



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۳۲۰۱-۹

چاپ اول

**ISIRI**

**3201-9**

**1st. Edition**

آزمون بتن - قسمت ۹: تعیین خزش  
سیلندرهای بتن در اثر تراکم

**Testing of concrete — Part 9:  
Determination of creep of concrete  
cylinders in compression**

**ICS:91.100.30**

## 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 جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه\* 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 ذیصلاح 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 شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد<sup>۱</sup> (ISO) کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک<sup>۲</sup> (IEC) و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی<sup>۳</sup> (OIML) است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی<sup>۵</sup> (CAC) 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 استاندارد 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 سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) 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 Electro technical Commission

3-International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)

4-Contact point

5-Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### « آزمون بتن - قسمت ۹: تعیین خزش سیلندرهای بتن در اثر تراکم »

#### رئیس:

فرشی حق رو، ساسان  
(فوق لیسانس مهندسی عمران)

#### سمت و/یا نمایندگی

مدیر کل استاندارد و تحقیقات صنعتی  
آذربایجان شرقی

#### دبیر:

کاظم نیا، حمیدرضا  
(لیسانس مهندسی عمران)

مدیر عامل شرکت صدرسازه رسام

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

احمدیان، حسین  
(دکترای مهندسی عمران)

مدیر کل محاسبات شهرداری تبریز

ترکمن، لیلا  
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس اداره کل استاندارد و تحقیقات  
صنعتی آذربایجان شرقی

رنجبر، سیدفرامرز  
(دکترای مهندسی مکانیک)

عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز

فرشی حق رو، عطا  
(فوق لیسانس مهندسی عمران)

کارشناس اداره آب منطقه‌ای

فرشی حق رو، علی  
(فوق لیسانس مهندسی عمران)

کارشناس

موسوی، سیدجواد  
(فوق لیسانس فیزیک)

کارشناس شرکت صدرسازه رسام

موسوی قاسمی، سیدآرش  
(دکترای مهندسی عمران)

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد تبریز

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با مؤسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ه	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصول
۲	۴ دستگاه
۴	۵ نمونه‌های آزمایشی
۵	۶ روش کار
۷	۷ محاسبات
۸	۸ گزارش آزمون
۹	۹ درستی

## پیش گفتار

استاندارد "آزمون بتن - قسمت ۹: تعیین خزش سیلندرهای بتن در اثر تراکم" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت صدرسازه رسام تهیه و تدوین شده و در سیصد و پنجاه و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده های ساختمانی مورخ ۹۰/۱۲/۲۲ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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:  
ISO 1920-9 : 2009, Testing of concrete — Part 9: Determination of creep of concrete cylinders in compression

## آزمون بتن - قسمت ۹: تعیین خزش سیلندرهای بتن در اثر تراکم

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه روشی برای تعیین خزش سیلندرهای آزمون بتن استاندارد، در معرض بار فشاری طولی است.

**یادآوری -** شرایط عمل‌آوری و انبار کردن (بند ۶-۱) می‌تواند متناسب با الزامات مختلف تغییر کند. برای مثال پیش‌تنیدگی زود هنگام و همچنین زمان بارگیری (بند ۶-۲) می‌تواند برای نشان دادن سایر مشخصات تغییر کند. این تغییرات، به هر حال، مطابق با شرایط لازم برای آزمون خزش مشخص شده در این استاندارد، نخواهد بود و لازم است که هر گونه انحراف از روش جریان استاندارد در گزارش آزمون ثبت شود.

### 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 تجدید نظرهای 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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مدارک مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

**2-1** ISO 1920-3:2004, Testing of concrete — Part 3: Making and curing test specimens

**2-2** ISO 1920-4:2005, Testing of concrete — Part 4: Strength of hardened concrete

**2-3** ISO 1920-8:2009, Testing of concrete — Part 8: Determination of drying shrinkage of concrete for samples prepared in the field or in the laboratory

### ۳ اصول

خزش بتن توسط تعیین خزش مرکب کلی و انقباض بتن در اثر از دست دادن آب نمونه‌های بارگیری شده و تفریق انقباض بتن در اثر از دست دادن آب نمونه‌های بارگیری نشده از این کمیت به دست می‌آید. همه نمونه‌ها در شرایط محیطی یکسان انبار می‌شوند. این استاندارد شرایط محیطی ثابتی را برای انجام آزمون با جزئیات بیان می‌کند که اجازه مقایسه با نمونه‌های آزمون شده قبلی و نمونه‌های آزمون شده در آزمایشگاه‌های دیگر را می‌دهد.

