جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه

مشخصات فنی عمومی

مخازن آب زمینی

نشریه شماره ۱۲۴

معاونت امور فنی

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

نشریه ۱۲۴

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

مشخصات فنی عمومی
مخازن آب زمینی

نشریه شماره ۱۲۴

معاونت امور فنی
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۲/۰۰/۵۷

۱۳۷۲

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی/ معاونت امور فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.- تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۲.
نوزده، ۱۷۵ص.: مصور.- (سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۱۲٤)(انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۲/۰۰/۵۷)
کتابنامه

۱. مخزنهای آب - مشخصات. ۲. بتون - آزمایشها. الف. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ب. عنوان. ج. سلسله انتشارات

ش. ۱۲۴۰ ۲س/ ۳۶۸ TA

● *مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی*
● تهیه کننده: دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
● ناشر: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات
● چاپ اول: ۱۵۰۰ نسخه، ۱۳۷۲
● قیمت: ۳۰۰۰ ریال
● چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ
● همهٔ حقوق برای ناشر محفوظ است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

بـــــه : تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور	دستورالعمل شماره ۱۸۲۱۷-۵۶ ـ ۵/۱۹۶۶۱ ـ ۱ مورخ ۷۲/۱۰/۱۵
موضوع : مشخصات فنی وعمومی مخازن آب زمینی	
تذکر :	

باستناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین نامه استانداردهای اجرائی طرحهای عمرانی ایـــــــن دستورالعمل از نوع [یک] مذکور در ماده هفت آئین نامه در [یک] صفحه صادر میگردد .
تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین نامه در مورد این دستور العمل [۱۳۷۳/۳/۱] میباشد .

به پیوست نشریه شماره ۱۲۴ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی این سازمان تحت عنوان "مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی " ابلاغ میگردد .

دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاور موظفند از تاریخ ۱۳۷۳/۳/۱ مفاد نشریه یاد شـــــده را در اجرای مخازن آب زمینی که هزینه آنها از محل اعتبارات طرحهای عمرانی تامین میشود ، رعایـــــت نمایند .

مسعود روغنی زنجانی

معاون رئیس جمهورورئیس سازمان برنامه وبودجه

" آیین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی "

" مصوبه ۱۳۵۲/۴/۳۰ هیات وزیران "

فصل سوم ـ انواع دستورالعمل ونحوه ابلاغ

ماده ۷ـ دستورالعملهای موضوع این آیین نامه به سه گروه به شرح زیرتقسیم میشود :

بند ۱ـ گروه اول دستورالعملهایی که رعایت کامل مفاد آن ازطرف دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاوروپیمانکاران وعوامل دیگرضروری است (نظیر فرم ضمانت نامه‌ها ، فرم پیمانها ، استانداردهای فنی ، تجزیه واحدبهاوغیره) .

بند ۲ـ گروه دوم دستورالعملهایی که بطورکلی وبرای موارد عادی تهیه میگردد وبرحسب مورددستگاههای اجرایی ومهندسان مشاوروپیمانکاران و عوامل دیگرمی‌توانند به تشخیص خود مفاددستورالعمل‌وياضوابط ومعیارهای آنراباتوجه به کارمورد نظر ودرحدود قابل قبولی که دردستورالعمل تعیین شده تغییرداده وآنراباشرایط خاص کارمورد نظرتطبیق دهند (نظیر حق‌الزحمه مهندسان مشاوروشرایط عمومی پیمان ومشخصات عمومی وغیره) .

بند ۳ـ گروه سوم دستورالعملهایی است که بعنوان راهنمایی وارشاد دستگاههای اجرایی وموسسات مشاوروپیمانکاران وسایرعوامل تهیه می‌شود ورعایت مفاد آن درصورتیکه دستگاههای اجرایی وموسسات مشاور روشهای بهتری داشته باشند اجباری نیست .

ماده ۸ـ سازمان موظف است گروه هردستورالعمل رابطور مشخص درمتن آن قید نموده وبعلاوه درمورد دستورالعملهای گروه ۱ وگروه ۲ تاتاریخی کـه‌ازآن تاریخ لازم است بهمورداجرا گذاشته شود تعیین نماید . مدت زمان بین تاریخ صدوراین دستورالعملها وتاریخی که به مورد اجراگذاشته می‌شود نباید از ۳ ماه کمترباشد . درصورتی که یک دستورالعمل ناقص ویاجایگزین تمام ویاقسمتی ازدستورالعملهای قبلی باشد لازم است مراتب صراحتا " وبا ذکرمشخصات دستورالعملهای قبلی درمتن دستورالعمل قید گردد .

بسمه تعالی

مقدمه

طراحی، ساخت و نگهداری مخازنی که برای ذخیره‌سازی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند با توجه به‌رشد فزایندهٔ جمعیت و توسعهٔ شهرها، از اهمیتی بسزا برخوردار است. به‌دلیل فقدان ضوابط و معیارهای طرح، محاسبه و اجرا، ساخت این مخازن از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست.

نگرشی اجمالی به‌نحوهٔ طراحی، محاسبات و روشهای اجرایی مخازن بتنی آب مشخص می‌سازد که باید در راستای بهینه‌سازی و هماهنگ کردن طرح و اجرای اینگونه سازه‌ها تلاش بیشتری به‌عمل آید.

هر ساله در نقاط مختلف کشور برای پاسخگویی به‌نیازهای آبرسانی، مخازن زیادی ساخته می‌شود، اما به‌علت عدم پیروی از ضوابط و معیارهای طرح، محاسبه و اجرای واحد و هماهنگ، طراحی و ساخت مخازن حتی با احجام و اشکال مشابه با اختلافهای نسبتاً فاحشی همراه است و با وجودی که این تأسیسات از جمله تسهیلات زیربنایی و مهم به‌شمار می‌آیند، اکثراً دارای نقاط ضعف قابل توجهی بوده و کارآمد نمی‌باشند. مشکلات مشهود در طراحی، ساخت و بهره‌برداری مخازن آب، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی را بر آن داشت که برای حل این معضل اقدام و در نهایت نقشه‌های تیپ اجرایی مخازن را تهیه نماید.

برای تحقق بخشیدن به‌هدف یاد شده مقرر شد مجموعه‌ای شامل ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه، مشخصات فنی عمومی و نقشه‌های تیپ اجرایی مخازن آب زمینی تهیه

گردد. از این مجموعه تاکنون ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه در قالب نشریهٔ شمارهٔ ۱۲۳ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی به‌چاپ رسیده و نقشه‌های تیپ اجرایی نیز بزودی منتشر خواهد شد.

مجلد حاضر تحت‌عنوان «مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی» شامل هفت فصل و چهار پیوست می‌باشد که در آن ویژگی کارهای اجرایی مخازن موردبحث قرار گرفته است.

همچنین برای افزایش عمر مفید مخازن، استفادهٔ مؤثر از سرمایه‌گذاریها و نیز رعایت موازین ایمنی و بهداشتی در مخازن آب زمینی، نکاتی در پیوست شماره ۴ از نظر خوانندگان می‌گذرد.

در متن این مشخصات منظور از «دت» دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه است، جایی که این اختصار به‌کار رفته هدف استانداردهایی است که در متن آیین‌نامهٔ بتن مورد اشاره قرار گرفته است. مجموعهٔ حاضر توسط مهندسین مشاور بندآب با دقتی قابل توجه تهیه شده است.

در مراحل مختلف کار این دفتر از همفکری مؤثر سازمان آب منطقه‌ای تهران، شرکت مهندسی مشاور مهاب‌قدس، مهندسین مشاور عمران محیط زیست، مهندسین مشاور آبساران، مهندسین مشاور فرپاک و نیز آقایان مهندس حسین شفیعی‌فر، دکتر هرمز فامیلی، مهندس سید اکبر هاشمی و خانم مهندس مینا پزشپور بهره‌مند بوده است.

در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی مسئولیت هدایت پروژه و انطباق مندرجات آن با اهداف مورد نظر را خانم مهندس منیر وزیرنیا عهده‌دار بوده‌اند.

کار آماده‌سازی و صفحه‌آرایی نشریه نیز به‌عهدهٔ مؤسسهٔ پژوهش بوده است.

این دفتر لازم می‌داند از تمامی دستگاهها، شرکتها، مؤسسات و کارشناسان یادشده تشکر و قدردانی نموده، توفیق روزافزون آنان را در راه اعتلای جامعهٔ فنی و مهندسی کشور از درگاه ایزد متعال مسئلت نماید.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

پائیز ۱۳۷۲

فهرست مطالب

فصل ۱ ـ کلیات ۲۱

۱ ـ ۱ ـ مقدمه ۲۳
۱ ـ ۲ ـ تجهیز و آماده نمودن کارگاه ۲۳
۱ ـ ۳ ـ پاک کردن محوطه ۲۴
۱ ـ ۴ ـ نقاط نشانه و مبدأ ۲۴
۱ ـ ۵ ـ تسطیح محوطه ۲۵
۱ ـ ۶ ـ ساختمانهای موقت ۲۵
۱ ـ ۷ ـ حدود و برنامه‌ریزی کار ۲۵
۱ ـ ۸ ـ مصالح ۲۶
۱ ـ ۹ ـ میخ‌کوبی و ترازیابی ۲۶
۱ ـ ۱۰ ـ نگهداری مصالح ۲۷
۱ ـ ۱۱ ـ برچیدن کارگاه ۲۷
۱ ـ ۱۲ ـ تملک محوطهٔ اضافی ۲۸
۱ ـ ۱۳ ـ روشنایی، مراقبت، علایم راهنمایی و رانندگی ۲۸
۱ ـ ۱۴ ـ استفاده از بزرگراهها ۲۸
۱ ـ ۱۵ ـ تأمین آب و برق ۲۸
۱ ـ ۱۶ ـ حفاظت تأسیسات موجود و سایر املاک ۲۸
۱ ـ ۱۷ ـ اختلافات و اشتباهات ۲۹
۱ ـ ۱۸ ـ نقشه‌های چون‌ساخت ۲۹
۱ ـ ۱۹ ـ تقاضای تغییر در مشخصات و نقشه‌ها ۲۹
۱ ـ ۲۰ ـ سفارش مصالح ۲۹
۱ ـ ۲۱ ـ دعاوی و مرجع حل اختلاف ۲۹

