



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۰۱۷

تجدید نظر اول

۱۳۹۸

INSO

16017

1st Revision

2020

Identical with
ASTM
C878/C878M-14-a:
2014

انبساط مهارشده بتن حاوی مواد
جبران کننده جمع شدگی - روش آزمون

**Restrained expansion of shrinkage-
compensating concrete - Test method**

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۰۱۷ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۸

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: 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

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، 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 استانداردهای 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

«انبساط مهارشده بتن حاوی مواد جبران کننده جمع شدگی - روش آزمون»

رئیس:

احمدوند، مصطفی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - راه و ساختمان)

سمت و/یا محل اشتغال:

مرکز تحقیقات بتن (متب)

دبیر:

طیبان، محمدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه)

اداره کل استاندارد استان سمنان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیمی، اکبر

(کارشناسی مهندسی عمران)

دانشگاه علوم و توسعه پایدار آریا

احمدوند، آریا

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

دانشگاه علوم و توسعه پایدار آریا

اسدی کاوان، بهمن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

آزمایشگاه مرکز تحقیقات بتن (متب)

افضلی فر، نجمه

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - زلزله)

آزمایشگاه جهاد دانشگاهی سمنان

پاکدامن، مانی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - آب و سازه‌های

هیدرولیکی)

شرکت وند شیمی ساختمان

حسنان، محدثه

(کارشناسی ارشد شیمی - شیمی فیزیک)

شرکت گچ آریا سمنان

خدامعباسی، روح ا...

(کارشناسی ارشد فیزیک - حالت جامد)

اداره کل استاندارد استان سمنان

سمت و/یا محل اشتغال:

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

رئیس قاسمی، امیر مازیار

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

سازمان ملی استاندارد ایران

رشیدوندی، وحید

(کارشناسی ارشد نانو فناوری)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی فر، الهام

(دکتری شیمی - شیمی معدنی)

سازمان ملی استاندارد ایران

طالبی، محمدحسین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سازمان ملی استاندارد ایران

عباسی رزگله، محمدحسین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

شرکت گچ آئینه سمنان

عبدالرحیمی، حسن

(کارشناسی مهندسی عمران)

آزمایشگاه همکار سمیراب سمنان

علیان نژادی، محمدتقی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - خاک و پی)

دانشگاه علوم و توسعه پایدار آریا

غفاری مقدم، فرید

(دکتری مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

شرکت کربنات سدیم سمنان

کمندی، کمال

(کارشناسی ارشد شیمی - شیمی تجزیه)

آزمایشگاه جهاد دانشگاهی سمنان

مولائی، ایمان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - خاک و پی)

اداره کل آموزش و پرورش استان سمنان

نظری، سمیرا

(کارشناسی زبان و ادبیات انگلیسی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

یغمایی، فرزاد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت گچ جبل متین

ویراستار:

خدامعباسی، روح ا...

(کارشناسی ارشد فیزیک - حالت جامد)

اداره کل استاندارد استان سمنان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
خ	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اهمیت و کاربرد
۳	۵ وسایل
۶	۶ آزمون
۶	۷ آماده‌سازی و هم‌گذاری قالب‌های آزمون و قفس مهارساز
۷	۸ روش اجرا
۸	۹ محاسبه
۹	۱۰ گزارش
۹	۱۱ دقت و اریبی

پیش‌گفتار

استاندارد «انبساط مهار شده بتن حاوی مواد جبران‌کننده جمع‌شدگی - روش آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۹۲ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هشتصد و شصت و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۱۵ 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 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 ۱۶۰۱۷: سال ۱۳۹۲ می‌شود.

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

ASTM C878/C878M-14a: 2014, Standard test method for restrained expansion of shrinkage-compensating concrete

انبساط مهارشده بتن حاوی مواد جبران کننده جمع شدگی - روش آزمون

هشدار ۱- این استاندارد به همه موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش نمی پردازد. این وظیفه کاربر این استاندارد است که اقدامات ایمنی و بهداشتی را برقرار کرده و پیش از استفاده، قابلیت کاربرد محدودیت های مقرراتی آن را تعیین کند.

هشدار ۲- مخلوط های سیمان هیدرولیکی تازه، سوز آور بوده و ممکن است قرار گرفتن در معرض آن ها برای مدت طولانی، باعث سوختگی های شیمیایی پوست و بافت بدن شوند.

