

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- اندازه گیری 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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ 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 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 فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته 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 کمیته 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 شماره ۵ تدوین و در کمیته 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان 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 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 زمینه 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، گواهینامه 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 - اندازه گیری هوای بتن به روش حجمی - روش آزمون»
(تجدید نظر اول)

رئیس:

خداپرست، مهدی
(دکترای مهندسی عمران)

دبیر:

محمدصادقی، علی
(کارشناس مهندسی عمران)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اکبریان فرد، محمد احسان
(کارشناسی ارشد مهندس عمران)

امینی، هاشم
(کارشناس زمین شناسی)

پور مسعودی، ناصر
(کارشناسی مهندسی شیمی)

تولائی، مهدی
(کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی)

حاجی مهدی، مجتبی
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

خانبابایی، حمیدرضا
(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

شریف زاده، محمدصابر
(کارشناس مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

هیات علمی دانشکده عمران دانشگاه قم

کارشناس اداره کل استاندارد استان قم

مدیر کنترل کیفیت سدید بتن

معاون فنی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
استان قم

مسئول کنترل کیفیت پویان

کارشناس اداره کل استاندارد استان قم

مسئول تضمین کیفیت، نانو بتن امین

مدیرعامل شرکت دقیق سنگ آزما

عضو نظام مهندسی ساختمان استان قم

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

رییس گروه بتن آزمایشگاه فنی و مکانیک
خاک استان تهران

محمدی، زهرا
(کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی)

مسئول کنترل کیفیت شرکت نانو بتن امین

یعقوبی، محمدعلی
(کارشناس مهندسی عمران)

ویراستار:

رییس اداره استاندارد شهرستان گنبد
کاووس

جعفری ایوری، سیدعلی
(کارشناس مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ح	پیش گفتار
۱	۱ هدف
۱	۲ دامنه کاربرد
۲	۳ مراجع الزامی
۲	۴- وسایل
۲	۴-۱ هواسنج
۵	۴-۲ قیف
۵	۴-۳ میله تراکم (کوبه):
۶	۴-۴ وسیله صاف کننده
۶	۴-۵ پیمانه واسنجی شده
۶	۴-۶ ظرف اندازه گیری برای الکل ایزوپروپیل
۶	۴-۷ سرنگ
۶	۴-۸ ظرف ریختن آب
۶	۴-۹ بیلچه
۶	۴-۱۰ الکل ایزوپروپیل
۷	۴-۱۱ چکش
۷	۵- واسنجی
۸	۶ نمونه برداری
۸	۷ روش آزمون
۸	۷-۱ میله زدن و ضربه زدن
۸	۷-۲ صاف کردن سطح
۹	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
۱۰	۷-۵ تائید خوانش اولیه دستگاه

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

پیش گفتار

استاندارد «بتن آماده- اندازه گیری 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 اجلاس 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 بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

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 پیشرفت های 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 مورد توجه 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 مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

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

بتن آماده - اندازه گیری 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 می باشد.

۲ دامنه کاربرد

۱-۲ این استاندارد برای تعیین مقدار هوای بتن تازه آماده می باشد. این استاندارد هوای موجود در بخش ملات بتن آماده را اندازه گیری می کند، اما اثر هوای موجود در داخل دانه ها و مصالح متخلخل بررسی نمی شود.
۱-۲-۱ بنابراین، این روش آزمون برای تعیین مقدار هوای بتن های حاوی سنگدانه سبکوزن، سرباره های سرد شده با هوا، و سنگدانه های طبیعی بسیار متخلخل و یا حفره دار مناسب است.

۲-۲ در این 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، حباب های بالای گلوله های 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 تکرار شود. پس از پرکردن اولیه هواسنج تا صفر علامت گذاری شده، افزودن الکل برای برطرف کردن حباب دستگاه مجاز نیست.

