



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۰۱۵

چاپ اول

اسفند ۱۳۹۲

INSO

17015

1st. Edition

Feb.2014

سنگ طبیعی - تعیین مقاومت خمشی تحت
بار متمرکز - روش آزمون

**Natural Stone - Determination of Flexural
Strength Under Concentrated Load - 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، نهادهای 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 سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و سایل 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 سایل 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 خمشی تحت بار متمرکز - روش آزمون»

رئیس:

منوچهریان، سید محمد امین
(دانشجوی دکتری مهندسی معدن)

شرکت ارجان پی

دبیر:

کولیوند، فرشاد
(دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک سنگ)

دانشگاه لرستان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی نیا، رضا
(کارشناسی مهندسی شیمی)

شرکت پتروسرویس

اعظمی، محمدعلی
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)

معدن مس سونگون اهر

امیری دهنو، مجید
(کارشناسی شیمی محض)

سازمان ملی استاندارد ایران

جوادی، حامد
(کارشناسی مهندسی نفت)

شرکت زمین حفاران کاسیت

حیدری، شهریار
(کارشناسی مهندسی نفت)

شرکت پتروسرویس

دولتشاهی، رضا
(کارشناسی ارشد شیمی)

سازمان ملی استاندارد ایران

رحمانی، علی
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

شرکت زمین حفاران کاسیت

رضایی، محمد
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت سایپا

سپهوند، عزیزاله
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

شرکت سنگ آذرین پارس

شرفی، عنایت اله
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

عزیزی، حمید
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - صنایع گاز)

شرکت پتروسرویس

ندری، کیانوش
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت زمین حفاران کاسیت

نقی پور، رسول
(کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)

شرکت سنگسرای آذربایجان

واعظی پور، محمد رضا
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
د	پیش‌گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و یکاها
۱	۴ اصول آزمون
۲	۵ وسایل
۳	۶ آماده‌سازی آزمون‌ها
۶	۷ روش انجام آزمون
۷	۸ بیان نتایج
۷	۹ گزارش آزمون
۹	۱۰ پیوست الف (الزامی) ارزیابی آماری نتایج
۱۲	۱۱ پیوست ب (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «سنگ طبیعی - تعیین مقاومت خمشی تحت بار متمرکز - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در چهارصد و چهل و ششمین اجلاس کمیته‌ی ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۲/۹/۲۳ 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 مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 12372: 2007, Natural stone test methods - Determination of flexural strength under concentrated load

سنگ طبیعی - تعیین مقاومت خمشی تحت بار متمرکز - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مقاومت خمشی سنگ‌های طبیعی تحت بار متمرکز می‌باشد. همچنین این استاندارد دستوالعمل‌های مربوط به هر دو آزمون شناسایی و آزمون فنی را فراهم آورده است. این استاندارد برای سنگ‌های طبیعی قابل کاربرد 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 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 ساختمانی - واژه‌نامه
2-2 EN 12390 (all parts), Testing concrete: Determination of Compressive strength - Specification for testing machines

۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و یکاها

۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۲-۳ نمادها و یکاها

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

۴ اصول آزمون

اصول این روش آزمون شامل قرار دادن آزمون به روی دو غلطک و اعمال بار تصاعدی بر روی وسط آزمون می‌باشد. بار در لحظه شکست آزمون اندازه‌گیری شود و با استفاده از آن مقاومت خمشی محاسبه می‌شود.

جدول ۱- نمادهای به کار رفته در این استاندارد

نماد	تعریف	واحد
R_{tr}	مقاومت خمشی	مگاپاسکال
F	بار در لحظه شکست	نیوتن
a	نرخ بارگذاری	مگاپاسکال بر ثانیه
V	سرعت بارگذاری	نیوتن بر ثانیه
l	فاصله بین غلطک‌های تکیه‌گاهی	میلی‌متر
B	عرض آزمون مجاور صفحه شکست	میلی‌متر
h	ضخامت آزمون مجاور صفحه شکست	میلی‌متر
L	طول کل آزمون	میلی‌متر

۵ وسایل

۱-۵ ترازو

ترازویی که قادر باشد آزمون را با دقت $\pm 0.1\%$ جرم آزمون، توزین کند.

