



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۰۳۷

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

19037

1st.Edition

2015

سیمان‌های ویژه با گرم‌زایی خیلی کم -  
ترکیبات، ویژگی‌ها و معیار انطباق

**very low heat special Cements -  
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) 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) 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
«سیمان‌های ویژه با گرم‌زایی خیلی کم-ترکیبات، ویژگی‌ها و معیار انطباق»

رئیس:

تدین، محسن  
(دکترای مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

انجمن بتن ایران

دبیر:

رحمتی، علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و  
آزمایشگاهی پاکدشت بتن

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدنژاد، سلیم  
(کارشناس ارشد مهندس شیمی)

شرکت سیمان هرمزگان

اسگرو، آرزو  
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت سیمان سامان غرب

ایزد پناه، عبدالرحیم  
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

شرکت سیمان تهران

بیژنی، کورش  
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت سیمان هرمزگان

پیرهادی ده‌علیخانی، بهمن  
(کارشناس ارشد شیمی)

مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و  
آزمایشگاهی پاکدشت بتن

جلالی، محمد  
(کارشناس شیمی)

شرکت مهندسی و تحقیقات غدیر

جهانگیریان، مهدی  
(کارشناس مدیریت)

شرکت سیمان هگمتان

شرکت بتن البرز	حسینی مقدم، علیرضا (کارشناس ارشد مهندسی معدن)
شرکت سیمان سپاهان	خانی، هوشنگ (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)
شرکت سیمان شرق	رحمانی، مزدک (کارشناس مهندسی مواد - سرامیک)
شرکت سیمان هرمزگان	زارعی، حسن (کارشناس شیمی)
انجمن صنفی کارفرمایان سیمان	سازور، رسول (کارشناس شیمی)
پژوهشگاه استاندارد	سامانیان، حمید (کارشناس ارشد مهندسی مواد - سرامیک)
شرکت پاک بتن ری	سخنور، فرهاد (کارشناس مهندسی معدن)
مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و آزمایشگاهی پاکدشت بتن	سلامی، الهام (کارشناس ارشد مهندسی صنایع)
شرکت مهندسی و تحقیقات غدیر	شایسته نام، محمد (کارشناس ارشد شیمی)
عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی	شرقی، عبدالعلی (دکترای مهندسی عمران)
سازمان ملی استاندارد ایران	عباسی رزگله، محمد حسین (کارشناس مهندسی مواد - سرامیک)
شرکت سیمان داراب	عفیف، شیرین (کارشناس شیمی)

شرکت سیمان بجنورد	عقیقی، ناصر (کارشناس مهندسی شیمی)
شرکت سیمان دشتستان	قاسمی، جواد (کارشناس صنایع شیمیایی)
شرکت سیمان هرمزگان	گل بهاری، محمود (کارشناس مهندسی شیمی)
شرکت سیمان بجنورد	لطفی، مجید (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)
سازمان ملی استاندارد ایران	مجتبوی، سید علیرضا (کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)
شرکت سیمان کردستان	محمدی مقدم، ابراهیم (کارشناس ارشد مهندسی مواد)
شرکت سیمان آبیگ	محمودی، سعید (کارشناس مهندسی معدن)
مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و آزمایشگاهی پاکدشت بتن	ملکشاهی، ایمان (کارشناس مهندسی عمران)
شرکت سیمان اردستان	موسوی، سید حسن (کارشناس ارشد سیستم بهره‌وری)
شرکت سیمان غرب	نجفی، مسعود (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان	
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد	
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	
۵	پیش‌گفتار	
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۱	مراجع الزامی	۲
۲	اصطلاحات و تعاریف	۳
۲	سیمان ویژه با گرمزایی خیلی کم	۴
۳	اجزای تشکیل دهنده	۵
۳	ترکیبات و علایم	۶
۵	الزامات	۷
۵	الزامات مکانیکی	۱-۷
۵	الزامات فیزیکی	۲-۷
۶	الزامات شیمیایی	۳-۷
۶	الزامات دوام	۴-۷
۷	علامت‌گذاری استاندارد	۸
۷	نحوه عرضه سیمان	۹
۸	نگهداری سیمان	۱۰
۸	نشانه‌گذاری	۱۱
۸	معیار انطباق	۱۲

## پیش‌گفتار

استاندارد «سیمان- سیمان‌های ویژه با گرم‌زایی خیلی کم- ترکیبات، ویژگی‌ها و ارزیابی انطباق» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد تهیه و تدوین شده است و در پانصد و شصت و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۷ 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:

EN 14216: 2004, Cement - Composition, specifications and conformity criteria for very low heat special cements

# سیمان‌های ویژه با گرم‌زایی خیلی کم - ترکیبات، ویژگی‌ها و معیار انطباق

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین ترکیبات، ویژگی‌ها، و معیارهای انطباق ۶ نوع سیمان ویژه با گرم‌زایی خیلی کم است.

