



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization



استاندارد ملی ایران
۱۶۰۸-۳
تجدید نظر اول
۱۴۰۱

INSO
1608-3
1st Revision
2023

Identical with
EN 12390-3: 2019

بتن سخت شده- قسمت ۳: تعیین مقاومت
فشاری آزمون‌ها- روش آزمون

Hardened concrete—
Part 3: compressive strength of test
specimens— Test method

ICS: 91.100.30

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@inso.gov.ir

وبگاه: <http://www.inso.gov.ir>

Iran National Standards Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@inso.gov.ir

Website: <http://www.inso.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های 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، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می شود 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 کند. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری کند. 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 واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، 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 Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«بتن سخت شده - قسمت ۳: تعیین مقاومت فشاری آزمون‌ها - روش آزمون»

رئیس:

فرهاد احمدنیا

(کارشناس ارشد مهندسی عمران - خاک و پی)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک - عضو کمیته فنی

متناظر TC 71

دبیر:

زمانی‌فر، الهام

(دکتری شیمی - شیمی معدنی)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسماعیلی طاهری، محسن

(کارشناس ارشد مهندسی عمران - ژئوتکنیک)

شرکت عمران دشت فراساز

امینیان، نیما

(دکتری مهندسی عمران)

انجمن بتن ایران - عضو کمیته فنی متناظر

TC 71

ایار، پویان

(دکتری مهندسی عمران - راه و ترابری)

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

پرویزی، سعید

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - راه و ترابری)

شرکت پرشیا قیر توس

پورعبدالله، هادی

(کارشناسی شیمی کاربردی)

قیران پخش ستاره ایرانیان

حسین‌پور، محمد

(دکتری مهندسی عمران - راه و ترابری)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

خانی، حامد

(دکتری مهندسی عمران - راه و ترابری)

عضو هیئت علمی دانشگاه یزد

ذوقی، فاطمه

(کارشناسی شیمی کاربردی)

شرکت پالایش حصار مهران

رسولی، بهزاد

(کارشناسی صنایع شیمیایی)

شرکت نفت پاسارگاد

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس قاسمی، امیرمازیار
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

زنگانه، حامد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری)

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

صاعدی، هومن
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه‌های هیدرولیکی)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

محمدی، زهرا
(کارشناسی ارشد زمین‌شناسی-زمین‌شناسی مهندسی)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

محمودی‌نیا، نادر
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مهاجرانی، نیکوسادات
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

ویراستار:

عباسی رزگله، محمدحسین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- مدیریت ساخت)

سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول
۲	۵ دستگاه
۲	۶ آزمون‌ها
۲	۷ روش اجرای آزمون
۴	۸ بیان نتایج
۴	۹ گزارش آزمون
۷	۱۰ دقت
۹	پیوست الف (الزامی) اصلاح آزمون‌ها
۱۵	پیوست ب (الزامی) روش آزمون برای آزمون‌هایی که ابعاد آن مطابق با رواداری اندازه انتخابی بیان شده در استاندارد EN 12390-1 نمی‌باشد.
۱۹	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن سخت شده- قسمت ۳: تعیین مقاومت فشاری آزمون‌ها- روش آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۹۳ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هزار و هفدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۲۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۶۰۸: سال ۱۳۹۳ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد منطقه ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد منطقه ای مزبور است:

EN 12390-3: 2019, Testing hardened concrete— Part 3: Compressive strength of test specimens

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای شماره ۱۶۰۸ با عنوان بتن سخت شده است، سایر قسمت‌های این مجموعه به شرح زیر است:

- قسمت ۱: شکل، ابعاد و سایر الزامات آزمون‌ها و قالب‌ها؛
- قسمت ۲: ساخت و عمل‌آوری آزمون‌ها برای آزمون‌های مقاومت.
- Part 4: Testing hardened concrete. Compressive strength. Specification for testing machines;
- Part 5: Testing hardened concrete. Flexural strength of test specimens;
- Part 6: Testing hardened concrete. Tensile splitting strength of test specimens;
- Part 7: Testing hardened concrete. Density of hardened concrete;
- قسمت ۸: تعیین عمق نفوذپذیری بتن سخت تحت فشار آب-روش آزمون؛
- Part 9: Testing hardened concrete :Freez-thaw resistance with de-icing salts. Scaling;
- قسمت ۱۰: تعیین مقاومت بتن در برابر کربناسیون بر حسب سطوح کربن‌دی‌اکسید جوی؛
- Part 11: Testing hardened concrete. Determination of the chloride resistance of concrete, unidirectional diffusion
- Part 12: Testing hardened concrete. Determination of the carbonation resistance of concrete. Accelerated carbonation method
- Part 13: Testing hardened concrete. Determination of secant modulus of elasticity in compression
- Part 14: Testing hardened concrete. Semi-adiabatic method for the determination of heat released by concrete during its hardening process
- Part 15: Testing hardened concrete. Adiabatic method for the determination of heat released by concrete during its hardening process
- Part 16: Testing hardened concrete. Determination of the shrinkage of concrete
- Part 17: Testing hardened concrete. Determination of creep of concrete in compression
- Part 18: Testing hardened concrete. Determination of the chloride migration coefficient
- Part 19: Testing of hardened concrete. Determination of electrical resistivity.
- قسمت ۱۲۲: تعیین مقاومت بتن در برابر کربناسیون بر حسب سطوح کربن‌دی‌اکسید جوی.

بتن سخت شده- قسمت ۳: تعیین مقاومت فشاری آزمون‌ها- روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری مقاومت فشاری آزمون‌های بتن سخت شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 EN 197-1, Cement— part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۵۱۸: سال ۱۳۹۳، سیمان- قسمت ۱: ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 197-1:2011 تدوین شده است.

2-2 EN 12350-1, Testing fresh concrete— Part 1: Sampling and moulds

2-3 EN 12390-1, Testing hardened concrete— Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۰۸: سال ۱۴۰۱، بتن سخت شده- قسمت ۱: شکل، ابعاد و سایر الزامات آزمون‌ها و قالب‌ها، با استفاده از استاندارد EN 12390-1:2021 تدوین شده است.

2-4 EN 12390-2: Testing hardened concrete— Part 2: Making and curing specimens for strength tests

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۰۸: سال ۱۴۰۱، بتن سخت شده- قسمت ۲: ساخت و عمل‌آوری آزمون‌ها برای آزمون مقاومت، با استفاده از استاندارد EN 12390-2: 2019 تدوین شده است.

2-5 EN 12390-4, Testing hardened concrete— Part 4: Compressive strength— Specification for testing machines

2-6 EN 12390-7, Testing hardened concrete— Part 7: Density of hardened concrete

2-7 EN 12504-1, Testing concrete in structures— Part 1: Cored specimens— Taking, examining and testing in compression

2-8 ISO 3310-1, Test sieves; technical requirements and testing— Part 1: Test sieves of metal wire cloth

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۰۰۲: سال ۱۳۹۵، الک های آزمون- الزامات فنی و آزمون- قسمت ۱: الک های آزمون با تور سیمی فلزی، با استفاده از استاندارد 2019: EN 12390-2 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف^۱

اصطلاحات و تعاریف خاصی در این استاندارد وجود ندارد.

