



جمهوری اسلامی ایران

ISIRI

6042

1st-Edition

MAY 2002

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۶۰۴۲

چاپ اول

اردیبهشت ماه ۱۳۸۱

بتن آماده—روش آزمون برای تعیین مقدار سیمان مخلوط

Test Methods for: Determining The Cement
Content of Freshly Mixed Concrete

	نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳
	دفتر مرکزی : تهران - بالاتراز میدان ولی عصر، کوچه شهید شهامتی، پلاک ۱۴ صندوق پستی ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹
	تلفن مؤسسه در کرج : ۰۲۶۱ - ۲۸۰۶۰۳۱-۸
	تلفن مؤسسه در تهران : ۰۲۱ - ۸۸۰۲۲۷۶
	دورنگار : کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ تهران ۰۲۱-۲۸۰۷۰۴۵
	بخش فروش - تلفن : ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ دورنگار : ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵
	پیام نگار Standard @ isiri.or.ir
	بهای: ۲۵۰۰ ریال

- Headquarter: Institute of Standards and Industrial Research of IRAN
P.O.Box 31585-163 Karaj - IRAN*
- Central office: NO.14, Shahid Shahamati St., Valiasr Ave. Tehran
P.O.Box: 14155-6139*
- Tel.(Karaj): 0098 261 2806031-8*
- Tel.(Tehran): 0098 21 8909308-9*
- Fax(Karaj): 0098 261 2808114*
- Fax(Tehran): 0098 21 8802276*
- Email: Standard @ isiri.or.ir*
- Price: 2500 Rls*

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهد دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می‌باشد.

تدوین استاندارد در رشته‌های مختلف توسط کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می‌گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت‌ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن‌آوری حاصل از مشارکت اگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمان‌های دولتی باشد. پیش‌نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع واعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمان‌های علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می‌گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ۱۵^۱ تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل می‌گردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد می‌باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرين پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی استفاده می‌نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازنی پیش‌بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرفکنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید.

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، پاورسی، سعیزی و گواهی کنندگان سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان و سایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می‌نماید. ترویج سیستم بین‌المللی یکاهما، کالیبراسیون و سایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می‌باشد.

کمیسیون استاندارد "روش آزمایش برای تعیین مقدار سیمان مخلوط بتن تازه"

سمت یا نامایندگی

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت

رئیس

فامیلی - هرمز

اعضاء

بلند پایه - برج میلاند

ایزدی - مجید

تعاونت تحقیقاتی مرکز تحقیقات مسکن

پرهیزکار - طبیه

مدیر عامل وست بتن

پبله وربان - جعفر

دفتر فنی سازمان مدیریت

تبار - علی

مرکز تحقیقات و توسعه سیمان فارس خوزستان آیک

خطیبی - جارید

سازمان مدیریت و برنامه ریزی

خاشعی - حمید رضا

سیمان تهران

شریفیان - جواد

مدیر صنایع ساختمانی موسسه استاندارد

سازور - رسول

رئیس هیئت مدیره انجمن تولید کنندگان بتن

صادقانپور - صادق

انجمن صنفی سیمان

غلام حسینیان - قاسم

مدیر تولید شرکت شوساک

کمالی - آرش

عضو هیئت علمی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

گنجیان - اسماعیل

وست بتن

ولی زاده - ابراهیم

دبیر

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

حمیدی - عباس

پیش‌گفتار

استاندارد "روش آزمایش برای تعیین مقدار سیمان بتن تازه" که توسط کمیسیون‌های فنی مربوطه تهیه و تدوین شده و در ۶۷ جلسه کمیته ملی استاندارد ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۰/۹/۸۰ مورد تصویب فرار 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 می‌شود.

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

در تهیه و تجدید نظر این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین‌المللی و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منابع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

1- ASTM C1078-87

*Standard Test Methods for
Determining the Cement Content
Of Freshly Mixed Concrete*

استاندارد روش آزمایش برای تعیین مقدار سیمان مخلوط بتن تازه

۱ هدف و دامنه کاربرد

این روش آزمایش مقدار سیمان مخلوط بتن تازه را به دو روش مختلف تعیین مینماید. این روشها برای همه مخلوط‌های بتن ساخته شده با سیمان پرتلند که می‌توان آنها را از قبل کالیبره کرد، استفاده میشود. با استثناء مخلوط‌هایی که دارای بعضی از سنگدانه‌ها و مواد افزودنی هستند که در هنگام شسته شدن در روی الک ۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰) باعث بوجود آوردن مقادیر متفاوتی از بونهای کلسیم تحت شرایط آزمایش در محلول میشوند، انتخاب آزمایش بسنگی به روش مصرف کننده یا خریدار دارد. محیطی که تحت شرایط آن روش‌های آزمایش استفاده میشوند، میتوانند در انتخاب روش مؤثر باشند این روش‌های آزمایش را برای تعیین قابلیت تغییر مقدار سیمان در یک پیمانه بتن و قابلیت تغییر مقدار سیمان در بین چند پیمانه بتن که اسماء بتن آنها یکسان است، میتوانند بکار روند. اگر از این روش‌های آزمایش برای مشخص کردن یکنواختی بتن استفاده گردد، باید روش‌های مناسب و صحیح نمونه برداری نیز اعمال شوند. روش نمونه برداری مربوط به این آزمایش در بند ۴ آمده است. اگر همراه با این روش آزمایش، آزمایش ۱۰۷۹ C نیز اجرا شود، میتوان نسبت آب به سیمان بتن را تخمین زد.

این روش‌های آزمایش برای بتن‌هایی که دارای بعضی از سنگدانه‌ها یا مواد افزودنی هستند که در هنگام شسته شدن در روی الک ۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰) باعث وجود آوردن مقادیر متفاوتی از بونهای کلسیم تحت شرایط آزمایش در محلول میشوند، قابل استفاده نیست. اختلاف بونهای کلسیم هنگام انجام کالیبراسیون ظاهر میشود. این پراکندگی موجب میشود که بتران در نتایج آزمایش کالیبراسیون پراکندگی کمتر از ۵ درصد را بدست آورد و یا نتوان به یک منحنی کالیبراسیون خطی رسید (رجوع شود به بندهای ۷ و ۱۳).

در این استاندارد امکان برخورد با مواد و لوازم زیان‌آور وجود دارد. مفهوم این استاندارد دال بر این

نیست که کلیه موارد ایمنی و شرایط ایمنی مرتبط به آن در نظر گرفته شده باشند. استفاده کننده این استاندارد مسئولیت دارد که رعایت کلیه موارد ایمنی را در نظر بگیرد.