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

یادآوری ۱- علاوه بر الزامات مشخص شده، توافق اضافی بین تولیدکننده و مصرف‌کننده 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 سیمان‌های ویژه با گرم‌زایی خیلی کم دارد، مگر آن‌که صراحتاً نوع سیمان قید شده باشد.

یادآوری ۳- خطر ترک خوردگی حرارتی بتن در سنین اولیه به خواص و اجرا آن نیز بستگی دارد، بنابراین ترک خوردگی حرارتی به عواملی غیر از گرمای هیدراته شدن نیز بستگی دارد.

## 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 تجدید نظرهای 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 تجدید نظر 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، بسته‌بندی - 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 ۵-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۵: خواص پوزولانی سیمان‌های پوزولانی

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۷: نمونه‌برداری و آماده‌سازی  
۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۸: تعیین گرمای هیدراته شدن - روش انحلال

۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۸۸۰۷: سیمان - روش‌های آزمون قسمت ۹: تعیین گرمای هیدراته شدن - روش نیمه دررو

۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۷۵۱۸: سال ۱۳۹۳، سیمان - قسمت ۲: ارزیابی و انطباق  
2-13 EN 197-4:2009, cement – Part 4 : Composition, specifications and conformity criteria for low early strength blastfurnace cements

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۷۵۱۸ به کار می‌رود.

### ۴ سیمان ویژه با گرمزایی خیلی کم

سیمان ویژه با گرمزایی خیلی کم یک چسباننده هیدرولیکی است، به عبارتی سیمان یک ماده غیر آلی پودری است، که هنگام مخلوط شدن با آب خمیری را تشکیل می‌دهد که طی واکنش‌ها و فرآیندهای هیدراته شدن سخت می‌شود و بعد از سخت شدن نیز مقاومت و پایداری خود را حتی در آب حفظ می‌کند. واکنش‌ها و فرآیندهای هیدراته شدن این سیمان مشابه با سیمان‌های معمول می‌باشد (استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۷۵۱۸ را ببینید) اما به دلیل ترکیب، نرمی یا واکنش‌پذیری اجزاء تشکیل‌دهنده، فرآیند هیدراته شدن متفاوت و کندتر است.

سیمان ویژه با گرمزایی خیلی کم به طور خاص برای سدها و سایر ساختمان‌های (جسیم) (جسیم) مشابه، که نسبت سطح به حجم کمی ندارد، مناسب است. در این سازه‌ها گرمای تلف شده در هنگام هیدراته شدن سیمان، بسیار کم است، بنابر این افزایش قابل توجه دما امکان‌پذیر است. اختلاف دما بین نواحی داخلی و خارجی سازه افزایش می‌یابد که باعث افزایش تنش داخلی می‌گردد، و این تنش می‌تواند بزرگ‌تر از مقاومت کششی بتن شود و منجر به ترک خوردگی و خرابی (گسیختگی) آن گردد. به این دلیل، سیمان ویژه با گرمزایی خیلی کم برای چنین سازه‌هایی مناسب‌تر است.

سیمان ویژه با گرمزایی خیلی کم ممکن است برای سازه‌های بتنی مسلح مرتفع مانند پل‌ها و ساختمان‌های متعارف نامناسب باشد.

یادآوری- سیمان معمول با گرمزایی کم مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۷۵۱۸، یا سیمان‌های سرباره‌ای با مقاومت اولیه کم مطابق با استاندارد EN 197-4 برای سدها و سایر ساختمان‌های) حجیم مشابه، بسته به طراحی بتن و روش ساخت می‌توانند مناسب باشد.

## ۵ اجزای تشکیل دهنده

الزامات اجزای تشکیل دهنده سیمان‌های ویژه با گرمزایی خیلی کم مطابق الزامات مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۷۵۱۸ باشد.

