



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران



استاندارد ملی ایران  
۶۰۴۸

INSO  
6048

2nd .Revision  
2017

Iranian National Standardization Organization

تجدید نظر دوم  
۱۳۹۵

بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های  
استوانه‌ای - روش آزمون

Concrete - Determination of compressive  
strength of cylindrical specimens  
-Test methods

ICS: 91.100.30

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization 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@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

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

## به نام خدا

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به‌عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### « بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمونه‌های استوانه‌ای - روش آزمون »

(تجدید نظر دوم)

#### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - دانشگاه صنعتی قم

#### رئیس:

عامل سخی، مسعود  
(دکتری مهندسی عمران)

#### دبیر:

رئیس اداره آموزش و تدوین و ترویج استاندارد- اداره کل  
استاندارد استان قم

تولائی، مهدی  
کارشناسی مهندسی شیمی  
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

عضو مستقل

اسماعیلی، فائزه  
(کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی)

مدیر کنترل کیفیت سدید بتن

اکبریان، محمد احسان  
(کارشناسی ارشد عمران)

معاون فنی - آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان قم

امینی، هاشم  
(کارشناسی عمران و معدن)

مدیر تحقیق و توسعه - سدید بتن

برزگر سلوکلائی، حسین  
(کارشناسی عمران)

رئیس اداره استاندارد گنبد کاووس

جعفری ایوری، سیدعلی  
(کارشناسی مهندسی عمران)

مسئول تضمین کیفیت - شرکت نانو بتن امین

حاجی مهدی، مجتبی  
(کارشناسی ارشد صنایع)

کارشناس مقاومت مصالح - آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان  
قم

حسینی، سیدعلی  
(کارشناسی عمران)

### سمت و/یا محل اشتغال:

نماینده - انجمن بتن قم

کارشناس استاندارد - مدیرعامل شرکت دقیق سنگ آزما

کارشناس سازمان ملی استاندارد

عضو هیئت علمی - دانشگاه هرمزگان

کارشناس استاندارد - مدیر فنی شرکت دقیق سنگ آزما

کارشناس - دفتر تدوین استانداردهای ملی

عضو هیئت علمی - دانشگاه صنعتی قم

کارشناس - اداره کل استاندارد استان قم

عضو هیئت علمی - دانشگاه قم

مدیر کنترل کیفیت - شرکت نانو بتن امین

مدیر کنترل کیفیت - شرکت سیمان نیاز

مدیر کنترل کیفیت - شرکت سقف بهمن

کارشناس - دفتر تدوین استانداردهای ملی

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

حاج الله یاری، محسن

(کارشناسی زمین شناسی)

خانابایی، حمیدرضا

(کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی)

عباسی رزگله، محمدحسین

(کارشناسی مهندسی مواد - سرامیک)

عساکره، عادل

(دکتری مهندسی عمران - ژئوتکنیک)

عبدیان، محمودرضا

(کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی)

فلاح، عباس

(کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)

کریمی، عبدالرضا

(دکتری مهندسی محیط زیست)

محمدصادقی، علی

(کارشناسی عمران)

معزی، ابوالقاسم

(کارشناسی ارشد عمران)

یعقوبی، محمدعلی

(کارشناسی ارشد عمران)

نظری، سعید

(کارشناسی مهندسی شیمی)

واحدی موحد، مدیر کنترل کیفیت سقف بهمن

(کارشناسی معدن)

### ویراستار:

فلاح، عباس

(کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ خلاصه روش آزمون
۳	۴ تجهیزات
۳	۴-۱ دستگاه آزمون
۵	۴-۲ فک‌های دستگاه
۷	۴-۳ نمایشگر بار
۸	۴-۴ واسنجی و نگهداری
۸	۵ آزمون
۹	۶ روش اجرای آزمون
۱۱	۶-۶ نحوه بارگذاری
۱۲	۷ روش محاسبه
۱۴	۸- بیان نتایج
۱۵	۹ دقت اندازه‌گیری و اریبی
۱۵	۹-۱ دقت
۱۶	۹-۲ اریبی

## پیش‌گفتار

استاندارد «بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای - روش آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۸۱ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۲۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 ۶۰۴۸: سال ۱۳۸۹ می‌شود.

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

ASTM C39: 2016, Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens

## بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمونه‌های استوانه‌ای - روش آزمون

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین مقاومت فشاری آزمونه‌های استوانه‌ای بتن، مانند استوانه‌های قالب گیری شده و مغزه‌های گرفته شده می‌باشد. این روش برای بتن‌هایی که چگالی آن‌ها بیش از ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲ در متن این استاندارد به یادآوری‌هایی اشاره می‌کند که جزء مطالب توضیحی است. این یادآوری‌ها نباید به عنوان الزامات این استاندارد در نظر گرفته شوند.

هشدار- برای جلوگیری از پرتاب شدن قطعات بتن هنگام گسیختگی ناگهانی آزمونه، باید تجهیزات مناسب تهیه شوند. هرچه مقاومت بتن بیشتر باشد تمایل به گسیختگی ناگهانی نیز افزایش می‌یابد و هرچه دستگاه آزمون انعطاف پذیرتر باشد احتمال این شکست بیشتر است.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است بدین ترتیب این مقررات، جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/یا تجدیدنظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک موردنظر نیست. با این حال بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را موردبررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و/یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

#### 2-1 ASTM C31: Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵: بتن- ساخت و عمل آوری نمونه‌ها در کارگاه- آیین کار، سال ۱۳۹۵ با استفاده از استاندارد ASTM C31/ C31M: 2016 تدوین شده است.

#### 2-2 ASTM C42/C42M: Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۰۶: بتن- تهیه و آزمون نمونه‌های مغزه گیری شده و تیرهای اره شده بتنی - روش آزمون، سال ۱۳۸۸ با استفاده از استاندارد ASTM C42/C42M: 2008 تدوین شده است.



