INSO
3823
1st.Revision
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۳۸۲۳
تجدیدنظر اول
۱۳۹۵

بتن آماده- اندازه‌گیری هوای بتن به روش حجمی- روش آزمون

Freshly Mixed Concrete- Determination of Air Content Concrete by the Volumetric Method- Test Method

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: 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.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 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.org.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به‌موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه 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 منصفانهٔ 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 فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود . بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته‌شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]،کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به‌عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 پیش‌بینی‌شده 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 نماید. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون(واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی 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 Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«بتن آماده- اندازه‌گیری هوای بتن به روش حجمی- روش آزمون»
(تجدید نظر اول)

رییس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
خداپرست، مهدی (دکترای مهندسی عمران)	هیات علمی دانشکده عمران دانشگاه قم
دبیر:	
محمدصادقی، علی (کارشناس مهندسی عمران)	کارشناس اداره کل استاندارد استان قم
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اکبریان فرد، محمد احسان (کارشناسی ارشد مهندس عمران)	مدیر کنترل کیفیت سدید بتن
امینی، هاشم (کارشناس زمین‌شناسی)	معاون فنی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان قم
پور مسعودی، ناصر (کارشناسی مهندسی شیمی)	مسئول کنترل کیفیت پویان
تولّائی، مهدی (کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان قم
حاجی مهدی، مجتبی (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	مسئول تضمین کیفیت، نانو بتن امین
خانبابایی، حمیدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی معدن)	مدیرعامل شرکت دقیق سنگ آزما
شریف زاده، محمدصابر (کارشناس مهندسی عمران)	عضو نظام مهندسی ساختمان استان قم

محمدی، زهرا
(کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی)
رییس گروه بتن آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان تهران

یعقوبی، محمدعلی
(کارشناس مهندسی عمران)
مسئول کنترل کیفیت شرکت نانو بتن امین

ویراستار:

جعفری ایوری، سیدعلی
(کارشناس مهندسی عمران)
رییس اداره استاندارد شهرستان گنبد کاووس

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

کمیسیون فنی تدوین استاندارد د
پیش گفتار ح
۱ هدف ۱
۲ دامنه کاربرد ۱
۳ مراجع الزامی ۲
۴- وسایل ۲
۴-۱ هواسنج ۲
۴-۲ قیف ۵
۴-۳ میله تراکم (کوبه): ۵
۴-۴ وسیله صاف کننده ۶
۴-۵ پیمانه واسنجی شده ۶
۴-۶ ظرف اندازه‌گیری برای الکل ایزوپروپیل ۶
۴-۷ سرنگ ۶
۴-۸ ظرف ریختن آب ۶
۴-۹ بیلچه ۶
۴-۱۰ الکل ایزوپروپیل ۶
۴-۱۱ چکش ۷
۵- واسنجی ۷
۶ نمونه‌برداری ۸
۷ روش آزمون ۸
۷-۱ میله زدن و ضربه زدن ۸
۷-۲ صاف کردن سطح ۸
۷-۳ افزودن آب و الکل ۹
۷-۴ جابجایی حجم هوا در نمونه بتن ۹
۷-۴-۱ جداسازی بتن از بخش زیرین ۹
۷-۴-۲ غلتاندن ۹
۷-۵ تائید خوانش اولیه دستگاه ۱۰

۷-۶ بررسی محتویات دستگاه ۱۰
۸ روش محاسبه ۱۰
۸-۲ مقدار هوا ۱۱
۹ دقت و اریبی ۱۱

استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۵

پیش گفتار

استاندارد «بتن آماده- اندازه‌گیری هوای بتن به روش حجمی- روش آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۷۵ تدوین و منتشر شد. براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی و تایید کمیسیون های مربوط برای نخستین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در ششصد و شصت و چهارمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۱/۲۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران ساختار و شیوه نگارش) تدوین می شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳ سال ۱۳۷۵ شده است.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورداستفاده قرارگرفته به شرح زیر است:

ASTM C173/C173M:2014, Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

بتن آماده- اندازه‌گیری هوای بتن به روش حجمی- روش آزمون

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

هدف و دامنه کاربرد

۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مقدار هوای بتن تازه دارای هر یک از انواع سنگ‌دانه متراکم، متخلخل و/یا سبک‌وزن می‌باشد.

۲ دامنه کاربرد

۲-۱ این استاندارد برای تعیین مقدار هوای بتن تازه آماده می‌باشد. این استاندارد هوای موجود در بخش ملات بتن آماده را اندازه‌گیری می‌کند، اما اثر هوای موجود در داخل دانه‌ها و مصالح متخلخل بررسی نمی‌شود.

۲-۱-۱ بنابراین، این روش آزمون برای تعیین مقدار هوای بتن‌های حاوی سنگ‌دانه سبک‌وزن، سرباره‌های سرد شده با هوا، و سنگ‌دانه های طبیعی بسیار متخلخل و یا حفره‌دار مناسب است.

۲-۲ دراین روش آزمون لازم است مقداری الکل ایزوپروپیل به همراه آب به داخل دستگاه اضافه شود. تا پس از پرشدن دستگاه با آب و غلتاندن دستگاه در دفعات اولیه و یا دفعات بعد، حباب‌های بالای گلویی دستگاه از بین برود و یا مقدار آن خیلی کم شود. اگر حباب تولید شده بیشتر از ۲ درصد هوای بالای سطح آب باشد، آزمون باید نامعتبر اعلام گردد و با استفاده از مقدار زیادتری از الکل دوباره تکرارشود. پس از پرکردنِ اولیهٔ هواسنج تا صفر علامت‌گذاری شده، افزودن الکل برای برطرف کردن حباب دستگاه مجاز نیست.

