



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۹۵۹

چاپ اول

فروردین ۱۳۹۲

INSO

14959

1st. Edition

Apr.2013

سنگ طبیعی - تعیین مقاومت در برابر  
یخ زدگی - روش آزمون

**Natural stone - Determination of frost  
resistance-Test Method**

ICS:91.100.15;73.020

## 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 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

« سنگ طبیعی - تعیین مقاومت در برابر یخزدگی - روش آزمون »

### رئیس:

کولیوند، فرشاد

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)

### سمت و / یا نمایندگی

مدرس گروه معدن دانشگاه لرستان

### دبیر:

امیری دهنو، مجید

(کارشناسی شیمی محض)

کارشناس مسئول - اداره کل استاندارد

استان لرستان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اعظمی، محمدعلی

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)

کارشناس فنی - معدن مس سونگون

شرفی، عنایت

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

کارشناس مسئول - اداره کل استاندارد

استان لرستان

دولت‌شاهی، رضا

(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس مسئول - اداره کل استاندارد

استان لرستان

فلاح، عباس

(کارشناسی ارشد زمین‌شناسی)

سازمان ملی استاندارد ایران

منوچهریان، سید محمد امین

(کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)

سرپرست حفاری شرکت ارجان پی

نقی‌پور، رسول

(کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)

عضو سازمان نظام مهندسی استان

آذربایجان غربی

واعظی پور، محمدرضا

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

مدیر کل استاندارد استان لرستان

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ وسایل
۳	۶ آماده‌سازی آزمون
۵	۷ روش انجام آزمون
۹	۸ بیان نتایج
۹	۹ گزارش آزمون
۱۱	پیوست الف (اطلاعاتی)
۱۲	پیوست ب- کتابنامه (اطلاعاتی)

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگ طبیعی - تعیین مقاومت در برابر یخ‌زدگی - روش آزمون» آزمون " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در چهارصد و اوزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۱/۱۲/۱۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان 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:

BS EN 12371: 2010, Natural stone - Determination of frost resistance - Test method

## سنگ طبیعی - تعیین مقاومت در برابر یخزدگی - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روشی برای ارزیابی اثر چرخه یخزدگی - آبشدگی بر روی سنگ‌های طبیعی می‌باشد (برای تعریف اصطلاحات این استاندارد به استاندارد بند ۲-۱ و برای معیارهای نامگذاری به استاندارد ۲-۳ مراجعه کنید). همچنین این استاندارد شرایط مربوط به آزمون فنی (آزمون الف) برای تعیین تاثیر چرخه یخزدگی - آبشدگی بر روی ویژگی‌های عملکردی سنگ طبیعی، و نیز آزمون شناسایی (آزمون ب) را ارائه می‌کند.

**یادآوری** - بعضی سنگ‌مرمرها (در استاندارد بند ۲-۳ تعریف شده‌اند) به سبب قرار گرفتن در معرض چرخه‌های یخزدگی - آبشدگی متحمل تغییراتی در خصوصیات فیزیکی‌شان می‌شوند. در این موارد، آزمون‌های اضافی نظیر آزمون استاندارد بند ۲-۲ باید بکار برده شود.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۲۸، سنگ‌های طبیعی - واژه‌نامه

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۲۹، سنگ‌های طبیعی - تعیین مقاومت در برابر پیرشدگی ناشی از شوک حرارتی - روش آزمون

2-3 EN 1926 : Natural stone test methods- Determination of compressive strength

2-4 EN 12372 : Natural stone test methods- Determination of flexural strength under concentrated load

2-5 EN 13161 : Natural stone test methods- Determination of flexural resistance (under constant moment)

2-6 EN 13364 : Natural stone test methods -Determination of the breaking load at dowel hole

2-7 EN 14146 : Natural stone test methods -Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency).

### ۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و یکاها

#### ۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

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

#### ۲-۳ نمادها و یکاها

نمادهای به کار رفته در این استاندارد در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱- نمادهای به کار رفته در این استاندارد

نماد	تعریف	واحد
$Md_0$	جرم آزمون خشک قبل از غوطه‌وری در آب و قبل از یخ‌زدگی	گرم (g)
$M_{s0}$	جرم آزمون اشباع شده پس از غوطه‌وری در آب و قبل از یخ‌زدگی	گرم (g)
$M_{h0}$	جرم ظاهری آزمون در آب قبل از یخ‌زدگی	گرم (g)
$M_{dn}$	جرم آزمون خشک در چرخه N ام	گرم (g)
$M_{Sn}$	جرم آزمون اشباع در چرخه N ام	گرم (g)
$M_{hn}$	جرم ظاهری آزمون در آب در چرخه n ام	گرم (g)
$V_{b0}$	حجم ظاهری آزمون قبل از یخ‌زدگی	میلی لیتر (ml)
$V_{bn}$	حجم ظاهری آزمون در چرخه n ام	میلی لیتر (ml)
$\Delta V_b$	تغییر حجم ظاهری آزمون	درصد (%)
$E_0$	ضریب الاستیسیته دینامیکی آزمون خشک قبل از یخ‌زدگی	مگاپاسکال (MPa)
$E_n$	ضریب الاستیسیته دینامیکی آزمون خشک در چرخه n ام	مگاپاسکال (MPa)
$\Delta E$	تغییر در ضریب الاستیسیته دینامیکی آزمون‌ها	درصد (%)
$N_C$	تعداد چرخه‌های کامل شده قبل از شکست آزمون در آزمون شناسایی	-----

### ۴ اصول آزمون

مقاومت در برابر یخ‌زدگی بلوک‌های سنگ طبیعی با استفاده از آزمونی که شامل چرخه‌های یخ‌زدگی در هوا و آب‌شدگی در آب است، تعیین می‌شود.

## ۵ وسایل

۵-۱ مخزن، یک مخزن انجماد که ظرفیت کافی برای نگه داشتن تعداد آزمون‌های مورد نیاز را داشته باشد، حتی‌الامکان به یک سامانه کنترل خودکار برای برنامه‌ریزی چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی در درون محفظه، با رواداری  $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ، مجهز باشد.

یادآوری- در صورت در دسترس نبودن سامانه خودکار مناسب، می‌توان آزمون‌ها را بصورت دستی انجام داد.

۵-۲ سامانه ثبت دما، سامانه‌ای که قادر باشد دما را با درستی  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  اندازه‌گیری نماید.

۵-۳ وسیله اندازه‌گیری ضریب الاستیسیته دینامیکی مطابق با استاندارد بند ۲-۸.

۵-۴ ابزار توزین، ترازوی با درستی حداقل  $0,1\%$  جرم آزمون‌های که توزین می‌شود.

۵-۵ گرم‌خانه تهویه‌دار، گرم‌خانه تهویه‌دار که توانایی نگه‌داشتن دمایی معادل  $(5 \pm 70)^{\circ}\text{C}$  را داشته باشد.

## ۶ آماده‌سازی آزمون

### ۶-۱ نمونه‌برداری

نمونه‌برداری بر عهده آزمایشگاه انجام دهنده آزمون نمی‌باشد، مگر در مواردی که به طور ویژه درخواست شده باشد.

برای آزمون‌های فنی، تعداد آزمون‌ها باید مطابق با نوع آزمون فنی مربوطه باشد (به جدول ۲ مراجعه کنید).

جدول ۲- خلاصه کاربرد آزمون یخ‌زدگی-آب‌شدگی

	آزمون فنی (آزمون الف)		آزمون شناسایی (آزمون ب)
	مقاومت خمشی	مقاومت فشاری	
ابعاد آزمون (میلی‌متر)	$50 \times 50 \times 300$ (به یادآوری ۱ و ۳ مراجعه شود)	(به یادآوری ۲ مراجعه شود)	$50 \times 50 \times 300$ (به یادآوری ۳ مراجعه شود)
حداقل تعداد آزمون‌ها	۲۱	۲۱	۷

یادآوری ۱- اندازه آزمون مطابق با استاندارد بند ۲-۵ یا ۲-۶.  
یادآوری ۲- اندازه آزمون مطابق با استاندارد بند ۲-۴.  
یادآوری ۳- برای سنگ‌های ویژه با خاصیت جدایش (مانند شیل، فیلیت و غیره) می‌توان ضخامت سنگ را به ضخامت حداقل ۱۳mm کاهش داد. اگر ضخامت سنگ، کم‌تر از حداقل ضخامت مورد نیاز در استاندارد بندهای ۲-۵ و ۲-۶ باشد، فاصله بین تکیه‌گاه‌ها در آزمون مقاومت خمشی باید برابر  $(180 \pm 1)\text{mm}$  باشد.

