



INSO  
15926

1st Edition

2019

Identical with:  
BS EN 1771: 2004

جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران  
۱۵۹۲۶

چاپ اول

۱۳۹۷

محصولات و سیستم‌ها برای حفاظت و مرمت  
سازه‌های بتنی - تعیین تزریق‌پذیری و آزمون  
شکافت - روش‌های آزمون

**Products and systems for the protection  
and repair of concrete structures-  
Determination of injectability and splitting  
test-Test methods**

ICS: 91.080.40

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@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>

## 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، به عنوان 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، به عنوان 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 به عنوان 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

### «محصولات و سیستم‌ها برای حفاظت و مرمت سازه‌های بتنی - تعیین تزریق‌پذیری و آزمون شکافت - روش‌های آزمون»

#### رئیس: سمت و/یا محل اشتغال:

هیأت علمی - دانشگاه شهید چمران اهواز

#### رئیس:

لبیب‌زاده، مجتبی  
(دکتری مهندسی عمران)

#### دبیر:

کیوان‌راد، امین  
(کارشناسی مهندسی عمران)

#### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اندامی، سید محمدحسین  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

بختیاری‌نژاد، امید  
(دکتری مهندسی عمران)

بهریزی، سحر  
(دکتری مهندسی عمران)

پوریکتا، پولاد  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

دشت‌افکن، راضیه  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سیدشرفی، سید هادی  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

طهماسبی، علی‌رضا  
(کارشناسی مهندسی عمران)

علی‌پور، نوشین  
(کارشناسی ارشد شیمی)

فاتحی، محمدرضا  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

قبادی‌نیا، حمزه

(کارشناسی مهندسی عمران)

منتظر حجت، سجاد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

هوشمندزاده، محمد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

**ویراستار:**

محسنی، خلیل

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

مدیر کنترل کیفیت - شرکت بنیاد بتن خوزستان

مهندس اجرایی سیویل - شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

مدرس - دانشگاه پیام نور اهواز

سرپرست اداره آموزش و ترویج - اداره کل استاندارد استان  
خوزستان

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                                                |
|------|------------------------------------------------------|
| ز    | پیش‌گفتار                                            |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                                 |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                                       |
| ۲    | ۳ اصول آزمون                                         |
| ۲    | ۴ الزامات کلی برای آزمون                             |
| ۲    | ۱-۴ دستگاه آزمون                                     |
| ۲    | ۲-۴ سایر تجهیزات                                     |
| ۳    | ۳-۴ ماسه                                             |
| ۶    | ۵ آماده‌سازی آزمون                                   |
| ۶    | ۱-۵ آزمون تزریق‌پذیری                                |
| ۷    | ۲-۵ آماده‌سازی آزمون برای آزمون شکافت (آزمون برزیلی) |
| ۷    | ۶ روش آزمون                                          |
| ۷    | ۱-۶ آزمون ستون                                       |
| ۹    | ۲-۶ آزمون شکافت                                      |
| ۹    | ۷ بیان نتایج                                         |
| ۹    | ۱-۷ آزمون ستون                                       |
| ۱۰   | ۲-۷ آزمون شکافت                                      |
| ۱۰   | ۸ گزارش آزمون                                        |
| ۱۲   | کتاب‌نامه                                            |

## پیش‌گفتار

استاندارد «محصولات و سیستم‌ها برای حفاظت و مرمت سازه‌های بتنی - تعیین تزریق‌پذیری و آزمون شکافت- روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن در 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 تهیه و تدوین شده، در هشتصد و دوازدهمین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۷/۱۲/۱۳ 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، 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 یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

BS EN 1771: 2004, Products and systems for the protection and repair of concrete structures-  
Test methods- Determination of injectability and splitting test

## محصولات و سیستم‌ها برای حفاظت و مرمت سازه‌های بتنی - تعیین تزریق‌پذیری و آزمون شکافت - روش‌های آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روشی برای تعیین تزریق‌پذیری یک محصول در شبکه‌ای موئین و چسبیدن آن به بتن از طریق اندازه‌گیری استحکام شکافت نمونه‌های ملات استوانه‌ای ناشی از تزریق در ستونی ماسه‌ای 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 196-1, Methods of testing cement- Part1: Determination of strength

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۸۰۷: سال ۱۳۹۳: روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۱: تعیین مقاومت، با استفاده از استاندارد EN 196-1: 2005 تدوین شده است.