۲-۳ مقدار هوای بتن سخت‌شده ممکن است بیشتر و یا کمتر از مقدار هوایی باشد که توسط این روش آزمون به‌دست می‌آید. این مقدار به موارد زیر بستگی دارد:

۱- روش و مقدار تراکم بتن آماده؛
۲- یکنواختی و پایداری حباب‌های هوا در بتن تازه و سخت شده؛
۳- صحت آزمون‌های میکروسکوپی اگر استفاده شده باشد؛
۴- زمان مقایسه نمونه‌ها؛
۵- قرار گرفتن در معرض محیط؛

۶- نحوه اجرای فرآیندهای میزان و شیوه اختلاط، رطوبت سنگدانه‌های استفاده شده، تحویل، قرار دهی و تراکم بتن آماده و محل نمونه برداری (قبل از پمپ کردن بتن یا بعد از آن) و عوامل دیگری نیز وجود دارد.

۳ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده‌شده است. بنابراین این مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شوند.

درصورتی‌که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده‌شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده‌شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵، بتن - روش ساخت و عمل‌آوری آزمونه‌ها در کارگاه - آیین کار

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۲، بتن - روش تعیین حد روانی

۳-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۱، بتن تازه – قسمت ۱: نمونه‌برداری

۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره۳۵۲۰، روش آزمایش برای اندازه‌گیری مقدار هوای موجود در بتن تازه (روش فشاری)

۳-۵ استاندارد ملی ایران شماره۴۹۸۱، سنگدانه -تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی در سنگدانه - روش آزمون

۳-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱، بتن-تعیین وزن مخصوص، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی)- روش آزمون

۳-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳، بتن آماده- اندازه‌گیری هوای بتن به روش حجمی- روش آزمون

۳-۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۸، بتن- تعیین دمای بتن سیمان هیدرولیکی تازه اختلاط شده - روش آزمون

3-9 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

۴- وسایل

۴-۱ هواسنج

هواسنج متشکل از یک بخش زیرین و یک بخش بالایی (مطابق شکل ۱) با الزامات زیر می‌باشد.

۴-۱-۱ بخش زیرین و بخش بالایی باید دارای ضخامت و استحکام کافی باشند تا در برابر استفاده‌های معمولی در کارگاه مقاوم باشد. جنس مواد آن از نوعی باشد که خمیر سیمان با pH بالا در آن اثری نکند، زمانی که در

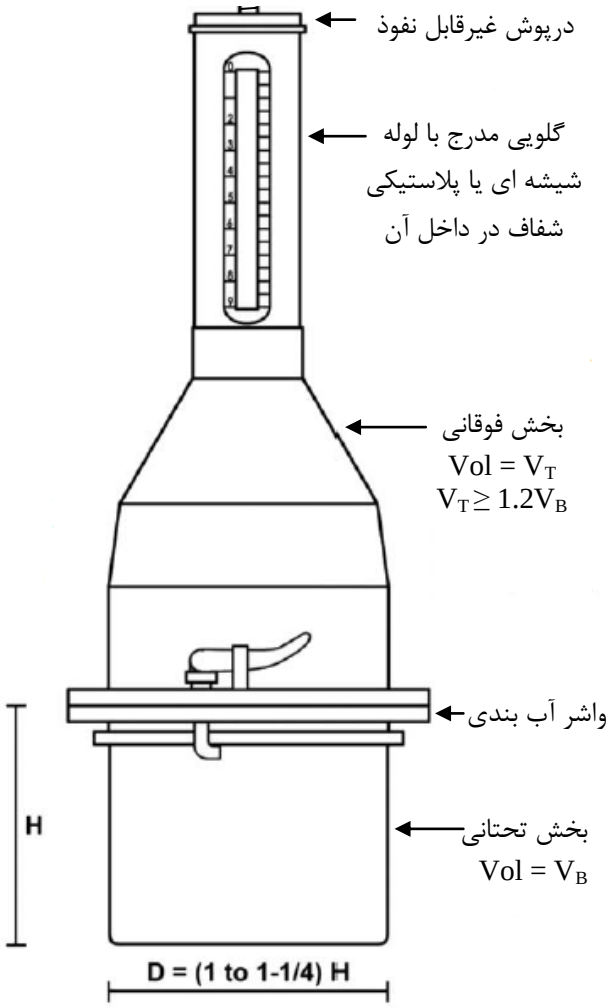
فضاهای بسته با دمای بالا نگهداری می‌شود دچار تغییر شکل نشود و یا در دماهای پایین دچار ترک و یا شکستگی نشود. همچنین زمانی که بخش بالایی به بخش زیرین متصل می‌شود کاملا" آب بند باشد.

۴-۱-۲ بخش زیرین

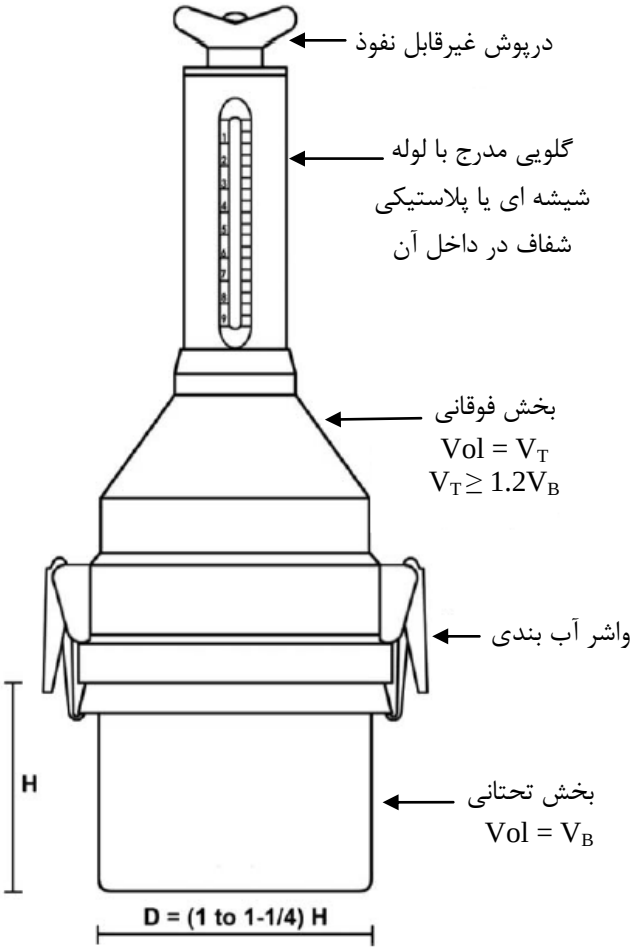
قطر بخش زیرین باید ۱ تا ۱٫۲۵ برابر ارتفاع آن باشد و یک لبه در سطح بالای آن داشته باشد. ظرفیت بخش زیرین نباید کمتر از ۲٫۰ لیتر باشد.

