



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۹۳۸

چاپ اول

آذر ۱۳۹۲

INSO

16938

1st. Edition

Dec.2013

سنگ ساختمانی - تعیین سختی نوپ - روش  
آزمون

**Dimension Stone- Determination of Knoop  
Hardness - 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 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 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 آنها اعطا و بر عملکرد آنها 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

### «سنگ ساختمانی - تعیین سختی نوپ - روش آزمون»

#### رئیس:

واعظی پور، محمد رضا  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

#### سمت و/یا نمایندگی

مدیر کل اداره استاندارد استان لرستان

#### دبیر:

شرفی، عنایت اله  
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

رئیس اداره استاندارد شهرستان بروجرد

#### 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)

کارشناس اداره کل استاندارد استان لرستان

جوادی، حامد  
(کارشناسی مهندسی نفت)

شرکت زمین حفاران کاسیت

حیدری، شهریار  
(کارشناسی مهندسی نفت)

شرکت پتروسرویس

دولت‌شاهی، رضا  
(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان اصفهان

رحمانی، علی  
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

شرکت زمین حفاران کاسیت

رضایی، محمد  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت سایپا

سپهوند، عزیزاله  
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

مدیر عامل شرکت سنگ آذرین پارس

شرکت پتروسرویس

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

شرکت بهار رایانه

کولیوند، داود  
(کارشناسی مهندسی کامپیوتر)

دانشگاه لرستان و شرکت نیمرخ

کولیوند، فرشاد  
(دانشجوی دکترای مهندسی مکانیک سنگ)

شرکت زمین حفاران کاسیت

کولیوند، محمود  
(کارشناسی مهندسی کامپیوتر)

شرکت سایپا

کیانی، علی  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت ارجان پی

منوچهریان، سید محمد امین  
(دانشجوی دکتری مهندسی معدن)

شرکت زمین حفاران کاسیت

ندری، کیانوش  
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت سنگسرای آذربایجان

نقی پور، رسول  
(کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)

## 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
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ وسایل
۲	۶ آماده‌سازی آزمون‌ها
۳	۷ روش انجام آزمون
۴	۸ بیان نتایج
۵	۹ گزارش آزمون

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگ ساختمانی - تعیین سختی نوپ - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در چهارصد و چهل و هفتمین اجلاس کمیته 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 14205: 2003, Dimension stone test methods - Determination of Knoop hardness

## سنگ ساختمانی - تعیین سختی نوپ - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین سختی کانی‌های سنگ ساختمانی با استفاده از هرم الماس نوپ<sup>۱</sup> می‌باشد. این روش به طور ویژه در مورد سنگ‌های کربناته مفید است. این استاندارد برای سنگ‌های ساختمانی کاربرد دارد.

### 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: سال ۱۳۸۴، سنگ‌های تزئینی و نما- واژه‌نامه

### ۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و یکاها

#### ۲-۳ 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 ارایه شده‌اند.

### ۴ اصول آزمون

بعد از ایجاد یک سری دندانان با استفاده از هرم الماس نوپ، مقادیر متناظر با ریزسختی‌های نوپ محاسبه شده و توزیع ریزسختی‌ها ارایه می‌شود.

جدول ۱- نمادهای به کار رفته در این استاندارد

نماد	تعریف	واحد
$P$	بار روی هرم الماس	نیوتن
$L$	طول قطر بزرگ دندانه	میلی‌متر
$HK$	ریزسختی نوپ	مگاپاسکال
$HK_{25}$	ریزسختی نوپ متناظر با فراوانی تجمعی ۲۵٪ (یک چهارم پایین)	مگاپاسکال
$HK_{50}$	ریزسختی نوپ متناظر با فراوانی تجمعی ۵۰٪ (مقدار میانگین)	مگاپاسکال
$HK_{75}$	ریزسختی نوپ متناظر با فراوانی تجمعی ۷۵٪ (یک چهارم بالا)	مگاپاسکال

## ۵ وسایل

### ۵-۱ ریزسختی سنج

ریزسختی‌سنجی که ضرورتاً از قسمت‌های زیر تشکیل شده باشد.