**2-3 ASTM C192/C192M: Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۵۸۱: بتن- ساخت و عمل آوری آزمون‌های بتن در آزمایشگاه - آیین کار، سال ۱۳۹۳ با استفاده از استاندارد ASTM C192/C192M: 2014 تدوین شده است.

**2-4 ASTM C617/C617M: Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens**

**2-5 ASTM C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials**

**2-6 ASTM C1231/C1231M: Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Cylindrical Concrete Specimens**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۸۶: بتن استفاده از کلاهک های مقید نشده برای تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه ای بتنی سخت شده - آیین کار، سال ۱۳۹۴ با استفاده از استاندارد ASTM C1231/C1231M/:2013 تدوین شده است

**2-7 ASTM C873/C873M: Test Method for Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast in Place in Cylindrical Molds**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۸۵: بتن-تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه ای بتنی درجا قالب گیری شده- روش آزمون، سال ۱۳۹۴ با استفاده از استاندارد ASTM C873/C873M: 2010 تدوین شده است.

**2-8 ASTM C1077: Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation**

**2-9 ASTM E4: Practices for Force Verification of Testing Machines**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۰۶: صحنه گذاری نیروی اعمالی دستگاه‌های آزمون - آیین کار، سال ۱۳۹۴ با استفاده از استاندارد ASTM E4:2014 تدوین شده است

**2-10 ASTM E74: Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Force Indication of Testing Machines**

**2-11 Manual of Aggregate and Concrete Testing**

### ۳ خلاصه روش آزمون

در این روش آزمون یک بار محوری فشاری با نرخ بارگذاری با دامنه مشخص، به آزمون‌های استوانه‌ای قالب گیری شده یا مغزه‌ها، تا حد گسیخته شدن آزمون اعمال می‌شود. مقاومت فشاری آزمون از تقسیم بیشینه بار تحمل شده توسط آزمون بر سطح مقطع عرضی آن بدست می‌آید.

### ۴ کلیات

۴-۱ از آنجایی که مقاومت یک خاصیت بنیادی یا ذاتی برای بتن ساخته شده با مصالح مشخص نیست، تعیین مقاومت فشاری با این آزمون باید به دقت انجام شود. اندازه و شکل آزمون، دستگاه تولیدکننده بتن،

شیوه‌های اختلاط، روش های نمونه‌برداری، قالب‌گیری، نحوه ساخت، دما، سن و شرایط رطوبتی در مدت عمل آوری بتن، در مقادیر به‌دست‌آمده اثرگذار می‌باشد.

۲-۴ این روش برای تعیین مقاومت فشاری آزمونه‌های استوانه‌ای که مطابق با استانداردهای ASTM C31/C31M, ASTM C192/C192M, ASTM C617/C617M, ASTM C1231/C1231M, ASTM C42/C42M, ASTM C873/ASTM C873M آماده و عمل آوری شده‌اند، کاربرد دارد.

۳-۴ نتایج این آزمون به عنوان مبنایی برای کنترل کیفیت نسبت اختلاط بتن، روش مخلوط کردن، عملیات بتن‌ریزی، مطابقت آن با مشخصات، ارزیابی اثربخشی مواد افزودنی و کاربردهای مشابه استفاده می‌شود.

## ۵ تجهیزات

### ۱-۵ دستگاه آزمون

دستگاه آزمون باید دارای ظرفیت کافی باشد و توانایی بارگذاری اعلام‌شده در زیربند ۵-۷ این استاندارد را داشته باشد.

#### ۱-۱-۵ شرایط درستی

به استثنای مواردی که محدوده‌ی بارگذاری باید مطابق با زیربند ۳-۵ این استاندارد باشد، درستی عملکرد دستگاه باید مطابق با استاندارد ASTM E4 تصدیق شود. این تصدیق باید در مواقع زیر انجام شود:

۱-۱-۱-۵ حداکثر ۱۳ ماه پس از آخرین واسنجی.

۲-۱-۱-۵ هنگام نصب و راه اندازی اولیه و یا بلافاصله بعد از هر جابجایی دستگاه.

۳-۱-۱-۵ بلافاصله بعد از تعمیر یا تنظیماتی که بر عملکرد سامانه بارگذاری یا مقادیر نمایش داده شده در نمایشگر اثر می‌گذارند. در تنظیم صفر دستگاه، هنگامی که جرم فک‌ها یا آزمونه یا هر دو خنثی می‌شوند، بررسی درستی لازم نیست.

۴-۱-۱-۵ هنگامی که دلیلی بر مشکوک بودن درستی نتایج بارنشان داده شده وجود داشته باشد.

#### ۲-۱-۵ مشخصات فنی دستگاه

دستگاه باید دارای مشخصات زیر باشد.

۱-۲-۱-۵ دستگاه باید بار را به صورت پیوسته و نه به صورت متناوب و بدون تغییرات ناگهانی اعمال کند. اگر دستگاه تنها یک نرخ بارگذاری داشته باشد (متناسب با الزامات زیربند ۵-۷ این استاندارد)، باید آن را به

ابزاری مکمل مجهز نمود تا بتواند نرخ مناسب بارگذاری برای تصدیق را اعمال کند. این ابزار، می‌تواند برقی یا دستی باشد.

۵-۲-۲-۱ فضایی که برای قرار دادن آزمون‌ها در نظر گرفته شده است باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا یک دستگاه واسنجی کشسانی<sup>۱</sup> که ظرفیت کافی برای پوشش دامنه بارگذاری دستگاه را دارد، در آن قرار گرفته و قابل خوانش باشد. دستگاه واسنجی باید با استاندارد ASTM E74 مطابقت داشته باشد.

یادآوری- انواع وسایل واسنجی کشسانی که به طور معمول استفاده می‌شود، حلقه آزمون مدور<sup>۲</sup> یا لودسل می‌باشد.

### ۵-۱-۳ درستی

درستی دستگاه آزمون باید مطابق با شرایط زیر باشد.

۵-۱-۳-۱ درصد خطای بارگذاری، در محدوده ی پیشنهادی کارکرد دستگاه، نباید از  $\pm 1/0\%$  بار نشان داده شده بیشتر باشد.

