



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۶۱۷۱

تجدیدنظراول

اسفند ۱۳۹۲

INSO

6171

1st.Revision

Mar.2014

خاکستر بادی و سایر پوزولان‌های مورد استفاده با
آهک برای پایداری خاک - ویژگی‌ها و روش‌های
آزمون

**Fly ash and other pozzolans for use with lime for
soil stabilization – Specifications & Test Methods**

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 پیشنهادات 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)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 استانداردهای 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 عبار 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
" خاکستر بادی و سایر پوزولان‌های مورد استفاده با آهک برای پایداری خاک - ویژگی‌ها و روش -
های آزمون "
(تجدیدنظر اول)

رئیس:

فلاح، عباس

(کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)

دبیر:

میرزایی، جعفر

(دانشجوی دکتری زمین شناسی)

سمت و/ یا نمایندگی:

کارشناس دفتر تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی

استاندارد ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آقاجانی، وحید

(کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی)

مدرس دانشگاه پیام نور ساوه

کارشناس

اسدی، مصطفی

(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

بهرامنش تهرانی، مریم ناز

(دکتری زمین شناسی)

کارشناس استاندارد

پاک نیا، محمد

(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

کارشناس

سعیدی، معصومه

(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

کارشناس شرکت معدنی دانا کاوش

سپهری فر، پوریا

(کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)

دانشگاه الزهرا(س)

قاسملویان، محدثه

(دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی)

کارخانه آهک اسپندار فیروزکوه

مهدی نژاد، نصرا....
(کارشناسی زمین شناسی)

سازمان ملی استاندارد ایران

نوری، نگین
(کارشناسی شیمی)

پیش گفتار

استاندارد "خاکستر بادی و سایر پوزولان‌های مورد استفاده با آهک برای پایداری خاک- ویژگی‌ها و روش - های آزمون" نخستین بار در سال ۱۳۸۰ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهاد های رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در چهار صد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۲/۱۲/۱۲ تصویب شد، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۷۱: سال ۱۳۸۰ است.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

ASTM C593:2011, Standard Specification for Fly Ash and Other Pozzolans for Use With Lime for Soil Stabilization.

خاکستر بادی و سایر پوزولان‌های مورد استفاده با آهک برای پایداری خاک -

ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین کیفیت خاکستر بادی و سایر پوزولان‌های مورد استفاده با آهک در مخلوط‌های خمیری و مخلوط‌های غیرخمیری و سایر مخلوط‌های تأثیرگذار در واکنش پوزولانی^۱ آهک می-باشد. ارزیابی پوزولان‌های دارای آهک موثر مانند رده C خاکستر بادی در این استاندارد در نظر گرفته شده است. این پوزولان‌ها شامل پوزولان‌های مصنوعی از قبیل: خاکستر بادی و پوزولان‌های طبیعی مانند دیاتومیت^۲ و پومیس (سنگ پا) به صورت خام یا کلسینه شده^۳ می‌باشد. این استاندارد دستورالعمل‌های مختلف را برای سنجیدن خواص مختلف آهک در افزایش واکنش پوزولانی توصیه می‌کند. این روش‌های آزمون برای تعیین کیفیت و کمیت منابع خاکستر بادی و سایر پوزولان‌ها برای انطباق با کار مشخص یا ضوابط پروژه برای پایداری خاک در نظر گرفته شده است.

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آنرا مشخص کند.

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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران ۵۷۱۳، آهک و سنگ‌آهک مورد مصرف در صنعت - واژه‌نامه

۲-۲ استاندارد ملی ایران ۴۷۳۶، روش‌های آزمون آنالیز شیمیایی سنگ آهک، آهک زنده، و آهک هیدراته

۳-۲ استاندارد ملی ایران ۵۲۵۴، روش‌های آزمون فیزیکی سنگ آهک و آهک زنده و آهک هیدراته

1-Pozzolanic reaction
2-Diatomite
3-Calcined

- ۴-۲ استاندارد ملی ایران ۴۷۳۵، ویژگی‌های آهک هیدراته برای مصارف بنایی
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران ۱۲۸۱۹، ماسه مرجع برای استفاده در آزمون سیمان هیدرولیکی-ویژگی‌ها
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران ۳۹۳، روش آزمون مکانیکی سیمان تاب فشاری و خمشی ملات خمیری
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران ۵۸۱، روش ساختن و عمل آوری نمونه های بتنی در آزمایشگاه برای آزمون های فشاری و خمشی