۲-۵ گرم‌خانه تهویه‌دار

گرم‌خانه تهویه‌دار که توانایی نگهداری آزمون در دمایی معادل $(5 \pm 70)^\circ\text{C}$ را داشته باشد.

۳-۵ ابزار اندازه‌گیری خطی

خط‌کش با دقت 0.105mm .

۴-۵ دستگاه آزمون با نیروی مناسب

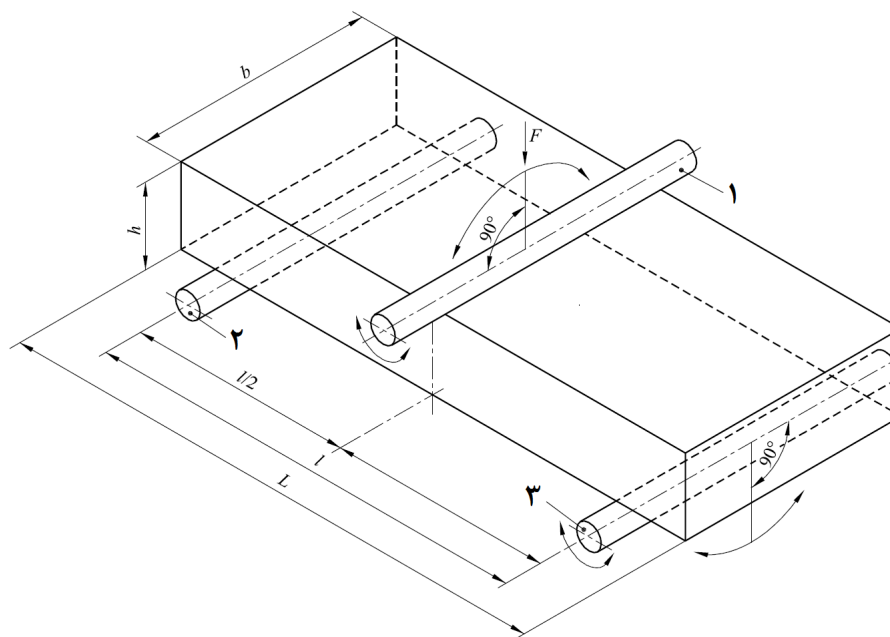
این دستگاه مطابق با استاندارد بند ۲-۲ باشد و مطابق با این استاندارد واسنجی شود.

۵-۵ ابزار اعمال بار

ابزاری برای اعمال بار بر روی آزمون‌ها به صورت بار نقطه‌ای مرکزی است. این دستگاه شامل دو غلطک در پایین (غلطک‌های تکیه‌گاهی) و یک غلطک در بالا (غلطک‌های اعمال بار) می‌باشد، که باید دقیقاً در وسط غلطک‌های تکیه‌گاهی قرار گیرد (شکل ۱ را ببینید). فاصله بین دو غلطک تکیه‌گاهی باید به صورتی که در بند ۲-۲-۶ توصیف شده است، باشد.

۵-۶ اتاق

اتاقی که بتواند دما را در دمای $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ نگه دارد.



راهنما:

۱ غلطک بارگذاری

۲ و ۳ غلطک تکیه‌گاهی

شکل ۱- چیدمان بارگذاری بر روی آزمونه (بارگذاری نقطه‌ای مرکزی)

۶ آماده‌سازی آزمونه

۱-۶ نمونه‌برداری

نمونه‌گیری بر عهده آزمایشگاه انجام دهنده آزمون نمی‌باشد، مگر در مواردی که به طور ویژه درخواست شده باشد. باید حداقل ۱۰ آزمونه از قسمت همگن توده سنگی مورد آزمون، انتخاب شود (بند ۶-۲-۴ را ببینید).

۲-۶ آزمونه‌های آزمون

۱-۲-۶ پرداخت سطح آزمونه

بر اساس مرجع استاندارد، وجوه آزمونه‌ها باید دارای پرداخت سطحی ساییده، مات شده یا صیقلی باشد (برای آزمون شناسایی). در مواردی که بر اساس کاربرد سنگ طبیعی، آزمونه‌های آزمون با سایر پرداخت‌های سطحی (پرداخت سطح حرارتی^۱، ماسه‌پاشی^۲ یا غیره) مورد نیاز باشد، این نوع پرداخت سطحی انجام می‌شود (آزمون فنی). برای آزمون فنی، آزمونه‌های آزمون ممکن است فرآورده‌های نهایی بوده

1 - Flamed
2 - Sandblasted

و یا از فرآورده‌های بریده شده از محصول نهایی باشند. سطح مورد نظر برای استفاده، باید در تماس با دو غلطک تکیه‌گاهی (یعنی نمای آن رو به پایین باشد) قرار داده شود. در همه موارد نوع پرداخت سطح باید در گزارش بیان شود.