۲ خلاصه روش آزمایش

۱-۲ مقدار جرم یعنی مخلوط بتن نازه با حجم مشخص شده‌ای از آب روی یک سری الک شسته می‌شود. آب بهم زده می‌شود تا سیمان و ذرات ریز دیگری که از بتن جدا شده‌اند (ذراتی که از ریزترین الک عبور نمی‌کنند) بطور یکنواخت بهالت معلق درآیند. نمونه‌ای با حجم ثابت از محلول حاوی ذرات معلق سیمان با حجم مشخصی اسید نیتریک آب رفیق می‌گردد. نمونه رفیق شده بدون گرمادادن نکان داده می‌شود تا مقداری از ترکیبات کلسیم موجود در سیمان حل شود. غلظت یون کلسیم در محلول یا بوسیله روش «الف» توسط نیتراسیون حجمی به صورت دستی و یا روش «ب» توسط دستگاه فلورورومتری تعیین می‌گردد و بوسیله یک منحنی کالیبراسیون که قبلاً تهیه شده به مقدار سیمان موجود در نمونه ارتباط داده می‌شود.

۳ خلوص معرف‌ها

۱-۳ **خلوص معرف‌ها** - در تمامی آزمایش‌ها از معرف‌های درجه بندی شده شبیه‌ای باید استفاده گردد.

معرف‌های دیگر نیز میتوانند مورد استفاده قرار گیرند بشرط اینکه قبلاً مشخص شده باشد که خلوص معرف برای رسیدن به دقت مورد نیاز کافی است. برای اطمینان از کفايت خلوص معرف‌های دیگر باید نتایج حاصل از کاربرد آنها با نتایج حاصل از کاربرد معرف‌های درجه بندی شده شبیه‌ای مقایسه گردند. مگر اینکه مدارکی از قبل موجود باشد که رضایت بخش بودن آنها در آن معکوس شده باشد.

۲-۳ **خلوص آب** - بجز موارد مشخص شده، در بقیه موارد منظور آب مقصر یا آب با درجه

خلوص مشابه با آب مقطر میباشد.

۴ نمونه برداری

۱-۴ نمونه آزمایشی بتنی که آزمونه آزمایش مقدار سیمان از آن گرفته میشود باید نماینده کل پیمانه بتن باشد و نباید کمتر از ۲۰ کیلوگرم وزن داشته باشد. نمونه باید طبق مشخصات استاندارد ملی ایران شماره.... (C ۹۴) و با روش استاندارد ملی ایران بشماره ۳۲۰۱ تهیه شده باشد. در استاندارد ملی ایران بشماره.... (C ۹۴) روش‌های نمونه برداری برای یکنواختی بتنی که از کامپیون حمل بتن تولید میشود ارائه شده است.

۵ روش «الف» تیتراسیون حجمی بصورت دستی

۱-۵ **وسایل مورد نیاز آزمایش** - حداقل وسایل آزمایش برای انجام تجزیه بشرح زیر توصیه میگردد. بجای وسایلی که در بندهای ۱-۱-۵ الی ۱-۱-۵ شرح داده شده‌اند. از وسایل دیگری نیز میتوان استفاده نمود، مشروط بر اینکه همان عملکرد را داشته باشد.

۱-۱-۵ **قرازو** - با حداقل ظرفیت ۲۶۰۰ گرم و حساسیت ۱/۰ گرم.

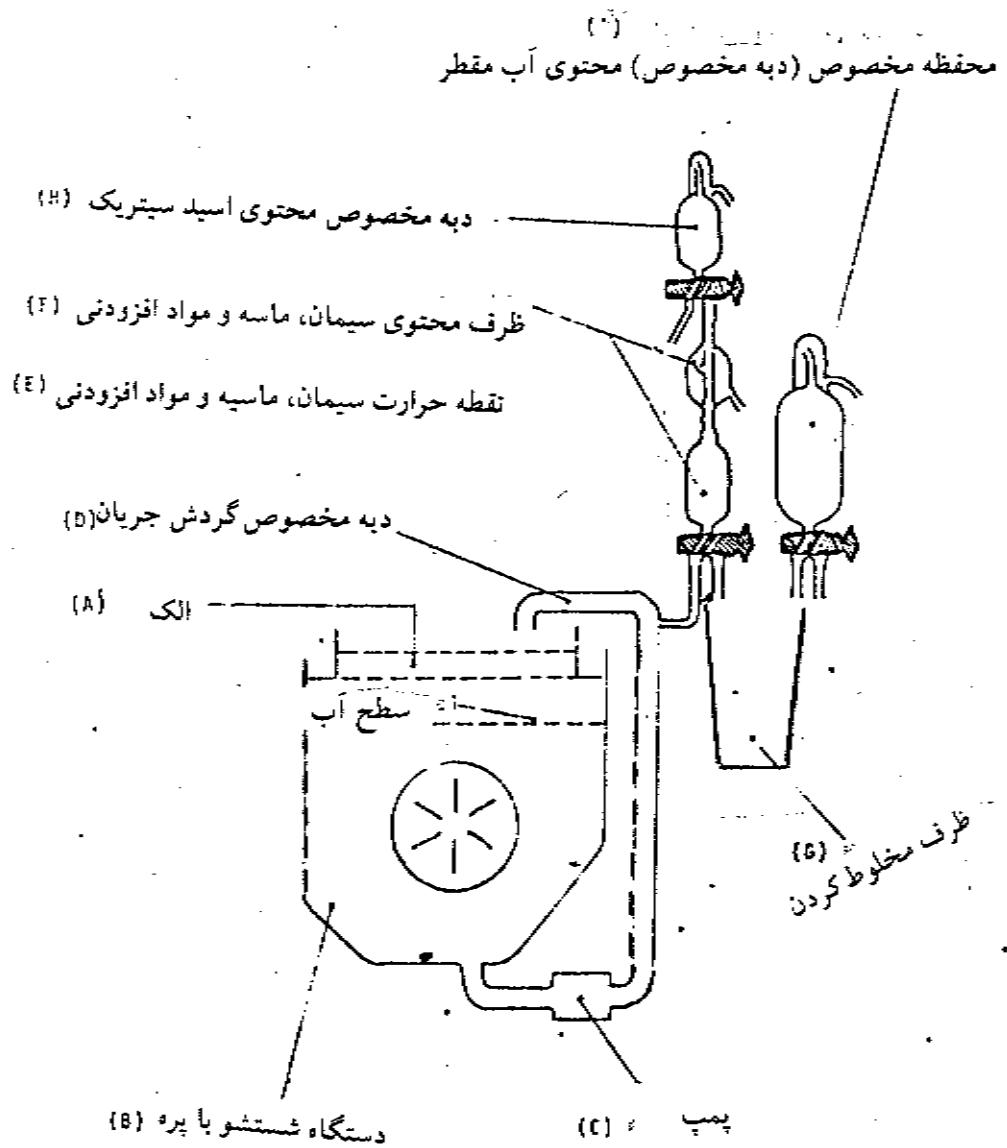
۲-۱-۵ **بیله** - سرطاس دستی و دستکش لاستیکی بر حسب مورد نیاز.

۳-۱-۵ **تشت مخصوص** (۱) نمونه بتن از جنس پلی اتیلن به ظرفیت ۷/۴ لیتر.

۴-۱-۵ **تشت مخصوص آزمونه بتن** از جنس پلی اتیلن به ظرفیت ۱/۹ لیتر.