- ۵-۱-۱ ننگه‌دارنده نمونه با مکانیزمی برای حرکت افقی در دو جهت متعامد با استفاده از پیچ‌های قابل تنظیم، که مقدار حرکت را اندازه‌گیری نماید؛
- ۵-۱-۲ هرم الماس نوپ (شکل ۱ را ببینید)؛
- ۵-۱-۳ وزنه‌های قابل تعویض، از ۰٫۱ تا ۵٫۰ نیوتن؛
- ۵-۱-۴ ابزاری برای اعمال بار بر روی هرم الماس با سرعت‌های مختلف؛
- ۵-۱-۵ میکروسکوپ دارای ریزسنج برای اندازه‌گیری عرض و طول دندانه با دقت ۰٫۵ میکرومتر.

## ۶ آماده‌سازی آزمونه‌ها

### ۶-۱ نمونه برداری

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

### ۶-۱ تعداد آزمونه‌ها

باید حداقل یک قسمت صیقل داده شده با ابعاد تقریبی عرض ۲۰mm، طول ۳۰mm و ضخامت ۱۰mm از آزمونه آماده شود. می‌توان از اندازه‌های دیگر نیز استفاده نمود به شرطی که فضای کافی بر روی وجه صیقل داده شده برای ایجاد دندانه‌های متوالی وجود داشته باشد.

در مورد سنگ‌های دارای صفحات ناهمسان‌گردی<sup>۱</sup> (مثلاً لایه‌بندی، فولیاسون<sup>۱</sup>) باید حداقل دو قسمت صیقل داده شده آماده شود: یک قسمت با وجه صیقل داده شده موازی با صفحات ناهمسان‌گردی و بخش دیگر عمود بر صفحات ناهمسان‌گردی باشد.

1 - Anisotropic



در مورد سنگ‌های بسیار دانه درشت ناهمگن، برای استفاده از چندین قسمت از ابعاد استاندارد، ضروری است که قسمت بزرگ‌تری نسبت به آنچه در قبل توصیف شد و یا حداقل معادل با آن آماده شود، (چنان که به طور شایسته معرف آزمون باشد).

## ۷ روش انجام آزمون

آزمون شامل موارد زیر است:

۷-۱ ایجاد دندانها به صورت زیر انجام شود:

الف) تعداد ۲۰ دندان در یک راستا و با فاصله یک میلی‌متر از هم، برای سنگ‌های نوع ریزدانه و دارای یکنواختی چشمی؛

ب) سه سری دندان (۱۰+۱۰+۲۰) برای سنگ‌های ناهمگن، متوسط دانه یا درشت دانه، که در هر سری فاصله بین دندانها یک میلی‌متر باشد.

ج) هشت سری دندان ۱۰ تایی برای سنگ‌های خیلی ناهمگن یا خیلی درشت دانه؛ که در هر سری فاصله بین دندانها نباید کم‌تر از دو میلی‌متر باشد.

۷-۲ روش انجام آزمون به صورت زیر است:

۷-۲-۱ وزنه انتخاب شده (بند ۵ را ببینید) را بر روی صفحه اعمال بار قرار دهید.

یادآوری- برای همه انواع سنگ‌ها بار یکسانی اعمال کنید (بار اعمالی توصیه شده ۱/۹۶N می‌باشد، زیرا این بار می‌تواند در همه انواع سنگ‌های سخت و نرم، دندان قابل اندازه‌گیری ایجاد کند).

۷-۲-۲ آزمون را بر روی نگه‌دارنده نمونه قرار داده و با استفاده از عدسی میکروسکوپ بر روی موقعیت آن تمرکز کنید.

۷-۲-۳ از یک نگه‌دارنده دو مرحله‌ای برای آوردن (انتقال دادن) نقطه انتخاب شده به محل نقطه اول توالی تصادفی ۲۰ دندانهای در ردیف دندانگذاری در مرکز صفحه استفاده کنید. برای سنگ‌های با ناهمسانگرد چشمی<sup>۱</sup>، یک چیدمان عمود بر صفحات ناهمسانگری انتخاب کنید.

۷-۲-۴ برای ایجاد دندانها بر روی اولین نقطه توالی، عدسی میکروسکوپ را چرخانده و مکانیزم سقوط خودکار دندانگذار را فعال کنید.