### ۴ دستگاه

#### ۴-۱ چارچوب بارگذاری

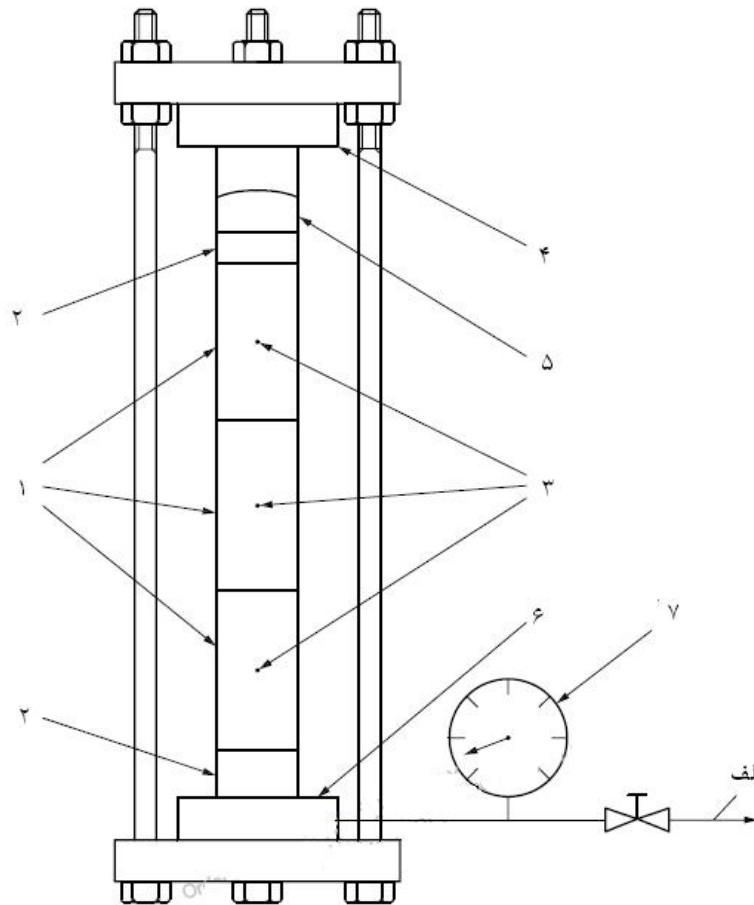
قابلیت به‌کارگیری و نگهداری بار مورد نیاز در نمونه یا گروه نمونه‌ها، در مدت آزمون را دارد. وسایل نگهداری بار ممکن است:

الف- یک فنر یا سیستم فنرها باشد؛

ب- یک اهرم هیدرولیک یا کپسول استفاده شود.

یک دیاگرام شماتیک از چارچوب بارگیری انجام شده توسط یک ترتیب هیدرولیکی در شکل ۱ ارائه شده است. هم‌چنین یک ترتیب مشابه می‌تواند برای یک سیستم باز شده فنری استفاده شود که در آن صورت فقط سیستم بارگذاری متفاوت خواهد بود.

**یادآوری-** ترتیب نشان داده شده در شکل ۱ بارگذاری عمودی نمونه‌ها را به کار می‌برد. بارگذاری افقی نمونه‌ها نیز غالباً به کار می‌رود. جایی که سیستم نگهداری بارگذاری شامل یک چشمه یا یک سیستم چشمه‌ای باشد، فشار اولیه با وسایل اهرم قابل حمل یا دستگاه آزمون باید به کار رود.



#### راهنما:

- ۱ سیلندره‌های آزمون
- ۲ صفحه‌های آزمون
- ۳ نقاط مرجع سنج
- ۴ سلول بار
- ۵ نشستگاه نیمکره‌ای
- الف- به سمت پمپ

شکل ۱- ترتیب شماتیک برای آزمون خزش بتن

جایی که از سیستم فنی برای نگهداری بارگیری استفاده می‌شود باید در انتخاب فنرها دقت کرد که بلند و مناسب برای این منظور باشد.

