



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۰۸۲

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

21082

1st.Edition

2016

اندازه‌گیری مقاومت فشاری ملات‌ها،  
دوغاب‌ها، رویه‌های یک پارچه و بتن‌های  
پلیمری مقاوم به مواد شیمیایی

**Determination of compressive strength of  
chemical-resistant mortars, grouts,  
monolithic surfacings, and polymer  
concretes**

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 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 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

« اندازه گیری مقاومت فشاری ملات‌ها، دوغاب‌ها، رویه‌های یک پارچه و بتن‌های پلیمری مقاوم به مواد شیمیایی »

### سمت و/ یا نمایندگی

هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

### رئیس:

کریمی، رامین  
(دکترای مهندسی زمین شناسی)

### دبیر:

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

کیوان راد، امین  
(لیسانس عمران)

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

کارشناس مسئول سازمان آب و برق

بهزادی، علی اصغر  
(لیسانس عمران)

معاون استانداردها سازی و آموزش اداره کل استاندارد  
خوزستان

خوشنام، فرزانه  
(دکتری شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان

دایی، مینا  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس سازه شرکت مهندسی مشاور فرادید قرن

دشت‌افکن، راضیه  
(فوق لیسانس مهندسی عمران)

کارشناس جامعه کنترل کیفیت

زرگر، مریم  
(لیسانس زمین شناسی)

مدیر تحقیقات شرکت سارنگ

سلیمانی ورپشتی، ایمان  
(فوق لیسانس مکانیک کشاورزی)

معاون فنی آزمایشگاه مکانیک خاک

شجاعی، محمدطلا  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان

فتاحی نیا، مهناز  
(فوق لیسانس شیمی)

مدیر پروژه‌های عمرانی سازمان بنادر دریانوردی خوزستان

مرتضی زاده، فیض الله  
(لیسانس عمران)

کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان

مندل زاده، غلامرضا  
(لیسانس عمران)

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

منصوری، محبوبه  
(فوق لیسانس زمین شناسی)

مدرس دانشگاه پیام نور اهواز

هوشمند زاده، محمد  
(فوق لیسانس عمران)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ وسایل
۳	۵ آزمون‌ها
۶	۶ تثبیت شرایط
۷	۷ روش انجام آزمون
۸	۸ دقت و انحراف
۸	۹ گزارش آزمون

## پیش گفتار

استاندارد « اندازه‌گیری مقاومت فشاری ملات‌ها، دوغاب‌ها، رویه‌های یک‌پارچه و بتن‌های پلیمری مقاوم به مواد شیمیایی » که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت زرگستر روبینا تهیه و تدوین شده است و در ششصد و شصت و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۵/۱/۲۴ 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ASTM C579 : 2012, Standard Test Methods for Compressive Strength of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic Surfacing, and Polymer Concretes

# اندازه‌گیری مقاومت فشاری ملات‌ها، دوغاب‌ها، رویه‌های یک پارچه و بتن‌های پلیمری مقاوم به مواد شیمیایی

هشدار- در این استاندارد به تمام موارد ایمنی مرتبط با کاربرد آن اشاره نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری ایمنی، سلامتی و تعیین حدود قوانین کاربری قبل از استفاده برعهده کاربر این استاندارد است.

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری مقاومت فشاری ملات‌ها، دوغاب<sup>۱</sup>ها، رویه‌های یک‌پارچه<sup>۲</sup> و بتن‌های پلیمری مقاوم به مواد شیمیایی است. این مواد ممکن است برپایه چسب‌های رزینی، سیلیکاتی، سیلیسی یا گوگردی باشند.

در این استاندارد سه روش شرح داده شده است :

روش الف، عموماً برای سیستم‌های حاوی سنگدانه کوچکتر از ۱٫۶ mm، روش (ب) برای سیستم‌های حاوی سنگدانه با اندازه ۱٫۶ mm تا ۱۰ mm و روش پ برای سیستم‌های حاوی سنگدانه بزرگ‌تر از ۱۰ mm کاربرد دارد.

این استاندارد دو روش مختلف برای کنترل نرخ آزمون تامین می‌کنند.