یادآوری- سرعت اعمال بار برای همه انواع سنگ یکسان باشد (سرعت توصیه شده سرعتی است که بتواند اعمال بار ۱/۹۶N را در مدت زمان ۴۰s کامل کند).

---

1 - Foliation

2 - Visibly anisotropic

۵-۲-۷ یک مرتبه بار را اعمال کرده و دندانگذار را بردارید، عدسی میکروسکوپ را بر روی موقعیت عملیاتی چرخانده و تمرکز کرده و سپس طول قطر بزرگ دندان را با استفاده از مقیاس مدرج میکروسکوپ اندازه‌گیری کنید.

۶-۲-۷ با استفاده از نگه‌دارنده دو مرحله‌ای، نگه‌دارنده نمونه را یک میلی‌متر در جهت انتخاب شده برای تنظیم اندازه‌گیری‌ها حرکت دهید، در این حالت دندانگذار در موقعیت نقطه دوم برای دندانگذار قرار دارد. برای سنگ‌های دانه‌ریز با یکنواختی چشمی<sup>۱</sup>، عملیات بالا را تا زمانی تکرار کنید که ۲۰ دندان ایجاد شده و اندازه‌گیری شده باشد.

یادآوری - به منظور اجتناب از تعیین موقعیت‌های غیرتصادفی (مثلاً عمده‌های ناخودآگاه)، بدون نگاه کردن با میکروسکوپ، دندانگذار نگه‌دارنده نمونه را یک میلی‌متر بین اندازه‌گیری اول و بعدی حرکت دهید.

۷-۲-۷ در مورد سنگ‌های ناهمگن، متوسط دانه و درشت دانه، دو سری دیگر اندازه‌گیری ۱۰ تایی با فاصله یک میلی‌متر از هم و در جهت‌های متفاوت از جهت اول ایجاد کنید (برای هر ۴۰ دندان).

۸-۲-۷ در مورد سنگ‌های خیلی ناهمگن یا درشت دانه، لازم است که یک مجموعه دندان ۴۰ تایی دیگر بر روی سایر نمونه‌ها یا بر روی همان نمونه ایجاد شود (البته اگر از نمونه با ابعاد سطح صیقل داده شده بزرگ‌تری استفاده شود). در هر دو مورد فاصله بین دندانها نباید کم‌تر از دو میلی‌متر باشد.

## ۸ بیان نتایج

برای هر دندان سختی نوپ (HK) بر حسب مگاپاسکال با استفاده از معادله ۱ بیان می‌شود:

$$HK = 14.23 \frac{P}{L^2} \quad (1)$$

که در آن:

$P$  بار اعمالی بر روی دندانگذار بر حسب نیوتن؛

$L$  طول قطر بزرگ دندان ایجاد شده توسط دندانگذار بر حسب میلی‌متر.

مقادیر سختی به دست آمده به ترتیب صعودی مرتب شده و به ازای ترتیب (آرایش) رتبه‌ای<sup>۲</sup> رسم شوند. مقیاس افقی می‌تواند بر حسب درصد نیز مدرج شود: این حالت نموداری از فراوانی تجمعی مقادیر ریزسختی سنگ‌ها ارائه می‌کند (نمودار توزیع سختی، شکل ۲ را ببینید). بخش‌های موازی نمودار (یا شبه‌موازی) نسبت به افق، تطابق مولفه‌ها با مقادیر سختی خوب تعریف شده را نشان می‌دهد، در حالی که قسمت‌های شیب‌دار نمودار تطابق مولفه‌ها با مقادیر سختی را نشان می‌دهد که به صورت تدریجی بین دو مقدار متفاوت متغیر هستند.

1 - Visually uniform

2 - Order of rank

نمودار توزیع سختی اطلاعات خیلی دقیق تری را در مورد سختی سنگ ارایه می‌دهد؛ به هر حال به منظور مقایسه، به منظور این که مرجعی برای مقادیر ویژه زیر ایجاد شود، بیان ترکیبی تر از نتایج نیاز است (شکل ۲ را ببینید):

الف- مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۲۵٪ (یک چهارم پایین)

ب- مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۵۰٪ (مقدار میانگین)

ج- مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۷۵٪ (یک چهارم بالا)

یادآوری- نسبت بین HL75 و HK25 بر یکنواختی سنگ از نقطه نظر سختی دلالت دارد: نزدیک بودن این نسبت به یک، یکنواختی بیشتر سنگ را نشان می‌دهد.

