



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۵۹۰۴

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO
15904
1stEdition
2019

Modifacation of
ASTM C231:
2017a

بتن تازه- تعیین مقدار هوای بتن تازه
مخلوط شده به روش فشاری- روش آزمون

**Fresh concrete- Determination of air
content of freshly mixed concrete by the
pressure method- Test method**

ICS: 91.100.30

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@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

«بتن تازه - تعیین مقدار هوای بتن تازه مخلوط شده به روش فشاری - روش آزمون»

رئیس:

تدین، محسن
(دکتری مهندسی عمران)

سمت و/یا محل اشتغال:

انجمن بتن ایران

دبیر:

نوری، امیرعباس
(کارشناسی مهندسی معدن)

کارشناس استاندارد

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بزرگمهر، سعید
(دکتری مهندسی عمران)

شرکت آپتوس ایران

بیات، محمدمهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت ساختمانی رایکادژپارت

پوریکتا، پولاد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران

جعفرزاده، امین
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت آرمه چین - آرمه بتن

جهاندار، مرضیه
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران

خاکی، علی
(دکتری مهندسی عمران)

عضو هیأت علمی دانشگاه فرهنگیان

خسروی، امیر
(کارشناسی ارشد تکتونیک)

شرکت بتن نظارت

ذوقی، حسن
(دکتری مهندسی عمران)

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی

رحمتی، علیرضا
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدرس دانشگاه شهید بهشتی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

پژوهشگاه استاندارد	سامانیان، حمید (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- سرامیک)
شرکت ساختمانی طینا	سلطانی، علیرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
عضو هیأت علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای	عباسی، محمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
شرکت شیمی ساختمان	عیسایی، مهین (کارشناسی ارشد شیمی)
انجمن صنفی تولیدکنندگان بتن آماده و قطعات بتنی	کریمی، محرم (دیپلم ساختمان)
سازمان ملی استاندارد ایران	مجتبوی، سید علیرضا (کارشناسی مهندسی مواد- سرامیک)
سازمان ملی استاندارد ایران	محرری، حسن (کارشناسی ارشد معماری- مدیریت پروژه و ساخت)
شرکت سیمان آبیک	محمودی، سعید (کارشناسی مهندسی معدن)
پژوهشگاه استاندارد	مهراکبری، مرتضی (کارشناسی مهندسی شیمی)

ویراستار:

سازمان ملی استاندارد ایران	عباسی رزگله، محمدحسین (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
----------------------------	---

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اهمیت و کاربرد
۳	۴ وسایل
۷	۵ واسنجی دستگاه
۸	۶ تعیین ضریب تصحیح سنگدانه‌ها
۹	۷ آماده‌سازی آزمون بتن
۱۰	۸ روش اجرایی تعیین مقدار هوای بتن
۱۴	۹ محاسبات
۱۵	۱۰ گزارش
۱۶	۱۱ دقت و اریبی
۱۹	پیوست الف (الزامی) واسنجی دستگاه
۲۵	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) تغییرات در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن تازه- تعیین مقدار هوای بتن تازه مخلوط‌شده به روش فشاری- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هشتصدوسی‌وششمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۶ 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.

با انتشار این استاندارد، استاندارد ملی ایران به شرح زیر باطل و این استاندارد جایگزین آن می‌شود:

استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۲۰: سال ۱۳۷۳، روش آزمایش برای اندازه‌گیری مقدار هوای موجود در بتن تازه (روش فشاری)

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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ASTM C231/C231M: 2017a, Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

بتن تازه - تعیین مقدار هوای بتن تازه مخلوط‌شده به روش فشاری - روش آزمون

هشدار ۱- این استاندارد تمامی موارد ایمنی مربوط را بیان نمی‌کند. بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده، محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

هشدار ۲- مخلوط‌های سیمان هیدرولیکی تازه، سوزاننده هستند و ممکن است باعث سوختن شیمیایی پوست و مخاط در حین استفاده بشوند.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مقدار هوای موجود در بتن تازه مخلوط‌شده از طریق مشاهده تغییر حجم بتن در اثر تغییر فشار است.

۱-۲ این استاندارد در بتن‌ها و ملات‌هایی که سنگدانه‌های آن نسبتاً متراکم بوده و ضریب تصحیح سنگدانه به‌طور رضایت‌بخشی طبق شیوه شرح داده شده در بند ۶ قابل تعیین باشد، کاربرد دارد. این استاندارد برای بتن‌های ساخته شده با سنگدانه‌های سبک، سرباره کوره آهن‌گدازی هواسرد شده، یا سنگدانه‌های با تخلخل زیاد کاربرد ندارد. توصیه می‌شود در چنین مواردی استاندارد ASTM C173/C173M به کار برده شود. این استاندارد همچنین برای بتن‌های سفت و مخلوط‌های خشک، مانند بتن‌هایی که به‌طور معمول در تولید لوله و قطعات بنایی بتنی استفاده می‌شود، کاربرد ندارد.

یادآوری- بتن غلتکی و بتن مورد مصرف در کفپوش‌های بتنی نیز نمونه‌هایی از بتن سفت می‌باشند.

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 ASTM C31/C31M, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵: سال ۱۳۹۴، بتن- ساخت و عمل‌آوری آزمون‌های بتن در کارگاه- آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C31/C31M: 2014 تدوین شده است.

2-2 ASTM C138/C138M, Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱: سال ۱۳۹۴، آزمون وزن مخصوص، بازدهی و هوای موجود در بتن، با استفاده از استاندارد ASTM C138: 2014 تدوین شده است.

2-3 ASTM C143/C143M, Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete

2-4 ASTM C172/C172M, Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete

2-5 ASTM C173/C173M, Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳: سال ۱۳۹۵، روش آزمون تعیین اندازه‌گیری مقدار هوای موجود در بتن تازه (روش حجمی)، با استفاده از استاندارد ASTM C173: 2012 تدوین شده است.

2-6 ASTM C192/C192M, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۸۱: سال ۱۳۹۶، بتن - ساخت و عمل‌آوری آزمون‌های بتن در آزمایشگاه، با استفاده از استاندارد ASTM C192/C192M: 2014 تدوین شده است.

2-7 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

۳ اهمیت و کاربرد

۱-۳ این استاندارد، تعیین مقدار هوای موجود در بتن تازه مخلوط‌شده را پوشش می‌دهد. این استاندارد مقدار هوای بتن تازه مخلوط‌شده بدون در نظر گرفتن هوایی که ممکن است درون حفرات داخلی دانه‌های سنگدانه وجود داشته باشد را تعیین می‌کند. به همین دلیل، این استاندارد برای بتن ساخته شده با سنگدانه نسبتاً توپر قابل کاربرد است و برای این مورد به تعیین ضریب تصحیح سنگدانه نیاز دارد. (به زیربند ۶-۱ و زیربند ۹-۱ مراجعه شود).

۲-۳ این استاندارد و استانداردهای ASTM C138/C138M و ASTM C173/C173M به ترتیب روش‌های اجرایی فشاری، وزنی و حجمی را برای تعیین مقدار هوای بتن تازه مخلوط‌شده ارائه می‌کنند. برای بتن‌های ساخته شده با سنگدانه‌های نسبتاً توپر، روش اجرایی فشاری مندرج در این استاندارد، اساساً نتیجه مشابهی با دو روش آزمون دیگر می‌دهد.

۳-۳ مقدار هوای بتن سخت‌شده ممکن است از مقدار به‌دست آمده به روش این استاندارد، بیش‌تر یا کم‌تر باشد. این موضوع به عواملی نظیر روش اعمال و مقدار انرژی به‌کار گرفته شده برای تراکم ساخت آزمون‌های بتن سخت شده، یکنواختی و پایداری حباب‌های هوا در بتن تازه یا سخت شده، درستی بررسی میکروسکوپی (در صورت استفاده)، مدت زمان تراکم، شرایط محیطی، مرحله تحویل بتن، فرایندهای جای‌دهی و تراکم بتن سخت‌نشده پیش از پمپ کردن یا پس از آن و سایر عوامل بستگی دارد.

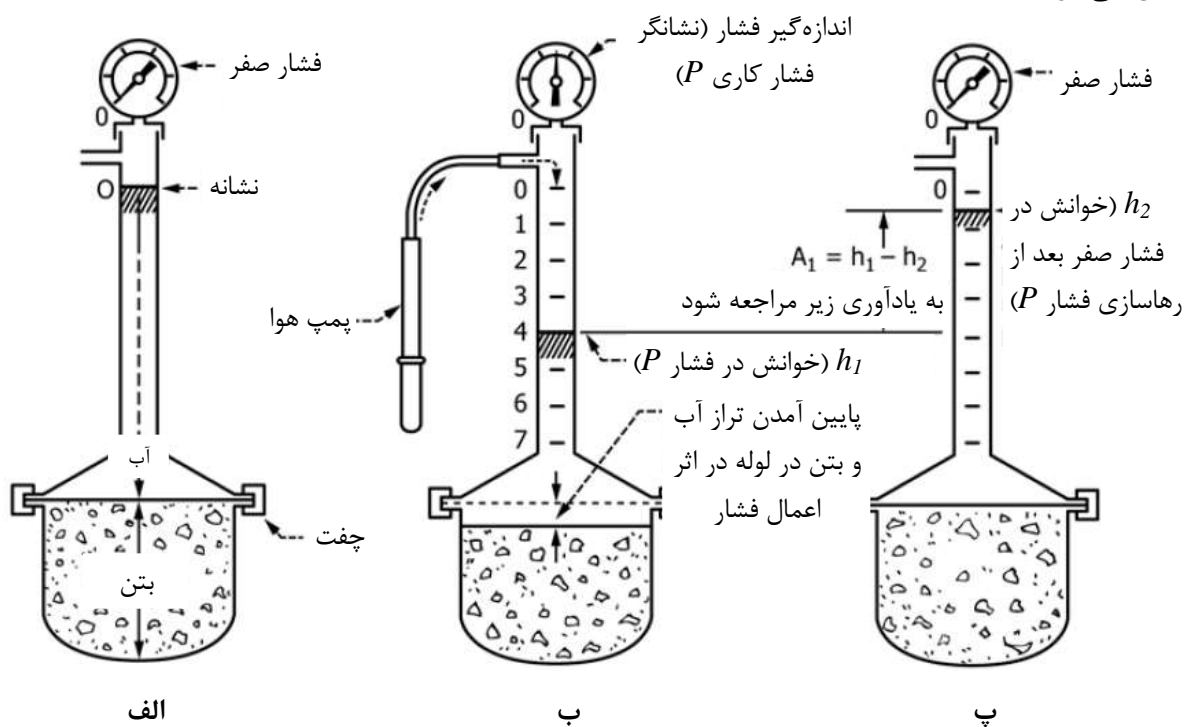
۴ وسایل

۱-۴ دستگاه هواسنج

دو نوع دستگاه وجود دارد که بر اساس قانون بویل^۱ طراحی شده و نتایج قابل قبولی دارند. در این استاندارد این هواسنجهای نوع A و نوع B نامیده می‌شوند.