۴ اصول

در این روش تا لحظه گسیختگی^۲ با دستگاه آزمون مطابق با استاندارد EN 12390-4، بر آزمون بار اعمال می شود. حداکثر بار تحمل شده توسط آزمون را ثبت کرده، سپس مقاومت فشاری بتن محاسبه می شود.

۵ دستگاه

دستگاه آزمون مقاومت فشاری باید مطابق با استاندارد EN 12390-4 باشد.

۶ آزمون ها

آزمون ها باید مکعبی، استوانه ای یا مغزه گیری شده طبق الزامات استاندارد EN 12350-1، استاندارد EN 12390-1، استاندارد EN 12390-2 یا استاندارد EN 12504-1 باشند.

اگر ابعاد یا شکل آزمون ها مطابق الزامات استاندارد EN 12390-1 نمی باشد و از رواداری های ارائه شده در این استاندارد تجاوز می کند، آن ها را رد، اصلاح یا طبق روش ارائه شده در پیوست ب آزمون کنید.

اصلاح آزمون باید مطابق با یکی از روش های بیان شده در پیوست الف انجام شود.

در صورت انجام آزمون روی آزمون های آسیب دیده یا با سطح کرمو شده^۳ شرایط باید در گزارش آزمون (زیربند پ، بند ۹) یادداشت شود.

۷ روش اجرای آزمون

۷-۱ آماده سازی آزمون و قراردادن در دستگاه آزمون

سطوح برابر در آزمون مکعبی، باید سطوح قالب گیری شده و در آزمون های استوانه ای، آزمون های اصلاح شده یا مغزه گیری شده باید سطوح ساییده شده یا کلاhek گذاری شده (مطابق با پیوست الف) باشند. آزمون ها

۱- پایگاه داده های واژگان IEC و ISO برای استاندارد سازی در وبگاه های <https://www.iso.org/obp> و <https://www.electropedia.org/>

قابل دسترس است.

2- Failure

3- Honeycombed

پس از خارج شدن از شرایط عمل‌آوری، باید در کوتاه‌ترین زمان (بازه زمانی حداکثر ۱۰ h) تحت آزمون تعیین مقاومت فشاری قرار گیرند. دستگاه آزمون باید در دمای 20 ± 5 °C یا (25 ± 5) °C در آب و هوای گرم قرار گیرد. در صورتی که آزمون‌ها بیش از ۴ h در محل آزمون بماند باید از طریق پوشش به‌وسیله پارچه کرباسی خیس یا غشاء نفوذناپذیر، در برابر از دست دادن رطوبت محافظت شوند.

تمام سطوح فک دستگاه آزمون را تمیز کنید و ذرات سست و زبری که روی سطح آزمون چسبیده و در تماس با فک دستگاه آزمون قرار می‌گیرد را پاک کنید.

بین آزمون و فک‌های دستگاه آزمون از هیچ نوع پرکننده‌ای به جز صفحات کمکی یا بلوک‌های پرکننده (فاصله دهنده)، استفاده نکنید (به استاندارد EN 12390-4 مراجعه شود).

در دستگاه‌های آزمون دو ستونی، آزمون‌های مکعبی را به گونه‌ای در دستگاه قرار دهید که سطح پرداخت شده آزمون در تماس با صفحات دستگاه نبوده و رو به یکی از ستون‌ها قرار گیرد.

قبل از قرار دادن آزمون در دستگاه آزمون، رطوبت اضافی را از روی سطوح آن پاک کنید.

آزمون‌های مکعبی را به گونه‌ای در دستگاه آزمون قرار دهید تا بار، عمود بر جهت قالب‌گیری اعمال شود.

آزمون را درست در مرکز فک زیرین با صحت ۱٪ اندازه انتخابی آزمون مکعبی یا قطر انتخابی آزمون استوانه‌ای قرار دهید.

اگر از صفحات کمکی استفاده می‌کنید آن‌ها را با سطح بالایی و پایینی آزمون در یک راستا قرار دهید.

۷-۲ اعمال بار

نرخ ثابت بارگذاری را برای آزمون‌های مکعبی در محدوده 0.2 ± 0.6 MPa/s^۱ و انتخاب کنید. پس از اعمال بار اولیه که تقریباً از ۳۰٪ بار گسیختگی آزمون بیشتر نیست، بار را بدون شوک به آزمون اعمال کرده، به‌طور پیوسته با رواداری ($\pm 10\%$) نرخ بارگذاری انتخاب شده تا لحظه‌ای که آزمون نتواند بار بیشتری را تحمل کند، بار را افزایش دهید.

بار اولیه باید تا حد ممکن نزدیک به نرخ بارگذاری انتخابی باشد.

هنگام استفاده از دستگاه‌های آزمون که نرخ بارگذاری آن‌ها دستی کنترل می‌شوند، از کاهش نرخ انتخابی بارگذاری دستگاه در نزدیکی نقطه گسیختگی آزمون با تنظیم مناسب شیر کنترل‌کننده نرخ بارگذاری، جلوگیری کنید. هنگام مراحل نهایی آزمون، نرخ بارگذاری می‌تواند تحت تأثیر حالت^۲ گسیختگی آزمون قرار گیرد. در هر صورت باید تلاش شود تا نرخ بارگذاری انتخابی تا جای ممکن حفظ شود. حداکثر بار نشان داده شده را به kN یادداشت کنید.

۱- مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸ برای آزمون‌های استوانه‌ای در محدوده 0.5 ± 0.25 MPa/s را انتخاب کنید.

یادآوری- برای راهنمایی بیشتر نرخ‌های بارگذاری بتن‌هایی با مقاومت مکعبی کمتر از ۲۰ MPa و بیشتر از ۸۰ MPa، به آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های ملی می‌توان مراجعه کرد.

۳-۷ ارزیابی نوع گسیختگی

مثال‌هایی از حالت‌های مختلف گسیختگی آزمون که معرف انجام مناسب آزمون می‌باشد، در شکل ۱ (برای آزمون‌های مکعبی) و در شکل ۳ (برای آزمون‌های استوانه‌ای) نشان داده شده است.

مثال‌هایی از حالت‌های نامناسب گسیختگی آزمون‌ها در شکل ۲ (برای آزمون‌های مکعبی) و در شکل ۴ (برای آزمون‌های استوانه‌ای) نشان داده شده است.

اگر گسیختگی آزمون نامناسب باشد، باید آن را بر اساس نزدیک‌ترین الگوی گسیختگی که در شکل ۲ و شکل ۴ نشان داده شده، یادداشت کنید.