## 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:

2-1 ASTM C 470/C470, Specification for Molds for Forming Concrete Test Cylinders Vertically

2-2 ASTM C 904, Terminology Relating to Chemical-Resistant Nonmetallic Materials

2-3 ASTM E 4, Practices for Force Verification of Testing Machines

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM C 904 به کار می‌رود.

---

1-Grout

2 -Monolithic surfacings

## ۴ وسایل

۱-۴ تجهیزات توزین، قادر به توزین مواد یا آزمون‌ها با درستی  $\pm 0.3\%$

### ۲-۴ قالب‌های آزمون

۱-۲-۴ روش آزمون الف- قالب‌ها باید استوانه قائمه به قطر  $(25 \pm 0.8)$  mm و ارتفاع  $(25 \pm 0.8)$  mm باشند. قالب‌ها می‌توانند به گونه‌ای ساخته شوند که تشکیل آزمون با اندازه مورد نظر امکان‌پذیر باشد. قالب‌های تیپ<sup>۱</sup> متشکل از یک ورقه پلاستیکی تخت با ضخامت  $25/4$  mm بوده که در آن سوراخ‌های با لبه صاف<sup>۲</sup> به قطر  $25/4$  mm بریده شده و به انتهای آن یک ورقه پلاستیکی تخت به ضخامت  $6$  mm (بدون سوراخ‌های تطبیق)<sup>۳</sup> به وسیله پیچ<sup>۴</sup> یا bolt<sup>۵</sup> متصل شده است.

قالب‌ها ممکن است متشکل از مقاطع استوانه‌ای یا لوله پلاستیکی گرد با قطر داخلی و طول  $25/4$  mm و دارای ضخامت دیواره کافی برای صلب بودن و حفظ پایداری ابعادی در حین عملیات قالب‌گیری یک ورقه پلاستیکی تخت با ضخامت  $6$  mm باشد که انتهای باز هر مقطع می‌تواند روی آن قرارگیرد. در مورد سبک اخیر قالب، مقاطع استوانه‌ای ممکن است با موادی مانند ترکیبات بتونه‌کاری یا گریس آب‌بندی<sup>۶</sup> درزبندی شود. برای اکثریت انواع آزمون‌ها مطلوب است برای سهولت کار، یک انتهای بخش استوانه‌ای را با چسب پوشاننده<sup>۷</sup> درزبندی کرد.

یادآوری- برای استفاده با ملات‌های گوگردی، یک تکه اضافی از ورقه پلاستیکی تخت با ضخامت حداقل  $3$  mm حاوی سوراخی با قطر  $6$  mm و مقطعی استوانه‌ای یا لوله پلاستیکی با قطر و ارتفاع  $25$  mm مورد نیاز است که در تهیه آزمون‌های ملات گوگردی برای شکل دادن دریاچه ریزش و مخزن استفاده می‌شوند.

۲-۲-۴ روش آزمون ب- قالب‌های مورد استفاده برای آزمون‌های مکعبی ( $50$  mm) باید به خوبی محکم و آب‌بندی شده، باشند. قالب‌ها نباید بیش از سه قسمت مکعبی داشته و باید تا حداکثر سه قسمت، قابل جدا شدن باشند. بخش‌های قالب هنگام سوار شدن باید به صورت محکم به یکدیگر بچسبند. جنس قالب‌ها باید از موادی باشد که با آزمون و واکنش ندهند. کناره‌های قالب‌ها باید به منظور جلوگیری از پهن شدن یا تاب برداشتن، به اندازه کافی صلب باشد. وجوه داخلی قالب‌ها باید به منظور اطمینان از تامین صفحات مسطح<sup>۸</sup> با تغییرات مجاز  $0.05$  mm ساخته شود. فواصل بین وجوه مقابل باید  $(50 \pm 0.8)$  mm باشد. ارتفاع قالب‌ها که جداگانه برای هر قسمت مکعبی اندازه‌گیری شده است، باید  $(50 \pm 0.8)$  mm باشد. زاویه بین وجوه داخلی مجاور و بین وجوه

- 
- 1- Typical mold
  - 2- Smooth-sided
  - 3- Matching hole
  - 4- Screw
  - 5- Bolt
  - 6- Stopcock grease
  - 7- Masking tape
  - 8- Plane



داخلی و صفحات مسطح بالا و پایین قالب باید  $(0.5 \pm 0.9)$  ° باشد که در نقاطی که از مرز مشترک وجوه، کمی فاصله دارند، اندازه‌گیری می‌شود.