## ۶ ترکیبات و علائم

این استاندارد ۶ نوع محصول، در خانواده سیمان‌های ویژه با گرمزایی خیلی کم را پوشش می‌دهد که علائم آنها در جدول ۱ آمده که در ۳ گروه برحسب نوع سیمان اصلی به صورت زیر رده بندی شده‌اند:

- رده VLH III سیمان سرباره؛

- رده VLH IV سیمان پوزولانی؛

- رده VLH V سیمان مرکب.

ترکیبات هر یک از ۶ نوع محصول خانواده سیمان‌های ویژه با گرمزایی خیلی کم باید مطابق جدول ۱ باشد. یادآوری - برای تعریف روشن از هر نوع سیمان باید به الزامات ترکیبات، اجزای اصلی و فرعی رجوع کرد. سیمان در نهایت به کمک اجزای اصلی و افزودنی‌هایی جزئی به‌علاوه کلسیم سولفات یا هر افزونه دیگر تشخیص داده می‌شود.

جدول ۱-۶ نوع محصول خانواده سیمان‌های ویژه با گرمازایی خیلی کم

ترکیبات ( درصد وزنی الف)					علائم	نام محصول	گروه اصلی			
اجزای افزودنی فرعی	اجزای اصلی									
	خاکستر بادی		پوزولان					دوده سیلیس D <sup>ب</sup>	سربراره کوره بلند S	کلینکر K
	آهکی W	سیلیسی V	کلسینه شده Q	طبیعی P						
۰-۵	-	-	-	-	-	۶۶-۸۰	۲۰-۳۴	VLH III/B	سیمان سربراره‌ای	گروه ۳ VLH III
۰-۵	-	-	-	-	-	۸۱-۹۵	۵-۱۹	VLH III/C		
۰-۵	۱۱-۳۵				-	-	۶۵-۸۹	VLH IV/A	سیمان پوزولانی <sup>ج</sup>	گروه ۴ VLH IV
۰-۵	۳۶-۵۵				-	-	۴۵-۶۴	VLH IV/B		
۰-۵	-	۱۸-۳۰		-	-	۱۸-۳۰	۴۰-۶۴	VLH V/A	سیمان مرکب <sup>ج</sup>	گروه ۵ VLH V
۰-۵	-	۳۱-۵۰		-	-	۳۱-۴۹	۲۰-۳۸	VLH V/B		

الف) مقادیر موجود در این جدول مربوط به اجزای اصلی و فرعی می‌باشد.  
 ب) نسبت دوده سیلیسی به ۱۰ درصد محدود است.  
 ج) در سیمان‌های پوزولان VLH IV/A و VLH IV/B و سیمان‌های مرکب VLH V/A و VLH V/B، اجزای اصلی به جز کلینکر بر حسب انتخاب سیمان باید اظهار شود.

## ۷ الزامات

### ۱-۷ الزامات مکانیکی

#### ۱-۱-۷ مقاومت (تاب) فشاری استاندارد

مقاومت استاندارد سیمان ویژه با گرمزایی خیلی کم، مقاومت فشاری ۲۸ روزه است که طبق روش مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۸۸۰۷ تعیین می‌شود و باید مطابق جدول ۲ باشد. یک رده مقاومت استاندارد شامل: رده ۲۲,۵ (مطابق الزامات جدول ۲) می‌باشد.

### ۲-۷ الزامات فیزیکی

#### ۱-۲-۷ زمان گیرش اولیه

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

#### ۲-۲-۷ سلامت

سلامت سیمان هنگامی که به روش اتوکلاو طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۹۱ تعیین می‌شود، باید با الزامات جدول ۲ مطابقت داشته باشد.

یادآوری- تعیین سلامت سیمان به روش اتوکلاو انطباق آن با الزام جدول ۲، الزامی است ولی تعیین سلامت سیمان به روش لوشاتلیه طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۱۸۸۰۷ و انطباق آن با الزام جدول ۲، اختیاری است.

جدول ۲- الزامات فیزیکی و مکانیکی

سلامت (انبساط)		زمان گیرش اولیه (دقیقه)	مقاومت فشاری (مگا پاسکال)		رده مقاومتی
به روش لوشاتلیه (میلی‌متر) (اختیاری)	به روش اتوکلاو (درصد) (الزامی)		مقاومت استاندارد ۲۸ روزه		
$\leq 10$	$\leq 0,8$	$\geq 75$	$\leq 42,5$	$\geq 22,5$	۲۲,۵

#### ۳-۲-۷ گرمای هیدراته شدن

گرمای هیدراته شدن، سیمان‌های ویژه با گرمزایی خیلی کم، هنگامی که طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸-۱۸۸۰۷ در ۷ روز و یا طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۹-۱۸۸۰۷ در ۴۱ ساعت تعیین می‌گردد، نباید بیش‌تر از  $220 \text{ J/g}$  باشد.