۵-۱-۳-۲ درستی دستگاه آزمون باید با اعمال پنج مرتبه بارگذاری بررسی شود. بارگذاری در ۴ مرحله با افزایش بار تقریباً یکسان تصدیق شود. تفاوت میان دو بار آزمون متوالی نباید بیش از یک سوم تفاضل بارهای آزمون بیشینه و کمینه باشد.

۵-۱-۳-۳ بار آزمون نشان داده شده در دستگاه و بار اعمالی محاسبه شده از خوانش صحنه گذاری دستگاه باید در هر نقطه‌ی آزمون ثبت شوند. خطا و درصد خطای این مقادیر را برای هر نقطه به صورت زیر محاسبه کنید.

$$E = A - B$$

$$E_p = \frac{100(A - B)}{B} \quad (1)$$

که در آن:

$A$  بار نشان داده شده بوسیله دستگاه در حال تصدیق بر حسب کیلونیوتن؛

$B$  بار اعمال شده که بوسیله دستگاه واسنجی نمایش داده شده بر حسب کیلونیوتن؛

$E$  خطا؛

$E_p$  درصد خطا.

1 - Elastic calibration

2 - Circular providing ring

۴-۳-۱-۵ گزارش صحنه‌گذاری یک دستگاه آزمون نباید تنها شامل اعلام «قبول» یا «مردود» بودن دستگاه باشد. بلکه باید اعلام گردد که در چه محدوده اعمال بار، دستگاه آزمون با مشخصات مورد نیاز مطابقت دارد. در هیچ موردی نباید محدوده اعمال بار شامل بارهایی باشد که از ۱۰۰ برابر کوچک‌ترین واحد خوانش دستگاه آزمون کمتر باشد یا بارها در محدوده‌ی کمتر از ۱۰٪ بیشینه ظرفیت دستگاه باشند.

۵-۳-۱-۵ در هیچ موردی محدوده بارگذاری نباید خارج از محدوده‌ی باراعمال شده طی آزمون تصدیق باشد.

۶-۳-۱-۵ بار نمایش داده شده در دستگاه آزمون نباید از طریق محاسبه یا با استفاده از یک نمودار واسنجی، تصحیح شود تا مقادیری درون محدوده‌ی تغییرات مجاز بدست آید.

## ۲-۵ فک‌های دستگاه

دستگاه آزمون باید مجهز به دو فک فولادی با سطوح سخت باشد. (به یادآوری مراجعه شود). فک متصل به قسمت کروی (فک مفصلی) در بالای آزمون قرار می‌گیرد و فک زیرین، یک قطعه صلب است که آزمون روی آن قرار داده می‌شود. قطر فک دستگاه باید کمینه ۳٪ بزرگ‌تر از قطر آزمون باشد.

به جز دایره‌های هم‌مرکز که باید مطابق با زیربند ۵-۲-۱ این استاندارد باشند، سطوح تکیه‌گاه فک با قطر کمینه ۱۵۰ میلی‌متر نباید بیش از ۰/۰۲ میلی‌متر در هر ۱۵۰ میلی‌متر از یک صفحه انحراف داشته باشد. انحراف این سطوح در قطرهای کوچک‌تر نباید بیش از ۰/۰۲ میلی‌متر باشد. دامنه تغییرات سطوح فک‌هایی که جدید ساخته می‌شوند، باید نصف این مقادیر باشد. وقتی قطر سطح فک مفصلی بالا از قطر آزمون ۱۳ میلی‌متر بیشتر باشد، بر روی آن سطح دایره‌های هم‌مرکزی با عمق بیشینه تا ۰/۸ میلی‌متر و پهنایی تا یک میلی‌متر حک کنید تا هم‌مرکز کردن آزمون، آسان شود.

یادآوری - سختی سطوح فک‌های دستگاه تعیین مقاومت فشاری، کمتر از ۵۵ راکول<sup>۱</sup> (HRC) نباشد.

## ۱-۲-۵ الزامات فک زیرین

۱-۱-۲-۵ مشخصات فک زیرین باید به گونه‌ای باشد که در زمان بهره‌برداری و نیاز به تعمیر و نگهداری در صورت نیاز به آسانی قابلیت تراشکاری داشته باشد. (به یادآوری مراجعه شود) صفحه متصل به فک زیرین و صفحه متصل به فک مفصلی بالایی باید با یکدیگر موازی باشند. اگر دستگاه آزمون به گونه‌ای طراحی شده باشد که صفحات بارگذاری شرایط سطحی مشخص شده در این استاندارد را دارا باشد، صفحه صلب متصل به فک زیرین نیاز نیست. کمترین ابعاد صفحات فک زیرین باید کمینه ۳٪ بزرگ‌تر از قطر آزمون باشد. دایره‌های هم‌مرکز شرح داده شده در زیربند ۵-۲ روی فک زیرین اختیاری هستند.

یادآوری - فک دستگاه می‌تواند به صفحه پهن فلزی دستگاه آزمون متصل شود.

۲-۱-۲-۵ هم‌مرکز کردن نهایی قطعات، بایستی بر مبنای فک مفصلی بالایی باشد. وقتی قطعات فک زیرین برای هم‌مرکز کردن آزمون به کار می‌رود، مرکز حلقه‌های هم‌مرکز، یا مرکز فک بایستی مستقیماً زیر مرکز رأس کروی باشد. پیش‌بینی‌های لازم باید روی صفحات بارگذاری دستگاه انجام شود تا چنین موقعیتی را تضمین کند.

۳-۱-۲-۵ کمینه ضخامت صفحه فک زیرین در حالت نو و استفاده نشده باید ۲۵ میلی‌متر باشد و بعد از هرگونه عملیات اصلاح بر روی سطح، ضخامت آن کمینه ۲۲/۵ میلی‌متر باشد.

## ۲-۲-۵ الزامات فک مفصلی

۱-۲-۲-۵ بیشینه قطر سطح تکیه‌گاه فک مفصلی نباید از مقادیر جدول ۱ بیشتر باشد.