- ۸-۲ استاندارد ملی ایران ۵۷۱۲، آهک مورد استفاده با پوزولان‌ها- ویژگی‌ها
- ۹-۲ استاندارد ملی ایران ۱۱۵۸، روش اصلاح شده تعیین رابطه بین رطوبت و وزن مخصوص در خاک
- 2-10 ASTM C 311, Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete
- 2-11 ASTM C 109/C 109M, Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)
- 2-12 ASTM C 305, Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency
- 2-12 ASTM D 1557, Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ ft³(2,700 kN-m/m³))

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۲-۱ به کار می‌رود.

۴ خواص فیزیکی

- ۴-۱ پوزولان‌های مورد استفاده با آهک در مخلوط‌های خمیری (زمانی که مطابق با دستورالعمل‌های بند ۷-۹ مورد آزمون قرار می‌گیرند) باید مطابق الزامات جدول ۱ باشد.
- ۴-۲ پوزولان‌های مورد استفاده با آهک در مخلوط‌های غیرخمیری باید مطابق با الزامات جدول ۱ باشند، (به استثنای مقاومت آهک - پوزولان) و علاوه بر آن باید مطابق با دستورالعمل بند ۱۰ آزمون شوند.

یادآوری - اگر مقدار حداقل مقاومت اشباع خلاء، مشخص شده در بند ۴-۲ این استاندارد، کاهش داده شود باید مستندات کافی به مصرف کننده ارائه شود تا قادر به تعیین حداقل مقاومت باقی مانده کافی برای موارد داده شده در کاربرد موردنظرشان باشند، چنین مدرکی باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- ۱- تعیین حداقل مقاومت باقی مانده لازم به طوری که قادر سازد مواد در سامانه‌ای کف‌سازی عملکرد سازه‌ای داشته باشند.
- ۲- آنالیز منطقی با استفاده از اطلاعات آب و هوایی واقعی که نشان دهنده شدت در معرض قرار گرفتن مواد در چرخه یخ زدن-آب شدن است، انجام شود.

جدول ۱ - الزامات فیزیکی

مقدار	ویژگی فیزیکی
۱۰/۰	بخش محلول در آب، حداکثر، (بر حسب درصد)
۲/۰	نرمی مانده روی الک به روش تر: الک نمرة ۳۰ (۶۰۰ میکرومتر)، حداکثر، (بر حسب درصد)
۳۰/۰	الک نمرة ۲۰۰ (۷۵ میکرومتر)، حداکثر، درصد
	مقاومت پوزولان-آهک، حداقل مقاومت فشاری، بر حسب مگاپاسکال:
۴/۱	۷ روزه (۲ ± ۵۴) درجه سلسیوس
۴/۱	۲۸ روزه (۲ ± ۲۳) درجه سلسیوس
۲/۸	مقاومت فشاری، حداقل، مگاپاسکال
۲/۸	مقاومت اشباع خلاء، حداقل، مگاپاسکال

۵ نمونه برداری

۵-۱ پوزولان را مطابق استاندارد بند ۲-۹ نمونه برداری کنید، با این تفاوت که از حدود هر ۴۰۰ تن و کمتر پوزولان، ۴/۵ کیلوگرم نمونه برداشت کنید.

۵-۲ روش‌ها و تکنیک‌های نمونه برداری از نمونه اولیه تا اتمام پروژه باید ثابت باشد.

۶ روش‌های انجام آزمون

۶-۱ بخش محلول در آب

۶-۱-۱ روش آزمون

۱۰ گرم از نمونه پوزولان خشک شده (در آون در دمای (۱۰۵ تا ۱۱۰) درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شود) را در ارلن مایر ۲۰۰ میلی لیتری قرار دهید، ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر با دمای (۲ ± ۲۳) درجه سلسیوس به آن اضافه کنید. با دست بخوبی آن را تکان دهید تا هیچ گونه کلوخه‌ای مشاهده نشود سپس با لرزاننده مکانیکی یا همزن در دمای آزمایشگاه برای مدت زمان یک ساعت آن را به هم بزنید. مواد را به داخل یک बोته کوچ^۱ یا बोته شیشه‌ای صافی‌دار توزین شده خالی کنید و مواد باقی مانده در बोته را چندین بار با آب مقطر بشویید تا عاری از محلول چسبیده به آن شود، سپس बोته را تا رسیدن به وزن ثابت در گرم‌خانه در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک کنید.