**۳-۲-۴ روش آزمون پ- قالب‌ها** باید استوانه‌های قائمه ساخته شده از جنس فلز مقاوم<sup>۱</sup> یا دیگر مواد غیرجاذب صلب باشند. قطر استوانه باید حداقل چهار برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه در مخلوط باشد. حداقل قطر استوانه باید ۵۰ mm و ارتفاع استوانه باید دو برابر قطر باشد. صفحه مسطح حاشیه قالب باید نسبت به محور، قائم در محدوده  $0.5^\circ$  باشد. قالب باید نسبت به محور قائم، در محدوده  $0.5^\circ$  باشد. رواداری قطر و ارتفاع قالب نباید به ترتیب بیش‌تر از ۱/۵ mm و ۳ mm از قطر و ارتفاع تعیین شده، تغییر کند. قالب‌ها باید به یک صفحه پایه تخت به همراه ابزاری برای محکم کردن این صفحه به قالب با زاویه قائمه نسبت به محور استوانه در مورد قالب‌های فلزی قابل استفاده مجدد، مجهز باشند. برای قالب‌های غیرفلزی باید از یک فلز مسطح صاف که به صورت مکانیکی متصل شده یا یک قالب ته صاف یکپارچه از همان جنس، به عنوان کناره‌ها استفاده شود. ویژگی‌های قالب‌های یکبار مصرف باید مطابق استاندارد ASTM C 470/C 470M باشد.

**یادآوری-** موادی که قالب از آنها ساخته می‌شود، باید از لحاظ شیمیایی بی‌اثر و نجسب باشند. فرم‌های پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌تترافلوئورواتیلن و فلزی داری پوشش متخلخل تترافلورواتیلن یا عامل رهاکننده مناسب سازگار با مواد مورد آزمون، مطلوب می‌باشند. به دلیل مقاومت گرمایی بالا، توصیه می‌شود تنها عوامل رهاکننده قالب تری‌فلوروکلروواتیلن و تترافلورواتیلن با مواد گوگردی استفاده شوند.

**۳-۴ ماشین آزمون** ممکن است هر نوعی با توانایی کافی برای تامین نرخ‌های بارگذاری تعیین شده، باشد. باید تصدیق شود که درستی عملکرد ماشین آزمون در محدوده دوازده ماهه از زمان استفاده مطابق استاندارد ASTM E4، ۱۰٪ یا بهتر از آن است. ماشین آزمون باید به دو بلوک یاتاقان فولادی با وجوه سخت کاری شده، مجهز باشد که یکی از آنها یک بلوک نشیمن‌گاه کروی است که صفحه یاتاقان بالایی را در برداشته و دیگری یک بلوک صلب ساده بوده که از صفحه یاتاقان پایینی محافظت می‌کند. قطر بلوک یاتاقان کروی باید حداقل ۷۵٪ عرض آزمون باشد. وجوه یاتاقان نباید بیش از ۰.۲۵ mm در هر دایره‌ای با قطر ۱۵۰ mm از صفحه مسطح انحراف داشته باشد.

## ۵ آزمون‌ها

**۱-۵** برای یک اندازه‌گیری، تمام آزمون‌ها را از یک مخلوط منفرد تهیه کنید.

**۲-۵ روش آزمون الف-آزمون‌های** مورد استفاده را مطابق روش الف شرح داده شده در بند ۵-۵ تهیه کنید. آزمون‌ها باید استوانه‌های قائمه به قطر (۱/۶، -، ۰.۸ + ۲۵) mm و ارتفاع (۱/۶ ± ۲۵) mm باشند. چنانچه وجوه آزمون تخت، صاف و عمود بر محور استوانه نباشد، مجاز است آنها را برای رسیدن به ویژگی‌های مربوطه

1 -Heavy Gage metal

سنگ‌زنی، سنباده‌کاری یا ماشین‌کاری کرد. دقت کنید گرمای ناشی از اصطکاک ایجاد شده در طی این‌گونه عملیات‌ها، آزمون را خراب نکند.