۱ ـ ۲۲ ـ جبران خسارات در مدت تعلیق کار ۲۹

فصل ۲ ـ عملیات خاکی ۳۱

۲ ـ ۱ ـ کلیات ۳۳

۲ ـ ۲ ـ طبقه‌بندی زمین و تعیین درصد مصالح مختلف در عملیات خاکبرداری ۳۴

۲ ـ ۳ ـ بستر زمین ۳۵

۲ ـ ۴ ـ آماده کردن سطح زمین ۳۶

۲ ـ ۵ ـ پی‌سازی ۳۶

۲ ـ ۶ ـ خاکریزی اطراف مخازن نیمه‌مدفون و مدفون ۳۷

فصل ۳ ـ مصالح بتن‌مسلح ۳۹

مقدمه ۴۱

۳ ـ ۱ ـ موضوع ۴۱

۳ ـ ۲ ـ بتن ۴۲

۳ ـ ۳ ـ سیمان ۴۲

۳ ـ ۳ ـ ۱ ـ کیفیت ۴۲

۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ حمل ۴۳

۳ ـ ۳ ـ ۳ ـ انبار کردن ۴۳

۳ ـ ۳ ـ ۴ ـ حرارت ۴۳

۳ ـ ۳ ـ ۵ ـ کارخانهٔ تأمین سیمان ۴۳

۳ ـ ۴ ـ سنگدانه‌ها ۴۴

۳ ـ ۴ ـ ۱ ـ ترکیب ۴۴

۳ ـ ۴ ـ ۲ ـ کیفیت ۴۴

۳ ـ ۴ ـ ۳ ـ دانه‌بندی ۴۴

۳ ـ ۴ ـ ۴ ـ مدول ریزدانگی (ضریب نرمی) ۴۵

۳ ـ ۴ ـ ۵ ـ معادن شن و ماسه ۴۵

۳ ـ ۴ ـ ۶ ـ انبار کردن ۴۶

۳ ـ ۴ ـ ۷ ـ جابه‌جایی ۴۷

۳ ـ ۴ ـ ۸ ـ دستگاه تهیهٔ شن و ماسه ۴۷
۳ ـ ۴ ـ ۹ ـ نمونه‌برداری و آزمایش ۴۸
۳ ـ ۴ ـ ۱۰ ـ مواد زیان‌آور ۴۸
۳ ـ ۵ ـ آب ۴۹
۳ ـ ۶ ـ افزودنیها ۴۹
۳ ـ ۷ ـ نسبتهای اختلاط و روشهای کنترل مقاومت بتن ۵۰
۳ ـ ۷ ـ ۱ ـ مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن ۵۰
۳ ـ ۷ ـ ۲ ـ ردهٔ بتن مصرفی ۵۰
۳ ـ ۷ ـ ۳ ـ حداقل و حداکثر مقدار سیمان ۵۰
۳ ـ ۷ ـ ۴ ـ تعیین نسبت‌های اختلاط ۵۰
۳ ـ ۷ ـ ۵ ـ کارآیی ۵۱
۳ ـ ۷ ـ ۶ ـ پایایی بتن ۵۱
۳ ـ ۷ ـ ۷ ـ تهیه و آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای بتن ۵۲
۳ ـ ۷ ـ ۸ ـ ارزیابی و پذیرش بتن ۵۳
۳ ـ ۷ ـ ۸ ـ ۱ ـ تواتر نمونه‌برداری و آزمایش مقاومت ۵۳
۳ ـ ۷ ـ ۸ ـ ۲ ـ ضوابط پذیرش بتن ـ نمونه‌های عمل‌آمده در آزمایشگاه ۵۳
۳ ـ ۷ ـ ۸ ـ ۳ ـ ضوابط کنترل روش عمل آوردن و محافظت بتن ۵۴
۳ ـ ۷ ـ ۸ ـ ۴ ـ بررسی بتنهای با مقاومت کم ۵۵
۳ ـ ۸ ـ اختلاط بتن ۵۶
۳ ـ ۹ ـ ظرفیت بتن‌ریزی ۵۷
۳ ـ ۹ ـ ۱ ـ انتقال بتن ۵۷
۳ ـ ۱۰ ـ آماده‌سازی وسایل و محل بتن‌ریزی ۵۷
۳ ـ ۱۱ ـ بتن‌ریزی ۵۸
۳ ـ ۱۲ ـ عمل آوردن بتن ۵۹
۳ ـ ۱۲ ـ ۱ ـ کلیات ۵۹
۳ ـ ۱۲ ـ ۲ ـ روشهای عمل آوردن ۵۹
۳ ـ ۱۲ ـ ۳ ـ مدت عمل آوردن ۶۰
۳ ـ ۱۳ ـ بتن‌ریزی در هوای گرم ۶۰

۳ ـ ۱۴ ـ	بتن‌ریزی در هوای سرد	۶۰
۳ ـ ۱۵ ـ	آرماتور	۶۲
۳ ـ ۱۵ ـ ۱ ـ	نوع آرماتور	۶۲
۳ ـ ۱۵ ـ ۲ ـ	آزمایشهای میلگرد	۶۲
۳ ـ ۱۵ ـ ۳ ـ	نمونه‌برداری	۶۲
۳ ـ ۱۵ ـ ۴ ـ	تواتر نمونه‌برداری	۶۲
۳ ـ ۱۵ ـ ۵ ـ	ضوابط پذیرش میلگردها (یا فولاد)	۶۳
۳ ـ ۱۵ ـ ۶ ـ	شکل‌پذیری	۶۳
۳ ـ ۱۵ ـ ۷ ـ	جوش‌پذیری	۶۴
۳ ـ ۱۵ ـ ۸ ـ	انبارکردن و نگهداری فولاد	۶۴
۳ ـ ۱۵ ـ ۹ ـ	بریدن میلگرد	۶۴
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۰ ـ	خم‌کردن میلگردها	۶۴
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۱ ـ	حمل و انبارکردن میلگردها	۶۶
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۲ ـ	شرایط رویه میلگردها	۶۶
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۳ ـ	جاگذاری و بستن آرماتورها	۶۶
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۴ ـ	قطعات تثبیت میلگرد	۶۷
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۵ ـ	به‌هم پیوستن آرماتورها	۶۷
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۶ ـ	اتصال میلگردها با جوش	۶۷
۳ ـ ۱۵ ـ ۱۷ ـ	تغییر در آرماتوربندی	۶۸
۳ ـ ۱۶ ـ	قالب‌بندی	۶۸
۳ ـ ۱۶ ـ ۱ ـ	کلیات	۶۸
۳ ـ ۱۶ ـ ۲ ـ	رواداریها	۶۹
۳ ـ ۱۶ ـ ۳ ـ	تنظیم قالب‌بندی	۶۹
۳ ـ ۱۷ ـ	قالب‌برداری	۶۹
۳ ـ ۱۷ ـ ۱ ـ	کلیات	۶۹
۳ ـ ۱۷ ـ ۲ ـ	زمان قالب‌برداری	۶۹
۳ ـ ۱۸ ـ	برداشتن پایه‌های اطمینان	۷۱
۳ ـ ۱۹ ـ	سطح تمام‌شدهٔ بتن	۷۱

۳ ـ ۲۰ ـ اندود داخلی ۷۲
۳ ـ ۲۱ ـ آزمایش آب‌بندی مخازن ۷۲

فصل ۴ ـ ملات ۷۵
۴ ـ ۱ ـ کلیات ۷۷
۴ ـ ۲ ـ ملات ماسه‌سیمان ۷۷
۴ ـ ۳ ـ ملات باتارد ۷۷

فصل ۵ ـ عملیات بنایی با سنگ ۷۹
۵ ـ ۱ ـ سنگ ۸۱
۵ ـ ۱ ـ ۱ ـ کلیات ۸۱
۵ ـ ۱ ـ ۲ ـ سنگ گرانیت ۸۱
۵ ـ ۱ ـ ۳ ـ سنگ ماسه‌ای ۸۲
۵ ـ ۱ ـ ۴ ـ سنگهای آهکی ۸۲
۵ ـ ۲ ـ بنایی با سنگ ۸۲
۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ کلیات ۸۲
۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۱ ـ چیدن ۸۲
۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ ـ دمای لازم ۸۲
۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ ـ آماده نمودن بستر زیرین ۸۳
۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۴ ـ ملات ۸۳
۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ بنایی با سنگهای تراشیده ۸۳
۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ ـ تعریف ۸۳
۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۲ ـ خیساندن سنگ ۸۳
۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ ـ ترتیب قرار دادن سنگها ۸۳
۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ سنگ‌چینی ۸۴
۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۵ ـ قفل و بست در کارهای بنایی با سنگ ۸۴
۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۶ ـ مشخصات بند در سنگ‌چینی ۸۴
۵ ـ ۲ ـ ۳ ـ بنایی با سنگ لاشه ۸۴

۵ـ۲ـ۳ـ۱ـ تعریف لاشه‌چینی ۸۴
۵ـ۲ـ۳ـ۲ـ خیساندن سنگ ۸۵
۵ـ۲ـ۳ـ۳ـ ترتیب قرار دادن سنگها ۸۵
۵ـ۲ـ۳ـ۴ـ لاشه‌چینی ۸۵