۶-۱-۲ محاسبه

درصد بخش محلول در آب را با ضرب کردن مقدار وزن کاهش یافته بر حسب گرم در عدد ۱۰ محاسبه کنید.

۶-۲ نمرة

نرمه را مطابق با روش آزمون استاندارد بند ۲-۶ مورد آزمون قرار دهید به استثنای اینکه نمونه باید ۱۰۰ گرم پوزولان خشک شده باشد.

۳-۶ توسعه مقاومت پوزولان - آهک

۱-۳-۶ پوزولان را مطابق با استاندارد بند ۲-۵، استاندارد بند ۲-۱۰ و نکات زیر آزمون کنید:

۲-۳-۶ دستگاه‌ها

۱-۳-۶ گرم‌خانه بخار

۳-۳-۶ مواد

۱-۳-۳-۶ آهک هیدراته

در صورت امکان آهک باید از همان نوع مورد مصرف در کار باشد یا مطابق با الزامات نوع N، تعیین شده در استاندارد بند ۲-۷ باشد.

۲-۳-۳-۶ ماسه

ماسه باید از نوع ماسه استاندارد دانه‌بندی شده مطابق با استاندارد بند ۲-۵ باشد.

۴-۳-۶ تعداد آزمون‌های مورد آزمون

سه آزمون برای هر مرحله که در آن آزمایش مقاومت مورد نیاز است باید تهیه شود.

۵-۳-۶ نسبت، غلظت و مخلوط کردن

بهره‌ها^۱ باید دارای اندازه کافی برای شش آزمون و از نسبت‌های خشک به شرح زیر تشکیل شده باشد:

- آهک هیدراته: ۱۸۰ گرم

- پوزولان خشک: ۳۶۰ گرم

- ماسه استاندارد دانه بندی شده: ۱۴۸۰ گرم

۱-۵-۳-۶ مقدار آب اختلاط اندازه گیری شده بر حسب میلی‌لیتر باید چنان باشد که جریان ۶۵ تا ۷۵ (طبق بند ۳-۶-۶) را ایجاد کند و باید بصورت درصد وزنی آهک و پوزولان ترکیب شده گزارش شود. آهک و پوزولان باید در یک ظرف دربسته مخلوط شوند. مخلوط کردن باید مطابق با استاندارد بند ۲-۸ باشد، با این تفاوت که مخلوط پوزولان- آهک را به آب اضافه کنید و به مدت یک دقیقه بگذارید بماند سپس دستگاه مخلوط‌کن را روشن کنید و به مدت ۳۰ ثانیه با سرعت کم (140 ± 5) دور در دقیقه مخلوط کنید.

۶-۳-۶ اندازه گیری جریان

مقدار جریان را اندازه گیری کنید با این تفاوت که تعداد ضربات میز جریان باید ۱۰ ضربه در ۶ ثانیه به جای ۲۵ ضربه در ۱۵ ثانیه باشد. اگر جریان کمتر از حد مجاز مشخص شده باشد ماده مورد استفاده برای آزمون جریان باید به کاسه مخلوط‌کن برگردانده شود و آب زیادتری به آن افزوده شود. بهر حاصل را ۱/۵ دقیقه

مخلوط کنید و جریان جدید را اندازه‌گیری کنید. این عملیات باید تکرار شود تا جریانی در محدوده مشخص شده بدست آید. چنانچه جریان بیشتر از محدوده مشخص شده باشد بهر را دور بریزید و بهری جدید تهیه کرده و مجدداً آزمون کنید تا جریانی در محدوده مشخص شده بدست آید.

۶-۳-۷ قالب‌گیری آزمون‌های آزمایشی

بلافاصله بعد از اتمام آزمون میز جریان آزمون‌ها را قالب‌گیری کنید.