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

### ۳-۷ الزامات شیمیایی

خصوصیات سیمان‌ها، نوع آن‌ها و رده مقاومتی در ستون ۳ جدول ۳ نشان داده شده که باید با ویژگی‌های مندرج در ستون ۴ همین جدول، هنگامی که با روش‌های آزمون مشخص شده در ستون ۲ آزمون می‌گردند، مطابقت داشته باشد.

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی

۴	۳	۲	۱
الزامات الف	نوع سیمان	روش آزمون	خصوصیات
$\leq 5,0$	VLH III	طبق بند ۲-۶	L.O.I (درصد)
$\leq 5,0$	VLH III	طبق بند ۲-۶ <sup>۳</sup>	باقی مانده نامحلول (درصد)
$\leq 3,5$	VLH IV VLH V	طبق بند ۲-۶	میزان سولفات بر حسب $SO_3$ (درصد)
$\leq 4,0$	VLH III/B		
	VLH III/C		
$\leq 0,10$	همه <sup>۳</sup>	طبق بند ۲-۶	میزان کلرید (درصد)
آزمون رضایت بخش باشد	VLH IV	طبق بند ۲-۶	اکتیویته پوزولان
<p>الف الزامات بر حسب درصد وزنی سیمان نهایی ارائه شده.  <sup>۳</sup> باقی مانده نامحلول در اسید کلریدریک و کربنات سدیم تعیین می‌شود.  <sup>۳</sup> سیمان VLHIII ممکن است حاوی بیش از ۰/۱ درصد کلرید باشد اما در آن صورت ماکزیمم مقدار کلرید باید بر روی بسته‌بندی و یا بر گه تحویل درج شود.</p>			

### ۴-۷ الزامات دوام

در بسیاری از کاربردها، به خصوص در شرایط محیطی سخت، انتخاب سیمان بر دوام بتن، ملات، مانند مقاومت در برابر یخ‌زدگی، مقاومت شیمیایی و حفاظت از تقویت کننده‌ها تاثیر دارد. قلیایی‌های سیمان یا دیگر ترکیبات بتن ممکن است با سنگدانه‌های خاص واکنش شیمیایی انجام دهند.

انتخاب سیمان، از این استاندارد اروپایی، به خصوص از نظر نوع و گرمای هیدراته شدن برای کاربردها و شرایط رویارویی مختلف باید با استانداردها ویا مقررات برای بتن یا ملات که در محل مصرف معتبر است، مناسب باشد. ملات یا بتن ساخته شده با سیمان‌های ویژه با گرمایی خیلی کم، به مراقبت بیش‌تر از نظر خشک شدگی و

کربناته شدن در هنگام عمل‌آوری، نیاز دارند. مقاومت در برابر یخ‌زدگی بتن با سیمان ویژه گرم‌زایی خیلی کم باید برای شرایط رویارویی محل مصرف، مناسب باشد.

## ۸ علامت‌گذاری استاندارد

سیمان‌های ویژه با گرم‌زایی خیلی کم باید توسط علائم مربوط به همان نوع سیمان همان‌طور که در جدول ۱ آمده و رده مقاومتی ۲۲/۵، مشخص شوند (به بند ۱-۷ نگاه کنید).

مثال ۱: سیمان ویژه با گرم‌زایی خیلی کم با دانه‌های سرباره (S) بین ۸۱ درصد تا ۹۵ درصد با رده مقاومتی ۲۲/۵ و گرمای هیدراته شدن خیلی کم، به صورت زیر نشان داده می‌شود:

### VLH III/C 22,5

مثال ۲: سیمان ویژه با گرم‌زایی خیلی کم با پوزولان طبیعی (P) بین ۳۶ درصد تا ۵۵ درصد با رده مقاومتی ۲۲/۵ و گرمای هیدراته شدن خیلی کم، به صورت زیر نشان داده می‌شود:

### VLH IV/B (P) 22,5

مثال ۳: سیمان ویژه با گرم‌زایی خیلی کم مرکب شامل، دانه‌های سرباره (S) بین ۱۸ درصد تا ۳۰ درصد و خاکستر بادی سلیسی (V) بین ۱۸ درصد تا ۳۰ درصد با رده مقاومتی ۲۲/۵ و حرارت هیدراتاسیون خیلی کم، به صورت زیر نشان داده می‌شود:

### VLH V/A (S-V) 22,5

## ۹ نحوه عرضه سیمان

### ۱-۹ بسته‌بندی

۱-۱-۹ سیمان ویژه با گرم‌زایی خیلی کم 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 پلی‌پروپیلنی، باید مشخصات کیسه‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۴۰ باشد.