یادآوری- گسیختگی نامناسب می‌تواند به دلایل گوناگونی رخ دهد.

در آزمون‌های استوانه‌ای، گسیختگی کلاhek قبل از بتن نوعی گسیختگی نامناسب است.

۸ بیان نتایج

مقاومت فشاری را طبق فرمول (۱) محاسبه کنید.

$$f_c = \frac{F}{A_c} \quad (1)$$

که در آن:

f_c مقاومت فشاری، برحسب MPa (N/mm^2);

F حداکثر بار هنگام گسیختگی، برحسب N;

A_c مساحت مقطع عرضی آزمون که بر روی آن نیروی فشاری اعمال می‌شود. مساحت مقطع عرضی آزمون،

از اندازه انتخابی آزمون طبق استاندارد EN 12390-1 یا با اندازه‌گیری آزمون اگر طبق پیوست ب

آزمون شود، برحسب mm^2 محاسبه می‌شود.

مقاومت فشاری آزمون را تا نزدیک‌ترین ۰٫۱ MPa گزارش کنید.

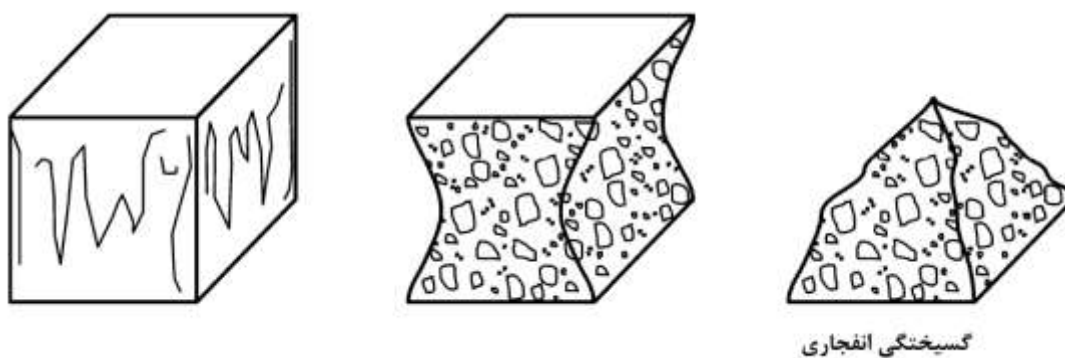
۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

الف- ارجاع به این استاندارد؛

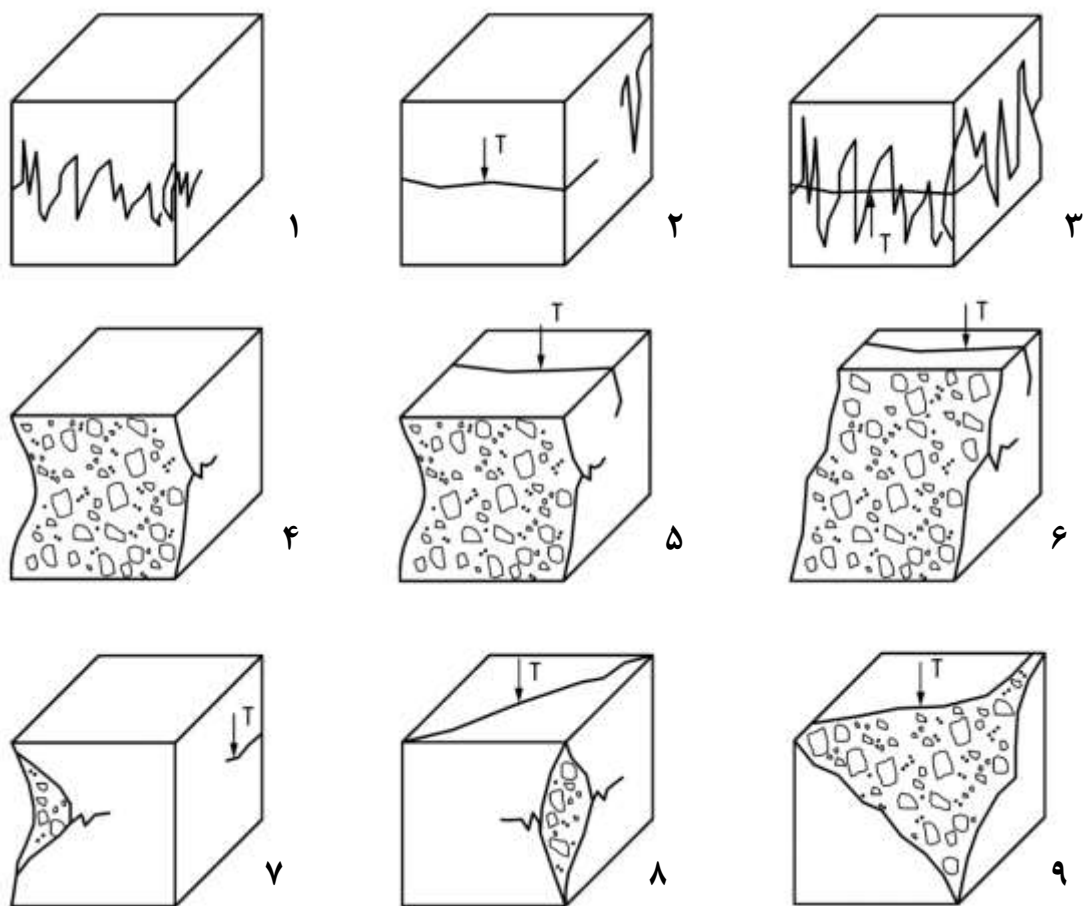
ب- شماره شناسایی آزمون؛

- پ- وضعیت آزمون در زمان تحویل (در صورت لزوم)؛
- ت- ابعاد انتخابی آزمون یا ابعاد واقعی آزمون اگر طبق پیوست ب آزمون شده است؛
- ث- جزئیات اصلاح و میزان کردن آزمون با سایش یا کلاhek گذاری (در صورت انجام)؛
- ج- تاریخ انجام آزمون؛
- چ- حداکثر بار هنگام گسیختگی بر حسب kN؛
- ح- مقاومت فشاری آزمون تا نزدیکترین ۱/۰ MPa؛
- خ- بیان گسیختگی نامناسب (در صورت رخداد) و نزدیکترین نوع الگوی گسیختگی نامناسب؛
- د- هرگونه انحراف از روش استاندارد تعیین مقاومت فشاری؛
- ذ- اظهار نظر کارشناس فنی مسئول آزمون مبنی بر اینکه آزمون طبق این استاندارد انجام شده است به جز مواردی که در زیربند «د» بیان شده است؛
- ر- سن آزمون در زمان انجام آزمون (در صورت مشخص بودن).
- گزارش آزمون همچنین ممکن است شامل موارد زیر نیز باشد:
- ز- جرم آزمون بر حسب kg؛
- ژ- وزن مخصوص ظاهری آزمون براساس استاندارد EN 12390-7 تا نزدیکترین 10 kg/m^3 ؛
- س- شرایط عمل‌آوری از زمان تحویل (پس از زمان تحویل)؛
- ش- دمای محل انجام آزمون در هنگام انجام آزمون؛
- ص- زمان انجام آزمون (اگر یادداشت شده است).