۱-۱-۴ هواسنج نوع A

این هواسنج شامل یک ظرف اندازه‌گیری و مجموعه در پوش بوده که با الزامات زیربندهای ۲-۴ و ۳-۴ منطبق می‌باشد (به شکل ۱ مراجعه شود). اساس کار این دستگاه مشتمل بر وارد کردن آب تا ارتفاع از پیش تعیین شده، بر روی یک نمونه بتن با حجم معلوم و اعمال فشار هوای از پیش تعیین شده، بر روی آب است. این فرایند مشتمل بر کاهش حجم هوا در نمونه بتنی از طریق مشاهده پایین آمدن سطح آب، تحت فشار هوای وارده است. مقدار اخیر (افت آب) برحسب درصد هوا واسنجی شده و به عنوان درصد هوا در نمونه بتن بیان می‌شود.

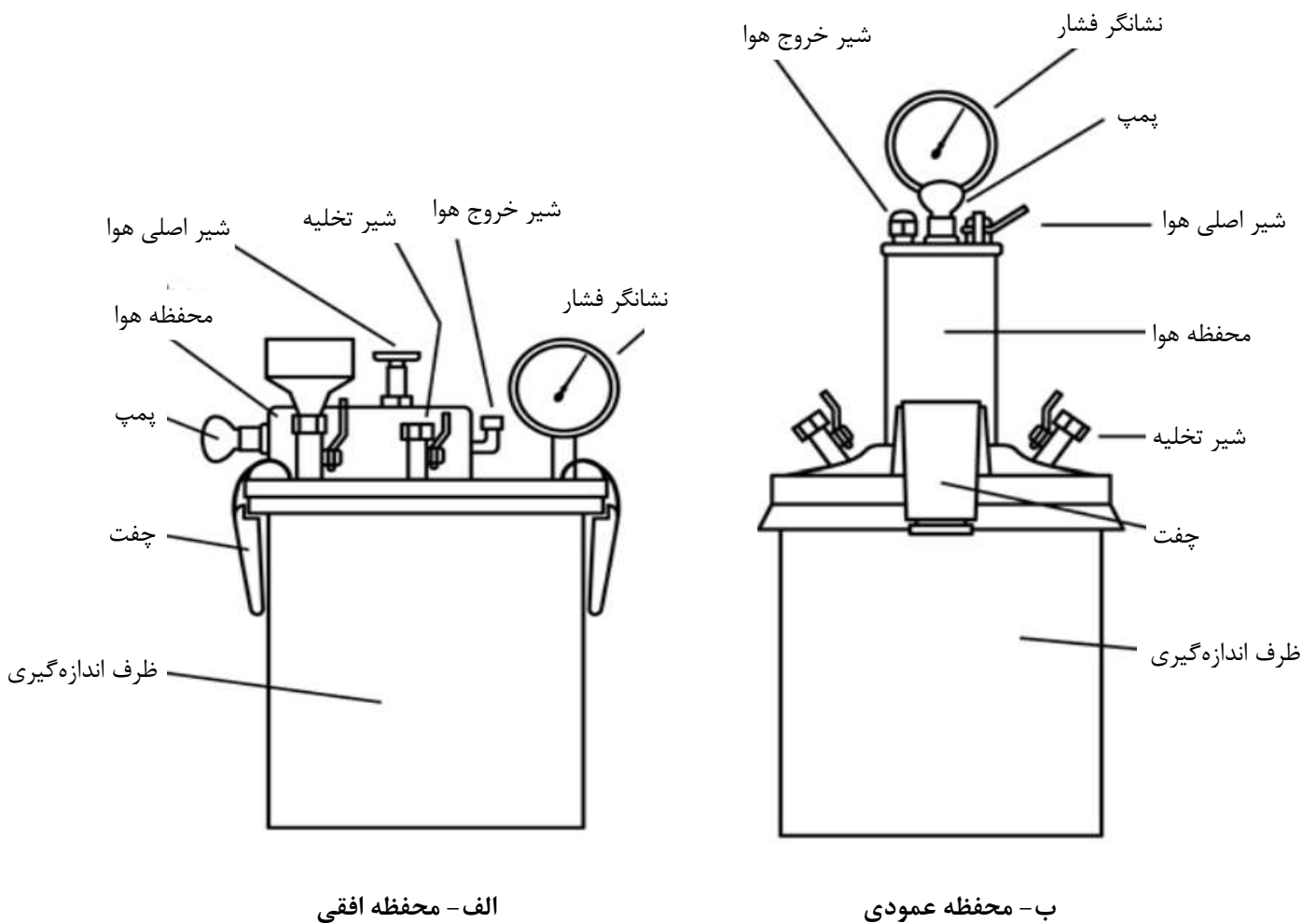


یادآوری - هنگامی که مطابق این شکل در ظرف اندازه‌گیری بتن ریخته شده باشد: $A_1 = h_1 - h_2$ هنگامی که در ظرف اندازه‌گیری فقط سنگدانه و آب ریخته شده باشد: $G = h_1 - h_2$ (ضریب تصحیح سنگدانه)، $A = A_1 - G$ (مقدار هوای بتن).

شکل ۱- نمایش فشارسنج نوع A

۲-۱-۴ هواسنج نوع B

این هواسنج شامل یک ظرف اندازه‌گیری و مجموعه در پوش بوده که با الزامات زیر بندهای ۲-۴ و ۳-۴ منطبق می‌باشد (به شکل ۲ مراجعه شود). اساس کار این دستگاه مشتمل بر این است که حجم معینی از هوا، تحت فشار معلوم در یک محفظه نفوذناپذیر محتوی نمونه بتن با حجم هوای نامعلوم وارد می‌شود و به تعادل می‌رسد، نشانگر فشارسنج، که برحسب درصد هوا در فشار تعادل، واسنجی شده است درصد هوای بتن را نشان می‌دهد. فشار آزمون بین ۵۰ کیلوپاسکال تا ۲۰۵ کیلوپاسکال رضایت‌بخش گزارش شده است.



شکل ۲- نمایش فشارسنج نوع B

۲-۴ ظرف اندازه‌گیری

ظرف اندازه‌گیری باید به شکل استوانه‌ای لبه‌دار بوده و از جنس فولاد، فلز سخت، یا ماده سخت دیگری که در برابر حملات خمیر سیمان مقاوم است، باشد. قطر آن باید ۰٫۷۵ تا ۱٫۲۵ برابر ارتفاع آن و حداقل ظرفیت آن ۶ لیتر باشد. ظرف اندازه‌گیری باید لبه‌دار باشد یا طوری ساخته شده باشد که اتصال آن به مجموعه درپوش، چفت و محکم و غیر قابل نفوذ باشد. سطوح داخلی، لبه‌های ظرف، پیچ و قسمت‌های دیگر باید

کاملاً ماشین کاری شده و صیقلی باشد. ظرف اندازه گیری و مجموعه در پوش باید به اندازه کافی صلب^۱ باشد و ضریب انبساط، D، مجموعه وسایل (بند الف-۵، پیوست الف) از ۰/۱ درصد هوای مشخص شده بر روی نشانگر هنگامی که تحت فشار آزمون معمول است، بیش تر نباشد.

۳-۴ مجموعه در پوش

۱-۳-۴ مجموعه در پوش باید از جنس فولاد، فلز سخت یا ماده سخت دیگری که در برابر حملات خمیر سیمان مقاوم است، باشد. مجموعه در پوش باید لبه دار باشد یا اگر طور دیگری ساخته شده، اتصال آن ها کاملاً آب بند و غیر قابل نفوذ باشد. سطوح داخلی در پوش باید ماشین کاری شود و کاملاً صیقلی و شکل آن طوری باشد که فضائی در بالای ظرف اندازه گیری برای هوا ایجاد گردد. در پوش باید به اندازه کافی صلبیت داشته باشد تا ضریب انبساط دستگاه، D، را مطابق با آن چه در زیر بند ۲-۴ توضیح داده شده محدود نماید.

۲-۳-۴ مجموعه در پوش باید مجهز به وسایلی باشد که مقدار هوای موجود در بتن را به طور مستقیم نشان می دهد. در پوش برای هواسنج نوع A باید مجهز به یک لوله ایستاده ساخته شده از استوانه مدرج شفاف یا استوانه فلزی با قطر داخلی یکنواخت که به آن یک فشارسنج شیشه ای متصل شده، مجهز باشد. در هواسنج نوع B، فشارسنج باید به نحوی درجه بندی شده باشد که درصد هوا را نشان دهد. درجه بندی دستگاه باید گستره ای حداقل ۸ درصدی از مقدار هوا با قابلیت خوانش تا ۰/۱ را شامل شود. این درجه بندی با استفاده از آزمون واسنجی مناسب برای فشار هوا، تعیین و ایجاد می شود.