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

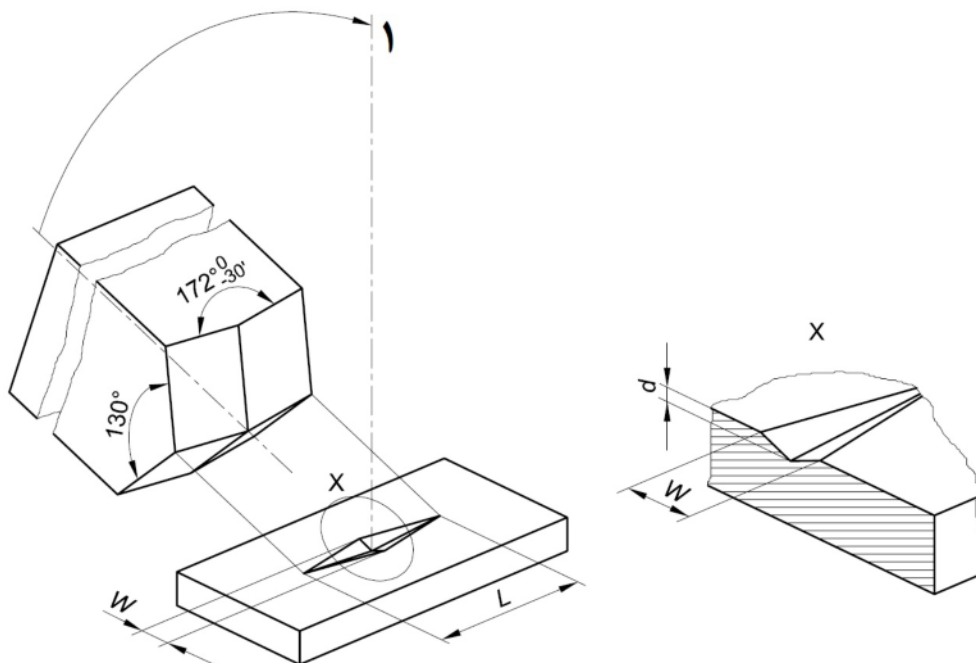
- ۱-۹ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۲-۹ شماره شناسایی منحصر به فرد برای گزارش؛
- ۳-۹ شماره، عنوان و تاریخ انجام آزمون؛
- ۴-۹ نام و آدرس آزمایشگاه، یا محل انجام آزمون (اگر آزمون در جایی غیر از آزمایشگاه انجام شده است)؛
- ۵-۹ نام و آدرس مشتری درخواست کننده آزمون؛
- ۶-۹ بر عهده مشتری درخواست کننده آزمون است که اطلاعات زیر را ارایه نماید:
  - ۱-۶-۹ نام علمی سنگ؛
  - ۲-۶-۹ نام تجاری سنگ؛
  - ۳-۶-۹ کشور و منطقه‌ای که نمونه از آنجا استخراج شده است؛
  - ۴-۶-۹ 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 نمونه 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 صیقل دادن بخش(ها)، تاریخ دریافت نمونه یا نمونه‌ها؛
  - ۸-۹ تاریخ آماده شدن نمونه‌ها و تاریخ انجام آزمون؛
  - ۹-۹ تعداد و جهت قسمت‌های صیقل داده شده؛
  - ۱۰-۹ جهت هر وجه صیقل داده شده از هر قسمت نسبت به صفحات ناهمسان‌گردی؛
  - ۱۱-۹ بار اعمالی بر روی دندانگذار و نرخ بارگذاری؛
  - ۱۲-۹ مقادیر ریزسختی منفرد (HK)، محاسبه شده بر اساس توالی اندازه‌گیری‌های ۲۰ تا ۴۰ تایی یا ۸۰ تایی، و نمودار فراوانی تجمعی (نمودار توزیع سختی)؛
  - ۱۳-۹ مقدار میانگین مقادیر ریزسختی منفرد (HK)؛

۹-۱۴ مقادیر ریزسختی ویژه: HK25 (یک چهارم پایین)، HK50 (مقدار میانگین)، HK75 (یک چهارم بالایی)

۹-۱۵ کلیه انحراف معیارها و مقادیر مجاز؛

۹-۱۶ اظهار نظرها.