#### 2-2 EN 196-3, Methods of testing cement- Part 3: Determination of setting time and soundness

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۸۰۷: سال ۱۳۹۳، روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۳: تعیین زمان گیرش و تعیین سلامت (انبساط) به روش لوشاتلیه، با استفاده از استاندارد EN 196-3:2005 + A1:2008 تدوین شده است.

#### 2-3 EN ISO 9514, Paints and varnishes - Determination of the pot-life of liquid systems - Preparation and conditioning

#### 2-4 ISO 565, Test sieves – Metal wire cloth, perforated metal plate and electroformed sheet – Nominal sizes of openings

### ۳ اصول آزمون

اصول این آزمون شامل تزریق محصول با فشار ثابت در لوله پلاستیکی (پلی متیل متاکریلات) شفاف که از ماسه دانه‌بندی شده پر و به صورت قائم نگاه داشته شده است، می‌باشد. ستون از انتهای پایینی آن تحت تزریق قرار می‌گیرد و آزمون گر زمان سپری شده برای رسیدن سطح محصول به علامت‌های مختلف مرجع که در طول لوله ترسیم شده است را اندازه می‌گیرد.

### ۴ الزامات کلی برای آزمون

#### ۱-۴ دستگاه آزمون

وسیله مورد استفاده در آزمون در شکل ۱ نمایش داده شده است.

طول کلی لوله انتقال به بالا<sup>۱</sup>، لوله وصل‌کننده انعطاف‌پذیر و انشعابات متصل‌کننده  $(5 \pm 900)$  mm است. قطر داخلی  $(1 \pm 6)$  mm است. تفاوت سطح بین کف ستون و کف ظرف تزریق  $(5 \pm 400)$  mm طول دارد. فاصله بین انتهای لوله انتقال به بالا و کف محفظه فلزی  $(1 \pm 20)$  mm است. انتهای لوله به صورت مربعی بریده شده است. درپوش‌های لاستیکی که مرکزشان سوراخ شده در دو انتهای ستون تزریق جای گرفته است. از درپوش پایینی لوله‌ای مسی به قطر داخلی ۶ mm و قطر خارجی ۸ mm و طول  $(10 \pm 50)$  mm عبور کرده که لوله انعطاف‌پذیر در انتهای آن جای گرفته است.