۳-۳-۴ مجموعه در پوش باید به شیرهای هوا، شیرهای تخلیه هوا، و شیرهایی برای ورود و خروج آبی که ممکن است برای طرح های خاصی از هواسنج ها ضروری باشد، مجهز گردند. وسایل مناسبی نیز برای چفت و بست کردن در پوش و ظرف اندازه گیری به یکدیگر باید به کار گرفته شود تا بدون محبوس شدن هوا بین درز لبه در پوش و ظرف اندازه گیری، دستگاه هوا بندی شود. یک تلمبه دستی مناسب باید همراه در پوش باشد که بتواند متصل به آن و یا به صورت مجزا باشد.

۴-۴ ظرف واسنجی

یک وسیله با حجم داخلی برابر با درصدی از حجم ظرف اندازه گیری متناظر با درصد تقریبی هوای بتن مورد آزمون؛ یا در صورت کوچک تر بودن باید بتوان نشانگر را در درصد هوای تقریبی بتن مورد آزمون با استفاده از پر کردن متوالی ظرف، واسنجی نمود. هنگامی که برای انجام واسنجی، نوع طراحی این دستگاه نیازمند قرار دادن ظرف واسنجی درون ظرف اندازه گیری باشد، این ظرف باید به شکل استوانه باشد.

یادآوری - یک ظرف واسنجی مطلوب که بتواند درون ظرف اندازه گیری قرار بگیرد می تواند از یک لوله برنجی با ضخامت جداره حداقل نمره ۱۶ (حداقل ۱/۵ میلی متر) با قطری که حجم مورد نیاز را تأمین نماید، ماشین کاری شود و به انتهای آن یک صفحه برنجی به ضخامت حداقل ۱۲ میلی متر جوش داده شود تا به صورت ته بسته درآید. زمانی که طراحی دستگاه به

گونه‌ای باشد که برای انجام واسنجی نیازمند خارج کردن آب از ظرف اندازه‌گیری پر از آب و درپوش باشد، ظرف واسنجی می‌تواند یک جزء جدانشدنی از درپوش یا یک وسیله استوانه‌ای مجزا مشابه آن چه که در بالا شرح داده شد باشد.

۴-۵ طراحی‌های گونه‌های مختلف و در دسترس هواسنج به نحوی است که عملکرد آن‌ها متفاوت است. از این رو تمام موارد شرح داده شده در زیربندهای ۴-۶ تا ۴-۱۶ ممکن است لازم نباشد. موارد الزامی آن‌هایی است که برای استفاده از نوع مشخص دستگاه و تعیین مطلوب مقدار هوا مطابق با روش‌های اجرایی گفته شده در این استاندارد ضروری باشد.

۴-۶ فنر ماریچ، یا وسیله مناسب دیگری برای نگه‌داشتن استوانه واسنجی در محل خود.

۴-۷ لوله پاشش (پخش‌کننده)، یک لوله برنجی با قطر مناسب که می‌تواند جزئی از درپوش یا مجزا باشد. این لوله باید به نحوی ساخته شده باشد که در زمان اضافه شدن آب به محفظه به جداره‌های درپوش پاشیده شود تا از کناره‌ها به پایین سرازیر شود و کم‌ترین آسیب را به بتن وارد کند.

۴-۸ کمچه، یک کمچه متعارف بنایی.

۴-۹ میله کوبشی (کوبه)، یک میله فلزی صاف، مسطح و گرد به قطر (16 ± 2) میلی‌متر. طول کوبه حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بزرگ‌تر از عمق ظرف اندازه‌گیری باشد که قرار است عملیات تراکم در آن انجام شود. اما طول کوبه نباید بیش از ۶۰۰ میلی‌متر باشد (به یادآوری زیر مراجعه شود). انتهای کوبه یا هر دو سر آن باید با شعاعی برابر با شعاع میله، گرد شده باشد.

یادآوری- یک کوبه به طول ۴۰۰ میلی‌متر تا ۶۰۰ میلی‌متر الزامات این استاندارد و استانداردهای زیر را برآورده می‌نماید: ASTM C31/C31M، ASTM C138/C138M، ASTM C143/C143M و ASTM C173/C173M.

۴-۱۰ چکش لاستیکی، سر آن از جنس لاستیک به وزن (600 ± 250) گرم برای استفاده به همراه دستگاه‌های با حجم ۱۴ لیتر یا کم‌تر، و یک چکش لاستیکی که سر آن به وزن (1000 ± 250) گرم برای استفاده به همراه دستگاه‌های با حجم بزرگ‌تر از ۱۴ لیتر.

۴-۱۱ تیغه صاف‌کننده (یا خط‌کش سر زن)، یک تیغه صاف از جنس فولاد یا فلز مناسب دیگر با حداقل ضخامت ۳ میلی‌متر و حداقل عرض ۲۰ میلی‌متر و حداقل طول ۳۰۰ میلی‌متر.

۴-۱۲ صفحه صاف‌کننده، یک صفحه مستطیلی شکل فلزی به حداقل ضخامت ۶ میلی‌متر یا یک شیشه یا صفحه اکریلیکی به حداقل ضخامت ۱۳ میلی‌متر به طول و عرض حداقل ۵۰ میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر دستگاهی که به همراه آن استفاده خواهد شد. لبه‌های صفحه باید صاف و مسطح با یک دامنه تغییرات ۱/۵ میلی‌متر باشد.

۴-۱۳ قیف، که انتهای آن درون میله پاشش قرار می‌گیرد.

۴-۱۴ پیمانه آب، دارای ظرفیت لازم برای پر کردن آب از روی سطح بتن تا علامت صفر نشانگر.

۴-۱۵ لرزاننده، مانند آن چه که در استاندارد ASTM C192/C192M شرح داده شده است.

یادآوری- طبق استاندارد ASTM C192/C192M بسامد لرزاننده در حین عملیات باید حداقل ۹۰۰۰ نوسان در هر دقیقه باشد. قطر لرزاننده مدور نباید بیش از یک چهارم قطر قالب استوانه‌ای یا یک چهارم عرض قالب تیری یا منشوری باشد. لرزاننده‌های غیر مدور باید دارای محیطی برابر با محیط یک لرزاننده مدور مناسب باشند. مجموع طول استوانه لرزاننده و عضو لرزان باید حداقل ۷۵mm از عمق قسمتی که لرزاننده می‌شود، بیش‌تر باشد. بسامد لرزاننده باید حداقل در هر دو سال یا هر زمانی که سازنده پیشنهاد کند، با سرعت سنج ارتعاشی یا وسایل مناسب دیگر بررسی شود.

۴-۱۶ الک، با اندازه چشمه ۳۷/۵ میلی‌متر با مساحت بیش از ۰/۲ متر مربع.

۴-۱۷ سرتاس، به اندازه کافی بزرگ باشد که مقدار برداشته شده از بتن نماینده کل بتن باشد و آن قدر کوچک باشد که حین پر کردن ظرف اندازه‌گیری، بتن بیرون نریزد.

۵ واسنجی دستگاه

۵-۱ روش واسنجی

آزمون‌های واسنجی را مطابق با روش‌های اجرایی ارائه شده در پیوست الف انجام دهید. سرعت و بی‌دقتی در کار با دستگاه بر نتیجه واسنجی هواسنج نوع A و B تأثیر منفی خواهد داشت. تغییر در فشار هوا بر واسنجی هواسنج نوع A تأثیر خواهد داشت، در حالی که تأثیری بر واسنجی هواسنج B ندارد.

مراحل شرح داده شده در بندهای الف-۲ تا الف-۶، پیوست الف که برای نوع دستگاه مدنظر کاربرد دارد پیش‌نیازهایی برای آزمون‌هایی واسنجی برای تعیین فشار آزمون P ، بر روی فشارسنج هواسنج نوع A مطابق با توضیحات بند الف-۷، پیوست الف یا هواسنج نوع B برای تعیین دقت درجه‌بندی‌های نشان‌دهنده مقدار هوا بر روی صفحه فشارسنج، مطابق با توضیحات بند الف-۹، پیوست الف تشریح می‌نماید. گام‌های گفته شده در بندهای الف-۲ تا الف-۶، پیوست الف لازم است یک بار (در زمان واسنجی ابتدایی)، یا گاهی اوقات برای کنترل ثابت بودن حجم استوانه واسنجی و ظرف اندازه‌گیری انجام شوند.

آزمون واسنجی شرح داده شده در بندهای الف-۷ و الف-۹، پیوست الف بسته به نوع هواسنج، باید در هنگام ضرورت و در بازه‌های کم‌تر از سه ماه انجام شود تا اطمینان حاصل شود که از فشار P ، مناسب در هواسنج نوع A و B استفاده شده یا مقدار هوای صحیح در نشانگر فشارسنج هواسنج نوع B نشان داده شده است. پس از هر تغییر بیش از ۱۸۰ متر در ارتفاع از موقعیت قبلی که هواسنج نوع A در آن واسنجی شده است نیاز به واسنجی مجدد مطابق با بند الف-۷، پیوست الف می‌باشد.

۵-۲ سوابق واسنجی

اطلاعاتی که باید در سوابق نگه‌داری شود باید شامل تعیین ضریب انبساط، اندازه ظرف واسنجی مورد استفاده، و خوانش هواسنج در نقطه (یا نقاط) مورد واسنجی باشد.

۶ تعیین ضریب تصحیح سنگدانه‌ها

۱-۶ روش اجرایی

ضریب تصحیح سنگدانه را بر روی مخلوطی از سنگدانه‌های ریز و درشت مطابق با آنچه در زیربندهای ۶-۲ تا ۶-۴ آمده است تعیین نمایید. این ضریب به‌طور مستقل با اعمال فشار واسنجی بر نمونه‌ای از مخلوط سنگدانه ریز و سنگدانه درشت اشباع شده از آب در درصد رطوبت مشابه با شرایط بتن و نیز مقدار و نسبت‌های مشابه با نمونه بتن تحت آزمون تعیین می‌شود.