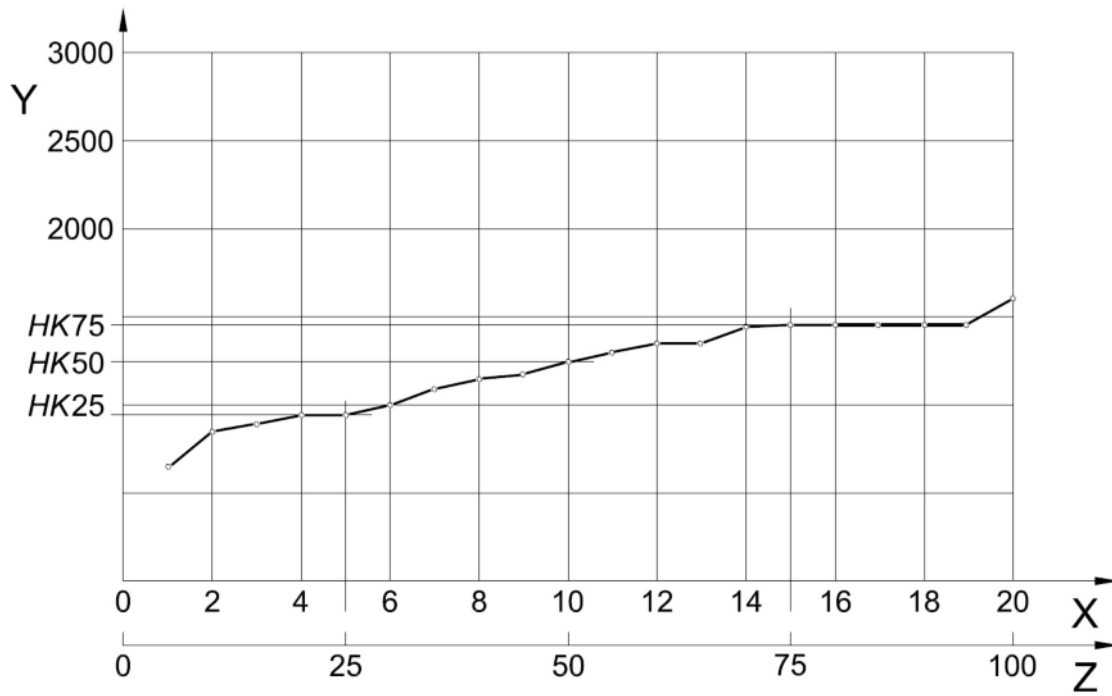
گزارش آزمون باید حاوی امضا(ها) و سمت مسیولان انجام آزمون و تاریخ ثبت گزارش باشد. هم چنین بیان این نکته ضروری است که گزارش آزمون نباید به صورت ناقص و بدون موافقت آزمایشگاه انجام دهنده آزمون، چاپ و منتشر شود.



راهنما:

- ۱ موقعیت قرارگیری؛
- L طول دندان؛
- W عرض دندان؛
- d عمق دندان.

شکل ۱- هرم الماس نوپ و دندان آن



(الف)

راهنما:

X n (ترتیب (آرایش) رتبه‌ای مقادیر ریزسختی)

Y HK (ریزسختی نوپ بر حسب مگاپاسکال)

Z F (فراوانی تجمعی بر حسب درصد)

