



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۳۸۲۱

تجدید نظر اول

۱۳۹۳

INSO

3821

1st.Revision

2015

بتن - تعیین وزن مخصوص، بازدهی و مقدار  
هوای بتن (روش وزنی) - روش آزمون

Concrete-Determination of Density (Unit  
Weight), Yield, and Air Content  
(Gravimetric)- Test Method

ICS: 91.100.30

## 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 پیشنهادهای 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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-تعیین وزن مخصوص، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی)- روش آزمون»

(تجدیدنظر اول)

### رئیس :

رئیس، محمد  
(دکتر مهندسی عمران)

### سمت و / یا نمایندگی

دانشگاه صنعتی اصفهان

### دبیر :

محمدی راد، شهناز  
(کارشناسی ارشد شیمی معدنی)

شرکت کیمیا سنج سپاهان

### اعضاء : ( اسامی به ترتیب حروف الفبا )

افتخاری، مجید  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سازمان نظام مهندسی استان اصفهان

آذر، الهه  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دانشگاه خوراسگان

امیدی، زهرا  
(لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس استاندارد

ایروانی، آزاده  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

پناهنده، میلاد  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

جانمیان، کامبیز  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت بکار بتن

جوانی راد، مهدی  
(کارشناس مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

سجودی، پویا  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت میعاد بتن سپاهان

عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی	شرقی، عبدالعلی (دکتر مهندسی عمران)
شرکت گروت سازان ساورد	صادقی، آرزو (کارشناس ارشد زمین شناسی)
شرکت معیارگستر زاینده رود	طاهری، سلمان (کارشناس مهندسی شیمی)
شرکت شاهین بتن	فتاحی، حامد (کارشناس مهندسی عمران)
شرکت معیارگستر زاینده رود	مستاجران، حسین (کارشناس مدیریت)
سازمان نظام مهندسی استان اصفهان	میرقادری، حسین (کارشناس مهندسی عمران)
شرکت معیارگستر زاینده رود	میرزایی، مقداد (کارشناس مهندسی عمران)
شرکت معیارگستر نقش جهان	موسوی، سید مسعود (کارشناس مدیریت)
انجمن صنفی تولیدکنندگان بتن آماده اصفهان	نعمت بخش، مسعود (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
شرکت معیارگستر نقش جهان	ورد، احمد (کارشناس مهندسی عمران)
شرکت معیارگستر زاینده رود	هاشمی باجگیران، سیدسجاد (کارشناس مهندسی عمران)
شرکت بتون کاران	هندی، سیدعلی (کارشناس مهندسی عمران)

شرکت کیمیا سنج سپاهان

یزدی، جواد  
(کارشناس مهندسی عمران)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ وسایل
۴	۵ نمونه برداری
۴	۶ روش انجام آزمون
۵	۷ روش محاسبه
۸	۸ گزارش آزمون
۸	۹ دقت و اریبی

## پیش‌گفتار

استاندارد «بتن - تعیین وزن مخصوص، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی) - روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۷۴ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و درپانصد و هفتاد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 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 ۳۸۲۱: سال ۱۳۷۴ است.

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

ASTM C138/C138M: 2013a, Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete

# تعیین وزن مخصوص، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی) - روش آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین وزن مخصوص بتن تازه و ارائه فرمول محاسبه بازدهی، عیار سیمان و مقدار هوای موجود در بتن است.

**یادآوری ۱-** در متن این استاندارد به نکته‌ها و زیرنویس‌هایی ارجاع داده شده که اطلاعات اضافی را ارائه می‌کند، این نکات و زیرنویس‌ها (به جز آن‌هایی که در جداول هستند) نباید به عنوان الزامات این روش آزمون در نظر گرفته شوند.