جدول ۱- الزامات قطر سطح تکیه‌گاه فک مفصلی

بیشینه قطر سطح فک میلی‌متر	قطر آزمون میلی‌متر
۱۰۵	۵۰
۱۳۰	۷۵
۱۶۵	۱۰۰
۲۵۵	۱۵۰
۲۸۰	۲۰۰

یادآوری- سطح تکیه‌گاه مفصلی می‌تواند به شکل مربع باشد مشروط به اینکه قطر بزرگ‌ترین دایره حک‌شده ممکن بر روی آن، از قطر داده‌شده در جدول ۱ بیشتر نباشد.

۲-۲-۲-۵ مرکز بخش کروی و سطح بارگذاری در فک مفصلی باید با رواداری  $\pm 5\%$  شعاع کره، بر هم منطبق باشند. قطر کره باید کمینه ۷۵٪ قطر آزمون باشد.

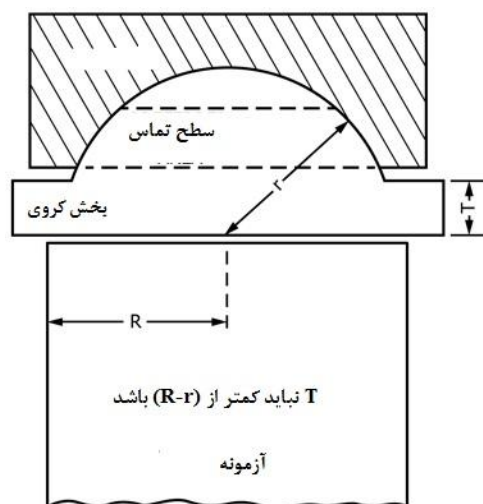
۳-۲-۲-۵ بخش کاسه ای و قسمت کروی داخل آن باید طوری طراحی شده باشند که در هنگام بارگذاری، فولاد در ناحیه تماس تغییر شکل دائمی ندهد.

یادآوری- سطح تماس همان‌گونه که در شکل یک نشان داده‌شده ترجیحاً به شکل یک حلقه می‌باشد.

۴-۲-۲-۵ سطوح منحنی صفحات نشیمن کاسه‌ای و قسمت کروی دستگاه را، کمینه هر ۶ ماه یا همان‌گونه که سازنده دستگاه آزمون مشخص کرده است تمیزکاری و روغن‌کاری کنید. روغن‌کاری را به‌وسیله روغن‌های نفتی مانند روغن موتور معمولی، یا روغنی که توسط کارخانه سازنده دستگاه مشخص شده، انجام دهید.

یادآوری- برای اطمینان از یکنواختی قسمت کاسه ای، قسمت کروی باید به صورتی طراحی شده باشد که بتواند آزادانه حرکت داشته باشد تا در تماس با سطح‌رویی آزمون، به‌صورت کامل روی آن قرارگیرد. بهتر است بعد از تماس، دوران اضافی وجود نداشته باشد. اصطکاک میان نشیمن کاسه‌ای و قسمت کروی، مانع دوران اضافی در هنگام بارگذاری می‌شود. روغن‌های

نفی مثل روغن موتور معمولی، اصطکاک مورد نیاز برای انجام آزمون را تأمین می کنند. گریس های فشاری می تواند باعث کاهش اصطکاک گردد و سبب ایجاد حرکت ناخواسته ی قسمت کروی شوند. بنابراین توصیه نمی شود به جز موارد سفارش کارخانه سازنده ی دستگاه آزمون مورد استفاده قرار گیرد.



**یادآوری -** تمهیدات لازم برای نگهداشتن کره درون کاسه نشیمن و نگهداشتن کل مجموعه در دستگاه آزمون باید پیش بینی شود.

### شکل ۱- طرح یک فک کروی مفصلی

۵-۲-۲-۵ اگر شعاع کره ( $r$ )، کوچک تر از شعاع بزرگ ترین آزمونه ( $R$ ) باشد، ضخامت ( $T$ ) سطح فک مفصلی که می تواند در مجاورت آزمونه قرار گیرد نباید از اختلاف شعاع کره و شعاع آزمونه ( $R-r$ ) کمتر باشد. کمترین ابعاد سطح فک باید کمینه به بزرگی قطر کره باشد (به شکل ۱ مراجعه شود).

۶-۲-۲-۵ قسمت متحرک فک مفصلی باید به دقت در بخش کاسه ای قرار گیرد، اما بخش کروی باید به گونه ای طراحی شده باشد که سطح فک بتواند در همه جهتها آزادانه به میزان کمینه ۴ درجه حرکت کند.

۷-۲-۲-۵ اگر طراحی قسمت کروی فک بالایی به صورت دو قطعه ای و شامل یک بخش کروی و یک صفحه فک باشد، برای اطمینان از ثابت بودن بخش کروی و هم مرکزی با صفحه وصل شده به آن، باید تجهیزات مکانیکی لازم فراهم شود.

### ۳-۵ نمایشگر بار

#### ۱-۳-۵ صفحه مدرج عقربه ای

اگر دستگاه مقاومت فشاری دارای صفحه عقربه ای برای نمایش مقدار بار باشد، درجه بندی آن باید توانایی خوانش تا ۰٫۱٪ کل مقدار بار درجه بندی شده روی صفحه مدرج را داشته باشد. (به یادآوری مراجعه شود) صفحه عقربه ای باید توانایی خوانش در محدوده ۱٪ مقدار بار نشان داده شده توسط دستگاه در تمام محدوده بارگذاری توسط دستگاه را داشته باشد. در هیچ موردی دامنه بارگذاری نباید از ۱۰۰ برابر کوچک ترین

تغییرات باری که در روی صفحه، قابل خوانش است، کمتر باشد و درجه‌بندی صفحه مدرج باید از نوع خطی بوده و از صفر شروع شود.