۵-۱-۵ **ماشین شستشو** - ماشین شستشو خانگی قابل حمل و نقل که سطوح داخلی صاف، پروانه دوار تعیبه شده و همچنین یک پمپ گردش جریان و لوله را دارا باشد. لوله گردش جریان آب باید به یک سه راهی T شکل منصل بوده و طول آن ۹/۰ متر و قطر داخلی آن ۵/۶ میلیمتر باشد و لوله لانکس به پیست اتصالی منصل شود. ظرفیت مخزن ماشین باید ۳۸ لیتر باشد. ابعاد داخلی تشت

ماشین شستشو باید به اندازه کافی بزرگ بوده تا بتواند سری الکها^(۱) به ابعاد ۳۸۹×۳۱۳ میلیمتر را در خود جای دهد. ظرف محلول سوسپانسیون سیمان که شرح آن در بند ۵-۱-۱۰ آمده است، نیز میتواند به سه راهی متصل گردیده و بجای ماشین شستشو بکار رود.



شکل ۲ - وسایل مورد نیاز برای نمونه بردازی و تهیه محلول سوسپانسیون و ماسه ریز دانه به روش (الف).

۶-۱-۵ الکها - الک مستطیل شکل فولادی به ابعاد $۲۰۳ \times ۳۱۳ \times ۳۸۹$ میلیمتر که در پائین آن الک ۳۰۰ میکرون (شماره ۵۰) و در وسط آن الک $۴/۷۵$ میلیمتر (شماره ۴) قرار گرفته است. الک $۴/۷۵$ میلیمتر باید قابل برداشتن باشد و در زیر الک ۳۰۰ میکرون باید یک الک اضافی مجزا قرار داده شود که در پائین آن الک ۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰) قرار میگیرد. ترتیب الکهای مورد مصرف کالیبراسیون و آزمایش تعیین مقدار سیمان باید یکی باشد.

برای سنگدانه های سیلیسی ریزدانه میتوان الک ۱۵۰ میکرون را حذف نمود ولی برای سنگدانه های آهکی ریزدانه باید مورد استفاده قرار گیرد (سنگدانه هائی آهکی محسوب میشوند که نتایج آنالیز شبیعیائی ترکیبات آنها وجود بیش از ۲۰ درصد CaO را نشان دهد).

اگر از مخزن محلول سوسپانسیون سیمان که در بند ۱-۱-۱۰ شرح داده شده است، استفاده گردد، بجای سری الکهای شرح داده شده در این بند باید سری الکهای آمده در بند ۱-۱-۶ بکار بروه شود.

۷-۱-۵ پیpet اتصالی - پیpet شبشهای به ظرفیت ۱۰ ± ۱ میلی لیتر با دستگاه اتوماتیک تنظیم تراز سطح آب و ظرفی برای سرریز آب اضافی که به یک شیر سه راهی متصل است. یک پیpet اتوماتیک دیگری به ظرفیت ۱۰ ± ۱ میلی لیتر مجهز به یک شیر سه راهی به این پیpet وصل می شود که به کمک آن میتوان پیpet های کوچکتر را بدون تخلیه ظرف سرریز، از طریق پیpet ۱۰ ± ۱ میلی لیتری تخلیه کرد.

۸-۱-۵ پیpet اتوماتیک - پیpet اتوماتیکی شبشهای به ظرفیت ۲۵ ± ۲ میلی لیتر که یک شیر سه راهی به آن متصل شده است. قابلیت تجدیدپذیری پیpet اتوماتیک بایستی $۳/۰$ درصد باشد.

۹-۱-۵ همزن مغناطیسی - با سرعت متغیر و با یک میله همزن پوشش داده شده با ترا اتیلن فلوئور کریں.

۱۰-۱-۵ بورت - از جنس اکرولیک با ظرفیت ۱۰۰ میلی لیتر که دارای یک سر لاستیکی از جنس پو ای ترافلوراتیلن (PIFE) می باشد. برای نگهدارشتن بورت از یک میله، پایه نگهدارنده و یک گیره چنگالی استفاده شده است.

۱۱-۱-۵ پیpet - با ظرفیت ۲۵ میلی لیتر از نوع پیpet A یا B یا زدآوری ۱- از یک سر لاستیکی مکنده در موقع پیpet نمودن نمونه ۲۵ میلیمتری محتوی سیمان توصیه میگردد.

۱۲-۱-۵ یک بشر مخروطی با ارلن مایبر به ظرفیت ۵۰۰ میلی لیتر و یک بشر با ارلن مایبر به ظرفیت ۸۰۰ تا ۱۱۱ میلی لیتر.

۱۳-۵ تعیین کننده با حجم^(۱) ثابت از جنس پلی اتیلن به ظرفیت ۵ میلی لیتر یا یک مخزن از جنس پلی پروپیلن.

۱۴-۵ مخازن پخش معرف - این مخازن شامل بطری از جنس پلی اتیلن به ظرفیت ۵۰۰ میلی لیتر، قطره چکان از جنس پلی اتیلن به ظرفیت ۳۰ میلی لیتر، دو عدد ظرف مستطیلی دهانه گشاد به ظرفیت ۷/۵ یا ۱۹ لیتر لاستیکی کهربائی رنگ به قطر داخلی ۱۲/۵ میلیمتر و طول ۶ متر میگردد.

۶ معرف ها

۱-۶ نیدروکسید آمونیوم - محلول بافر کلرید آمونیوم (PH10) - ۱۴۲ میلی لیتر از محلول نیدروکسید آمونیوم (NH_4OH) با غلظت ۲۸ تا ۳۰ درصد را به ۱۷/۵ گرم کلرید آمونیوم ($NH4CL$) اضافه کنید و محلول را تا رسیدن به حجم ۲۵۰ میلی لیتر با آب رفیق نمائید. برای حداقل کردن تبخیر نیدروکسید آمونیوم در محلول بافر باید محلول تا هنگام پخش معرفها زیر دریوش نگهداری شوند.

۲-۶ محلول معرف اریوکرم بلک تی^(۲) - ۰/۵ گرم اریوکرم بلک تی با شاخص رنگ شماره ۱۴۶۴۵ را در محلول ۲۵ میلی لیتری نری انالوامین^(۳) حل نمائید محلول معرف میتواند بمدت دو ماه نگهداری شود.

۳-۶ محلول اسید نیتریک (۱+۱۹) یک فسمت حجمی اسید نیتریک غلبظ (NHO_3 با چگالی ۱/۴۲) را به ۱۹ فسمت حجمی آب اضافه کنید.

۴-۶ تراستات دی سدیم اتیلن^(۴) دی آمین ($EDTA$) /۰۱ مول - ۰/۰۱ مول ۳/۷۲ + ۰/۰۱ گرم $EDTA$ را در آب حل کرده و تا حجم ۱ لیتر محلول را رفیق نمائید. محلول $EDTA$ را در بطری پلی اتیلن نگهداری نمائید.