**هشدار-** 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 کرده و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

## 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 تجدیدنظرهای 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 تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۹: سیمان پرتلند - ویژگی‌ها
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۲۰۱: بتن تازه - قسمت یک: نمونه برداری
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۳۲۰۳: بتن تازه - قسمت دوم - تعیین روانی به روش اسلامپ - روش آزمون
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۳۲۰۵: بتن - ساخت و عمل‌آوری آزمون هادرکارگاه - آیین کار
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰-۳۵۲۰: بتن تازه - تعیین مقدار هوای موجود
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳-۳۸۲۳: بتن تازه - روش آزمون تعیین اندازه‌گیری مقدار هوای موجود (روش حجمی)
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۹۸۱: سنگدانه - روش آزمون وزن واحد و فضای خالی
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۸-۷۱۴۸: سیمان‌های هیدرولیکی - تعیین چگالی - روش آزمون



## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

### ۱-۳

#### بازدهی بتن

حجم بتن تولیدشده که با استفاده از مقدار معینی مصالح در هر مرحله بتن سازی حاصل می‌شود.

### ۴ وسایل

۱-۴ ترازو، ترازو یا باسکول با دقت ۴۵ گرم و یا ۰٫۳ درصد بار آزمون در دامنه مورد استفاده (هرکدام که بیشتر است). ظرفیت ترازو باید با توجه به وزن خالی پیمانہ و وزن پیمانہ با مواد داخل آن با چگالی  $2600 \text{ kg/m}^3$  در نظر گرفته شود.

۲-۴ میله تراکم، یک میله فولادی صاف با سطح مقطع دایره‌ای با قطر  $16 \pm 2 \text{ mm}$  است. طول میله باید حداقل  $100 \text{ mm}$  بیشتر از عمق پیمانہ مورد استفاده بوده و نباید بیشتر از  $600 \text{ mm}$  باشد (یادآوری رابینید). میله باید دارای یک یا دو سر نیم‌دایره‌ای با همان شعاع سطح مقطع میله باشد.

یادآوری - میله‌ای با طول  $400 \text{ mm}$  تا  $600 \text{ mm}$  که مطابق با الزامات استانداردهای بند ۲-۳، ۲-۴، ۲-۵ و ۲-۶ است.

۳-۴ لرزاننده داخلی، این لرزاننده در زمان استفاده، باید دارای بسامد حداقل  $9000$  ارتعاش در دقیقه ( $150 \text{ Hz}$ ) باشد. قطر خارجی و یا ابعاد بیرونی عضو لرزاننده باید حداقل  $19 \text{ mm}$  و حداکثر  $38 \text{ mm}$  باشد. مجموع طول میله لرزاننده و عضو لرزاننده باید حداقل  $75 \text{ mm}$  بیشتر از عمق قسمتی که متراکم می‌شود، باشد.

۴-۴ پیمانہ، ظرفی استوانه‌ای از جنس فولاد و یا هر فلز مناسب دیگر است (یادآوری رابینید). حداقل ظرفیت پیمانہ باید بر اساس اندازه اسمی سنگدانه های بتن مورد آزمون مطابق با الزامات جدول ۱ انتخاب شود. تمامی پیمانہ‌ها به جز پیمانہ اندازه‌گیری هواسنج باید با الزامات بند ۲-۷ مطابقت داشته باشند. پیمانہ اندازه‌گیری هواسنج باید مطابق با الزامات بند ۲-۵ باشد و حجم آن باید به روشی که در بند ۲-۷ توضیح داده شده و اسنجی شود. لبه بالایی پیمانہ هواسنج باید صاف و تراز با دقت  $0.3 \text{ mm}$  باشد (یادآوری رابینید).

جدول ۱- ظرفیت پیمانانه

ظرفیت پیمانانه <sup>a</sup> (لیتر)	بیشینه اندازه اسمی سنگدانه درشت (میلی متر)
۶	۲۵
۱۱	۳۷٫۵
۱۴	۵۰
۲۸	۷۵
۷۰	۱۱۲
۱۰۰	۱۵۰

<sup>a</sup> ظرفیت پیمانانه باید طبق آزمون بیشینه اندازه اسمی سنگدانه مساوی یا کوچکتر از آن چه در جدول آمده، به کار رود. حجم واقعی پیمانانه باید حداقل ۹۵٪ حجم اسمی فهرست شده باشد.