**۳-۵ روش آزمون ب-** آزمون‌های مورد استفاده را مطابق روش ب شرح داده شده در بند ۵-۵ تهیه کنید. آزمون‌ها باید مکعب‌هایی با ابعاد  $(-۳۱۰, ۱/۵, ۵۰)$  mm باشند. چنانچه وجوه مکعب تخت، صاف و عمود بر یکدیگر نباشد، مجاز است آنها را برای رسیدن به ویژگی‌های مربوطه سنگ‌زنی، سنباده‌کاری یا ماشین‌کاری کرد. دقت کنید گرمای ناشی از اصطکاک ایجاد شده در طی این‌گونه عملیات‌ها، آزمون را خراب نکند.

**۴-۵ روش آزمون پ-** آزمون‌های مورد استفاده را مطابق روش پ شرح داده شده در بند ۵-۶ تهیه کنید. **۱-۴-۵** چنانچه هریک از قطرهای استوانه از سایر قطرهای همان استوانه بیش از ۲٪ اختلاف داشت، آزمون را انجام ندهید.

**۲-۴-۵** هیچ یک از دوانتهای آزمون‌های آزمون فشار، هنگام آزمون نباید بیش از ۰/۵ درجه (تقریباً معادل ۳ mm در ۳۰۰ mm از حالت عمود بر محور منحرف شوند. دو انتهای آزمون‌های فشاری را که در محدوده ۰/۰۵ mm تخت نیستند، مطابق بند ۵-۶، اره شده یا سنباده‌زنی شده، کلاهدک گذاری<sup>۱</sup> کنید. قطر استفاده شده برای محاسبه مساحت سطح مقطع آزمون را با میانگین گرفتن از دو قطر اندازه‌گیری شده در زوایای قائمه نسبت به یکدیگر، در نیمه ارتفاع آزمون با تقریب ۰/۲۵ mm (۰/۱ in) تعیین کنید.

**۵-۵ تهیه آزمون برای روش‌های آزمون الف و ب :**

**۱-۵-۵ مواد رزینی، سیلیکاتی و سیلیسی**

مقدار کافی از اجزای تشکیل دهنده را به نسبت‌ها و به روش تعیین شده توسط سازنده مواد، مخلوط و قالب‌ها را تا نیمه پر کنید. هرگونه هوای محبوس را با استفاده از ضربات اسپاتول<sup>۲</sup> یا میله‌ای ته‌گرد، خارج کنید. باقیمانده قالب را پر کرده و همان مراحل قبلی را طی کنید. پس از اتمام عملیات پر کردن، قسمت‌های بالایی آزمون‌ها بهتر است کمی بالاتر از قسمت‌های بالایی قالب‌ها قرار گیرد. وقتی قالب‌ها پر شدند، مواد اضافی را از لبه بالای قالب بردارید، تا یک سطح یکنواخت با لبه قالب ایجاد شود. اجازه دهید مواد در قالب باقی بماند تا زمانی که امکان برداشتن، بدون آسیب ناشی از تغییر شکل یا شکستگی فراهم شود.

**۱-۱-۵-۵ مواد سیلیکاتی**

برخی سیلیکات‌ها ممکن است در طول دوره عمل‌آوری، نیاز به پوشاندن داشته باشند. پس از خارج کردن این مواد از قالب، در صورت نیاز، با توجه به توصیه‌های ارائه شده توسط سازنده، آزمون‌ها را با اسید آماده‌سازی<sup>۳</sup> کنید. هیچ روش عمل‌آوری دیگری مجاز نمی‌باشد. روش عمل‌آوری را در بند ۸-۸ ثبت کنید.

---

1 - Cap  
2 - Spatula  
3- Acid- treat

## ۵-۵-۲ مواد گوگردی

۵-۵-۲-۱ ملات گوگردی، حداقل ۹۰۰ g از مواد را درون یک ظرف مناسب در دمای  $130^{\circ}\text{C}$  تا  $145^{\circ}\text{C}$  همراه با هم زدن ثابت، به آرامی ذوب کنید. به منظور برداشتن و مخلوط کردن سنگدانه بدون ورود هوا داخل مذاب، هم بزنید. تکه‌ای از ورقه پلاستیکی دارای سوراخ دایره‌ای ۶ mm روی وجه باز قالب، به صورتی قرار دهید که سوراخ در مرکز وجه قرار گیرد. بالای ورقه پلاستیکی و اطراف سوراخ، برشی از مقاطه استوانه‌ای یا لوله پلاستیکی با قطر و ارتفاع ۲۵ mm قرار دهید. مواد مذاب را از طریق سوراخ، داخل قالب ریخته و به ریختن ادامه دهید تا مقطع لوله کاملاً پر شود. مواد اضافی داخل سوراخ در ورقه پلاستیکی به عنوان یک مخزن و به منظور جبران انقباض مواد در طول خنک‌سازی به کار می‌رود.