دو مجموعه آزمون مورد نیاز است، یک دسته آزمون‌هایی هستند که آزمون آنها بعد از قرار گرفتن در معرض چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی انجام می‌شوند، و دیگری آزمون‌هایی که بدون اینکه در معرض چرخه یخ‌زدگی-آب‌شدگی قرار گیرند، آزمون بر روی آنها انجام می‌شود. هر مجموعه آزمون باید به صورت تصادفی از توده‌سنگ مورد آزمون، انتخاب شوند. به علاوه یک آزمون اضافی برای پایش دمای آزمون‌ها استفاده شود.



برای آزمون شناسایی، باید هفت نمونه، که معرف توده سنگی مورد آزمون است، انتخاب شده و مورد بررسی قرار گیرند. یک نمونه را برای پایش دمای درونی سنگ مورد استفاده قرار دهید.

## ۲-۶ ابعاد آزمونه‌ها

### ۱-۲-۶ آزمون فنی

در این حالت آزمون برای تعیین تاثیر چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی بر ویژگی‌های عملکردی سنگ باید مطابق با استانداردهای مناسب انجام شود. استانداردهای مناسب شامل استاندارد بندهای ۲-۵ یا ۲-۶ برای مقاومت خمشی سنگ، استاندارد بند ۲-۷ برای بار شکست در میخ‌پرچ، استاندارد بند ۲-۲ برای مقاومت سنگ در برابر شوک حرارتی و استاندارد بند ۲-۴ برای مقاومت فشاری سنگ، می‌باشند.

### ۲-۲-۶ آزمون شناسایی (آزمون الف)

آزمونه‌ها باید به شکل منشورهای مستطیلی با ابعاد  $(300 \times 50 \times 50)$  mm باشند (به استثنای موارد یادآوری ۳ در جدول ۲). محور طولی باید موازی با صفحات ناهمسانگردی باشد.

### ۳-۲-۶ علامت‌گذاری مرجع بر روی آزمونه‌ها

عیوب چشمی و همه بی‌نظمی‌های روی سنگ باید با علامتهای ماندگار بر روی آزمونه‌ها علامت‌گذاری شوند. برای اطمینان از اینکه اندازه‌گیری‌های مختلف ضریب الاستیسیته دینامیکی در زمان‌های قبل و بعد از چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی، در نقاط یکسانی بر روی آزمونه‌ها انجام شود، علامتهای ماندگار به شکل نقطه، بر روی وجوه مورد نظر آزمونه‌ها ایجاد شود. بین نقاط محور دو پایه نگهدارنده آزمونه‌ها در طی تعیین ضریب الاستیسیته دینامیکی (به روش خمشی)، یک خط ماندگار رسم کنید.

### ۳-۶ پایش دمای هسته آزمونه

در هر دسته از آزمونه‌ها باید یک آزمونه، برای اندازه‌گیری دمای آزمونه در طی چرخه‌های یخ‌زدگی و آب‌شدگی، به ابزار مناسب (مانند ترموکوپل) مجهز شود. وسیله اندازه‌گیری دما باید در سوراخ حفر شده موازی با محور طولی آزمونه قرار داده شود. قطر این سوراخ نیز بایستی متناسب با قطر وسیله اندازه‌گیری دما باشد. فاصله مرکز سوراخ از لبه‌های آزمونه باید مساوی بوده و سوراخ حداقل  $50$  mm عمق داشته باشد. اگر آزمونه به شکل مکعب بوده، سوراخ باید دارای  $(25 \pm 5)$  mm عمق باشد. وسیله اندازه‌گیری دما باید در سوراخ قرار داده شده و بدون پر کردن سوراخ، کار گذاشته شود. اگر همزمان چندین مجموعه آزمونه در مخزن انجماد مورد آزمون قرار داده می‌شوند، مجاز هستید که فقط از یک آزمونه برای پایش دمای هسته سنگ استفاده کنید، مشروط بر این که تداخل آن برابر و یا کمتر از یکی از آزمونه‌های مورد آزمون باشد.

