



استاندارد ملی ایران

۶۰۴۳

تجدید نظر اول

۱۳۹۴



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO

6043

1st. Revision

2016

بتن - بتن ساخته شده با پیمانه حجمی و
اختلاط پیوسته - ویژگی‌ها

Concrete- Concrete made by volumetric
batching and continuous mixing-
Specifications

ICS: 91.100.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International 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 - بتن ساخته شده با پیمانۀ حجمی و اختلاط پیوسته - ویژگی‌ها»
(تجدید نظر اول)

رئیس:

شرقی، عبدالعلی
(دکترای مهندسی عمران)

دبیر:

ارشد، بهمن
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امیری، احمد
(کارشناس مهندسی عمران)

امین‌بخش، آرمان
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

تقی‌زادیه، نادر
(کارشناس ارشد زمین‌شناسی)

حداد ایرانی، سعید
(کارشناس مهندسی عمران)

حیدرپور، هادی
(کارشناس مهندسی عمران)

روا، افشین
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سقطچی، غزاله
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شعاریان ستاری، علی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

دانشگاه شهید بهشتی

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

شرکت بنیاد بتن آذربادگان

شرکت خانه‌سازی پیش ساخته آذربایجان

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک اداره کل
راه و شهرسازی آذربایجان شرقی

شرکت نمادگستر تاوریز

کارشناس مستقل

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

شرکت مرصوص بتن

شرکت پلیمر بتن آران

عباسی رزگله، محمد حسین
(کارشناس مهندسی مواد)

اداره کل نظارت بر اجرای استانداردهای
صنایع غیرفلزی

عیسائی، مهین
(کارشناس ارشد شیمی آلی)

شرکت صنعت شیمی ساختمان

کریمیان خسروشاهی، فریبا
(کارشناس مهندسی شیمی)

شرکت آذربام عایقکار

مجتبوی، سید علیرضا
(کارشناس مهندسی مواد)

اداره کل نظارت بر اجرای استانداردهای
صنایع غیرفلزی

محمدزاده، شهرام
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

موسوی، محمد
(کارشناس مهندسی عمران)

آزمایشگاه جهاد تحقیقات سپند

ولی‌زاده، وحید
(کارشناس مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۳
۴ پایه خرید	۴
۵ مصالح	۴
۶ اطلاعات لازم جهت سفارش	۵
۷ کنترل و اندازه‌گیری مصالح	۸
۸ مکانیسم اختلاط	۱۰
۹ اختلاط و تحویل	۱۰
۱۰ اسلامپ و مقدار هوای موجود	۱۱
۱۱ مقاومت	۱۲
۱۲ عدم دستیابی به مقاومت مورد نیاز	۱۳
۱۳ استانداردهای روش‌های آزمون	۱۳
۱۴ بازرسی	۱۳
۱۵ کارت اطلاعات پیمانانه	۱۴
پیوست الف (الزامی) الزامات یکنواختی بتن	۱۶

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن- بتن ساخته شده با پیمانۀ حجمی و اختلاط پیوسته- ویژگی‌ها» نخستین بار در سال ۱۳۸۰ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در ششصد و سی و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۴/۱۲/۲ تصویب شد. اینک این استاندارد 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 می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۳، سال ۱۳۸۰ می‌شود.

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

ASTM C685/C685M: 2014, Standard Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing

بتن - بتن ساخته شده با پیمانۀ حجمی و اختلاط پیوسته - ویژگی‌ها

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های بتنی که مواد متشکله آن به صورت حجمی و پیوسته پیمانۀ شده و در یک مخلوط‌کن پیوسته اختلاط یافته و به حالت مخلوط تازه و سخت نشده تحویل خریدار می‌شود، است. الزامات کیفیت بتن باید طبق شرایط مندرج در این استاندارد باشد و یا توسط خریدار مشخص می‌شود. هنگامی که الزامات مشخص شده توسط خریدار متفاوت از ویژگی‌های این استاندارد باشد، حاکمیت با الزامات خریدار است. این استاندارد، آزمون‌ها و معیارهایی را برای صحت و درستی پیمانۀ کردن و کارایی اختلاط ارائه می‌کند.

۱-۲ این استاندارد برای موارد مربوط به بتن‌ریزی، متراکم کردن، پرداخت، عمل‌آوری و نگهداری از بتن پس از تحویل به خریدار کاربرد ندارد.

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

هشدار ۲- مخلوط‌های تازه حاوی سیمان هیدرولیکی سوزش‌آور است و در صورت تماس طولانی ممکن است باعث سوختگی‌های شیمیایی در پوست و بافت شود.

یادآوری- در متن این استاندارد، برای توضیح بیشتر مواد به یادآوری‌هایی ارجاع داده شده است، این یادآوری‌ها نباید به عنوان الزامات این استاندارد در نظر گرفته شوند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲، سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۹، ویژگی‌های سیمان پرتلند

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۹۳۰، افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب- قسمت ۲: افزودنی‌های بتن- ویژگی‌ها

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۳۲۰۳، بتن تازه- قسمت دوم: تعیین روانی به روش اسلامپ- روش آزمون

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵، بتن- ساخت و عمل‌آوری آزمون‌ها در کارگاه- آیین کار

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۴۳۲، ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۲۰، روش آزمایش برای اندازه‌گیری مقدار هوای موجود در بتن تازه (روش فشاری)

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱، بتن- تعیین وزن مخصوص، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی)- روش آزمون

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳، روش آزمون تعیین اندازه‌گیری مقدار هوای موجود در بتن تازه (روش حجمی)

۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷، سنگدانه‌ها- دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت- روش آزمون

۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲، سنگدانه- تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت- روش آزمون

۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۵، سنگدانه- سبکدانه برای بتن سازه‌ای- ویژگی‌ها

۱۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۴، بتن آماده- ویژگی‌ها

۱۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸، بتن- تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای- روش آزمون

۱۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸، سنگدانه‌های بتن- واژه‌نامه

۱۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۸، بتن- تعیین دمای بتن سیمان هیدرولیکی تازه اختلاط شده- روش آزمون

۱۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۷۸، دوده سیلیس (میکرو سیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی- ویژگی‌ها

۱۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۴۸، آب اختلاط بتن

۱۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۵۱۸، سیمان- قسمت ۱: ویژگی‌ها

۲۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۷۳۳، تعیین چگالی بتن سبک سازه‌ای- روش آزمون

- 2-21 ASTM C618, Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete
- 2-22 ASTM C637, Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete
- 2-23 ASTM C989/C989M, Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars
- 2-24 ASTM C1017/C1017M, Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete
- 2-25 ASTM C1077, Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation
- 2-26 ACI CP-1, Technician Workbook for ACI Certification of Concrete Field Testing Technician-Grade I
- 2-27 ACI 211.1, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete
- 2-28 ACI 211.2, Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete
- 2-29 ACI 301, Standard Specifications for Structural Concrete
- 2-30 ACI 304.6R, Guide for Use of Volumetric-Measuring and Continuous-Mixing Concrete Equipment
- 2-31 ACI 305R, Hot Weather Concreting
- 2-32 ACI 306R, Cold Weather Concreting
- 2-33 ACI 318, Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary
- 2-34 Bureau of Reclamation Concrete Manual
- 2-35 VMMB 100-01, Volumetric Mixer Standards of the Volumetric Mixer Manufacturers Bureau

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

سازنده

manufacturer

منظور از سازنده، تولید کننده بتن است.

۲-۳

خریدار

purchaser

منظور از خریدار، مالک یا نماینده وی بوده که متقاضی خرید بتن است.

۴ پایه خرید

۴-۱ پایه خرید بتن آماده که به‌طور پیوسته از تجهیزات پیمان‌گر و اختلاط تخلیه می‌شود، باید بر حسب متر مکعب باشد.