طول عقربه دستگاه باید به اندازه کافی بلند باشد تا به قسمت مدرج صفحه برسد. نوک عقربه نباید پهن‌تر از فاصله خالی بین کوچک‌ترین تقسیمات باشد. هر صفحه مدرج، باید به قطعه‌ای خارج از صفحه متصل باشد، تا برای تنظیم صفر استفاده شود. وقتی از روبروی دستگاه به صفحه مدرج نگاه می‌کنید، این قطعه باید قابل دسترسی باشد. هر صفحه مدرج باید به یک وسیله مناسب مجهز باشد تا زمان تنظیم مجدد از دستگاه، بیشینه بار اعمال شده به آزمون را با درستی ۱٪ نشان دهد.

**یادآوری -** قابلیت خوانش اعداد باید به اندازه ۰/۵ میلی‌متر در انتهای کمان عقربه باشد. همچنین وقتی عقربه بین اعداد ۱ میلی‌متر تا ۲ میلی‌متر باشد، نصف و وقتی فاصله بین ۲ میلی‌متر تا ۳ میلی‌متر باشد، یک‌سوم و وقتی ۳ میلی‌متر یا بیشتر باشد یک‌چهارم فاصله تقسیمات با قطعیتی معقول قابل خواندن باشند.

### ۵-۳-۲ صفحه نمایشگر رقمی<sup>۱</sup>

اگر دستگاه مقاومت فشاری دارای صفحه رقمی برای نمایش بارگذاری باشد، باید نمایشگر اعداد به اندازه کافی بزرگ باشد تا اعداد به سادگی قابل خواندن باشند. میزان افزایش بارگذاری، باید کمتر یا مساوی ۰/۱٪ کل بارگذاری باشد. در هیچ موردی، نباید محدوده بارگذاری صحنه‌گذاری شده کمتر از صد برابر کمینه میزان افزایش بار باشد. تمهیدات لازم باید اندیشیده شود تا هنگامی که باری به دستگاه اعمال نمی‌گردد، صفر را به درستی نمایش دهد. نمایشگر دستگاه، باید بیشترین بار اعمال شده بر آزمون را تا زمانی که تغییری در دستگاه اعمال نشده است با درستی ۱٪ بیشینه بار اعمال شده نمایش دهد.

### ۵-۴ واسنجی و نگهداری

مستندات مربوط به واسنجی و تعمیر و نگهداری دستگاه باید مطابق با استاندارد ASTM C1077 انجام شود.

## ۶ آزمون

۶-۱ اگر قطر آزمون در دو نقطه آن بیش از ۲٪ تفاوت داشته باشد، آن آزمون نباید آزمون شود.

**یادآوری -** این موضوع ممکن است در یکی از موارد زیر اتفاق بیفتد. هنگامی که قالب یک‌بار مصرف در هنگام حمل و نقل آسیب ببیند یا تغییر شکل بدهد. همچنین قالب‌های یکبار مصرف منعطف در هنگام قالب‌گیری دچار تغییر شکل شده باشد. یا در هنگام مغزه‌گیری مته کج شده باشد و یا تغییر مسیر دهد.

۶-۲ قبل از آزمون، ابتدا و انتهای آزمون نباید بیش از ۰/۵ درجه از محور عمود بر آن انحراف داشته باشد. (۰/۵ درجه تقریباً معادل ۱ میلی‌متر در ۱۰۰ میلی‌متر است). چنانچه سطوح انتهایی آزمون بیش از ۰/۰۵

میلی متر ناصاف باشد، باید مطابق با استاندارد ASTM C617/C617M سائیده یا بریده شوند، و در صورت برآورده کردن الزامات استاندارد ASTM C1231/C1231M، کلاhek گذاری گردند. قطری که برای محاسبه سطح مقطع آزمون به کار برده می شود باید از طریق محاسبه میانگین دو قطر عمود اندازه گیری شده در وسط ارتفاع آزمون، با تقریب ۰/۲۵ میلی متر تعیین شوند.

۳-۶ استفاده از یک آزمون به ازای هر ۱۰ آزمون، یا ۳ آزمون در روز (هر کدام که بیشتر باشد)، برای تعیین قطر متوسط آزمون ها بلامانع است. حتی وقتی همه آزمون ها با قالب های چندبار مصرف متعلق به یک بهر باشد، یا تعدادی قالب یک بار مصرف که اختلاف قطر متوسط آن ها همواره در محدوده ۰/۵ میلی متر است، ساخته شده باشند نیز می توان کاهش در تعداد آزمون را اعمال کرد. در صورتی که اختلاف قطر متوسط قالب های استوانه ای در محدوده ۰/۵ میلی متر نباشد یا وقتی استوانه ها متعلق به یک بهر نباشند، همه آزمون ها باید آزمون شوند و داده های هر یک برای محاسبه مقاومت فشاری همان آزمون به کار برده شود. در صورتی که تعداد آزمون هایی که ابعاد آنها اندازه گیری می شود کاهش داده شود، سطح مقطع همه استوانه های آزمون شده در یک روز باید از میانگین به دست آمده از قطر کمینه ۳ آزمون، به عنوان نماینده ای از گروه آزمون ها در آن روز به دست آمده باشد.

۴-۶ اگر درخواست کننده آزمون، درخواست اندازه گیری چگالی آزمون ها را داشته باشد، قبل از کلاhek گذاری، جرم آزمون را تعیین کنید. رطوبت همه سطوح را با حوله خشک نمایید و جرم آزمون را با استفاده از ترازو با درستی در حدود ۰/۳٪ جرم اندازه گیری شده، تعیین کنید. طول آزمون را با تقریب ۱ میلی متر در سه نقطه با فاصله های مساوی روی محیط اندازه گیری کنید.

طول میانگین را با تقریب ۱ میلی متر محاسبه و ثبت کنید. متناوباً، چگالی استوانه را با اندازه گیری وزن استوانه در هوا و سپس غوطه ور کردن در آب با دمای  $(23.0 \pm 2.0)$  درجه سانتیگراد تعیین کنید، و حجم را با استفاده از رابطه ۳ محاسبه نمایید.