۴-۱-۳ بخش بالایی

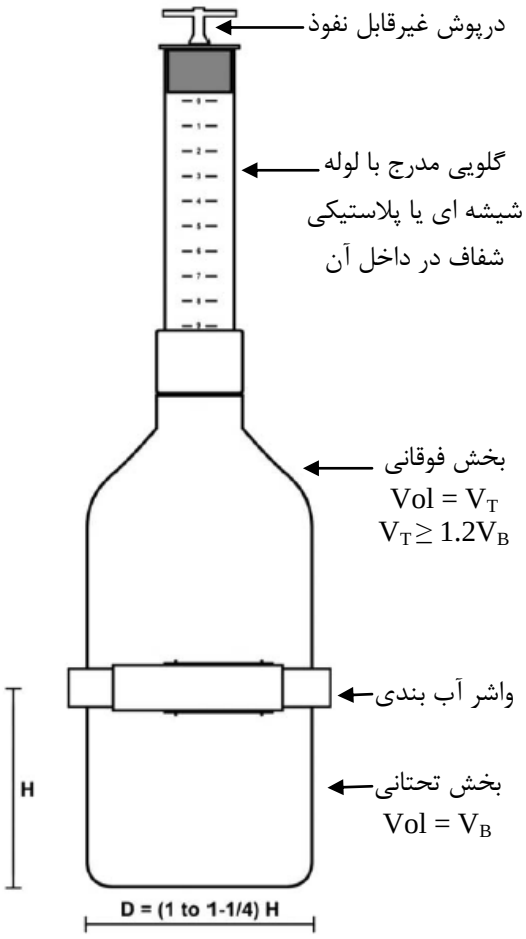
ظرفیت بخش بالایی دستگاه باید حداقل ۲۰ درصد از بخش زیرین بزرگ‌تر باشد و به واشر آب بند و تجهیزاتی که بخش بالایی را به بخش زیرین اتصال می‌دهد مجهز شده باشد. بخش بالایی باید مجهز به قسمت مدرج باشد به گونه‌ای که محتویات داخل آن قابل رویت باشد و درجه‌بندی آن از نقطه صفر درصد در قسمت بالا تا ۹ درصد در قسمت پایین آن با زینه بندی ۰٫۵درصد باشد. درجه‌بندی باید با رواداری ۰٫۱± درصد حجم بخش زیرین صحه‌گذاری شده باشد. انتهای قسمت بالایی گلویی باید دارای یک درپوش آب‌بند باشد تا هنگامی‌که مجموعه وارونه و یا غلطانده می‌شود هیچگونه نشتی نداشته باشد.



شکل ۱- دستگاه اندازه گیری مقدار هوا از بتن تازه به روش حجمی (الف) از جنس برنج



ادامه شکل ۱- دستگاه اندازه گیری مقدار هوا از بتن تازه
به روش حجمی (ب) از جنس آلومینیوم



ادامه شکل ۱- دستگاه اندازه گیری مقدار هوا از بتن تازه
به روش حجمی (ج) از جنس آلومینیوم

۴-۲ قیف

لوله خروجی قیف به‌اندازه‌ای باشد که بتواند در گلویی قسمت بالایی قرارگیرد و بلندی آن تقریباً به اندازه کل ارتفاع قسمت بالایی باشد. قسمت خروجی لوله قیف به طریقی ساخته‌شده باشد که هنگام اضافه نمودن آب به دستگاه، حداقل به هم خوردگی در بتن به وجود آید.

۴-۳ میله تراکم (کوبه)

میله تراکم یک میله‌گرد، صاف و مستقیم فولادی یا پلی‌اتیلن با چگالی بالا، و یا از جنس پلاستیک‌های دیگر با مقاومت سایش برابر یا بزرگ‌تر از پلی اتیلن با قطر(۲±۱۶) میلی‌متر می باشد. طول میله تراکم باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بزرگ‌تر از عمق بخش زیرین باشد، و طول کل آن بیش از ۶۰۰ میلی‌متر بیشترنباشد. (به یادآوری

مراجعه شود) یکی از دو انتها یا هر دو انتهای میله تراکم باید گرد و به صورت نیم‌کره و قطر آن با قطر میله تراکم برابر باشد.

یادآوری- یک میله با طول ۴۰۰ میلی متر تا ۶۰۰ میلی متر برای استفاده در این استاندارد مناسب است.

۴-۴ وسیله صاف کننده

از یک تیغه فولادی به ابعاد (۳×۲۰×۳۰۰) میلی‌متر، یا یک تیغه تخت و مستقیم از پلی‌اتیلن با چگالی بالا و یا از جنس پلاستیک‌های دیگر با مقاومت سایشی برابر یا بیشتر از پلی‌اتیلن با چگالی بالا و با ابعاد حداقل (۶×۲۰ ×۳۰۰) میلی‌متر می‌توان به عنوان وسیله صاف کننده استفاده کرد.

۴-۵ پیمانه واسنجی شده

پیمانه واسنجی شده یک پیمانه فلزی یا پلاستیکی که به‌طور افزایشی (تا ۱/۰±۰/۰۴) درصد از حجم بخش زیرین هواسنج مدرج شده است. این پیمانه تنها برای اضافه کردن آب زمانی که مقدار هوای بتن بیش از ۹ درصد باشد و یا از محدوده درجه‌بندی‌شده تجاوزکند، مورداستفاده قرار گیرد.

۴-۶ ظرف اندازه‌گیری برای الکل ایزوپروپیل

یک ظرف با ظرفیت حداقل ۵۰۰ میلی‌لیتر برای اندازه‌گیری مقدار الکل ایزوپروپیل که زینه‌بندی آن بیش از ۱۰۰ میلی‌لیتر نباشد.

۴-۷ سرنگ

یک سرنگ پلاستیکی با ظرفیت حداقل ۵۰ میلی‌لیتر.