#### ۴-۶ خشک کردن آزمون‌ها

آزمون‌ها را تا زمان رسیدن به یک جرم ثابت، در دمای  $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$  خشک کنید. رسیدن آزمون‌ها به یک جرم ثابت زمانی محقق می‌شود که اختلاف بین دو توزین متوالی با فاصله زمانی  $(2 \pm 24)\text{h}$ ، بیش‌تر از ۰٫۱٪ جرم اولیه آن نباشد. جرم آزمون‌های خشک، مقدار اولیه جرم آزمون ( $M_{d0}$ ) می‌باشد. اگر آزمون‌ها برای آزمون شناسایی استفاده می‌شوند، اندازه‌گیری ضریب الاستیسیته باید مطابق با استاندارد بند ۲-۸ انجام شود. اندازه‌گیری انجام شده در این لحظه، مقدار اولیه ضریب الاستیسیته ( $E_0$ ) می‌باشد.

#### ۵-۶ غوطه‌ورسازی آزمون‌ها

آزمون‌ها را به صورت قائم درون ظرف، با فاصله حداقل ۱۵mm از هم قرار دهید. سپس ظرف را از آب با دمای  $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ ، تا نصف ارتفاع آزمون‌ها پر کنید (زمان  $t_0$ ). در زمان  $t_0 + (60 \pm 5)\text{min}$ ، آب را اضافه کنید، تا زمانی که سطح آب به ارتفاع ۳/۴ ارتفاع آزمون‌ها برسد. در زمان  $t_0 + (120 \pm 5)\text{min}$ ، آب را تا زمانی که آزمون‌ها به طور کامل در آب غوطه‌ور شده و سطح آب  $(25 \pm 5)\text{mm}$  بالاتر از سطح آزمون‌ها قرار گیرد، اضافه کنید. اجازه دهید آزمون‌ها به مدت  $(48 \pm 2)\text{h}$  به صورت کاملاً غوطه‌ور در آب بمانند.

#### ۶-۶ تعیین حجم ظاهری

اگر آزمون برای آزمون شناسایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، قبل از آغاز چرخه‌های یخ‌زدگی - آب‌شدگی، جرم ظاهری آزمون در آب و جرم آن در هوا اندازه‌گیری شود (بعد از برداشتن آزمون از آب، سطوح آن کاملاً خشک شود). اندازه‌گیری‌های انجام شده در این لحظه، به ترتیب مقادیر اولیه  $M_{h0}$  و  $M_{s0}$  بوده و در چرخه  $N_C$ ام به ترتیب  $M_{hn}$  و  $M_{sn}$  می‌باشند.

#### ۷-۶ تعداد چرخه‌ها

##### ۱-۷-۶ آزمون فنی (آزمون الف)

برای آزمون‌های فنی، تعداد چرخه‌ها، در استانداردهای مناسب ارائه شده است.

##### ۲-۷-۶ آزمون شناسایی (آزمون ب)

برای آزمون شناسایی، حداکثر تعداد چرخه‌ها توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعیین می‌شود. اگر تعداد چرخه‌ها تعیین نشده باشد، آزمون را تا زمانی که آزمون‌ها دچار شکست شده تا حداکثر ۱۶۸ چرخه ادامه دهید. معیار شکست در بند ۷-۳-۲-۴ ارائه شده است (به بندهای ۷-۳-۲-۱ تا ۷-۳-۲-۴ مراجعه کنید).

#### ۷ روش انجام آزمون

##### ۱-۷ چیدمان آزمون‌ها در مخزن انجماد

آزمون‌ها را در مخزن انجماد به هر دو صورت عمودی و افقی به شکلی قرار دهید که با یکدیگر و با لبه‌های مخزن در تماس نباشد. آزمون‌ها باید حداقل ۱۰mm از هم و حداقل ۲۰mm از لبه‌های مخزن فاصله داشته

باشند. آزمون مرجع پایش دما که حامل وسیله اندازه‌گیری دما است، در وسط آزمون‌ها قرار داده شود. پس از هر ۱۴، ۵۶، ۸۴ و ۱۴۰ چرخه (یا چرخه‌های کمتر، در صورت مناسب بودن)، باید آزمون‌ها را حول محور افقی حدود ۱۸۰ درجه بچرخانید.