**یادآوری ۱** - پیمانانه نباید از جنسی انتخاب شود که با خمیر سیمان واکنش سریع داشته باشد. چنانچه در مواردی مواد واکنش پذیر مانند آلیاژهای آلومینیم استفاده شود، در اثر واکنش اولیه یک لایه سطحی به سرعت روی سطح تماس شکل می گیرد که این لایه به عنوان یک پوشش محافظ عمل کرده و از خوردگی بیشتر فلز جلوگیری می کند.

**یادآوری ۲** - لبه بالایی پیمانانه باید صاف باشد به صورتی که یک فیلر  $0.3 \text{ mm}$  نتواند بین لبه پیمانانه و یک قطعه شیشه مسطح به ضخامت  $6 \text{ mm}$  و یا یک صفحه شیشه ای ضخیم تر که بر روی لبه بالایی پیمانانه گذاشته می شود، قرار گیرد.

**۴-۵** صفحه صاف کننده<sup>۱</sup> (جهت تخلیه بتن اضافه در پیمانانه)، صفحه صاف کننده باید یک فلز مسطح مستطیل شکل با ضخامت حداقل  $6 \text{ mm}$  و یا یک صفحه شیشه ای یا اکریلیکی با ضخامت حداقل  $12 \text{ mm}$  که طول و عرض آن حداقل  $50 \text{ mm}$  از قطر پیمانانه مورد نظر، بیشتر باشد. لبه های صفحه باید صاف و رواداری آن  $2 \text{ mm}$  باشد.

**۴-۶** چکش، اگر پیمانانه مورد استفاده  $14$  لیتری و یا کوچکتر باشد، چکش (سر آن از جنس لاستیک و یا چوب است) باید دارای جرم  $600 \text{ g} \pm 200 \text{ g}$ ، و چنانچه پیمانانه بزرگتر از  $14$  لیتر بود، جرم چکش باید  $1000 \text{ g} \pm 200 \text{ g}$  باشد.

**۴-۷** بیلچه، اندازه آن باید به قدر کافی بزرگ باشد تا مقدار بتنی که از ظرف نمونه گیری برداشته می شود، نماینده کل بتن باشد و آن قدر بزرگ نباشد که هنگام ریختن نمونه در داخل پیمانانه از اطراف آن به بیرون بریزد.

## ۵ نمونه برداری

نمونه‌گیری از بتن تازه باید مطابق با بند ۲-۲ انجام شود.

## ۶ روش انجام آزمون

۱-۶ روش تراکم باید بر اساس اسلامپ موردنیاز تعیین گردد. مگر اینکه روش تراکم در ویژگی‌ها قیدشده باشد. روش‌های تراکم، دو روش میله زدن و لرزش درونی است، بتن‌های دارای اسلامپ بیشتر از ۷۵mm باید با میله زدن، با اسلامپ بین ۲۵mm تا ۷۵mm با میله زدن و یا لرزش درونی و بتن‌های با اسلامپ کمتر از ۲۵mm به وسیله لرزش درونی متراکم می‌شوند.

یادآوری - برای بتن نسبتا خشک که معمولا جهت تولید لوله و بلوک ساختمانی استفاده می‌شود، نمی‌توان از این روش استفاده نمود.

۲-۶ قبل از ریختن بتن در پیمان، ابتدا داخل آن مرطوب شده و آب اضافی کف آن دور ریخته شود. پیمان را روی یک سطح صاف قرار داده، بتن را با استفاده از بیلچه داخل پیمان بریزید. ریختن بتن در داخل پیمان به صورت دورانی انجام شود تا اطمینان حاصل گردد که توزیع بتن با حداقل جدایش صورت گرفته است. لایه‌های بتن را با یکی از روش‌های تراکم (بند ۳-۶ یا بند ۴-۶ را ببینید) متراکم کنید تا پیمان پر شود.