۲-۳ مقدار هوای بتن سخت شده ممکن است بیشتر و یا کمتر از مقدار هوایی باشد که توسط این روش آزمون به دست می آید. این مقدار به موارد زیر بستگی دارد:

۱- روش و مقدار تراکم بتن آماده؛

۲- یکنواختی و پایداری حباب های هوا در بتن تازه و سخت شده؛

۳- صحت آزمون های میکروسکوپی اگر استفاده شده باشد؛

۴- زمان مقایسه نمونه ها؛

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 داده شده است. بنابراین این مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شوند. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده 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 آزمون‌ها 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 شماره ۳۵۲۰، روش آزمایش برای اندازه‌گیری مقدار هوای موجود در بتن تازه (روش فشاری)
- ۳-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۱، 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

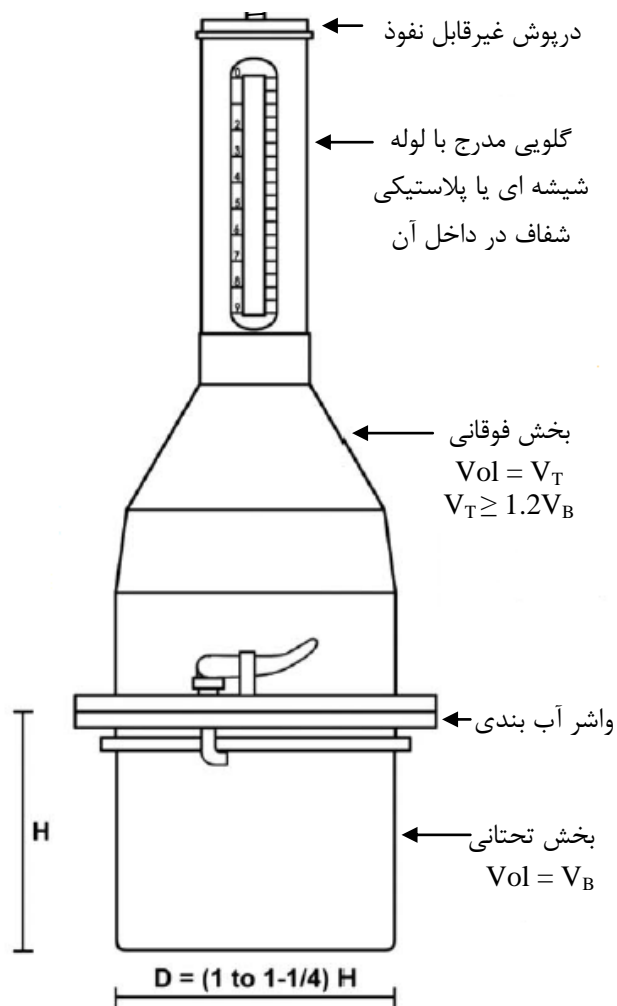
فضاهای بسته با دمای بالا نگهداری می‌شود دچار تغییر شکل نشود و یا در دماهای پایین دچار ترک و یا شکستگی نشود. همچنین زمانی که بخش بالایی به بخش زیرین متصل می‌شود کاملاً "آب بند باشد.

۴-۱-۲ بخش زیرین

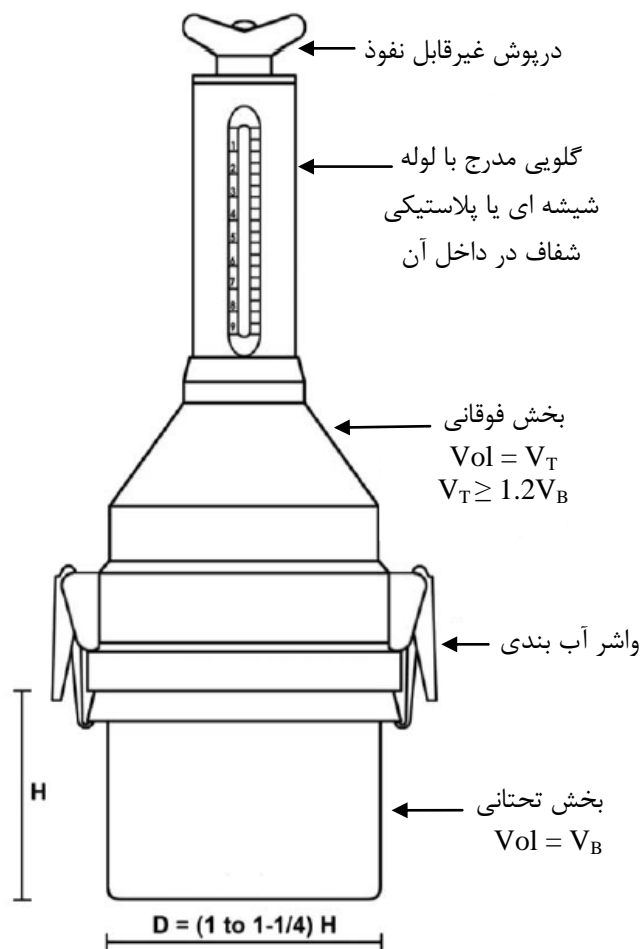
قطر بخش زیرین باید ۱ تا ۱/۲۵ برابر ارتفاع آن باشد و یک لبه در سطح بالای آن داشته باشد. ظرفیت بخش زیرین نباید کمتر از ۲/۰ لیتر باشد.