فصل ۶ـ عایقکاری حفاظتی بتن ۸۷
مقدمه ۸۹
۶ـ۱ـ مصالح ۸۹
۶ـ۱ـ۱ـ گونی ۸۹
۶ـ۱ـ۲ـ گونی قیراندود ۸۹
۶ـ۱ـ۳ـ مشمع قیراندود ۹۰
۶ـ۱ـ۴ـ قیر ۹۰
۶ـ۲ـ نحوهٔ عایقکاری ۹۲
۶ـ۲ـ۱ـ کلیات ۹۲
۶ـ۲ـ۲ـ عایقکاری با قیرگونی ۹۳
۶ـ۲ـ۲ـ۱ـ کلیات ۹۳
۶ـ۲ـ۲ـ۲ـ عایقکاری دیوارها ۹۳
۶ـ۲ـ۲ـ۳ـ عایقکاری سقف و نظایر آن ۹۴
۶ـ۲ـ۳ـ عایقکاری باگونی و مشمع قیراندود ۹۵
۶ـ۲ـ۳ـ۱ـ عایقکاری باگونی قیراندود ۹۵
۶ـ۲ـ۳ـ۲ـ عایقکاری با مشمع قیراندود ۹۵

فصل ۷ـ درزهای اجرایی، انقباضی و انبساطی، آب‌بندها، درزگیرها، و پرکننده‌های درز ۹۷
۷ـ۱ـ انواع درزها ۹۹
۷ـ۲ـ محل، فاصله و تعداد درزها ۹۹
۷ـ۳ـ سطح درز ۹۹
۷ـ۴ـ شیار درز ۹۹

۷ ـ ۵ ـ تیغه‌های آب‌بند ۱۰۰
۷ ـ ۶ ـ مواد پرکنندهٔ درز و درزگیرها ۱۰۰

فصل ۸ ـ زهکشی ۱۰۱
۸ ـ ۱ ـ مقدمه ۱۰۳
۸ ـ ۲ ـ هندسه شبکهٔ زهکشی ۱۰۳
۸ ـ ۳ ـ مشخصات مصالح زهکش ۱۰۳

پیوست ۱ ـ روش آزمایش استاندارد
برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی قلیایی سنگدانه‌ها (روش شیمیایی) ۱۰۵
خلاصه روش آزمایش دت ۲۲۶ ۱۰۷
۱ ـ گستره ۱۰۸
۱ ـ ۱ ـ هدف آزمایش ۱۰۸
۲ ـ مدارک مورد استفاده ۱۰۸
۲ ـ ۱ ـ استانداردهای مورد استفاده ۱۰۸
۳ ـ ابزار و وسایل لازم ۱۰۹
۳ ـ ۱ ـ وسایل اندازه‌گیری ۱۰۹
۳ ـ ۲ ـ ترازو ۱۰۹
۳ ـ ۳ ـ ابزار خرد و آسیاب کردن ۱۰۹
۳ ـ ۴ ـ الک ۱۰۹
۳ ـ ۵ ـ ظروف واکنش ۱۰۹
۳ ـ ۶ ـ حمام دمای ثابت ۱۱۰
۳ ـ ۷ ـ اسپکتروفتومتر یا فتومتر ۱۱۰
۴ ـ معرفها ۱۱۰
۴ ـ ۱ ـ خلوص معرفها ۱۱۰
۴ ـ ۲ ـ خلوص آب ۱۱۰
۴ ـ ۳ ـ محلول مولیبدات آمونیم ۱۱۱
۴ ـ ۴ ـ اسید کلریدریک ۱۱۱

۴ ـ ۵ ـ اسیدکلریدریک استاندارد ۱۱۱
۴ ـ ۶ ـ اسیدکلریدریک (۱ + ۱) ۱۱۱
۴ ـ ۷ ـ اسید فلوریدریک ۱۱۲
۴ ـ ۸ ـ محلول اسیداکسالیک ۱۱۲
۴ ـ ۹ ـ معرف فنل‌فتالئین ۱۱۲
۴ ـ ۱۰ ـ محلو استاندارد سیلیسی ۱۱۲
۴ ـ ۱۱ ـ محلول استاندارد هیدرواکسید سدیم ۱۱۲
۴ ـ ۱۱ ـ ۱ نگهداری محلول ۱۱۳
۴ ـ ۱۲ ـ اسید سولفوریک ۱۱۳
۵ ـ ظروف شیشه‌ای ۱۱۳
۵ ـ ۱ ـ مشخصات ظروف ۱۱۳
۶ ـ تدارک و آماده‌سازی نمونه‌های آزمایشی ۱۱۳
۶ ـ ۱ ـ سنگدانهٔ آزمایشی ۱۱۳
۶ ـ ۲ ـ انتخاب نمونه ۱۱۳
۶ ـ ۳ ـ شستن نمونه ۱۱۴
۷ ـ روند واکنش ۱۱۴
۷ ـ ۱ ـ افزودن محلول قلیایی ۱۱۴
۷ ـ ۲ ـ حرارت دادن ۱۱۵
۷ ـ ۳ ـ صاف کردن نمونه‌ها ۱۱۵
۷ ـ ۴ ـ صاف کردن نمونه شاهد ۱۱۶
۷ ـ ۵ ـ رقیق کردن ۱۱۶
۷ ـ ۶ ـ نگهداری محلول ۱۱۶
۸ ـ سیلیس حل شده با روش سنجش وزنی ۱۱۶
۸ ـ ۱ ـ روش ۱۱۶
۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ خشک کردن و صاف کردن ۱۱۶
۸ ـ ۱ ـ ۲ ـ خشک کردن مجدد ۱۱۷
۸ ـ ۱ ـ ۳ ـ سوزاندن صافی‌ها و توزین ۱۱۷
۸ ـ ۱ ـ ۴ ـ به‌دست آوردن مقدار سیلیس ۱۱۸

۸ ـ ۲ ـ محاسبات ۱۱۸
۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ محاسبهٔ غلظت محلول NaOH ۱۱۸
۹ ـ سیلیس حل شده توسط روش فتومتریک ۱۱۸
۹ ـ ۱ ـ کاربرد ۱۱۸
۹ ـ ۱ ـ ۱ ـ محاسبهٔ سیلیس بلوری در محلولها ۱۱۸
۱۰ ـ تهیهٔ منحنی سنجش ۱۱۹
۱۰ ـ ۱ ـ تهیهٔ محلول ۱۱۹
۱۰ ـ ۲ ـ قرائت پراکنش ۱۱۹
۱۰ ـ ۳ ـ رسم منحنی سنجش ۱۲۰
۱۱ ـ محاسبهٔ سیلیس حل‌شده ۱۲۰
۱۱ ـ ۱ ـ استفاده از منحنی سنجش ۱۲۰
۱۲ ـ محاسبات ۱۲۰
۱۲ ـ ۱ ـ غلظت سیلیس در محلول صاف شده ۱۲۰
۱۳ ـ کاهش خاصیت بازی (قلیایی) ۱۲۱
۱۳ ـ ۱ ـ روش ۱۲۱
۱۳ ـ ۱ ـ ۱ ـ تیتراژ ۱۲۱
۱۳ ـ ۲ ـ محاسبات ۱۲۱
۱۳ ـ ۲ ـ ۱ ـ کاهش خاصیت قلیایی ۱۲۱
۱۳ ـ ۳ ـ تکرارپذیری آزمایش ۱۲۱
۱۳ ـ ۳ ـ ۱ ـ رضایت‌بخش بودن نتایج ۱۲۱
۱۳ ـ ۴ ـ تعبیر نتایج ۱۲۲
۱۳ ـ ۴ ـ ۱ ـ همبستگی آزمایشهای مختلف ۱۲۲
۱۳ ـ ۴ ـ ۲ ـ صحت نتایج ۱۲۳
۱۳ ـ ۴ ـ ۳ ـ توصیه ۱۲۳
زیرنویسها ۱۲۳
مآخذ پیوست ۱ ۱۲۵

پیوست ۲ ـ روش آزمایش استاندارد
برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی ترکیبات سیمان ـ سنگدانه (روش منشور ملات) . . ۱۲۹
خلاصه‌ای از روش آزمایش دت ۲۲۴ ۱۳۱
۱ ـ گستره ۱۳۲
۱ ـ ۱ ـ هدف آزمایش ۱۳۲
۱ ـ ۲ ـ نوع واکنش قلیایی ۱۳۲
۲ ـ مدارک کاربردی ۱۳۳
۲ ـ ۱ ـ استانداردهای مورد استفاده ۱۳۳
۳ ـ مفهوم و کاربرد ۱۳۳
۳ ـ ۱ ـ همبستگی با آزمایش‌های دیگر ۱۳۳
۳ ـ ۲ ـ نتایج آزمایش ۱۳۴
۳ ـ ۳ ـ سنگهای واکنش‌زا ۱۳۴
۳ ـ ۴ ـ انبساط نمونه ۱۳۵
۳ ـ ۵ ـ مطالعات تکمیلی ۱۳۵
۴ ـ ابزار و وسایل ۱۳۵
۴ ـ ۱ ـ مشخصات وسایل و ابزار ۱۳۵
۴ ـ ۲ ـ الکها ۱۳۵
۴ ـ ۳ ـ مخلوط‌کن، تیغه (پره)، دیگ اختلاط ۱۳۶
۴ ـ ۴ ـ تخماق (کوپه) و ماله (فلزی) ۱۳۶
۴ ـ ۵ ـ ظروف ۱۳۶
۵ ـ دما و رطوبت ۱۳۷
۵ ـ ۱ ـ دمای محیط قالب‌گیری و دمای آب ۱۳۷
۵ ـ ۲ ـ رطوبت محیط قالب‌گیری ۱۳۷
۵ ـ ۳ ـ دمای محیط نگهداری ۱۳۷
۶ ـ انتخاب و آماده‌سازی مصالح ۱۳۷
۶ ـ ۱ ـ انتخاب سنگدانه ۱۳۷
۶ ـ ۱ ـ ۱ ـ درشت‌دانه و ریزدانه ۱۳۷
۶ ـ ۱ ـ ۲ ـ درشت‌دانه‌های خردشده ۱۳۸