یادآوری - تمام چهار وجه جانبی، تقریباً به‌طور مساوی ترک خورده‌اند. عموماً سطوح در تماس با فک‌های دستگاه آزمون آسیب کمی می‌بینند.

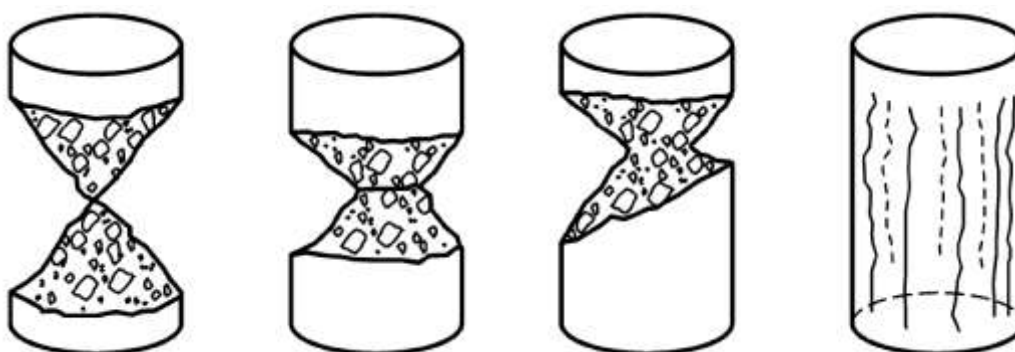
شکل ۱- گسیختگی‌های مناسب آزمون‌های مکعبی



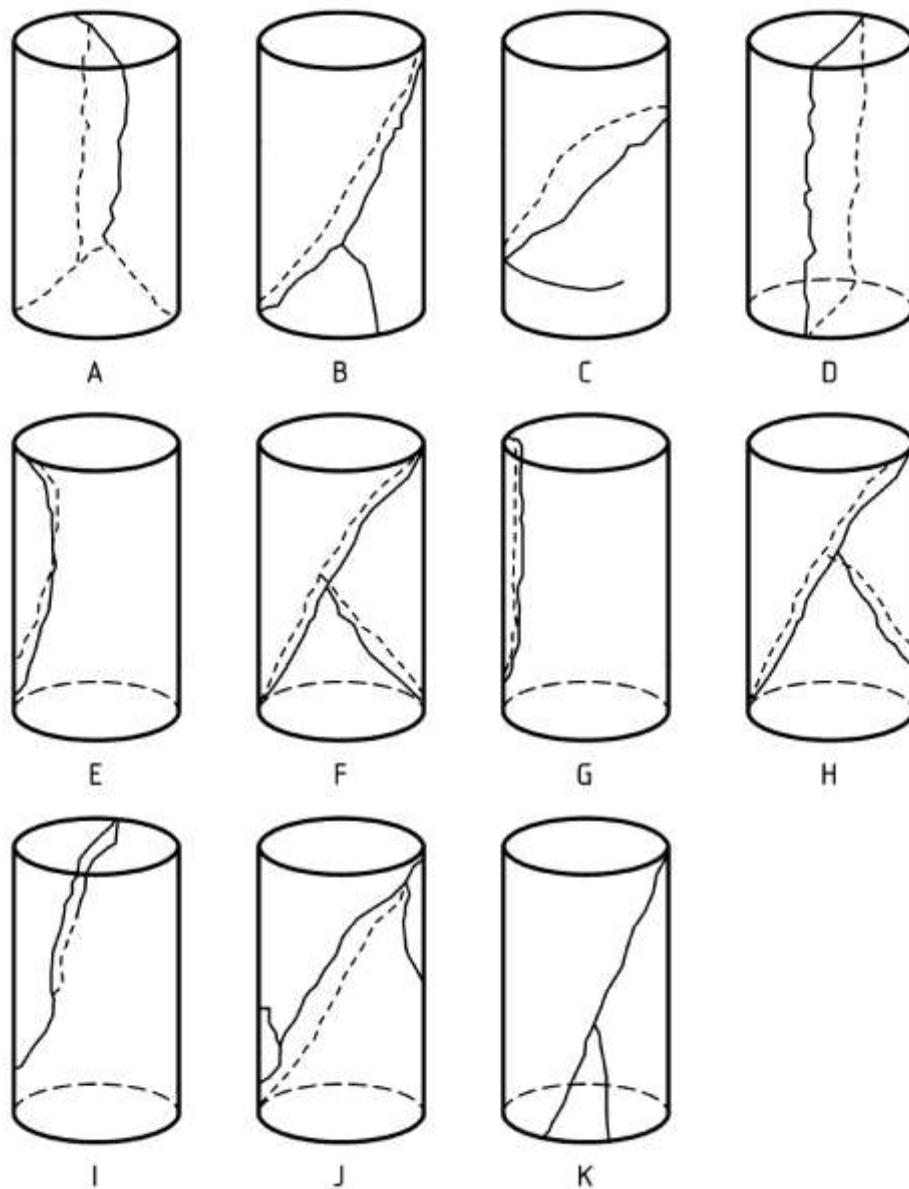
راهنما:
T

ترک کششی^۱

شکل ۲- برخی از الگوهای گسیختگی نامناسب آزمونهای مکعبی



شکل ۳- گسیختگی مناسب آزمونهای استوانه‌ای



شکل ۴- برخی از الگوهای گسیختگی نامناسب آزمون‌های استوانه‌ای

۱۰ دقت

در جدول ۱ داده‌های دقت برای اندازه‌گیری‌های مقاومت فشاری بتن سخت شده، به صورت درصدی میانگین مقاومت فشاری دو آزمون مکعبی بیان و تفاوتشان با تکرارپذیری (r) یا تجدیدپذیری (R) مقایسه شده است.