۴-۱-۳ بخش بالایی

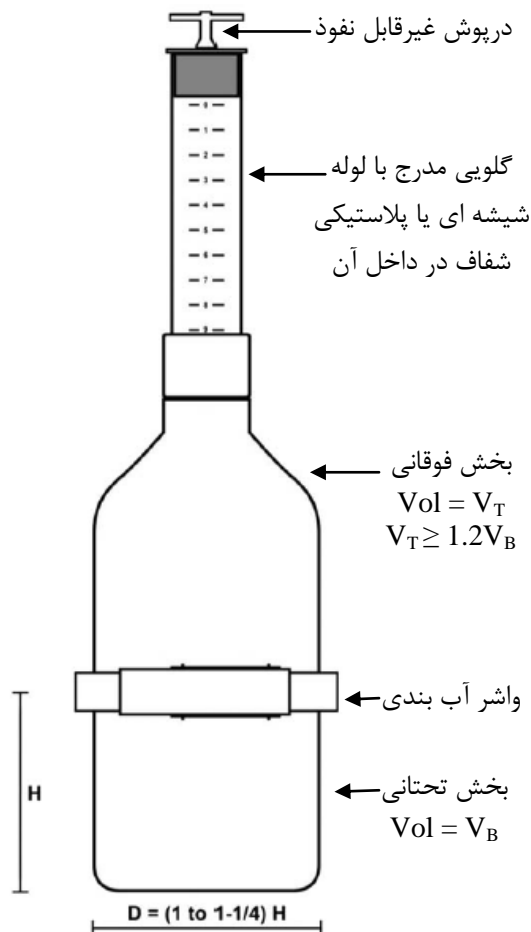
ظرفیت بخش بالایی دستگاه باید حداقل ۲۰ درصد از بخش زیرین بزرگ‌تر باشد و به واسطه آب بند و تجهیزاتی که بخش بالایی را به بخش زیرین اتصال می‌دهد مجهز شده باشد. بخش بالایی باید مجهز به قسمت مدرج باشد به گونه‌ای که محتویات داخل آن قابل رویت باشد و درجه‌بندی آن از نقطه صفر درصد در قسمت بالا تا ۹ درصد در قسمت پایین آن با زینه بندی ۰/۵ درصد باشد. درجه‌بندی باید با رواداری ± 0.1 درصد حجم بخش زیرین صحه‌گذاری شده باشد. انتهای قسمت بالایی گلولی باید دارای یک درپوش آب‌بند باشد تا هنگامی که 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

۲-۴ قیف

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

۳-۴ میلۀ تراکم (کوبه)

میلۀ تراکم یک میلۀ گرد، صاف و مستقیم فولادی یا پلی اتیلن با چگالی بالا، و یا از جنس پلاستیک های دیگر با مقاومت سایش برابر یا بزرگتر از پلی اتیلن با قطر (16 ± 2) میلی متر می باشد. طول میلۀ تراکم باید حداقل ۱۰۰ میلی متر بزرگتر از عمق بخش زیرین باشد، و طول کل آن بیش از ۶۰۰ میلی متر بیشتر نباشد. (به یادآوری

مراجعه شود) یکی از دو انتها یا هر دو انتهای میله تراکم باید گرد و به صورت نیم کره 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 (۳۰×۲۰×۳) میلی متر، یا یک تیغه تخت و مستقیم از پلی اتیلن با چگالی بالا و یا از جنس پلاستیک های دیگر با مقاومت سایشی برابر یا بیشتر از پلی اتیلن با چگالی بالا و با ابعاد حداقل (۲۰×۶×۳۰) میلی متر می توان به عنوان وسیله صاف کننده استفاده کرد.

