده در زمان بارگیری و نتایج به دست آمده از آزمون نمونه‌های خود کنترلی برداشت شده در دوره کنترل، انجام شود.

### ۱۲-۲-۲ معیار انطباق آماری

#### ۱۲-۲-۲-۱ کلیات

انطباق باید براساس ضوابط آماری زیر فرمول بندی شود:

- مقادیر مشخصه لازم برای خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی مندرج در بندهای ۲-۷، ۱-۷ و ۳-۷ برآورده شود؛

- صدک ( $P_k$ )، برای مقادیر مشخصه معین که در جدول ۵ ارائه شده است؛

- احتمال مجاز پذیرش (CR)، که در جدول ۵ مشخص شده است.

#### جدول ۵- مقادیر مورد نیاز $P_k$ و CR

| الزامات فیزیکی و شیمیایی | الزامات مکانیکی                     |                              |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
|                          | مقاومت اولیه و استاندارد (حد پایین) | مقاومت استاندارد (حد بالا)   |
| ۱۰٪                      | ۵٪                                  | صدک $P_k$ براساس مقدار مشخصه |
|                          | ۵٪                                  | احتمال مجاز پذیرش CR         |

یادآوری- ارزیابی انطباق که براساس تعداد محدودی از نتایج آزمون انجام می‌شود، تنها یک مقدار تقریبی برای بخشی از نتایج خارج از مقدار مشخصه معین شده در یک جمعیت آماری را به دست می‌دهد. تعداد نتایج آزمون بیشتر، دقت بهتری را ایجاد می‌کند. احتمال مجاز پذیرش (CR)، میزان دقت طرح نمونه برداری، را کنترل می‌کند. براساس این استاندارد انطباق با الزامات، باید از طریق روش‌های پیوسته یا گسسته که در بندهای ۲-۲-۹ و ۳-۲-۲-۹ و جدول ۴ شرح داده شده است، مورد تایید قرار می‌گیرد. دوره کنترل باید ۱۲ ماه باشد.

### ۱۲-۲-۲-۲ بازرسی به روش پیوسته

برای این بازرسی، فرض می‌شود که نتایج آزمون دارای توزیع نرمال است.

هنگامی که رابطه‌های (۱) و (۲) بسته به مورد برقرار باشد، انطباق مورد تایید قرار می‌گیرد:

$$\bar{x} - k_A \cdot s \geq L \quad (1)$$

$$\bar{x} + k_A \cdot s \geq U \quad (2)$$

که در آن‌ها:

$\bar{x}$  میانگین عددی مجموع نتایج آزمون خود کنترلی در دوره کنترل؛

$s$  انحراف معیار مجموع نتایج آزمون خود کنترلی در دوره کنترل؛

$k_A$  ثابت پذیرش؛

$L$  حد پایینی مندرج در جدول‌های ۲ و ۳؛

$U$  حد بالایی مندرج در جدول‌های ۲، ۳ و ۴.

ثابت پذیرش ( $k_A$ ) به صدکی ( $P_k$ ) که مقدار مشخصه بر مبنای آن تعریف شده است و همچنین به احتمال مجاز پذیرش (CR) و به تعداد نتایج آزمون ( $n$ )، بستگی دارد. مقادیر  $k_A$  در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶- ثابت پذیرش  $k_A$