۲-۶ اندازه نمونه سنگدانه

مقادیر وزنی سنگدانه‌های ریز و درشت را مشابه با بتن تازه‌ای که درصد هوای آن اندازه‌گیری می‌شود به صورت زیر محاسبه نمایید:

$$F_S = (S/B) \times F_b \quad (1)$$

$$C_S = (S/B) \times C_b \quad (2)$$

که در آن:

F_S جرم ریزدانه در بتن تحت آزمون، برحسب کیلوگرم؛

S حجم نمونه بتن (برابر با حجم ظرف اندازه‌گیری)، برحسب متر مکعب؛

B حجم بتن تولید شده در هر پیمانانه (یادآوری ۱)، برحسب متر مکعب؛

F_b جرم کل سنگدانه ریز در شرایط رطوبتی مورد استفاده در پیمانانه، برحسب کیلوگرم؛

C_S جرم سنگدانه درشت در نمونه بتن تحت آزمون، برحسب کیلوگرم؛

C_b جرم کل سنگدانه درشت در شرایط رطوبت مورد استفاده در پیمانانه، برحسب کیلوگرم.

یادآوری ۱- حجم بتن تولید شده در هر پیمانانه را می‌توان مطابق با استاندارد ASTM C138/C138M به‌دست آورد.

یادآوری ۲- واژه وزن که به‌طور موقت در این استاندارد استفاده شده است، به دلیل کاربرد تجاری آن است. این واژه برای هر دو مفهوم «نیرو» و «جرم» استفاده شده است و باید دقت شود که کدام یک از مفاهیم در هر مورد مد نظر می‌باشد (یکای SI برای جرم کیلوگرم و برای نیرو نیوتن است).

۳-۶ جای‌دهی سنگدانه‌ها در ظرف اندازه‌گیری

مقداری از سنگدانه ریز و درشت که نماینده کل باشد را با یکدیگر مخلوط نمایید و در ظرف اندازه‌گیری که یک‌سوم آن از آب پر شده است جای دهید. به تدریج مخلوط سنگدانه‌ها را به نحوی در ظرف اندازه‌گیری بریزید (در هر مرحله یک مقدار کم)، که تمام آن اشباع شود. در صورت لزوم مقادیر دیگری آب را بدین منظور به درون ظرف اضافه کنید، تا تمام سنگدانه‌ها در آن غرق شود. هر سرتاس از سنگدانه را به گونه‌ای اضافه کنید که کم‌ترین مقدار هوا محبوس شود و کف تشکیل شده را به سرعت جدا کنید. به دیواره‌های

ظرف اندازه‌گیری ضربه بزنید و ۲۵ میلی‌متر از لایه بالایی سنگدانه‌ها را ۸ مرتبه تا ۱۲ مرتبه به آرامی با کوبه بکوبید. پس از هر مرحله افزودن سنگدانه‌ها، آن‌ها را هم بزنید تا هوای محبوس حذف شود.

۴-۶ ضریب تصحیح سنگدانه‌ها

۱-۴-۶ روش اجرایی اولیه برای هواسنج‌های نوع A و B

وقتی که همه سنگدانه‌ها در ظرف اندازه‌گیری جای داده شد، کف اضافی را جدا نمایید و سنگدانه‌ها را به مدت تقریبی مشابه با مدت زمان بین افزودن آب به درون مخلوط‌کن بتن در هنگام تولید بتن تا زمانی که آزمون تعیین هوای بتن انجام شود، اشباع نگه دارید، سپس مطابق با روش گفته شده در زیربند ۳-۴-۶ یا زیربند ۳-۴-۶ عمل کنید.

۲-۴-۶ هواسنج نوع A

آزمون را مطابق با زیربندهای ۱-۲-۸ تا ۳-۲-۸ کامل نمایید. ضریب تصحیح سنگدانه G، برابر است با $h_2 - h_1$ (به شکل ۱ و یادآوری زیربند ۳-۴-۶ مراجعه شود).

۳-۴-۶ هواسنج نوع B

مطابق با روش اجرایی بیان‌شده در زیربند ۱-۳-۸ عمل کنید. تقریباً به اندازه حجمی از هوای موجود در نمونه بتن متناسب با حجم ظرف مورد آزمون، از حجم آب موجود در دستگاه خارج نمایید. این آب را مطابق با زیربند الف-۹، پیوست الف برای واسنجی خارج کنید. آزمون را مطابق زیربند ۲-۳-۸ کامل کنید. ضریب تصحیح سنگدانه برابر با تفاوت حجم هوای خوانش‌شده بر روی درجه هوا و حجم آب خارج شده از ظرف اندازه‌گیری بر حسب درصدی از حجم ظرف اندازه‌گیری می‌باشد (به شکل ۱ مراجعه شود).

یادآوری - ضریب تصحیح سنگدانه برای سنگدانه‌های مختلف متفاوت خواهد بود. این ضریب را می‌توان به وسیله آزمون تعیین نمود، زیرا در ظاهر ارتباط مستقیم با جذب ذرات ندارد. آزمون به راحتی انجام می‌شود. به‌طور معمول این ضریب برای سنگدانه‌های یکسان ثابت خواهد بود، اما کنترل دوره‌ای توصیه می‌شود.

۷ آماده‌سازی آزمون بتن

نمونه بتن تازه را مطابق با روش‌های اجرایی قابل کاربرد استاندارد ASTM C172/172M به دست آورید. در صورتی که بتن دارای سنگدانه‌های درشت بزرگ‌تر از ۵۰ میلی‌متر باشد، مقدار کافی از بتن مذکور را بر روی الک ۳۷٫۵ میلی‌متر مطابق با روش ASTM C172/172M به صورت تر الک کنید تا به مقدار کافی بتن الک شده برای پر کردن کامل ظرف اندازه‌گیری دست یابید. الک کردن را به نحوی انجام دهید که ملات به کم‌ترین مقدار ممکن دست خورده شود. به هیچ وجه نباید ملات چسبیده به سنگدانه‌های درشت باقی‌مانده بر روی الک را پاک و به بتن اضافه کرد.

۸ روش اجرایی تعیین مقدار هوای بتن

۱-۸ جای‌دهی و تراکم نمونه

۱-۱-۸ جای‌دهی

بتن را مطابق آنچه که در زیربند ۷-۱ تشریح شده آماده کنید. سطوح داخلی ظرف اندازه‌گیری را مرطوب و آن را بر روی سطح هموار، تراز و محکم قرار دهید. با استفاده از سرتاس معرفی شده در زیربند ۴-۱۷ بتن را مطابق با روش اجرایی ارائه شده در زیربند ۸-۱-۲ یا زیربند ۸-۱-۳ در لایه‌های مورد نیاز در درون ظرف اندازه‌گیری جای دهید. سرتاس را حین جای‌دهی بتن در ظرف در اطراف محیط ظرف بگردانید تا از جای‌دهی بتن با کم‌ترین مقدار جداشدگی اطمینان حاصل شود.

هر لایه را مطابق زیربند ۸-۱-۲ با کوبه یا مطابق زیربند ۸-۱-۳ با لرزاندن متراکم کنید. سطح آخرین لایه را پس از تراکم، صاف نمایید (به زیربند ۸-۱-۴ مراجعه شود).

بتن‌های با اسلامپ بیش‌تر از ۷۵ میلی‌متر را با کوبه متراکم کنید. بتن با اسلامپ ۲۵ میلی‌متر تا ۷۵ میلی‌متر را می‌توان به روش کوبه یا لرزاندن متراکم نمود. بتن‌های با اسلامپ کم‌تر از ۲۵ میلی‌متر باید با لرزاندن متراکم شوند.

۲-۱-۸ تراکم با کوبه^۱

بتن را در سه لایه و در حجم برابر در درون ظرف اندازه‌گیری بریزید. هر لایه را با قسمت کروی کوبه با وارد آوردن تعداد ۲۵ ضربه بر روی سطح مقطع بتن متراکم نمایید. لایه پایینی را در تمام عمق آن متراکم کنید. حین کوبیدن لایه اول (پایینی) توجه نمایید کف ظرف بر اثر ضربه کوبه آسیب نبیند. برای هر یک از لایه‌های بالایی اجازه دهید میله تراکم به‌طور کامل در لایه در حال تراکم نفوذ و حتی به مقدار بیش از ۲۵ میلی‌متر نیز در لایه زیرین فرو رود. پس از تراکم هر لایه، با استفاده از چکش لاستیکی دیواره‌های ظرف را ۱۰ ضربه تا ۱۵ ضربه بزنید تا تمام فضای خالی ناشی از بیرون آوردن میله تراکم بسته شود و تمام حباب‌های هوای بزرگ محبوس شده خارج شوند. لایه آخر بتن را به نحوی بریزید که از سر ریز شدن بتن از ظرف پیشگیری شود (به زیربند ۸-۱-۴ مراجعه شود).

۳-۱-۸ تراکم با لرزاندن

بتن را در دو لایه با حجم تقریبی برابر در درون ظرف اندازه‌گیری بریزید. تمام بتن هر لایه را پیش از شروع لرزاندن، در درون ظرف بریزید. هر لایه را با ۳ مرتبه وارد نمودن لرزاننده در درون بتن به نحوی که در تمام سطح مقطع پخش شود متراکم نمایید. لایه آخر را به نحوی بریزید که از سر ریز شدن بتن از ظرف پیشگیری شود (به زیربند ۸-۱-۴ مراجعه شود). در تراکم هر لایه از برخورد یا تماس شدن لرزاننده با دیواره‌های ظرف خودداری نمایید. در حین خارج کردن لرزاننده دقت کنید که حفرات بزرگ هوا در آزمون

1-Rodding

بتن باقی نماند. مدت زمان لرزاندن متعارف را برای هر نوع خاصی از بتن، لرزاننده و ظرف اندازه‌گیری رعایت نمایید. مدت زمان لرزاندن مورد نیاز به کارایی بتن و اثربخشی لرزاننده بستگی خواهد داشت. لرزاندن را تا زمانی که بتن به خوبی متراکم شود ادامه دهید. هرگز لرزاندن را برای خارج کردن کف از نمونه به مدت طولانی ادامه ندهید.