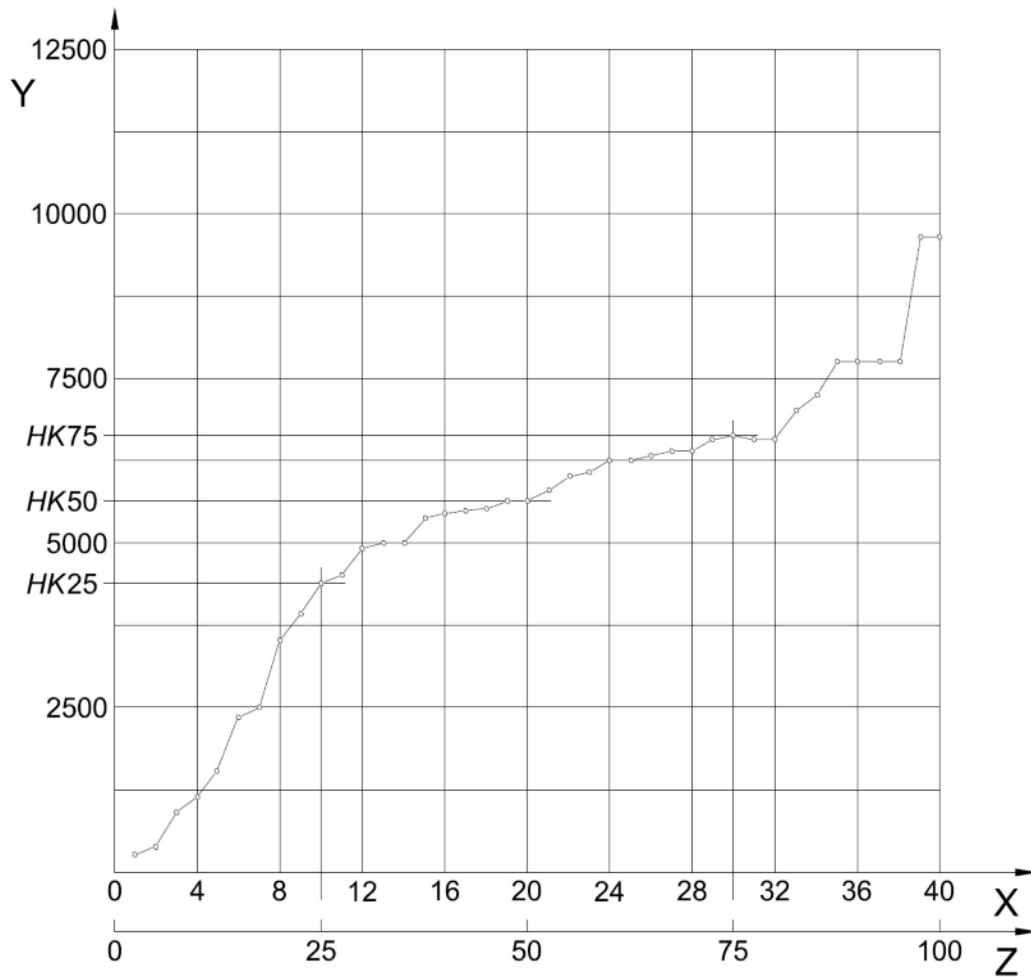
HK25 مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۲۵٪ (یک چهارم پایین)

HK50 مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۵۰٪ (مقدار میانگین)

HK75 مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۷۵٪ (یک چهارم بالا)

الف) برای سنگ‌های ریزدانه یکنواخت چشمی (مانند سنگ مرمر)

شکل ۲- نمایش نتایج آزمون ریزسختی (نمودار توزیع سختی)



(ب)

راهنما:

X n (ترتیب آرایش) رتبه‌ای مقادیر ریزسختی)

Y HK (ریزسختی نوپ بر حسب مگاپاسکال)

Z F (فراوانی تجمعی بر حسب درصد)

HK25 مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۲۵٪ (یک چهارم پایین)

HK50 مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۵۰٪ (مقدار میانگین)

HK75 مقدار ریزسختی متناظر با فراوانی تجمعی ۷۵٪ (یک چهارم بالا)

یادآوری- مقادیر ریزسختی به ترتیب صعودی رسم شده‌اند، نه به ترتیب انجام اندازه‌گیری.

(ب) برای سنگ‌های دانه متوسط یا درشت دانه غیر یکنواخت (مانند گرانیت)

ادامه شکل ۲- نمایش نتایج آزمون ریزسختی (نمودار توزیع سختی)