



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۱۹۵

چاپ اول

۱۳۹۲

**ISIRI**

**17195**

**1st. Edition**

**2014**

سنگ طبیعی - تعیین چگالی واقعی و ظاهری،  
تخلخل کل و باز - روش آزمون

**Natural stone - Determination of real density  
and apparent density, and of total and open  
porosity - Test method**

**ICS:91.100.15**

## 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)<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 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

### « سنگ طبیعی - تعیین چگالی واقعی و ظاهری، تخلخل کل و باز - روش آزمون »

#### رئیس:

شرقی ، عبدالعلی  
(دکترای مهندسی عمران)

#### سمت و / یا نمایندگی:

عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

#### دبیر:

فلاح، عباس  
(کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)

کارشناس دفتر امور تدوین استاندارد سازمان ملی استاندارد  
ایران

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

آقاجانی، وحید  
(کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی)

مدرس دانشگاه پیام نور ساوه

اکرمزاده، مجتبی

(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان یزد

پاک نیا، محمد

(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

کارشناس استاندارد

سامانیان، حمید

(کارشناس ارشد مرمت)

مدیر گروه پژوهشی ساختمانی و معدنی ، پژوهشگاه استاندارد  
سازمان ملی استاندارد ایران

عباسی رزگله، محمد حسین

(کارشناس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد غیرفلزی سازمان  
ملی استاندارد ایران

قاسملویان، محدثه

(دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی)

دانشگاه الزهرا(س)

قشقائی ، محمد مهدی

(کارشناس مهندسی معدن )

کارشناس دفتر امور تدوین پژوهشگاه استاندارد سازمان ملی  
استاندارد ایران

سپهری فر، پوریا

(کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)

کارشناس شرکت معدنی دانا کاوش

مجتبوی، علیرضا

(کارشناس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد غیرفلزی سازمان  
ملی استاندارد ایران

عضو هیات علمی پژوهشگاه استاندارد

مهديخانی ، بهزاد  
(دکترای مهندسی مواد)

دبیرخانه شورای عالی معادن، وزارت صنعت و معدن و تجارت

نظیری، محمد امین  
(کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)

کارشناس دفتر امور تدوین استاندارد سازمان ملی استاندارد  
ایران

نوری، نگین  
(کارشناس شیمی)

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگ طبیعی - تعیین چگالی واقعی و ظاهری، تخلخل کل و باز - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در چهار صد و هشتاد و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۲/۱۲/۱۳ 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 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

DIN EN 1936:2007, Natural stone test methods- Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity.

## سنگ طبیعی - تعیین چگالی واقعی و ظاهری، تخلخل کل و باز - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین چگالی واقعی و ظاهری، تخلخل کل و تخلخل باز سنگ طبیعی است.

### 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 شماره ۷۲۵۹، شیشه آلات آزمایشگاهی - چگالی سنج‌ها (پیکنو مترها)  
2-2 EN 12670:2001, Natural Stone - Terminology

### ۳ اصطلاحات و تعاریف و نمادها

#### ۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۲-۲، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۱-۳

#### چگالی ظاهری ( $\rho_b$ )

نسبت بین جرم آزمون خشک و حجم ظاهری آن.

۲-۱-۳

#### حجم ظاهری

حجم احاطه شده بوسیله سطح خارجی آزمون، شامل هر فضای خالی.

۳-۱-۳

#### حجم بخش جامد

تفاوت بین حجم ظاهری آزمون و حجم فضاهای خالی (خلل و فرج‌های باز و بسته)

۴-۱-۳

#### چگالی واقعی ( $\rho_r$ )

نسبت بین جرم آزمون خشک و حجم بخش جامد آن.

۵-۱-۳

## تخلخل باز

نسبت (بر حسب درصد) بین حجم خلل و فرج باز و حجم ظاهری آزمون.

۳-۱-۶

## تخلخل کل

نسبت (بر حسب درصد) بین حجم خلل و فرج (باز و بسته) و چگالی ظاهری آزمون.