۱ هدف و دامنه کاربرد^۱

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین انبساط بتنی است که با سیمان حاوی مواد جبران کننده جمع شدگی (انقباض)، ساخته شده است.

۲ مراجع الزامی

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

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM C125 Terminology relating to concrete and concrete aggregates

2-2 ASTM C192/C192M Practice for making and curing concrete test specimens in the laboratory

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

2-3 ASTM C219 terminology relating to hydraulic cement

2-4 ASTM C490 Practice for use of apparatus for the determination of length change of hardened cement paste, mortar, and concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۴۲: سال ۱۳۹۲، وسایل تعیین تغییر طول خمیر سیمان، ملات و بتن سخت شده - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C490/C490M: 2011 تدوین شده است.

۱- توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۴ مراجعه شود) ارائه شده است.

2-5 ASTM C670 Practice for preparing precision and bias statements for test methods for construction materials

2-6 ASTM C806 Test method for restrained expansion of expansive cement mortar

2-7 ASTM C845 Specification for expansive hydraulic cement

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۴۶: سال ۱۳۹۶، سیمان هیدرولیکی منبسط شونده - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C845/C845M: 2012 تدوین شده است.

2-8 ASTM CT ACI concrete terminology

2-9 ASTM ACI 223R Guide for the use of shrinkage-compensating concrete

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM C219 و استاندارد ASTM C125 به-کار می‌رود.

یادآوری - اصطلاحات و تعاریف اضافی که در استانداردهای ASTM C 219 یا ASTM C 125 وجود ندارد را می‌توان در واژه‌نامه بتن ACI CT پیدا کرد.

۴ اهمیت و کاربرد

۴-۱ از آن جا که پتانسیل انبساط بتن ساخته شده با سیمان حاوی مواد جبران کننده جمع شدگی، تحت شرایط مهار کنترل شده، همیشه نمی‌تواند به‌طور رضایت بخش، با استفاده از آزمون‌های ملات‌های ساخته شده مطابق با روش آزمون استاندارد ASTM C806 پیش‌بینی شود، تشخیص داده شده است که نیاز به روش آزمونی است که آزمون‌های بتن را بتوان با آن مورد آزمون قرار داد.

۴-۲ این روش آزمون را می‌توان برای مطالعات انبساط درجات مهار، مقایسات سیمان‌ها، اثرات محتویات سیمان، نسبت‌های اختلاط، برنامه‌های زمانی یا شیوه‌های رفتار زیست‌محیطی که نسبت به روش‌های اجرایی ارائه شده در این استاندارد متفاوت باشد، به کار برد.

۵ وسایل^۱

۱-۵ قالب‌ها

در زمان ریخته‌گری آزمون‌ها که همراه با قفس مهارسازی توصیف شده در زیربند ۴-۲ به کار می‌رود، قالب‌ها باید برای ساخت منشورهایی با سطح مقطع 76 mm^2 و طول 250 mm آماده شوند. در غیر این صورت، به-جز در مورد بست‌های تیرک نگه‌دارنده^۲، تیرک‌های اندازه‌گیر^۱ و پیچ‌های فاصله‌انداز^۲ توصیف شده در

1- Apparatus
2- Stud holder

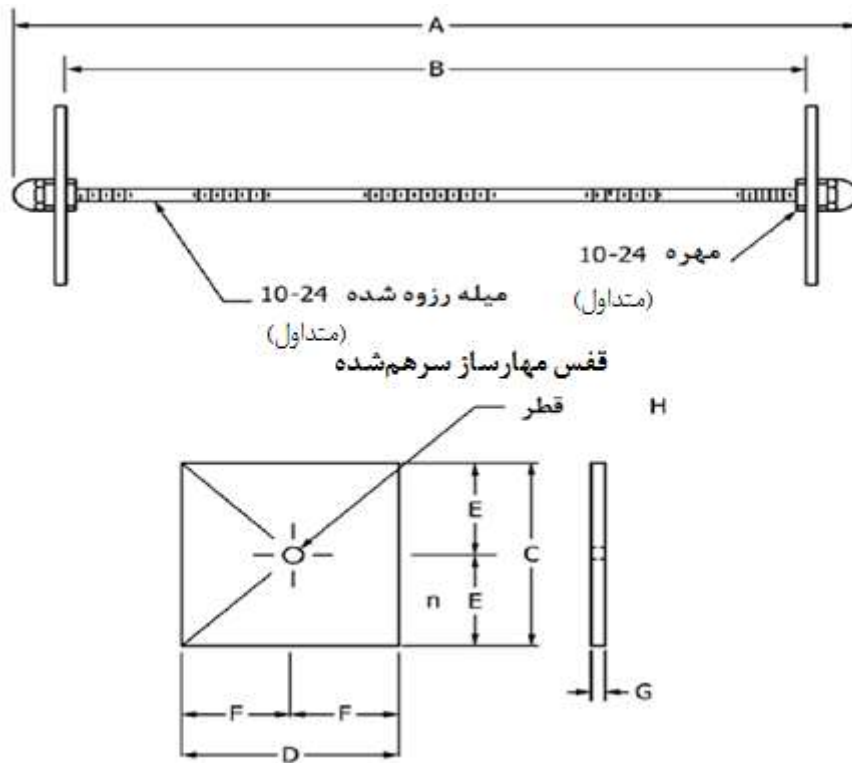
استاندارد ASTM C490 که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، قالبها باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM C490 باشند.