۳-۶ میله زدن - بتن را باید در سه لایه تقریبا با حجم یکسان داخل پیمان ریخت. چنانچه از پیمان‌های با ظرفیت اسمی ۱۴ لیتر و یا کمتر استفاده شود، هر لایه با ۲۵ ضربه و چنانچه از پیمان‌های با ظرفیت اسمی ۲۸ لیتر استفاده شود، هر لایه را باید با ۵۰ ضربه میله زدن، متراکم نمود. برای پیمان‌های بزرگ‌تر یک ضربه به ازای هر  $20\text{cm}^2$  وارد شود. هر لایه به تعداد موردنیاز و به صورت یکنواخت با سر گرد میله، میله زنی شود. لایه زیرین در سرتاسر عمق، میله زنی شود. در میله زنی این لایه مراقب باشید که آسیبی به کف پیمان وارد نشود. برای دولایه بالایی، میله باید حدود ۲۵mm در لایه زیرین نفوذ نماید. پس از میله زدن هر لایه، به آهستگی کناره‌های پیمان با استفاده از یک چکش چوبی یا لاستیکی مناسب ۱۰ تا ۱۵ بار ضربه زده شود (بند ۴-۶ را ببینید) تا فضاهای خالی که توسط میله زدن ایجادشده، پر و حباب‌های هوای محبوس شده خارج شوند. لایه آخر بتن باید طوری ریخته شود که پیمان بیش از حد پر و سرریز نشود.

۴-۶ لرزش درونی - پیمان را باید با دولایه تقریبا مساوی پر نموده و آن را مرتعش نمود. قبل از لرزش هر لایه، تمام بتن آن لایه را در ظرف پیمان ریخته، لرزاننده در سه محل مختلف هر لایه قرار داده شود. هنگام لرزش لایه زیرین، لرزاننده نباید تماسی با ته پیمان و یا جداره‌های اطراف آن پیدا نماید. زمانی که لایه نهایی متراکم می‌شود، لرزاننده باید ۲۵mm در داخل لایه زیرین نفوذ نماید. در موقع خارج نمودن لرزاننده باید دقت گردد که هیچ‌گونه حباب هوا در آزمون ایجاد نشود. زمان لازم برای لرزش بستگی به روانی بتن و عملکرد

لرزاننده دارد (یادآوری ۱ را ببینید) لرزش را باید تا زمانی ادامه داد که بتن به نحو مناسبی متراکم شده باشد (یادآوری ۲ را ببینید). برای یک نوع بتن نباید لرزاننده، پیمانان و زمان لرزش تغییر کند.

**یادآوری ۱-** معمولا زمان لرزش هنگامی کافی است که سطح نمونه نسبتا صاف و هموار شده باشد.

**یادآوری ۲-** لرزش بیش از حد ممکن است باعث جدایش و از دست رفتن مقدار محسوسی از هوای لازم در داخل بتن شود.

**۵-۶** در پایان تراکم، مقدار بتن در پیمانان نباید بیشتر یا کمتر از گنجایش ظرف باشد. مقدار بهینه بتن معمولا به ارتفاع تقریبا ۳mm از سطح بالایی پیمانان، بالاتر است. کمبود بتن در پیمانان را می توان با افزودن مقدار کمی بتن اصلاح نمود. اگر در پایان عملیات تراکم، مقداری بتن در پیمانان به صورت اضافه مشاهده شود، باید آن را بلافاصله بعد از تراکم و قبل از شروع صاف نمودن، به وسیله بیلچه خارج نمود.