وسایل باید برای اندازه‌گیری بارگیری به نزدیکتر از ۰.۲٪ کل بارگیری به کار رفته‌شده آماده شوند. وسایل مناسب اندازه‌گیری به وسیله دستگاه‌های زیر بارگیری می‌شوند:

الف- یک محفظه بارگیری هیدرولیک نصب شده دائمی با سنج فشار درجه بندی شده؛

ب- جک هیدرولیک درجه بندی شده با سنج فشار؛ یا

پ- محفظه بارگیری درجه بندی نصب شده در چارچوب زمان بارگیری یا وقتی بار در مجاورت است.



همه صفحه‌های انتهائی چارچوب بارگیری باید به طور دقیقی محکم شده باشند تا بتوان از بارگیری یکنواخت سیلندرها مطمئن بود. در یک نمونه یا گروه نمونه‌ها یک وسیله نشستگاه کروی مناسب باید بین نمونه‌ها و صفحه‌های انتهائی قرار گیرد. سطوح تحمل کننده هر صفحه در برخورد با نمونه‌های بارگیری شده نباید دورتر از  $0.105 \text{ mm}$  از صفحه باشند.

در هر چارچوب بارگیری، گروهی از نمونه‌ها ممکن است برای بارگیری هم‌زمان ابزار اندازه‌گیری کشیدگی درجه‌بندی شوند، که الزامات زیر را دارد:

الف- یک دستگاه مناسب باید برای اندازه‌گیری فشار طولی در هر نمونه تا نزدیکی  $10$  میکرواسترین مجهز شود. دستگاه باید پیوسته یا قابل حمل باشد. در همه موارد، نقاط سنجه منبع باید به طور مثبتی متصل به نمونه باشد. سنجه‌های تکیه داده شده با برخورد اصطکاک نباید استفاده شوند؛

ب- تغییرات شکل باید در خطوط سنجه که به شکل غیر یکنواختی در پیرامون نمونه قرار گرفته‌اند اندازه‌گیری شود. نقاط منبع سنجه باید به طور یکنواختی حدود نصف بلندی نمونه فاصله داشته باشد. تعداد خطوط سنجه نباید کمتر از دو تا برای نمونه‌های کنترلی و نباید کمتر از سه تا برای نمونه‌های بارگیری شده باشد؛

پ- طول سنجه موثر نباید کمتر از سه برابر حداکثر اندازه سنگدانه و یا بیشتر از آن باشد؛

۱-  $1260 \text{ mm}$  برای نمونه‌های بزرگ بدون صفحه‌های انتهائی و  $160 \text{ mm}$  برای نمونه‌های کوچک بدون صفحه‌های انتهائی؛ و

۲-  $150 \text{ mm}$  برای نمونه‌های بزرگ دارای صفحه‌های انتهائی متصل و  $100 \text{ mm}$  برای نمونه‌های کوچک دارای صفحه‌های انتهائی متصل؛

یادآوری ۱ - یک «نمونه کوچک» ساخته شده از بتن نمونه ای است که دارای حداکثر اندازه ظاهری سنگدانه کوچکتر از  $25 \text{ mm}$  است، در حالی که «نمونه بزرگ» ساخته شده از بتن نمونه‌ای است که دارای حداکثر اندازه ظاهری سنگدانه بزرگتر از  $25 \text{ mm}$  است.

ت- ابزار اندازه‌گیری کشیدگی باید قادر به اندازه‌گیری میزان کرنش در طول یک سال بدون تغییر در درجه-بندی باشند.

یادآوری ۲- سیستم‌هایی که در آنها تغییرات کرنش با یک میله استاندارد با طول ثابت مقایسه می‌شوند بسیار قابل اطمینان‌تر هستند.

## ۵ نمونه‌های آزمایشی

### ۵-۱ کلیات

سیلندرهایی با قطر  $100 \text{ mm}$  شاید برای تعیین خزش استفاده شود، اما اندازه نمونه باید به گونه‌ای انتخاب شود که مطابق الزامات مربوط به حداکثر اندازه سنگدانه در بند 3.1 استاندارد ISO 1920-4:2005 باشد. نمونه‌های آزمایشی باید طبق استاندارد ISO 1920-3 قالب‌گیری شوند و سیلندرها باید مطابق بند 3.1 استاندارد ISO 1920-4:2005 باشند.

## ۵-۲ تعداد نمونه‌ها

برای هر شرایط آزمایشی، باید بیشتر از نه سیلندر هم اندازه از یک دسته داده شده بتن ساخته شود. از این سیلندرها، حداقل باید:

الف- سه تا برای مقاومت فشاری استفاده شود؛

ب- سه تا بارگیری شوند و برای مشاهده تغییر شکل به کار روند؛ و

پ- سه تا بدون بارگیری بمانند تا برای کنترل تغییرات شکلی با دلایلی غیر از بارگیری استفاده شود.