۶ - ۲ - آماده‌سازی سنگدانه ۱۳۸
۶ - ۳ - انتخاب و آماده‌سازی سیمان ۱۳۹
۶ - ۳ - ۱ - سیمان کارگاهی ۱۳۹
۶ - ۳ - ۲ - سیمانهای آزمایشگاهی ۱۳۹
۷ - آماده‌سازی نمونه‌های آزمایش ۱۴۰
۷ - ۱ - تعداد نمونه‌ها ۱۴۰
۷ - ۲ - آماده‌سازی قالبها ۱۴۰
۷ - ۳ - متناسب کردن ملات ۱۴۰
۷ - ۴ - اختلاط ملات ۱۴۱
۷ - ۵ - قالب‌گیری نمونه‌های آزمایشی ۱۴۱
۷ - ۵ - ۱ - نمونه‌های اضافی ۱۴۱
۷ - ۶ - روند ساختن پیمانه‌های ملات ۱۴۱
۸ - نگهداری و اندازه‌گیری نمونه‌های آزمایشی ۱۴۲
۸ - ۱ - نگهداری و اندازه‌گیری اولیه ۱۴۲
۸ - ۲ - نگهداری و اندازه‌گیری بعدی ۱۴۲
۸ - ۲ - ۱ - اندازه‌گیری‌های بلندمدت ۱۴۲
۸ - ۲ - ۲ - اطلاعات تکمیلی ۱۴۳
۸ - ۲ - ۳ - نگهداری نمونه‌ها ۱۴۳
۸ - ۲ - ۴ - قرار دادن نمونه‌ها ۱۴۳
۹ - محاسبه ۱۴۳
۹ - ۱ - اختلاف طول و انبساط ۱۴۳
۱۰ - بررسیهای انتهای آزمایش ۱۴۳
۱۰ - ۱ - بررسی‌های اضافی ۱۴۳
۱۰ - ۱ - ۱ - تابیدگی ۱۴۴
۱۰ - ۱ - ۲ - موارد بررسی ۱۴۴
۱۱ - گزارش ۱۴۴
۱۱ - ۱ - شمول گزارش ۱۴۴
۱۱ - ۱ - ۱ - نوع و منبع سنگدانه ۱۴۴

۱۱ ـ ۱ ـ ۲ ـ نوع و منبع سیمان پرتلند ۱۴۴
۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ مقدار قلیایی سیمان ۱۴۴
۱۱ ـ ۱ ـ ۴ ـ تغییر طول ۱۴۵
۱۱ ـ ۱ ـ ۵ ـ اطلاعات اضافی در مورد سنگدانه‌ها ۱۴۵
۱۱ ـ ۱ ـ ۶ ـ بررسی نمونه‌ها ۱۴۵
۱۱ ـ ۱ ـ ۷ ـ نسبت آب به‌سیمان ۱۴۵
۱۲ ـ دقت و صحت ۱۴۵
۱۲ ـ ۱ ـ دقت آزمایش ۱۴۵
زیرنویسهای پیوست ۲ ۱۴۶

پیوست ۳ ـ روش آزمایش استاندارد
تعیین قابلیت واکنش‌زایی قلیایی سنگهای کربناتی (روش استوانهٔ سنگی) ۱۴۷
خلاصه‌ای از روش آزمایش دت ۲۲۷ ۱۴۹
۱ ـ گستره ۱۵۰
۱ ـ ۱ ـ سنگهای کربناتی ۱۵۰
۱ ـ ۲ ـ هدف آزمایش ۱۵۱
۲ ـ مدارک مرجع ۱۵۱
۲ ـ ۱ ـ استانداردهای ASTM ۱۵۱
۳ ـ خلاصهٔ روش ۱۵۱
۳ ـ ۱ ـ استوانه‌های سنگی ۱۵۱
۴ ـ مفهوم و کاربرد ۱۵۱
۴ ـ ۱ ـ لزوم انجام آزمایش ۱۵۱
۵ ـ ابزار و وسایل و معرفها ۱۵۲
۵ ـ ۱ ـ محلول هیدرواکسید سدیم ۱۵۲
۵ ـ ۲ ـ ابزار آماده‌سازی نمونه ۱۵۲
۵ ـ ۳ ـ بطری‌های نگهداری ۱۵۲
۵ ـ ۴ ـ دستگاه مقایسه‌گر ۱۵۲
۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ وسیلهٔ تماس ۱۵۳

۵ ـ ۴ ـ ۲ ـ میکرومتر ۱۵۳
۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ جاداری ۱۵۳
۵ ـ ۴ ـ ۴ ـ مرجع استاندارد ۱۵۳
۵ ـ ۴ ـ ۵ ـ وسیلهٔ اندازه‌گیری ۱۵۳
۶ ـ نمونه‌گیری ۱۵۴
۶ ـ ۱ ـ دستورالعمل ۱۵۴
۶ ـ ۲ ـ نظارت بر نمونه‌گیری ۱۵۴
۶ ـ ۳ ـ گویایی نمونه ۱۵۵
۷ ـ نمونه‌های آزمایشی ۱۵۵
۷ ـ ۱ ـ شکل نمونه‌ها ۱۵۵
۷ ـ ۲ ـ ابعاد نمونه ۱۵۵
۷ ـ ۳ ـ انتهای نمونه ۱۵۶
۸ ـ روش ۱۵۶
۸ ـ ۱ ـ طرز اندازه‌گیری ۱۵۶
۸ ـ ۲ ـ اندازه‌گیری طول نمونه ۱۵۶
۸ ـ ۳ ـ اشباع کردن نمونه ۱۵۶
۸ ـ ۴ ـ اندازه‌گیری طول مرجع ۱۵۶
۸ ـ ۵ ـ قرار دادن نمونه در محلول ۱۵۷
۸ ـ ۶ ـ دوره‌های اندازه‌گیری ۱۵۷
۸ ـ ۷ ـ آماده کردن نمونه برای اندازه‌گیری ۱۵۷
۸ ـ ۸ ـ نگهداری مجدد نمونه ۱۵۷
۸ ـ ۹ ـ تعویض محلول ۱۵۷
۹ ـ محاسبات ۱۵۷
۹ ـ ۱ ـ محاسبهٔ تغییر طول ۱۵۷
۱۰ ـ تعبیر نتایج ۱۵۸
۱۰ ـ ۱ ـ حساسیت اندازه‌گیری‌ها ۱۵۸
۱۰ ـ ۲ ـ اثر معدن سنگ ۱۵۸
۱۰ ـ ۳ ـ تعیین آسیب‌پذیری ۱۵۸

۱۱ ـ گزارش ۱۵۹
۱۱ ـ ۱ ـ موارد گزارش ۱۵۹
۱۱ ـ ۱ ـ ۱ ـ شماره شناسایی ۱۵۹
۱۱ ـ ۱ ـ ۲ ـ نوع و معدن سنگ ۱۵۹
۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ شکل و ابعاد ۱۵۹
۱۱ ـ ۱ ـ ۴ ـ درصد تغییر طول ۱۵۹
۱۱ ـ ۱ ـ ۵ ـ جنبه‌های مهم ۱۶۰
۱۱ ـ ۱ ـ ۶ ـ اطلاعات دیگر ۱۶۰
۱۲ ـ دقت ۱۶۰
۱۲ ـ ۱ ـ تعیین تفاوت سنگها ۱۶۰
۱۲ ـ ۲ ـ دقت یک آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه ۱۶۰
۱۲ ـ ۳ ـ دقت چند آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه ۱۶۰
۱۲ ـ ۴ ـ دقت چند آزمایش‌کننده، چند دستگاه مقایسه ۱۶۰
زیرنویسها ۱۶۱

پیوست ۴ ـ نکات ایمنی و بهداشتی هنگام بهره‌برداری از مخازن آب ۱۶۳
مقدمه ۱۶۵
۱ ـ محل قرارگیری کف مخزن ۱۶۵
۲ ـ محافظت ۱۶۵
۳ ـ زهکشی ۱۶۶
۴ ـ سرریز ۱۶۶
۵ ـ دسترسی‌ها ۱۶۶
۶ ـ هواکشها ۱۶۷
۷ ـ سقف و دیوارهای جانبی ۱۶۷
۸ ـ زهکشی سقف ۱۶۷
۹ ـ یخبندان ۱۶۸
۱۰ ـ جلوگیری از ورود رسوبات به‌لولهٔ خروجی ۱۶۸
۱۱ ـ شیب‌بندی اطراف مخزن ۱۶۸

۱۲ ـ حفاظت اجزای فلزی ۱۶۸
۱۳ ـ شست‌وشو، رسوب‌زدایی و ضدعفونی کردن مخازن ۱۶۸
۱۳ ـ ۱ ـ مقدمه ۱۶۸
۱۳ ـ ۲ ـ شرایط پذیرش ۱۶۹
۱۳ ـ ۳ ـ تمیز کردن ۱۶۹
۱۳ ـ ۴ ـ انواع ترکیبات کلر مورد استفاده برای ضدعفونی کردن ۱۶۹
۱۳ ـ ۵ ـ روشهای کلرزنی و ضدعفونی کردن مخازن ۱۷۰
۱۳ ـ ۵ ـ ۱ ـ روش اول ۱۷۱
۱۳ ـ ۵ ـ ۲ ـ روش دوم ۱۷۲
۱۳ ـ ۵ ـ ۳ ـ روش سوم ۱۷۲
۱۳ ـ ۵ ـ ۴ ـ روش مرسوم در سازمان آب تهران ۱۷۳
۱۳ ـ ۶ ـ آزمایشهای باکتریولوژی ۱۷۳
۱۳ ـ ۷ ـ مقادیر مواد شیمیایی لازم برای تولید محلول کلر با غلظتهای مشخص ۱۷۴
۱۳ ـ ۸ ـ تخلیهٔ آب کلردار مورد استفاده برای ضدعفونی کردن مخزن ۱۷۴
۱۴ ـ بازدید شیرآلات و سایر تجهیزات تأسیساتی مخزن ۱۷۴
۱۵ ـ نگهبانی ۱۷۴

فصل ۱

کلیات

۱ ـ ۱ ـ مقدمه

این مشخصات فنی مشتمل بر مشخصات فنی کارهای ساختمانی مرتبط با ساخت مخازن به‌منظور تحکیم مقررات پیمان و شرایط عمومی آن تهیه و تدوین گردیده است. بنابراین هیچیک از مندرجات آن ناقض مفاد پیمان و شرایط آن نبوده و رافع تعهداتی که پیمانکار به‌موجب شرایط مزبور عهده‌دار است، نمی‌باشد.