یادآوری- لرزاندن بیش از اندازه ممکن است منجر به جداسدگی و کاهش قابل توجه هوای عمده موجود در بتن شود. به طور معمول، لرزاندن کافی زمانی اعمال شده است که سطح بتن نسبتاً صاف و دارای ظاهر براق شود.

۴-۱-۸ صاف کردن

پس از تراکم بتن، سطح بالایی را با استفاده از تیغه (با خط‌کش سر زن) از یک سمت لبه ظرف اندازه‌گیری و با حرکت اره‌ای تا جایی که سطح ظرف کامل پر و مسطح شود صاف کنید. پس از اتمام تراکم، ظرف نباید دارای بتن بیش از حد یا کم‌تر باشد. برداشتن لایه‌ای در حد ۳ میلی‌متر در حین صاف کردن سطح بتن، بهینه است. هنگامی که از صفحه صاف کننده استفاده می‌شود، مطابق با استاندارد ASTM C138/138M سطح بتن را صاف کنید (به یادآوری ۳ مراجعه شود).

یادآوری ۱- یک مقدار کم از بتن که نماینده کل پیمانانه باشد می‌تواند برای تصحیح کم بودن حجم در ظرف اضافه شود. در صورتی که ظرف دارای مقادیر زیادی بتن مازاد باشد قبل از آن که سطح را صاف نمایید با استفاده از کمیچه مقداری از بتن که نماینده کل محتویات ظرف باشد را از آن خارج کنید.

یادآوری ۲- استفاده از صفحه صاف کننده بر روی هواسنج‌های ساخته شده از جنس آلومینیوم خشکه یا سایر فلزات نرم، ممکن است منجر به سایش سریع لبه‌ها و در نتیجه افزایش دفعات تعمیر و نگهداری، واسنجی و در نهایت جایگزینی سریع‌تر دستگاه شود.

یادآوری ۳- صاف کردن سطح بتن با صفحه صاف کننده، مطابق با استاندارد ASTM C138/138M به این روش انجام می‌شود: پس از تراکم، سطح بالایی بتن با استفاده از صفحه صاف کننده به‌طور دقیق صاف می‌شود، همچنین باید دقت نمود که سطح بالایی پیمانانه به‌طور یکسان پر و هم‌تراز شود. برای صاف نمودن سطح بالایی پیمانانه، صفحه صاف کننده را بر روی سطح بالایی پیمانانه قرار داده می‌شود به‌طوری‌که تقریباً دوسوم سطح را بپوشاند، سپس صفحه را با حرکت اره‌ای شکل و فشار رو به پایین حرکت داده از روی پیمانانه جدا نمود. صفحه صاف کننده مجدداً در سطح پیمانانه قرار می‌گیرد به‌طوری‌که تا دوسوم سطح اصلی را بپوشاند و با یک فشار عمودی و یک حرکت اره‌ای تمام سطح را پوشانده می‌شود. با چند بار کشیدن لبه صفحه، سطحی صاف ایجاد شود.

۲-۸ روش اجرایی - هواسنج نوع A

۱-۲-۸ آماده‌سازی برای آزمون

لبه‌ها و پیچ‌های ظرف اندازه‌گیری و درپوش را کاملاً تمیز کنید تا هنگامی که درپوش در جای خود قرار گرفت درزها هوابندی شده باشد. دستگاه را سوار کنید و با استفاده از لوله از روی بتن تا نیمی از استوانه مدرج ایستاده را آب بریزید، سپس دستگاه را با زاویه تقریبی ۳۰ درجه نسبت به خط عمودی کج نموده و با محور نمودن کف ظرف آن را چندین مرتبه به دور خود بچرخانید و هم‌زمان به آرامی به درپوش ضربه بزنید تا حباب‌های هوای محبوس در بالای نمونه بتن از آن خارج شود. سپس دستگاه را به وضعیت عمودی

برگردانید و در حین ضربه زدن آرام بر دیواره‌های ظرف اندازه‌گیری، استوانه مدرج ایستاده را از آب پر کنید. پیش از بستن درب بالایی استوانه مدرج سطح آب را روی علامت صفر تنظیم نمایید. (به شکل ۱-الف مراجعه شود)

یادآوری- برخی هواسنج‌های نوع A دارای یک علامت واسنجی شده شروع پرشدن در بالای علامت صفر هستند. عموماً، توصیه می‌شود این علامت شروع مورد استفاده قرار نگیرد زیرا همان‌طور که در زیربند ۸-۲-۳ توجه داده شده است، مقدار هوای ظاهری، برابر با تفاوت بین خوانش سطح آب H در فشار P و سطح آب h_2 در فشار صفر پس از آزادسازی مجدد به فشار P می‌باشد.

۸-۲-۲ سطح داخلی مجموعه درپوش باید همواره تمیز و عاری از روغن یا گریس نگه داشته شود. این سطح باید مرطوب باشد تا از چسبیدن حباب‌های هوا به آن جلوگیری شود، زیرا جدا نمودن این حباب‌ها پس از سوار کردن دستگاه بسیار مشکل است.

۸-۲-۳ روش اجرایی آزمون

با استفاده از تلمبه دستی، فشاری بیش‌تر از فشار مورد نیاز آزمون، P، (در حدود ۱/۴ کیلوپاسکال بیش‌تر) بر بتن اعمال کنید. برای آزاد نمودن گرفتگی‌های داخلی و موضعی، به دیواره‌های جانبی ظرف اندازه‌گیری به تندی ضربه بزنید و زمانی که فشارسنج مقدار دقیق فشار آزمون، P، را مطابق آنچه در بند الف-۷، پیوست الف اشاره شده، نمایش داد سطح آب را خوانش نمایید، h_1 ، و به نزدیک‌ترین درجه یا نیم درجه بر روی استوانه مدرج ایستاده روی دستگاه گزارش کنید (به شکل ۱-ب مراجعه شود). برای مخلوط‌های خیلی خشن آن قدر به ظرف اندازه‌گیری ضربه بزنید تا بر اثر ضربات بیش‌تر هیچ‌گونه تغییری در مقدار هوای مشخص شده ایجاد نکند. به آرامی و در مدت زمان یک دقیقه فشار را در بالای ستون آب کاهش داده و به آرامی به دیواره‌های ظرف اندازه‌گیری ضربه بزنید. سطح آب را دوباره تا نزدیک‌ترین درجه یا نیم درجه خوانش و ثبت نمایید، h_2 ، (به شکل ۱-پ مراجعه شود)، مقدار هوای ظاهری را مطابق با رابطه زیر محاسبه نمایید:

$$A_1 = h_1 - h_2 \quad (۳)$$

که در آن:

A_1 مقدار هوای ظاهری بتن؛

h_1 سطح آب خوانش شده در فشار P؛

h_2 سطح آب خوانش شده در فشار صفر پس از آزاد نمودن فشار P.

۸-۲-۴ آزمون واریسی

گام‌های مشخص شده در زیربند ۸-۲-۳ را بدون اضافه نمودن آب برای هم سطح نمودن آن تا علامت صفر تکرار کنید. دو مرتبه تعیین متوالی مقدار هوای ظاهری باید بین ۰/۲ درصد هوای موجود با یکدیگر اختلاف

داشته باشند و میانگین آن‌ها معادل A_1 خواهد بود که در محاسبات مقدار هوا، A_s ، طبق بند ۹ استفاده گردد.

۵-۲-۸ در مواقعی که مقدار هوا از محدوده مدرج شده هواسنج فراتر می‌رود و شرایط فشار آزمون، P ، نیز اعمال گردیده است، فشار آزمون را با فشار جایگزین دیگری، P_1 ، کاهش دهید و گام‌های مشخص شده در زیربندهای ۲-۲-۸ و ۳-۲-۸ را تکرار کنید.

یادآوری - بند الف-۷، پیوست الف را برای روش‌های اجرایی واسنجی دقیق ملاحظه نمایید. یک مقدار تقریبی برای فشار جایگزین، P_1 ، به نحوی که مقدار هوای ظاهری در دو مرتبه خوانش با هم برابری کند را می‌توان از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$P_1 = P_a P / (2P_a + P) \quad (۴)$$

که در آن:

P_1 فشار آزمون جایگزین، برحسب کیلوپاسکال؛

P_a فشار اتمسفر، برحسب کیلوپاسکال (به طور تقریبی ۱۰۰ کیلوپاسکال است اما بسته به شرایط هوا و ارتفاع از سطح دریا می‌تواند متفاوت باشد)؛

P فشار معمولی یا اندازه‌گیری نشانگر، برحسب کیلوپاسکال.

۳-۸ روش اجرایی - هواسنج نوع B

۱-۳-۸ آماده سازی برای آزمون

لبه‌ها و پیچ‌های ظرف اندازه‌گیری و درپوش را کاملاً تمیز کنید تا زمانی که درپوش در جای خود قرار گرفت درزها هوابندی شده باشد. دستگاه را سوار کنید. شیر اصلی هوای بین محفظه هوا و ظرف اندازه‌گیری را ببندید و هر دو شیر تخلیه تعبیه شده بر روی سوارخ‌های موجود درپوش را باز نمایید. در درون یکی از این دو شیر، آب بریزید تا حدی که آب از شیر مقابل خارج شود (به یادآوری زیر مراجعه شود). هواسنج را به آرامی تکان دهید تا تمام هوا از شیر دیگر خارج شود.

یادآوری - وارد نمودن آب به آرامی درون شیر تخلیه با استفاده از سرنگ حباب‌دار یا پیست پلاستیکی نتیجه مطلوبی داشته است.