#### ۲-۴ سایر تجهیزات

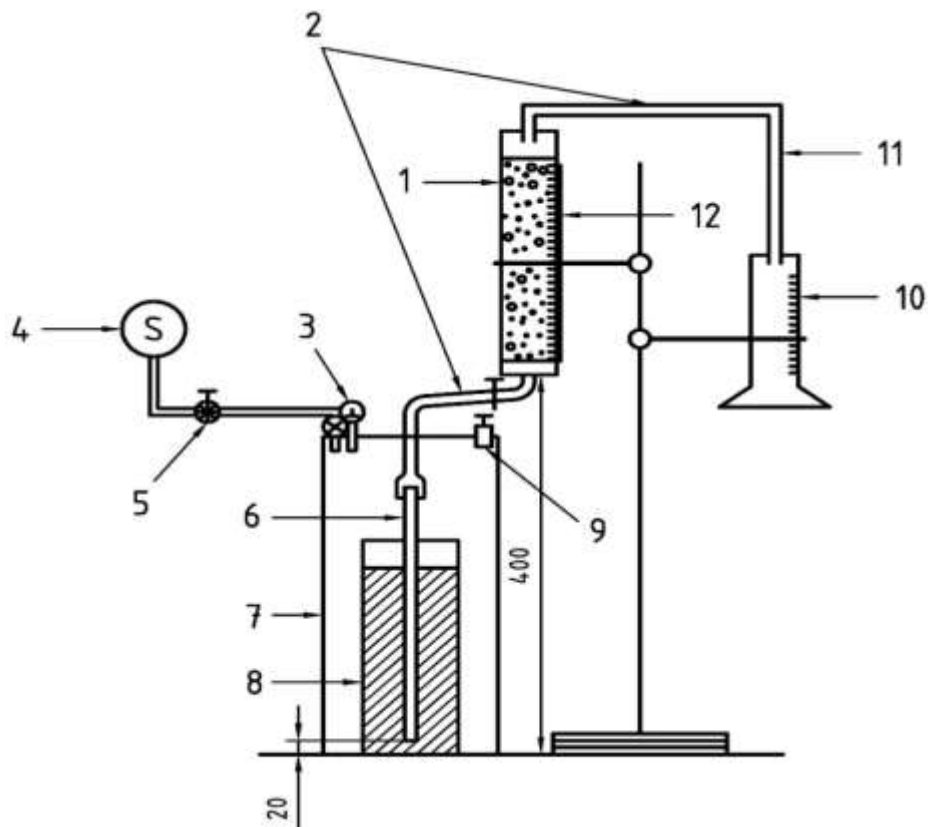
افزون بر وسایل بالا، تجهیزات ذیل برای انجام آزمون لازم است:

- لوله‌های شفافی که از محصولات مربوطه تأثیر نمی‌پذیرد (مثلاً، پلی‌متیل متاکریلات) به قطر داخلی  $(3 \pm 22,2)$  mm و طول ۳۹۰ mm؛
- مقیاسی به طول ۴۰۰ mm که در واحد میلی‌متر مدرج شده است؛
- ترازو با درستی تا ۰,۱ g؛
- زمان‌سنجی با درستی قرائت ۰,۱ ثانیه؛
- دماسنجی که از  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $200^{\circ}\text{C}$  مدرج شده و تا  $1^{\circ}\text{C}$  درستی دارد؛
- تأمین هوای فشرده با فشار حداقل ۰,۵ MPa؛
- تور سیمی با روزنه ۰,۵ mm (مدول ۲۸) مطابق با استاندارد ISO 565؛

- ظرفی فلزی با قطر تقریبی ۸۰ mm و ارتفاع ۱۷۵ mm؛
- ظرف اندازه‌گیری؛
- لوله‌ای جهت اتصال انتهای ستون و ظرف اندازه‌گیری؛
- لوله‌ای انعطاف‌پذیر که متناسب با فشار باشد؛
- گیره‌ای جهت لوله انعطاف‌پذیر؛
- ظرف تحت فشار با ظرفیت حدوداً ۳ l که فشار کارکردی ایمن آن حداقل برابر فشار هوای تأمینی باشد. باید برای آن فشارسنجی جهت اندازه‌گیری درست فشارهایی تا حداقل ۰٫۰۷۵ MPa با دقت ۰٫۰۰۲۵ MPa تعبیه شود؛
- تأمین هوای فشرده که توسط شیر تنظیم فشار کنترل می‌گردد.

#### ۳-۴ ماسه

- ماسه مورد استفاده مطابق با استاندارد EN 196-1 برای آزمون‌های سیمان است. برای اهداف خاص (برای نمونه، اگر شبیه‌سازی مویینگی بتن مورد نظر باشد) می‌توان به جای ماسه سیلیسی از ملات سیمانی خرد شده با همان دانه‌بندی استفاده نمود.
- الک‌هایی با روزنه ۰٫۶۳ mm، ۰٫۸۰ mm، ۱٫۰۰ mm، ۱٫۲۵ mm (به استاندارد ISO 565 مراجعه شود).