1- Fixed volume dispenser

2- Eriochrome black OT

3- Triethanoamine

4- Di - sodium ethylen di amine

۱-۷ سندانه - نمونه‌ای از سنگدانه را با نسبت‌های مورد استفاده در بتن آماده کنید. وزن نمونه باید ۲ کیلوگرم منهای وزن سیمان موجود در ۲ کیلوگرم بتن باشد. برای تعیین مقدار نسبی یونهای کلسیم این سنگدانه به بندهای ۲-۸ تا ۵-۸ مراجعه شود. حجم محلول *EDTA* مورد مصرف در سنگدانه را یادداشت نمائید. اگر نمونه‌ای به وزن ۳ کیلوگرم آزمایش شود، مراحل آزمایش را برای نمونه ۳ کیلوگرمی به جای نمونه ۲ کیلوگرمی انجام دهد.

۲-۷ سیمان - با استفاده از مصالح و نسبت‌های اختلاط در بتن مورد آزمایش نمونه‌ای بتنی بصورت دستی به وزن ۲ کیلوگرم آماده نمایید. (وزن سیمان و آب برای این مخلوط باید با دقت یک گرم و وزن سنگدانه با دقت ۱۰ گرم تعیین شود پایستی اطمینان حاصل نمود که تمامی سیمان‌ها از ابزار، کاسه مخلوط کن و وسایل مشابه دیگر به داخل ماشین شستشو پاک شده باشد). مقدار یون کلسیم را در این مخلوط با مراجعه به بندهای ۲-۸ تا ۵-۸ تعیین کنید و حجم محلول *EDTA* لازم برای نمونه کالیبراسیون سیمان را یادداشت نمائید.

۳-۷ منحنی کالیبراسیون مقدار سیمان در مقابل حجم *EDTA* - برای تعیین منحنی خطی کالیبراسیون مقدار سیمان بر حسب گرم در مقابل حجم *EDTA* مورد نیاز در یک نقطه، نقطه صفر سیمان و حجم *EDTA* لازم برای سنگدانه (رجوع شود به بند ۱-۷) را مشخص کنید. جرم سیمان در نمونه ۲ کیلوگرمی کالیبراسیون بتن و حجم *EDTA* لازم برای نمونه (رجوع شود به بند ۲-۷) را نیز بعنوان یک نقطه دیگر مشخص نمائید. برای کامل کردن منحنی کالیبراسیون این نوع منبع سیمان و سنگدانه دو نقطه مشخص شده را با یک خط مستقیم به هم رصل کنید. همه مقادیر نامشخص سیمان بطور خطی با مقدار یون کلسیم متناسب میباشند مثالی از یک منحنی کالیبراسیون در بند ۱-۹ ارائه گردیده است.

۴-۷ ضوابط کالیبراسیون - با عرض شدن آب، سنگدانه، سیمان یا افزودنیهای بتن و یا هر زمان که یک محلول معرف *EDTA* جدید استفاده نمیشود، باید هر دو آزمایش کالیبراسیون سیمان و

سنگدانه (رجوع شود به بندهای ۱-۷ و ۲-۷) تکرار شوند. هر روز باید یک آزمایش کالیبراسیون (رجوع شود به بند ۲-۷) انجام گیرد. نتایج آخرین سه آزمایش انجام شده باید نفاوتی کمتر از ۵ درصد با هم داشته باشد. چنانچه این نفاوت بیش از ۵ درصد باشد، هر روز باید سه آزمایش انجام شود. وقتی میانگین نتایج سه روز پی در پی کمتر از ۵ درصد با هم اختلاف داشته باشد، میتوان دفعات انجام آزمایش کالیبراسیون را به یکبار در روز کاهش داد.

۸ روش آزمایش

۱-۸ برای تهیه نمونه آزمایش از بتنی که اندازه سنگدانه‌های آن تا 38 میلیمتر میرسد، مقدار $2000+200$ گرم از بتن مورد آزمایش را طبق بند ۱-۴ توزین کرده و جرم دقیق آنرا بدقت یک گرم یادداشت نمایید. برای بتنی که اندازه سنگدانه‌های آن بزرگتر از 38 میلیمتر می باشد، مقدار $3000+300$ گرم از بتن مورد آزمایش را طبق بند ۱-۴ توزین کنید و فنی اندازه اسمی سنگدانه‌ها بیش از 38 میلیمتر میباشد؛ با استفاده از روشی که در بند ۱۸ شرح داده شده ضریب تصحیح پراکندگی سنگدانه‌های درشت را در نظر بگیرید (در صورت لزوم، تصحیح برای سنگدانه‌های کوچکتر مجاز میباشد).

یادآوری ۲- محدوده وسیعی از جرم نمونه برای ممانعت از یکطرفه بودن نسبت ملات به سنگدانه توسط اصلاح اندازه نمونه مجاز میباشد.

۲-۸ ماشین شستشو را با $5/0+38\text{ لیتر آب}$ پرکرده و نمونه آزمایشی را بر روی الکهای ماشین شستشو بربزید. پمپ و همزن ماشین شستشو را روشن نمایید. با استفاده از لوله خرطومی پمپ گردش آب که دارای فواره (jet) آب است سنگدانه‌های باقیمانده روی الک $4/75\text{ میلیمتر}$ ، (شماره ۴) را بدقت بشوئید. برای یاک شدن سیمان از روس سنگدانه‌های باقیمانده روی الک $4/75\text{ و}$

صالح باقیمانده روی آن را کنار بگذارد. سنگدانه های باقیمانده روی الک ۳۰۰ میکرون (شماره ۵) را حدود ۱/۵ دقیقه بشوئید تا سیمان کاملاً از روی سنگدانه ها شسته شود. در صورتی که از الک ۳۰۰ میکرون و ۱۵۰ میکرون را برای مدت ۱/۵ دقیقه بشوئید سر لوله خرطومی گردش آب را فشار دهید تا با فشار، سیمان معلق در مایع از طریق اتصال T (بظر داخلی ۶/۵ میلیمتر) جریان یابد. سر لوله با قدر بزرگ را به سرعت آزاد کرده تا سیمان معلق در مایع از طریق آن جریان یابد. در آن لحظه که سر لوله آزاد میگردد، سر لوله ای از شاخه T را که قطر داخلی آن ۶/۵ میلیمتر است به پیپ اتصالی ۱۲۵ میلی لیتری متصل کنید. مجدداً سر لوله خرطومی گردش جریان آب را فشار دهد تا سیمان معلق مستقیماً داخل پیپ شود. زمانی که پیپ پر گردید و مایع به داخل ظرف سریز ریخت شیر پیپ پائین تر را بیندید و سر لوله خرطومی گردش جریان آب را آزاد کنید.

۴-۸ ۱۲۵ میلی لیتر از محلول سوسپانسیون سیمان را در داخل یک بشر ۸۰۰ میلی لیتر بطور آهسته بریزید. با استفاده از ۱۰۰ میلی لیتر محلول HNO_3 (اسید نیتریک) که از پیپ اتوماتیک قرار گرفته در بالای پیپ ۱۲۵ میلی لیتری خارج میشود، پیپ اتصالی ۱۲۵ میلی لیتری را بشوئید. شیر پیپ اتصالی ۱۲۵ میلی لیتری پائین تر را باز بگذارد تا در خلال شستشو محلول حاصل از شستشو با اسید، به داخل بشر ۸۰۰ میلی لیتری جریان یابد. محلول سیمان و HNO_3 (اسید نیتریک) را با ۳۰۰ میلی لیتر آب که از پیپ اتوماتیک خارج میشود در داخل بشر رفیق کنید. میله همزن مغناطیسی دارای روکش ترا فلوئور اتیلن - فلوئور کربن را در داخل یک بشر گذاشته و محنتیات آن را برای مدت ۳ دقیقه بهم بزنید.