۵-۵-۲-۲ اجازه دهید نمونه تا زمان سفت شدن، داخل قالب باقی بماند. به محض خروج، سطح را سوهان‌زنی، سنباده‌کاری یا سنگ‌زنی کرده تا مواد اضافی باقی‌مانده در دریاچه ریزش حذف شوند.

۵-۵-۲-۳ مقدار کافی از اجزای سنگدانه و سیمان گوگردی را در نسبت‌ها و به روش تعیین شده توسط سازنده تا دمای  $130^{\circ}\text{C}$  تا  $145^{\circ}\text{C}$  گرم و مخلوط کرده و قالب‌ها را تا نیمه پر کنید. ۲۵ مرتبه با استفاده از میله ته‌گرد با قطر ۱۵ mm ضربه بزنید. ضربه‌ها را سرتاسر مقطع قالب، به صورت یکنواخت وارد کنید. با دو قسمت اضافی دیگر و به صورتی که میله تا عمق ۱۲ mm داخل لایه زیری، نفوذ کند، این کار را تکرار کنید. پس از سفت شدن، قسمت‌های بالایی نمونه‌ها بهتر است کمی بالاتر از لبه‌های بالایی قالب‌ها قرار گیرد. سطح بالایی را با برداشتن مواد اضافی تا هم سطح شدن با بالای قالب، پرداخت کنید. اجازه دهید مواد در قالب باقی بماند تا زمانی که به اندازه کافی خنک شده و امکان برداشتن، بدون آسیب ناشی از تغییر شکل یا شکستگی فراهم شود.

۵-۵-۳ تعداد نمونه‌ها، برای هر فرمولاسیون مواد، شش نمونه آماده کنید.

۵-۶-۱ آماده‌سازی نمونه برای روش آزمون پ-آزمونه‌ها را مطابق بند ۵-۵ با در نظر گرفتن ملاحظات اضافی زیر آماده کنید.

۵-۶-۱-۱ استفاده از لرزاننده، معمولاً برای بتن گوگردی نیاز نیست ولی ممکن است برای دیگر مواد استفاده شده در روش پ لازم باشد. نوع و روش ارتعاش توسط سازنده پیشنهاد شده و باید در گزارش آزمون ذکر شود.

۵-۶-۲ پرکردن و کلاhek گذاری آزمونه‌های رزینی، سیلیسی و سیلیکاتی

مجار است لایه نهایی را تا کمی زیر لبه بالایی قالب، به جز برای مواد گوگردی پر کرد. برای مواد گوگردی تا کمی بالای لبه بالایی پر کرده و تا زمان هم سطح شدن با لبه بالایی صاف کنید. سطح بالایی آزمونه باید تا آن جایی که امکان دارد نسبت به صفحه عمود بر محور آزمونه، پرداخت شود. تخت بودن آزمونه پرداخت شده باید در محدوده ۰٫۲۵ mm (۰٫۱۰ in) باشد. آزمونه‌های با تختی بیش از این رواداری باید به صورت تخت ماشین کاری شده یا در صورت اعمال بار آزمون به سطح، یک ترکیب پوشاننده باید به کار رود.

۵-۶-۲-۱ کلاهک گذاری، در صورت استفاده باید تا حد امکان نازک بوده و قبل از زدودن بتن پلیمری از قالب‌ها به کار رود.

۵-۶-۲-۲ چنانچه از یک خمیر پلیمری یا ملات برای کلاهک گذاری استفاده شود، ترجیح داده می‌شود که پلیمر استفاده شده همان پلیمر به کاررفته برای ساخت آزمون باشد. پمجاز است رکننده‌ها، بخش نرم استفاده شده در بتن پلیمری بوده یا پودر معدنی دیگری باشد.