۴-۸ ظرف ریختن آب

یک ظرف با حدود ۱ لیتر ظرفیت.

۴-۹ بیلچه

بیلچه از نظر اندازه باید به گونه‌ای باشد که بتن برداشته شده از ظرف نمونه‌برداری بوسیله آن، معرف کل ظرف بتن باشد و همچنین در هنگام جابجایی از بیلچه نریزد.

۴-۱۰ الکل ایزوپروپیل

از الکل ایزوپروپیل ۷۰ درصد حجمی (حدود ۶۵ درصد وزنی) استفاده کنید (به یادآوری مراجعه شود). دیگر مواد از بین برنده حباب در صورتی مجاز می‌باشد که آزمایش‌ها تایید کنند میزان مواداستفاده شده، مقدار هوای بتن را بیش از ۰/۱ درصد تغییر نمی‌دهد، یا ضرایب اصلاح مشابه جدول شماره یک برای آن وجود داشته باشد. هنگامی‌که از دیگر مواد از بین برنده حباب استفاده می‌کنید، مستندات آزمون یا محاسبات مورد نیاز باید در آزمایشگاه موجود باشد.

یادآوری- معمولا از الکل ایزوپروپیل۷۰ درصد به عنوان الکل دناتوره[1] (جهت ضدعفونی و ماساژ) استفاده می‌شود. الکل با درصد وزنی بالاتر را می‌توان با آب رقیق کرد تا به درصد مورد نیاز برسد.

۴-۱۱ چکش

- چکش (با سر لاستیکی یا چرم طبیعی) که جرم تقریبی آن (۲۰۰±۶۰۰) گرم باشد.

۵- واسنجی

۵-۱ دستگاه و پیمانه واسنجی شده را در ابتدای بهره‌برداری و یا به‌طور سالانه و یا پس از هر آسیب یا تغییر شکل دستگاه یا ظرف با حجم معین، واسنجی کنید.

۵-۲ حجم بخش زیرین را با صحت حداقل ۰٫۱ درصد به دست آورید. برای این کار جرم آب موردنیاز برای پرکردن بخش زیرین را بر چگالی آب در دمای محیط، تقسیم کنید و حجم را به دست آورید. از روش واسنجی مندرج در بند ۳-۵ استفاده کنید.

۵-۳ درستی درجه‌بندی در قسمت گلویی بخش بالایی هواسنج را با افزودن آب به دستگاه هواسنج سرهم بندی شده[2] و رسیدن به پایین‌ترین نقطه نشانه (بیشترین حجم نشان دهنده هوا) تعیین کنید.

۵-۳-۱ درستی درجه بندی قسمت مدرج شده را با افزودن آب به میزان ۱ درصد حجم قسمت زیرین، بررسی کنید. خطا در هر نقطه در دامنه درجه‌بندی شده از ۰٫۱ درصد تجاوز نکند.

جدول یک. ضریب اصلاح الکل ایزوپروپیل در خوانش هواسنج مطابق بند ۳-۶

۷۰ درصد الکل ایزوپروپیل استفاده‌شده

لیتر	اصلاح، درصد [a]
۱٫۰≥	۰٫۰ [b]
۱٫۵	۰٫۲۵
۲٫۰	۰٫۵
۲٫۵	۰٫۷۵

a- از بازخوانی هواسنج نهایی کم کنید.

b- اصلاحات تنها زمانی استفاده می‌شود که ۱٫۲۵ لیتر الکل ایزوپروپیل یا بیشتر استفاده‌شده باشد. مقدار ارایه‌شده برای هواسنج‌هایی می‌باشد که گنجانش "بخش زیرین" ۲٫۱ لیتری دارد و گنجایش "بخش بالایی"، ۱٫۲ برابر ظرفیت بخش زیرین می‌باشد.

۵-۴ با توجه به روش مندرج در بخش ۵-۲ حجم پیمانه واسنجی شده را با استفاده از آب در دمای ۲۱٫۱ درجه سلسیوس تعیین کنید. برای انجام این کار یک یا چند پیمانه آب به دستگاه بیفزایید و با بررسی افزایش ارتفاع آب صحت حجم ظرف را تعیین‌کنید.

۶ نمونه‌برداری

۶-۱ نمونه‌برداری از بتن تازه را طبق بند ۳-۳ انجام دهید. اگر بتن حاوی سنگدانه درشت‌تر از ۳۷٫۵ میلی‌متر باشد، باید نمونه بتن تازه که معرف کل بتن می‌باشد از الک ۲۵ میلی‌متری به روش‌تر عبور دهید. این مقدار باید به‌اندازه‌ای باشد که بخش زیرین دستگاه پرگردد. روش الک کردن بتن تازه را طبق بند ۳-۳ انجام دهید.

۶-۲ بتنی که برای پر کردن بخش زیرین استفاده می‌شود نباید قبلاً در آزمون دیگری استفاده شده باشد، مگر آن‌که آزمایش الک‌کردن سنگدانه ها به روش‌تر مطابق الزامات بند ۳-۳ یا آزمون تعیین دما مطابق الزامات بند ۳-۸ انجام شده باشد.

۷ روش آزمون

۷-۱ میله زدن و ضربه زدن

قبل از ریختن بتن در بخش زیرین، ابتدا داخل بخش زیرین را مرطوب کرده و آب اضافی کف آن را دور بریزید. سطح زیرین را روی یک سطح صاف قراردهید، بتن را با بیلچه داخل پیمانه بریزید. ریختن بتن در داخل بخش زیرین به صورت دورانی انجام دهید تا اطمینان حاصل‌کنید که بتن به صورت کاملا همگن توزیع شده است. بتن را در دو لایه با حجم تقریبا یکسان داخل بخش زیرین بریزید. سپس هر لایه را با سرگرد میله بند ۴-۳ به تعداد ۲۵ ضربه و به صورت یکنواخت، ضربه بزنید. در میله زنی این لایه مراقب باشید که آسیبی به کف بخش زیرین وارد نشود. در هنگام میله‌زدن لایه بالایی، میله باید حدود ۲۵ میلی‌متر در لایه زیرین نفوذ نماید. پس از میله زدن هر لایه، به آهستگی کناره‌های بخش زیرین را با استفاده از یک چکش چوبی یا لاستیکی مناسب ۱۰ بار تا ۱۵ بار ضربه بزنید تا فضاهای خالی که توسط میله زدن ایجاد شده، پر شود و حباب‌های هوای محبوس شده خارج‌شوند. لایه آخر بتن را باید طوری بریزید که بخش زیرین بیش از حد پر و سرریز نشود.