| $k_A$ الف                |   | تعداد نتایج آزمون<br>$n$ |
|--------------------------|---|--------------------------|
| برای $P_k$ مساوی ۱۰ درصد | برای $P_k$ مساوی ۵ درصد                 |                          |
| خصوصیات دیگر             | مقاومت اولیه و استاندارد<br>(حد بالایی) |                          |
| ۱٫۹۳                     | ۲٫۴۰                                    | ۲۱ تا ۲۰                 |
| ۱٫۸۹                     | ۲٫۳۵                                    | ۲۳ تا ۲۲                 |
| ۱٫۸۵                     | ۲٫۳۱                                    | ۲۵ تا ۲۴                 |
| ۱٫۸۲                     | ۲٫۲۷                                    | ۲۷ تا ۲۶                 |
| ۱٫۸۰                     | ۲٫۲۴                                    | ۲۹ تا ۲۸                 |
| ۱٫۷۸                     | ۲٫۲۲                                    | ۳۴ تا ۳۰                 |
| ۱٫۷۳                     | ۲٫۱۷                                    | ۳۹ تا ۳۵                 |
| ۱٫۷۰                     | ۲٫۱۳                                    | ۴۴ تا ۴۰                 |
| ۱٫۶۷                     | ۲٫۰۹                                    | ۴۹ تا ۴۵                 |
| ۱٫۶۵                     | ۲٫۰۷                                    | ۵۹ تا ۵۰                 |
| ۱٫۶۱                     | ۲٫۰۲                                    | ۶۹ تا ۶۰                 |
| ۱٫۵۸                     | ۱٫۹۹                                    | ۷۹ تا ۷۰                 |
| ۱٫۵۶                     | ۱٫۹۷                                    | ۸۹ تا ۸۰                 |
| ۱٫۵۴                     | ۱٫۹۴                                    | ۹۹ تا ۹۰                 |
| ۱٫۵۳                     | ۱٫۹۳                                    | ۱۴۹ تا ۱۰۰               |
| ۱٫۴۸                     | ۱٫۸۷                                    | ۱۹۹ تا ۱۵۰               |
| ۱٫۴۵                     | ۱٫۸۴                                    | ۲۹۹ تا ۲۰۰               |
| ۱٫۴۲                     | ۱٫۸۰                                    | ۳۹۹ تا ۳۰۰               |
| ۱٫۴۰                     | ۱٫۷۸                                    | >۴۰۰                     |

یادآوری- مقادیر ارائه شده در این جدول برای CR مساوی ۵ درصد معتبر است.

الف مقدار  $k_A$  را می توان برای هر مقدار  $n$  با درون یابی به دست آورد.

### ۱۲-۲-۳ بازرسی به روش گسسته

تعداد نتایج آزمون خارج از مقدار مشخصه ( $CD$ )، باید شمارش و با تعداد قابل پذیرش ( $C_A$ )، محاسبه شده از تعداد نتایج آزمون خود کنترلی،  $n$  و صدک  $P_k$  مطابق جدول ۷، مقایسه شود. هنگامی که رابطه ۳، برقرار باشد انطباق مورد تایید است.

$$C_D \leq C_A$$

رابطه (۳)

مقدار  $C_A$  به صدکی ( $P_k$ ) که مقدار مشخصه بر مبنای آن تعریف شده است. همچنین به احتمال مجاز پذیرش (CR) و به تعداد نتایج آزمون ( $n$ )، بستگی دارد. مقادیر  $C_A$  در جدول ۸ ارایه شده است.

جدول ۷- مقادیر  $C_A$

| تعداد نتایج آزمون $n$ الف | $C_A$ برای $P_k$ مساوی ۱۰ درصد |
|---------------------------|--------------------------------|
| ۲۰ تا ۳۹                  | ۰                              |
| ۴۰ تا ۵۴                  | ۱                              |
| ۵۵ تا ۶۹                  | ۲                              |
| ۷۰ تا ۸۴                  | ۳                              |
| ۸۵ تا ۹۹                  | ۴                              |
| ۱۰۰ تا ۱۰۹                | ۵                              |
| ۱۱۰ تا ۱۲۳                | ۶                              |
| ۱۲۴ تا ۱۳۶                | ۷                              |

یادآوری- مقادیر ارایه شده در این جدول برای CR مساوی ۵ درصد معتبر است.

الف اگر تعداد نتایج آزمون  $n$  کم تر از ۲۰ باشد (برای  $P_k$  مساوی ۱۰ درصد)، معیار انطباق براساس محاسبات آماری امکان پذیر نیست، در این صورت، معیار  $C_A$  مساوی صفر، باید مورد استفاده قرار گیرد. اگر تعداد نتایج آزمون  $n$  بیش تر از ۱۳۶ باشد،  $C_A$  را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$C_A = 0.075 (n - 30)$$

### ۱۲-۲-۳ معیار انطباق نتیجه منفرد

علاوه بر معیار انطباق آماری، برای انطباق نتایج آزمون با ویژگی های این استاندارد، لازم است، نتیجه هر آزمون منفرد بین مقادیر حد بالایی و حد پایینی که در جدول ۸ مشخص شده است، قرار داشته باشد.