۵-۶-۲-۳ برای کلاهک گذاری در قالب، یک کلاهک مناسب را ممکن است از یک ملات پلیمری ساخت. سطح بتن پلیمری را باید پس از سخت شدن پاک کرده و یک ملات یا خمیر پلیمری با پرکننده‌های مناسب را روی لبه بالایی قالب با صفحه کلاهک نشانند و به طور یکنواخت به سمت پایین فشار داد. به منظور جلوگیری از چسبیدن صفحه کلاهک گذاری به خمیر یا دوغاب، سطح داخلی صفحه کلاهک را باید با یک عامل رهاساز<sup>۱</sup> پوشانند.

۵-۶-۲-۴ برای کلاهک گذاری پس از خروج قالب، خمیر یا ملات پلیمری سفت یا یک آلیاژ با نقطه ذوب پایین باید استفاده شود. وسیله‌ای مناسب برای حفظ توازی دو انتهای آزمون باید به کار رود.

یادآوری- توصیه می‌شود هر کلاهک مورد استفاده با بتن پلیمری آزمون شده تا تایید شود که مقاومت آن به منظور جلوگیری از شکست زودرس در کلاهک هنگام آزمون در بتن‌های پلیمری با مقاومت فشاری بالا، به اندازه کافی زیاد است. شکست کلاهک ممکن است منجر به نتایج مقاومت فشاری پایین‌تر شود.

## ۶ تثبیت شرایط

### ۱-۶ مواد رزینی و سیلیسی

آزمونه‌ها را در هوا با دمای °C (23 ± 2) برای یک دوره زمانی هفت روزه شامل زمان عمل‌آوری در قالب پیش از آزمون، نگه‌دارید.

### ۲-۶ مواد سیلیکاتی

از همان روش استفاده شده در بند ۱-۶ استفاده کنید، به جز آن که رطوبت نسبی هوای اطراف باید زیر ۸۰٪ باشد.

### ۳-۶ مواد گوگردی

آزمونه‌ها را در هوا با دمای °C (23 ± 2) به مدت حداقل ۲۴ ساعت شامل زمان عمل‌آوری در قالب پیش از آزمون، قرار دهید.

## ۷ روش انجام آزمون

## ۱-۷ اندازه‌گیری آزمون‌ها

### ۱-۱-۷ روش آزمون الف و پ

بلافاصله پس از دوره تثبیت شرایط، قطر همه آزمون‌ها را با تقریب  $0.025$  mm با استفاده از یک میکرومتر اندازه‌گیری کنید. دو اندازه‌گیری با زاویه عمود نسبت به یکدیگر در نیمه ارتفاع انجام داده و قطر را به عنوان میانگین دو اندازه‌گیری ثبت کنید.

۱-۱-۱-۷ فوراً پس از اندازه‌گیری، مطابق بند ۲-۷ به آزمون ادامه دهید.

### ۲-۱-۷ روش آزمون ب

بلافاصله پس از دوره تثبیت شرایط، ابعاد سطح مقطع همه آزمون‌ها را با تقریب  $25$   $\mu$ m با استفاده از یک میکرومتر اندازه‌گیری کنید. دو اندازه‌گیری برای هر بعد در نیمه ارتفاع و عمود بر محور بارگذاری انجام داده و از آنها میانگین بگیرید.

۱-۲-۱-۷ فوراً پس از اندازه‌گیری، مطابق بند ۲-۷ به آزمون ادامه دهید.

### ۲-۷ آزمون فشار

۱-۲-۷ آزمون‌های فشار باید در دمای  $23 \pm 2$  °C انجام شوند.

۲-۲-۷ قراردادن آزمون‌ها، بلوک یاتاقان را به صورتی که وجه سخت‌کاری شده آن رو به بالا باشد، روی میز یا میز تراز ماشین آزمون، مستقیماً زیر بلوک یاتاقان (بالایی) نشیمن‌گاه کرووی قرار دهید. وجوه بلوک‌های یاتاقان بالایی و پایینی و مربوط به آزمون را تمیز کرده و آزمون را روی بلوک یاتاقان پایینی قرار دهید. وقتی بلوک نشیمن‌گاه کرووی روی آزمون اعمال می‌شود، قسمت متحرک آن را به آرامی با دست بچرخانید تا محل استقرار یکنواختی حاصل شود.