۴-۵ پیمانه واسنجی شده

پیمانه واسنجی شده یک پیمانه فلزی یا پلاستیکی که به طور افزایشی (تا 0.4 ± 0.1) 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 درجه بندی شده تجاوز کند، مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۶ ظرف اندازه گیری برای الکل ایزوپروپیل

یک ظرف با ظرفیت حداقل ۵۰۰ میلی لیتر برای اندازه گیری مقدار الکل ایزوپروپیل که زینه بندی آن بیش از ۱۰۰ میلی لیتر نباشد.

۴-۷ سرنگ

یک سرنگ پلاستیکی با ظرفیت حداقل ۵۰ میلی لیتر.

۴-۸ ظرف ریختن آب

یک ظرف با حدود ۱ لیتر ظرفیت.

۴-۹ بیلچه

بیلچه از نظر اندازه باید به گونه ای باشد که بتن برداشته شده از ظرف نمونه برداری 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 می باشد که آزمایش ها تایید کنند میزان مواد استفاده شده، مقدار هوای بتن را بیش از ۰/۱ درصد تغییر نمی دهد، یا ضرایب اصلاح مشابه جدول شماره یک برای آن وجود داشته باشد. هنگامی که از دیگر مواد از بین برنده حباب استفاده می کنید، مستندات آزمون یا محاسبات مورد نیاز باید در آزمایشگاه موجود باشد.

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

یادآوری- معمولاً از الکل ایزوپروپیل ۷۰ درصد به عنوان الکل دنا توره^۱ (جهت ضد عفونی و ماساژ) استفاده می شود. الکل با درصد وزنی بالاتر را می توان با آب رقیق کرد تا به درصد مورد نیاز برسد.

۴-۱۱ چکش

- چکش (با سر لاستیکی یا چرم طبیعی) که جرم تقریبی آن (600 ± 200) گرم باشد.

۵- واسنجی

۵-۱ دستگاه و پیمانه واسنجی شده را در ابتدای بهره برداری و یا به طور 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 مورد نیاز برای پر کردن 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 درجه بندی در قسمت گلولی بخش بالایی هواسنج را با افزودن آب به دستگاه هواسنج سرهم بندی شده^۲ و رسیدن به پایین ترین 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 درجه بندی شده از ۰/۱ درصد تجاوز نکند.

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

۷۰ درصد الکل ایزوپروپیل استفاده شده

لیتر	اصلاح، درصد ^a
$1.0 \geq$	0.1^b
۱.۵	۰/۲۵
۲.۰	۰/۵
۲.۵	۰/۷۵
<p>a- از بازخوانی هواسنج نهایی کم کنید.</p> <p>b- اصلاحات تنها زمانی استفاده می شود که ۱/۲۵ لیتر الکل ایزوپروپیل یا بیشتر استفاده شده باشد. مقدار ارایه شده برای هواسنج هایی می باشد که گنجانش "بخش زیرین" ۲/۱ لیتری دارد و گنجایش "بخش بالایی"، ۱/۲ برابر ظرفیت بخش زیرین می باشد.</p>	

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 تعیین کنید.

۶ نمونه برداری

۶-۱ نمونه برداری از بتن تازه را طبق بند ۳-۳ انجام دهید. اگر بتن حاوی سنگدانه درشت تر از ۳۷/۵ میلی متر باشد، باید نمونه بتن تازه که معرف کل بتن می باشد از الک ۲۵ میلی متری به روش تر عبور دهید. این مقدار باید به اندازه ای 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 می شود نباید قبلاً در آزمون دیگری استفاده شده باشد، مگر آن که آزمایش الک کردن سنگدانه ها به روش تر 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 قرار دهید، بتن را با بیلچه داخل پیمانه بریزید. ریختن بتن در داخل بخش زیرین به صورت دورانی انجام دهید تا اطمینان حاصل کنید که بتن به صورت کاملاً همگن توزیع شده است. بتن را در دو لایه با حجم تقریباً 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 میله زدن لایه بالایی، میله باید حدود ۲۵ میلی متر در لایه زیرین نفوذ نماید. پس از میله زدن هر لایه، به آهستگی کناره های 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 حباب های هوای محبوس شده خارج شوند. لایه آخر بتن را باید طوری بریزید که بخش زیرین بیش از حد پر و سرریز نشود.

۷-۲ صاف کردن سطح

بعد از میله زدن و ضربه زدن به لایه دوم، بتن اضافی را با تیغه صاف کننده، بردارید تا این که سطح بتن با لبه ظرف هم تراز شود. لبه بخش زیرین را به خوبی پاک کنید.