۵-۲ قفس مهارساز

قفس مهار شامل یک میله فولادی کم‌کربن (ساده یا با پوشش روی) رزوه‌شده با صفحات فولادی است که در دو انتهای میله با مهره‌های شش ضلعی مطابق با شکل ۱، در جای خود نگه‌داشته شده‌اند. مهره‌های شش‌گوش بیرون قفس (قفسه آرماتور) باید از جنس فولاد زنگ‌نزن باشد. مهره‌های کلاهی فولادی زنگ‌نزن باید در هر انتهای این میله گذاشته شود. در زمان آزمون کشش، درون گستره الاستیک، میله باید تحمل نیروی 2800 kN بار (به یادآوری مراجعه شود) را داشته باشد.

یادآوری - فرض شده است که همه میله‌های مورد استفاده، الزام بیان‌شده برای کشش را برآورده می‌کنند. زمانی که تعداد زیادی از میله‌ها در یک بهر منفرد قرار دارند، آزمون تک‌تک آنها بستگی به قضاوت تجربی دارد. شناسه‌گذاری «۱۰-۲۴» در میله‌های معمولی که خواص مورد نظر را دارند، استفاده می‌شود.

-
- 1- Gage studs
 - 2- Spacer screws



اندازه	ابعاد (mm)
A	$294 \pm 1,6$
B	۲۵۴ (طول اندازه گیر)
C	۷۶
D	75 ± 1
E	۳۸
F	۳۷,۷
G	۱۰
H	۵

یادآوری - به غیر از مهره‌های کلاهی فولادی زنگ‌نزن همه مواد از جنس فولاد نرم هستند.