۶-۳-۸ نگهداری آزمون‌های مورد آزمون

بعد از اتمام قالب‌گیری، قالب پر شده را بلافاصله در دمای (2 ± 54) درجه سلسیوس در آون بخار دهید، بطوری که سطح بالایی قالب از چکیده شدن قطرات آب محفوظ بماند. بگذارید آزمون‌ها در قالب در بخار برای ۷ روز بماند، سپس آن‌ها را از بخار خارج کرده تا دمای (2 ± 23) درجه سلسیوس در محفظه رطوبت خنک کنید. به طوری که هیچ خشک شدگی در مدت خنک شدن اتفاق نیفتد. وقتی آزمون‌ها خنک شدند آنها را از قالب خارج کنید و در دمای (2 ± 23) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (۹۵ تا ۱۰۰) درصد تا زمان انجام آزمون مقاومت فشاری نگاه‌دارید.

۶-۴ توسعه مقاومت فشاری و پایداری در برابر یخ زدن - آب شدن مخلوط‌های غیر خمیری

۶-۴-۱ مواد

۶-۴-۱-۱ آهک هیدراته

در صورت امکان آهک باید همان آهکی باشد که در کار مورد استفاده قرار می‌گیرد یا مطابق با الزامات استاندارد بند ۲-۷ آهک از نوع N باشد. قبل از استفاده، آهک باید در ظروفی که درب آنها محکم بسته است، نگهداری شود تا از کربناته شدن آن جلوگیری شود.

۶-۴-۱-۲ پوزولان

پوزولان استفاده شده در این استاندارد باید همان پوزولان مورد مصرف در کار باشد.

۶-۴-۱-۳ سنگدانه^۱

در صورت امکان سنگدانه مورد استفاده در آزمون باید همان سنگدانه مورد مصرف در کار باشد. هنگام استفاده از سنگدانه مورد مصرف در کار در صورت وجود مواد مانده روی الک ۱۹ میلی‌متری آن را دور بریزید. اگر بخش سنگدانه بین الک ۴/۷۵ میلی‌متری و ۱۹ میلی‌متری فاقد رطوبت سطحی آزاد باشد، آن بخش سنگدانه باید برای مدت زمان ۲۴ ساعت خیسانده سپس با حوله خشک شود تا شرایط اشباع با سطح خشک بدست آید. اگر سنگدانه مورد مصرف در کار در دسترس نباشد باید از ماسه استاندارد دانه بندی شده بصورت مشخص شده در روش آزمون استاندارد بند ۲-۵ استفاده نمود.

1-Aggregate

۶-۴-۲ تعداد آزمون‌ها

سه آزمون برای آزمون مقاومت فشاری و سه آزمون برای آزمون یخ زدن - آب شدن لازم است

۶-۴-۳ نسبت اختلاط

نسبت وزنی مواد خشک باید در صورت امکان همان نسبت مورد مصرف در کار باشد. اگر ماسه استاندارد دانه بندی شده بعنوان سنگدانه به کار رود نسبت وزنی مواد خشک باید بصورت زیر باشد :

- آهک هیدراته: ۴ درصد

- پوزولان: ۲۴ درصد

- ماسه استاندارد دانه بندی شده: ۷۲ درصد

مقدار آب اختلاط باید به مقدار رطوبت بهینه که به کمک روش C استاندارد بند ۲-۱۲ اندازه‌گیری می‌شود باشد، به جز آنکه تعداد لایه‌ها بجای ۵ لایه، ۳ لایه است و یادآوری بند ۲-۴ مورد استفاده نخواهد بود. در تعیین نسبت چگالی- رطوبت، مواد خشک را در مخلوط‌کن مکانیکی یا معادل آن برای یک دقیقه یا تا زمانی که رنگ و بافت مخلوط یکنواخت شود مخلوط کنید. علاوه بر این بعد از افزودن آب برای بدست آوردن اولین نقطه بر روی منحنی چگالی - رطوبت سه دقیقه دیگر آنها را مخلوط کنید. نمونه اصلی را می‌توان برای آزمون‌های بعدی مجدداً استفاده نمود. بهر باید بعد از افزودن آب برای آزمون بعدی یک دقیقه دیگر مخلوط شود.