۷-۳ افزودن آب و الکل

داخل "بخش بالایی" هواسنج و به خصوص واشر را مرطوب کنید. بخش بالایی را به بخش زیرین متصل کنید. 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 ظاهر شود 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 قرار داده 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 زاء، 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.

یادآوری ۲- در صورتی که نیاز است بیش از ۲/۰ لیتر الکل ایزوپروپیل استفاده کنید، برای جلوگیری از سرریز شدن می‌توان مقدار آب افزوده شده 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

به سرعت دستگاه را وارونه کنید و سپس بخش زیرین را به‌طور افقی تکان دهید و دستگاه را به موقعیت ایستاده برگردانید. برای جلوگیری از نشست دوغاب در گلوئی، در هر بار آن را بیش از ۵ ثانیه وارونه نگه ندارید و فرایند وارونه کردن و تکان دادن را برای حداقل ۴۵ ثانیه تکرار کنید تا اینکه بتن جدا شود و صدای حرکت سنگدانه‌ها هنگام وارونه شدن دستگاه شنیده شود.

۷-۴-۲ غلتاندن

یک دستتان را روی گلوئی 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 تکرار کنید. 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 قرار دهید 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. هنگامی که در طول ۲ دقیقه بیش از ۰/۲۵ درصد هوای دستگاه تغییر نکند فرض کنید سطح مایع ثابت می باشد.

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 نمی باشد و آزمایش را مجدداً 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 مقدار هوای بتن مطابق بند ۸-۲ استفاده کنید (W).

۷-۵ تائید خوانش اولیه دستگاه

۷-۵-۱ هنگامی که خوانش اولیه دستگاه مطابق بند ۷-۴-۲-۴ انجام می شود، پیچ آببند بالایی را دوباره محکم کنید و غلتاندن را به مدت یک دقیقه ای مطابق بند ۷-۴-۲، ۷-۴-۲ و ۷-۴-۳ تکرار کنید.

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

۷-۵-۳ اگر خوانش از خوانش اولیه دستگاه بیش از ۰/۲۵ درصد 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 ۰/۲۵ درصد هوا نبود، آن را به عنوان خوانش نهایی دستگاه در نظر بگیرید.

۷-۵-۴ اگر این اختلاف بیش از ۰/۲۵ درصد بود، آزمون نامعتبر است و با استفاده از الکل بیشتر آزمایش جدیدی مطابق بند ۶-۱ شروع کنید.

۶-۷ بررسی محتویات دستگاه

پس از اتمام آزمون، بخش بالایی را از بخش زیرین جدا کنید. مایع را از دستگاه تخلیه کنید. و سپس محتویات بخش زیرین را خالی کنید. محتویات بخش زیرین را بررسی کنید تا اطمینان حاصل کنید که همه قسمت‌های بتن فشرده با آب مخلوط شده باشد. اگر قسمتی از بتن مخلوط نشده باشد آزمون نامعتبر 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- هنگامی که در ابتدا بخش بالایی تا علامت صفر با آب و الکل ایزوپروپیل پر می‌شود این ترکیب دارای حجم معینی می‌باشد؛ و هنگامی که 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 هنگامی که 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 می‌شود که در مقدار نهایی بیان می‌شود.

۸-۲ مقدار هوا

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

$$A = A_R - C + W \quad (1)$$

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 مقدار آب اضافه شده به دستگاه با پیمانانه واسنجی شده (بند ۷-۴-۲-۵ مشاهده کنید).