### ۷-۲ توصیف چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی

هر چرخه شامل یک دوره شش ساعته انجماد در هوا، و به دنبال آن یک دوره شش ساعته آب‌شدگی می‌باشد، به گونه‌ای که آزمون‌ها در آب غوطه‌ور باشند. چرخه‌ها باید تا زمان شکست در آزمون یا تا زمان رسیدن به حداکثر تعداد چرخه‌ها (۱۶۸ چرخه) تکرار شود. در طی چرخه، تغییرات دما در مرکز آزمون پایش باید در ناحیه نشان داده شده در شکل الف-۱ باقی بماند. محدوده دماهای مجاز ناشی از سرعت‌های مختلف سردکردن، انجماد و آب‌شدگی است که به چگالی ظاهری، تخلخل و جذب آب سنگ مورد آزمون، وابسته است. مراحل هر چرخه به صورت جدول ۳ می‌باشد:

جدول ۳- مراحل مختلف چرخه یخ‌زدگی-آب‌شدگی

زمان	دما در مرکز آزمون پایش	
$T_0$	$\geq +5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\leq +20\text{ }^{\circ}\text{C}$	شروع چرخه
$T_0 + 270\text{ h}$	$\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\geq -8\text{ }^{\circ}\text{C}$	مرحله ۱
$T_0 + 670\text{ h}$	$\leq -8\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\geq -12\text{ }^{\circ}\text{C}$	مرحله ۲
$T_0 + 675\text{ h}$	غوطه‌وری کامل	مرحله ۳ ( $t_0 + 675\text{ h}$ )
$T_0 + 970\text{ h}$	$\geq +5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\leq +20\text{ }^{\circ}\text{C}$	مرحله ۴
$T_0 + 1270\text{ h}$	$\geq +5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\leq +20\text{ }^{\circ}\text{C}$	مرحله ۵

اگر دمای سنگ در محدوده دمایی مذکور باقی نماند، محفظه باید بگونه‌ای تنظیم شود که دما در آن محدوده دمایی باقی مانده و هر انحراف از آن نیز در گزارش آزمون ذکر شود. اگر آزمون به صورت دستی انجام شود، آن گاه مرحله ۵ می‌تواند تا  $T_0 + 2470\text{ h}$  ادامه داده شود.

در آزمون شناسایی، اگر الزامات ویژه‌ای توسط مشتری تعیین شود، می‌توان تعداد چرخه‌ها و شرایط متفاوتی در آزمون استفاده نمود (به پیوست الف مراجعه شود). هر تغییر شرایط باید در گزارش آزمون ارائه شود.

**یادآوری** - مهم است که آب‌شدگی آزمون‌ها در آب انجام شود به طوری که اطمینان حاصل شود در آغاز دوره بعدی یخ‌زدگی، آزمون‌ها اشباع از آب باشند.

اگر چرخه آزمون قطع شود، برای ادامه آزمون در هر زمان دیگری، آزمون‌ها را باید در آب با دمای  $(20 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$  غوطه‌ور ساخت. اگر زمان توقف آزمون بیش‌تر از ۹۶h باشد، آزمون‌های را از آب خارج کنید و برای اجتناب از تبخیر شدن آب آزمون‌ها، آن‌ها را در لفافه بپیچانید.

۳-۷ اندازه‌گیری‌های کنترلی برای تعیین مقاومت یخ‌زدگی-آب‌شدگی

۱-۳-۷ آزمون فنی (آزمون الف)

۱-۱-۳-۷ بازرسی چشمی

بازرسی چشمی می‌تواند مطابق با بند ۲-۲-۳-۷ انجام شود.

۲-۱-۳-۷ روش‌های دیگر (مانند تغییر در مقاومت خمشی)

بعد از اتمام تعداد چرخه‌های مورد نیاز، آزمون‌ها باید مطابق با استانداردهای مناسب مورد آزمون قرار داده شوند.

۲-۳-۷ آزمون شناسایی (آزمون ب)

۱-۲-۳-۷ کلیات

دو معیار برای ارزیابی عملیات چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی بر روی آزمون‌ها، استفاده می‌شود. الف) قبل از آزمون و بعد از ۱۴، ۵۶، ۸۴ و ۱۴۰ و ۱۶۸ چرخه (یا پس از رسیدن به حداکثر تعداد چرخه‌های  $N_c$ ):

- بازرسی چشمی؛
- اندازه‌گیری ضریب الاستیسیته دینامیکی (ضریب یانگ).