۲-۳-۸ روش اجرایی آزمون

شیر خروج هوا واقع بر روی محفظه هوا را ببندید و هوا را به درون محفظه پمپ نمایید تا زمانی که عقربه بر روی خط فشار ابتدایی قرار گیرد. چند ثانیه اجازه دهید تا دمای هوای فشرده شده به دمای معمولی برسد. عقربه را با استفاده از پمپ نمودن یا خارج نمودن هوای مورد نیاز تثبیت نمایید و به آرامی با دست به فشارسنج ضربه بزنید. هر دو شیر تخلیه موجود بر روی درپوش را ببندید. شیر اصلی هوا بین محفظه هوا و ظرف اندازه‌گیری را باز نمایید. به آرامی با استفاده از یک سرتاس به دیواره‌های ظرف اندازه‌گیری ضربه بزنید تا گرفتگی‌ها در صورت وجود باز شوند. به آرامی با انگشت به فشارسنج ضربه بزنید تا عقربه فشار تثبیت

شود. شیر اصلی هوا را آزاد نمایید. عدم بستن شیر اصلی هوا پیش از آزاد نمودن هوا از محفظه یا ظرف هوا منجر به ریزش آب به درون محفظه هوا شده و خطایی در اندازه‌گیری‌های بعدی ایجاد خواهد نمود. در صورتی که آب به درون محفظه هوا وارد شود، باید از طریق محفظه هوا و شیر تخلیه هوا، تخلیه شده و با استفاده از تلمبه آخرین قطره‌های آب خارج گردد. پیش از برداشتن درپوش فشار را از طریق بازکردن هر دو شیر تخلیه آزاد نمایید (به شکل ۲ مراجعه شود).

۹ محاسبات

۹-۱ مقدار هوای نمونه آزمون شده

مقدار هوای بتن موجود در ظرف اندازه‌گیری را مطابق با رابطه زیر محاسبه نمایید:

$$A_S = A_1 - G \quad (۵)$$

که در آن:

A_S مقدار هوای نمونه آزمون شده، بر حسب درصد؛

A_1 مقدار هوای ظاهری نمونه آزمون شده، بر حسب درصد (به زیربندهای ۸-۲-۳ و ۸-۳-۲ مراجعه شود)؛

G ضریب تصحیح سنگدانه‌ها، بر حسب درصد (به بند ۶ مراجعه شود).

۹-۲ مقدار هوای کل مخلوط

هنگامی که نمونه مورد آزمون نماینده پیمانهای از بتن است که دارای سنگدانه بزرگ‌تر از ۳۷٫۵ میلی‌متر بوده و نمونه پس از الک نمودن بتن تازه بر روی الک ۳۷٫۵ میلی‌متر و جداسازی ذرات درشت‌تر، مورد آزمون قرار گرفته باشد، مقدار هوای کل مخلوط به شرح زیر محاسبه می‌گردد:

$$A_t = 100 A_S V_C / (100 V_t - A_S V_a) \quad (۶)$$

که در آن (به یادآوری زیربند ۹-۳ مراجعه شود):

A_t مقدار هوای کل مخلوط، بر حسب درصد؛

V_C حجم مطلق اجزای تشکیل دهنده مخلوط که از الک ۳۷٫۵ میلی‌متر عبور کرده‌اند، بدون در نظر گرفتن هوا، همان طور که با استفاده از وزن‌های پیمانهای اصلی تعیین شده است، بر حسب مترمکعب؛

V_t حجم مطلق اجزای تشکیل دهنده مخلوط بدون در نظر گرفتن هوا، بر حسب مترمکعب؛

V_a حجم مطلق سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۳۷٫۵ میلی‌متر در مخلوط که از وزن‌های پیمانهای اصلی تعیین شده است، بر حسب مترمکعب.

۳-۹ مقدار هوای موجود در بخش ملات

هرگاه لازم باشد که از مقدار هوای بخش ملات مخلوط آگاهی بیابیم، می‌توان آن را از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$A_m = 100 A_s V_c / [100 V_m - A_s (V_c - V_m)] \quad (7)$$

که در آن (به یادآوری زیر مراجعه شود):

A_m مقدار هوای بخش ملات، برحسب درصد؛

V_m حجم مطلق اجزای تشکیل دهنده بخش ملات مخلوط، بدون در نظر گرفتن هوا، برحسب مترمکعب.

یادآوری- مقادیر مورد استفاده در روابط (۶) و (۷) به راحتی از داده‌های مخلوط بتن که به صورت زیر برای یک پیمانانه با هر اندازه، جدول‌بندی شده است محاسبه می‌شود:

حجم مطلق (مترمکعب)

V_c {	V_m {	سیمان
		آب
		سنگدانه ریز
		سنگدانه درشت (۴/۷۵ تا ۳۷/۵ میلی‌متر)
		V_a	سنگدانه درشت (۳۷/۵ میلی‌متر)
		V_t	کل

۱۰ گزارش

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۱۰ مقدار هوای نمونه بتن تا نزدیک‌ترین ۰٫۱ درصد پس از کسر نمودن ضریب تصحیح سنگدانه، مگر آن که مقدار خوانش اندازه‌گیر از ۸ درصد بیش‌تر باشد، در این حالت مقدار خوانش اصلاح شده باید با تقریب نیم درجه براساس درجه‌های نشان‌گر گزارش شود.

۲-۱۰ تاریخ و زمان انجام آزمون؛

۳-۱۰ مقدار هوای بخش ملات مخلوط تا نزدیک‌ترین یک چهارم درصد، در صورت درخواست و در زمانی که حجم مطلق اجزای تشکیل دهنده بخش ملات مخلوط را بتوان تعیین نمود.

۱۱ دقت و اریبی

۱-۱۱ دقت، هواسنج نوع A

۱-۱-۱۱ دقت یک کاروره^۱

انحراف استاندارد یک کاروره محرز نشده است.

۲-۱-۱۱ دقت بین چند آزمایشگاهی

انحراف استاندارد بین چند آزمایشگاهی محرز نشده است.

۳-۱-۱۱ دقت بین چند کارور

تا زمانی که مقدار هوا از ۷ درصد فراتر نرود دقت بین چند کارور برای یک نتیجه آزمون منفرد برابر با ۰/۲۸ درصد حجم بتن برای دستگاه هواسنج نوع A به دست آمده است. بنابراین نتایج دو آزمون که به طور مناسبی با کارورهای مختلف و با مصالح یکسان انجام شده اند نباید بیش از ۰/۸ درصد حجم بتن در هوا اختلاف داشته باشند.

یادآوری - همان طور که در روش ASTM C670 تشریح شده است، عدد ۰/۸ درصد نشان دهنده حد اختلاف، d_{2s}، است. اظهار نظر بر اساس اختلاف در آزمون‌ها بر روی سه بتن مختلف است که هر کدام توسط ۱۱ کارور متفاوت انجام شده است.

۲-۱۱ دقت، هواسنج نوع B

۱-۲-۱۱ دقت یک کارور

۱-۱-۲-۱۱ مقدار هوای کم‌تر از ۳ درصد

حداکثر انحراف معیار یک کارور ۰/۱۸ درصد به دست آمده است. بنابراین مقادیر هوای دو آزمون مناسب که توسط یک کارور بر روی مصالح یکسان انجام شده است نباید بیش از ۰/۵ درصد از یکدیگر اختلاف داشته باشد.

۲-۱-۲-۱۱ مقدار هوای بتن ۳ درصد تا ۸ درصد

حداکثر انحراف معیار یک کارور مطابق با جدول ۱ متناسب با افزایش مقدار هوا افزایش داشته است. بنابراین نتایج دو آزمون مناسب که توسط یک کارور و با مصالح یکسان انجام شده باشد، نباید بیش از مقدار نشان داده شده در ستون آخر نیمه بالایی جدول ۱ با یکدیگر تفاوت داشته باشد.

جدول ۱- مقادیری از دقت برای مقدار هوای بین ۳ درصد و ۸ درصد^{الف}

مقدار هوا	انحراف استاندارد، درصد	تفاوت قابل قبول بین دو نتیجه، ^ب درصد
دقت - یک کارور		
۳ درصد	۰٫۱۲	۰٫۳۳
۴ درصد	۰٫۱۶	۰٫۴۴
۵ درصد	۰٫۱۹	۰٫۵۵
۶ درصد	۰٫۲۳	۰٫۶۶
۷ درصد	۰٫۲۷	۰٫۷۷
۸ درصد	۰٫۳۱	۰٫۸۸
دقت - بین آزمایشگاهی		
۳ درصد	۰٫۱۷	۰٫۴۹
۴ درصد	۰٫۲۳	۰٫۶۵
۵ درصد	۰٫۲۹	۰٫۸۱
۶ درصد	۰٫۳۵	۰٫۹۸
۷ درصد	۰٫۴۰	۱٫۱۴
۸ درصد	۰٫۴۶	۱٫۳۰

^{الف} برای مقادیر هوا بین مقادیر داده شده در جدول از درون‌یابی استفاده کنید.
^ب این اعداد حدود اختلاف، d2s، شرح داده شده در استاندارد ASTM C670 را نشان می‌دهند.

۱۱-۲-۲ دقت بین چند آزمایشگاهی

۱۱-۲-۲-۱ مقدار هوای کمتر از ۳ درصد

حداکثر انحراف استاندارد چند آزمایشگاهی ۰٫۲۶ درصد به دست آمده است. بنابراین مقدار هوای دو آزمون مناسب که توسط آزمایشگاه‌های مختلف بر روی مصالح یکسان نباید بیش از ۰٫۷۵ درصد با یکدیگر اختلاف داشته باشد.

۱۱-۲-۲-۱۱ مقدار هوای بتن ۳ درصد تا ۸ درصد

انحراف استاندارد چند آزمایشگاهی مطابق با جدول ۱ با افزایش در مقدار هوا افزایش یافته است. بنابراین، نتایج دو آزمون مناسب توسط آزمایشگاه‌های مختلف بر روی مصالح یکسان نباید با یکدیگر بیش از آن چه که در نیمه پایینی ستون آخر جدول ۱ نشان داده شده اختلاف داشته باشد.

یادآوری- این دقت اظهار شده بر اساس مطالعات بین آزمایشگاهی با حضور ۱۶ کارور بوده است، شش مقدار برای مقدار هوا از ۱٫۳ درصد تا ۷٫۶ درصد متغیر بوده است و سه تکرار آزمون به ازای هر کارور انجام شده است. این نتایج، دقت متفاوتی برای دو مقدار هوای کمتر از ۳ درصد، نسبت به چهار مقدار بالای ۳ درصد را نشان داد.