شکل ۱ - قفس مهارساز

۳-۵ مقایسه گر طول

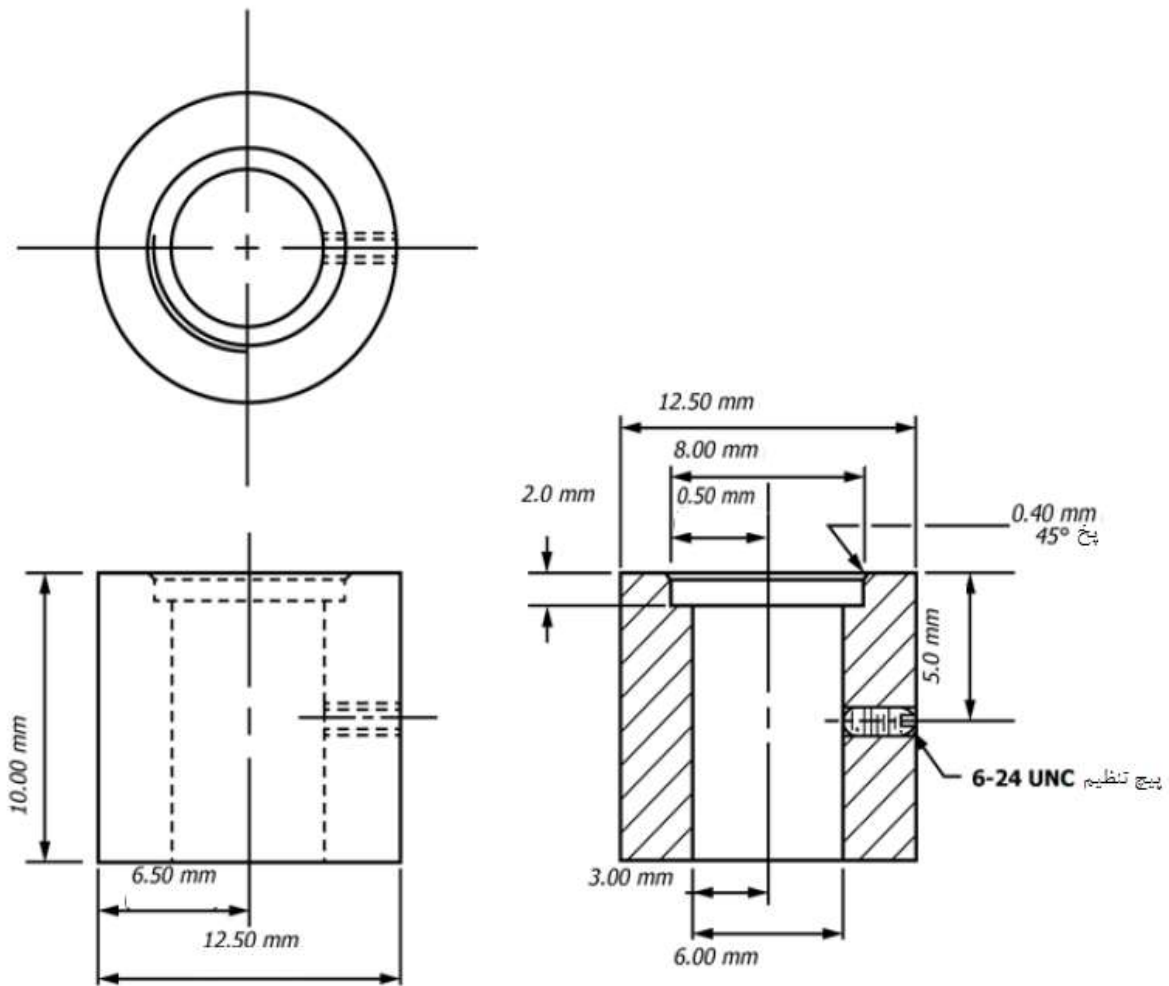
مقایسه گر طول، مطابق با الزامات استاندارد ASTM C490 بوده و طبق همان الزامات استفاده می‌شود. از یک میله مرجع، مطابق با توصیف ارائه شده در استاندارد ASTM C490 استفاده کنید. اگر دو انتهای این مقایسه گر، به بدنه‌ی جانبی نگاه‌دارنده ثابت شده باشند، باید به گونه‌ای باشند که در زمان اندازه‌گیری، مهره-های کلاهی روی دو سر میله رزوه شده آزمونه، روی بدنه‌ی جانبی نگاه‌دارنده، قرار نگیرند (به شکل‌های ۲ و ۳ مراجعه شود).

۴-۵ کوبه^۱

کوبه باید یک میله فولادی مستقیم با قطر ۱۰ mm و کمینه طول ۲۵۰ mm بوده و دارای نیم کره‌ای دست-کم به همان قطر، در انتهای آن باشد.