ب) قبل از آزمون و پس از رسیدن به حداکثر تعداد چرخه‌های  $N_c$ :

- اندازه‌گیری حجم ظاهری.
- همه نتایج باید در یک فرم مناسب ثبت شوند.

۲-۲-۳-۷ بازرسی چشمی

بعد از چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی، همه وجوه و یال‌های آزمون‌ها مورد بررسی قرار داده شده و وضعیت آنها با استفاده از مقیاس داده شده در جدول ۴ امتیازدهی شود.

جدول ۴- امتیازهای مربوط به وضعیت‌های متفاوت آزمون‌ها در بازرسی چشمی

امتیاز	وضعیت
۰	آزمون سالم
۱	آسیب خیلی جزئی (گردشگی جزئی گوشه‌ها و لبه‌ها) که در سالم بودن کلی آزمون قابل نظر کردن است.
۲	یک یا چندین ترک جزئی (با $mm \leq 0.1$ عرض) یا جدایش قطعات کوچک سنگ (قطعات با $mm^2 \leq 10$ مساحت).
۳	یک یا چندین ترک، سوراخ یا جدایش قطعات بزرگ‌تر از آنچه برای امتیاز ۲ تعریف شد، یا دگرگون شدن مصالح درون ترک‌ها، یا نمایان شدن نشان‌هایی از خردشدگی یا انحلال در آزمون.
۴	ایجاد ترک‌های قابل توجه در آزمون، شکستن آزمون به دو قسمت یا بیش‌تر و یا از هم پاشیدن آزمون.

### ۷-۳-۲-۳ اندازه‌گیری حجم ظاهری

برای تعیین  $M_{sn}$  و  $M_{hn}$  اندازه‌گیری‌های مشابهی را در پایان چرخه  $n$ ام تکرار کنید. برای تعیین  $M_{dn}$  نمونه‌ها را خشک کنید (به بند ۶-۴ مراجعه کنید). حجم ظاهری اولیه با استفاده از معادله ۱ محاسبه می‌شود:

$$V_{b0} = (M_{s0} - M_{h0}) \quad (1)$$

که در آن:

$V_{b0}$  حجم ظاهری اولیه نمونه؛  
 $M_{s0}$  جرم نمونه اشباع بعد از غوطه‌وری در آب و قبل از یخ‌زدگی؛  
 $M_{h0}$  جرم ظاهری نمونه در آب قبل از یخ‌زدگی.

حجم ظاهری در چرخه  $n$ ام با استفاده از معادله ۲ محاسبه می‌شود.

$$V_{bn} = (M_{sn} - M_{hn}) \quad (2)$$

که در آن:

$V_{bn}$  حجم ظاهری در چرخه  $n$ ام؛  
 $M_{sn}$  جرم نمونه اشباع در چرخه  $n$ ام؛  
 $M_{hn}$  جرم ظاهری نمونه در آب در چرخه  $n$ ام.

یادآوری- برای اهداف این آزمون، چگالی آب  $1000 \text{ Kg/m}^3$  در نظر گرفته شده است.

درصد تغییرات حجم ظاهری ( $\Delta V_b$ ) در چرخه  $n$ ام با استفاده از معادله ۳ محاسبه می‌شود.

$$\Delta V_b = \frac{[(M_{s0} - M_{h0}) - (M_{sn} - M_{hn})]}{(M_{s0} - M_{h0})} \times 100 \quad (3)$$

که در آن:

$\Delta V_b$  درصد تغییرات حجم ظاهری در چرخه  $n$ ام؛  
 $M_{s0}$  جرم نمونه اشباع بعد از غوطه‌وری در آب و قبل از یخ‌زدگی؛  
 $M_{h0}$  جرم ظاهری نمونه در آب قبل از یخ‌زدگی؛  
 $M_{sn}$  جرم نمونه اشباع در چرخه  $n$ ام؛  
 $M_{hn}$  جرم ظاهری نمونه در آب در چرخه  $n$ ام.

### ۷-۳-۲-۳ اندازه‌گیری ضریب الاستیسیته دینامیکی

با اندازه‌گیری تغییر ضریب الاستیسیته دینامیکی در طی چرخه‌های یخ‌زدگی-آب‌شدگی، امکان مشخص نمودن بعضی خرابی‌های نمونه از قبیل ریزترک‌ها، ممکن می‌شود. ضریب الاستیسیته دینامیکی (ضریب یانگ) مطابق با استاندارد بند ۲-۸ اندازه‌گیری شود.