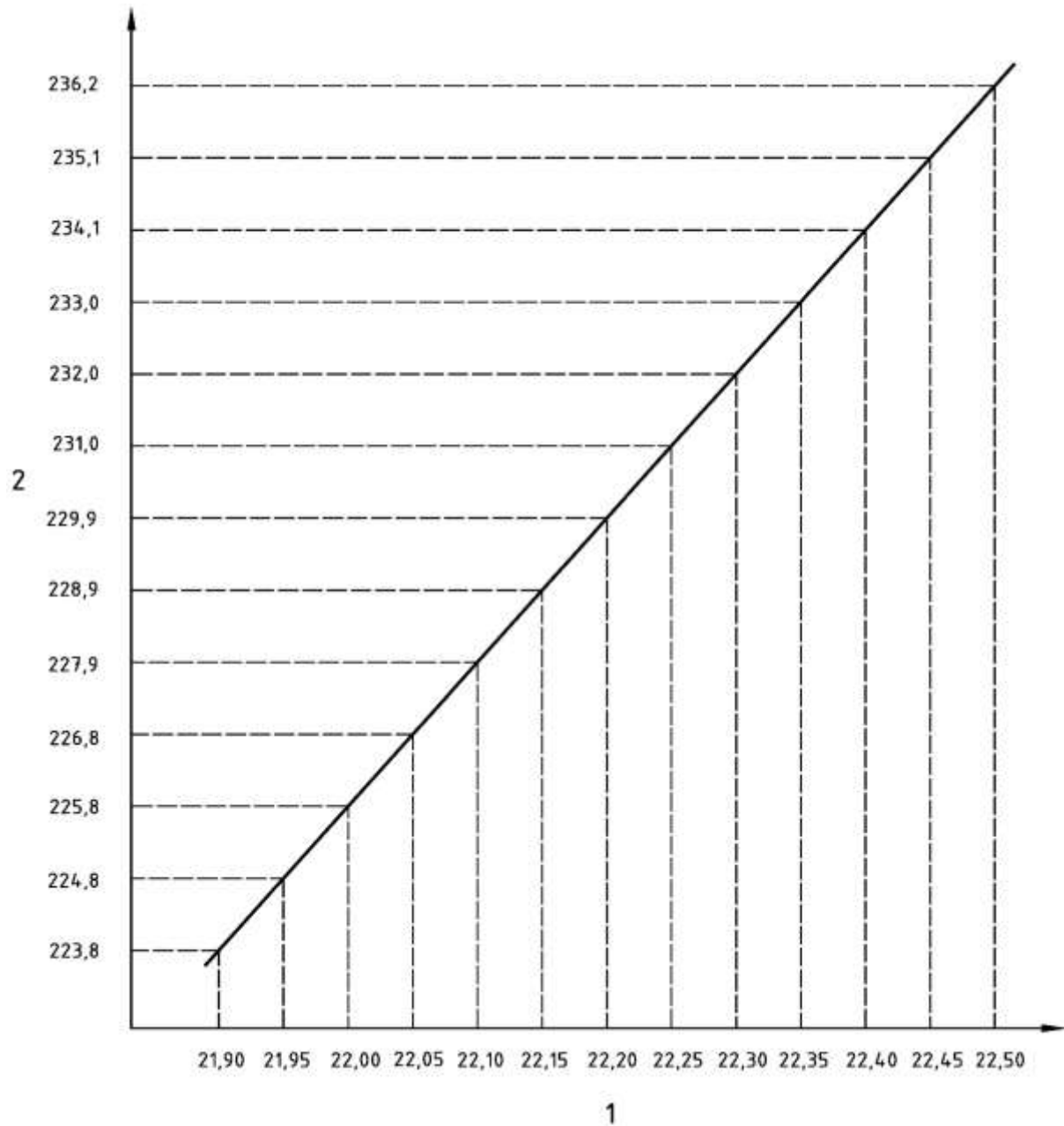
راهنما:

- |                                                      |                    |
|------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 ستون تزریق                                         | 7 ظرف تحت فشار     |
| 2 لوله وصل کننده انعطاف پذیر (قطر ۶ mm و طول ۶۰۰ mm) | 8 محفظه فلزی       |
| 3 سنجه <sup>۱</sup> اندازه گیری کنترلی               | 9 شیر ایمنی        |
| 4 منبع هوای فشرده                                    | 10 ظرف اندازه گیری |
| 5 شیر تنظیم فشار                                     | 11 لوله سر ریز     |
| 6 لوله انتقال به بالا                                | 12 مقیاس           |

### شکل ۱- پیکربندی آزمون

جدول ۱- منحنی دانه بندی ماسه مرجع

| اندازه روزه الک ها به mm | ۰٫۶۳ | ۰٫۸۰ | ۱٫۰۰ | ۱٫۲۵ |
|--------------------------|------|------|------|------|
| درصد عبوری تجمعی         | ۰    | ۳۳   | ۶۳   | ۱۰۰  |



راهنما:

1 قطر داخلی لوله به mm

2 وزن ماسه معمولی با دانه بندی مطابق جدول (۰,۶۳/۱,۲۵ mm) برحسب گرم (مطابق جدول ۱).

شکل ۲- تعیین وزن ماسه مرجعی که قرار است بر اساس قطر داخلی لوله به لوله وارد شود

## ۵ آماده‌سازی آزمون

### ۱-۵ آزمون تزریق پذیری

#### ۱-۱-۵ آماده‌سازی آزمون‌ها

روش اجرای عملیات به شرح ذیل است:

- با پرگار قطر داخلی هر لوله پلاستیکی را جهت تعیین جرم ماسه‌ای که قرار است به آن وارد شود اندازه بگیرید؛
- یک درپوش لاستیکی سوراخ‌دار و دیسکی از تور سیمی را در انتهای پایینی لوله جای دهید؛
- دانه‌بندی بخش ۱/۲۵ mm تا ۰/۶۳ mm ماسه مرجع را از طریق الک کردن با الک‌های ۰/۶۳ mm، ۰/۸۰ mm، ۱/۰۰ mm و ۱/۲۵ mm بازسازی کنید ( برای مشاهده منحنی دانه‌بندی به جدول ۱ مراجعه شود)؛
- از شکل ۲ مقدار ماسه‌ای که قرار است به هر لوله وارد شود را با درستی ۰/۱ g تعیین نمایید.

#### ۲-۱-۵ آماده‌سازی ستون

- هر لوله را در سه مرحله با لایه‌هایی نسبتاً مساوی جهت دستیابی به ماسه متراکم به ارتفاع کل  $(1 \pm 360)$  mm پر کنید.
- ترتیب عملیات به شرح زیر است:
- ماسه را در ستون تزریق بریزید تا اینکه لوله تا یک سوم نخست آن با رواداری  $(20 \pm)$  mm پر گردد؛
- در حالی که ستون تزریق را می‌چرخانید با اعمال ۵۰ ضربه جانبی که با توزیع یکنواخت در ارتفاع لایه وارد می‌شوند، ماسه را متراکم کنید؛
- برای لایه‌های دوم و سوم به طور مشابه عمل نمایید. پس از متراکم نمودن لایه آخر بررسی کنید که ارتفاع کلی ماسه متراکم  $(1 \pm 360)$  mm باشد؛
- اگر این مقدار حاصل نشده باشد، لازم است ستون تزریق تخلیه و فرآیند پر کردن تکرار گردد؛
- ابتدا دیسکی از تور سیمی و سپس درپوش لاستیکی سوراخ‌دار دوم را روی ماسه متراکم قرار دهید؛
- هر ستون تزریق پر مجهز به درپوش‌های سوراخ شده و ماسه خشک را با درستی ۰/۱ g (جرم  $M_1$ ) اندازه‌گیری نمایید.