۶-۲-۲ ابعاد آزمونه‌ها

برای سنگ‌های دارای دانه‌های با اندازه کمتر از ۲۵mm، ابعاد آزمونه باید $(50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 50\text{ mm})$ باشد.

از سایر ابعاد آزمونه می‌توان استفاده کرد، اما باید الزامات زیر را برآورده کند:

- ضخامت آزمونه (h) باید بین ۲۵mm و ۱۰۰mm بوده، و باید از دو برابر اندازه بزرگ‌ترین دانه‌های سنگ، بزرگ‌تر باشد.
- طول کل (L) باید شش برابر ضخامت آزمونه باشد.
- عرض (b) باید بین ۵۰mm و سه برابر ضخامت آزمونه بوده $(50\text{ mm} \leq b \leq 3h)$ ، و در هیچ موردی نباید کمتر از ضخامت آزمونه باشد.
- فاصله بین غلطک‌های تکیه‌گاهی (l) باید پنج برابر ضخامت آزمونه باشد.

۶-۲-۳ رواداری

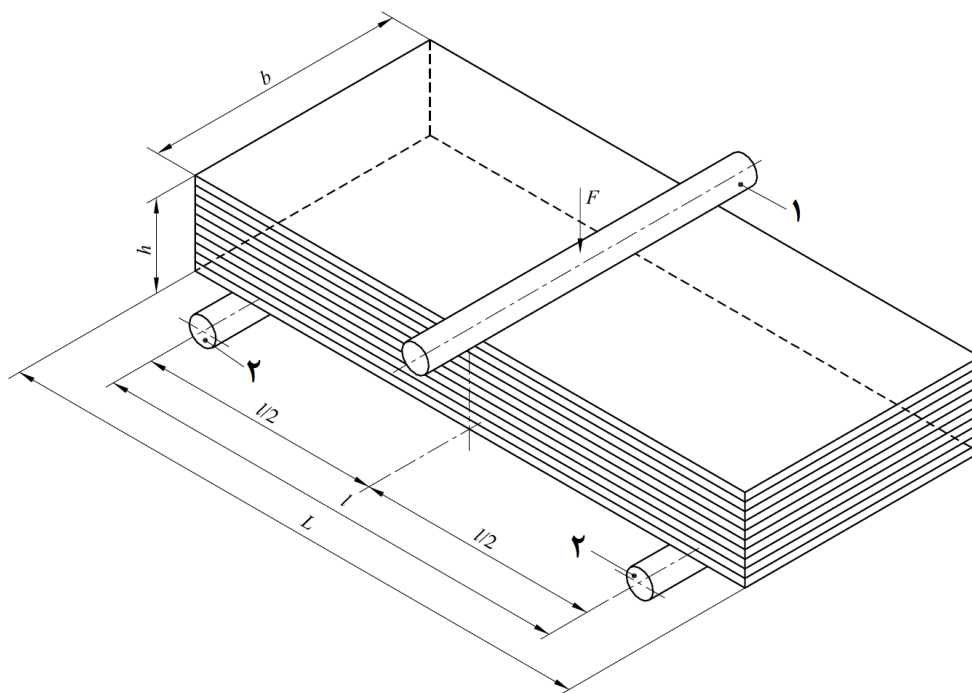
رواداری فاصله بین غلطک‌های تکیه‌گاهی (l)، $\pm 1\text{ mm}$ ابعاد اسمی می‌باشد.

۶-۲-۴ صفحات ناهمسان‌گردی

اگر صفحات ناهمسان‌گردی در سنگ مشاهده شود (مانند لایه‌بندی یا تورق)، آزمونه‌ها باید مطابق با حداقل یکی از چیدمان‌های نشان داده شده در شکل‌های ۲ تا ۴ آماده شده، و راستای صفحات ناهمسان‌گردی به وسیله حداقل دو خط موازی بر روی هر آزمونه مشخص شود.