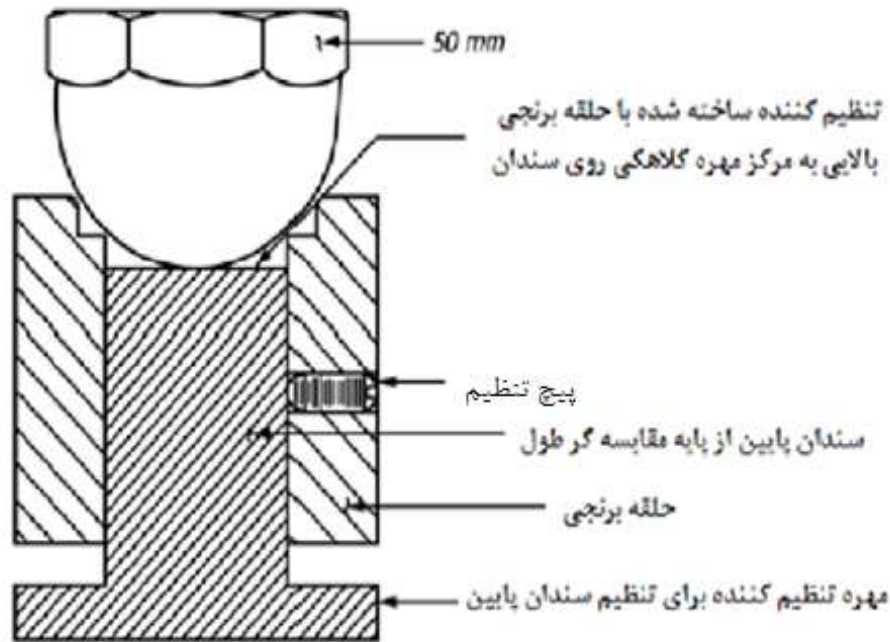
۵-۵ لرزاننده‌ها^۲

لرزاننده‌های مطابق با الزامات لرزاننده‌های خارجی توصیف شده در استاندارد ASTM C192/C192M، هستند.



شکل ۲- شمایی از بدنه بالایی و پایینی مهاساز قابل تنظیم برای مقایسه‌گر طول، که امکان قرارگیری مهره‌های سرپوش قفس مهاساز بر روی سندان‌ها^۳ را بدون دخالت بدنه‌ها را، فراهم می‌کند

- 1- Tamping Rod
- 2- Vibrators
- 1- Anvils



شکل ۳- سطح مقطع بدنه مهارساز نشان دهنده قرارگیری مهره کلاهکی برای اندازه‌گیری

۶ آزمون

آزمون باید منشوری با قاعده ۷۵ mm و ارتفاع (طول اندازه‌گیر) ۲۵۰ mm باشد. طول کلی آزمون (شامل طول میله و مهره‌های کلاهکی) تقریباً ۲۹۰ mm است. برای هر آزمون، باید دست کم سه آزمون تهیه شود. یادآوری- استفاده از مصالح سنگی یا سنگدانه‌هایی با بیشینه اندازه اسمی بزرگ‌تر از ۲۵/۰ mm، ممکن است بر نتایج آزمون تأثیر منفی بگذارد.

۷ آماده‌سازی و هم‌گذاری^۱ قالب‌های آزمون و قفس مهارساز

۱-۷ به‌منظور جلوگیری از شل‌شدن مهره‌های کلاهکی در زمان خواندن مقایسه‌گر (به یادآوری مراجعه شود)، آن‌ها را در جای خود، در دو انتهای میله‌های مهارساز با استفاده از چسب مناسب، محکم نصب کنید. بهتر است پس از اولین خوانش مقایسه‌گر آزمون، مهره‌های کلاهکی برداشته نشود. به‌منظور اطمینان از این- که طول هم‌گذاری قفس مهارساز، شامل مهره‌های کلاهکی، در دمای $(23.0 \pm 2)^\circ\text{C}$ برابر با

1- Assembly

mm (30 ± 2) باشد، آن را اندازه‌گیری کنید. اندازه‌گیری انجام‌شده در این زمان، فقط برای اطمینان از خوانش‌های مقایسه‌گر انجام می‌شود.

یادآوری - اپوکسی^۱ زودگیر برای این کار، مناسب است.

۲-۷ لبه‌های صفحه‌های انتهایی قفس مهارساز را که با سطوح جانبی و کف قالب تماس دارند، با یک لایه نازک از روغن معدنی سنگین یا گریس سبک مانند روغن وازلین^۲، بیوشانید. بعد از سرهم‌بندی قالب‌ها، در هر قسمت قالب یک قفس مهارساز قرار دهید. خطوط تماس بین سطوح جانبی بیرونی و صفحه اصلی قالب-ها را با پارافین یا واکس ریز بلوری^۳ (پارافین جامد بدون روغن) درزگیری کنید. وجوه داخلی قالب‌ها را با روغن معدنی به‌طور نازک پوشانده و روغن یا گریس میله قفس مهارساز و صفحه‌های انتهایی آن را برطرف کنید.