۴-۹ پس از آنکه عمل همزدن خاتمه یافت، ۲۵ میلی متر از محلول را با پیپ بودارید و آن را در یک بشر مخروطی ۵۰۰ میلی لیتری بریزید. با استفاده از یک تعیین کننده با حجم ثابت، ۱۰ میلی لیتر از محلول بافر کلرید آمونیوم آمونیاکی و ۴ تا ۸ قطره از محلول معرف اریزکرم یا یک فضره چکان به محلول اضافه کنید. تعداد فضرات اضافه شده به محلول باید با تعداد فضراتی که در آزمایش کالیبراسیون استفاده شده است، یکسان باشد. برای بدست آوردن یک نقطه انتهائی روش و واضح

باید محلول بافر قبل از محلول معرف اضافه شود.

۵-۸ غنچت یون کلسیم در پتر ۵۰۰ میلی لیتری بوسیله یک پورت ۱۰۰ میلی لیتری تیتراسیون بوسیله *EDTA* معین میشود. در مدت تیتراسیون محلول را بهم بزنید. وقتی رنگ محلول از حالت قرمز به رنگ کاملاً آبی برگشت، تیتراسیون را متوقف کنید. حجم محلول *EDTA* مصرف شده را جهت دستتابیی به نقطه انتهائی "آ" بادداشت نمائید. آزمایش کننده نباید در خلال انجام عمل تیتراسیون یون کلسیم، از عینک آفتابی یا رنگی استفاده نمائید، زیرا این کار سبب عدم تشخیص صحیح رنگ قرمز و آبی میشود.

۹ محاسبات

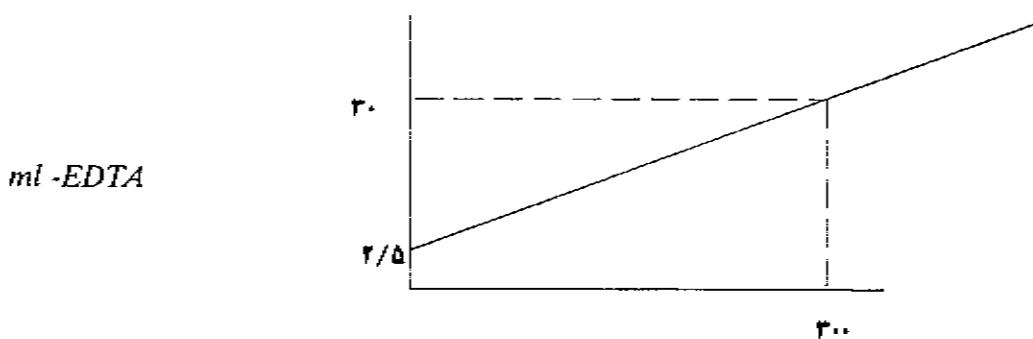
۹-۱ مقدار سیمان نمونه را با مراجعه به نمودار کالیبراسیون تعیین کنید.

۹-۱-۱ مثال: یک نمونه یعنی با مشخصات زیر آزمایش شده است:

$$MS = \text{جرم نمونه آزمایشی} = ۲۱۰\text{ گرم}$$

$$V = \text{میلی لیتر} = ۳۰ \text{ مصرف شده}$$

مقدار *EDTA* را روی نمودار کالیبراسیون شکل ۲ ببرید.



مقدار سیمان (گرم سیمان بر ۲۰۰... ۲۰۰ گرم نمونه بتن)

شکل ۳- نمودار کالیبراسیون برای روش (الف)

۹-۱-۲ از نمودار کالیبراسیون، ۳۰ میلی لیتر *EDTA* معادل ۳۰۰ گرم سیمان (C) در ۲۰۰+۲۰۰

گرم نمونه حاصل میشود.

مقدار سیمان بر حسب درصد وزنی برابر است با:

$$= 100 \text{ (C/MS)}$$

$$= 100 (300/2100)$$

$$= 44/3$$

۳-۱-۹ مقدار سیمان بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب را از رابطه زیر محاسبه نمائید:

$$(1) W \text{ (C/MS)} = \text{مقدار سیمان بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب}$$

که در آن:

C = جرم سیمان در نمونه مورد آزمایشی بر حسب گرم

MS = جرم نمونه آزمایشی بر حسب گرم

W = وزن مخصوص بتن طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱ بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب.

۱۰ دقت

۱-۱۰ انحراف معیار یک آزمایش کننده برابر $9/0$ درصد سیمان (درصد وزنی کل سیمان)

بدست آمده است. براساس معیار بدست آمده از یک آزمایش کننده، نتایج دو آزمایش صحیح انجام شده بوسیله یک آزمایش کننده بر روی مواد مشابه تبایستی از $2/75$ درصد بیشتر اختلاف داشته باشد.

۱۱

تعیین فلورور متری بوسیله دستگاه «روش ب»

۱-۱۱ وسایل آزمایش

حداقل وسایل مورد نیاز آزمایش برای انجام تجربه به شرح زیر توصیه میگردد به جای این وسایل که

در بندهای ۱-۱-۱-۱-۱-۱-۸-۱ شرح داده شده اندازه وسایل دیگری نیز میتوان استناده نمود

مشروط بر اینکه همان عملکرد را داشته باشدند.

۱-۱-۱۱ ترازو: با حداقل ظرفیت ۲۶۰۰ گرم و حساسیت حداقل ۱/۰ گرم

۲-۱-۱۱ بیلچه: از جنس آلمینیوم با دهانه مربعی به عرض تقریبی ۷۵ میلیمتر و طول تقریبی ۲۰۰ میلیمتر.

۳-۱-۱۱ نشت مخصوص نمونه بتن: به ظرفیت ۴/۷ لیتر از جنس پلی اتیلن.

۴-۱-۱۱ نشت مخصوص آزمونه بتن: به ظرفیت ۱/۹ لیتر راز جنس پلی اتیلن.

۵-۱-۱۱ مخزن مخلوط سوسپانسیون سیمان

مخزنی است از جنس پلی پروپیلن به ظرفیت ۴۰ لیتر، مجهز به یک پمپ، لوله خرطومی گردش جریان آب و یک موتور جریان مستقیم به ظرفیت $\frac{1}{3}$ اسب بخار موتور باید دارای یک بوش آب بندی کننده و یک تیغه مخلوط کن یک دم که از طریق یک انصال عمومی به یک موتور مخلوط کن $\frac{1}{12}$ اسب بخار متصل میشود، باشد. موتور باید همچنین مجهز به حلقه قطع شده باشد که برای نگهداری الکهائی ب Fletcher ۳۰۵ میلیمتر طرح شده است. بجای محلول محلول سوسپانسیون سیمان میتوان از ماشین شستشو که در بند ۱-۵-۵ شرح داده شده است، استفاده نمود.