مهندس مشاور، بدون ایجاد حق جدیدی برای پیمانکار از نظر اضافه بهاء و یا تغییر واحد بهای پیشنهادی، می‌تواند مشخصات آن قسمت از عملیات را که احیاناً در این مشخصات و یا سایر مدارک پیمان ذکری از آن به‌میان نیامده است، در کادر یکی از استانداردهای قابل قبول که مشتمل بر معانی این مشخصات فنی نیز باشد، در طی کار تنظیم و به‌پیمانکار ابلاغ نماید. وجود مشخصات اجرایی در مورد کارهایی که احیاناً جزء کارهای این پیمان نمی‌باشد صرفاً به‌منظور حفظ چهارچوب کلی مشخصات فنی بوده و ارائهٔ آنها در این مجموعه، نباید موجب ابهام و یا ایجاد حقی برای پیمانکار گردد.

۱ ـ ۲ ـ تجهیز و آماده نمودن کارگاه

پیمانکار باید محل اجرای عملیات مورد پیمان را تحت بررسی دقیق قرار داده و با همکاری و موافقت مقامات محلی، تحت نظر مهندس ناظر نسبت به‌برطرف نمودن تمامی موانع

موجود، اعم از موقتی و یا دائمی، و ایجاد راههای دستیابی به‌کارگاه و تأمین آب و برق و سایر وسایل مورد نیاز اقدام نماید.

پیمانکار ظرف پانزده (۱۵) روز از تاریخ مبادله قرارداد باید برنامه، سازمان و روش اجرای کار، و فهرست کاملی از ماشین‌آلات و تجهیزاتی که برای انجام کار در نظر گرفته است، را تهیه نموده و برای کسب موافقت به‌دستگاه نظارت تسلیم دارد. این لیست باید شامل تعداد، نوع، مشخصات، ظرفیت، مدل، ساعات کارکرد و شمارهٔ موتور ماشین‌آلات مختلف باشد.

ماشین‌آلات لازم برای اجرای هر کار مشخص و معین باید قبل از شروع اجرای آن کار، در پای کار حاضر شده باشد. خارج کردن ماشین‌آلات از کارگاه و یا انتقال آن به‌جای دیگر منوط به‌موافقت کتبی مهندس ناظر خواهد بود. تمامی ماشین‌آلات و تجهیزاتی که در کارگاه موجود بوده و برای اجرای کار مورد نیاز می‌باشد در صورت فرسودگی و یا بروز عیب و نقص باید در اسرع وقت تعمیر و یا تعویض شوند.

۱ ـ ۳ ـ پاک کردن محوطه

درختان قسمتهایی از محوطه که برای احداث مخزن در نظر گرفته شده است، باید ریشه‌کن شود. برای حفظ و نگهداری درختانی که نباید قطع شوند، ضروری است اقداماتی احتیاطی به‌عمل آید تا در حین اجرای کار به‌آنها صدمه‌ای وارد نشود.

خاک زراعی محوطه‌ای که برای مخزن منظور شده است باید تا عمق لازم برداشته شود. در صورتی که این خاک برای باغچه‌ها، چمن‌کاریها و کارهایی از این نوع قابل استفاده باشد، باید در محل مناسبی انبار شود.

۱ ـ ۴ ـ نقاط نشانه و مبدأ

به منظور تعیین حجم عملیات و اجرای صحیح کار باید به تعداد کافی نقاط نشانه و مبدأ تعیین شود.

نقاط اصلی نشانه و مبدأ باید با رنگ روغنی روی پایه‌های بتنی مشخص و شماره‌گذاری شود. سطح مقطع فوقانی پایه‌های بتنی حداقل باید ۱۰×۱۰ سانتیمتر، و

ارتفاع آن باید حداقل ۷۰ سانتیمتر باشد، و پس از نصب، حدود ۲۰ سانتیمتر از آن بالاتر از سطح زمین طبیعی قرار گیرد.

۱ ـ ۵ ـ تسطیح محوطه

در صورتی که زمین تحویل شده برای مخزن سنگلاخ بوده، یا دارای ناهمواریهای زیاد باشد که مانع انجام عملیات ساختمانی شود، باید محوطه کارگاه تا تراز مورد نظر پاک و هموار شود. مصرف سنگهای حاصله از این عملیات در ساخت مخزن به‌شرطی مجاز است که به‌صورت قابل استفاده درآمده باشد. چنانچه زمین تحویل شده برای مخزن آبخیز بوده و اجرای کار در آن بدون زهکشی مقدور نباشد، باید تمامی زمینهایی که مخزن در آنها احداث می‌گردد زهکشی شود.

۱ ـ ۶ ـ ساختمانهای موقت

برای انجام امور اداری و دفتری، تهیه یا ساختن اطاق یا اطاقهای موقتی به‌وسعت لازم در محوطه کارگاه یا مجاورت آن ضروری است، همچنین باید تأسیسات روشنایی، حرارتی و بهداشتی، و در صورت امکان وسایل ارتباطی، برای کارمندان و کارگران تأمین شود.

۱ ـ ۷ ـ حدود و برنامه‌ریزی کار

پیمانکار موظف است تمامی کارهای موضوع قرارداد از قبیل تهیه مصالح، لوازم، تجهیزات و ابزار کار، نیروی کار و به‌طور کلی تمامی کارهایی که جهت اجرای کامل طرح ضرورت داشته و حدود آن از نظر کمی و کیفی در مشخصات فنی، نقشه‌های اجرایی و فهرست بهاء و مقادیر و غیره تعیین گردیده است را انجام دهد.

قبل از آغاز عملیات اجرایی پیمانکار باید برنامه انجام کارهای مورد پیمان را به‌منظور قابل کنترل بودن پیشرفت کار، با توجه به‌اولویتها و هماهنگ بودن کارهای مختلف و عامل زمان، به‌تفکیک حداکثر در مدت ۱۵ روز از تاریخ مبادلهٔ قرارداد تهیه نموده و به‌تصویب دستگاه نظارت برساند، بدیهی است کلیه کارها طبق برنامه مذکور اجرا خواهد گردید. در صورتی که به‌لحاظ عوامل غیرقابل پیش‌بینی اختلالی در اجرای کار طبق برنامه پیش‌بینی

شدهٔ مصوب به وجود آید، پیمانکار موظف است در اسرع‌وقت برنامهٔ پیشرفت کار جدیدی برای ادامه کار تهیه نموده و آن را مجدداً به‌تصویب دستگاه نظارت برساند.

به‌هر حال کارهای قبلی، دردست اجرا و آتی باید در هر زمان کاملاً مشخص و قابل کنترل باشند.

۱ ـ ۸ ـ مصالح

پیمانکار موظف است قبل از اجرای پروژه نسبت به‌محل تهیه مصالح از قبیل شن، ماسه، سنگ و غیره اعم از مصالح اولیه و مصالح حاصله از آن، مطالعات لازم را به‌عمل آورده و نام و نشانی تهیه‌کنندگان مصالح مورد نظر را به‌دستگاه نظارت اطلاع داده و اجازهٔ مصرف آن را بگیرد. مصالح مصرفی در کار باید توسط آزمایشگاههایی که مورد قبول کارفرما و دستگاه نظارت می‌باشد مورد آزمایش قرارگرفته و در صورت قابل قبول بودن نتایج آزمایش و تأیید دستگاه نظارت، مصرف شود. هزینه‌های مربوط به‌آزمایش مصالح در صورتی که کارفرما آزمایشگاهی دراختیار نداشته باشد، به‌پیمانکار پرداخت خواهد شد، مگراینکه در اسناد پیمان ترتیب دیگری پیش‌بینی شده باشد.

۱ ـ ۹ ـ میخ‌کوبی و ترازیابی

محل کار تحویلی به‌پیمانکار برای احداث مخزن، باید توسط و با مسئولیت نامبرده و زیرنظر دستگاه نظارت میخ‌کوبی و نقشه‌برداری و ترازیابی شود. برای انجام این کار باید تمامی لوازم و تجهیزات مورد لزوم برای نقشه‌برداری توسط پیمانکار تهیه و آماده گردد. بابت نقشه‌برداری پرداخت اضافی به‌پیمانکار تعلق نخواهد گرفت.