۴-۲ حجم بتن آماده در یک پیمان‌ه باید از طریق وسایل نشانگری که به‌طور مستقیم بر روی تجهیزات پیمان‌گر نصب و واسنجی شده‌اند، تعیین و یا محاسبه شود.

یادآوری- این امکان وجود دارد که حجم بتن سخت نشده کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده در پای مخلوط‌کن باشد. علت این اختلاف، می‌تواند به دلیل وجود ضایعات در هنگام بتن‌ریزی، گودبرداری بیش از اندازه، نحوه پخش بتن، خروج هوای محبوس در بتن و یا ته‌نشینی آن باشد. باید توجه داشت که سازنده، مسئولیتی در قبال این کاهش حجم احتمالی بتن نخواهد داشت.

۵ مصالح

۵-۱ در صورت عدم وجود مشخصات فنی، الزامات کیفیت مصالح باید مطابق با استانداردهای زیر باشد:

۵-۲ مواد سیمانی

۵-۲-۱ سیمان هیدرولیکی

سیمان هیدرولیکی باید مطابق با ویژگی‌های استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۵۱۸ یا ۳۸۹ یا ۳۴۳۲ باشد (به یادآوری بند ۵-۲-۲ مراجعه شود).

۵-۲-۲ مواد سیمانی کمکی

خاکستر ذغال‌سنگ یا پوزولان‌های طبیعی باید مطابق با استاندارد ASTM C618 باشد. سیمان سرباره باید مطابق با استاندارد ASTM C989/C989M باشد و میکرو سیلیس نیز باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۷۸ باشد.

یادآوری- استفاده از مواد سیمانی مختلف، بتن‌هایی با خواص متفاوت ایجاد می‌کند. بنابراین، نمی‌توان آن‌ها را به‌جای یکدیگر به‌کار برد.

۵-۳ سنگدانه‌ها

سنگدانه‌هایی با وزن معمولی باید مطابق با ویژگی‌های استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲ باشد. سنگدانه‌های سبک وزن باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۵ بوده و سنگدانه‌های سنگین وزن باید مطابق با استاندارد ASTM C637 باشند.

۵-۴ آب

آب مصرفی در بتن باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۴۸ باشد.

۵-۵ مواد افزودنی حباب‌ساز

مواد افزودنی حباب‌ساز باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۹۳۰ باشند (به یادآوری ۲ مراجعه شود).

۵-۶ مواد افزودنی شیمیایی

مواد افزودنی شیمیایی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۹۳۰ و یا استاندارد ASTM C1017/C1017M باشند، هر کدام کاربرد داشته باشد (به یادآوری این بند مراجعه شود).

یادآوری- بسته به محل مصرف، مقدار مورد نیاز مواد افزودنی حباب‌ساز، تسریع کننده و کندگیر کننده می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین توصیه می‌شود برای دستیابی به اثرات مطلوب، میزان مصرف مجاز آن‌ها مشخص شود.

۶ اطلاعات لازم جهت سفارش

۶-۱ در صورت عدم وجود مشخصات فنی عمومی، خریدار باید موارد زیر را مشخص نماید:

۶-۱-۱ اندازه(های) مورد نظر برای سنگدانه درشت؛

۶-۱-۲ اسلامپ(های) مورد درخواست در محل تحویل (به بند ۱۰-۳ مراجعه شود)؛

۶-۱-۳ در صورت درخواست بتن حباب‌دار، مقدار هوای نمونه‌های برداشته شده از وسیله حمل در محل تخلیه (برای آگاهی از مقدار کل هوا و رواداری‌های آن به بند ۱۰-۴ و جدول ۱ مراجعه کنید) (به یادآوری ۱ مراجعه کنید)؛

۶-۱-۴ در صورت درخواست بتن سبک سازه‌ای، وزن مخصوص بتن در حالت تازه، خشک شده در هوای آزاد و یا خشک شده در گرمخانه (به یادآوری ۲ مراجعه شود)؛ و

۶-۱-۵ یکی از انتخاب‌های الف، ب و یا ج باید به عنوان مبنایی برای تعیین نسبت‌های مواد متشکله بتن برای ایجاد کیفیت مورد نظر به کار رود (به بندهای ۲-۶، ۳-۶ یا ۴-۶ مراجعه شود).

جدول ۱- مقدار کل هوای توصیه شده برای بتن حباب‌دار^a

درصد کل هوا							شرایط رویارویی ^{c, b}
حداکثر اندازه اسمی سنگدانه mm							
۷۵	۵۰	۳۷٫۵	۲۵	۱۹	۱۲٫۵	۹٫۵	
۱٫۵	۲	۲٫۵	۳	۳٫۵	۴	۴٫۵	ملایم
۳٫۵	۴	۴٫۵	۴٫۵	۵	۵٫۵	۶	متوسط
۴٫۵	۵	۵٫۵	۶	۶	۷	۷٫۵	شدید
^a برای بتن حباب‌دار، هنگامی که مشخص شده باشد.							
^b برای تشریح شرایط رویارویی به مدرک ACI 211.1 بند 6.3.3 مراجعه شود.							
^c در صورتی که شرایط رویارویی بتن مسئله خاصی ایجاد نکند، مقدار هوای توصیه شده در جدول فوق را می‌توان برای بتن‌هایی با مقاومت فشاری مشخصه f_c' یا بیشتر، حداکثر ۱٪ کاهش داد.							

یادآوری ۱- برای تعیین مقدار هوا، خریدار باید شرایطی را که بتن در معرض آن قرار می‌گیرد را مورد توجه قرار دهد. در صورتی که مقادیر هوا کمتر از مقادیر داده شده در جدول ۱ باشند، ممکن است مقاومت مورد نیاز در برابر یخ زدن و آب شدن تأمین نشود، که هدف اصلی در استفاده از بتن حباب‌دار است. مقادیر هوای بزرگ‌تر از حدود جدول ۱، بدون این که افزایش قابل ملاحظه‌ای در دوام آن ایجاد کند، ممکن است باعث کاهش مقاومت شود.

یادآوری ۲- وزن مخصوص بتن تازه، تنها وزن مخصوصی می‌باشد که در زمان تحویل قابل تعیین است و همیشه بیشتر از وزن مخصوص خشک شده در هوا و یا خشک شده در گرمخانه می‌باشد. تعاریف و روش‌های تعیین یا محاسبه وزن مخصوص خشک شده در هوا یا گرمخانه در استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۷۳۳ داده شده است.

۲-۶ انتخاب «الف»

۲-۶-۱ زمانی که خریدار، مسئولیت کامل انتخاب مواد متشکله مخلوط بتن را به سازنده واگذار کند، خریدار باید موارد زیر را مشخص نماید:

۲-۶-۱-۱ الزامات مقاومت فشاری روی نمونه‌های برداشته شده از مخلوط‌کن در محل تخلیه تعیین شده و مطابق بند ۱۱ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. خریدار باید الزامات خود را بر حسب مقاومت فشاری آزمون‌های استاندارد که تحت شرایط متعارف، عمل‌آوری رطوبتی شده‌اند، مشخص نماید، مگر این که به صورت دیگری مشخص شود. نمونه‌ها در سن ۲۸ روزه مورد آزمون قرار می‌گیرند؛ و

۲-۶-۲ در صورت درخواست خریدار، سازنده باید قبل از تحویل بتن، مدارکی به خریدار ارائه کند که در آن مقادیر مربوط به جرم سیمان در حالت خشک، جرم سنگدانه ریز و درشت در حالت اشباع با سطح خشک و مقادیر، نوع و اسم مواد افزودنی (در صورت کاربرد) و جرم آب در هر متر مکعب بتن را که سازنده برای هر رده بتن سفارش داده شده توسط خریدار به کار می‌برد، مشخص شده باشد. همچنین، سازنده باید مدارک مورد قبولی به خریدار ارائه کند، مبنی بر این که مصالح به کار رفته و نسبت‌های انتخاب شده منجر به تهیه بتنی با کیفیت مورد نظر می‌شود.