۸ روش اجرا

۱-۸ آماده‌سازی و مخلوط کردن مواد

مخلوط‌هایی که از مواد مصرفی در پروژه استفاده می‌شود باید مطابق با استاندارد ASTM C192/C192M، در آزمایشگاه تهیه شود، با این تفاوت که دماهای مواد، باید تقریباً همان دماهایی باشد که در کارگاه انتظار می‌رود. روش‌های اجرایی مخلوط‌کردن همچنین باید نشان‌دهنده زمان‌های واقعی مخلوط‌کردن و تحویل در نظر گرفته‌شده برای این کار مشخص، باشد. سنگدانه‌های باقی‌مانده بر روی الک ۲۵ mm مورد استفاده برای مخلوطی که برای قالب‌گیری آزمون‌ها به کار رفته را برطرف کنید. نسبت‌های اختلاط را مطابق با مقررات قابل کاربرد آیین‌نامه R ۲۲۳، انتخاب کنید.

۲-۸ قالب‌گیری آزمون‌ها

دو لایه تقریباً مساوی (اولین لایه باید میله مهارساز رزوه‌شده را کاملاً بپوشاند) از بتن را مطابق با دستورالعمل‌های قرار دادن بتن در قالب‌های آزمون بیان‌شده در استاندارد ASTM C192/C192M، در قالب قرار دهید. با استفاده از میله‌زنی^۴ یا لرزاننده خارجی، هر لایه را مطابق با دستورالعمل‌های تراکم^۵ آزمون‌های آزمون خمشی ارائه‌شده در استاندارد ASTM C192/C192M، متراکم کنید؛ مگر آن‌که از روش تراکم یکسانی برای همه آزمون‌هایی که باید مقایسه شوند، استفاده شود. لایه بالایی باید کمی از ظرفیت قالب بیش‌تر پر شود. پس از کامل شدن تراکم، مواد اضافی را با استفاده از خط‌کش فلزی از لبه قالب برداشته و سطح روباز را با چند ضربه ماله لبه تخت، پرداخت کاری کنید.

1- Epoxy
2- Petrolatum
3- Micro-crystalline
4- Rodding
5- Consolidation

۳-۸ عمل‌آوری آزمونه‌ها

به‌منظور جلوگیری از دست دادن یا جذب رطوبت در سطح آزمونه‌ها، آن‌ها را با یک ورقه پلی‌اتیلن یا ماده مناسب دیگر بپوشانید.

۴-۸ جدا کردن آزمونه‌ها

پس از شش ساعت، آزمونه‌ها را از قالب جدا کنید. در موارد غیرعادی، ممکن است آزمونه‌ها پس از شش ساعت، هنوز استحکام لازم برای خارج شدن از قالب را نداشته‌باشند؛ در این صورت، زمان بیشتری را انتخاب و نمونه را در کوتاه‌ترین زمان ممکن، از قالب خارج کرده و سن آن را در زمان خارج کردن از قالب، همراه با نتایج، گزارش کنید. با شل کردن یا برداشتن وسایل بستن قالب و با ضربه‌زدن آرام به صفحه اصلی و صفحات جانبی، آزمونه‌ها را جدا کرده تا قالب‌ها بدون آزمون شود. به دلیل شکنندگی^۱ بتن در این سن و در همه مراحل بعدی جابه‌جایی آزمونه‌ها، نهایت احتیاط را در انجام این عملیات به‌عمل آورید. آزمونه‌ها را مستقیماً روی میز چوبی یا فلزی سخت قرار ندهید. قرار دادن یک صفحه^۲ لاستیکی نرم روی میز برای کاستن نیروی ضربه روی آزمونه‌ها، از پراکندگی داده‌ها می‌کاهد. همه نشانه‌های شناسایی یا استقرار روی آزمونه‌ها را به یکی از موارد زیر محدود کنید:

- توسط گرافیت مداد نرم،
- مایعی که به‌طور ذاتی گرافیت بدون ماده چسبنده به‌جای می‌گذارد،
- جوهر حل‌نشده ضدآب،
- خراش ملایمی روی سطح بتن با استفاده از یک ابزار تیز.

۵-۸ اندازه‌گیری آزمونه‌ها

اولین خوانش‌های مقایسه‌گر را (2 ± 30) min پس از خارج کردن آزمونه از قالب، انجام دهید. پس از اولین خوانش مقایسه‌گر، به مدت هفت روز آزمونه را در آب آهک اشباع در دمای $(2 \pm 23)^\circ\text{C}$ عمل‌آوری کنید. در پایان این مدت، دوباره خوانش مقایسه‌گر را انجام دهید. در فاصله زمانی بین خوانش اولیه و خوانش هفت روزه، خوانش‌های میانی مجاز است (به یادآوری مراجعه شود).