۱-۲-۹ 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 کم‌تر باشد، در غیر این صورت محموله مردود و غیرقابل پذیرش می‌باشد.

## ۹-۲ فله

سیمان ویژه با گرما زایی خیلی کم را می توان به صورت فله توسط بونکرهای مخصوص و یا در کیسه های بزرگ نیز عرضه کرد.

یادآوری - توصیه می شود دمای سیمان هنگام تحویل به مشتری، باید کم تر از ۶۰ درجه سلیسیوس باشد.

## ۱۰ نگره داری سیمان

۱-۱۰ نگره داری سیمان ویژه با گرما زایی خیلی کم در کیسه و یا به صورت فله در سیلو، باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۶۱ باشد، به طوری که تشخیص محموله ها از یکدیگر، بازرسی و نمونه برداری از هر یک به آسانی امکان پذیر باشد.

۲-۱۰ محل نگره داری 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 بسته بندی بیش از چهار ماه مانده باشد، باید قبل از مصرف دوباره مورد ارزیابی و انطباق با استاندارد قرار گیرد.

## ۱۱ نشانه گذاری

در روی هر بسته محتوی سیمان ویژه با گرما زایی خیلی کم باید موارد زیر به وضوح و 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 خالص سیمان؛

۵-۱۱ تاریخ تولید؛

۶-۱۱ نشانی واحد تولیدی؛

۷-۱۱ نشان استاندارد در صورت اخذ مجوز.

یادآوری - در صورت عرضه سیمان به صورت فله باید کلیه موارد نشانه گذاری در برگ های بارنامه یا تحویل، درج شود.

## ۱۲ معیار انطباق

### ۱-۱۲ الزامات عمومی

انطباق ۶ نوع سیمان ویژه با گرما زایی خیلی کم براساس این استاندارد باید به طور مستمر بر مبنای نمونه های نقطه ای ارزیابی شود. خصوصیات، روش های آزمون و حداقل تناوب آزمون خود کنترلی توسط تولیدکننده، در جدول ۴ مشخص شده است. در خصوص تناوب آزمون برای سیمان که به طور مستمر ارسال نمی شود و یا سایر جزییات به استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۷۵۱۸ رجوع شود.

گواهی ارزیابی انطباق توسط یک مرجع صدور گواهی نامه، باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۱۸-۲ انجام شود.  
یادآوری - این استاندارد مربوط به بازرسی در زمان تحویل نیست.

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

آزمون خود کنترلی				روش آزمون <sup>ب</sup> الف	سیمان های مورد آزمون	خصوصیت
روش ارزیابی آماری		حداقل تناوب آزمون				
بازرسی توسط		دوره اولیه تولید نوع جدیدی از سیمان	روال عادی تولید			
گسسته	پیوسته <sup>ت</sup>					
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
	x	هر ۴ هفته	هر ۲ هفته	طبق بند ۲-۵	همه	مقاومت استاندارد
x <sup>ع</sup>		هر ۴ هفته	هر ۲ هفته	طبق بند ۲-۷	همه	زمان گیرش اولیه
x		هر ۴ هفته	هر ۱ هفته	طبق بند ۲-۷	همه	سلامت (انبساط)
x <sup>ع</sup>		هر ۱ هفته	هر ۲ ماه <sup>ص</sup>	طبق بند ۲-۶	VLH III	L.O.I
x <sup>ع</sup>		هر ۱ هفته	هر ۲ ماه <sup>ص</sup>	طبق بند ۲-۶	VLH III	باقی مانده نامحلول
x <sup>ع</sup>		هر ۴ هفته	هر ۲ هفته	طبق بند ۲-۶	همه	میزان سولفات
x <sup>ع</sup>		هر ۱ هفته	هر ۲ ماه	طبق بند ۲-۶	همه	میزان کلرید
x		هر ۱ هفته	هر ۲ ماه	طبق بند ۲-۶	VLH III	خواص پوزولان
x <sup>ع</sup>		هر ۱ هفته	هر ۱ ماه	طبق بند ۲-۱۰ یا طبق بند ۲-۱۱	سیمان های با حرارت کم	گرمای هیدراته شدن
		هر ۱ هفته	هر ۱ ماه	- <sup>ت</sup>	همه	ترکیب

الف در جایی که استفاده از روش های EN 196 مجاز باشد، می توان از روش های دیگر استفاده کرد، مشروط بر آن که مقادیر و معادل با نتایج روش مرجع به- دست آید.