۳-۶ انتخاب «ب»

۳-۶-۱ زمانی که خریدار، مسئولیت تعیین نسبت‌های مواد متشکله مخلوط بتن را به عهده بگیرد، خریدار باید موارد زیر را مشخص نماید:

۳-۶-۱-۱ مقدار سیمان بر حسب کیلوگرم در هر متر مکعب بتن؛
۳-۶-۱-۲ حداکثر مقدار مجاز آب بر حسب کیلوگرم در هر متر مکعب بتن، شامل رطوبت سطحی سنگدانه‌ها به استثنای آب جذب شده (به یادآوری ۳ مراجعه شود)؛ و

۳-۶-۱-۳ در صورت استفاده از مواد افزودنی، نوع، اسم و مقدار مصرف آن باید مشخص شود. بدون موافقت کتبی خریدار، مواد افزودنی نباید به عنوان جایگزین بخشی از مقدار سیمان مشخص شده، به کار برده شود.

یادآوری- زمانی که خریدار، مسئولیت انتخاب مواد را به عهده می‌گیرد، باید الزامات مربوط به کارایی، کارپذیری، دوام، کیفیت سطح، وزن مخصوص و همچنین طرح سازه‌ای را در نظر بگیرد. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد انتخاب نسبت‌هایی که منجر به تهیه بتن مناسب برای انواع مختلف سازه‌ها می‌شود و شرایط مختلفی را که بتن در معرض آن قرار می‌گیرد، خریدار به مدرک ACI 211.1 (برای بتن با وزن معمولی) و به مدرک ACI 211.2 (برای بتن سبک وزن) مراجعه کند. در اغلب موارد، برای بتن‌های سبک سازه‌ای نمی‌توان نسبت آب به سیمان را با دقت کافی تعیین نمود، تا به عنوان یک مبنای استاندارد از آن استفاده کرد.

۶-۳-۲ در صورت درخواست خریدار، سازنده قبل از تحویل بتن باید مدارکی به خریدار ارائه کند، که در آن منابع، وزن مخصوص، دانه‌بندی سنگدانه‌ها و مقادیر مربوط به جرم سیمان در حالت خشک، جرم سنگدانه ریز و درشت در حالت اشباع با سطح خشک و مقادیر، نوع و اسم مواد افزودنی (در صورت کاربرد) و جرم آب در هر متر مکعب بتن را که سازنده برای هر رده بتن سفارش داده شده توسط خریدار به کار می‌برد، مشخص شده باشد.

۶-۴ انتخاب «ج»

۶-۴-۱ در صورتی که خریدار، مسئولیت تعیین نسبت‌های اختلاط بتن را به سازنده واگذار نماید و حداقل مقدار سیمان را تعیین کند، خریدار باید علاوه بر الزامات بندهای ۶-۱-۱ تا ۶-۱-۵، موارد زیر را نیز مشخص نماید:

۶-۴-۱-۱ الزامات مقاومت فشاری روی نمونه‌های برداشته شده از مخلوط‌کن در محل تخلیه تعیین شده و مطابق بند ۱۱ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. خریدار باید الزامات خود را بر حسب مقاومت فشاری آزمونه‌های استاندارد که تحت شرایط متعارف، عمل‌آوری رطوبتی شده‌اند، مشخص نماید، مگر این‌که به صورت دیگری مشخص شود. نمونه‌ها در سن ۲۸ روزه مورد آزمون قرار می‌گیرند؛

۶-۴-۱-۲ حداقل مقدار سیمان بر حسب کیلوگرم در هر متر مکعب بتن (به یادآوری ۴ مراجعه شود)؛ و

۶-۴-۱-۳ در صورت استفاده از مواد افزودنی، نوع، اسم و مقدار مصرف آن باید مشخص شود. مقدار سیمان را نباید به‌خاطر استفاده از مواد افزودنی، کاهش یابد.

۶-۴-۲ در صورت درخواست خریدار، سازنده باید قبل از تحویل بتن، مدارکی به خریدار ارائه کند که در آن مقادیر مربوط به جرم سیمان در حالت خشک، جرم سنگدانه ریز و درشت در حالت اشباع با سطح خشک و مقادیر، نوع و اسم مواد افزودنی (در صورت کاربرد) و جرم آب در هر متر مکعب بتن را که سازنده برای هر رده بتن سفارش داده شده توسط خریدار به کار می‌برد، مشخص شده باشد. همچنین، سازنده باید مدارک مورد قبولی به خریدار ارائه کند، مبنی بر این که مصالح به کار رفته و نسبت‌های انتخاب شده منجر به تهیه بتنی با کیفیت مورد نظر می‌شود. مقدار سیمان مصرف شده نباید کمتر از حداقل مقدار تعیین شده باشد، هر چند که مقاومت‌های مورد نظر به دست آید.

یادآوری- انتخاب «ج» زمانی می‌تواند مفید باشد، که حداقل سیمان تعیین شده تقریباً به همان حدی باشد که برای مقاومت، اندازه سنگدانه‌ها و اسلامپ مشخص شده، لازم است. ضمناً باید به حدی باشد که برای دوام بتن تحت شرایط بهره‌برداری مورد نظر

کافی بوده و نیز چگالی و کیفیت سطح آن نیز مناسب باشد، هر چند که مقاومت مورد نظر به دست آید. برای اطلاعات بیشتر در مورد نسبت‌های اختلاط بتن به مدارک ACI 211.1 و ACI 211.2 مراجعه شود.

۵-۶ نسبت‌های به دست آمده با انتخاب‌های «الف»، «ب» و «ج» برای هر رده بتن که برای استفاده در یک پروژه تایید شده است، باید شناسه‌گذاری شود تا به سهولت هر محموله بتن تحویل شده به پروژه را شناسایی کرد. این شناسه طبق بند ۱۵-۱-۷ لازم بوده و اطلاعات مربوط به طرح اختلاط بتن را زمانی که به صورت مجزا روی بارنامه طبق بند ۱۵-۲ قید نشده باشد، را ارائه می‌کند. در هر حال، هر محموله بتن تحویلی باید دارای بارنامه بوده و اطلاعات کافی در مورد انطباق مخلوط با طرح اختلاطی که از قبل برای پروژه تایید شده است، ارائه کند.

۶-۶ خریدار باید مطمئن شود که سازنده، یک رونوشت از تمام گزارش‌های مربوط به آزمون‌های انجام شده روی نمونه‌های بتن را برای تعیین انطباق با الزامات این استاندارد، تهیه می‌کند. گزارش‌ها باید به موقع تهیه شوند.

۷ کنترل و اندازه‌گیری مصالح

۷-۱ سیمان، سنگدانه‌های ریز و درشت، آب و مواد افزودنی باید به روش حجمی اندازه‌گیری شوند. برای کنترل و تعیین مقدار مواد خروجی باید وسایلی مانند شمارش‌گرها، دریچه‌های بازشوی و اسنجی شده، شیرهای کنترل و یا جریان‌سنج‌ها موجود باشند. در تمام طول عملیات، مکانیسم اندازه‌گیری و تخلیه باید مقادیر تعیین شده برای هر یک از اجزاء را با رواداری‌های ذکر شده در بند ۷-۸ به دست دهد.