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

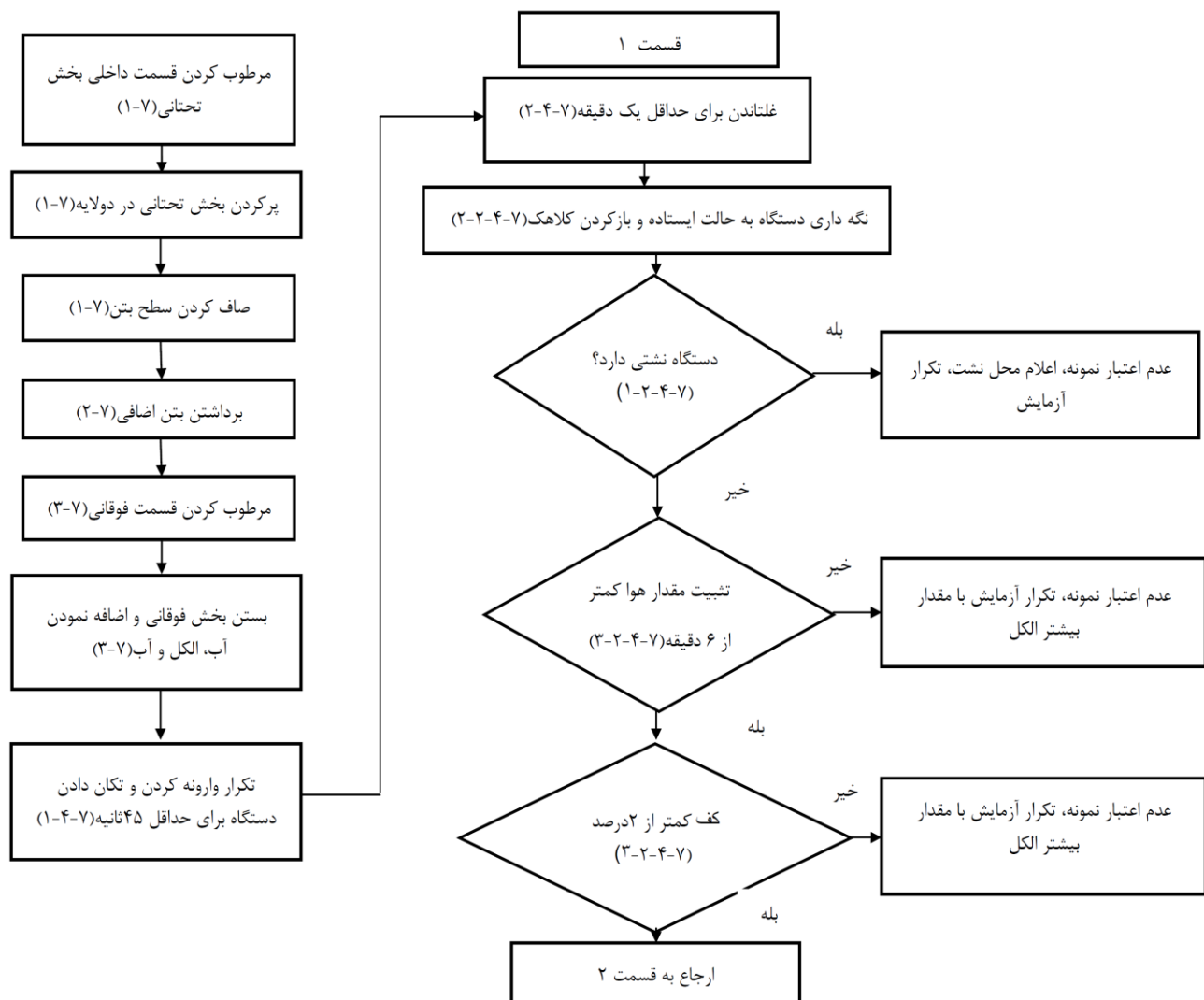
۸-۳ زمانی که آزمون نشان می‌دهد قسمتی از ترکیب حاصل از الکل بر روی الکل ۲۵ میلی‌متری باقی مانده است. مقدار هوای ملات یا کل ترکیب را با استفاده از فرمول ارائه شده در استاندارد ملی شماره ۳۵۲۰ محاسبه کنید. از مقادیر درشت‌تر یا ریزتر از الکل ۲۵ میلی‌متری به جای الکل ۳۷/۵ میلی‌متری استفاده کنید که در بند شماره ۳-۴ مشخص شده است.