۵-۶ وقتی تعیین چگالی مورد نیاز نیست و نسبت طول به قطر آزمون کمتر از ۱/۸ یا بیش از ۲/۲ باشد، یا وقتی حجم استوانه از اندازه گیری ابعاد آن تعیین گردد، طول آزمون را با تقریب ۰/۰۵ قطر اندازه گیری کنید.

## ۷ روش اجرای آزمون

۱-۷ تعیین مقاومت فشاری آزمون هایی که در رطوبت عمل آوری شده اند، باید بلافاصله پس از بیرون آوردن آزمون از محفظه رطوبت انجام شود.

۲-۷ آزمون ها باید در فاصله زمانی خروج از محفظه رطوبت تا انجام آزمون، به یک روش مناسب مرطوب نگه داشته شوند و باید در شرایط مرطوب آزمون شوند.



۳-۷ همه آزمون‌ها باید در سن مشخص شده آزمون شوند. حدود مجاز رواداری زمان باید مطابق موارد مندرج در جدول ۲ باشد.

جدول ۲- رواداری زمان آزمون

سن آزمون	رواداری مجاز
۲۴ ساعت	$\pm 0.5$ ساعت یا $2.1\%$
۳ روز	$\pm 2$ ساعت یا $2.8\%$
۷ روز	$\pm 6$ ساعت یا $3.8\%$
۲۸ روز	$\pm 20$ ساعت یا $3\%$
۹۰ روز	$\pm 2$ روز یا $2.2\%$

#### ۴-۷ قرار دادن آزمون‌ها

در صورت نیاز برای پرکردن فاصله بین فک مفصلی بالا و فک زیرین، درحالی که سطح سخت شده پرکننده در بالا قرار دارد، کاملاً زیر فک مفصلی بالا قرار دهید. سطوح فک بالا و فک زیرین و سطوح آزمون را تمیز نموده و آزمون را روی فک زیرین قرار دهید. اگر از سامانه کلاهک‌های ناپیوسته استفاده می‌کنید، سطوح حلقه‌(های) نگه‌دارنده و مرکز کلاهک (یا کلاهک‌های) ناپیوسته‌ی روی استوانه را تمیز کنید. محور آزمون و مرکز فک مفصلی بالا را با دقت در یک راستا قرار دهید.

#### ۱-۴-۷ تصدیق صفر دستگاه و محل استقرار بلوک

قبل از آزمایش آزمون، نمایشگر بار باید روی صفر تنظیم شده باشد. در غیر این صورت، نمایشگر را روی صفر تنظیم کنید. (به یادآوری مراجعه شود) بعد از قراردادن آزمون در دستگاه و قبل از بارگذاری، قسمت متحرک فک مفصلی را به آرامی با دست، تکان دهید به طوری که سطح فک موازی با سطح بالای آزمون باشد.

یادآوری - روش مورد استفاده برای تصدیق و تنظیم صفر دستگاه، با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده دستگاه متفاوت است. برای انتخاب روش مناسب به کتابچه‌ی راهنمای یا شرکت واسنجی کننده دستگاه مراجعه نمایید.

#### ۲-۴-۷ تصدیق هم راستایی هنگام استفاده از کلاهک‌های ناپیوسته

اگر از کلاهک‌های ناپیوسته استفاده می‌کنید، هم راستایی آزمون را پس از بارگذاری و قبل از رسیدن به  $10\%$  مقاومت پیش‌بینی شده‌ی آزمون، تصدیق کنید. بررسی کنید که محور استوانه از محور عمودی بیشتر از  $0.5$  درجه انحراف نداشته باشد. (به یادآوری مراجعه شود) و استوانه با حلقه نگه‌دارنده کلاهک ناپیوسته، هم‌مرکز باشد. اگر استوانه با حلقه نگه‌دارنده هم راستا نبود، بارگذاری را متوقف نمایید و آزمون را با دقت هم‌مرکز کنید. بارگذاری را مجدداً اعمال نموده و هم راستایی و هم‌مرکز بودن آزمون را بررسی کنید. برای بررسی هم راستایی استوانه می‌توان در بارگذاری مکث نمود.

یادآوری - زاویه ۰/۵ درجه معادل شیب یک میلی‌متر در ۱۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

## ۷-۵ سرعت بارگذاری

بارگذاری را بدون تغییر ناگهانی بارگذاری و به‌صورت پیوسته اعمال نمایید.

۷-۵-۱ بارگذاری را با نرخ حرکت (فک زیرین آزمون به‌طرف فک مفصلی) با نرخ تنش  $(0.25 \pm 0.05)$  مگاپاسکال بر ثانیه اعمال کنید. (به یادآوری مراجعه شود) نرخ حرکت باید حداقل در نیمه دوم بارگذاری پیش‌بینی شده، ثابت بماند.

یادآوری - برای یک دستگاه آزمون محور-چرخان<sup>۱</sup> یا جابجایی کنترل شده<sup>۲</sup>، آزمون اولیه ضروری است. این آزمون میزان حرکتی را که برای دستیابی به تنشی خاصی لازم است، تعیین می‌کند. میزان حرکت به‌اندازه آزمون، مدول کشسانی بتن و استحکام دستگاه آزمون بستگی دارد.

۷-۵-۲ در نیمه اول بارگذاری پیش‌بینی شده، نرخ بارگذاری بیشتر از مقدار پیش‌بینی شده مجاز است. نرخ بارگذاری بیشتر باید به‌گونه‌ای کنترل شود که آزمون در معرض تغییر ناگهانی بارگذاری قرار نگیرد.

۷-۵-۳ وقتی به حد نهایی بارگذاری نزدیک شدید و نرخ تنش به دلیل ترک برداشتن آزمون کاهش یافت، در سرعت بارگذاری هیچ تغییری ندهید.

۷-۵-۴ نرخ حرکت (صفحه پهن فلزی به‌سوی میله پیستون) را در زمان نزدیک شدن به بارنهایی تنظیم نکنید. نرخ اعمال فشار به دلیل ترک‌خوردگی در آزمون کاهش می‌یابد.