جدول ۱- داده‌های دقت اندازه‌گیری‌های مقاومت فشاری آزمون‌های مکعبی

تجدیدپذیری		تکرارپذیری		روش آزمون
R (%)	S _R (%)	r (%)	S _r (%)	
۱۵/۱	۵/۴	۹/۰	۳/۲	آزمون‌های مکعبی ۱۰۰ mm
۱۳/۲	۴/۷	۹/۰	۳/۲	آزمون‌های مکعبی ۱۵۰ mm
یادآوری ۱- داده‌های دقت براساس آزمونی که شامل ۱۶ کاربر بوده بدست آمده است. بتن‌ها با استفاده از سیمان پرتلند معمولی، ماسه و سنگدانه‌های درشت دانه ۱۰ mm و ۲۰ mm ساخته شده‌اند. یادآوری ۲- اختلاف بین نتایج دو آزمون که توسط یک کاربر بر روی یک نمونه با استفاده از وسایل یکسان در کوتاه‌ترین فاصله زمانی ممکن انجام شده است نباید بیش از یک‌بار در ۲۰ مورد آزمون صحیح انجام شده، از میزان عدد تکرارپذیری (r) بیشتر باشد. یادآوری ۳- نتایج آزمون بر روی نمونه یکسان به‌دست آمده در کوتاه‌ترین فاصله زمانی ممکن توسط دو کاربر که هرکدام از وسایل خود استفاده کرده‌اند، نباید بیش از یک‌بار در ۲۰ مورد آزمون صحیح انجام شده، از میزان عدد تجدیدپذیری (R) اختلاف داشته باشد. یادآوری ۴- برای آگاهی بیشتر درباره دقت و تعاریف واژه‌های آماری به‌کاربرده شده، به استاندارد ISO 5725-1 [1] مراجعه شود.				

در جدول ۲ داده‌های دقت برای اندازه‌گیری‌های مقاومت فشاری بتن سخت شده، به صورت درصدی میانگین مقاومت فشاری سه آزمون استوانه‌ای بیان و تفاوتشان با تکرارپذیری (r) یا تجدیدپذیری (R) مقایسه شده است.

جدول ۲- داده‌های دقت اندازه‌گیری‌های مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای

تجدیدپذیری		تکرارپذیری		روش آزمون
R (%)	S _R (%)	r (%)	S _r (%)	
۱۱/۷	۴/۱	۸/۰	۲/۹	آزمون‌های استوانه‌ای (قطر ۱۶۰ mm و ارتفاع ۳۲۰ mm)
یادآوری ۱- داده‌های دقت براساس نتایج حاصل از ۸۹ آزمایشگاه که در این آزمون مشارکت داشته‌اند به‌دست آمده است. یادآوری ۲- بتن‌ها با استفاده از سیمان پرتلند معمولی، ماسه و سنگدانه ۲۰ mm ساخته شده‌اند. مقدار میانگین مقاومت فشاری ۳۸٫۹ MPa است. یادآوری ۳- داده‌های دقت فقط شامل روش آزمون تعیین مقاومت فشاری است.				

پیوست الف

(الزامی)

اصلاح آزمونه‌ها

الف-۱ کلیات

هنگامی که لازم است اندازه آزمونه کاهش داده شود، باید با ساییدن یا ارّه کردن انجام شود. سطوحی از آزمونه که بار به آن‌ها اعمال می‌شود (سطوح بارگذاری) باید با ساییدن^۱ یا کلاhek گذاری^۲ آماده شوند (به جدول الف ۱ مراجعه شود).

جدول الف-۱- محدودیت‌های روش‌های اصلاح آزمونه

روش اصلاح آزمونه	محدودیت براساس مقاومت اندازه گیری شده (پیش‌بینی شده)
ساییدن (سنگ زدن)	بدون محدودیت
ملات سیمان کلسیم آلومینات	تا تقریباً ۵۰ MPa
مخلوط گوگرد	تا تقریباً ۵۰ MPa
کلاhek فولادی	بدون محدودیت

یادآوری ۱- مقاومت محدودکننده (تعیین‌کننده) برای هر نوع کلاhek گذاری براساس آزمونه ۲:۱ است. برای آزمونه مغزه‌گیری شده ۱:۱ مقاومت محدودکننده برحسب نوع کلاhek گذاری تا حدود ۶۰ MPa است.

در موارد اختلاف، روش ساییدن روش مرجع است.

روش‌های دیگر اصلاح آزمونه در صورت معتبر بودن نسبت به روش ساییدن، می‌تواند استفاده شود.

الف-۲ ساییدن

آزمونه‌های عمل‌آوری شده در آب را برای ساییدن از آب خارج کنید. آزمونه‌ها در هر بار نباید بیش از ۱ h خارج از آب نگهداری شوند. آزمونه‌ها را قبل از آزمون یا ادامه عملیات ساییدن در صورتی که ساییدن با آب انجام نشده باشد، دست‌کم ۱ h در آب غوطه‌ور کنید.

الف-۳ کلاهک‌گذاری با سیمان کلسیم آلومینات

قبل از کلاهک‌گذاری، مطمئن شوید سطح آزمون‌ای که می‌خواهید کلاهک‌گذاری کنید مرطوب، تمیز و عاری از هرگونه ذرات سست باشد. کلاهک باید تا حد امکان نازک بوده، نباید ضخامت آن بیشتر از ۵ mm باشد. گرچه انحرافات کوچک موضعی مجازند.

مواد کلاهک‌گذاری، ملاتی تشکیل شده از سه قسمت وزنی سیمان کلسیم آلومینات، یک قسمت وزنی ماسه نرم^۱ (اکثر آن عبوری از الک ۳۰۰ μm طبق استاندارد ISO 3310-1) است. از سیمان‌های دیگر منطبق با استاندارد EN 197-1 به شرطی که در زمان آزمون، مقاومت ملات دست‌کم برابر با مقاومت بتن باشد، می‌توان استفاده کرد.

آزمون را از یک سر روی صفحه فلزی افقی قرار دهید. حلقه‌ای فولادی که ابعادی به اندازه آزمون دارد و رویه بالایی آن تراشیده شده است را به سر بالایی آزمون که نیاز به کلاهک‌گذاری دارد، محکم کنید. به گونه‌ای که رویه بالایی حلقه فولادی، افقی و از بلندترین بخش سطح بتن بالاتر باشد.

درون حلقه را با ماده کلاهک‌گذاری پر کنید تا سطح محدبی بالای حلقه تشکیل شود. سپس با صفحه کلاهک‌گذاری شیشه‌ای که با لایه نازکی از روغن قالب اندود شده، ماده کلاهک‌گذاری را با حرکت دورانی صفحه شیشه‌ای فشار دهید تا صفحه شیشه‌ای به‌طور کامل با رویه حلقه تماس پیدا کند.

بلافاصله آزمون را با حلقه و صفحه کلاهک‌گذاری در محلی با رطوبت نسبی بیشتر یا مساوی ۹۵٪ و دمای $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ قرار دهید. هنگامی که ملات به اندازه‌ای سخت شد تا در اثر جابه‌جایی آسیب نبیند، صفحه شیشه‌ای و حلقه کلاهک‌گذاری را بردارید.

الف-۴ کلاهک‌گذاری با روش مخلوط گوگرد

قبل از کلاهک‌گذاری، مطمئن شوید سطح آزمون‌ای که می‌خواهید کلاهک‌گذاری کنید خشک، تمیز و عاری از هرگونه ذرات سست است.

کلاهک باید تا حد امکان نازک باشد و نباید ضخامت آن بیشتر از ۵ mm باشد، گرچه انحرافات کوچک موضعی مجازند.