اگر وضعیت کاربرد سنگ نسبت به موقعیت صفحات ناهمسان‌گردی معلوم باشد، آزمون باید با اعمال نیرو بر روی وجهی که در زمان کاربرد سنگ، تحت بارگذاری قرار می‌گیرد، انجام شود.

اگر وضعیت کاربرد سنگ معلوم نباشد، ولی موقعیت صفحات ناهمسان‌گردی بر روی آزمونه مشخص شده باشد (با استفاده از حداقل دو خط موازی)، آزمون باید مطابق با هر سه چیدمان نشان داده شده در شکل‌های ۲ تا ۴ انجام شود، که در این صورت تعداد کل آزمونه‌ها سه دسته ۱۰ تایی خواهد شد.

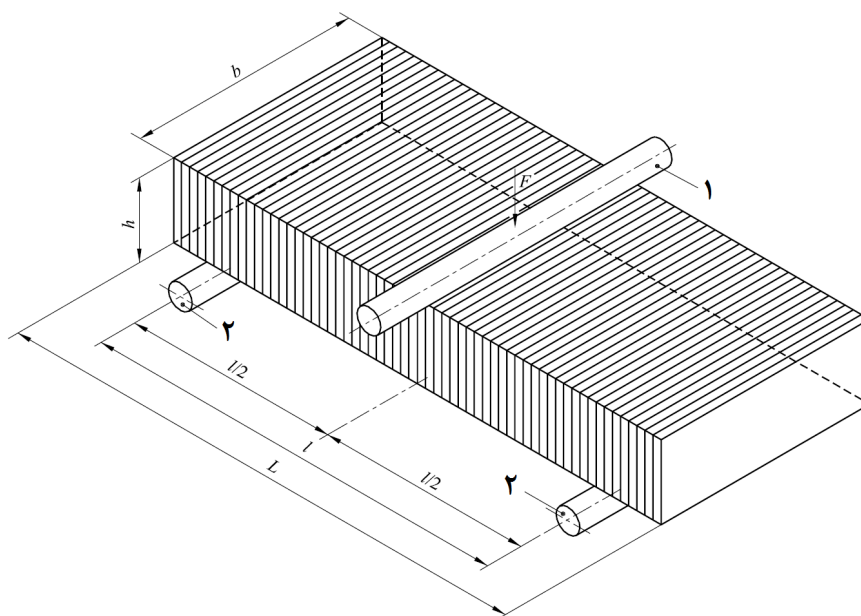


راهنما:

۱ غلطک بارگذاری

۲ غلطک تکیه‌گاهی

شکل ۲- چیدمان آزمون برای آزمون با اعمال بار عمود بر صفحات ناهمسان‌گردی

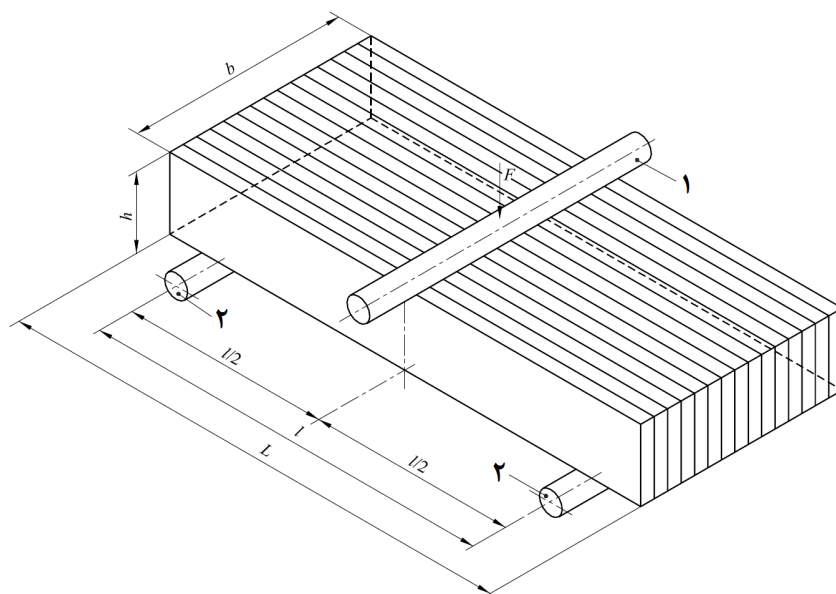


راهنما:

۱ غلطک بارگذاری

۲ غلطک تکیه‌گاهی

شکل ۳- چیدمان آزمون برای آزمون با اعمال بار موازی با صفحات ناهمسان‌گردی



راهنما:

۱ غلطک بارگذاری

۲ غلطک تکیه‌گاهی

شکل ۴- چیدمان آزمون برای آزمون با اعمال بار عمود بر امتداد صفحات ناهمسان‌گردی

۵-۲-۶ شرایط آزمون قبل از آزمون

آزمونه‌ها باید تا رسیدن به یک جرم ثابت، در دمای $(70 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ خشک شوند. رسیدن آزمونه‌ها به یک جرم ثابت زمانی محقق می‌شود که اختلاف بین دو توزین با فاصله زمانی $(24 \pm 2)h$ ، بیش‌تر از 0.1% جرم توزین اول اندازه‌گیری نباشد.

پس از خشک کردن و قبل از آزمودن آزمونه‌ها، باید تا زمان رسیدن آزمونه‌ها به تعادل حرارتی، آن‌ها را در دمای $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ نگه داشت، و آزمون باید در مدت زمان $24h$ بعد از برداشتن آزمونه از گرم‌خانه، انجام شود.

۷ روش انجام آزمون

با استفاده از پارچه، سطح غلطک‌ها را تمیز کنید و هر نوع سنگریزه موجود بر روی وجوه آزمونه، که در تماس با غلطک‌ها قرار می‌گیرد، را بزدایید. آزمونه را در وسط غلطک‌های تکیه‌گاهی قرار دهید (شکل‌های ۱ تا ۴ را ببینید). غلطک بارگذاری را در وسط آزمونه قرار دهید.

بار را با نرخ یکنواخت $(0.25 \pm 0.05) \text{MPa/s}$ افزایش دهید، تا زمانی که آزمونه دچار شکست شود. **یادآوری ۱-** بار در لحظه شکست را با تقریب $10N$ گرد کرده و همچنین محل شکست در آزمونه را یادداشت کنید. عرض و ضخامت آزمونه نزدیک به سطح شکست را اندازه‌گیری کرده و ابعاد را بر حسب میلی‌متر با تقریب 0.1mm بیان کنید. **یادآوری ۲-** نرخ بارگذاری (V) بر حسب نیوتن بر ثانیه (N/s) مورد نیاز است، که برای تعیین آن می‌توان از معادله ۱ استفاده کرد:

$$V = \frac{2abh^2}{3l} \quad (1)$$

که در آن:

- a نرخ بارگذاری بر حسب مگاپاسکال بر ثانیه؛
- b عرض آزمون نزدیک صفحه شکست بر حسب میلی‌متر؛
- h ضخامت آزمون نزدیک صفحه شکست بر حسب میلی‌متر؛
- l فاصله بین غلطک‌های تکیه‌گاهی بر حسب میلی‌متر.

۸ بیان نتایج

مقاومت خمشی هر آزمون (R_{tf}) با استفاده از معادله ۲ محاسبه می‌شود:

$$R_{tf} = \frac{3Fl}{2bh^2} \quad (2)$$

که در آن:

- R_{tf} مقاومت خمشی آزمون بر حسب مگاپاسکال؛
 - F بار در لحظه شکست بر حسب نیوتن؛
 - l فاصله بین غلطک‌های تکیه‌گاهی بر حسب میلی‌متر؛
 - b عرض آزمون نزدیک صفحه شکست بر حسب میلی‌متر؛
 - h ضخامت آزمون نزدیک صفحه شکست بر حسب میلی‌متر.
- نتایج باید بر حسب مگاپاسکال با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال بیان شود. اگر فاصله صفحه شکست تا وسط آزمون، بیش‌تر از ۱۵ درصد فاصله بین غلطک‌های تکیه‌گاهی باشد و/یا درزهایی (رگه، شکاف یا غیره) در این منطقه دیده شود، باید در گزارش آزمون به این موضوع اشاره 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؛
- ۹-۳ شماره، عنوان و تاریخ انجام آزمون؛
- ۹-۴ نام و آدرس آزمایشگاه، یا محل انجام آزمون (اگر آزمون در جایی غیر از آزمایشگاه انجام شده است)؛
- ۹-۵ نام و آدرس مشتری درخواست کننده آزمون؛
- ۹-۶ بر عهده مشتری درخواست کننده آزمون است که اطلاعات زیر را ارایه نماید:
 - ۹-۶-۱ نام علمی سنگ؛
 - ۹-۶-۲ نام تجاری سنگ؛
 - ۹-۶-۳ کشور و منطقه‌ای که آزمون از آنجا استخراج شده است؛
 - ۹-۶-۴ نام تامین کننده؛