۹ دقت و اریبی

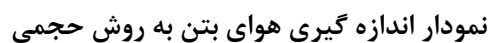
۹-۱ اصولاً دقت و اریبی با میانگین سطوح متفاوت مقدار هوا متناسب است. این تشریح و بیان دقت مبتنی بر ۹۷۹ آزمون است که در ۶ تجربه میدانی انجام شده است. در این آزمایش‌ها ضریب تغییرات مقدار هوای اندازه‌گیری شده، ۱۱ درصد بوده است. بنابراین نتایج آزمون‌ها از سوی دو آزمونگر متفاوت بر روی نمونه‌های گرفته شده از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

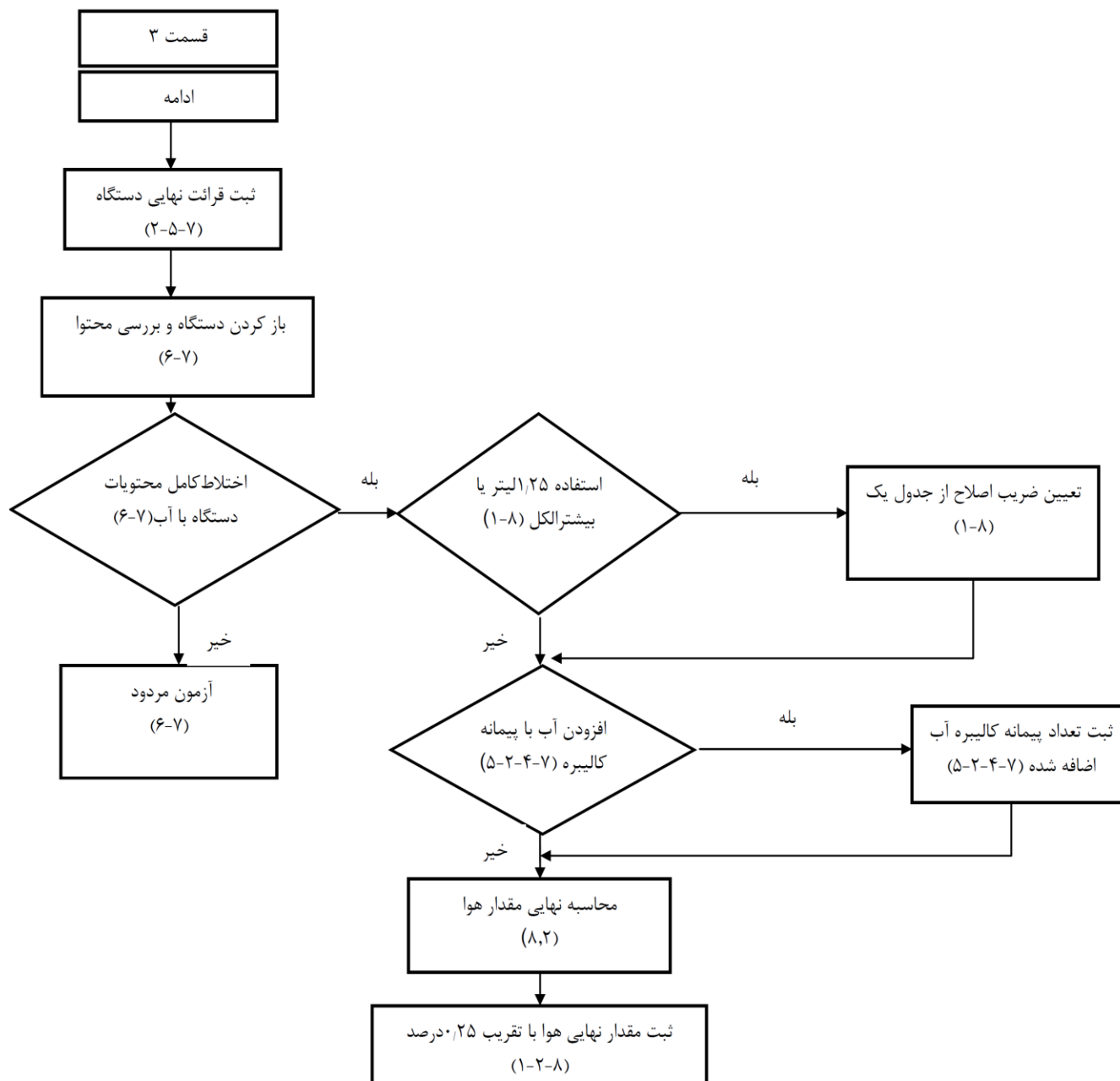
یادآوری ۱- این اعداد به ترتیب، محدوده‌های شرح داده شده در بند ۳-۷ را نشان می‌دهند. داده‌های جمع‌آوری شده برای گزارش دقت، با استفاده از روش‌های استاندارد قبل از استفاده مقدار زیادی از الکل ایزوپروپیل در بند ۳-۶ بدست می‌آیند.

یادآوری ۲- 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