پیمانکار موظف است قبل از آغاز عملیات ساختمانی تمامی نقشه‌های موجود از قبیل نقشه‌های وضعیت، مقاطع طولی و عرضی و غیره را با نقاط میخ‌کوبی شده مقایسه کرده و در صورت مطابقت و تأیید دستگاه نظارت شروع به‌کار نماید. هزینه‌های مربوطه به‌انجام عملیات فوق‌الذکر باید دربهای پیشنهادی پیمانکار منظور گردد، به‌طوری که نامبرده حق دریافت هیچگونه دستمزد و اضافه بهاء را از این بابت نداشته باشد. به‌علاوه پیمانکار مسئول محافظت و نگهداری تمامی میخکوبیها و علامت‌گذاریهایی که انجام داده است بوده

و در صورت جابه‌جا شدن و یا ناپدید شدن میخها باید نسبت به‌کوبیدن میخهای جدید و در صورت لزوم نقشه‌برداری مجدد اقدام نماید.

۱ ـ ۱۰ ـ نگهداری مصالح

کلیهٔ مصالح، ماشین‌آلات و لوازم ساختمانی که توسط کارفرما و یا پیمانکار تهیه شده است باید برحسب کیفیت و کمیت مصالح، به‌طور مجزا و منظم و قابل کنترل، توسط پیمانکار، در انبار کارگاه نگهداری شود. به‌طوری که در مقابل هر نوع حادثه ناشی از عوامل جوی، آتش‌سوزی، دستبرد، شکستگی، آسیب‌دیدگی و نظایر آن محافظت گردند. در هر حال پیمانکار متعهد است هرگونه خسارت ناشی از عدم رعایت مورد مذکور را به‌هزینه خود جبران نماید.

۱ ـ ۱۱ ـ برچیدن کارگاه

پس از تکمیل یا قبل از اتمام عملیات به‌استثنای مواردی که اجازه لازم صادر شده و یا کتباً ابلاغ می‌شود، پیمانکار باید کلیهٔ ابنیه و ساختمانهای موقت را خراب نموده و ضایعات آن را از محل کارگاه خارج نماید. کلیه داربستهای ساخته شده، ابزار کار، وسایل و ماشین‌آلات ساختمانی نیز باید از محوطه کارگاه به‌خارج حمل شوند. پیمانکار همچنین موظف است تمامی مواد آلی موجود در داخل یا خارج مستراح‌ها، خانه‌ها، و سایر ابنیه مورد استفاده ضمن عملیات را به‌نحو رضایت‌بخش ضدعفونی نموده و بپوشاند. پیمانکار موظف است تمامی زباله‌های موجود را از محل کارگاه به‌خارج حمل و محوطه مورد استفاده را به‌نحو کامل و رضایت‌بخشی نظافت نموده و تحویل نماید.

در صورت اخطار دستگاه نظارت، پیمانکار موظف است تمامی خسارات وارده به اموال عمومی یا شخصی ناشی از اجرای عملیات موضوع قرارداد را جبران نماید.

ضمن پیشرفت کار پیمانکار مسئول نظافت معابر عمومی بوده و این کار نباید به‌تکمیل عملیات ساختمانی موکول گردد.

پیمانکار باید تمامی مصالح باقیمانده و تأسیساتی را که رأساً به‌وسیلهٔ وی و یا پیمانکاران جزء نصب شده است به‌نحو کامل نظافت نموده و تأسیسات و مصالح مزبور را

به‌نحو رضایت‌بخش و پاکیزه‌ای تحویل نماید.

۱ ـ ۱۲ ـ تملک محوطهٔ اضافی

زمین تحویل‌شده به‌پیمانکار شامل محوطهٔ لازم برای انجام کار می‌باشد. در صورت نیاز پیمانکار به‌زمین اضافی برای تجهیز کارگاه، مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

۱ ـ ۱۳ ـ روشنایی، مراقبت و علایم راهنمایی و رانندگی

در مورد تجهیزات لازم برای روشنایی و همچنین تجهیزات و پرسنل لازم برای نگهبانی در داخل محوطهٔ کارگاه و نصب علایم و اخطارهای راهنمایی و رانندگی به‌منظور عدم سدمعبر و یا ایجاد راه‌بندان مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

۱ ـ ۱۴ ـ استفاده از بزرگراهها

استفادهٔ پیمانکار از بزرگراهها، در چارچوب قوانین و مقررات وزارت راه و ترابری، پلیس‌راه و نیروهای انتظامی می‌باشد.

۱ ـ ۱۵ ـ تأمین آب و برق

در مورد شرایط تأمین آب و برق تا ورودی کارگاه، توزیع آن در کارگاه و هزینهٔ پرداخت بهای آب و برق مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

۱ ـ ۱۶ ـ حفاظت تأسیسات موجود و سایر املاک

حفاظت تأسیسات و تجهیزات تحویلی به‌پیمانکار، مندرج در صورت مجلس تحویل زمین، به‌عهدهٔ پیمانکار می‌باشد.

۱ ـ ۱۷ ـ اختلافات و اشتباهات

چنانچه بین مدارک تناقض باشد، در درجهٔ اول نقشه‌ها، در درجهٔ دوم مشخصات فنی

خصوصی، در درجهٔ سوم مشخصات فنی عمومی و در درجهٔ چهارم شرایط خصوصی پیمان و در آخر شرایط عمومی پیمان حاکم خواهد بود.

۱ ـ ۱۸ ـ نقشه‌های چون‌ساخت[1]

تهیه نقشه‌های چونساخت و ارائه دوسری اوزالید به‌کارفرما به‌عهده و هزینهٔ پیمانکار است. کارفرما می‌تواند به‌هزینهٔ خود درخواست اوزالید و یا ترانسپارانت اضافی از پیمانکار نماید.

۱ ـ ۱۹ ـ تقاضای تغییر در مشخصات و نقشه‌ها

در صورت نیاز، پیمانکار می‌تواند تغییر در مشخصات و نقشه‌ها را با اعلام کتبی از مشاور تقاضا نماید. مشاور در چارچوب ضوابط مربوط به‌این تقاضا رسیدگی کرده و در نهایت نظر وی حاکم بر رد یا قبول این تقاضا خواهد بود، به‌هرحال چنانچه تغییر در مشخصات و نقشه‌ها موجب تغییر مقادیر و قیمتها باشد کسب نظر و تأیید کارفرما الزامی خواهد بود.

۱ ـ ۲۰ ـ سفارش مصالح

پیمانکار موظف است در ابتدای کار پس از مطالعهٔ نقشه‌ها، میزان مصالح لازم همراه با برنامهٔ زمانبندی مصرف را به‌مشاور ارائه نماید. در صورت نیاز به‌تهیه حواله‌های دولتی برای بعضی از اقلام، مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

۱ ـ ۲۱ ـ دعاوی و مرجع حل اختلاف

در این مورد مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

۱ ـ ۲۲ ـ جبران خسارات در مدت تعلیق کار

در این مورد مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

1- As built drawings

فصل ۲

عملیات خاکی

۲ ـ ۱ ـ کلیات

منظور از خاکبرداری کلیه عملیاتی است که برای برداشتن خاکهای محوطه، گودبرداری و پی‌کنی، در زمین طبیعی انجام می‌شود.

قبل از خاکبرداری، در صورت لزوم پیمانکار اقدام به‌تهیهٔ پلان تاکئومتری محل خاکبرداری کرده که پس از صورت مجلس این پلان توسط دستگاه نظارت، و ارائه نقشهٔ خاکبرداری از طرف مشاور، نحوهٔ اجرای خاکبرداری توسط پیمانکار با تأیید دستگاه نظارت مشخص می‌شود. بعد از اتمام عملیات خاکبرداری، صورت مجلس نقشه خاکبرداری تنظیم و به‌تأیید دستگاه نظارت می‌رسد.

خاکبرداری باید طبق نقشه‌ها و تا عمقی که معین شده است، انجام شود، چنانچه اشتباهاً، به‌ویژه کف پی، بیش از ابعاد تعیین‌شده در نقشه‌ها خاکبرداری شود، باید برداشت اضافی توسط بتن کم‌سیمان یا مواد دیگری که از طرف دستگاه نظارت تعیین خواهد شد، پر گردد.

قبل از آنکه محل خاکبرداری از طرف دستگاه نظارت بازدید و تأیید شده باشد، شروع پی‌سازی ممنوع است. محل تخلیهٔ خاک حاصل از خاکبرداری باید به‌تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد.

به‌طور کلی، جدار محل خاکبرداری شده باید قائم باشد. چنانچه جنس زمین اقتضا کند که جدار محل خاکبرداری شده به‌صورت شیروانی درآید، یا برای جلوگیری از ریزش،

چوب بست شود، کسب اجازه دستگاه نظارت ضروری خواهد بود.

کف محل خاکبرداری شده باید صاف و هموار و عاری از هرگونه ریشهٔ گیاهان باشد.

قبل از اجرای عملیات خاکبرداری، برای حفظ محوطه کارگاه، باید تدابیر لازم برای جلوگیری از نفوذ آب به‌داخل کارگاه اتخاذ شود، و در صورت لزوم گودالی دور از محل خاکبرداری برای تخلیه آب احداث شود.

در تخلیه و زهکشی آب در قسمت خاکبرداری شده، پیمانکار باید توجه داشته باشد که در صورت نشست زمین، به‌دیگر ابنیهٔ موجود در محوطه خساراتی وارد نیاید، در صورت بروز چنین خساراتی، هزینه‌های جبرانی برعهدهٔ پیمانکار خواهد بود.