۳-۲ نمادها

جدول ۱- نمادهای مورد استفاده در این استاندارد

$m_d$	جرم آزمون خشک بر حسب گرم
$m_h$	جرم آزمون غوطه ور شده در آب، بر حسب گرم؛
$m_s$	جرم آزمون اشباع شده، بر حسب گرم؛
$m_e$	جرم آزمون خرد شده و خشک شده، (برای آزمون‌ها با استفاده از چگالی سنج <sup>۱</sup> یا حجم سنج <sup>۲</sup> ) بر حسب گرم؛
$m_1$	جرم چگالی سنج پر شده با آب و آزمون دانه بندی شده، بر حسب گرم؛
$m_2$	جرم چگالی سنج پر شده با آب، بر حسب گرم؛
$V_b$	حجم ظاهری آزمون، بر حسب میلی لیتر؛
$V_o$	حجم خلل و فرج باز آزمون، بر حسب میلی لیتر؛
$V_s$	حجم مایع جایگزین شده با استفاده از جرم $m_e$ (آزمون حجم سنج)؛
$\rho_b$	چگالی ظاهری آزمون، بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب؛
$\rho_r$	چگالی واقعی آزمون، بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب؛
$\rho_{rh}$	چگالی آب، بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب؛
$P_o$	تخلخل باز آزمون، بر حسب درصد؛
$P$	تخلخل کل آزمون، بر حسب درصد.

## ۴ اصول کلی

بعد از خشک کردن تا رسیدن به جرم ثابت، چگالی ظاهری و تخلخل باز بوسیله کمک رساننده جذب آب خلاء و توزین آزمون‌های غوطه ور شده در آب تعیین می‌شوند.  
چگالی واقعی و تخلخل کل نیاز به آزمون‌ای برای پودر شدن دارند.

## ۵ وسایل

۵-۱ یک گرم‌خانه تهویه‌دار که دمای (  $5 \pm 70$  ) درجه سلسیوس را حفظ کند.

1- Pycnometer  
2- Volumenometer

۲-۵ یک مخزن تخلیه که می‌تواند فشار  $(2,0 \pm 0,7)$  کیلوپاسکال را حفظ کند و اجازه غوطه‌وری تدریجی آزمون‌های دربرگیرنده را می‌دهد.

۳-۵ یک دستگاه توزین که حداقل درستی  $0,01\%$  جرم وزن شده را دارد و همچنین قادر به توزین آزمون در آب است.

۴-۵ وسیله اندازه‌گیری خطی با درستی حداقل  $0,01\%$ .

۵-۵ چگالی‌سنج نوع ۳ (طبق استاندارد بند ۲-۱) دارای ظرفیت اسمی ۵۰ میلی‌لیتر.

۶-۵ یک حجم‌سنج نوع لی‌چتلیر شامل فلاسک مسطح-تحتانی با لوله‌ای مدرج از (۰ تا ۲۴) میلی‌لیتر با درجه بندی یک میلی‌لیتری.

۷-۵ الکی با قطر سوراخ  $0,063$  میلی‌متر.

۸-۵ خشکانه.

## ۶ آماده سازی آزمون‌ها

### ۱-۶ نمونه‌برداری

نمونه‌برداری بر عهده آزمایشگاه آزمون کننده نمی‌باشد مگر این‌که به‌طور ویژه درخواست شده باشد. حداقل شش آزمون (نماینده‌ای از توده سنگی مورد آزمون) باید انتخاب شود.

### ۲-۶ آزمون‌های آزمون

آزمون‌های آزمون می‌توانند در شکل استوانه، مکعب یا منشور باشند و باید با برش اره الماسه یا مغزه‌گیری تهیه شود. حجم ظاهری آنها با اندازه‌گیری‌های هندسی محاسبه می‌شود و باید حداقل  $60\text{ ml}$  باشد. بعلاوه، مساحت سطح به نسبت حجم باید بین  $0,08$  (تا  $1$ ) و  $0,20$  (تا  $1$ ) باشد.

یادآوری- برای تعیین مقاومت فشاری یا مقاومت خمشی آزمون‌ها آماده‌سازی می‌شوند، اگر نسبت سطح به حجم آنها رضایت‌بخش باشد، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

### ۳-۶ خشک کردن آزمون‌ها

آزمون‌ها در دمای  $(70 \pm 5)$  درجه سلسیوس تا رسیدن به جرم ثابت خشک می‌شوند. جرم ثابت زمانی بدست می‌آید که اختلاف بین دو توزین در  $(2 \pm 24)$  ساعت بزرگ‌تر از  $0,1\%$  جرم آزمون نباشد. آزمون‌ها باید در خشکانه تا رسیدن به دمای اتاق نگاه‌داشته شوند.

## ۷ روش انجام آزمون

### ۱-۷ تخلخل باز و چگالی ظاهری



هر آزمون را ( $m_d$ ) توزین کنید، سپس آزمون‌ها را در یک مخزن تخلیه قرار دهید و فشار را به تدریج تا  $(210 \pm 0.7)$  کیلوپاسکال کاهش دهید.