معمولاً مخلوط‌های گوگرد کلاهک‌گذاری آماده، مناسب هستند در غیر این صورت مواد کلاهک‌گذاری را می‌توان با مخلوط کردن نسبت‌های وزنی برابری از گوگرد و ماسه سیلیسی نرم (اکثر آن عبوری از الک ۱۲۵ μm طبق استاندارد ISO 3310-1) تهیه کرد. مقدار کمی حداکثر تا ۲٪ کربن سیاه می‌توان اضافه کرد.

1-Fine sand

مخلوط را تا دمای پیشنهادی تولید کننده یا تا دمایی که در حین هم زدن مداوم، غلظت مطلوبی برای مخلوط به دست آید، حرارت دهید. برای اطمینان از همگنی مخلوط و جلوگیری از تشکیل رسوب در ته ظرف ذوب، مخلوط را دائماً هم بزنید.

اگر عملیات کلاhek گذاری باید به طور مکرر انجام شود، توصیه می شود از دو ظرف ذوب که دمای آن با ترموستات کنترل می شود، استفاده کنید.

میزان مخلوط در ظرف ذوب نباید بیش از حد کم شود، در این صورت خطر تشکیل بخار گوگرد و اشتعال آن افزایش می یابد.

هشدار- باید سامانه مکش دود در هنگام ذوب کردن روشن باشد، تا تمام بخار گوگرد که از هوا سنگین تر است را خارج کند. دقت کنید، دمای مخلوط در محدوده مشخص شده نگه داشته شود تا خطر آلودگی کاهش یابد.

مخلوط گوگرد مذاب را روی صفحه یا قالب کلاhek گذاری ریخته، آزمون را از یک سر به صورت عمودی پایین آورده درون ظرف مخلوط گوگرد مذاب قرار دهید. اجازه دهید تا مخلوط سخت شده سپس این کار را برای سر دیگر آزمون تکرار کنید. برای اطمینان از موازی بودن سطوح کلاhek گذاری شده آزمون از قاب کلاhek گذاری استفاده کنید. برای جدا شدن آسان صفحات کلاhek گذاری و قالب ها، آن ها را با روغن معدنی آغشته کنید.

یادآوری ۱- در صورت نیاز مواد کلاhek گذاری اضافی را از لبه های آزمون پاک کنید.

آزمون را بررسی کنید و مطمئن شوید که مواد کلاhek گذاری به هر دو سر آزمون چسبیده است. در صورتی که لایه کلاhek گذاری تو خالی به نظر می رسد کلاhek را برداشته، دوباره کلاhek گذاری را انجام دهید. دست کم ۳۰ min پس از کلاhek گذاری، آزمون مقاومت فشاری را بر روی آزمون انجام دهید.

یادآوری ۲- می توان کلاhek گذاری آزمون با استفاده از گوگرد را در فاصله ای بیشتر از ۲۴ h قبل از آزمون انجام داد. در چنین حالتی باید آزمون تحت شرایط ذکر شده در استاندارد EN 12390-2 عمل آوری شود. اگر کلاhek گذاری کمتر از ۲۴ h پیش از آزمون انجام شود، آزمون ها را می توان در دستگاه آزمون و تحت شرایط بیان شده در زیربند ۷-۱ نگاهداری کرد.

الف-۵ کلاhek گذاری آزمون های استوانه ای با روش کلاhek فولادی

الف-۵-۱ آماده سازی

این روش در شکل الف-۱ نشان داده شده است.

قبل از کلاhek گذاری، مطمئن شوید سطح آزمون ای که می خواهید کلاhek گذاری کنید تمیز و عاری از هرگونه ذرات سست است.

ماسه مورد استفاده باید ماسه سیلیسی نرم اکثر آن عبوری از الک ۲۵۰ μm و مانده بر روی الک ۱۲۵ μm طبق استاندارد ISO 3310-1 باشد.

الف-۵-۲ وسایل

الف-۵-۲-۱ کلاهک‌های فولادی

شکل و ابعاد کلاهک‌های فولادی در شکل الف-۲ نشان داده شده است.

۱- مقاومت تسلیم^۱ فولاد به کار رفته برای کلاهک‌های فولادی باید دست کم ۹۰۰ MPa باشد؛

۲- رواداری ابعاد کلاهک ۰/۱ mm است؛

۳- هر کلاهک باید دارای سوراخی برای ارتباط با کمپرسور هوا باشد. هنگام قرار دادن آزمون و آزمون کردن آن، این سوراخ باید با درپوشی مسدود گردد.

الف-۵-۲-۲ قاب تثبیت موقعیت

شامل موارد زیر است (به شکل الف-۳ مراجعه شود):

۱- از وسیله‌ای راهنما برای اطمینان از اینکه رواداری قائم بودن سطح جانبی آزمون و سطح تماس کلاهک در قاب ۰/۵ mm و رواداری هم محور بودن هر کلاهک و آزمون ۰/۵ mm است، استفاده کنید؛

۲- دو گیره برای بستن کلاهک در وسط صفحه افقی قاب که با صفحه افقی قاب یکپارچه باشند؛

۳- ابزار مکانیکی برای قفل کردن کلاهک پر شده با ماسه در مقابل گیره‌ها؛

۴- ابزاری برای ثابت نگه داشتن آزمون نسبت به راهنمای آزمون؛

۵- برای اطمینان از توزیع یکنواخت و تراکم ماسه درون کلاهک‌ها، لرزاننده‌ای در زیر صفحه افقی قاب نصب شده است؛

۶- مجموعه‌ای مجزا برای جلوگیری از انتقال لرزش به قسمت نگه‌دارنده و حصول اطمینان از قرارگیری نسبتاً صحیح بین آزمون و دو کلاهک باشد.

الف-۵-۲-۳ دستگاه دمنده هوای فشرده، برای آزاد کردن کلاهک‌ها.

الف-۵-۲-۴ بالن، برای نگه‌داری پارافین.

الف-۵-۲-۵ صفحه داغ، کنترل‌شونده به صورت دماپای، برای ذوب کردن پارافین در دمای $(10 \pm 110)^\circ\text{C}$.

الف-۵-۲-۶ ظرف مدرج، برای اندازه‌گیری حجمی از ماسه متناظر با ارتفاع (2 ± 10) mm در کلاهک.

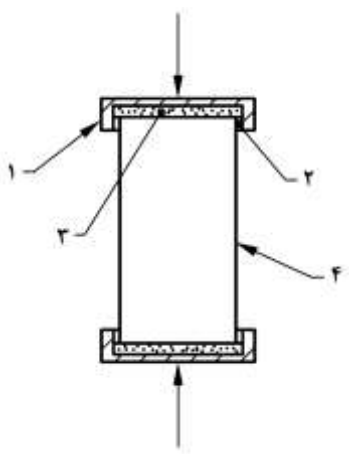
الف-۵-۲-۷ موم پارافین با نقطه انجماد $(10 \pm 60)^\circ\text{C}$.