یادآوری - تأمین عمل‌آوری بیشتر با آب یا به‌طور جایگزین به‌منظور تعیین داده‌های تغییر طول در سن بیشتر که آزمونه‌ها باید در معرض هوای خشک تحت وضعیت مطلوب قرار گیرند، مجاز است. خوانش‌های مقایسه‌گر باید در فاصله زمانی مناسب، انجام شود.

۹ محاسبه

تغییرات طول را برحسب درصد انبساط یا جمع‌شدگی، به‌صورت زیر محاسبه کنید:

1- Fragility
2- Mat

$$(۱) \quad \text{درصد تغییر طول} = \frac{\text{خوانش اولیه اصلاح شده مقایسه گر} - \text{خوانش اصلاح شده مقایسه گر}}{\text{طول اندازه گیر}} \times 100$$

که در آن، خوانش اصلاح شده مقایسه گر برابر است با خوانش مقایسه گر آزمون منهای خوانش مقایسه گر میله مرجع است.

۱۰ گزارش

۱-۱۰ گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

- ۱-۱-۱۰ شماره شناسایی آزمون‌ها، تعداد آزمون‌ها برای هر وضعیت و تاریخ قالب‌گیری،
- ۲-۱-۱۰ منبع و شماره شناسایی هر ماده به کار رفته،
- ۳-۱-۱۰ نوع، بیشینه اندازه اسمی، وضعیت رطوبت و نسبت‌های اختلاط هر سنگدانه استفاده شده،
- ۴-۱-۱۰ داده‌های مخلوط بتن،
- ۵-۱-۱۰ روش تراکم یا لرزاننده خارجی استفاده شده،
- ۶-۱-۱۰ شرایط و دوره‌های زمانی عمل‌آوری مرطوب پیش از جدا کردن قالب‌ها و پس آن، در صورتی که با آن چه مشخص شده است متفاوت باشد،
- ۷-۱-۱۰ توصیف شرایط انبارش،
- ۸-۱-۱۰ کل مدت یا دوره زمانی انبارش و کل سن آزمون، یا کل مدت عمل‌آوری و انبارش، در صورتی که وضعیت یکسانی برای هر دو مشاهده مورد استفاده قرار گیرد،
- ۹-۱-۱۰ داده‌های تغییر طول را برحسب درصد گزارش کرده و به صورت انبساط خطی در طول مدت عمل‌آوری مرطوب و انبارش مرطوب و به صورت انقباض خطی در طول مدت انبارش خشک، هر دو بر مبنای اولین خوانش مقایسه‌گر در زمان خارج کردن نمونه از قالب، به صورت درصد متوسط تغییر در بعد خطی با تقریب $\pm 0.01\%$ ثبت کنید.
- ۱۰-۱-۱۰ سایر اطلاعات مؤثر.

۱۱ دقت و اریبی

۱-۱۱ دقت

- ۱-۱-۱۱ بیانیه‌های دقت زیر، زمانی قابل کاربرد است که نتیجه آزمون، حاصل درصد متوسط انبساط مهارشده سه منشور قالب‌گیری شده از یک بچ بتن باشد که در سن یکسانی آزمون شده‌اند. قابلیت کاربرد این دقت برای بتن تولیدشده با استفاده از سیمان‌های دارای جبران‌کننده جمع‌شدگی نوع **K**، نوع **S** یا نوع **M** مطابق با استاندارد **ASTM C845** و آزمون شده در سنین ۳، ۷ و ۲۸ روزه است.

۲-۱۱ انحراف معیار چند آزمایشگاهی

انحراف معیار چند آزمایشگاهی % ۰٫۱۵ انبساط است. بنابراین بهتر است اختلاف نتایج آزمون‌هایی که به‌طور صحیح از یک بیج منفرد توسط دو آزمایشگاه مختلف انجام شده، بیش از % ۰٫۴۳ از یکدیگر نباشند^۱.

۳-۱۱ دقت آزمایشگاه منفرد

فعلا داده‌های ضروری برای تعیین دقت آزمایشگاه منفرد موجود نیست.

۴-۱۱ اریبی

داده‌هایی برای تعیین اریبی، موجود نبوده و استانداردهای شناخته‌شده‌ای وجود ندارد.

۱- این اعداد به ترتیب اولین و دومین حدود توصیف‌شده، در استاندارد C670 است.