### ۳-۱-۵ تعداد ستون‌ها

دو ستون ماسه‌ای یکسان تهیه نمایید، یکی برای آزمون در محیط خشک و دیگری جهت آزمون در محیط نمناک؛

### ۲-۵ آماده‌سازی آزمون‌ه برای آزمون شکافت (آزمون برزلی)

ستون‌های مورد تزریق قرار گرفته باید به دقت آب‌بندی (مثلاً با درپوش‌های ثابت‌کننده با چسب نواری) و در اتاقی با دمای تنظیم شده یعنی دمای  $^{\circ}\text{C} (12 \pm 2)$  و رطوبت نسبی  $\% (60 \pm 10)$  برای محصولات پلیمری و هیدرولیکی تا ۲۸ روز پس از تزریق انبار شوند.

سپس باید ستون‌ها را عمود بر محورشان با ارّه برید تا حداقل شش نمونه استوانه‌ای با نسبت ابعادی ۲:۱ به‌دست آید. آن‌گاه باید هر نمونه را درحالی که موقعیتش در ستون ثبت می‌شود از لوله بیرون راند.

از هر ستون باید شش نمونه به‌دست آید. آزمون‌های مکانیکی باید بر روی نمونه‌هایی که از دو ستون به‌دست می‌آید صورت گیرد، شش عدد از آنها از محیط خشک و شش عدد دیگر از محیط نمناک.

## ۶ روش آزمون

### ۱-۶ آزمون ستون

#### ۱-۱-۶ انبارش مقدماتی و آماده‌سازی محصول تزریق‌شونده

سطوح دمایی انتخاب شده برای آزمون عبارتند از  $^{\circ}\text{C} 8$ ،  $^{\circ}\text{C} 15$  یا  $^{\circ}\text{C} 21$  یا دماهای دیگری که مورد توافق طرف‌های مربوط باشد. حداقل ۲۴ ساعت پیش از آزمون، همه اجزای محصولات، ماسه و کل وسیله را در اتاق آزمونی قرار دهید که در دماهای مذکور یا دماهای دیگری که مورد توافق طرف‌های مربوط باشد نگهداری می‌شود.

### ۲-۱-۶ اجرای آزمون

#### ۱-۲-۱-۶ تزریق در محیط خشک

اجزای ماده‌ای که قرار است آزموده شود را مطابق راهنمای تولیدکننده مخلوط کنید. هنگامی که محصولی که قرار است آزموده شود آماده شد،  $g (50 \pm 1)$  از مخلوط را در محفظه آزمون توصیف شده در شکل ۱ بریزید. به دمای اولیه مخلوط توجه داشته باشید و محفظه آزمون را در ظرف تحت فشار جای دهید. منبع هوای فشرده را راه انداخته و بررسی کنید که فشار  $\text{MPa} (0.75 \pm 0.25)$  باشد.

در صورت لزوم فشار را با شیر تنظیم فشار تصحیح نمایید و بررسی کنید که نشتی وجود نداشته باشد. گیره<sup>۱</sup> روی لوله انعطاف پذیر را آزاد کنید و وقتی که محصول به سطح «صفر» ماسه که هم سطح تور سیمی پایینی تعریف می شود رسید، زمان سنجی را شروع کنید. زمانی که طول می کشد تا محصول به رقوم ۵۰ mm، ۱۰۰ mm، ۱۵۰ mm، ۲۰۰ mm، ۲۵۰ mm، ۳۰۰ mm و ۳۵۰ mm برسد را یادداشت نمایید.

تزریق را ادامه دهید تا اینکه ستون پر گردد و ۲۰ ml محصول اضافه در ظرف اندازه گیری انباشته شود، یا روشن گردد که بطور منطقی حصول این امر ناممکن است یعنی نرخ بالا رفتن محصول در ستون کمتر از ۳۰ mm/min باشد.