## ۵-۳ آمادگی نهایی

نمونه‌هایی که عمود بر محور با زاویه  $0.5^\circ \pm$  هستند بهتر است پوشانده شوند یا در مقابل صفحه‌های انتهایی استفاده شوند. نمونه‌های خارج از این رواداری مجاز برای تطابق قبل از پوشانده شدن یا با استفاده در صفحه-های انتهایی باید بریده شوند یا دوباره بررسی شوند.

انتهای نمونه‌ها باید الزامات ساده استاندارد ISO 1920-4 را برآورده کنند.

مهم- تنظیم محور نمونه‌های شخصی و آمادگی پایانی لازم برای رسیدن به این تنظیم نیز بحرانی است. باید برای رسیدن به سادگی و روشنی و حالت عمودی با تحمل (رواداری) مشخص شده دقت زیادی به خرج داد. الزامات برای سادگی و درستی شاید با پوشش با ملات سیمان پرتلند یا گوگرد با آب بندی، یا در زمان بتن‌ریزی با پوشش انتهایی‌ها با طرفهای متحمل فلزی عادی به محور نمونه به دست آید. همچنین محور لازم شاید با پیوستن نمونه‌ها با یکدیگر با یک لایه نازک رزین اپوکسی با استفاده از یک الگوی برش کاری (jig) مناسب به دست آید.

## ۵-۴ ثابت کردن نقطه‌های سنج

نقاط سنج باید در جا بتن‌ریزی شوند یا نسبت به خزش، ثابت باشند، نمونه‌ها را پیش از آزمون کنترل کنید. جایی که نقاط سنج در تماس با سطح نمونه‌ها هستند، ثابت کردن نقطه باید در زمان مناسب انجام گیرد تا امکان بررسی استحکام آنها را قبل از زمان بارگذاری بدهد.

## ۶ روش کار

### ۶-۱ عمل‌آوری و انبار کردن

#### ۶-۱-۱ کلیات

مدت زمان عمل‌آوری و انبارش همه نمونه‌ها (خزش، کنترل و تراکم نمونه‌های آزمایشی) قبل از بارگذاری باید ۲۸ روز باشد.

و باید در شرایط:

الف- عمل‌آوری اولیه به مدت  $24h \pm 4h$  (بند ۶-۱-۲)؛

ب- عمل‌آوری رطوبتی استاندارد تا دوره ۷ روزه (بند ۶-۱-۳)؛

پ- خشک کردن استاندارد تا دوره ۲۸ روزه (بند ۶-۱-۴) باشد.

انبارش نمونه‌های کنترلی و بارگیری شده باید تحت شرایط خشک کردن استاندارد انجام گیرد.

## ۶-۱-۲ شرایط عمل آوری اولیه

نمونه‌ها باید بدون دست خوردگی در قالب‌هایشان در یک سطح افقی سخت با شرایط ذکر شده در استاندارد ISO 1920-3:2004 طبق بند ۷ انبار شوند.

دوره انبارش نباید کمتر از ۲۰ ساعت یا بیشتر از ۲۸ ساعت تحت این شرایط باشد.

## ۶-۱-۳ شرایط استاندارد عمل آوری رطوبتی

شرایط استاندارد عمل آوری رطوبتی باید طبق الزامات استاندارد مشخص شده عمل آوری رطوبتی مشخص شده باشد.

## ۶-۱-۴ شرایط استاندارد خشک کردن

شرایط استاندارد خشک کردن باید طبق بند ۱-۵ استاندارد ISO 1920-8:2009 باشد.

## ۶-۲ اندازه‌گیری

روش اندازه‌گیری کرنش به صورت زیر است.

**الف-** در همان زمان که نمونه‌های خزشی بارگیری می‌شوند، استحکام تراکمی بتن را بر روی حداقل سه نمونه همراه طبق استاندارد ISO 1920-4 تعیین کنید.

**ب-** تنش به کار رفته در نمونه‌های آزمایشی را مشخص کنید تنش نباید از یک سوم متوسط مقاومت فشاری تعیین شده در بند "الف" بیشتر باشد. مقادیر کم فشار در صورتی که مشخص شده باشند مجاز هستند. هنگامی که فشار یک سوم متوسط مقاومت فشاری نیست، بار حقیقی باید در گزارش آزمون ثبت شود.