در صورتی که در محدودهٔ عملیات چاههای آب یا فاضلاب و یا قنات متروکه مشاهده شود، باید پر گردند. روش کار و مصالح مصرفی باید به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

۲-۲-طبقه‌بندی زمین و تعیین درصد مصالح مختلف در عملیات خاکبرداری

انواع زمین در عملیات خاکبرداری به‌سه طبقه تقسیم می‌شود. پیمانکار موظف است قبل از شروع عملیات خاکبرداری در هر منطقه، یا در برخورد با تغییر طبقه‌بندی در ضمن خاکبرداری، مهندس ناظر را در جریان قرار دهد، تا وی بتواند مصالح را طبقه‌بندی کند.

مهندس ناظر مصالح را در شرایط طبیعی آن بر طبق آنچه در این قسمت شرح داده خواهد شد طبقه‌بندی خواهد نمود. ممکن است از پیمانکار خواسته شود که قسمتی از عملیات خاکبرداری را قبل از طبقه‌بندی مصالح انجام دهد. روشهای مختلفی که پیمانکار برای اجرای عملیات خاکبرداری اتخاذ می‌کند مبنای تعیین طبقه‌بندی مصالح نبوده و تأیید مهندس ناظر در انجام عملیات خاکبرداری توسط این روشها نیز در طبقه‌بندی مصالح تعیین‌کننده نخواهد بود.

در صورتی که عملیات خاکبرداری در محلی انجام شود که مخلوطی از انواع مختلف خاک و سنگ در آن وجود داشته باشد و نتوان مقادیر مربوط به‌هر نوع را جداگانه مشخص نمود طبقه‌بندی براساس مصالح غالب در مخلوط مشخص خواهد شد.

طبقه‌بندی انواع زمین به‌شرح ذیل می‌باشد:

سنگ: زمینهای سنگی زمینهایی هستند که برای کندن و یا استخراج آن مصرف مواد

سوزا و منفجره ضروری تشخیص داده شده و یا استفاده از ماشین‌آلات سنگین راهسازی مانند بولدوزر با قدرت بیش از ۳۰۰ اسب الزامی باشد.

دج‌کلنگی: مخلوطی است از دانه‌های سنگی به‌هم چسبیده که انجام عملیات در آن به‌وسیلهٔ بولدوزر تا قدرت ۳۰۰ اسب و یا وسایل مشابه با استفاده از ریپر عملی باشد. حفاری در نواحی خرد شدهٔ سنگی و کنگلومرا شامل سنگهای فرسوده و ساییده شده و یا به‌صورت مطبق و یا با چسبندگی کم نسبت به‌یکدیگر نیز در این طبقه‌بندی قرار می‌گیرد.

خاک: مخلوطی است از دانه‌های سنگی مجزا از هم و بدون چسبندگی که انجام عملیات در آن به‌وسیلهٔ بولدوزر تا قدرت ۱۵۰ اسب و یا وسایل مشابه بدون استفاده از ریپر عملی باشد.

۲ ـ ۳ ـ بستر زمین

بستری که مخزن روی آن ساخته می‌شود، باید حتی‌الامکان زمینی همگن با باربری مناسب، نشست کم و عاری از آبهای زیرزمینی باشد، لیکن در بسیاری از موارد دسترسی به‌چنین زمینی امکان‌پذیر نیست و یا سایر معیارهای طراحی ممکن است مختصات ویژه‌ای را برای سازه ایجاب نماید که از لحاظ مسائل خاک مطلوب نمی‌باشد. زمینهایی که حتی‌الامکان از قرار دادن مخزن در روی آن باید اجتناب کرد، به‌شرح زیر می‌باشند:

الف ـ زمینهایی با باربری کم و نشست زیاد.

ب ـ زمینهایی که در آنها آب زیرزمینی بالاست و تراز زیر کف مخزن پایین‌تر از آب زیرزمینی است.

پ ـ در مجاورت و روی گسلها و یا زمینهای لغزشی

ت ـ مناطقی که لایه‌های زمین به‌صورت شیبدار بوده و بخصوص مناطقی که یک لایه دانه‌ای روی لایهٔ رسی به‌صورت شیبدار قرارگرفته است. در چنین حالتی، نشت آب از لایه دانه‌ای روی لایهٔ رسی، باعث لغزنده کردن سطح تماس دو لایه و در نتیجه ناپایداری زمین می‌گردد.

ث ـ مناطقی که زمین زیر مخزن تفاوتهای قابل توجهی از لحاظ جنس زمین دارد.

ج ـ خاکهای گچدار (که در آنها به‌واسطهٔ حل شدن بلورهای گچ در آب و ایجاد

فضای خالی، از مقاومت زمین به‌شدت کاسته می‌شود).

چ - خاکهای دستی حتی اگر به‌صورت کامل کوبیده شده باشد.

ح - خاکهایی که استعداد آبگونگی یا روانگرایی دارند.

به‌هر حال محل سازه هرجا باشد، باید قبل از طراحی، زمین از نقطه‌نظر جنس و وضعیت لایه‌ها و همچنین میزان باربری و نشست مورد مطالعه و شناسایی قرار گیرد. لازم به‌تذکر است که مخازن تیپ برای زمینهایی با مقاومت حداقل معین که در نقشه‌ها ذکر شده، طراحی گردیده‌اند. برای زمینهای با مقاومت کمتر باید مهندس مشاور یا کارفرما پس از انجام آزمایشهای مکانیک خاک نسبت به بهبود بخشیدن خاک زیر مخزن به‌نحو مقتضی اقدام نماید.

۲ ـ ۴ ـ آماده کردن سطح زمین

در صورتی که عملیات خاکبرداری با ماشین انجام شود، در ۲۰ سانتیمتری تراز نهایی، باید عملیات متوقف شده و بقیهٔ عملیات خاکبرداری تا تسطیح نهایی به‌روشهای دستی انجام و تنظیم گردد. ریختن بتن مگر روی بستر تسطیح شده باید با فاصلهٔ زمانی منطقی صورت پذیرد، به‌طوری‌که هیچگونه هوازدگی سطحی در خاک ایجاد نشود. در صورت به‌وجود آمدن فاصلهٔ طولانی، خاکهای هوازده باید برداشته شده و بتن مگر جایگزین آن گردد.

در صورتی که به‌ناچار سطح آب زیرزمینی بالاتر از کف خاکبرداری شده باشد، قبل از هرگونه بتن‌ریزی، باید سطح آب زیرزمینی توسط روشهای مناسب پایین برده شود، به‌طوری که عملیات بتن‌ریزی در محیط خشک صورت پذیرد.

۲ ـ ۵ ـ پی‌سازی

قبل از اقدامات مربوط به‌پی‌سازی مخزن، باید اطمینان حاصل شود که نکات زیر در طرح و محاسبات مورد توجه قرار گرفته باشد.

الف ـ نشست زمین، بر اثر تغییر سطح ایستابی.

ب - نشست زمین، ناشی از حرکت و لغزش کلی در زمینهای ناپایدار.

پ - نشست زمین، ناشی از ناپایداری بر اثر گودبرداری خاکهای مجاور و حفر چاه.

ت ـ نشست زمین، ناشی از ارتعاشات احتمالی که ممکن است منشأ آن تأسیسات خود مخزن یا ساختمانهای مجاور باشد.

۲ ـ ۶ ـ خاکریزی اطراف مخازن نیمه‌مدفون و مدفون

پس از انجام آزمایشهای آب‌بندی مخزن، در صورت عدم وجود اشکالات، نشت آب و یا رفع عیوب مربوطه، مطابق نقشه‌های موجود، سطوح خارجی مخزن که در تماس با خاک می‌باشند، قیر و گونی شده و یک تیغهٔ ۱۰ سانتی‌متری به‌عنوان حافظ قیر و گونی روی آن اجرا می‌شود. سپس مطابق مشخصات ارائه شده در نقشه‌ها، خاکریزی اطراف دیوار و سقف مخزن انجام می‌شود. در خاکریزی اطراف دیوارها احتیاج به‌انجام عملیات خاصی برای تراکم نیست و عبور مرور ماشین‌آلات خاکبرداری در روی خاک برای تراکم آن کافی است. در خاکریزی سقف، استفاده از ماشین‌آلات سنگین مجاز نبوده و خاکریزی با استفاده از ماشینهای سبک (مثل دامپر) صورت گرفته و پخش خاک به‌وسیلهٔ کارگر انجام می‌شود.

فصل ۳

مصالح بتن مسلح

مقدمه

این قسمت اختصاص به‌ارائه روشهایی برای مشخص کردن تولید و دستیابی به‌بتنی که مقاومت، پایایی و نفوذناپذیری لازم را برای سازهٔ مخزن برآورده نماید، دارد. تمام مطالبی که در فصول سوم و چهارم، پنجم، ششم و هفتم آیین‌نامهٔ بتن ایران ارائه شده، معتبر بوده مگر اینکه به‌نحوی در این قسمت، مشخصات دیگری گفته شده باشد.

۳ـ۱ـ موضوع

بر اساس مشخصات فنی این فصل و نقشه‌های پیوست، پیمانکار موظف به انجام موارد زیر است:

۱ ـ تهیه مصالح و تجهیزات و نیروی انسانی لازم برای ساخت، حمل، ریختن، حفاظت، تعمیر و نگهداری بتن.

۲ ـ تهیه، ساخت، نصب و بازکردن قالبها

۳ ـ تهیه و نصب تیغه‌های آب‌بند، مواد پرکننده و درزگیر برای درزهای اجرایی، انقباضی و انبساطی.

۴ ـ تهیه و نصب میلگردها، لقمه‌ها، فاصله‌دهنده‌ها

۵ ـ ایجاد محلهای مناسب برای انبارکردن سیمان و سنگدانه‌ها

۶ ـ ایجاد امکانات لازم برای پیمانه کردن مصالح و مخلوط کردن آنها برای تولید بتن و حمل آنها به‌محل بتن‌ریزی.