این فشار را به مدت  $(2 \pm 0.2)$  ساعت به منظور حذف هوای موجود در خلل و فرج باز آزمون‌ها حفظ کنید. به آهستگی آب بدون مواد معدنی را در دمای  $(20 \pm 5)$  درجه سلسیوس به مخزن اضافه کنید (نرخ افزایش آب باید به گونه‌ای باشد که آزمون‌ها بطور کامل حداقل ۱۵ دقیقه در آن غوطه‌ور باشند). فشار  $(210 \pm 0.7)$  کیلوپاسکال را طی افزایش آب حفظ کنید.

زمانی که همه آزمون‌ها غوطه‌ور شدند، مخزن را به فشار اتمسفر بازگردانید. و آزمون‌ها را زیر آب به مدت  $(24 \pm 2)$  ساعت دیگر در فشار اتمسفر قرار دهید. سپس برای هر آزمون:

الف- آزمون زیر آب را توزین کرده و جرم در آب را یادداشت کنید:  $m_h$ ؛

ب- فوراً آزمون را با پارچه مرطوب پاک کنید و جرم  $m_s$  آزمون اشباع شده با آب را تعیین کنید.

در مورد سنگ‌های طبیعی با حفرات نمایان (مانند تراورتن) حجم ظاهری به وسیله اندازه‌گیری ابعاد آزمون‌ها با تقریب میلی‌متر تعیین می‌شود.

## ۲-۷ چگالی واقعی

### ۱-۲-۷ کلیات

برای سنگ‌های چگال و تخلخل پایین، تفاوت بین چگالی واقعی و ظاهری، به همان اندازه تفاوت بین تخلخل باز و تخلخل کل خیلی کوچک هستند. برای این سنگ‌ها تعیین چگالی ظاهری و تخلخل باز کافی می‌باشد. در مورد کنترل منابع، تصمیم به حذف تعیین چگالی واقعی، باید بین طرفین مورد توافق قرار گیرد. در این استاندارد دو روش برای تعیین چگالی واقعی توضیح داده شده است: چگالی سنج (روش الف) و حجم-سنج لی‌چتلیر (روش ب).

روش الف دارای دقت بیشتری است اما به زمان طولانی نیاز دارد. پیشنهاد شده است آن را بصورت روش مرجع در موارد مورد اختلاف به کار برده شود. روش حجم‌سنجی لی‌چتلیر دقت کمتری دارد اما سریع و آسان انجام می‌شود و می‌تواند برای کنترل تولید به کار رود.

### ۲-۲-۷ روش الف (چگالی سنج)

برای هر آزمون، بعد از تعیین چگالی ظاهری و تخلخل باز، هر آزمون را بصورت جداگانه خرد کنید تا حدی که ذرات خرد شده از الک با قطر سوراخ‌هایی به اندازه  $1.63 \text{ mm}$  عبور کند. آزمون خرد شده را تا رسیدن به جرم ثابت خشک کنید و جرم‌های  $m_e$  تقریباً ۱۰ گرمی توزین شده با درستی  $\pm 0.1 \text{ g}$  را بصورت جداگانه در کنار هم قرار دهید. آب دیونیزه را به چگالی سنج اضافه کنید و آن را تقریباً تا نیمه پر کنید. سپس جرم توزین شده را اضافه کنید،  $m_e$  آزمون خرد شده در چگالی سنج و مایع را تا پخش شدن مواد جامد هم‌بزنید.

**یادآوری-** اتانول یا مایعات دیگری اگر لازم باشد ممکن است به جای آب دیونیزه استفاده شوند. در این مورد چگالی مایع باید بجای آب در معادله استفاده شود (۵ الف).

چگالی سنج را در خلا ( $2 \pm 0.17$ ) کیلوپاسکال قرار دهید تا حباب‌های هوای بیشتری بالا نیابند، سپس آن را با آب دیونیزه تقریباً تا بالای آن پر کنید و اجازه دهید ماده جامد ته نشین شود تا زمانی که آب باقی‌مانده در بالا شفاف شود. بعد از آن، با دقت بالای چگالی‌سنج را با آب دیونیزه پر کنید و درپوش آن را چفت کنید و به آرامی سر ریزهای آن را پاک کنید. و در نهایت چگالی‌سنج را با درستی  $\pm 0.1g$  توزین کنید ( $m_1$ ). چگالی‌سنج را خالی کرده و بشوید، سپس آن را فقط با آب دیونیزه پر کنید و با درستی  $\pm 0.1g$  توزین کنید ( $m_2$ ).