- ۵-۶-۹ راستای هر صفحه ناهمسان‌گردی موجود (اگر وابسته به آزمون باشد)، به وضوح بر روی نمونه مشخص شود، یا به وسیله دو خط موازی بر روی هر آزمون مشخص شود.
- ۶-۶-۹ نام شخص یا سازمانی که نمونه‌برداری را انجام داده است؛
- ۷-۶-۹ پرداخت سطح نمونه‌ها (اگر وابسته به آزمون باشد)؛
- ۷-۹ تاریخ دریافت نمونه یا آزمون‌ها؛
- ۸-۹ تاریخ آماده شدن آزمون‌ها (اگر مرتبط باشد) و تاریخ انجام آزمون؛
- ۹-۹ تعداد آزمون‌ها در نمونه؛
- ۱۰-۹ ابعاد آزمون‌ها؛
- ۱۱-۹ پرداخت سطحی آزمون‌ها؛
- ۱۲-۹ نرخ بارگذاری بر حسب مگاپاسکال بر ثانیه با تقریب ۰/۰۵ مگاپاسکال بر ثانیه؛
- ۱۳-۹ برای هر آزمون: عرض و ضخامت مجاور صفحه شکستگی و فاصله بین غلطک‌های تکیه‌گاهی بر حسب میلی‌متر با تقریب ۰/۱mm، راستای نیرو نسبت به هر صفحه ناهمسان‌گردی مطابق با شکل‌های ۲ تا ۴، نیرو در لحظه شکست بر حسب نیوتن با تقریب ۱۰ نیوتن، مقاومت خمشی بر حسب مگاپاسکال با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال، موقعیت شکست و هر ناهنجاری مشاهده شده؛
- ۱۴-۹ برای هر راستای بارگذاری، مقدار متوسط مقاومت خمشی ($\overline{R_{tf}}$) و انحراف معیار، بر حسب مگاپاسکال با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال؛
- ۱۵-۹ هر انحراف از این استاندارد و دلیل انحراف؛
- ۱۶-۹ اظهار نظرها.
- 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 (الزامی) ارزیابی آماری نتایج

الف-۱ هدف

این پیوست الزامی، روشی برای عملیات آماری نتایج به دست آمده از روش آزمون سنگ طبیعی توصیف شده در این استاندارد را ارائه می‌کند.

الف-۲ نمادها و تعاریف

$X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$

مقادیر اندازه‌گیری شده

n

تعداد مقادیر اندازه‌گیری شده

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_i X_i$$

مقدار میانگین

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

انحراف معیار

$$V = \frac{S}{\bar{X}}$$

ضریب پراکندگی (برای مقادیر منفرد)

$$\bar{X}_{\ln} = \frac{1}{n} \sum_i \ln X_i$$

میانگین لگاریتمی

$$S_{\ln} = \pm \sqrt{\frac{\sum (\ln X_i - \bar{X}_{\ln})^2}{n-1}}$$

انحراف معیار لگاریتمی

Max

مقدار حداکثر

Min

مقدار حداقل

$$E = e^{\bar{X}_{\ln} - k_s \cdot S_{\ln}}$$

حداقل مقدار قابل انتظار

k_s (ضریب چارک) در جدول الف ۱ ارائه شده است.

k_s (جدول الف ۱ را ببینید)

ضریب چارک

الف-۳ بررسی آماری نتایج آزمون‌ها

برای محاسبه مقدار میانگین ($\bar{X}$)، انحراف معیار (S) و ضریب پراکندگی (V) یک توزیع نرمال در نظر گرفته شده است.

برای محاسبه حداقل مقدار قابل انتظار (E)، یک توزیع نرمال لگاریتمی در نظر گرفته شده است. حداقل مقدار قابل انتظار متناظر با ۵ درصد چارک توزیع نرمال لگاریتمی برای یک سطح اطمینان ۷۵ درصدی می‌باشد.