۶-۱-۱۱ الکهای یک سری الک استاندارد ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)، ۳۰۰ میکرون (شماره ۵۰) و ۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰) که از جنس فولاد ضدزنگ به قطر ۳۰۵ میلیمتر میباشد. ترکیب الکها باید در آزمایش کالیبراسیون و آزمایش تعیین مقدار سیمان بکسان باشدند.

۶-۱-۱۱ برای سنگدانه های سبلیسی ریزدانه از انک ۱۵۰ میکرون میتوان صرفنظر کرد ولی برای سنگدانه های آهکی ریزدانه باید مورد استفاده قرار گیرند. (ریزدانه های آهکی محسوب میشوند که نتایج آنالیز شیمیائی ترکیبات آنها وجود بیش از ۲۰ درصد CaO را نشان دهد).

۶-۱-۱۱-۲ اگر بجای مخزن سوسپانسیون سیمان از ماشین شستشو استفاده شود، سری الکها باید مطابق با بند ۱-۵-۶ انتخاب گردند.

۷-۱-۱۱ همزن مغناطیسی: همزن مغناطیسی با دور متغیر که میله همزن آن با ترا فلوئور و اتیلن -

فلوئور و کربن پوشش داده شده است.

- ۸-۱-۱۱ پیت از نوع سونک: پیت با حجم متغیر و ظرفیت ۳۰ میلی لیتر.
- ۹-۱-۱۱ پیت‌های اتوماتیک: پیت‌های بانوک سوزنی و حجم ثابت ۲۰ و ۱۰۰ میلی لیتر.
- ۱۰-۱-۱۱ فوک پیت پک باز مصرف: برای پیت‌های ۲۰ و ۱۰۰ میلی لیتر.
- ۱۱-۱-۱۱ ارلن مایر ۵۰۰ میلی لیتری از جنس پلی کربنات و ۲۵۰ میلی لیتری از جنس پلی پروپیلن.
- ۱۲-۱-۱۱ آنالیز کننده کلسیم: مقدار کلسیم محلولهای نمونه را در محدوده ۲۰ تا ۱۰۰ میلی لیتر بصورت فلوئورومنتری تعیین مینماید. ضرایب پراکندگی برای تکرار مجدد تعیین کلسیم نباید بزرگتر از ۱/۴ درصد برای نمونه‌های ۱۰۰ میلی لیتری و ۱/۷ درصد برای نمونه‌های ۲۰ میلی لیتری باشد.
- ۱۳-۱-۱۱ ظرف دهان گشاد: ظرف مستطیل شکل از جنس پلی اتیلن به ظرفیت ۷/۵ لیتر که دارای لبه‌ای برای پیچیده شدن یک درب است.

۱۲ معرف‌ها

- ۱-۱۲ محلول اسید نیتریک ۵ درصد: ۵ میلی لیتر اسید نیتریک (به چگالی ۱/۴۲) را به ۹۵ میلی لیتر آب شیر اضافه نمائید.
- ۲-۱۲ محلول اسید تراستیک اتیلن گلیکول (آمینو اتیل اتر) (ECTA)^(۱) با غلظت ۴/۰ درصد وزن بر حجم، مقدار محلول مورد نیاز بسته به کارخانه سازنده دستگاه آنالیز کننده کلسیم متفاوت است.
- ۳-۱۲ محلول معرف کلسین: یک گرم پردر معرف کلسین را با ۱۰ میلی لیتر (۱+ درصد) کلسیم استاندارد (۱۰ میلی گرم درصد) مخلوط کنید.
- ۴-۱۲ محلول استاندارد کلسیم با غلظت ۱۰ میلی گرم درصد (۵ میلی اکی والان گرم در لیتر).
- ۵-۱۲ هیدروکسید پتاسیم (۱ نمک): معرف آماده شده یک نرمال هیدروکسید پتاسیم با آب مقطر.

۱- Ethylen glycol bis (Aminoethyletherether) Tetra - Acetec Acid (ECTA) Solution

۱-۱۲ سنگدانه: نمونه‌ای از سنگدانه به وزن ۲ کیلوگرم را با استفاده از مصالح و نسبت‌های اختلاط در بتن مورد آزمایش، بدون سیمان آماده کنید. جرم نمونه باید ۲ کیلوگرم منهاهی جرم سیمان موجود در ۲ کیلوگرم نمونه بتن باشد. برای تعیین ثابت کالیبراسیون سنگدانه‌ها به بندهای ۲-۱۴ تا ۱۰-۱۴ مراجعه نمائید. در بند ۱۰-۱۴ میتوان بجای طرف ۲۰ میلی لیتری مخصوص نمونه برداری، از پیپت ۱۰۰ میلی لیتری استفاده نمود. عدد ایجاد شده (قرائت) دستگاه آنالیز کننده کلسیم را برای نمونه سنگدانه یادداشت نمائید. چنانچه نمونه ۳ کیلوگرمی آزمایش عیگردد، مراحل آزمایش را برای نمونه ۳ کیلوگرمی انجام دهد.

۲-۱۳ سیمان: با استفاده از مصالح و نسبت‌های اختلاط در بتن مورد آزمایش، نمونه‌ای بتنی بصورت دستی به وزن ۲ کیلوگرم آماده کنید (وزن سیمان و آب برای این مخلوط باید با دقت گرم و وزن سنگدانه با دقت ۱۰ گرم تعیین شود. بایستی اطمینان حاصل شود که تمامی سیمانها از ابزار، کاسه مخلوط کن و وسایل مشابه دیگر به داخل ماشین شستشو پاک شده باشد). مقدار یون کلسیم را در این مخلوط با مراجعه به بندهای ۲-۱۴ تا ۱۰-۱۴ تعیین کنید. قرائت دستگاه آنالیز کننده کلسیم را برای آزمونه کالیبراسیون سیمان یادداشت نمائید.

۳-۱۳ منحنی کالیبراسیون مقدار سیمان در قبال قرائت دستگاه آنالیز کننده کلسیم، برای تعیین منحنی خطی کالیبراسیون مقدار سیمان (برحسب گرم) در مقابل قرائت دستگاه آنالیز کننده کلسیم (برحسب میلی گرم درصد) در یک نقطه، نقطه صفر سیمان و نتیجه کالیبراسیون برای سنگدانه (برحسب میلی گرم درصد) (رجوع شود به بند ۱-۱۳) را که بر ۵ تقسیم شده، مشخص کنید. جرم سیمان در نمونه ۲ کیلوگرمی کالیبراسیون بتن و قرائت دستگاه آنالیز کننده کلسیم آنرا (رجوع شود به بند ۲-۱۳) نیز بعنوان یک نقطه دیگر مشخص نمائید. برای کامل کردن منحنی کالیبراسیون این نوع منبع سیمان و سنگدانه، دو نقطه مشخص شده را با یک خط مستقیم به هم وصل کنید. همه مقادیر نامشخص سیمان بطور خطی با مقدار یون کلسیم متناسب میباشد. مثالی از یک منحنی کالیبراسیون

در بند ۱-۱۵ ارائه گردیده است.