۷-۲ صاف کردن سطح

بعد از میله‌زدن و ضربه زدن به لایه دوم، بتن اضافی را با تیغه صاف‌کننده، بردارید تا این‌که سطح بتن با لبه ظرف هم‌تراز شود. لبه بخش زیرین را به خوبی پاک‌کنید.

۷-۳ افزودن آب و الکل

داخل "بخش بالایی" هواسنج و به خصوص واشر را مرطوب کنید. بخش بالایی را به بخش زیرین متصل‌کنید. سپس قیف بند ۴-۲ را وارد بخش بالایی کنید. حداقل ۰٫۵ لیتر آب اضافه کنید و مقداری الکل ایزوپروپیل اضافه کنید. (به یادآوری بند ۷-۳ مراجعه شود) مقدار الکل ایزوپروپیل افزوده شده را یادداشت کنید. افزودن آب را تا زمانی ادامه دهید که در بخش مدرج گلوئی آب ظاهرشود سپس قیف را بردارید و با استفاده از یک سرنگ تا زمان رسیدن آب به صفر روی بخش مدرج گلوئی به آن آب اضافه کنید. سپس درپوش آب‌بند کننده را روی آن قرارداده و محکم کنید.

یادآوری ۱- مقدار الکل ایزوپروپیل لازم برای خوانش صحیح و به حداقل رساندن حباب در بالای گلوئی به عوامل زیر بستگی دارد. بسیاری از بتن‌های ساخته شده با سیمان کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و هوای کمتر از ۴ درصد ممکن است کمتر از ۰٫۲ لیتر الکل لازم داشته باشند. بتن‌های با سیمان بالا و میکرو سیلیس که مقدار هوای آن ۶ درصد یا بیشتر باشد ممکن است بیش از ۱٫۴ لیتر الکل نیاز داشته باشند. مقدار الکل مورد نیاز بستگی به نوع و مقدار ماده افزودنی حباب زا، مقدار سیمان، و مقدار قلیای سیمان و عوامل دیگر دارد. به‌طور کلی مقدار الکل لازم برای نسبت‌های اختلاط یکسان ثابت می‌باشد و نباید در طول کار تغییر زیادی داشته باشد.

یادآوری۲- درصورتی‌که نیاز است بیش از ۲٫۰ لیتر الکل ایزوپروپیل استفاده کنید، برای جلوگیری از سرریز شدن می‌توان مقدار آب افزوده‌شده اولیه را کاهش داد. در هر حال مناسب است در ابتدا حداقل مقداری آب به ترکیب الکل اضافه کرد و از تماس الکل غلیظ با بتن جلوگیری کنید.

۷-۴ جابجایی حجم هوا در نمونه بتن

جابجایی حجم هوا در نمونه بتن با استفاده از روش‌های ذیل انجام می‌شود:

۷-۴-۱ جداسازی بتن از بخش زیرین

به‌سرعت دستگاه را وارونه‌کنید و سپس بخش زیرین را به‌طور افقی تکان‌دهید و دستگاه را به موقعیت ایستاده برگردانید. برای جلوگیری از نشست دوغاب در گلویی، در هر بار آن را بیش از ۵ ثانیه وارونه نگه ندارید و فرایند وارونه کردن و تکان دادن را برای حداقل ۴۵ ثانیه تکرارکنید تا اینکه بتن جدا شود و صدای حرکت سنگدانه ها هنگام وارونه شدن دستگاه شنیده شود.

۷-۴-۲ غلتاندن

یک دستتان را روی گلویی دستگاه و دیگری را روی محل اتصال بخش بالایی دستگاه به بخش زیرین، قرار دهید. دستگاه را از حالت عمودی با زاویه تقریباً ۴۵ درجه از روی کف اتاق یا روی سطح کاری کج کنید و دستگاه را تا انتهای کار در این حالت نگه دارید. دستگاه را در جهت جلو و عقب، به مقدار یک چهارم تا نصف دور بغلطانید. غلطاندن به گونه‌ای باشد که شروع و توقف آن با سرعت(شدت) انجام شود. سپس بخش زیرین را به اندازه یک سوم محیط دوران داده و عملیات غلطاندن را مطابق آنچه در بالا ذکر شد تکرارکنید. عملیات غلطاندن و دوران را به مدت حدود یک دقیقه ادامه دهید. باید صدای دوغاب در هواسنج در طول این فرایند

شنیده شود.**۷-۴-۲-۱** هرزمانی که در طول وارونه کردن و غلطاندن از هواسنج، مایع نشت کند آزمون معتبر نمی باشد و آزمایش جدید باید از بند ۶-۱ دوباره شروع شود. **۷-۴-۲-۲** دستگاه را به حالت ایستاده قراردهید و پیچ آب‌بند بالا را کمی باز کنید تا فشار ثابت شود. اجازه دهید هواسنج به حالت ایستاده بماند تا هوا خارج و سطح مایع ثابت شود. هنگامی‌که در طول ۲ دقیقه بیش از ۰٫۲۵ درصد هوای دستگاه تغییر نکند فرض کنید سطح مایع ثابت می‌باشد.

۷-۴-۲-۳ اگر بیش از شش دقیقه طول کشید تا سطح مایع ثابت شود یا اگر مقدار حباب روی سطح مایع بیش از ۲ درصد مقدار هوای دستگاه بود آزمایش معتبر نمی‌باشد و آزمایش را مجددا از بند ۶-۱ شروع کنید و در مقایسه با آزمون قبل از الکل بیشتری استفاده کنید.

۷-۴-۲-۴ اگر سطح بدون حباب باشد، سطح آب گلوئی را با تقریب ۰٫۲۵ درصد بخوانید و گزارش کنید.