1- Yield strength

الف-۵-۳ روش اجرای آزمون

قاب تثبیت موقعیت را در روی سطح کار، به صورت افقی قرار دهید. یکی از کلاهک‌ها که قرار است با ماسه پر شود را روی قاب قرار داده، در جای خود قفل کنید. حجم مورد نیازی از ماسه را بدون پخش کردن، در وسط کلاهک بریزید. پس از پاک کردن سطوح باربر، آزمون را در روی کپه ماسه قرار داده، در جای خود محکم کرده، لرزاننده را به مدت $S (5 \pm 20)$ روشن کنید. مطمئن شوید که غلتک‌های راهنما به درستی در مقابل آزمون قرار گرفته‌اند. موم پارافین را از کنار کلاهک به درون آن ریخته و کلاهک را تا لبه آن پر کنید و اجازه دهید تا سفت شود. سپس آزمون را از جای خود باز کرده، به صورت وارونه روی سطح کار بگذارید. این کار را برای کلاهک دوم (مربوط به انتهای دیگر نمونه) نیز انجام دهید. هنگام جابه‌جایی آزمون، کلاهک زیرین را با دست نگهدارید. پس از پایان آزمون مقاومت فشاری، کلاهک‌های فولادی را از باقی‌مانده آزمون جدا کنید.

یادآوری- پیشنهاد می‌شود پوششی با یک بازشدگی تخم‌مرغی شکل تهیه شده و بر روی یک قیف ناودانی پر شده با شن^۱ نصب شود. هنگامی که کلاهک برعکس می‌شود، لبه کلاهک باید بروی محیط این بازشدگی تخم‌مرغی شکل قرار گیرد. با یک دست کلاهک را نگه داشته و با دست دیگر دستگاه دمنده هوای فشرده را فعال کنید. شکل تخم‌مرغی این بازشدگی از ابعاد کافی برخوردار باشد تا در موارد محدودی که آزمون به طور کامل نشکسته و دو کلاهک در هر دو انتهای نمونه باقی مانده‌اند، لبه کلاهک به درستی بر روی محیط بازشدگی قرار گیرد. ترتیب بازشدگی‌ها باید به نحوی باشد که میزان غبار پراکنده شده را محدود کند.

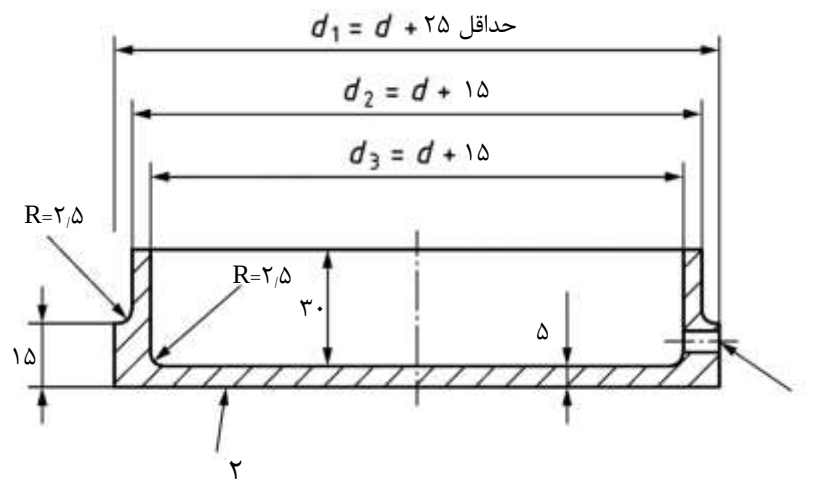


راهنما:

- ۱ کلاهک فولادی
- ۲ پارافین
- ۳ ماسه
- ۴ آزمون

شکل الف-۱- کلاهک‌گذاری به روش کلاهک فولادی

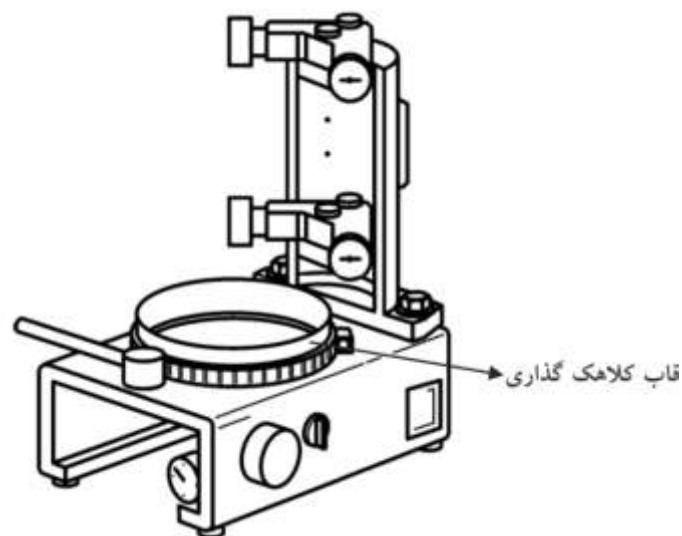
ابعاد بر حسب mm



راهنما:

- ۱ سوراخ دمیدن هوای فشرده برای آزاد کردن جعبه
- ۲ سطح در تماس با صفحه (تخت بودن سطح d $0/001$)
- D قطر انتخابی آزمونه
- R شعاع

شکل الف-۲- جزئیات کلاهک فولادی



شکل الف-۳- قاب تثبیت موقعیت

پیوست ب

(الزامی)

روش آزمون برای آزمونه‌هایی که ابعاد آن مطابق با رواداری اندازه انتخابی بیان شده در استاندارد EN 12390-1 نمی‌باشد

ب-۱ اصول

قبل از آزمون مقاومت فشاری، ابعاد آزمونه را در چند محل اندازه‌گیری کرده، میانگین آن‌ها را محاسبه کنید. مساحت مقطع عرضی وجوهی که بار به آن‌ها اعمال می‌شود را محاسبه کنید. آزمونه طبق بند ۶ آزمون می‌شود مگر اینکه الزامات اضافی مربوط به صفحات دستگاه آزمون، صفحات کمکی یا بلوک‌های پرکننده (فاصله دهنده) وجود داشته باشد.

ب-۲ دستگاه‌ها

کولیس‌ها یا خط‌کش‌های مناسب که توانایی اندازه‌گیری ابعاد آزمونه را تا دقت $\pm 0.5\%$ ابعاد آزمونه داشته باشد.