۴-۱۳ خوابط کالیبراسیون: با عوض شدن آب، سنگدانه، سیمان و یا افزودنیهای بتن، باید هر دو آزمایش کالیبراسیون سنگدانه تکرار شوند. هر روز باید یک آزمایش کالیبراسیون (رجوع شود به بند ۱۳-۲) انجام گیرد. نتایج آخرین سه آزمایش انجام شده باید تفاوتی کمتر از ۵ درصد با هم داشته باشند. چنانچه این تفاوت بیش از ۵ درصد باشد، هر روز باید سه آزمایش انجام شود. وقتی میانگین نتایج سه روزی بیش از ۵ درصد با هم اختلاف داشته باشند، میتوان دفعات انجام آزمایش کالیبراسیون را به یکبار در روز کاهش داد.

۱۴ روش آزمایش

۱-۱۴ برای تهیه نمونه آزمایش از بتنی که اندازه سنگدانه‌های آن تا ۳۸ میلیمتر میرسد، مقدار $2000+200$ گرم از بتن مورد آزمایش را طبق بند ۱-۴ توزین کرده و جرم دقیق آنرا با دقت یک گرم پادداشت نماید. برای بتنی که اندازه سنگدانه‌های آن بزرگتر از ۳۸ میلیمتر می‌باشد، مقدار $3000+300$ گرم از بتن مورد آزمایش را طبق بند ۱-۴ توزین کنید. وقتی اندازه اسمی سنگدانه‌ها بیش از ۳۸ میلیمتر می‌باشد، با استفاده از روشی که در بند ۱۸ شرح داده شده ضریب تصحیح پراکندگی سنگدانه‌های درشت را در نظر بگیرید (در صورت لزوم، تصحیح برای سنگدانه‌های کوچکتر مجاز می‌باشد).

یادآوری ۳- محدوده وسیعی از جرم نمونه برای ممانتع از یکطرفه بودن نسبت ملات به سنگدانه توسط اصلاح اندازه نمونه مجاز می‌باشد.

۴-۱۴ ماشین شستشو یا مخزن محلول سوسپانسیون سیمان را با 38 لیتر آب تا علامت نشانه روی بدنه مخزن، پرکنید. سپس سری انکهای را روی مخزن فرار داده و همزن را روشن کنید.

۳-۱۴ نمونه آزمایشی 2 کیلوگرمی را روی انکهای مخزن ریخته و پس از جریان گردش آب مخزن

را روشن کنید. با استفاده از لوله خرطومی پمپ جريان گردش آب که دارای فواره (jet) آب میباشد، باقیمانده نمونه ۲ کینوگرمی را از داخل ظرف نمونه به داخل مخزن بشوئید.

۴-۱۴ با استفاده از لوله خرطومی پمپ گودش آب که دارای فواره (jet) آب است، سنگدانه های باقیمانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴) را به دقت بشوئید. پس از پاک شدن کامل سیمان از روی سنگدانه های باقیمانده روی الک ۴/۷۵ (عمل شستشو) باید تا ۵/۱ دقیقه انجام بگیرد؛ الک و مصالح باقیمانده روی آن را کنار بگذارد.

۵-۱۴ سنگدانه های باقیمانده روی الک ۳۰۰ میکرون (شماره ۵۰) را حدوداً ۱ تا ۱/۵ دقیقه بشوئید تا سیمان کاملاً از روی سنگدانه ها شسته شود. در صورتیکه از الک ۳۰۰ میکرون و ۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰) استفاده شده باشد، الک ۳۰۰ میکرون را بردارید و سنگدانه های باقیمانده روی الک رانیز مجدداً بمدت ۱ تا ۱۵ دقیقه دیگر بدقت بشوئید. سپس الک ۱۵۰ میکرون را نیز کنار بگذارد.

۶-۱۴ با استفاده از یک پیپت سورنگی ۳۰ میلی لیتری یک نمونه ۳۰ میلی لیتری از محلول سوسپانسیون داخل مخزن بردارید. محلول سوسپانسیون را در داخل یک ارلن ماير ۵۰۰ میلی لیتری برشیزید. پیپت سورنگی را مجدداً با محلول اسید نیتریک ۵ درصد پرکرده و آن را به ارلن ماير اضافه کنید. برای اطمینان از آنکه همه سیمانی که هنگام نمونه برداری نه نشین شده با محلول اسید حل و شسته شده، گاه گاهی پیپت سورنگی را در ضمن تخلیه نکان دهید. با استفاده از یک ظرف مدرج ۲۵۰ میلی لیتر آب شیر به داخل ارلن ماير اضافه کنید.

۷-۱۴ ظرف را در زیر همزن مغناطیسی قرار داده و میله آن را داخل ظرف وارد نماید. موتور همزن را روشن نموده و کنترل گردد همزن شروع بکار نماید.

۸-۱۴ دستگاه آنالیز کننده کلسیم را روشن کنید. کلبد گردان دستگاه (کلبد دارای دو وضعیت میلی اکی والان گرم و میلی گرم درصد است) را روی حالت میلی گرم درصد (%mg) فرار دهید.

ظرف مخصوص دستگاه را با هیدروکسید پتاسیم یک نرمال تا علامت مشخصه بر روی آن پر کرده و با استفاده از یک پیپت اتوماتیک با حجم ثابت ۱۰۰ میلی لیتر معرف کلسین به ظرف اضافه نماید. ظرف را در دستگاه آنالیز کننده قرار داده و با استفاده مجدد از پیپت اتوماتیک با حجم ثابت ۱۰۰ میلی لیتر محلول استاندارد کلسین به ظرف اضافه کنید. سپس دکمه تیتراسیون را فشار دهید (ابن عمل پس از اینکه ظرف با محلول هیدروکسید پتاسیم جدیدی پر می شود، ضروری میباشد).

یادآوری ۴- بند ۱۴-۸ برای استفاده با دستگاه آنالیز کننده کلسین مدل Coming میباشد. چنانچه وسیله دیگری مورد مصرف قرار گیرد، این بند نسبت به دستورالعمل سازنده دستگاه برای کالیبراسیون و مراحل کار بایستی تغییر یابد.

۹-۱۴ برای کالیبره کردن کلسین سنج از یک پیپت اتوماتیک با حجم ثابت استفاده میشود. ۱۰۰ میلی لیتر کلسین استاندارد در داخل ظرف مخصوص دستگاه آنالیز کننده ریخته و دکمه تیتراسیون را فشار دهید و نتیجه را پادداشت نماید. ۱۰۰ میلی لیتر دیگر از کلسین استاندارد را به ظرف مخصوص افزوده و آزمایش را مجدداً تکرار کنید. این مراحل آزمایش را چند بار تکرار نماید تا نتایج آزمایش های پی در پی کمتر از ۱/۵ درصد با هم تفاوت داشته باشند. دکمه تیتراسیون را فشار دهید و ۱۰۰ میلی لیتر نمونه اضافی از کلسین استاندارد را برای اطمینان از اینکه مقدار کلسین استانداردی که مخفی مانده (خوانده شده) (۱/۰+) ۱۰ میلی گرم درصد است؛ به داخل ظرف بریزید. (به یادآوری ۴ رجوع شود).