قبل از هر توزینی مطمئن شوید که دمای هوای محیط اطراف ( $20 \pm 5$ ) درجه سلسیوس است.

### ۷-۲-۳ روش ب (حجم‌سنج لی‌چتلیر)

برای هر نمونه، بعد از تعیین چگالی ظاهری و تخلخل باز، هر نمونه را بصورت جداگانه خرد کنید تا حدی که ذرات خرد شده از الک با قطر سوراخ‌هایی به اندازه  $63mm$  عبور کند.

آزمونه خرد شده را تا رسیدن به جرم ثابت خشک کنید و جرم‌های  $m_e$  تقریباً  $50$  گرمی توزین شده با درستی  $\pm 0.1g$  را بصورت جداگانه در کنار هم قرار دهید.

آب دیونیزه را به داخل حجم‌سنج لی‌چتلیر تا رسیدن سطح آن به درجه صفر بریزید. سپس جرم توزین‌شده ( $m_e$ ) آزمونه خرد شده را به حجم‌سنج در پنج قسمت (هر قسمت با وزن  $10$  گرم) اضافه کنید. مطمئن شوید که هر قسمت تماماً به درون مایع ریخته شود. پس از اضافه کردن هر قسمت، مایع را هم‌بزنید تا آزمونه خرد شده پخش شود. برای تعیین  $V_s$  به میلی‌لیتر تا تقریب  $0.1ml$  از مایع جابجا شده بوسیله جرم آزمونه خرد شده، درجه‌ها را قرائت کنید.

قبل از بدست آوردن سطح صفر اولیه و قرائت حجم نهایی مطمئن شوید که دمای هوای محیط ( $20 \pm 5$ ) درجه سلسیوس است.

## ۸ بیان نتایج

### ۸-۱ کلیات

حجم فضاهای خالی (بر حسب میلی‌متر) بوسیله معادله زیر بیان می‌شود:  
یادآوری- برای ملاحظه تعاریف نمادها و یکاها در معادله های زیر بند ۳-۲ را ببینید

$$1000V_0 = \frac{m_s - m_d}{P_{rh}} \times \quad (1)$$

حجم ظاهری (بر حسب میلی‌متر) بوسیله معادله زیر بیان می‌شود:

$$1000V_b = \frac{m_s - m_h}{\rho_{rh}} \times \quad (2)$$

هرکدام می‌تواند بطور متناوب بر اساس ابعاد آزمون محاسبه شود. یادآوری - مقدار چگالی آب  $\rho_{rh}$  در ۲۰ درجه سلسیوس،  $998 \text{ kg/m}^3$  چگالی ظاهری است.

### ۲-۸ چگالی ظاهری

چگالی ظاهری (بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب) بوسیله نسبت جرم آزمون خشک و حجم ظاهری آن بوسیله معادله زیر بیان می‌شود:

$$p_b = \frac{m_d}{m_s - m_h} \times p_{rh} \quad (3)$$

### ۳-۸ تخلخل باز

تخلخل باز بوسیله نسبت (بصورت درصد) حجم تخلخل باز و حجم ظاهری آزمون بوسیله معادله زیر بیان می‌شود:

$$p_o = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h} \times 100 \quad (4)$$

### ۴-۸ چگالی واقعی

چگالی واقعی (بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب) بوسیله نسبت جرم آزمون خرد شده ( $m_e$ )، به حجم مایع جابجا شده توسط جرم  $m_e$  بوسیله معادله‌های زیر بیان می‌شود:

-روش الف (چگالی سنج)

$$p_r = \frac{m_e}{m_2 - m_e + m_1} \times p_{rh} \quad (5 \text{ الف})$$

-روش ب (حجم سنج لی چتلیر)

$$P_r = \frac{m_e}{V_s} \times P_{rh} \quad (5 \text{ ب})$$

### ۸-۵ چگالی کل

تخلخل کل بوسیله نسبت (بصورت درصد) حجم تخلخلها (باز و بسته) و حجم ظاهری آزمون بوسیله معادله زیر بیان می‌شود:

$$100P_r = \frac{\frac{1}{P_b} - \frac{1}{P_r}}{\frac{1}{P_b}} \times 100 = \left(1 - \frac{P_b}{P_r}\right) \times \quad (6)$$

### ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

- ۹-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۹-۲ شماره شناسایی منحصر به فرد برای گزارش؛
- ۹-۳ نام و آدرس آزمایشگاه، یا محلی که آزمون در آنجا انجام شده است (اگر آزمون در جایی غیر از آزمایشگاه انجام شده است)؛
- ۹-۴ نام و آدرس مشتری؛
- ۹-۵ اطلاعاتی که باید توسط مشتری ارائه شود عبارتند از:
  - ۹-۵-۱ نام علمی سنگ؛
  - ۹-۵-۲ نام تجاری سنگ؛
  - ۹-۵-۳ نام کشور و محل استخراج؛
  - ۹-۵-۴ نام تامین کننده؛
- ۹-۵-۵ راستای هر صفحه موجود آنیزوتروپ (اگر مربوط به آزمون باشد) بطور واضح بر روی نمونه یا بر روی آزمون بوسیله دو خط موازی نشان داده شود؛
- ۹-۵-۶ نام شخص یا سازمانی که نمونه برداری را انجام داده است؛
- ۹-۵-۷ پرداخت سطح آزمون (اگر مربوط به آزمون باشد)؛
- ۹-۶ تاریخ تحویل نمونه یا آزمونها؛
- ۹-۷ تاریخ آماده سازی آزمونها (اگر مربوط به آزمون باشد) و تاریخ انجام آزمون؛
- ۹-۸ تعداد آزمونها در نمونه؛
- ۹-۹ ابعاد آزمونها؛
- ۹-۱۰ برای هر آزمون: چگالی واقعی (اگر تعیین شده باشد) و چگالی ظاهری با تقریب  $1.0 \text{ kg/m}^3$ ، تخلخل باز و تخلخل کل (اگر تعیین شده باشد) با تقریب  $0.1\%$ .
- ۹-۱۱ میانگین حسابی مقادیر منفرد چگالی واقعی (اگر تعیین شده باشد) و برای چگالی ظاهری (با تقریب  $1.0 \text{ kg/m}^3$ )، برای تخلخل باز و برای تخلخل کل (اگر تعیین شده باشد) (با تقریب  $0.1\%$ ).

۹-۱۲ روش استفاده شده برای تعیین چگالی واقعی (اگر مربوط باشد).

۹-۱۳ تمام انحراف استانداردها و دلایل آنها؛

۹-۱۴ ملاحظات.

گزارش آزمون باید حاوی امضا(ها) و وظایف مسئولان انجام آزمون و تاریخ یادداشت گزارش باشد. هم چنین لازم است بیان شود که گزارش آزمون نباید به صورت ناتمام و بدون موافقت آزمایشگاه انجام دهنده آزمون، چاپ و منتشر شود.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

#### کتابنامه

- [1] EN 1925, Natural stone test methods – Determination of water absorption coefficient by capillarity.
- [2] EN 1926, Natural stone test methods – Determination of compressive strength.
- [3] EN 12370, Natural stone test methods – Determination of resistance to salt crystallisation.
- [4] EN 12371, Natural stone test methods – Determination of frost resistance.
- [5] EN 12372, Natural stone test methods – Determination of flexural strength under concentrated load.
- [6] EN 12407, Natural stone test methods – Petrographic examination.
- [7] EN 12440, Natural stone - Denomination criteria.
- [8] EN 13161, Natural stone test methods – Determination of flexural strength under constant moment.
- [9] EN 13364, Natural stone test methods – Determination of the breaking load at dowel hole.
- [10] EN 13373, Natural stone test methods – Determination of geometric characteristics on units.
- [11] EN 13755, Natural stone test methods – Determination of water absorption at atmospheric pressure.
- [12] EN 13919, Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by SO<sub>2</sub> action in the presence of humidity.
- [13] EN 14066, Natural stone test methods – Determination of resistance to ageing by thermal shock.
- [14] EN 14146, Natural stone test methods – Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency).
- [15] EN 14147, Natural stone test methods – Determination of resistance to ageing by salt mist.
- [16] EN 14157, Natural stone test methods – Determination of the abrasion resistance.
- [17] EN 14158, Natural stone test methods – Determination of rupture energy.
- [18] EN 14205, Natural stone test methods – Determination of Knoop hardness.
- [19] EN 14231, Natural stone test methods – Determination of the slip resistance by means of the pendulum tester.
- [20] EN 14579, Natural stone test methods – Determination of sound speed propagation.
- [21] EN 14580, Natural stone test methods – Determination of static elastic modulus.
- [22] EN 14581, Natural stone test methods – Determination of linear thermal expansion coefficient.