**پ-** پیش از قرار دادن نمونه‌های خزشی در چارچوب بارگیری، هر انتهای نمونه کنترلی را درزگیری کنید، تا مانع از دست دادن رطوبت از این سطوح شود.

**یادآوری-** می‌توان با پوشاندن انتهایی‌ها با رزین اپکسی یا دیگر درزگیرها از تبخیر در سطوح پایانی نمونه‌های کنترلی جلوگیری کرد. این عملیات طی مدت آزمون موثر خواهد بود.

**ت-** نمونه‌های آزمون خزش را با نقاط سنج متصل به چارچوب بارگیری بگذارید و نمونه‌ها را مرتب کنید و تا جایی که ممکن است بارگیری کنید.

در جاسازی نمونه‌های خزشی در چارچوب، باید به هماهنگ کردن نمونه‌ها دقت کرد تا از بارگیری برون محوری جلوگیری شود. وقتی سیلندرهای انباشته می‌شوند و سنج‌های خارجی استفاده می‌شود، ممکن است که استفاده از یک پیش بار کوچک مثل آنچه که برآیند فشار از ۱ MPa تجاوز نکند مفید باشد و انحرافات تغییر فشار نسبی اطراف هر نمونه را یادداشت کنید بعد از این که بارگذاری حذف شد و نمونه‌ها دوباره برای یکنواختی تغییر فشار نسبی بزرگتر مرتب شوند.

ث- فشار از پیش تعیین شده را طبق بند "ب" به کار ببرید در سرعت بارگیری مشابه که در استاندارد ISO 1920-4 مشخص شده است. مقادیر فشار دقیقاً قبل از بارگیری و در طول ۳۰S بعد از بارگیری اندازه گرفته و ثبت کنید. علاوه بر آن، مقادیر فشار را برای نمونه‌های کنترلی بلافاصله بعد از مقادیر فشار گرفته شده برای نمونه‌های بارگیری شده را اندازه گرفته و ثبت کنید تراز بارگیری را با  $\pm 2\%$  در سراسر مدت آزمون حفظ کنید.

ج- در اندازه‌گیری‌های کرنش بعدی، فرآیند زیر باید رعایت شود:

ج-۱ بار را اندازه‌گیری کنید و اگر تفاوت بار بیش از ۲٪ از بار به کار رفته باشد آن را به مقدار مورد نظر تنظیم کنید؛

ج-۲ مقادیر کرنش را در زمان‌های ذکر شده زیر بعد از اولین بارگیری مشخص کنید:

ج-۲-۱ در ۲h و در ۶h سپس یک بار در روز برای یک هفته؛

ج-۲-۲ یک بار در هفته تا پایان یک ماه؛

ج-۲-۳ یک بار در ماه پس از آن حداقل سه ماه بار.

ج-۳ علاوه بر موارد بالا، کمیت‌های کشیدگی شاید در زمان‌های دیگر تعیین شوند. در این موارد، زمان باید ثبت و گزارش شود. جایی که فنرها برای حفظ بار استفاده می‌شوند، تنظیم می‌تواند با به کارگیری بار صحیح و محکم کردن مهره‌ها بر روی میله‌های پیچ دار انجام گیرد.

## ۷ محاسبات

### ۷-۱ ضریب الاستیک لحظه‌ای (E)

این کمیت با تقسیم تنش به کار رفته در واحد مگا پاسکال بر کرنش متوسط دقیقاً بعد از بارگیری محاسبه می‌شود. چنانچه در معادله (۱) داده شده است.

کرنش مستقیم متوسط / تنش اعمال شده = ضریب الاستیک لحظه‌ای

### ۷-۲ کرنش خزشی

کرنش القایی بار کلی (E) در مگا پاسکال در هر زمان باید از تقسیم تفاوت بین کمیت‌های کرنش متوسط نمونه‌های بارگیری شده و نمونه‌های کنترلی بر تنش مستقیم محاسبه شود برای تعیین خزش مشخص (کرنش خزشی در مگا پاسکال) در هر زمان، کرنش بر حسب مگا پاسکال بلافاصله بعد از بارگیری را از کرنش القایی بار کلی بر حسب مگا پاسکال در آن دوره، کم کنید، همانطور که در معادلات (۲) و (۳) آمده است.