لازم است که آزمون‌ها را تا رسیدن به جرم ثابت خشک کرده (به بند ۶-۴ مراجعه کنید) و سپس اندازه‌گیری انجام شود. پس از آن، قبل از اینکه چرخه یخ‌زدگی-آب‌شدگی بعدی آغاز شود، آزمون‌ها را مطابق با بند ۶-۵، دوباره در آب غوطه‌ور سازید.

درصد کاهش ضریب الاستیسیته دینامیکی (ضریب یانگ) با استفاده از معادله ۴ محاسبه می‌شود.

$$\Delta E = \frac{(E_0 - E_n) \times 100}{E_0} \quad (4)$$

که در آن:

$\Delta E$  درصد کاهش ضریب الاستیسیته دینامیکی؛

$E_0$  ضریب الاستیسیته دینامیکی اولیه در شرایط خشک (به بند ۶-۴ مراجعه کنید)، که قبل از آغاز چرخه‌ها اندازه‌گیری شود؛

$E_n$  ضریب الاستیسیته دینامیکی در شرایط خشک (به بند ۶-۴ مراجعه کنید)، که بعد از چرخه  $n$ ام اندازه‌گیری می‌شود.

در حالتی که کاهش ضریب الاستیسیته دینامیکی به ۳۰٪ برسد، باید تعداد چرخه‌ها یادداشت شود.

#### ۷-۳-۲-۳ تخریب آزمون

تا زمانی که تعداد دو آزمون یا بیش‌تر، بر اساس هر یک از معیارهای زیر در دسته آزمون شکسته شده دسته‌بندی شوند، آزمون را ادامه دهید:

- امتیاز بازرسی چشمی به ۳ برسد؛
- کاهش ضریب الاستیسیته دینامیکی به ۳۰٪ برسد.

#### ۸ بیان نتایج

##### ۸-۱ آزمون فنی (آزمون الف)

تغییر در عملکرد، از روی نتایج منحصربه‌فرد با استفاده از روش‌های ارائه شده در استانداردهای مرتبط تعیین می‌شود.

##### ۸-۱ آزمون شناسایی (آزمون ب)

تعداد چرخه‌های کامل شده ( $N_C$ )، دلایل شکست آزمون و نتایج همه اندازه‌گیری‌های قبل از شکست ثبت شود.

#### ۹ گزارش آزمون

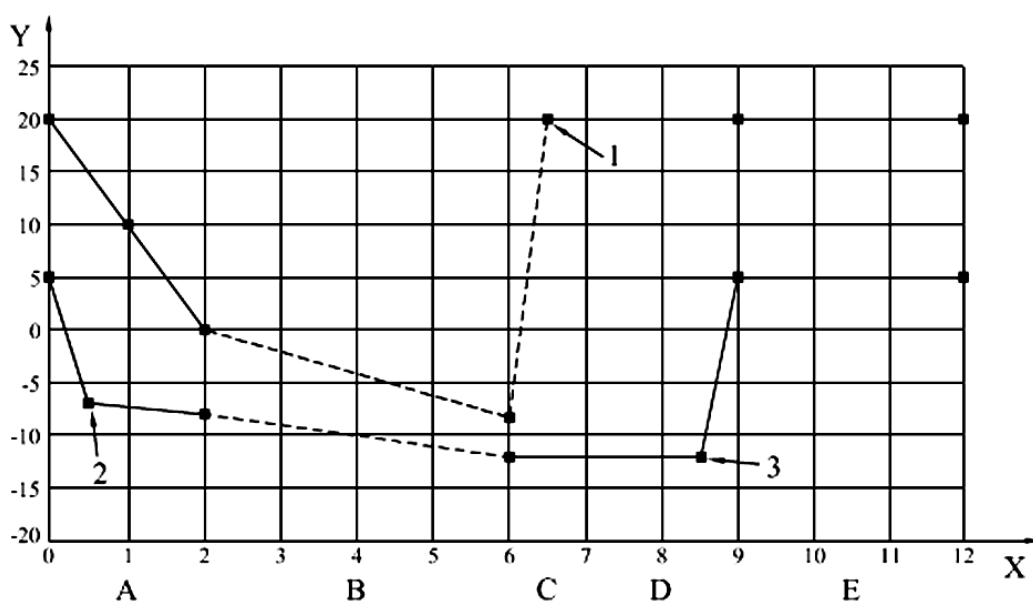
گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- ۹-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۹-۲ شماره شناسایی منحصر به فرد برای گزارش؛