### ۳-۲-۷ نرخ بارگذاری

۱-۳-۲-۷ نرخ بارگذاری ۱، بار را به صورت پیوسته و بدون ضربه اعمال و با نرخ  $41$  MPa/min آزمون کنید. وقتی آزمون سریعاً در حال تسلیم است، هیچ تنظیمی در کنترل‌های ماشین آزمون بلافاصله قبل از شکست، انجام ندهید.

۲-۳-۲-۷ نرخ بارگذاری ۲، سرعت یاتاقان متحرک<sup>۱</sup> ماشین آزمون را  $0.1$  cm/min تا  $0.125$  cm/min برابر ارتفاع آزمون برحسب سانتی‌متر هنگام کارکردن ماشین بدون بار، تنظیم کنید. یادآوری- روش‌های بالا برای کنترل نرخ حرکت یاتاقان متحرک ماشین، یکسان نبوده و ممکن است مقادیر مقاومت فشاری متفاوتی را ایجاد کنند.

۴-۲-۷ آزمون را تا شکست، تحت بار قرار داده و حداکثر بار را ثبت کنید (W).

## ۳-۷ محاسبات

### ۱-۳-۷ روش آزمون الف و روش آزمون پ

۱-۱-۳-۷ مقاومت (های) فشاری را با استفاده از رابطه ۱ محاسبه کنید.

$$S = (4W) / (\pi \times D^2) \quad (1)$$

که در آن :

$S$  مقاومت فشاری برحسب MPa؛

$W$  حداکثر بار بر حسب N؛

$D$  قطر اندازه‌گیری شده در بند ۱-۱-۷ برحسب mm می‌باشد.

### ۲-۳-۷ روش آزمون ب

۱-۲-۳-۷ مقاومت (های) فشاری را با استفاده از رابطه ۲ محاسبه کنید.

$$S = (W) / (L_1 \times L_2) \quad (2)$$

که در آن :

$S$  مقاومت فشاری برحسب MPa؛

$W$  حداکثر بار بر حسب N؛

$L_1$  و  $L_2$  ابعاد سطح مقطع مکعب اندازه‌گیری شده در بند ۲-۱-۷ برحسب mm می‌باشد.

## ۸ دقت و انحراف

۱-۸ آزمون‌هایی که به طور آشکار معیوب هستند، باید رد شده و در تعیین مقاومت فشاری در نظر گرفته نشوند.

۲-۸ چنانچه هریک از مقادیر مقاومت، بیش از ۱۵٪ از مقدار میانگین اختلاف دارد، مقادیر با بیشترین اختلاف از میانگین، باید کنار گذاشته شده و میانگین دوباره محاسبه شود. چنانچه هریک از مقادیر، باز هم بیش از ۱۵٪ از میانگین جدید اختلاف دارد، دورترین مقدار باید مجدداً کنار گذاشته شده و میانگین دوباره محاسبه شود. اگر هریک از مقادیر باز هم ۱۵٪ از میانگین اختلاف دارد، آزمون باید مجدداً انجام شود.

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل اطلاعات زیر باشد:

۱-۹ مشخصات کامل مواد، تاریخ؛

۲-۹ نسبت اختلاط؛

- ۳-۹ روش مورد استفاده (روش آزمون الف، ب یا پ)؛
- ۱-۳-۹ نرخ بارگذاری مورد استفاده (۱ یا ۲)؛
- ۴-۹ مواد کلاهدک و روش آن در صورت استفاده؛
- ۵-۹ ابعاد آزمون؛
- ۶-۹ توضیح شکست شامل نوع شکست، شکل ظاهری آزمون و این که آیا سنگدانه دچار شکست شده است؛
- ۷-۹ نقص‌های آزمون؛
- ۸-۹ روش تثبیت شرایط؛
- ۹-۹ شرایط آزمون (دما و رطوبت)؛
- ۱۰-۹ نرخ بارگذاری؛
- ۱۱-۹ حداکثر بار مشخص شده با ماشین آزمون؛
- ۱۲-۹ مقادیر مقاومت فشاری جداگانه و میانگین.