۶-۴-۴ مخلوط کردن و قالب‌گیری آزمون‌های مورد آزمون

بعد از آنکه مقدار رطوبت بهینه طبق روش شرح داده شده در بند ۳-۱۰ بدست آمد بهری به اندازه کافی بزرگ، جهت ساخت سه استوانه (۱۱۷×۱۰۲) میلی‌متری (با وزن تقریبی ۷ کیلوگرم) باید به روش زیر مخلوط شود :

مواد خشک را در یک مخلوط‌کن مکانیکی یا معادل آن به مدت زمان یک دقیقه مخلوط کنید تا رنگ و بافت مخلوط یکنواخت شود سپس مقداری آب به آن اضافه کنید تا مقدار رطوبت بهینه بدست آید، ۳ دقیقه دیگر هم مخلوط کنید. آزمون‌ها را بلافاصله طبق روش C استاندارد بند ۲-۱۲ قالب‌گیری کنید به جز مواردی که قبلاً اشاره شد، در هر لایه باید شکافی به عمق ۶ میلی‌متر قبل از فشردن لایه بعدی ایجاد کرد تا پیوستگی خوبی بین لایه‌ها بدست آید. یک نمونه نماینده از مخلوط را با به کار بردن ظرف در بسته‌ای برای اطمینان از اینکه در حین اندازه‌گیری وزن، نمونه هیچ رطوبتی از دست ندهد وزن کنید، تا رسیدن به وزن ثابت آن را خشک و مقدار رطوبت واقعی نمونه را محاسبه کنید. پس از قالب‌گیری برای تعیین یکنواختی وزن آزمون‌های قالب‌گیری شده، هر نمونه را در قالب وزن کنید. سپس آن را با دقت به کمک جک یا اهرم از قالب درآورید.

۶-۴-۵ عمل آوری آزمون‌های مورد آزمون

بلافاصله بعد از آنکه آزمون‌ها از قالب خارج شد، آنها را دوباره وزن کنید و در ظرف (۲ یا ۴ لیتری) که در آن محکم بسته شود برای از دست ندادن رطوبت قرار دهید، آزمون‌ها را با دقت در ظرفی دربسته قرارداد، یا در محفظه‌ای با جریان هوای مصنوعی و دمای (2 ± 38) درجه سلسیوس به مدت ۷ روز قرار دهید. پس از این دوره آزمون‌ها را از ظرف خارج کرده و وزن نموده و بگذارید تا دمای اتاق خنک شود.

آزمون‌ها را برای آزمون مقاومت فشاری برای مدت ۴ ساعت در آب غوطه ور کنید. آنها را از آب خارج کرده و اجازه دهید روی سطح غیر جاذبی آب آن خارج شود، آن را کلاهی گذاری^۱ کرده و در کمتر از یک ساعت پس از خروج از آب آزمون کنید.

۶-۴-۶ تعداد آزمون‌های مورد آزمون

۶-۴-۶-۱ سه آزمون باید مطابق با روش استاندارد بند ۲-۲ مورد آزمون قرار گیرد. بجز آنکه در محاسبه مقاومت فشاری نباید تصحیح L/d در نظر گرفته شود.

۶-۴-۶-۲ سه آزمون پس از آنکه مطابق بند ۱۰-۵ عمل آوری شد (بدون ۴ ساعت خیساندن) به کمک روش آزمون مقاومت اشباع خلا (شرح داده شده در بند ۱۰) باید مورد آزمایش مقاومت در برابر یخ زدن - آب شدن قرار گیرد.