یادآوری- بهتر است به توصیه‌های سازندگان تجهیزات در به کارگیری تجهیزات، واسنجی و استفاده از سنج‌های مختلف مانند دورسنج‌ها، سرعت‌سنج‌ها یا سایر وسایل کنترل توجه نمود.

۷-۲ تمامی وسایل نشانگری که برای کنترل نسبت اجزای بتن به کار می‌روند، باید در معرض دید کاربر دستگاه تولید بتن بوده و به حد کافی نزدیک باشد تا به آسانی قرائت شود. کاربر باید به تمامی کنترل‌ها دسترسی داشته باشد.

۷-۳ وسایل تعیین نسبت اجزای بتن و نشانگرها باید به طور مجزا و با پیروی از دستورالعمل‌های سازنده تجهیزات برای هر واحد پیمانه کننده و مخلوط کننده، بازرسی شوند. برای بررسی دقت و صحت عملکرد مکانیسم پیمانه کردن باید اندازه‌گیرهای حجمی استاندارد، ترازوها و وزنه‌ها در دسترس باشند.

۴-۷ کنترل بازده تولید

اصولاً برای کنترل حجم بتن تخلیه شده از مخلوط‌کن، ابتدا وزن مقدار بتن تخلیه شده طی دوران مشخص دستگاه، تعیین شده یا توسط سایر وسایل نشانگر بیرونی، اندازه‌گیری می‌شود. سپس بلافاصله وزن مخصوص آن تعیین می‌شود. در صورت تقسیم وزن بتن تخلیه شده بر وزن مخصوص، مقدار بتن تخلیه شده در فاصله زمانی مورد نظر بر حسب متر مکعب به دست می‌آید. به این ترتیب، صحت عملکرد نشانگر بیرونی بررسی می‌شود. برای راهنمایی بیشتر و روش پیشنهادی واسنجی به مدارک ACI 304.6R و VMMB 100-01 مراجعه شود.

یادآوری- برای این منظور، توصیه می‌شود مقدار 0.085 تا 0.07 بتن تخلیه شود. وزن این بتن برابر 160 تا 225 kg بوده و می‌تواند در یک دیگ استوانه‌ای با حجم 210 تا 130 dm³ یا ظرف مناسب دیگر ریخته شده و سپس روی یک ترازو با ظرفیت کافی قرار داده شود. مقدار تولید واحد ساخت بتن می‌تواند از طریق تعداد دوران دستگاه، حرکت تسمه‌نقاله یا تغییرات قرائت‌سنج‌ها نشان داده شود. در این صورت، این ارقام باید به عنوان اندازه تولید در نظر گرفته شود.

۵-۷ کنترل نسبت اجزای بتن

در صورت تغییر در منبع یا مشخصات اجزای بتن یا مشخصات مخلوط، خریدار می‌تواند کنترل مقدار سنگدانه ریز و درشت را از طریق آزمون آب‌شستگی^۱ درخواست کند. اصولاً برای آزمون آب‌شستگی، 0.03 m³ از بتن روی الک نمره ۴ (۴/۷۵mm) و الک نمره ۱۰۰ (۱۵۰ μm) شسته می‌شود. مقدار باقی‌مانده روی الک نمره ۴ را به عنوان سنگدانه درشت و مقدار رد شده از الک نمره ۴ و باقی‌مانده روی الک نمره ۱۰۰ را به عنوان سنگدانه ریز در نظر می‌گیرند. در صورت وجود دانه‌بندی پیش‌فرض برای هر سنگدانه، مقدار سنگدانه‌ها (در هر متر مکعب بتن) باید اصلاح شود.

۶-۷ مقدار آب اضافه شده به مخلوط‌کن پیوسته باید با یک جریان‌سنج واسنجی‌شده اندازه‌گیری شود و با مکانیسم تغذیه سیمان و سنگدانه هماهنگ شود. وسیله کنترل آب باید بتواند آب را به مقدار مورد نیاز به مخلوط اضافه کند. جریان آب باید قابل تنظیم باشد تا بتوان اسلامپ را در محدوده مورد نظر کنترل نمود و اطمینان حاصل کرد که نسبت آب به سیمان (مجاز یا مورد نیاز) برآورده می‌شود.

۷-۷ مقدار مواد افزودنی باید از طریق یک جریان‌سنج کنترل شود.

۸-۷ رواداری‌های نسبت اجزای مختلف بتن به شرح زیر می‌باشد:

سیمان، بر حسب وزن	% (۰ تا ۴+)
سنگدانه ریز، بر حسب وزن	% ±۲
سنگدانه درشت، بر حسب وزن	% ±۲
مواد افزودنی، بر حسب وزن یا حجم	% ±۳
آب، بر حسب وزن یا حجم	% ±۱

رواداری‌های فوق بر اساس نسبت حجم بر وزن می‌باشد که با واسنجی وسایل اندازه‌گیری نصب شده روی تجهیزات تعیین می‌شود.

یادآوری- برای دستیابی به رواداری‌های فوق، بهتر است موارد زیر را در نظر بگیرید:

الف- درجه فشردگی سیمان؛

ب- دانه بندی و سایر مشخصات فیزیکی سنگدانه‌های ریز و درشت؛

پ- مقدار رطوبت و ضریب افزایش حجم سنگدانه ریز؛

ت- گرانی مواد افزودنی؛ و

ث- سایر عوامل تأثیرگذار مانند شرایط مکانیکی تجهیزات و وضعیت آب و هوایی.

۸ مکانیسم اختلاط

۸-۱ مخلوط‌کن پیوسته باید از نوع حلزونی و یا نوع مناسب دیگر باشد، طوری که بتواند بتنی با یکنواختی و روانی مورد نیاز، تولید نماید (به بند ۱۴-۲-۳ مراجعه کنید).

۸-۲ در هر واحد پیمان‌کننده و مخلوط‌کننده و یا هر دوی آن‌ها باید صفحه یا تابلوهای فلزی در محل مناسبی نصب شود که بر روی آن، میزان حجم کل بتن مخلوط شده به‌صورت واضح نوشته شود. مخلوط‌کن باید بتواند بتن کاملاً مخلوط شده و یکنواخت تولید نماید.

یادآوری- آزمون‌های اسلامپ و مقدار هوا در نمونه‌هایی که مطابق با بند ۱۴-۲-۳ برداشته می‌شوند، می‌تواند به عنوان یک روش کنترل سریع برای بررسی درجه یکنواختی احتمالی به‌کار برده شود.

۹ اختلاط و تحویل

۹-۱ دستگاه ساخت بتن باید دارای قسمت‌های جداگانه‌ای برای اجزای مختلف مورد نیاز در تهیه بتن باشد. دستگاه باید مجهز به وسایل واسنجی شده باشد تا بتواند نسبت‌های اختلاط را اندازه‌گیری نماید و بتنی مطابق با ویژگی‌های این استاندارد یا مشخصات پروژه تولید کند.

۹-۲ بتن تحویل شده در هوای سرد

بتنی که در هوای سرد تحویل داده می‌شود باید دارای حداقل دمای لازم طبق جدول ۲ باشد (خریدار باید به تولیدکننده نوع سازه‌ای که بتن برای آن سفارش داده می‌شود را اطلاع دهد).

جدول ۲- حداقل دمای بتن در محل بتن‌ریزی

ابعاد قطعه mm	<۳۰۰	۳۰۰ تا ۹۰۰	۹۰۰ تا ۱۸۰۰	>۱۸۰۰
حداقل دما °C	۱۳	۱۰	۷	۵

حداکثر دمای بتن تولید شده با سنگدانه‌های گرم شده، آب گرم شده و یا هر دوی آن‌ها در هیچ یک از مراحل ساخت یا حمل نباید از ۳۲°C بیشتر شود.