۷-۴-۲-۵ اگر مقدار هوا بیشتر از ۹ درصد دامنه مدرج دستگاه باشد، با پیمانه واسنجی شده، مقداری آب برای تنظیم سطح مایع در دامنه مدرج اضافه کنید. سطح آب در لوله را با تقریب ۰٫۲۵ درصد بخوانید. مقدار آب اضافه شده را ثبت کنید از این مقدار در تعیین نهایی مقدارهوای بتن مطابق بند ۸-۲ استفاده کنید ($\overline{W}$).

۷-۵ تائید خوانش اولیه دستگاه

۷-۵-۱ هنگامی‌که خوانش اولیه دستگاه مطابق بند ۷-۴-۲-۴ انجام می‌شود، پیچ آب‌بند بالایی را دوباره محکم کنید و غلتاندن را به مدت یک دقیقه‌ای مطابق بند ۷-۴-۲-۲، ۷-۴-۲-۲و ۷-۴-۲-۳ تکرار کنید.

۷-۵-۲ هنگامی‌که سطح مایع مطابق بند ۷-۴-۲-۲ ثابت گردید و الزامات بند ۷-۴-۲-۳ برآورده شد، خوانش سطح آب در را با تقریب ۰٫۲۵درصد هوا گزارش کنید. اگر اختلاف این خوانش و خوانش اولیه بیش از ۰٫۲۵درصد دستگاه در بند ۷-۴-۲-۴ نبود، آن را به‌عنوان خوانش نهایی دستگاه همان نمونه آزمون ثبت کنید.

۷-۵-۲-۱ اگر خوانش از خوانش اولیه دستگاه بیش از ۰/۲۵درصد هوا تفاوت داشت، این خوانش را به عنوان خوانش اولیه جدید ثبت کنید و غلتاندن را به مدت یک دقیقه مطابق بند ۷-۴-۲ تکرار کنید. مقدار هوای بدست آمده را بخوانید. اگر اختلاف این خوانش و خوانش اولیه بیش از ۰٫۲۵درصد هوا نبود، آن به‌عنوان خوانش نهایی دستگاه در نظر بگیرید.

۷-۵-۲-۲ اگر این اختلاف بیش از ۰٫۲۵درصد بود، آزمون نامعتبر است و با استفاده از الکل بیشتر آزمایش جدیدی مطابق بند ۶-۱ شروع کنید.

۷-۶ بررسی محتویات دستگاه

پس از اتمام آزمون، بخش بالایی را از بخش زیرین جدا کنید. مایع را از دستگاه تخلیه‌کنید. و سپس محتویات بخش زیرین را خالی‌کنید. محتویات بخش زیرین را بررسی کنید تا اطمینان حاصل‌کنید که همه قسمت‌های بتن فشرده با آب مخلوط شده باشد. اگر قسمتی از بتن مخلوط نشده باشد آزمون نامتعبر است.

۸ روش محاسبه

۸-۱ اگر بیش از ۱٫۲۵ لیتر الکل در بخش ۷-۳ استفاده شده باشد، برای خوانش نهایی دستگاه از ضرایب جدول شماره یک استفاده کنید. مقدار الکل استفاده شده را با تقریب ۰٫۵ لیتر گرد کنید و ضریب اصلاح را از جدول یک انتخاب کنید.

یادآوری- هنگامی‌که در ابتدا بخش بالایی تا علامت صفر با آب و الکل ایزوپروپیل پر می‌شود این ترکیب دارای حجم معینی می‌باشد؛ و هنگامی‌که این ترکیب در حضور بتن با آب مخلوط می‌شود غلظت الکل تغییر می‌کند و ترکیب جدید نسبت به زمانی که ابتدا تا علامت صفر پر شده بود، حجم کمتری را اشغال می‌کند. به این دلیل هنگامی‌که بیش از ۱٫۲ لیتر الکل استفاده می‌شود دستگاه مقدار بالاتری از مقدار هوای واقعی را بیان کند. با ضرایب جدول یک، این مقدار هوا اصلاح می شود که در مقدار نهایی بیان می‌شود.

۸-۲ مقدار هوا

مقدار هوای بتن در بخش زیرین با استفاده از معادله زیر به‌دست می‌آید:

$$A = A_R - C + W \qquad (۱)$$

که در آن:

A مقدار هوا (بر حسب درصد)؛

A_R خوانش نهایی دستگاه (بر حسب درصد)؛

C ضریب اصلاح از جدول شماره یک (بر حسب درصد)؛

W مقدارآب اضافه شده به دستگاه با پیمانه واسنجی شده (بند ۷-۴-۲-۵ مشاهده کنید).

۸-۲-۱ مقدار هوا را با تقریب ۰٫۲۵ درصد گزارش دهید.