۶-۵ روش آزمون مقاومت اشباع خلا

۶-۵-۱ وسایل

۶-۵-۱-۱ محفظه اشباع خلا

محفظة اشباع خلاء دارای مقطع استوانه‌ای از فولاد زنگ نزن با ارتفاع ۳۰۵ میلی‌متر و قطر داخلی ۳۰۵ میلی‌متر است که به صفحه پایه فولاد زنگ نزن به قطر ۳۵۶ میلی‌متر و ضخامت ۱۲٫۷ میلی‌متر جوش داده شده است. ضخامت دیواره مقطع استوانه‌ای ۹٫۵ میلی‌متر می‌باشد. درپوش محفظه اشباع خلاء از جنس پلی-متیل‌متاآکریلیت (PMMA)^۲ می‌باشد که صفحه‌ای است با ضخامت ۱۳ میلی‌متر و قطر ۳۵۶ میلی‌متر، درپوش PMMA و قسمت بالائی استوانه خلاء هر دو برای واشر دایره‌ای ۶٫۴ میلی‌متری با قطر داخلی ۳۰۸ میلی‌متر شیاردار شده‌اند درپوش به محفظه به وسیله ۶ میله ۶٫۴ میلی‌متری که در ۶ فاصله مساوی قرار گرفته است و از قسمت خارجی دیواره مقطع استوانه‌ای عبور کرده و به صفحه پایه بسته شده، محکم می‌شود.

1-Capping
1- Poly methyl methacrylate

۶-۵-۱-۱ شمائی از محفظه اشباع خلا در شکل ۱ نشان داده شده است. محفظه اشباع خلا با اندازه و ظرفیت معادل تحت این ویژگی‌ها مجاز می‌باشد. خشکانه مجهز به خلا را می‌توان برای این منظور به کار برد.

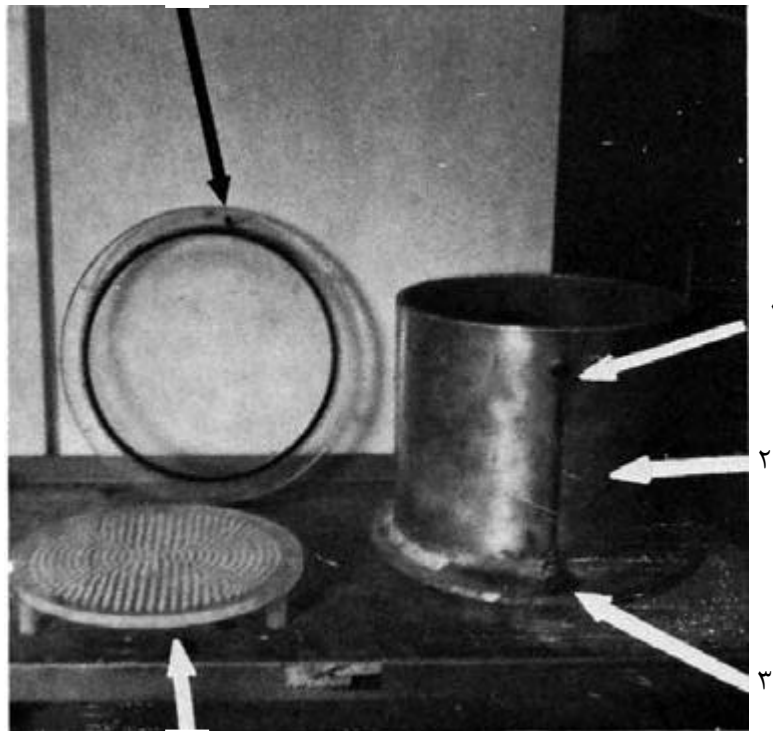
۶-۵-۱-۲ اتصال لوله خلاء ۶٫۴ میلی متری، در ۱۳ میلی متری زیر قسمت بالایی محفظه خلاء قرار دارد و اتصال لوله جریان آب ۹٫۵ میلی متری با شیر کنترل در پایه محفظه خلاء جای دارد. لوله خلاء به پمپ خلاء و لوله آب به مخزن آب مورد نظر وصل می‌شود. خلاء توسط شیر فشار در پمپ خلاء کنترل می‌شود.

۶-۵-۱-۳ صفحه نگهدارنده آزمون داخل محفظه از PMMA به ضخامت ۱۲٫۷ میلی‌متر با قطر ۲۹۲ میلی‌متر ساخته شده است. صفحه نگهدارنده متصل به سه پایه دارای طول ۳۸٫۱ میلی‌متر است که آن را بالای کف محفظه نگه می‌دارد. صفحه نگهدارنده آزمون سوراخ دار شده است (تقریباً ۱۰ سوراخ به قطر ۳٫۲ میلی‌متر در هر ۶۴۵ میلی‌متر مربع) به طوری که آب، دسترسی کامل به آزمون در طی اشباع داشته باشد. برای محفظه اشباع خلا با اندازه معادل، صفحه نگهدارنده آزمون مشابه آنچه در بالا شرح داده شد باید تهیه شود.