۳-۱۱ اریبی

این روش آزمون هیچ اریبی ندارد چرا که مقدار هوای بتن تازه مخلوط شده فقط می‌تواند در هنگام روش‌های آزمون تعیین شود.

پیوست الف

(الزامی)

واسنجی دستگاه

الف-۱ آزمون‌های واسنجی باید مطابق با روش‌ها اجرایی زیر با توجه به نوع هواسنج به کار گرفته شده انجام شوند.

الف-۲ واسنجی ظرف واسنجی

وزن آب مورد نیاز برای پر کردن ظرف واسنجی، w ، را با استفاده از یک ترازو با دقت ۰/۱ درصد وزن ظرف پر شده از آب تعیین نمایید. این گام باید برای هر دو نوع هواسنج A و B انجام شود.

الف-۳ واسنجی ظرف اندازه‌گیری

وزن آب مورد نیاز برای پر کردن ظرف اندازه‌گیری، W ، را با استفاده از یک ترازو به دقت ۰/۱ درصد وزن ظرف پر از آب تعیین کنید. یک صفحه شیشه‌ای را روی لبه ظرف اندازه‌گیری به نحوی قرار دهید که از پر شدن کامل ظرف مطمئن باشید. آغشته شدن لبه ظرف اندازه‌گیری به غشای نازکی از روغن، درز آب‌ندی بین شیشه و لبه بالایی ظرف ایجاد خواهد نمود. این گام باید برای هر دو نوع هواسنج A و B انجام شود.

الف-۴ حجم مؤثر ظرف واسنجی، R .

حرف R نشان دهنده حجم مؤثر ظرف واسنجی است که به صورت درصدی از حجم ظرف اندازه‌گیری بیان می‌شود.

الف-۴-۱ برای هواسنج‌های نوع A، مقدار R را به صورت زیر محاسبه کنید (به یادآوری زیر مراجعه شود):

$$R = 0.98 w/W \quad (\text{الف-۱})$$

که در آن:

w وزن آب مورد نیاز برای پر کردن ظرف واسنجی، بر حسب گرم.

W وزن آب مورد نیاز برای پر کردن ظرف اندازه‌گیری، بر حسب گرم.

یادآوری - ضریب ۰/۹۸ برای تصحیح کاهش حجم هوا در ظرف واسنجی به کار می‌رود و به دلیل اثر فشار ارتفاع آب، درون ظرف اندازه‌گیری ایجاد می‌شود. این ضریب در سطح دریا و برای یک ظرف اندازه‌گیری به عمق ۲۰۰ میلی‌متر تقریباً برابر با ۰/۹۸ است. این مقدار در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا تقریباً برابر با ۰/۹۷۵ و در ارتفاع ۴۰۰۰ متری بالاتر از سطح دریا

برابر با ۰/۹۷ خواهد بود. این مقدار در رابطه فوق به ازای هر ۱۰۰ میلی‌متر افزایش ارتفاع تقریباً ۰/۱ کاهش می‌یابد. عمق ظرف اندازه‌گیری و فشار اتمسفری تأثیری بر حجم مؤثر ظرف واسنجی در هواسنج نوع B ندارند.

الف-۴-۲ برای هواسنج‌های نوع B مقدار R را از رابطه زیر محاسبه نمایید (به یادآوری فوق مراجعه شود):

$$R = w/W \quad (\text{الف-۲})$$

الف-۵ تعیین یا کنترل مقدار تعدیل ضریب انبساط، D .

الف-۵-۱ برای هواسنج‌های نوع A ضریب انبساط، D ، را (به یادآوری ۱ مراجعه شود) از طریق پر کردن دستگاه با آب (با اطمینان از این که تمام حباب‌های هوای محبوس خارج شده اند و سطح آب دقیقاً بر روی علامت صفر قرار گرفته است) (به یادآوری ۲ مراجعه شود) و اعمال یک فشار هوای تقریبی برابر با فشار آزمایش، P ، که از طریق آزمون واسنجی شرح داده شده در بند الف-۷ تعیین می‌شود، تعیین کنید. مقدار که در ستون آب پایین می‌آید برابر با ضریب انبساط معادل، D ، برای آن دستگاه و فشار خاص خواهد بود (به یادآوری زیربند الف-۵-۲، پیوست الف مراجعه شود).

یادآوری ۱- ظرف اندازه‌گیری، درپوش و سازوکار چفت و بست کردن دستگاه باید الزاماً محکم ساخته شده باشند که دستگاه در برابر فشار نفوذناپذیر باشد. با این وجود اعمال فشار داخلی منجر به افزایش جزئی در حجم خواهد شد. این انبساط تأثیری بر نتایج آزمون نخواهد داشت، زیرا مطابق با روش اجرایی شرح داده شده در بندهای ۶ و ۸ مقدار انبساط در آزمون هوای بتن و آزمون تعیین ضریب تصحیح ترکیب ریزدانه و درشت دانه برابر است، و در نتیجه به‌طور خودکار حذف خواهد شد. هرچند این افزایش جزئی در آزمون واسنجی برای تعیین فشار هوای مورد استفاده برای آزمون بتن تازه وارد می‌شود.

یادآوری ۲- ستون آب در برخی از هواسنج‌های نوع A دارای علامتی برای سطح اولیه آب در بالاتر از علامت صفر می‌باشد. اختلاف بین دو علامت صفر و سطح اولیه آب، به عنوان تعدیل ضریب انبساط در نظر گرفته می‌شود. این تعدیل باید به روش مشابه برای آن هواسنج‌هایی که علامت سطح اولیه را ندارند کنترل شود، در چنین مواردی، ضریب انبساط باید در محاسبات خوانش‌های واسنجی در بند الف-۷ حذف شود.

یادآوری ۳- استفاده از یک مقدار تقریبی برای P که توسط آزمون اولیه واسنجی شرح داده شده در بند الف-۷ تعیین می‌گردد برای این هدف به حد کافی دقیق خواهد بود، به غیر از مواردی که مقدار تقریبی شاخص واسنجی، K ، باید استفاده شود. برای این آزمون $K = 0.98 R$ است که مشابه با رابطه (الف-۲) است به غیر از آن که خوانش انبساط، D ، که هنوز ناشناخته است، صفر در نظر گرفته شده است.

الف-۵-۲ برای هواسنج‌های نوع B مقدار تعدیل برای ضریب انبساط، D ، در اختلاف بین فشار اولیه مشخص شده بر روی فشارسنج دستگاه و درصد صفر بر روی درجه بندی مقدار هوا بر روی فشارسنج منظور شده است.

این تعدیل باید به روش زیر کنترل شود:

دستگاه از آب پر شود (مطمئن شوید که تمام حباب‌های هوای محبوس از بین برود). هوا را به درون محفظه هوا پمپ نمایید تا زمانی که عقربه فشار روی خط فشار اولیه تثبیت شود، و سپس هوا را به درون ظرف

اندازه‌گیری آزاد نمایید (به یادآوری زیر مراجعه شود). در صورتی که خط فشار اولیه به درستی قرار گرفته باشد، فشارسنج باید صفر درصد خوانش شود. در صورتی که دو یا چند تعیین، اختلاف مشابهی از درصد صفر را نشان دهند، خط فشار اولیه باید تنظیم شود و آزمون باید برای کنترل خط فشار اولیه تنظیم شده تکرار شود.

یادآوری- این روش اجرایی ممکن است در رابطه با کنترل آزمون واسنجی طبق بند الف-۹ انجام شود.

الف-۶ خوانش واسنجی، K ،

خوانش واسنجی، K ، آخرین اندازه خوانش شده است که زمانی که اندازه‌گیری در فشار واسنجی صحیح انجام می‌شود به دست می‌آید.

الف-۶-۱ برای هواسنج‌های نوع A ، خوانش واسنجی، K ، به شرح زیر است:

$$K = R + D \quad (\text{الف-۳})$$

که در آن:

R حجم مؤثر از ظرف واسنجی (زیربند الف-۴-۱)؛

D ضریب انبساط (زیربند الف-۵-۱ و یادآوری بند الف-۶).

الف-۶-۲ برای هواسنج‌های نوع B ، خوانش واسنجی، K ، برابر است با حجم مؤثر ظرف واسنجی (به زیربند الف-۴-۲ مراجعه شود) به قرار زیر:

$$K = R \quad (\text{الف-۴})$$

یادآوری- در صورتی که نشانگر ستون آب به گونه‌ای درجه بندی شده باشد که شامل یک علامت صفر و یک سطح اولیه آب باشد، اختلاف بین دو علامت برابر با ضریب انبساط است و عبارت D باید از معادله (الف-۳) حذف شود.

الف-۷ آزمون واسنجی برای تعیین فشار آزمایش، P ، بر روی فشارسنج، در هواسنج نوع A

در صورتی که دور استوانه واسنجی بدون فرورفتگی یا برآمدگی باشد، باید حداقل سه یا تعداد بیش‌تری فاصله‌گذار به طور مساوی در نقاط مختلف محیط آن قرار دهید. سپس استوانه را وارونه نموده و در وسط کف خشک ظرف اندازه‌گیری قرار دهید. فاصله‌گذارها باید یک فضای باز برای جریان یافتن آب به درون استوانه واسنجی در زمان اعمال فشار ایجاد نمایند. از استوانه وارونه شده در مقابل جابه‌جایی محافظت فرمایید و در همین حین درپوش را به دقت پایین بیاورید. پس از آن که درپوش در جای خود محکم شد، با دقت دستگاه را در یک موقعیت عمودی تنظیم نموده و با استفاده از یک قیف و لوله، آب با دمای محیط را اضافه نموده تا بالاتر از علامت صفر مندرج در لوله ایستاده مدرج قرار گیرد. شیر هوا را ببندید و هوا را تا رسیدن به فشار تقریبی آزمایش به درون دستگاه پمپ نمایید. دستگاه را تا زاویه ۳۰ درجه نسبت به خط عمود کج نموده و حول محور کف ظرف اندازه‌گیری، چندین دور بچرخانید و همچنین به طور همزمان به

درپوش و دیواره‌های ظرف اندازه‌گیری به آرامی ضربه بزنید تا حباب‌های هوای محبوس و چسبیده به سطوح درونی دستگاه به طور کامل از بین برود.