- ۳-۹ شماره، عنوان و تاریخ انجام آزمون؛
- ۴-۹ نام و آدرس آزمایشگاه، یا محلی که آزمون در آنجا انجام شده است (اگر آزمون در جایی غیر از آزمایشگاه انجام شده است)؛
- ۵-۹ نام و آدرس مشتری درخواست کننده آزمون؛
- ۶-۹ درخواست کننده آزمون باید اطلاعات زیر را ارائه نماید:
- ۱-۶-۹ نام علمی سنگ؛
- ۲-۶-۹ نام تجاری سنگ؛
- ۳-۶-۹ کشور و منطقه‌ای برداشت آزمون؛
- ۴-۶-۹ نام تامین کننده؛
- ۵-۶-۹ راستای هر صفحه آنیزو تروپی موجود (اگر وابسته به آزمون باشد)، به وضوح بر روی نمونه یا بر روی هر آزمون آزمون به وسیله دو خط موازی مشخص شود.
- ۶-۶-۹ نام شخص یا سازمانی که نمونه برداری را انجام داده است؛
- ۷-۶-۹ پرداخت سطح آزمون‌ها (اگر وابسته به آزمون باشد)؛
- ۷-۹ تاریخ دریافت نمونه یا آزمون‌ها؛
- ۸-۹ تاریخ آماده شدن آزمون‌ها و تاریخ انجام آزمون؛
- ۹-۹ تعداد آزمون‌ها در نمونه؛
- ۱۰-۹ ابعاد آزمون‌ها؛
- ۱۱-۹ در آزمون فنی :
- درصد تغییر در کارایی آزمون به عنوان نتیجه قرار گرفتن آزمون‌ها در معرض چرخه‌های یخ‌زدگی - آب - شدگی و تعداد چرخه‌های انجام شده.
- ۱۲-۹ در آزمون شناسایی :
- حداکثر تعداد چرخه‌های درخواست شده از سوی مشتری، و تعداد چرخه‌ها قبل از اینکه تخریب آزمون اتفاق افتد.
- ۱۳-۹ بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری‌ها (جایی که مناسب است)؛
- ۱۴-۹ کلیه انحراف معیارها و مقادیر مجاز؛
- ۱۵-۹ اظهار نظرها.
- گزارش آزمون باید حاوی امضا(ها) و سمت مسئولان انجام آزمون و تاریخ ثبت گزارش باشد. هم چنین بیان این نکته ضروری است که گزارش آزمون نباید به صورت ناقص و بدون موافقت آزمایشگاه انجام دهنده آزمون، چاپ و منتشر شود.

## پیوست الف (اطلاعاتی) چرخه‌های آزمون

برای بعضی کاربردهای خاص، مانند یخ‌زدگی در آب، یخ‌زدگی در دمای پائین، یا زمانی که آزمون‌های آزمون در دانه‌های سیلیس غیرمتخلخل محاط شده‌اند، می‌توان از چرخه‌های آزمون متفاوت و مناسب استفاده کرد. در این موارد، می‌توان از روش‌های دیگری پیروی نمود، مشروط بر اینکه مغایرت‌های این روش‌ها، در گزارش آزمون بیان شوند.



راهنما:

۱  $T = 6,5 \text{ h}$  ؛ دما:  $+20^\circ\text{C}$

۲  $T = 0,5 \text{ h}$  ؛ دما:  $-7^\circ\text{C}$

۴  $T = 8,5 \text{ h}$  ؛ دما:  $-12^\circ\text{C}$

A مرحله ۱؛

B مرحله ۲؛

C مرحله ۳؛

D مرحله ۴؛

E مرحله ۵؛

\_\_\_\_\_ حد اعمال شده ناحیه  
----- حد مشخص‌کننده ناحیه

شکل الف-۱- محدوده دماهای مجاز در مرکز آزمون پایش در طی چرخه یخ‌زدگی و آب‌شدگی



کتابنامه  
پیوست ب  
(اطلاعاتی)

- [1] EN 12440:2010 : Natural stone – Denomination criteria  
[2]EN 12670:2010 : Natural stone – Terminology