(۲)

تنش اعمال شده / (کرنش مستقیم متوسط - کرنش کنترلی متوسط - کرنش بارگذاری متوسط) = خزش مشخص

(۳) ضریب ارتجاعی لحظه‌ای  $x$  خزش مشخص = ضریب خزش

### ۷-۳ آهنگ خزش $F(K)$

آهنگ خزش از معادله زیر به دست می‌آید

(۴)

$$\varepsilon = (1/E) + F(K) \log_e(t+1)$$

که در آن:

$\varepsilon$  کرنش القائی بار کلی در واحد مگا پاسکال؛

$E$  ضرایب ارتجاعی لحظه‌ای در واحد مگا پاسکال؛

$F(K)$  سرعت خزش؛ و

$T$  زمان بعد از بارگذاری در روزها است.

کمیت  $F(K)$  با ترسیم  $\varepsilon$  در یک کاغذ گراف ۱ به دست می‌آید، که  $\log$  محور نمودار نشان دهنده زمان است.

$F(k)$ ، شیب خط مستقیم نشان دهنده انحنای خزش است.

**یادآوری** - کمیت  $(1/E)$  کرنش الاستیک اولیه در واحد مگا پاسکال است و به طور عادی از خواننده‌های کرنش گرفته شده

بلافاصله بعد از و قبل از بارگیری نمونه تعیین می‌شود. اگر بارگیری به طور سریع انجام نگیرد، بعضی از خزش‌ها قبل از

اندازه‌گیری کرنش بعد از بارگیری اتفاق می‌افتد برون یابی در زمان صفر با استفاده از روش کوچکترین مربعات برای تعیین

کیفیت می‌توان استفاده کرد.

نباید استفاده از حالت لگاریتمی دلیلی باشد بر اینکه رابطه خزش همزمان کرنش لزوماً یک عمل لگاریتمی

دقیق است. به هر حال، برای دوره زمانی یک سال توضیح رفتار خزش طبیعی را با دقت کافی تا امکان

محاسبه پارامترها را فراهم می‌کند که برای هدف بتن‌های مقایسه‌ای مفید است.

### ۸ گزارش آزمون

در آماده سازی گزارش، اطلاعات زیر باید در گزارش باشد.

الف- شناسایی نمونه برداری؛

ب- شناسایی نمونه‌ها؛

پ- ابعاد نمونه؛

ت- تاریخ و زمان بتن ریزی؛

ث- درجه حرارت اولیه و عمل‌آوری رطوبتی؛

ج- آمادگی نهایی؛

چ- تاریخ بارگیری؛

- ح- استحکام تراکم در دوره بارگیری؛
- خ- شدت تنش به کار رفته؛
- د- ضرایب ارتجاعی لحظه‌ای؛
- ذ- نوع وسیله اندازه‌گیری کرنش؛
- ر- طول سنجه؛
- ز- اندازه هر پیش بار؛
- ژ- خواننده‌های تنش به کار رفته و کرنش اگر یک سوم استحکام تراکم نباشد.
- س- خزش مخصوص (کرنش خزشی در مگا پاسکال) در دوره‌های طراحی شده تا یک سال برای هر نمونه و کمیت متوسط؛
- ش- آهنگ<sup>۱</sup> خزش،  $F(K)$ ؛
- ص- ضریب خزش؛
- ض- هر اطلاعات دیگر در اسناد، که ممکن است خواسته شود؛
- ط- هر انحرافی از روش استاندارد؛
- ظ- یک اظهارنامه از مسئول فنی برای آزمون، که آزمون طبق این استاندارد انجام گرفته به جز مورد اشاره شده در بند "ط"؛
- اطلاعات اضافی زیر نیز، در صورت کاربرد، ثبت شود.
- ع- توصیف ترکیبی (افت بتن مشخص شده، استحکام تراکم مشخص شده یا نسبت‌های ترکیبی ظاهری)؛
- غ- نسبت آب/سیمان؛
- ف- نوع سیمان و سطح مقاومت؛
- ق- درشتی و زیری نوع سنگدانه و منبع؛
- ک- حداکثر اندازه سنگدانه؛
- گ- نوع مواد قابل اختلاط با بتن، جنس و کمیت آن.

## ۹ درستی<sup>۲</sup>

هیچ اطلاعات قابل تکرار و قابل تولید دوباره برای روش آزمون توضیح داده شده در این استاندارد در دسترس نیست.

---

1 - Rate  
2 - Precision