ب-۳ روش اجرای آزمون

ب-۳-۱ آزمونه‌های مکعبی

ب-۳-۱-۱ هریک از ابعاد آزمونه را در راستاهای عمود بر هم (محورهای x ، y ، z)، خطوطی که در شکل ب-۱ و شکل ب-۲ نشان داده شده، با حداکثر خطای مجاز $\pm 0.5\%$ ابعاد مربوطه اندازه‌گیری کنید. اگر هریک از ابعاد به اندازه $\pm 3\%$ بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از اندازه انتخابی (d) باشد، آزمونه‌ها را رد کرده یا مطابق با پیوست الف اصلاح کنید.

ب-۳-۱-۲ مقادیر میانگین (y_m ، x_m) را از شش اندازه‌گیری در هر جهت روی وجوه بارگذاری محاسبه کرده تا نزدیک‌ترین ۱ mm بعد بیان کنید.

ب-۳-۱-۳ مساحت وجه بارگذاری آزمونه مکعبی را به شرح زیر محاسبه کرده تا نزدیک‌ترین 1 mm^2 گزارش کنید.

$$A_c = x_m \times y_m \quad (\text{ب-۱})$$

که در آن:

A_c مساحت سطح بارگذاری، بر حسب mm^2 ؛

x_m مقدار میانگین شش اندازه‌گیری در جهت محور x ، بر حسب mm ؛

y_m مقدار میانگین شش اندازه‌گیری در جهت محور y ، بر حسب mm .

ب-۳-۲ آزمون‌های استوانه‌ای یا مغزه‌گیری شده

ب-۳-۲-۱ سه بار قطر آزمونه استوانه‌ای را در هر دو سر آزمونه و در محل‌هایی که با یکدیگر زاویه 60° دارند با حداکثر خطای مجاز 0.5% بعد اندازه‌گیری کنید (به شکل ب-۳ مراجعه شود). ارتفاع آزمونه استوانه‌ای یا مغزه‌گیری شده را با حداکثر خطای مجاز 0.5% بعد در سه محل با زاویه 120° نسبت به هم اندازه‌گیری کنید (به شکل ب-۴ مراجعه شود).

اگر میانگین قطر به اندازه 3% و میانگین ارتفاع استوانه (h)، در جایی که ارتفاع دو برابر قطر است، به اندازه 6% بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از اندازه انتخابی (d) باشد یا ابعاد مغزه‌ها خارج از حدود رواداری استاندارد EN 12504-1 باشند، آزمونه‌ها را رد کرده یا طبق پیوست الف اصلاح کنید.

ب-۳-۲-۲ قطر میانگین (d_m) سطح بارگذاری آزمونه استوانه‌ای یا مغزه‌گیری شده را از شش اندازه‌گیری انجام شده محاسبه کرده، تا نزدیک‌ترین 1 mm بعد گزارش کنید.

ب-۳-۲-۳ مساحت سطح بارگذاری آزمونه استوانه‌ای یا مغزه‌گیری شده را به شرح زیر محاسبه کرده تا نزدیک‌ترین 1 mm^2 گزارش کنید.

$$A_c = \frac{\pi \times d_m^2}{4} \quad (\text{ب-۲})$$

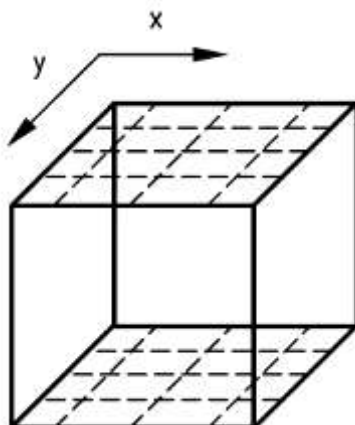
که در آن:

A_c مساحت سطح بارگذاری، بر حسب mm^2 ؛

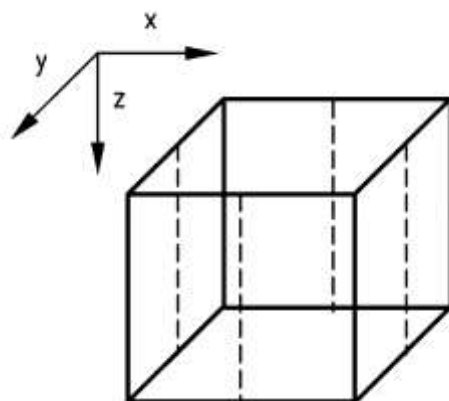
D_m قطر میانگین، بر حسب mm .

ب-۳-۳ آزمون مقاومت فشاری

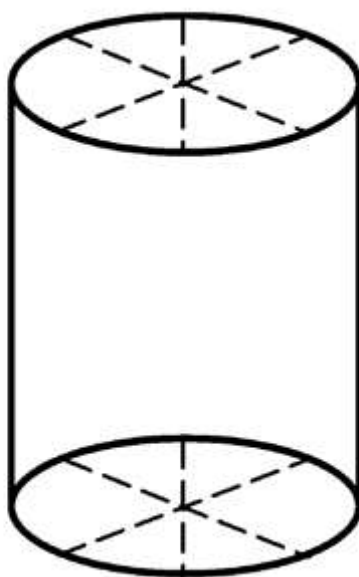
آزمون‌ها را طبق بند ۶ آزمون کنید، با این تفاوت که ابعاد صفحات دستگاه آزمون، صفحات کمکی یا بلوک‌های پرکننده (فاصله دهنده) باید بزرگ‌تر یا برابر با ابعاد سطوح در تماس آزمونه با آن‌ها باشد.



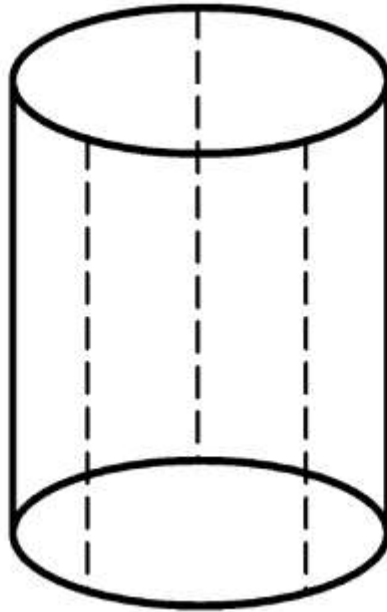
شکل ب- ۱- خط چین‌ها، محل‌های اندازه‌گیری سطوح بارگذاری آزمون‌های مکعبی را نشان می‌دهد.



شکل ب- ۲- خط چین‌ها، محل‌های اندازه‌گیری سطوح غیر بارگذاری آزمون‌های مکعبی را نشان می‌دهد.



شکل ب- ۳- خط چین‌ها، محل‌های اندازه‌گیری قطر سطوح دو سر آزمون استوانه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ب - ۴ - خط چین‌ها، محل‌های اندازه‌گیری ارتفاع آزمونه استوانه‌ای را نشان می‌دهد.

کتابنامه

[1] ISO 5725-1, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—
Part 1: General principles and definitions

[2] Series BS 1881, Testing concrete

[۳] استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸: سال ۱۳۹۵، بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای -
روش آزمون.