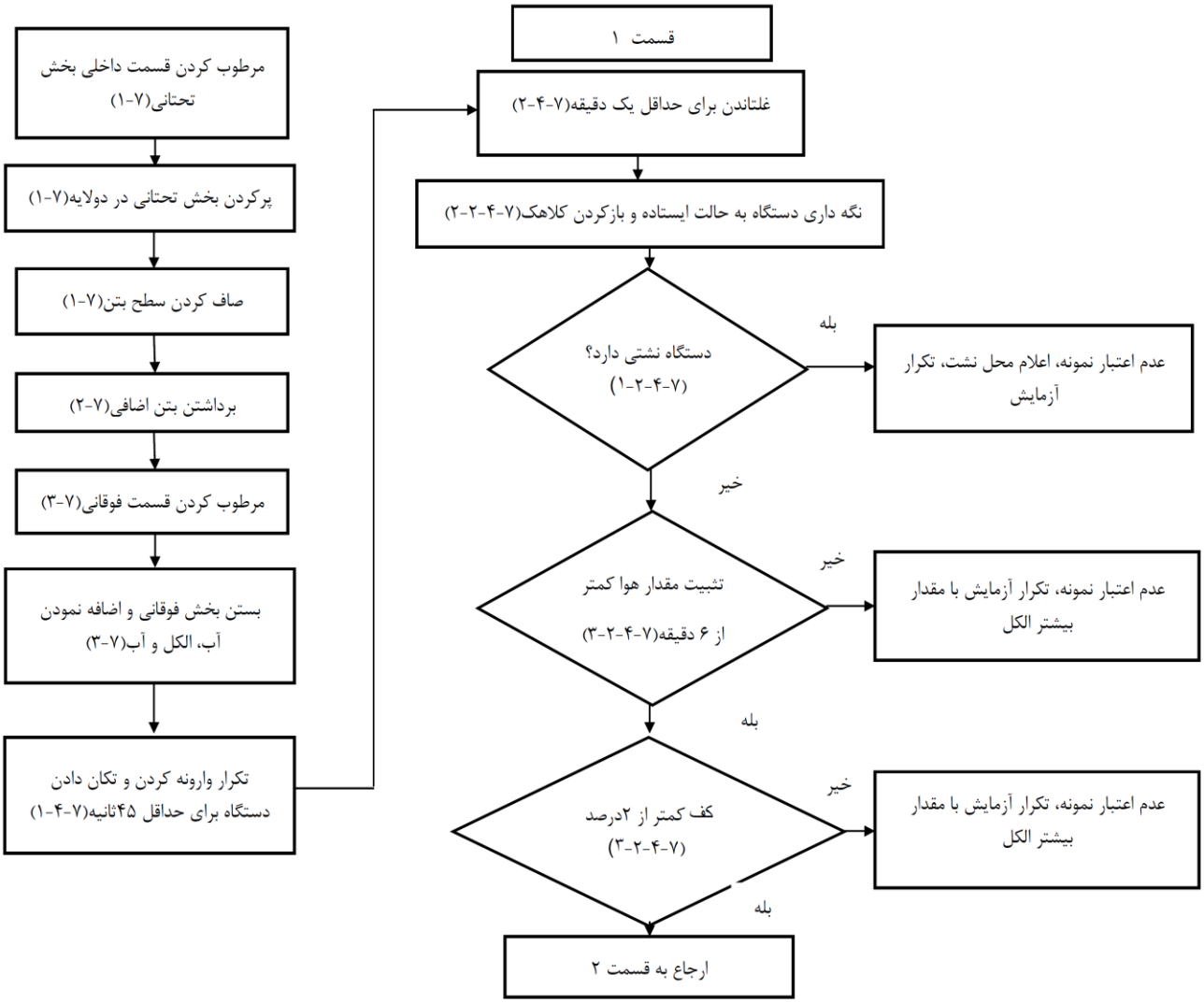
۸-۳ زمانی که آزمون نشان می‌دهد قسمتی از ترکیب حاصل از الک تر بر روی الک ۲۵ میلی‌متری باقی مانده است. مقدار هوای ملات یا کل ترکیب را با استفاده از فرمول ارائه‌شده در استاندارد ملی شماره ۳۵۲۰ محاسبه کنید. از مقادیر درشت‌تر یا ریزتر از الک ۲۵ میلی‌متری به‌جای الک ۳۷٫۵ میلی‌متری استفاده کنید که در بند شماره ۳-۴ مشخص‌شده است.

۹ دقت و اریبی

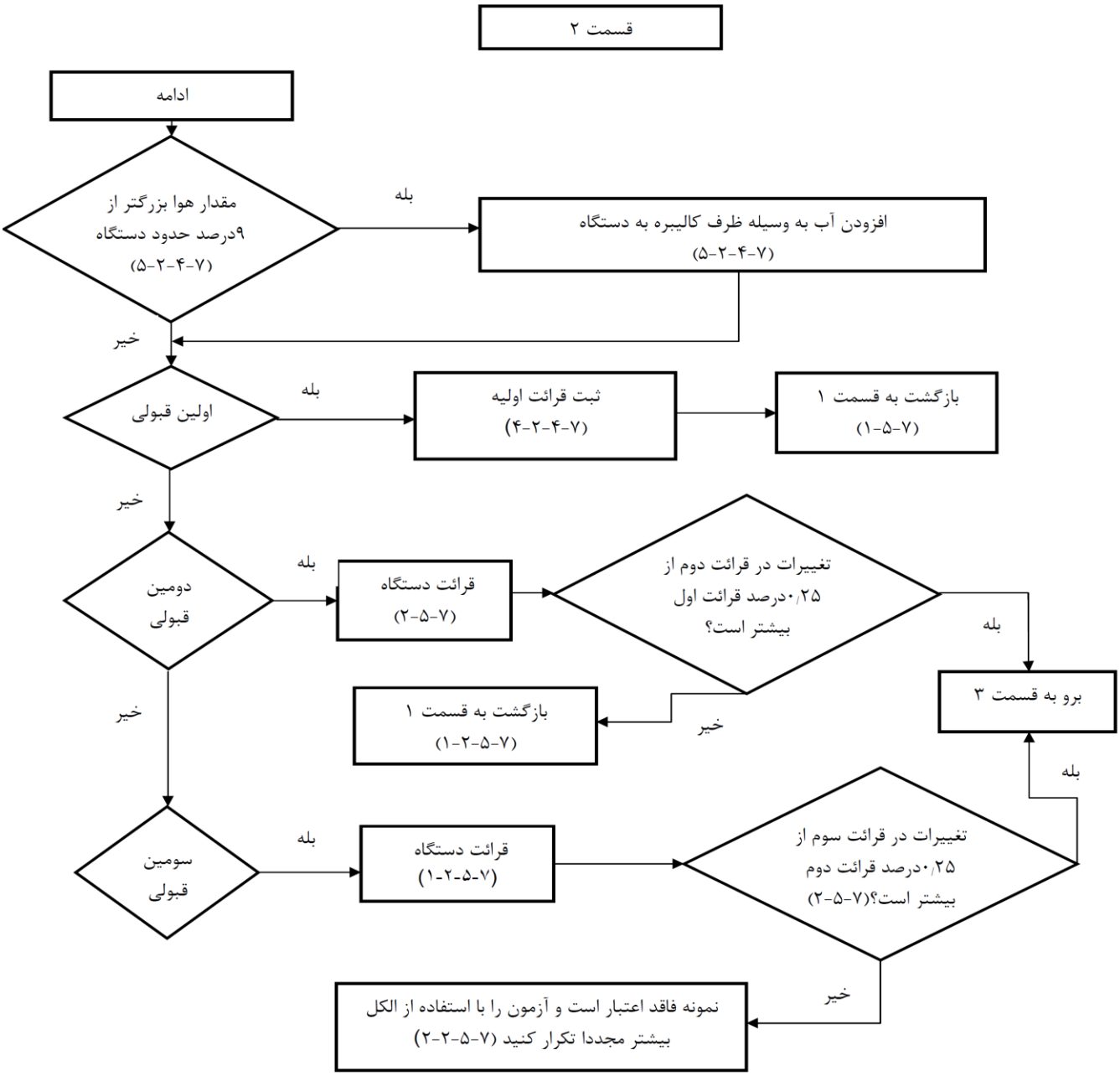
۹-۱ اصولا دقت و اریبی با میانگین سطوح متفاوت مقدار هوا متناسب است. این تشریح و بیان دقت مبتنی بر ۹۷۹ آزمون است که در ۶ تجربه میدانی انجام‌شده است. در این آزمایش‌ها ضریب تغییرات مقدار هوای اندازه‌گیری شده، ۱۱درصد بوده است. بنابراین نتایج آزمون‌ها از سوی دو آزمونگر متفاوت بر روی نمونه‌های گرفته‌شده از یک سری نمونه‌گیری بتن نباید با همدیگر تا بیش از ۳۲ درصد میانگین مقدار هوا تفاوت داشته باشد (یادآوری مشاهده گردد).