## ۷-۶ نحوه بارگذاری

بارگذاری را تا جایی بر آزمون ادامه دهید که بار نشان داده‌شده در نمایشگر به‌طور پیوسته و یکنواخت کاهش یابد و آزمون یک الگوی شکستگی مناسب (حالت‌های شکست ۱ تا ۴ در شکل ۲) را از خود نشان دهد. در دستگاه آزمون مجهز به آشکارساز شکستگی، قطع خودکار بارگذاری تا زمانی که بار به کمتر از ۹۵٪ بیشینه بارگذاری کاهش یابد، ممنوع است.

هنگام انجام آزمون با کلاهک‌های ناپیوسته، قبل از رسیدن آزمون به حدنهایی ظرفیت، ممکن است شکستگی در گوشه آزمون، (مطابق با الگوهای ۵ یا ۶ شکل ۲) رخ دهد. تا اطمینان از رسیدن به بارگذاری نهایی، بارگذاری را ادامه دهید.

بیشینه بار تحمل شده به‌وسیله آزمون را ثبت کنید و نوع الگوی شکستگی مطابق شکل ۲ را یادداشت نمایید. اگر الگوی شکستگی یکی از الگوهای نشان داده‌شده در شکل ۲ نباشد، الگوی شکستگی را رسم و

1-Screw driven

2- Displacement controlled

مختصراً توصیف کنید. اگر مقاومت اندازه‌گیری شده کمتر از مقدار مورد انتظار باشد، بتن شکسته شده را بررسی کنید و به وجود حفره‌های بزرگ هوا، جدایی ذرات بتن و اینکه آیا شکستگی‌ها عمدتاً از اطراف یا درون سنگدانه‌های درشت می‌گذرند، توجه داشته باشید و تصدیق کنید که آماده‌سازی نهایی ابتدا و انتهای آزمون‌ها مطابق الزامات استاندارد ASTM C1231 یا استاندارد ASTM C617 انجام شده باشد.

## ۸ محاسبات

۸-۱ مقاومت فشاری آزمون از تقسیم بیشینه بار تحمل شده آزمون بر میانگین مساحت سطح مقطع عرضی همان‌طور که در بند ۷ این استاندارد شرح داده شده محاسبه می‌گردد.

۸-۲ اگر نسبت طول به قطر آزمون کوچکتر یا مساوی ۱٫۷۵ باشد، نتیجه به‌دست‌آمده در زیربند ۹-۱ را با ضرب کردن در ضرایب تصحیح جدول ۳ اصلاح کنید. اگر نسبت طول به قطر در مقادیر جدول مذکور نباشد، برای تعیین ضرایب تصحیح مناسب، بین ضرایب تصحیح جدول درونیابی کنید.

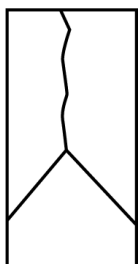
جدول ۳- ضرایب تصحیح ابعاد

نسبت طول به قطر	۱٫۰۰	۱٫۲۵	۱٫۵۰	۱٫۷۵
ضریب تصحیح	۰٫۸۷	۰٫۹۳	۰٫۹۶	۰٫۹۸



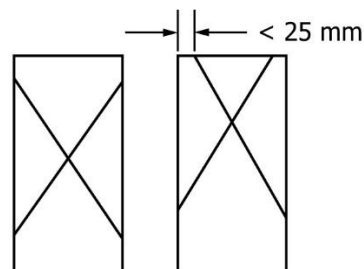
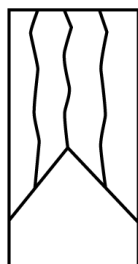
نوع ۳

ترک‌های عمودی ستونی در ابتدا و انتها،  
مخروط‌های ناقص



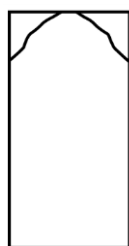
نوع ۲

مخروط شکل گرفته در یک انتها، ترک‌های  
عمودی به سمت کلاهک، مخروط ناقص در  
انتهای دیگر



نوع ۱

مخروط‌های شکل گرفته در ابتدا و انتها،  
فاصل امتداد ترک ها تا کلاهک کمتر از ۲۵  
میلی‌متر



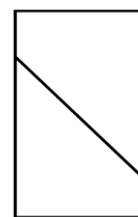
نوع ۶

شبیه نوع ۵ است اما انتهای استوانه نوک‌دار  
شده.



نوع ۵

شکستگی‌های گوشه‌ای در بالا و پایین  
(معمولاً با کلاهک‌های ناپیوسته رخ  
می‌دهد)



نوع ۴

شکست قطری بدون هیچ ترکی در انتها،  
برای متمایز کردن نوع ۴ از نوع ۱ با چکش  
بر آن بکوبید.

## شکل ۲- الگوهای شکست معمول آزمونه

**یادآوری:** ضرایب تصحیح به شرایط مختلف مانند شرایط رطوبتی، میزان مقاومت و مدول کشسانی بستگی دارند. مقادیر داده شده در جدول، مقادیر میانگین می باشد. این ضرایب تصحیح برای بتن‌های با چگالی پایین (بین ۱۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب تا ۱۹۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب) و بتن‌های با چگالی معمولی به کار می‌روند. این ضرایب تصحیح برای بتن خشک یا بتن کاملاً مرطوب و مقاومت‌های اسمی بتن از ۱۴ مگاپاسکال تا ۴۲ مگاپاسکال در زمان بارگذاری، کاربرد دارد. برای مقاومت‌های بیشتر از ۴۲ مگاپاسکال ضرایب تصحیح باید بزرگ‌تر از مقادیر جدول بالا باشند.

**۳-۸** در صورت لزوم، چگالی آزمونه را با تقریب ۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب با استفاده از رابطه ۲ محاسبه کنید:

$$Density = \frac{w}{v} \quad (2)$$

که در آن:

$W$  جرم آزمونه بر حسب کیلوگرم؛

$V$  حجم آزمونه بر حسب متر مکعب؛ (از متوسط طول و متوسط قطر، یا از توزین استوانه در هوا و توزین استوانه در حالت غوطه وری به دست می‌آید)

Density چگالی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب.