**۶-۶** صاف کردن سطح بتن - پس از تراکم، سطح بالایی بتن با استفاده از صفحه صاف کننده به طور دقیق صاف می شود، همچنین باید دقت نمود که سطح بالایی پیمانان به طور یکسان پر و هم تراز شود. برای صاف نمودن سطح بالایی پیمانان، صفحه صاف کننده بر روی سطح بالایی پیمانان به طوری که تقریبا دوسوم سطح را بپوشاند قرار داده شده، سپس صفحه به صورت اره ای حرکت داده شده و از روی پیمانان جدا می گردد. صفحه صاف کننده مجددا در سطح پیمانان قرار می گیرد به طوری که تا دوسوم سطح اصلی را بپوشاند و با فشار عمودی و حرکت اره ای تمام سطح پوشانده می شود. با چندبار کشیدن لبه صفحه بصورت مایل، سطحی صاف ایجاد می شود.

**۷-۶** تمیز کردن و توزین - بعد از صاف کردن، تمام بتن اضافی را از سطح خارجی پیمانان تمیز نموده و وزن خالص بتن در پیمانان، مطابق با بند ۴-۱، با دقت توزین شود.

**۷** روش محاسبه

**۱-۷** وزن مخصوص

وزن خالص بتن بر حسب کیلوگرم، با کم کردن وزن پیمانان از وزن پیمانان پر شده به دست می آید. وزن مخصوص، با تقسیم کردن وزن خالص بتن بر حجم پیمانان طبق معادله (۱) محاسبه می شود:

$$D = (M_c - M_m) / V_m \quad (1)$$

که در آن:

$D$  وزن مخصوص بتن بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب؛

$M_c$  وزن پیمانان پر شده با بتن بر حسب کیلوگرم؛

$M_m$  وزن پیمانان بر حسب کیلوگرم؛

$V_m$  حجم پیمانان بر حسب مترمکعب.

## ۲-۷ وزن مخصوص نظری<sup>۱</sup>

وزن مخصوص نظری طبق معادله (۲) محاسبه می‌شود:

$$T=M/V \quad (۲)$$

که در آن:

T وزن مخصوص نظری بتن که برای یک نمونه عاری از هوا محاسبه شده است، برحسب کیلوگرم بر مترمکعب؛  
M وزن کل مواد موجود در ترکیب برحسب کیلوگرم؛  
V حجم مطلق کلی اجزای تشکیل دهنده ترکیب برحسب مترمکعب.

**یادآوری ۱-** وزن مخصوص نظری یک مقدار آزمایشگاهی است که برای تمامی ترکیب‌هایی که با اجزای تشکیل دهنده و نسبت‌های یکسان ساخته شوند، ثابت باقی می‌ماند.

**یادآوری ۲-** وزن کل عبارت است از مجموع وزن سیمان، سنگدانه‌های ریز و درشت، آب اضافه شده به ترکیب و هر ماده جامد یا مایع استفاده شده در ترکیب.

۱-۲-۷ حجم مطلق هر ماده برحسب مترمکعب برابر با وزن ماده برحسب کیلوگرم تقسیم بر ۱۰۰۰ برابر وزن مخصوص آن است. برای سنگدانه‌ها وزن مخصوص و وزن را در شرایط اشباع و سطح-خشک<sup>۲</sup> مبنا قرار گیرد. برای سیمان، وزن مخصوص حقیقی مطابق بند ۲-۸ تعیین می‌شود. برای سیمانی که مطابق با بند ۲-۱ تولید شده، استفاده از عدد ۳/۱۵ به عنوان وزن مخصوص مجاز است.

## ۳-۷ بازدهی

بازدهی بتن طبق معادله (۳) محاسبه می‌شود:

$$Y=M/D \quad (۳)$$

که در آن:

Y بازدهی، حجم بتن تولید شده در هر ترکیب برحسب مترمکعب؛  
M وزن کل مصالح پیمان شده برای تولید بتن برحسب کیلوگرم؛  
D وزن مخصوص بتن برحسب کیلوگرم بر مترمکعب.