در هر دو صورت، زمان سنج را متوقف نموده، لوله انعطاف پذیر را با گیره مسدود و فشار را آزاد کنید و بی درنگ دمای محصول باقی مانده در محفظه فلزی را اندازه بگیرید.

### طبقه بندی

تزریق پذیری محصول را می توان به صورت زیر طبقه بندی نمود:

- ۱- آسان: اگر ستون پر شده و ۲۰ ml اضافه محصول انباشته شده؛
- ۲- عملاً امکان پذیر: اگر ستون پر شده ولی نرخ سرریز ۱ ml/min حاصل نشده؛
- ۳- دشوار: اگر تزریق پیش از پر شدن ستون متوقف شده است. در این حالت رقوم حاصل شده در ستون را ثبت نمایید.

### ۶-۲-۱-۲ تزریق در محیط نمناک

تنها تغییر در فرایند اجرا از پیش نمودار کردن ماسه است. پس از برپایی وسیله آزمون کار را به صورت زیر دنبال کنید:

- ۲۰۰ g آب در محفظه بریزید و آن را در ظرف تحت فشار قرار دهید؛
- آب را در ستون ماسه تزریق نموده و تزریق را تا انباشت ۲۰ ml در ظرف اندازه گیری ادامه دهید؛
- تزریق را متوقف کنید، فشار را آزاد کنید و اجازه دهید آب مازاد برای مدت ۱۰ min زهکش شود. سپس ستون را در حالی که درپوش های سوراخ دار در محل خود رها شده اند با درستی ۰٫۱ g (جرم  $M_2$ ) وزن کنید؛
- محفظه اول را با محفظه دیگری که خشک و پاکیزه است، جایگزین نمایید. سپس، آزمون تزریق پذیری محصول را در محیطی نمناک تحت شرایطی که با آن چه پیش تر توصیف شده یکسان است، انجام دهید.

1- Clamp

### ۳-۱-۶ انبارش نمونه‌ها

پس از تزریق محصول، ستون تزریق شده که با مسدودسازی درپوش‌های سوراخ‌دار که در محل خود باقی گذاشته شده‌اند آب‌بندی شده، با درستی  $0.1 \text{ g}$  وزن می‌گردد: جرم  $M_3$  برای محیط‌های خشک؛ جرم  $M_4$  برای محیط‌های نمناک.

سپس در مورد محصولات پلیمری و هیدرولیکی، ستون‌های تزریق شده به مدت ۲۸ روز در دمای  $(21 \pm 2)^\circ\text{C}$  و رطوبت نسبی  $(60 \pm 10)\%$  نگهداری می‌شوند.

### ۲-۶ آزمون شکافت

آزمونه‌ها را باید بی‌درنگ پس از ارّه کردن در معرض آزمون شکافت قرار داد. پیش از آزمون، باید طول و قطر آزمونه را با تقریب  $0.1 \text{ mm}$  و وزن آن را با تقریب  $0.1 \text{ g}$  اندازه‌گیری نمود.

نمونه به‌گونه‌ای بین کفه‌های ماشین آزمون فشار جای گیرد که تماس در پیرامون آن برقرار گردد. بار باید به صورت پیوسته و بدون ضربه وارد گردد. نرخ بارگذاری باید در  $(0.1 \pm 0.05) \text{ N/mm}^2/\text{s}$  ثابت بماند.

## ۷ بیان نتایج

### ۱-۷ آزمون ستون

برای هر آزمونی که در محیط خشک و نمناک انجام می‌شود، منحنی‌های تزریق‌پذیری را ترسیم نمایید:

$$h = f(t) \quad (1)$$

که در آن:

$h$  ارتفاع محصول در ستون بیان شده بر حسب میلی‌متر؛

$t$  زمان سپری شده برای رسیدن محصول به علامت‌های مرجع مختلف ترسیم شده در طول لوله، بر حسب ثانیه است.