۶-۵-۱-۴ محفظه اشباع خلا باید دارای اندازه کافی برای نگه‌داشتن تعداد آزمون‌های با اندازه قالب تراکم^۱ مورد آزمون اشباع خلا و تعداد آزمون‌های مورد آزمون مقاومت فشاری باشد.

۶-۵-۲ سامانه خلا

سامانه‌ای که قادر به ایجاد خلا ۱۱٫۸ پاسکال به مدت حداقل ۳۰ دقیقه، مورد نیاز است.



راهنما:

- ۱ رابط منبع خلا
- ۲ محفظه خلا با قطر داخلی ۳۰۵ میلی متر و ارتفاع ۳۰۵ میلی متر (آلومینیومی، PMMA یا سایر مواد مناسب)
- ۳ رابط به مخزن آب
- ۴ صفحه نگه‌دارنده آزمونه هم‌اندازه قسمت داخلی خلا. صفحه برای امکان پذیر ساختن دسترسی آب به نمونه سوراخ‌دار شده است (تقریباً ۱۰ سوراخ به قطر ۳/۲ میلی‌متر در هر ۶۴۵ میلی‌متر مربع)
- ۵ صفحه درپوش PMMA با واشر دایره‌ای درزبند

شکل ۱- شمائی از دستگاه اشباع خلاء

۶-۵-۲ روش انجام آزمون

۶-۵-۲-۱ در پایان دوره عمل‌آوری آزمونه‌ها را از اتاق عمل‌آوری خارج کرده بگذارید تقریباً ۲ ساعت بماند تا با دمای اتاق به تعادل برسد. آزمونه‌ها باید در طی ۲ ساعت دوره تعادل در ظرفی که درب آن محکم بسته شده باشد بماند تا مانع از دست دادن رطوبت شود.

۶-۵-۲-۲ آزمونه‌های عمل‌آوری شده را در حالت ایستاده بر روی صفحه نگه‌دارنده آزمونه در محفظه خلاء قرار دهید. درپوش را بر روی محفظه خلا گذاشته و با خروج هوا خلائی به میزان ۱۱/۸ پاسکال به تدریج در دوره‌ای که کمتر از ۴۵ ثانیه نباشد ایجاد کنید و بگذارید خلا برای ۳۰ دقیقه به منظور خارج شدن هوا از فضاهای خالی نمونه باقی بماند و بعد از دوره هواگیری ۳۰ دقیقه‌ای آب را در دمای اتاق به داخل محفظه

خلاء وارد کنید تا آزمون‌ها در آب غوطه ور شود، سپس شیر پمپ خلا را ببندید و بگذارید آزمون‌ها در داخل آب برای ۱ ساعت در فشار اتمسفر بمانند.

۶-۵-۳ در پایان دوره خیس‌اندن، آزمون‌ها را از آب خارج کرده و بگذارید به مدت تقریباً ۲ دقیقه، روی یک سطح غیر جاذب بمانند. بعد از آنکه آب سطحی آزاد آزمون‌ها چکیده شد بلافاصله مقاومت فشاری آزمون‌ها را طبق استاندارد بند ۲-۲ اندازه‌گیری کنید.

۶-۵-۳ گزارش آزمون

گزارش نتایج آزمون‌های مقاومت فشاری و مقاومت اشباع خلاء باید شامل موارد زیر باشد :

۶-۵-۳-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۶-۵-۳-۲ مشخصات هر یک از مواد استفاده شده در تهیه آزمون‌ها؛

۶-۵-۳-۳ درصد وزنی خشک هر یک از تشکیل دهنده‌ها؛

۶-۵-۳-۴ مقدار درصد واقعی رطوبت مخلوط؛

۶-۵-۳-۵ واحد وزن واقعی خشک هر آزمون بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب؛

۶-۵-۳-۶ حداکثر درصد واحد وزن خشک هر آزمون؛

۶-۵-۳-۷ سطح مقطع هر آزمون، بر حسب سانتی‌متر مربع؛

۶-۵-۳-۸ حداکثر بار شکست هر آزمون، بر حسب نیوتن؛

۶-۵-۳-۹ مقاومت فشاری هر آزمون، با تقریب ۵۰ کیلوپاسکال و؛

۶-۵-۳-۱۰ مقاومت اشباع خلاء هر آزمون، با تقریب ۵۰ کیلوپاسکال.