۱۰-۱۴ از یک پیپت ۲۰ میلی لیتری اتوماتیک با حجم ثابت برای تعیین عبار سیمان در محلول ارلن استفاده نماید. نمونه ای به حجم ۲۰ میلی لیتر را در داخل ظرف مخصوص دستگاه بریزید، دکمه تیتراسیون را فشار داده و نتیجه را پادداشت نماید (V). این آزمایش را با یک نمونه ۳۰ میلی لیتری دیگر تکرار کنید تا تفاوت تمام مقادیر کمتر از ۱/۵ درصد با هم تعیین گردد (به یادآوری ۴ رجوع شود).

۱-۱۵ با مراجعه به نمودار کالیبراسیون مقدار سیمان نمونه را تعیین کنید.

۱-۱-۱۵ مثال: مقدار نمونه بتی با مشخصات آمده در زیر آزمایش شده است:

$$\text{گرم} \quad MS = 2100 = \text{جرم نمونه آزمایشی}$$

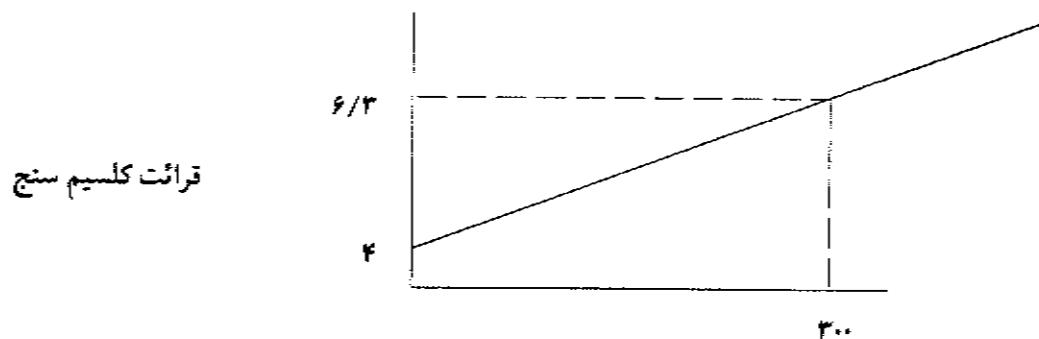
$$V = \frac{6}{3} = \text{فرائت کلسیم سنج}$$

فرائت کلسیم سنج را روی نمودار کالیبراسیون شکل ۵ ببرید.

۲-۱-۱۵ از نمودار کالیبراسیون، فرائت $\frac{6}{3}$ کلسیم سنج معادل 300 گرم سیمان (C) در

$200 + 200$ گرم نمونه میباشد. مقدار سیمان به صورت درصد وزنی برابر است با:

$$100 (C/MS) = 100 (300/2100) = 14\% = \text{درصد سیمان}$$



مقدار سیمان (گرم سیمان بر 200 گرم نمونه)

شکل ۵- نمودار کالیبراسیون برای روش (الف)

۳-۱-۱۵ مقدار سیمان بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب از رابطه شماره ۲ محاسبه میگردد.

$$(2) \quad W (C/MS) = \text{مقدار سیمان}$$

که در آن:

$$C = \text{جرم سیمان در نمونه آزمایشی بر حسب گرم}$$

$$MS = \text{جرم نمونه آزمایشی بر حسب گرم}$$

$$W = \text{وزن مخصوص بتن بر کیلوگرم بر متر مکعب (طبق استاندارد C138)}$$

۱۶ دقت

۱-۱۶ انحراف معیار یک آزمایش کننده برابر $1/0.2$ درصد سیمان (درصد وزنی کل سیمان) بدست آمده است. براساس انحراف معیار بدست آمده از یک آزمایش کننده، نتایج دو آزمایش صحیح انجام شده بوسیله یک آزمایش کننده برروی مواد مشابه نبایستی از $2/0.9$ درصد بیشتر اختلاف داشته باشد.

۱۷ گزارش

- ۱-۱۷ در برگ نتایج آزمایش باید موارد زیر فیدگردد.
- ۱-۱-۱۷ جم نمونه آزمایشی بتن
- ۲-۱-۱۷ مشخصات (نوع) نمونه آزمایشی بتن
- ۳-۱-۱۷ مشخصات روش مورد استفاده
- ۴-۱-۱۷ حجم *EDTA* مصرفی برای روش *الف* با قراتنت گلسیم سفع هرای روش ب
- ۵-۱-۱۷ مقدار سیمان تعیین شده از نمودار کالیبراسیون

۱۸ تصحیح برای خطاهای نمونه برداری

- ۱-۱۸ معمولاً نمونه کوچک نمیتوانند نماینده سنگدانه‌های درشت باشند. بنابراین دقت تعیین مقدار سیمان را میتوان به روش زیر اصلاح نمود (رجوع شود به بندهای ۱-۸ و ۱-۱۴).
 - ۱-۱-۱۸ بعد از شسته شدن نمونه، سنگدانه‌های درشت مرطوبی را که روی انک $4/75$ میلیمتر جمع شده‌اند، مجدداً انک نمائید و وزن مصالح اشباع با سطح خشک (*SSD*) این سنگدانه‌ها را تعیین کنید. برای این منظور سطح سنگدانه‌های درشت را با حوله خشک کرده و یا طبق روش C127 نمونه را به حالت غوطه‌ور در آب توزین نمائید و سپس آنرا از رابطه شماره ۳ محاسبه نمائید.

$$(3) \quad B = C / (1 - 1/G)$$

که در آن:

B = وزن اشباع با سطح خشک (SSD) در هوا

C = وزن سنگدانه‌ها در شرایط غرطه ور در آب

G = وزن مخصوص سنگدانه‌ها در شرایط اشباع با سطح خشک

$$(4) \quad At = B / WS$$

که در آن:

WS = وزن نمونه آزمایشی بر حسب گرم می‌باشد.

۴-۱-۱۸ سپس مقدار سنگدانه‌های درشت را در یک نمونه بزرگ بتن مثلاً ۵/۰ فوت مکعب که نماینده بتن ساخته شده در ایستگاه ساخت بتن است، تعیین کنید. وزن سنگدانه‌های اشباع با سطح خشک را بصورت کسری از وزن بتن بیان کرده و آن را با A نشان دهید (رجوع شود به پادآوری ۶) با ضرب کردن مقدار سبمان بدست آمده در رابطه ۵ آن را نصیح کنید.

$$(5) \quad \frac{1 - At}{1 - AS}$$

پادآوری ۶- در بعضی مواقع می‌توان از مقادیر ثوری AS : بدست آمده از وزنهای پیمانه و دانه بندی سنگدانه‌های درشت استفاده نمود. این مقادیر نسبت به میزان سنگدانه درشت که در دانه بندی از الک شماره ۷۵/۴ در الک‌های مختلف بگذرند، در خطاباشند.