یادآوری- در صورت استفاده از آب گرم، ممکن است بر اثر تماس مستقیم آب گرم با سیمان، بتن سریعاً سفت شود. برای اطلاعات بیشتر در مورد بتن‌ریزی در هوای سرد به مدرک ACI 306R مراجعه شود.

۹-۳ در هوای گرم، تولید کننده باید بتن را در حداقل دمای ممکن که مورد تایید خریدار است، تحویل دهد.
یادآوری- در برخی موارد، وقتی دمای بتن به 32°C نزدیک می‌شود، ممکن است مشکلاتی بروز نماید. برای اطلاعات بیشتر به مدرک ACI 305R مراجعه شود.

۱۰ اسلامپ و مقدار هوای موجود

۱۰-۱ آزمون‌های اسلامپ، مقدار هوای موجود و دمای بتن باید در زمان بتن‌ریزی با صلاحدید ناظر به دفعات مورد نیاز انجام شوند. همچنین، این آزمون‌ها باید در زمان تهیه آزمون‌های مقاومت فشاری و هر زمان که نیاز باشد، انجام شوند (به بند ۱۱-۲ مراجعه کنید).

۱۰-۲ در صورتی که اسلامپ اندازه‌گیری شده، دما یا مقدار هوا، خارج از محدوده مورد نظر باشد. بلافاصله باید یک آزمون کنترل روی بخش دیگری از همان نمونه انجام شود. در صورتی که نتیجه این آزمون نیز منفی باشد، مشخص می‌شود بتن با مشخصات مورد درخواست مطابقت ندارد.

۱۰-۳ رواداری‌های اسلامپ

در صورتی که در مشخصات پروژه، رواداری‌های خاصی داده نشده باشد، رواداری‌های اسلامپ با توجه به نحوه اعلام اسلامپ باید مطابق جدول ۳ باشد.

جدول ۳- رواداری‌های اسلامپ

رواداری mm		اندازه اسلامپ مشخص شده mm	نحوه اعلام اسلامپ
رواداری مثبت	رواداری منفی		
۰	۴۰	۷۵mm یا کمتر	وقتی که در مشخصات پروژه، اسلامپ به صورت «حداکثر» یا «کوچک تر یا مساوی» مشخص شده باشد. ^a
۰	۶۵	بیش تر از ۷۵mm	
±۱۵		۵۰mm یا کمتر	وقتی که در مشخصات پروژه، اسلامپ به صورت «حداکثر» یا «کوچک تر یا مساوی» مشخص نشده باشد.
±۲۵		۵۰mm تا ۱۰۰mm	
±۴۰		بیش تر از ۱۰۰mm	
^a این حالت فقط زمانی به کار می رود که اضافه کردن آب در پای کار فقط برای یک مرتبه مجاز باشد، به شرطی که اضافه کردن آب باعث افزایش نسبت آب به سیمان بیش از حداکثر مقدار مجاز مشخص شده، نشود.			

۱۰-۴ در صورت درخواست بتن حباب‌دار، خریدار باید مقدار کل هوای بتن را مشخص کند (به جدول ۱ و یادآوری ۱ مراجعه شود).

۱۰-۵ مقدار هوای بتن حباب‌دار، هنگامی که نمونه‌ها از وسیله حمل در محل تخلیه بتن برداشته می‌شوند، رواداری آن باید در حدود $\pm 1/5$ از مقدار مورد نظر باشد.

۱۱ مقاومت

۱۱-۱ در صورتی که مقاومت بتن معیار پذیرش باشد، آزمون‌های استاندارد باید تهیه شده و مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵ عمل‌آوری شوند. آزمون مقاومت باید توسط افراد صلاحیت‌دار انجام شود.

۱۱-۲ برای حداکثر هر 20 m^3 بتن یا هر زمان که در سیستم‌های کنترل نسبت اجزای بتن، تغییرات قابل توجهی داده شود، باید یک آزمون مقاومت روی دو آزمون استوانه‌ای همراه با آزمون‌های اسلامپ، دما و مقدار هوا انجام شود. برای هر رده بتن ریخته شده در هر روز، یک آزمون مقاومت باید انجام شود.

۱۱-۳ برای هر آزمون مقاومت، دو آزمون استوانه‌ای استاندارد باید ساخته شود (به بند ۱۴-۲-۲ مراجعه شود). نتیجه آزمون باید میانگین مقاومت به دست آمده از دو آزمون باشد. در صورتی که در یکی از آزمون‌ها شواهد مشخصی غیر از مقاومت کم، مبنی بر نادرستی نمونه‌برداری، قالب‌گیری، جابجایی، عمل‌آوری یا آزمون وجود داشته باشد، باید از آن آزمون صرف‌نظر کرده و مقاومت آزمون دوم را باید به عنوان نتیجه آزمون در نظر گرفت.

۱۱-۴ نماینده خریدار باید شماره بارنامه بتن و محل دقیق نمونه‌برداری بتن برای آزمون مقاومت را ثبت و نگهداری کند.

۱۱-۵ برای انطباق با ویژگی‌های این استاندارد، آزمون‌های مقاومت برای هر رده بتن باید دو الزام زیر را برآورده کند (به یادآوری بند ۱۱-۵-۲ مراجعه شود):

۱۱-۵-۱ میانگین سه آزمون مقاومت متوالی باید برابر یا بزرگ‌تر از مقاومت مشخصه (f_c) باشد؛ و

۱۱-۵-۲ هیچ یک از آزمون‌های مقاومت نباید بیش از 3.5 MPa کم‌تر از مقاومت مشخصه (f_c) باشند.

یادآوری- به علت تغییرپذیری مصالح، عملیات و انجام آزمون، میانگین مقاومت مورد نیاز برای برآورده ساختن این الزامات به‌طور قابل ملاحظه‌ای از مقاومت مشخصه بیشتر خواهد بود. این مقدار اضافی بستگی به انحراف معیار نتایج آزمون و دقت تعیین آن از روی نتایج قبلی دارد، هم‌چنان که در مدارک ACI 318 و ACI 301 تشریح شده است. اطلاعات مربوط، در جدول ۴ داده شده است.

جدول ۴- مقدار اضافی مورد نیاز برای رسیدن به مقاومت مورد نظر^a

انحراف معیار MPa					تعداد آزمون‌ها ^b
نامشخص	۵	۴	۳	۲	
^c	۱۰	۷٫۳	۴٫۷	۳٫۱	۱۵
^c	۹٫۱	۶٫۶	۴٫۳	۲٫۹	۲۰
^c	۸٫۲	۵٫۸	۴	۲٫۷	۳۰ یا بیشتر
^a برای رسیدن به میانگین مقاومت مورد نیاز، مقادیر ذکر شده به مقاومت مشخصه اضافه می‌شوند.					
^b تعداد آزمون روی یک مخلوط بتن برای تخمین انحراف معیار در سیستم تولید بتن، مخلوط مورد استفاده برای تعیین انحراف معیار باید دارای مقاومتی با اختلاف کمتر از 7 MPa از مقاومت مشخصه باشد و از همان مصالح ساخته شده باشد. به مدرک ACI 318 مراجعه شود.					
^c در صورتی که تعداد آزمون‌ها کم‌تر از ۱۵ مورد باشد، مقدار اضافی برای مقاومت مشخصه کم‌تر از 20 MPa برابر 7 MPa و برای مقاومت مشخصه 20 MPa (تا ۳۵) برابر 8.5 MPa و برای مقاومت مشخصه بیش‌تر از 35 MPa برابر 10 MPa است.					