۶-۵-۳-۱۱ میانگین مقاومت فشاری سه آزمون مورد آزمون باید بعنوان نتیجه آزمون برای ارزیابی توسط این ویژگی تعیین شود. میانگین مقاومت اشباع خلاء سه آزمون باید بعنوان نتیجه آزمون برای ارزیابی توسط این ویژگی تعیین شود.

۷ شاخص آهک موثر خاکستر بادی

۷-۱ شاخص آهک موثر را می‌توان با استفاده از شاخص موثر طبق استاندارد بند ۲-۱ تعیین کرد. همچنین تعاریف آهک مطابق استاندارد بندهای ۲-۲ و ۳-۲، و ویژگی آهک مورد مصرف با پوزولان مطابق استاندارد بند ۲-۱۱ می‌باشد.

۷-۲ دقت زغال پودر شده خاکستر بادی، با استفاده از روش بند ۱۲-۱ بصورت زیر است :

۷-۲-۱ انحراف استاندارد یک آزمایشگر ۰٫۰۹۵٪ بدست آمده است. بنابراین نتایج دو آزمون که بطور مناسب انجام شده توسط آزمایشگر یکسان بر روی مواد یکسان نباید بیش از ۰٫۲۶۸٪ اختلاف داشته باشد.

۷-۲-۲ انحراف استاندارد چند آزمایشگاه ۰٫۲۶۴٪ بدست آمده است. بنابراین نتایج دو آزمون که بطور مناسب انجام شده از دو آزمایشگاه مختلف بر روی نمونه‌های شناخته شده نباید بیش از ۰٫۷۵٪ اختلاف داشته باشد.

۸ انبارش و بازرسی

پوزولان‌ها باید بصورتی انبار شوند که دسترسی به هر محموله جهت بازرسی و شناسایی کامل امکان‌پذیر باشد. تسهیلات قابل قبولی باید جهت نمونه‌برداری و بازرسی دقیق در محل انبار یا محل کار برای خریدار در نظر گرفته شود.

۹ عدم پذیرش

۹-۱ پوزولان را می‌توان چنانچه فاقد هر یک از الزامات این ویژگی‌ها باشد مردود نمود.
۹-۲ بسته‌هایی که بیش از ۵ درصد با وزن مشخص شده اختلاف داشته باشند را می‌توان مردود نمود. و اگر میانگین وزن بسته‌ها در هر محموله با توزین ۵۰ بسته، که بطور تصادفی انتخاب و وزن شده‌اند کمتر از مقدار مشخص شده باشد تمام محموله را می‌توان مردود نمود.

۱۰ بسته بندی و نشانه گذاری بسته‌ها

وقتی پوزولان بصورت بسته حمل شود، روی هر پاکت محتوی پوزولان موارد باید بصورت خوانا درج شود:

- ۱-۱۰ ارجاع به این استاندارد ملی؛
 - ۲-۱۰ درج علامت استاندارد در صورت اخذ پروانه کاربرد علامت استاندارد؛
 - ۳-۱۰ نام پوزولان داخل کیسه (برحسب نوع آن) و رده آن؛
 - ۴-۱۰ نام کارخانه سازنده و نشانه بازرگانی آن؛
 - ۵-۱۰ وزن خالص پوزولان داخل کیسه به کیلوگرم؛
 - ۶-۱۰ تاریخ تولید پوزولان باید روی هر بسته بطور واضح نوشته شده باشد؛
 - ۷-۱۰ کلیه کیسه‌ها در هنگام بازرسی و تحویل به مصرف کننده باید کاملاً سالم باشد؛
- اطلاعات فوق باید در مدرک حمل همراه با محموله پوزولان چه بصورت بسته‌بندی شده، چه بصورت فله ارائه شود.