جدول ۸- مقادیر حد برای نتایج منفرد

| مقادیر حد برای نتایج منفرد |        |        |        |        |        | خصوصیات                                     |                                      |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------------------------------------|
| رده مقاومتی                |        |        |        |        |        |   |                                      |
| ۵۲,۵ R                     | ۵۲,۵ N | ۴۲,۵ R | ۴۲,۵ N | ۳۲,۵ R | ۳۲,۵ N |   |                                      |
| ۸,۰                        | ۱۸,۰   | -      | ۸,۰    | -      | -      | ۲ روزه                                      | مقاومت اولیه (MPa)                   |
| -                          | -      | ۱۴,۰   | -      | ۱۰,۰   | ۱۴,۰   | ۷ روزه                                      | حد پایینی                            |
| ۵۰,۰                       |        | ۴۰,۰   |        | ۳۰,۰   |        | ۲۸ روزه                                     | مقاومت استاندارد (MPa)<br>حد پایینی  |
| ۴۰                         |        | ۵۰     |        | ۶۰     |        | زمان گیرش اولیه (min)<br>حد پایینی          |                                      |
| ۰,۸                        |        |        |        |        |        | انبساط                                      | سلامت (%)/حد بالایی                  |
| ۰,۲                        |        |        |        |        |        | انقباض                                      |                                      |
| ۴,۵                        |        |        |        |        |        | حد بالایی                                   | میزان سولفات (درصد SO <sub>3</sub> ) |
| ۵,۰                        |        |        |        |        |        | حد پایینی                                   |                                      |
| ۰,۱۰ <sup>ت</sup>          |        |        |        |        |        | میزان کلرید (درصد) <sup>الف</sup> حد بالایی |                                      |
| ۲۵۰                        |        |        |        |        |        | LH  | گرمای هیدراته شدن (J/g) حد بالایی    |

<sup>الف</sup> میزان کلرید سیمان SSC ممکن است بیش از ۰,۱۰ باشد که باید در این حالت مقدار کلرید اعلام شود.

### ۱۲-۳ معیار انطباق برای ترکیبات سیمان

ترکیبات سیمان باید حداقل یکبار در ماه، با استفاده از مقررات مربوط به برداشت نمونه نقطه‌ای هنگام بارگیری توسط تولیدکننده بازرسی شود. ترکیبات سیمان باید مطابق الزامات مشخص شده در جدول ۱ باشد. مقادیر حدی ترکیبات سیمان که در جدول ۱ مشخص شده است، مقادیر مرجع بوده که باید با میانگین ترکیبات محاسبه شده از نمونه‌برداری نقطه‌ای در دوره کنترل، انطباق داشته باشد. برای نتایج منفرد، حداکثر انحراف (-۲) برای حد پایین و (+۲) برای حد بالا از مقدار مرجع مجاز است. برای اطمینان از انطباق با الزامات، باید روش‌های مناسب بازرسی و تایید در طول دوره تولید و کنترل مجدد، به کار گرفته و مستند سازی شود.

### ۱۲-۴ معیار انطباق برای خصوصیات اجزای تشکیل دهنده سیمان

اجزای تشکیل دهنده سیمان باید الزامات مشخص شده بند ۵ را تامین کنند. روش مناسبی در طول تولید برای اطمینان از انطباق با این شرایط باید به کار گرفته و مستند شود.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

#### هشدار مربوط به استفاده از سیمان سوپر سولفات

##### الف-۱ ترکیب با سایر چسباننده‌ها

هنگام تولید بتن سازه‌ای، سیمان سوپر سولفات نباید با دیگر چسباننده‌ها نظیر سیمان معمول، آهک، گچ و غیره ترکیب شود.

وسایل نقلیه حمل و نقل، سیلوها و سامانه‌های انتقال باید قبل از استفاده از سیمان سوپر سولفات، خالی و تمیز شوند.

##### الف-۲ استفاده از افزودنی‌ها در بتن

لازم است بر پیشرفت تاثیر مواد افزودنی بر دوام و مشخصه‌های مکانیکی بتن ساخته شده از سیمان سوپر سولفات در نظر گرفته شود.

##### الف-۳ تاثیرات آب و هوا، کوبش و عمل آوری

باید در خصوص تاثیرات آب و هوا، زمان کوبش و طول عمل آوری مناسب بتن حاوی سیمان سوپر سولفات تاکید ویژه کرد تا از بالاترین درجه هیدراته شدن اطمینان حاصل شود.

##### الف-۴ عملیات حرارتی

به دلیل ترکیب شیمیایی خاص سیمان سوپر سولفات، در هنگام کاربرد عملیات حرارتی بتن حاوی سیمان مذکور باید مراقبت‌های ویژه به کار گرفته شود.