یادآوری ۱- این اعداد به ترتیب، محدوده‌های شرح داده شده در بند ۳-۷ را نشان می‌دهند. داده‌های جمع‌آوری شده برای گزارش دقت، با استفاده از روش‌های استاندارد قبل از استفاده مقدار زیادی از الکل ایزوپروپیل در بند ۳-۶ بدست میایند.

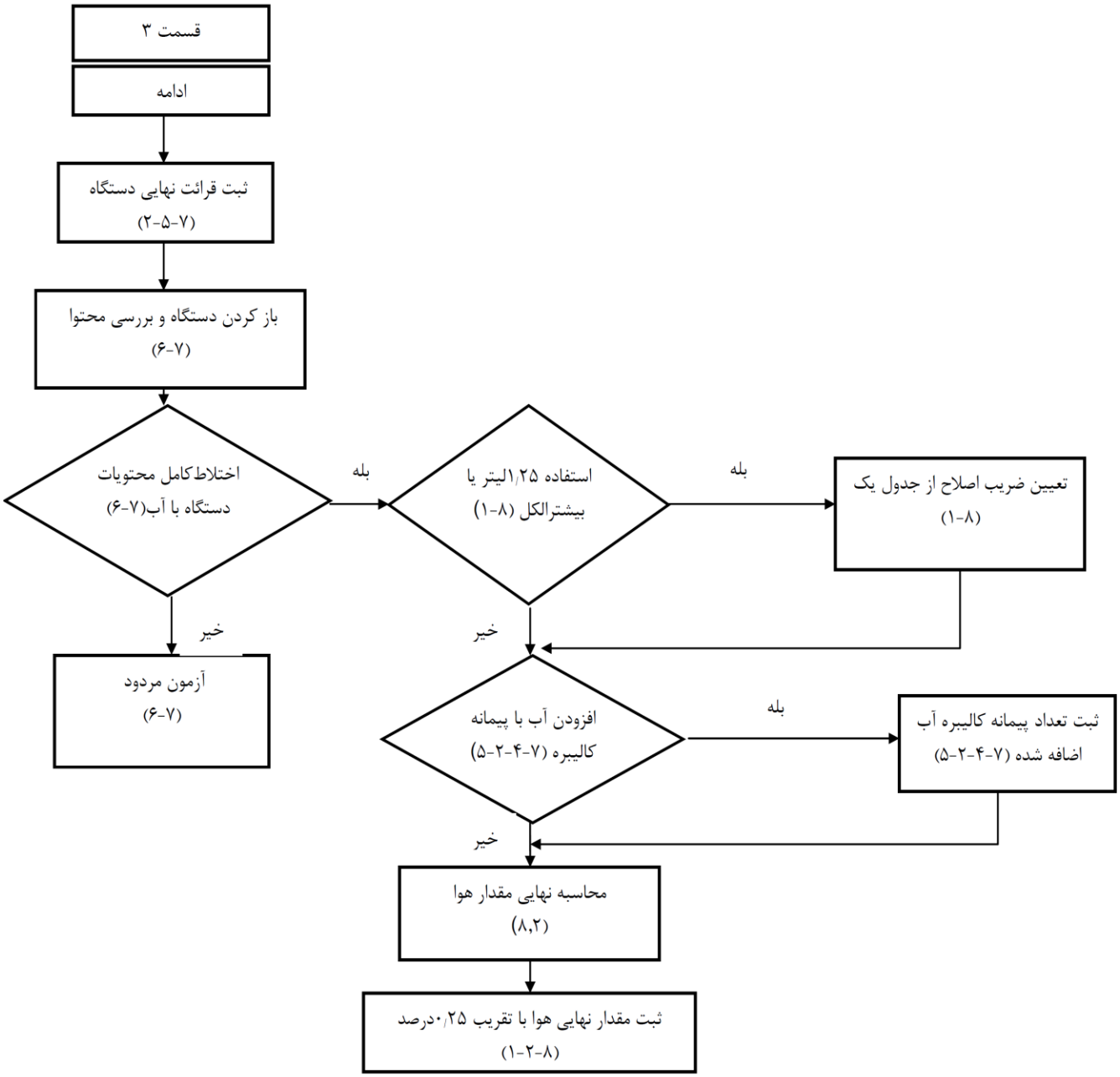
یادآوری۲– این روش آزمون، دستورالعمل حجمی برای تعیین مقدار هوای بتن تازه را فراهم می‌کند. در صورتی که به‌درستی اجرا شود، این روش آزمون، هیچ اریبی ندارد چون مقدار هوا می‌تواند فقط برحسب این روش آزمون تعیین شود.



نمودار اندازه گیری هوای بتن به روش حجمی



نمودار اندازه گیری هوای بتن به روش حجمی



نمودار اندازه گیری هوای بتن به روش حجمی