دستگاه را به حالت عمودی برگردانید. به کندی (تا از حذف هوا در ظرف واسنجی جلوگیری شود) فشار را آزاد نمایید و شیر هوای دستگاه را باز نمایید. سطح آب را از طریق افزودن آب از درون شیر تخلیه واقع در بالای درپوش به طور دقیق به علامت صفر برسانید. شیر هوای دستگاه را ببندید و سپس فشار را تا زمانی اعمال نمایید که سطح آب تا ۰/۱ یا ۰/۲ درصد از مقدار خوانش واسنجی K ، که به روش شرح داده شده در بند الف-۶ تعیین شد، پایین تر بیاید. برای آزاد نمودن گرفتگی‌های داخلی، به آرامی به دیواره‌های ظرف اندازه‌گیری ضربه بزنید و زمانی که سطح آب دقیقاً به مقدار برابر با خوانش واسنجی K ، رسید، فشار P ، مشخص شده بر روی فشارسنج را خوانده و به نزدیک‌ترین ۷۰۰ پاسکال ثبت نمایید. به کندی فشار را آزاد نموده و شیر هوا را باز نمایید و در همین حین به آرامی به دیواره‌های ظرف ضربه بزنید و ببینید که آیا سطح آب به علامت صفر باز می‌گردد یا خیر؟ (در صورتی که این موضوع رخ ندهد نشان دهنده آن است که هوا از درون ظرف واسنجی یا آب به دلیل یک نشستی در دستگاه از دست رفته است). در صورتی که سطح آب به اختلاف ۰/۰۵ درصدی علامت صفر نرسد و هیچ‌گونه نشستی از دستگاه مشاهده نشود بیانگر آن است که احتمالاً بخشی از هوا از درون استوانه واسنجی از دست رفته است. در این مورد، روش اجرایی واسنجی را گام به گام از ابتدای این پاراگراف تکرار نمایید. در صورتی که نشستی بیش از چند قطره آب باشد قسمت درز دارای نشت را محکم بسته و سپس روش اجرایی واسنجی را تکرار نمایید. برای کنترل صحت فشار خوانده شده باید فوری سطح آب را به علامت صفر رسانده و شیر هوا را ببندید و فشار P ، خوانده شده را به دستگاه وارد نمایید. به وسیله انگشتان دست به آرامی چند ضربه به نشانگر بزنید و وقتی که فشارسنج فشار دقیق P ، را نشان می‌دهد، ستون آب باید ضریب واسنجی K ، را که در موقع اعمال کردن اولین فشار به کار برده شده را با تقریب حدود ۰/۰۵ درصد از هوا نشان دهد.

الف-۷-۱ قبل از آن که آب، تحت فشار اعمال شده تا حدود یک سوم ارتفاع استوانه واسنجی بالا بیاید، دستگاه نباید از حالت عمودی خارج شود. هرگونه از دست رفتن هوا از این استوانه عملیات واسنجی را باطل می‌کند.

الف-۸ آزمون واسنجی برای تعیین فشار آزمایش جایگزین P_1 ، - هواسنج نوع A

حدود مقادیر هوا که توسط یک هواسنج مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود را می‌توان با تعیین یک فشار آزمایش جایگزین P_1 ، دو برابر نمود، به نحوی که رقم روی هواسنج نصف خوانش واسنجی K ، را نشان دهد.

واسنجی دقیق نیاز به تعیین ضریب انبساط در فشار کاهش یافته در بند الف-۵ دارد. برای بیش‌تر موارد تغییر در ضریب انبساط را می‌توان نادیده گرفت و فشار آزمایش جایگزین را طی فرآیند تعیین فشار آزمایش معمولی در بند الف-۷ تعیین نمود.

الف-۹ آزمون واسنجی برای کنترل درجه‌بندی‌های مقدار هوا بر روی فشارسنج - هواسنج نوع B

ظرف اندازه‌گیری را مطابق با آن چه در بند الف-۳ شرح داده شده از آب پر نمایید. لوله کوتاهی را که ممکن است جزئی از ملحقات دستگاه باشد در درون سوراخ حدیده شده شیر تخلیه در قسمت پایینی درپوش دستگاه به صورت چرخشی فرو ببرید. دستگاه را سرهم نموده و ببندید. شیر هوای اصلی بین محفظه هوا و ظرف اندازه‌گیری را بسته و هر دو شیر تخلیه روی درپوش را باز کنید. از درون شیر تخلیه واقع بر روی درپوش که لوله ای کوتاه به پایین آن متصل است آب به داخل اضافه نمایید و تمام هوا را توسط شیر دیگر تخلیه نمایید. هوا را به درون محفظه هوا پمپ نمایید تا زمانی که فشار به خط فشار اولیه نشانگر برسد. به مدت چند ثانیه اجازه دهید تا هوای فشرده شده خنک شود و دما آن به محیط (دمای معمول) برسد. در صورت نیاز عقربه فشارسنج را در خط اولیه فشار از طریق پمپ کردن یا کشش هوا و ضربه زدن آرام به فشارسنج تثبیت نمایید. شیر تخلیه ای که لوله به آن متصل نشده را ببندید. آب را از طریق باز کردن شیر متصل و لوله کوتاه از هواسنج به استوانه واسنجی تخلیه نمایید و بسته به طراحی دستگاه مورد استفاده، کنترل جریان آب با باز کردن شیر درپوش و تنظیم شیر تخلیه روی درپوش انجام می‌شود. واسنجی را در مقدارهایی که در محدوده کاربرد معمولی قرار دارند انجام دهید.

در صورتی که ظرف واسنجی (بند الف-۲) دارای ظرفیتی در محدوده کاربرد معمولی است، به طور دقیق آن مقدار از آب را خارج نمایید. در برخی هواسنج‌ها ظرف واسنجی کوچک است و در چنین مواردی لازم خواهد بود که چندین مرتبه حجم آب تخلیه شود تا به مقدار هوایی در محدوده کاربرد معمولی برسیم. در این مثال آب را به دقت در یک ظرف جانبی جمع نموده و مقدار آب خارج شده را از طریق توزین تا نزدیک‌ترین ۰/۱ درصد مشخص نمایید. مقدار صحیح هوا، R ، را استفاده از رابطه (الف-۲) محاسبه نمایید. از طریق شیر تخلیه دیگری که برای پر کردن ظرف واسنجی از آن استفاده نشد، شیر تخلیه را خارج نمایید و در صورتی که دستگاه برای پر کردن ظرف واسنجی دارای یک لوله جانبی باشد، شیر تخلیه ای را که لوله به آن متصل است را باز نمایید تا محتویات لوله به درون ظرف اندازه‌گیری برگردد (به زیربند الف-۷-۱ مراجعه شود). در این مرحله ظرف اندازه‌گیری محتوی درصد هوایی است که توسط آزمون واسنجی ظرف واسنجی انجام شده است. هوا را به درون محفظه هوا پمپ کنید و تا زمانی که فشار به خط فشار اولیه مشخص شده بر روی فشارسنج برسد، سپس دو شیر تخلیه روی درپوش را ببندید و سپس شیر اصلی هوا بین محفظه هوا و ظرف اندازه‌گیری را باز کنید. مقدار هوای مشخص شده بر روی فشارسنج باید با درصد هوای تعیین شده در درون ظرف اندازه‌گیری، رابطه داشته باشد. در صورتی که دو تعیین یا بیش‌تر از آن اختلاف مشابهی از مقدار هوای صحیح را نشان دهند، عقربه باید مجدداً روی مقدار هوای صحیح تنظیم شود و آزمون تا زمانی که خوانش فشار سنج با مقدار هوای واسنجی شده برای هوای کوچک‌تر و مساوی ۸ درصد کم‌تر از ۰/۱ درصد یا برای هوای بیش‌تر از ۸ درصد تا نصف حداقل درجه‌بندی‌های فشارسنج اختلاف داشته باشد. در صورتی که عقربه فشار را برای تصحیح مقدار هوا دوباره تنظیم نمودید، مجدداً علامت فشار اولیه را مطابق با زیربند الف-۵-۲ کنترل کنید. در صورتی که خوانش فشار اولیه جدیدی لازم است، به منظور کنترل دقت درجه‌بندی‌های

فشارسنج، مطابق آنچه در ابتدای این بند توضیح داده شد، واسنجی را تکرار کنید. در صورتی که دستیابی با خوانش‌های متناقض مواجه شدید، دستگاه را از نظر وجود نشتی به دو دلیل وجود آب در درون محفظه هوا (شکل ۲) یا وجود جباب‌های هوای چسبیده به سطوح داخلی هواسنج بر اثر استفاده از آب سرد دارای هوا بررسی نمایید. در خصوص مورد آخر از آب بدون هوا استفاده نمایید که از طریق جوشاندن و خنک کردن آب در دمای اتاق به دست می‌آید.

یادآوری - در صورتی که ظرف واسنجی یک جزء متصل به درپوش است، شیر تخلیه مورد استفاده برای پر کردن ظرف واسنجی باید بلافاصله پس از پر کردن ظرف واسنجی بسته شود و تا پایان آزمون نباید باز بماند.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

- بند ۱: هشدار ۱ و هشدار ۲ قبل از این بند اضافه شدند.
- زیربند ۱-۲: یادآوری در این زیربند اضافه شد.
- زیربند ۴-۱۵: یادآوری در این زیربند اضافه شد.
- زیربند ۵-۱: عنوان روش واسنجی اضافه شد.
- زیربند ۸-۱-۱: عنوان جای‌دهی اضافه شد.
- زیربند ۸-۱-۴: یادآوری ۳ در این زیربند اضافه شد.