---

1. Theory

2- Surface-dry

#### ۴-۷ بازدهی نسبی

بازدهی نسبی عبارت است از نسبت حجم حقیقی به دست آمده بتن به حجم محاسبه شده برای ترکیب (یادآوری رابینید) که طبق معادله (۴) محاسبه می شود:

$$R_y = Y/Y_d \quad (۴)$$

که در آن:

$R_y$  بازدهی نسبی؛

$Y$  بازدهی بر حسب مترمکعب؛

$Y_d$  حجم بتنی که ترکیب برای تولید آن محاسبه شده است بر حسب مترمکعب.

یادآوری - چنانچه مقدار بازدهی نسبی بیشتر از ۱٫۰۰ باشد نشان دهنده تولید اضافی بتن بوده و مقدار کمتر از ۱٫۰۰ نشان می دهد که حجم بتن تولید شده کمتر از حجم محاسبه شده است.

#### ۵-۷ عیار سیمان

عیار سیمان طبق معادله (۵) محاسبه می شود:

$$C = C_b/Y \quad (۵)$$

که در آن:

$C$  عیار سیمان بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب؛

$C_b$  وزن سیمان در ترکیب بر حسب کیلوگرم؛

$Y$  بازدهی بر حسب مترمکعب.

#### ۶-۷ مقدار هوای موجود

مقدار هوای موجود در بتن طبق معادله (۶) محاسبه می شود:

$$A = [(T-D)/T] \times 100 \quad (۶)$$

#### ۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۸ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۲-۸ کارت اطلاعات پیمانانه بتن؛

۳-۸ تاریخ آزمون؛

- ۴-۸ حجم پیمانہ چگالی با تقریب ۰/۰۱ لیتر؛
- ۵-۸ وزن مخصوص با تقریب ۱/۰ کیلوگرم بر مترمکعب؛
- ۶-۸ چگالی نظری، در صورت نیاز، با تقریب ۱/۰ کیلوگرم بر مترمکعب؛
- ۷-۸ بازدهی، در صورت نیاز، با تقریب ۰/۱ مترمکعب؛
- ۸-۸ بازدهی نسبی، در صورت نیاز، با تقریب ۰/۰۱؛
- ۹-۸ عیار سیمان، در صورت نیاز، با تقریب ۰/۵ کیلوگرم بر مترمکعب؛
- ۱۰-۸ مقدار هوا، در صورت نیاز، با تقریب ۰/۱ درصد.

## ۹ دقت و اریبی

### ۱-۹ دقت

تخمین دقت برای این روش آزمون بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از مکان‌های مختلف توسط انجمن ملی بتن آماده است. این اطلاعات مربوط به ترکیبات بتنی با اسلامپ در محدوده ۷۵ میلی متر تا ۱۵۰ میلی متر و چگالی بین  $1842 \text{ kg/m}^3$  تا  $2483 \text{ kg/m}^3$  برای بتن حاوی هوا و بدون هوا است. این مطالعه با استفاده از پیمانہ ۷ لیتری و ۱۴ لیتری انجام شده است.

### ۱-۱-۹ دقت یک کارور

انحراف استاندارد یک کارور برای مخلوط بتن تازه  $10.4 \text{ kg/m}^3$  تعیین شده است. بنابراین نتایج دو آزمون با یک کارور بر روی نمونه‌های بتنی مشابه نباید بیشتر از  $29.6 \text{ kg/m}^3$  تفاوت داشته باشد.

### ۲-۱-۹ دقت چند کارور

انحراف استاندارد چند کارور برای مخلوط بتن تازه  $13.1 \text{ kg/m}^3$  تعیین شده است. بنابراین نتایج دو آزمون انجام شده توسط دو کارور بر روی نمونه‌های بتنی مشابه نباید بیشتر از  $37 \text{ kg/m}^3$  تفاوت داشته باشد.

### ۲-۹ اریبی

برای این روش آزمون اریبی تعیین نشده است.