۱۲ عدم دستیابی به مقاومت مورد نیاز

در صورتی که بتن مطابق الزامات بند ۱۱ مورد آزمون قرار گیرد، ولی مقاومت مورد نیاز طبق این استاندارد به دست نیاید، تولید کننده بتن و خریدار باید برای حل مشکل ایجاد شده با یکدیگر مذاکره نمایند. در صورتی که توافقی بین آنها حاصل نشود، موضوع از طریق هیأت سه نفره، متشکل از مهندسان صلاحیت دار رسیدگی می شود. ترکیب این هیأت به گونه ای خواهد بود که یک نفر نماینده خریدار، یک نفر نماینده تولید کننده بتن و نفر سوم توسط این دو نفر انتخاب می شود. مسئولیت مربوط به هزینه های این داوری باید توسط هیأت تعیین شود. تصمیمات این هیأت الزام آور است، مگر این که با حکم دادگاه عوض شود.

۱۳ استانداردهای روش های آزمون

۱۳-۱ بتن مطابق استانداردهای زیر مورد آزمون قرار می گیرد:

۱۳-۱-۱ آزمون های مقاومت فشاری، طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵؛

۱۳-۱-۲ آزمون مقاومت فشاری، طبق استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸؛

۱۳-۱-۳ بازدهی بتن، وزن مخصوص، طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱؛

۱۳-۱-۴ مقدار هوا، طبق استانداردهای ملی ایران شماره ۳۸۲۱، ۳۸۲۳ و یا ۳۵۲۰؛

۱۳-۱-۵ اسلامپ، طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۳-۲ و

۱۳-۱-۶ دما، طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۸.

۱۳-۲ آزمایشگاه انجام دهنده آزمون های پذیرش بتن باید الزامات استاندارد ASTM C1077 را برآورده کند.

۱۴ بازرسی

۱۴-۱ مصالح، تجهیزات پیماننه کردن و اختلاط

تولید کننده موظف است بدون اخذ هزینه، دسترسی کافی برای بازرسی جهت نمونه برداری از مصالح به کار رفته در بتن و کنترل تجهیزات پیماننه کننده و اختلاط برای تعیین انطباق بتن تولید شده با ویژگی های این استاندارد، فراهم کند. تمامی آزمون ها و بازرسی ها باید به طریقی انجام شود که تداخل زیادی در عملیات پیماننه کردن، اختلاط و تخلیه بتن ایجاد نکند.

۱۴-۱-۱ برای پروژه هایی با حجم بتن ریزی بیش از 40 m^3 در روز، حجم بتن تازه و سخت نشده باید به صورت روزانه کنترل شود (به بند ۷-۴ مراجعه شود).

۱۴-۱-۲ تولید کننده بتن باید آزمون های مربوط به واسنجی تجهیزات و کارایی مخلوط کن را در فواصل زمانی کم تر از شش ماه انجام دهد. در صورت درخواست، اطلاعات مربوط به آزمون های انجام شده با استفاده از مصالح

مورد نظر برای پروژه، باید به خریدار ارائه شود. نسبت اجزای مختلف بتن (سیمان، سنگدانه ریز و درشت، مواد افزودنی و آب) باید مطابق بند ۷-۵ کنترل شود.

۱۴-۲ بتن تازه

۱۴-۲-۱ پیمانکار باید بدون اخذ هزینه، همکاری لازم را بازرسی به عمل آورده و دسترسی کافی برای او فراهم آورد، تا او بتواند در زمان بتن‌ریزی از بتن تازه برای تعیین انطباق آن با ویژگی‌های این استاندارد، نمونه‌برداری کند.

۱۴-۲-۲ در هر زمان، پس از این که حداقل $0.05m^3$ از بتن تخلیه شد، یک نمونه از بتن برای آزمون‌های اسلامپ، مقاومت و آزمون مقدار هوا (در صورت لزوم) برداشته شود. حجم نمونه باید حداقل $0.05m^3$ باشد. برای هر سن آزمون، دو آزمون استوانه‌ای باید ساخته شود. آزمون‌های اسلامپ یا مقدار هوا یا هر دوی آن‌ها باید حداکثر تا ۵min پس از نمونه‌برداری شروع شده و سریعاً به اتمام برسد. قالب‌گیری آزمون‌ها برای آزمون‌های مقاومت باید حداکثر تا ۱۵min پس از نمونه‌برداری شروع شود. مدت زمان برای نمونه‌برداری و ساخت آزمون‌ها باید تا حد امکان کوتاه باشد.

۱۴-۲-۳ نمونه‌های مربوط به تعیین یکنواختی اختلاط باید در زمان‌های تعیین شده، برداشته شوند. پس از این که حداقل $0.05m^3$ از بتن تخلیه شد، نمونه‌ای با حداقل حجم $0.10m^3$ گرفته شده و نمونه بعدی پس از گذشت حداقل ۴min تخلیه پیوسته یا $0.075m^3$ (هر کدام که کوچک‌تر است) برداشته می‌شود. این نمونه‌ها باید برای تعیین انطباق با معیارهای داده شده در پیوست الف، کنترل شوند.

۱۴-۲-۴ آزمون‌های مورد نیاز برای تعیین انطباق بتن با ویژگی‌های این استاندارد باید توسط افراد صلاحیت‌دار انجام شود (به مدرک ACI CP-1 مراجعه شود).

۱۴-۳ در گزارش‌های آزمایشگاهی مربوط به نتایج آزمون بتن که برای تعیین انطباق با ویژگی‌های این استاندارد به کار برده می‌شود، باید مطابقت تمامی آزمون‌های انجام شده توسط آزمایشگاه یا عوامل آن با استاندارد روش‌های آزمون و یا انحراف از روش‌های آزمون ذکر شود (به یادآوری این بند مراجعه شود). همچنین در گزارش‌ها باید به هر بخشی از روش‌های آزمون که توسط آزمایشگاه انجام نشده است، اشاره شود. یادآوری - انحراف از استاندارد روش‌های آزمون می‌تواند اثرهای نامطلوبی بر روی نتایج آزمون داشته باشد.

۱۵ کارت اطلاعات پیمانانه

۱۵-۱ تولید کننده بتن آماده باید برای هر محموله بتن تخلیه شده، بارنامه یا مدرکی (کارت اطلاعات پیمانانه) به خریدار ارائه کند، که در آن اطلاعات زیر نوشته شده باشد:

۱۵-۱-۱ نام تولید کننده بتن؛

- ۱۵-۱-۲ در صورت دارا بودن پروانه کاربرد علامت استاندارد، علامت و شماره پروانه؛
- ۱۵-۱-۳ شماره سریال بارنامه یا کارت اطلاعات پیمانانه؛
- ۱۵-۱-۴ تاریخ ساخت بتن، زمان شروع و اتمام آن؛
- ۱۵-۱-۵ شماره شناسایی تجهیزات پیمانانه کننده یا مخلوط کننده و یا هر دو؛
- ۱۵-۱-۶ نام خریدار؛
- ۱۵-۱-۷ نام و آدرس پروژه؛
- ۱۵-۱-۸ نوع و رده بتن مطابق با مشخصات پروژه؛ و
- ۱۵-۱-۹ حجم بتن بر حسب متر مکعب و ارقام دورسنگ یا وسیله دیگری که نشانگر حجم بتن باشد.
- ۱۵-۲ اطلاعات تکمیلی که طبق مشخصات پروژه مورد نیاز باشد، در صورت درخواست خریدار، باید نوشته شود و شامل موارد زیر است:
- ۱۵-۲-۱ نوع و مقدار سیمان و اسم کارخانه تولید کننده آن؛
- ۱۵-۲-۲ نوع، اسم و مقدار هر ماده افزودنی؛
- ۱۵-۲-۳ اطلاعات لازم برای محاسبه مقدار کل آب اضافه شده توسط تولید کننده، مقدار کل آب اختلاط شامل آب آزاد روی سنگدانه‌ها و مقدار آب اضافه شده توسط تولید کننده از طریق تجهیزات پیمانانه کننده و مخلوط کننده و یا از طریق سایر منابع؛
- ۱۵-۲-۴ حداکثر اندازه سنگدانه؛
- ۱۵-۲-۵ وزن یا حجم سنگدانه ریز و درشت؛
- ۱۵-۲-۶ ثبت تنظیمات واسنجی شده برای کنترل جریان سنگدانه ریز و درشت، آب اضافه شده و مواد افزودنی؛
- ۱۵-۲-۷ اجزای سازنده بتن، که قبلاً تایید شده است؛ و
- ۱۵-۲-۸ اسم یا امضای مسئول دستگاه پیمانانه کننده و مخلوط کننده.