زمان تزریق‌پذیری را ثبت نمایید. برای محصولات پلیمری عمر در ظرف<sup>۱</sup> را بر طبق EN ISO 9514 و برای محصولات هیدرولیکی زمان گیرش را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۸۰۷: سال ۱۳۹۳ اندازه بگیرید.

جرم محصول تزریق شده  $M_3-M_1$  را برای محیط‌های خشک بر حسب گرم محاسبه کنید.

جرم محصول تزریق شده  $M_4-M_2$  را برای محیط‌های نمناک بر حسب گرم محاسبه کنید.

که در آن:

$M_1$  جرم ستون تزریق آماده شده قبل از تزریق همراه ماسه خشک، درپوش‌ها و دیسک‌های تور سیمی بر حسب گرم؛

$M_2$  جرم همین ستون تزریق آماده همراه ماسه خیس، بر حسب گرم؛

$M_3$  جرم همین

$M_4$  جرم این ستون تزریق پس از تزریق در محیط خیس، بر حسب گرم است.

نتایج به دست آمده پس از تزریق را در هر کدام از دو حالتی که در بالا توصیف گردید یادداشت نمایید.

## ۲-۷ آزمون شکافت

برای هر آزمون حداکثر بار طی آزمون بعنوان بار شکست  $F$  ثبت می‌گردد؛ آنگاه استحکام شکافت متناظر  $f$  بر حسب  $N/mm^2$  با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$f = \frac{2 \times F}{\pi \times d \times L} \quad (۲)$$

که در آن:

$F$  حداکثر بار فشاری، بر حسب نیوتون؛

$d$  قطر آزمون، بر حسب میلی‌متر؛

$L$  ارتفاع آزمون، بر حسب میلی‌متر؛

$f$  استحکام شکافت، بر حسب نیوتون بر میلی‌متر مربع است.

متوسط شش نتیجه را برای هر کدام از شرایط محاسبه نمایید.

## ۸ گزارش آزمون

اطلاعات زیر باید

– نام محصول و منبع آن؛

- مشخص سازی کامل محصول تزریق شونده یا سیستم مورد آزمون شامل نوع، منبع، تاریخچه و کدهای تولید کننده؛
- نسبت های وزنی اجزاء تشکیل دهنده مخلوط؛
- مقدار محصول مهیا شده؛
- وسایل و مدت مخلوط کردن اجزا تشکیل دهنده مخلوط؛
- دمای اجزا پیش از اختلاط؛
- روش تزریق؛
- دمای اولیه مخلوط (پیش از اختلاط)؛
- دمای مخلوط (پس از اختلاط)؛
- دمای نهایی مخلوط در پایان تزریق (اگر بتوان آن را اندازه گرفت)؛
- مقدار محصول تزریق شده در محیط خشک ( $M_3 - M_1$ )؛
- مقدار محصول تزریق شده در محیط نمناک ( $M_4 - M_2$ )؛
- شرایط انبارش (دما و رطوبت نسبی) آزمون پیش از آزمون های شکافت؛
- حجم و وزن هر آزمون؛
- چگالی ظاهری هر نمونه آره شده؛
- فشار تزریق؛
- منحنی های تزریق؛
- زمان تزریق؛
- نسبت  $\frac{\text{زمان کارایی}}{\text{زمان تزریق}}$  برای محصولات پلیمری و نسبت  $\frac{\text{زمان گیرش}}{\text{زمان تزریق}}$  برای محصولات هیدرولیکی؛
- نتایج آزمون شکافت؛
- ارجاع به این استاندارد؛
- هر گونه تغییر نسبت به روش اجرای استاندارد.

### کتابنامه

- [1] P 18-891, Special products for hydraulic concrete constructions - Synthetic resin or hydraulic binder based products for injection into concrete structures - Sand column injectability test in wet and dry atmosphere.
- [2] P 18-892, Special products for hydraulic concrete constructions - Synthetic resin or hydraulic binder based products for injection into concrete structure - Splitting test on cylindrical mortar test pieces stemming from injection into a sand column.