ضریب چارک (k_s) بسته به تعداد مقادیر اندازه‌گیری شده، متناظر با ۵ درصد چارک برای سطح اطمینان ۷۵ درصدی می‌باشد.

جدول الف ۱- مقادیر ضریب چارک

n	k_s
۳	۳٫۱۵
۴	۲٫۶۸
۵	۲٫۴۶
۶	۲٫۳۴
۷	۲٫۲۵
۸	۲٫۱۹
۹	۲٫۱۴
۱۰	۲٫۱۰
۱۵	۱٫۹۹
۲۰	۱٫۹۳
۳۰	۱٫۸۷
۴۰	۱٫۸۳
۵۰	۱٫۸۱
⋮	⋮
∞	۱٫۶۴

مثال‌های زیر به روشن شدن روش کمک می‌کند:

مثال ۱

مقدار میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل مقدار شش مقدار اندازه‌گیری شده زیر را محاسبه نمایید.

مقدار اندازه‌گیری شده x	شماره اندازه‌گیری
۲۰۰۰	۱
۲۱۵۰	۲
۲۲۰۰	۳
۲۳۰۰	۴
۲۳۵۰	۵
۲۴۰۰	۶
۲۳۳۳	مقدار میانگین
۱۴۷	انحراف معیار
۲۴۰۰	مقدار حداکثر
۲۰۰۰	مقدار حداقل

مثال ۲

مقدار میانگین، انحراف معیار، ضریب پراکندگی و حداقل مقدار قابل انتظار برای ۱۰ مقدار اندازه‌گیری شده زیر را محاسبه نمایید.

شماره اندازه‌گیری	مقدار اندازه‌گیری شده x	$(\ln X)$
۱	۲۰۰۰	(۷٫۶۰)
۲	۲۱۵۰	(۷٫۶۷)
۳	۲۲۰۰	(۷٫۷۰)
۴	۲۳۰۰	(۷٫۷۴)
۵	۲۳۵۰	(۷٫۷۶)
۶	۲۴۰۰	(۷٫۷۸)
۷	۲۶۰۰	(۷٫۸۶)
۸	۲۷۵۰	(۷٫۹۲)
۹	۲۹۰۰	(۷٫۹۷)
۱۰	۳۱۵۰	(۸٫۰۶)
مقدار میانگین	۲۴۸۰	(۷٫۸۰۷)
انحراف معیار	۳۶۳	(۰٫۱۴۳)
ضریب پراکندگی	۰٫۱۵	

با توجه به جدول الف ۱ برای: $n=10$ ؛ $k_s=2.1$ بنابراین:

حداقل مقدار قابل انتظار ۱۸۱۹

پیوست ب
(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 1936, Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density and of total and open porosity
- [4] EN 12370, Natural stone test methods - Determination of resistance to salt crystallization
- [5] EN 12371, Natural stone test methods - Determination of frost resistance
- [6] EN 12407, Natural stone test methods - Petrographic examination
- [7] EN 12440, Natural stone - Denomination criteria
- [8] EN 12670, Natural stone – Terminology
- [9] EN 13161, Natural stone test methods - Determination of flexural strength under constant moment
- [10] EN 13364, Natural stone test methods - Determination of the breaking load at dowel hole
- [11] EN 13373, Natural stone test methods - Determination of geometric characteristics on units
- [12] EN 13755, Natural stone test methods - Determination of water absorption at atmospheric pressure
- [13] EN 13919, Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by SO₂ action in the presence of humidity
- [14] EN 14066, Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by thermal shock
- [15] EN 14146, Natural stone test methods - Determination of dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency)
- [16] EN 14147, Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by salt mist
- [17] EN 14157, Natural stone test methods - Determination of abrasion resistance
- [18] EN 14158, Natural stone test methods - Determination of rupture energy
- [19] EN 14205, Natural stone test methods - Determination of Knoop hardness
- [20] EN 14231, Natural stone test methods - Determination of slip resistance by means of the pendulum tester
- [21] EN 14579, Natural stone test methods - Determination of sound speed propagation
- [22] EN 14580, Natural stone test methods - Determination of static elastic modulus
- [23] EN 14581, Natural stone test methods - Determination of linear thermal expansion coefficient