پیوست الف (الزامی) الزامات یکنواختی بتن

الف-۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این پیوست، تعیین روش‌های آزمون و الزامات یکنواختی برای بتن تولید شده توسط یک واحد مجزای پیمان‌کننده و مخلوط‌کننده با بارگیری مجاز و طبق الزامات این استاندارد است.

این آزمون‌ها و الزامات برای ارزیابی روش‌های بارگیری و عملیات تولید، تایید صحت عملکرد سیستم‌های توزین و نمایشگر کاربرد دارد. همچنین برای تعیین این که با افزایش استهلاک یا با انباشت بتن سخت شده یا هر دو، یکنواختی اختلاط کاهش می‌یابد یا نه، به کار می‌رود (به یادآوری این بند مراجعه شود).

یادآوری- روش بارگیری واحد پیمان‌کننده و مخلوط‌کننده، نگهداری مناسب و سایر عوامل ممکن است روی قابلیت واحد در تولید مخلوط بتن یکنواخت، تأثیرگذار باشد. بنابراین، استفاده از این استاندارد صرفاً برای تعیین کارایی مخلوط‌کن نیست، بلکه اثر مرکب روش بارگیری و عملیات تولید را بررسی می‌کند.

الف-۲ مخلوط بتن

یک مخلوط بتن با نسبت‌های نوعی برای کاربرد مورد نظر را آزمون کنید (به یادآوری این بند مراجعه کنید).

یادآوری- نسبت‌های توصیه شده برای مخلوط آزمون در مدرک VMMB 100-01 داده شده است، معمولاً آزمون تمامی مخلوط‌های تولید شده ضروری نیست، مگر این که تفاوت خیلی زیادی در مقدار اسلامپ (برای مثال ۲۵mm و ۱۵۰mm) یا حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ها (برای مثال ۹.۵mm و ۳۷.۵mm) وجود داشته باشد.

الف-۳ دستگاه آزمون و مواد

دستگاه و مواد باید مطابق با استانداردهای ملی ایران یا استانداردهای بین‌المللی باشد.

الف-۴ نمونه‌برداری

از بتن تخلیه شده طوری نمونه‌برداری کنید که با توجه به ظرفیت اسمی واحد، ۱۵٪ ابتدا یا انتهای آن نباشد (به یادآوری این بند مراجعه شود).

یادآوری- در صورت قطع و شروع مجدد جریان تخلیه بتن در طی فرآیند نمونه‌برداری، ممکن است بتن‌هایی با اسلامپ بزرگ‌تر از ۱۲۵mm در پره‌های مخلوط‌کن یا در ناوه شیب‌دار دچار جداشدگی شوند. بنابراین، تمامی نمونه‌ها باید بدون توقف و شروع مجدد جریان تخلیه بتن، نمونه‌برداری شوند.

الف-۵ اسلامپ

الف-۵-۱ دو آزمون اسلامپ روی هر نمونه بتن مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۳-۲ انجام دهید. آزمون اسلامپ را حداکثر تا ۵min پس از نمونه برداری شروع کنید.

الف-۵-۲ میانگین دو آزمون اسلامپ انجام شده روی هر نمونه را محاسبه کنید.

الف-۶ وزن مخصوص (وزن واحد حجم) بتن تازه

الف-۶-۱ وزن مخصوص بتن تازه در هر نمونه را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱ تعیین کنید. در صورت امکان، ابتدا وزن مخصوص بتن تازه را با ریختن در ظرف هواسنج بتن ۷ لیتری، مشخص کرده، سپس با متراکم کردن همان نمونه مقدار هوای بتن را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۲۰ تعیین کنید. از نمونه مذکور نمی‌توان برای تعیین درصد سنگدانه درشت بتن استفاده کرد (به یادآوری این بند مراجعه کنید).

یادآوری- تعیین وزن مخصوص بتن در ظرف بزرگ‌تر (۱۴ لیتری) می‌تواند تا حدی دقیق‌تر باشد. شمشه‌کشی نمونه مربوط به تعیین مقدار هوا ممکن است باعث جداشدگی یا از دست رفتن سنگدانه درشت شود، بنابراین، استفاده از یک نمونه بتن مجزا برای تعیین درصد سنگدانه درشت می‌تواند دقت آزمون را افزایش دهد.

الف-۶-۲ وزن مخصوص نمونه بتن تازه را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$D = (M_c - M_m) / V_m \quad (\text{الف ۱})$$

که در آن:

D وزن مخصوص (وزن واحد حجم) بتن تازه، بر حسب kg/m^3 ؛

M_c وزن ظرف پر شده با بتن، بر حسب kg ؛

M_m وزن ظرف خالی، بر حسب kg ؛ و

V_m حجم ظرف، بر حسب m^3 .

الف-۷ مقدار هوای موجود

برای تعیین مقدار هوای موجود در بتن، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۲۰ یا ۳۸۲۳ عمل کنید (هر کدام کاربرد داشته باشد).

الف-۸ وزن مخصوص (وزن واحد حجم) بتن تازه بدون هوا

برای هر نمونه، وزن مخصوص بتن تازه بدون هوا را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$AFFD = (100 \times D) / (100 - A) \quad (\text{الف ۲})$$

که در آن:

$AFFD$ وزن مخصوص بتن تازه بدون هوا، بر حسب kg/m^3 ؛

D وزن مخصوص بتن تازه بر حسب kg/m^3 ، طبق بند الف-۶؛ و

A مقدار هوا بر حسب درصد، طبق بند الف-۷.

الف-۹ مقدار سنگدانه درشت

الف-۹-۱ مقدار سنگدانه درشت را به روش خشک یا مرطوب به شرح زیر تعیین کنید: هنگامی که مقدار سنگدانه درشت روی یک نمونه بتن مجزا (عدم استفاده برای آزمون‌های دیگر) تعیین می‌شود، برای بتن حاوی سنگدانه درشت با حداکثر اندازه اسمی $19mm$ یا کوچک‌تر، حداقل وزن نمونه باید برابر با $10kg$ باشد و برای بتن با سنگدانه‌های بزرگ‌تر از $19mm$ ، حداقل وزن نمونه باید برابر با $20kg$ باشد (به یادآوری این بند مراجعه شود).

یادآوری- همان‌گونه که در بند الف-۶-۱ ذکر شد، نمونه مربوط به تعیین وزن مخصوص و مقدار هوا می‌تواند برای تعیین مقدار سنگدانه درشت نیز به کار رود و زمانی انتخاب می‌شود که مقدار سنگدانه درشت به دست آمده کوچک‌تر از $6/4kg$ باشد و دقت تعیین دانه‌بندی نیز تا حدی کم‌تر از روش ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷ است.

الف-۹-۲ از وزن نمونه‌ای که مطابق بند الف-۶ تعیین می‌شود، استفاده کنید و یا بخش دیگری از نمونه را در یک ظرف مناسب ریخته و وزن بتن را تعیین کنید. هنگامی که بتن حاوی سنگدانه‌هایی با حداکثر اندازه اسمی بزرگ‌تر از $25mm$ است، از یک نمونه بتنی استفاده کنید که به حد کافی بزرگ باشد تا مقدار سنگدانه درشت حاصل شده برای الک کردن نهایی، حداقل کمی بیش‌تر از مقدار مورد نیاز طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷ باشد.

الف-۹-۳ نمونه را روی الک نمره ۴ ($4/75mm$) به حد کافی شستشو دهید تا سیمان و سنگدانه ریز از آن جدا شود. وزن سنگدانه درشت را مطابق بند الف-۹-۳-۱ یا الف-۹-۳-۲ تعیین کنید.

الف-۹-۳-۱ روش خشک

نمونه و الک را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷ خشک کنید. وزن سنگدانه درشت باقی‌مانده روی الک نمره ۴ ($4/75mm$) را در حالت خشک (CA_{dry}) تعیین کنید.

الف-۹-۳-۲ روش مرطوب

با احتیاط به شستن نمونه روی الک نمره ۴ ($4/75mm$) ادامه دهید تا باقی‌مانده سنگدانه ریز از آن جدا شود. وزن نمونه غوطه‌ور در آب را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲ تعیین کنید. وزن سنگدانه باقی‌مانده روی الک نمره ۴ ($4/75mm$) را در حالت اشباع با سطح خشک (CA_{SSD}) را طبق رابطه (الف-۳) تعیین کنید.

$$CA_{SSD} = \frac{C}{\left(1 - \frac{1}{G_{SSD}}\right)} \quad (\text{الف ۳})$$

که در آن:

CA_{SSD} وزن سنگدانه درشت در حالت اشباع با سطح خشک، بر حسب kg؛
 C وزن سنگدانه در حالت غوطه‌وری، بر حسب kg؛ و
 G_{SSD} چگالی نسبی (وزن مخصوص) سنگدانه در حالت اشباع با سطح خشک.

الف-۹-۴ درصد مقدار سنگدانه درشت را بر اساس وزن محاسبه کنید، وزن سنگدانه درشت (CA_{dry} یا CA_{SSD}) به عنوان درصدی از وزن نمونه بتن اولیه بیان می‌شود.

الف-۱۰ مقاومت فشاری

الف-۱۰-۱ از هر نمونه بتن، مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵ حداقل دو آزمونه استوانه‌ای به ابعاد mm (۱۵۰×۳۰۰) یا mm (۱۰۰×۲۰۰) تهیه و عمل‌آوری کنید. استوانه‌ها را مطابق معمول عمل‌آوری کنید، با این تفاوت که عمل‌آوری اولیه باید با غوطه‌وری در آب آهک بلافاصله پس از قالب‌گیری صورت گیرد. دمای آب را در h (۴۸ تا ۲۴) اولیه در حدود °C (۲۷ تا ۱۶) نگهداری کنید. در ادامه، استوانه‌ها را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵ عمل‌آوری کنید تا برای انجام آزمون آماده شود.

الف-۱۰-۲ استوانه‌ها را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸ در سن ۷ روزه، آزمون کنید. میانگین آزمون‌های مقاومت ۷ روزه را برای هر نمونه بتن محاسبه کنید و مقدار آن را بر حسب درصدی از میانگین تمام آزمونه‌های ساخته شده از مخلوط مورد آزمون در همان سن، بیان کنید.

الف-۱۰-۳ نتایج مربوط به آزمونه‌های مجزای ساخته شده از یک نمونه بتن را بررسی کنید. در صورتی که دو استوانه مورد آزمون قرار گیرد، از نتایج آزمونه‌هایی که بیش از ۸٪ از مقدار میانگین اختلاف داشته باشند، صرف‌نظر کرده و در صورتی که سه استوانه مورد آزمون قرار گیرد، از نتایج آزمونه‌هایی که بیش از ۹٫۵٪ از مقدار میانگین اختلاف داشته باشند، صرف‌نظر کنید (به یادآوری این بند مراجعه شود).

یادآوری- در مورد میانگین، این محدوده‌ها نباید بیش از یک‌بار در ۲۰ آزمون افزایش پیدا کنند. مقادیر مربوط به محدوده‌های مجاز در مورد استوانه‌های مجزا طبق استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸ تعیین شده است. با توجه به این که مقادیر d2s در استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸ برای استوانه‌هایی با ابعاد mm (۱۵۰×۳۰۰) است، بنابراین، داده‌های موجود برای استوانه‌هایی با ابعاد mm (۱۰۰×۲۰۰) باید با احتیاط به کار برده شود.

الف-۱۱ یکنواختی مورد نیاز

حداقل الزامات یکنواختی مورد نیاز در جدول الف ۱ داده شده است.

جدول الف-۱ الزامات یکنواختی بتن داخل پیمانه^a

آزمون	محدوده نتایج آزمون مربوط دو نمونه
مقدار هوا، بر حسب درصد	۱
وزن مخصوص بتن تازه بدون هوا، بر حسب Kg/m^3	۱۶
mm mm	در صورتی که میانگین اسلامپ برابر ۱۰۰ mm یا کم تر باشد.
	در صورتی که میانگین اسلامپ بیش تر از ۱۰۰ mm باشد.
مقدار سنگدانه درشت، بر حسب درصدی از وزن بتن	۶
مقاومت فشاری ۷ روزه، بر حسب درصد میانگین ^b	۷/۵

^a یک آزمون سریع برای پی بردن به یکنواختی احتمالی پیمانه بتن، آزمون یکنواختی اسلامپ و مقدار هوا در بتن حبابدار است.

^b درصد میانگین مقاومت، برای دو نمونه برداشته شده از یک پیمانه محاسبه می شود. از هر یک از دو نمونه، دو یا سه استوانه مورد آزمون قرار می گیرد. هنگامی که سایر الزامات برآورده شدند، بهتر است به صورت موقت تایید شده تا نتایج آزمون مقاومت ۷ روزه مشخص شوند.

الف-۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف-۱۲-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

الف-۱۲-۲ مشخصات واحد و ظرفیت اسمی آن؛

الف-۱۲-۳ تشریح وضعیت جانمایی واحد؛

الف-۱۲-۴ تشریح روش های بارگیری و عملیات تولید؛

الف-۱۲-۵ تنظیمات کنترلی واحد؛

الف-۱۲-۶ مشخصات فرد یا شرکت آزمون کننده، که شامل موارد زیر است:

الف-۱۲-۶-۱ نام و آدرس شرکت؛

الف-۱۲-۶-۲ شخص مسئول؛

الف-۱۲-۶-۳ مدرکی که نشان دهد تمامی افراد آزمون گر مطابق بند ۱۴-۲-۴ تایید صلاحیت شده اند؛ و

الف-۱۲-۶-۴ مدرکی که نشان دهد تمامی آزمون ها مطابق با روش های آزمون ارجاع داده شده و اصلاحات ذکر شده در این استاندارد، انجام گرفته است.

الف-۱۲-۷ اطلاعات آزمون بتن، که شامل موارد زیر است:

الف-۱۲-۷-۱ نتایج آزمون مجزا برای هر اندازه گیری اسلامپ، مقدار هوا، وزن مخصوص بتن تازه، وزن مخصوص بتن تازه بدون هوا، مقدار سنگدانه درشت (با ذکر روش تعیین، خشک یا تر) و مقاومت فشاری ۷ روزه (با ذکر اندازه استوانه)؛

الف-۱۲-۷-۲ میانگین های آزمون های تکراری انجام شده روی یک نمونه؛

الف-۱۲-۷-۳ محدوده نتایج آزمون های مربوط به دو نمونه؛ و

الف-۱۲-۷-۴ مقایسه محدود نتایج آزمون با حداکثر مقادیر مجاز داده شده در جدول الف ۱.