ب روش های مورد استفاده برای برداشت و آماده سازی نمونه ها باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره..... باشد.

ص هنگامی که هیچ یک از نتایج آزمون در یک دوره ۱۲ ماهه از ۵۰ درصد مقدار مشخصه تجاوز کند، این زمان آزمون می تواند به ماهی یکبار کاهش یابد.

ت روش مناسب توسط تولید کننده انتخاب می شود.

ث اگر داده ها، دارای توزیع نرمال نباشد، روش ارزیابی مورد به مورد انجام می شود.

ج اگر تعداد نمونه ها در دوره کنترل حداقل یک نمونه در هفته باشد، ارزیابی را می توان براساس روش پیوسته انجام داد.

## 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 ارایه شده در این استاندارد مطابقت دارد که معیارهای مشخص شده در بندهای ۲-۹-۲ و ۳-۹-۲-۳ برآورده شود. ارزیابی انطباق براساس نمونه برداری مستمر، با استفاده



از نمونه‌های نقطه‌ای برداشت شده در زمان بارگیری و نتایج به‌دست آمده از آزمون، نمونه‌های خود کنترلی برداشت شده در دوره کنترل، انجام شود.

## ۲-۲-۱۲ معیار انطباق آماری

### ۱-۲-۲-۱۲ کلیات

انطباق باید براساس ضوابط آماری زیر فرمول بندی شود:

- مقادیر مشخصه لازم برای خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی که در بندهای ۷-۱، ۷-۲ و ۷-۳ برآورده شود؛
- صدک ( $P_k$ )، برای مقادیر مشخصه معین که در جدول ۵ ارائه شده است؛
- احتمال 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 استاندارد (حد بالا)	مقاومت اولیه و استاندارد (حد پایین)
۱۰٪	۵٪	صدک $k_A$ 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 به‌دست می‌دهد. تعداد نتایج آزمون بیشتر، دقت بهتری را ایجاد می‌کند. احتمال پذیرش انتخاب شده (CR)، میزان دقت طرح نمونه‌برداری، را کنترل می‌کند. براساس این استاندارد انطباق با الزامات، باید از طریق روش‌های پیوسته یا گسسته که در بندهای ۹-۲-۲-۲ و ۹-۲-۲-۳ و جدول ۴ شرح داده شده است، مورد تایید قرار می‌گیرد. دوره کنترل باید ۱۲ ماه باشد.

## ۲-۲-۲-۱۲ 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 آن:

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

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

$k_A$  ثابت پذیرش؛

$L$  حد پایینی مندرج در جدول‌های ۲؛

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

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 n
برای $P_k$ مساوی ۱۰ درصد	برای $P_k$ مساوی ۵ درصد	
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 ارایه 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.

### ۱۲-۲-۲-۳ 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.

$$C_D \leq C_A$$

(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 ۸- 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.

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
۲۰/۰	مقاومت استاندارد (MPa) حد پایینی ۲۸ روزه
۶۰	زمان گیرش اولیه (min) حد پایینی
۰/۸	سلامت (%) حد بالایی
۴/۰	VLH IV, VLH V
۴/۵	VLH III/B
۵/۰	VLH III/C
۰/۱۰	میزان کلرید (درصد) الف حد بالایی
نتایج رضایت بخش در ۱۵ روز	خواص پوزولان
الف- میزان کلرید سیمان نوع CEM III ممکن است بیش از ۰/۱۰ باشد که باید در این حالت مقدار کلرید اعلام شود.	

### ۳-۱۲ معیار انطباق برای ترکیبات سیمان

ترکیبات سیمان باید حداقل یکبار در ماه، با استفاده از مقررات مربوط به برداشت نمونه نقطه‌ای هنگام بارگیری توسط تولید کننده 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 نمونه برداری نقطه‌ای در دوره کنترل، انطباق داشته باشد. برای نتایج منفرد، حداکثر انحراف  $(-2)$  برای حد پایین و  $(+2)$  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.

### ۴-۱۲ 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.