وقتی حجم از وزن غوطه وری آزمونه تعیین شود، حجم را با استفاده از رابطه ۳ محاسبه کنید.

$$V = \frac{W - W_s}{\gamma W_s} \quad (3)$$

که در آن:

$W_s$  جرم ظاهری آزمونه غوطه ور، بر حسب کیلوگرم؛

$\gamma_w$  چگالی آب در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد؛ (برابر با ۹۹۷/۵ کیلوگرم بر مترمکعب)

$V$  حجم آزمونه بر حسب مترمکعب.

## ۹ - بیان نتایج

۸-۱ اطلاعات زیر باید در گزارش ثبت شوند:

۸-۱-۱ شماره شناسایی آزمونه؛

۸-۱-۲ میانگین قطر اندازه‌گیری شده (و طول اندازه‌گیری شده اگر خارج از محدوده ۱/۸ قطر تا ۲/۲ قطر باشد) بر حسب میلی‌متر؛

۸-۱-۳ سطح مقطع، بر حسب میلی‌متر مربع؛

۸-۱-۴ بیشینه بار، بر حسب کیلو نیوتن؛

۸-۱-۵ مقاومت فشاری با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال؛

۸-۱-۶ وقتی میانگین دو یا چند آزمونه از یک نمونه هم سن گزارش می‌شود، متوسط مقاومت فشاری را با استفاده از مقادیر مقاومت فشاری آزمونه‌های استوانه‌ای که گرد نشده است، محاسبه کنید. متوسط مقاومت فشاری را با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال گزارش کنید.

۸-۱-۷ الگوی نوع شکست (به شکل ۲ مراجعه شود)؛

۸-۱-۸ عیوب آزمونه و/یا کلاهک‌ها؛

۸-۱-۹ سن آزمون؛

۸-۱-۱۰ در صورت تعیین چگالی آن را با تقریب ۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کنید.

## ۱۰ دقت اندازه‌گیری و اریبی

۱۰-۱-۱۰ دقت

۱۰-۱-۱۰ دقت اندازه‌گیری یک آزمایشگر<sup>۱</sup> - در جدول ۴ مقادیر دقت یک آزمایشگر برای آزمون استوانه‌های ۱۵۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر و ۱۰۰ میلی‌متر در ۲۰۰ میلی‌متر، که از نمونه بتنی که به‌خوبی مخلوط شده و در شرایط آزمایشگاهی و شرایط کارگاهی ساخته‌شده‌اند، نشان داده‌شده است. (به زیربند ۱۰-۱-۲ مراجعه شود)

۱۰-۱-۲ ضریب تغییرات موجود در جدول ۴، تغییرات مورد انتظار مقاومت اندازه‌گیری شده را برای آزمون-های استوانه‌های بتنی هم سن، که با روش یکسان ساخته‌شده و در آزمایشگاه یکسان آزمون شده‌اند، را نشان می‌دهد.

## جدول ۴- محدوده مجاز مقاومت آزمون‌های استوانه‌ای منفرد

## در شرایط کارگاهی و آزمایشگاهی

دامنه تفاوت مقادیر مقاومت آزمون‌ها نسبت به میانگین آنها			
۳ آزمون	۲ آزمون	ضریب تغییرات	آزمون‌های استوانه‌ای (۳۰۰×۱۵۰) میلی‌متر
۷٫۸٪	۶٫۶٪	۲٫۴٪	شرایط آزمایشگاهی
۹٫۵٪	۸٫۰٪	۲٫۹٪	شرایط کارگاهی
			آزمون‌های استوانه‌ای (۲۰۰×۱۰۰) میلی‌متر
۱۰٫۶٪	۹٫۰٪	۳٫۲٪	شرایط آزمایشگاهی

ضریب تغییرات مربوط به استوانه‌های ۱۵۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر برای مقاومت فشاری بین ۱۵ مگاپاسکال تا ۵۵ مگاپاسکال و ضریب تغییرات مربوط به استوانه‌های ۱۰۰ میلی‌متر در ۲۰۰ میلی‌متر برای مقاومت فشاری بین ۱۷ مگاپاسکال تا ۳۲ مگاپاسکال قابل استفاده است.

<sup>۱</sup> -SINGLE-OPERATOR PRECISION

۱۰-۱-۳ دقت چند آزمایشگاه - ضریب تغییرات چند آزمایشگاه برای نتیجه آزمون مقاومت فشاری استوانه‌های ۱۵۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر، ۵٪ به دست آمده است. بنابراین انتظار می‌رود نتایج آزمون‌هایی که توسط دو آزمایشگاه بر روی آزمون‌های آماده‌شده از بتن‌های یکسان انجام شده‌اند، بیش از ۱۴٪ با مقدار میانگین تفاوت نداشته باشد. (به یادآوری مراجعه شود). نتیجه یک آزمون مقاومت از میانگین دو آزمون استوانه‌ای با سن یکسان به دست می‌آید.

یادآوری - دقت چند آزمایشگاهی، شامل تغییرات مربوط به اپراتورهای مختلف، که آزمون را از نمونه‌های انتخاب شده، یا از بتن‌های مستقل بتن تهیه کرده‌اند، شامل نمی‌شود. انتظار می‌رود این تغییرات باعث افزایش تغییر در ضریب چند آزمایشگاهی شود.

۱۰-۱-۴ داده‌های چند آزمایشگاهی از ۶ آزمون مقاومت به دست آمده است که به‌طور جداگانه و طی یک برنامه گردشی آزمون شده‌اند. این آزمون‌ها توسط آزمایشگاه‌های مختلف بر روی آزمون‌های استوانه‌های ۱۵۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر که در یک مکان آماده‌شده‌اند، انجام شده است. محدوده میانگین مقاومت ۱۷ مگاپاسکال تا ۹۰ مگاپاسکال می‌باشد.

#### ۱۰-۲ اریبی

از آنجایی که مواد مرجع پذیرفته شده مناسبی برای تعیین انحراف این روش آزمون وجود ندارد، اریبی تعیین نشده است.