۳ ـ ۲ ـ بتن

بتن مخلوطی از سیمان، سنگدانه (شن و ماسه)، آب و افزودنیهاست. نسبتهای اختلاط مواد فوق باید به‌نحوی انتخاب گردند که مقاومت، پایایی و کارایی بتن را فراهم سازند.

۳ ـ ۳ ـ سیمان

۳ ـ ۳ ـ ۱ ـ کیفیت

سیمان مصرفی در ساخت مخازن باید با یکی از مشخصات مشروح زیر یا هر استاندارد دیگری که قبلاً به‌تأیید دستگاه نظارت رسید، مطابقت داشته باشد.

۱ ـ سیمان پرتلند (طبق مشخصات دت ۱۰۱)

۲ ـ سیمان روباره‌ای با حداکثر جایگزینی ۵۰ درصد (طبق مشخصات دت ۱۰۲)

۳ ـ سیمان پوزولانی با حداکثر جایگزینی ۳۵ درصد (طبق مشخصات دت ۱۰۳)

پیمانکار باید کلیهٔ سیمانهای مورد مصرف و نتایج آزمایشهای رسمی کارخانهٔ تولیدکننده را که براساس مشخصات مربوطه و به‌هزینهٔ پیمانکار انجام‌شده، به‌دستگاه نظارت تسلیم نماید. همچنین دستگاه نظارت می‌تواند رأساً نسبت به‌نمونه‌گیری سیمان در کارگاه یا کارخانه تولیدکننده اقدام نماید. پیمانکار قبل از اخذ مجوز کتبی از دستگاه نظارت مبنی بر تأیید سیمان، مجاز به‌استفاده از آن نمی‌باشد. هرگاه نتایج آزمایشها نشان دهد که سیمان تحویل شده به‌کارگاه قابل قبول نیست، این سیمانها باید بلافاصله از کارگاه خارج شود. معمولاً مقاومت فشاری نمونهٔ ملات نرمال سیمان باید حداقل پس از ۷ روز ۲۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و پس از ۲۸ روز، ۳۷۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.

آزمایشهای لازم برای تعیین درجهٔ مرغوبیت سیمان، آزمایشهای دت ۱۰۱ تا دت ۱۲۸ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه و یا معادلهای *ASTM* آنها طبق جدول فصل پنجم از پیوست آیین‌نامهٔ بتن می‌باشد.

۳ـ۳ـ۲ـ حمل

سیمان باید توسط تجهیزاتی که به‌نحو قابل قبولی در مقابل عوامل جوی عایق‌بندی شده باشند، حمل گردد به‌طوری که کاملاً از رطوبت‌زدگی محفوظ بماند.

۳ـ۳ـ۳ـ انبار کردن

محموله‌های سیمان بلافاصله پس از ورود به‌کارگاه باید در ساختمانی که در مقابل عوامل جوی عایق‌بندی شده و دارای تهویهٔ کافی بوده و پیش‌بینی‌های لازم برای حفاظت در مقابل رطوبت در آن شده باشد، انبار گردد. کلیهٔ تسهیلات انبار سیمان باید به‌منظور بررسی و شناسایی به‌سهولت قابل دسترسی باشند. به‌منظور آنکه سیمان بی‌جهت به‌مدت زیاد پس از ورود به‌کارگاه در انبار نماند، پیمانکار باید قبل از مصرف سیمانهای تازه ابتدا سیمانهایی که ۶۰ روز یا بیشتر در انبار مانده‌اند را مصرف نماید. استفاده از سیمانهایی که بیش از ۱۲۰ روز در کارگاه مانده‌اند مجاز نمی‌باشد، مگر اینکه آزمایشات مجدد مقبولیت آنها را تأیید نماید. سیمان در محیطهای خشک نباید در ردیفهای بیش از ۱۲ کیسه بر روی هم برای مدت بیشتر از ۳۰ روز انبار شود. هرگاه مدت انبار کردن بیشتر باشد حداکثر تعداد کیسه ۷ ردیف روی هم می‌باشد. پیمانکار موظف است انواع مختلف سیمان را جداگانه انبار نماید، تا از مخلوط شدن آنها جلوگیری شود. در این صورت باید سیمان در سیلو یا تانکر کاملاً محفوظ حمل شده و در سیلوهای مخصوص نگهداری گردد. کلیهٔ هزینه‌های انبار کردن و خسارتهای ناشی از عدم انبار کردن صحیح سیمان به‌عهدهٔ پیمانکار می‌باشد.

۳ـ۳ـ۴ـ حرارت

حداکثر درجهٔ حرارت سیمان حین ریختن داخل دستگاه بتن‌ساز ۵۰ درجهٔ سانتیگراد می‌باشد، مگر اینکه دستور دیگری توسط دستگاه نظارت صادر گردد.

۳ـ۳ـ۵ـ کارخانهٔ تأمین سیمان

پیمانکار باید ظرف ۳۰ روز پس از انعقاد قرارداد، کتباً کارخانه یا کارخانه‌های تأمین‌کنندهٔ سیمان موردنظر را به‌دستگاه نظارت معرفی کند. در صورت تأمین سیمان از بیش از یک کارخانه، پیمانکار باید برنامهٔ حمل و مقدار سیمان از هر کدام را به‌اطلاع دستگاه نظارت برساند.

۳ ـ ۴ ـ سنگدانه‌ها

۳ ـ ۴ ـ ۱ ـ ترکیب

سنگدانه‌ها شامل شن و ماسه باید از شن و ماسهٔ طبیعی یا شن و ماسهٔ شکسته و یا ترکیبی از آنها تشکیل شده باشند. شن و ماسه مورد استفاده در بتن که به‌دستگاه بتن‌ساز تحویل می‌گردد، باید دارای درصد رطوبت یکنواخت و مناسب باشد.

۳ ـ ۴ ـ ۲ ـ کیفیت

شن و ماسه بتن باید از دانه‌های تمیز، سخت و دارای بافت متراکم و یکنواخت، مقاوم و بدون لایهٔ سطحی از مواد دیگر باشد.

شکل دانه‌ها باید عموماً گرد و یا مکعبی بوده و به‌صورت قابل قبولی عاری از دانه‌های پهن (نسبت عرض به‌ضخامت بزرگتر از ۳) و دانه‌های دراز (نسبت طول به‌عرض بزرگتر از ۳) باشد. مقدار دانه‌های پهن و دراز در هر یک از گروههای اندازهٔ دانه‌ها نباید از ۲۵ درصد وزنی آن گروه تجاوز کند. سنگهایی که برای تهیهٔ شن و ماسه مورد استفاده قرار می‌گیرند، نباید دارای مقاومت فشاری کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشند.

علاوه بر موارد مذکور در فوق، سنگدانه‌ها باید تمامی ضوابط بخش ۳ ـ ۴ از آیین‌نامهٔ بتن ایران را برآورده نمایند.

آزمایشهای لازم برای تعیین درجهٔ مرغوبیت سنگدانه‌ها آزمایشهای دت ۲۰۱ تا دت ۲۳۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه یا معادلهای *ASTM* آنها طبق جدول فصل پنجم از پیوست آیین‌نامه بتن ایران می‌باشد. در این مورد به‌انجام آزمایشهای لازم در مورد سنگدانه‌های سیلیس‌دار و دولومیتی از نظر واکنش قلیایی توجه‌داده‌می‌شود.*

۳ ـ ۴ ـ ۳ ـ دانه‌بندی

شن و ماسهٔ بتن باید دارای دانه‌بندی پیوسته و مناسب از ریزدانه تا درشت بوده و دانه‌بندی آن در هنگام استفاده در دستگاه مخلوط‌کن به‌شرح جدول زیر باشد:

---

* *به‌پیوستهای ۱ و ۲ و ۳ مراجعه شود.*

اندازهٔ الک		ماسه	شن (درصد عبوری)	
اینچ	میلیمتر	(درصدعبوری)	۱۹ میلیمتر	۲۵ میلیمتر
۱	۲۵		۱۰۰	۹۵-۱۰۰
۳/۴	۱۹		۹۰-۱۰۰	—
۱/۲	۱۲/۵		—	۲۵-۶۰
۳/۸	۹/۵	۱۰۰	۲۰-۵۵	—
نمره ۴	۴/۸	۹۵-۱۰۰	۰-۱۰	۰-۱۰
نمره ۸	۲/۴	۸۰-۱۰۰		
نمره ۱۶	۱/۲	۵۵-۸۵		
نمره ۳۰	۰/۶	۲۵-۶۰		
نمره ۵۰	۰/۳	۱۰-۳۰		
نمره ۱۰۰	۰/۱۵	۲-۱۰		

چنانچه مخلوط دانه‌بندی شده با ویژگیهای استاندارد مطابقت نکند ولی بتن ساخته‌شده با آن دارای مشخصات مورد لزوم از قبیل مقاومت فشاری، وزن مخصوص و غیره باشد، دستگاه نظارت می‌تواند با مصرف بتن مزبور موافقت نماید.

۳-۴-۴-مدول ریزدانگی (ضریب نرمی)

ماسه بتن علاوه برآنکه باید دارای دانه‌بندی مطابق جدول بند ۳-۴-۳ باشد، باید دارای مدول ریزدانگی بین ۲/۳ و ۳/۱ باشد. مدول ریزدانگی عبارت است از جمع درصد مانده، بر روی الکهای (*ASTM*) به‌شماره‌های ۴، ۸، ۱۶، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ تقسیم بر عدد ۱۰۰.

۳-۴-۵-معادن شن و ماسه

پیمانکار باید شن و ماسهٔ بتن را از منابع شن و ماسه نزدیک به‌منطقهٔ اجرای پروژه تأمین نماید. پیمانکار باید شواهد قابل قبولی مبتنی بر آنکه شن و ماسهٔ مورد مصرف، ضوابط این مشخصات فنی را پاسخگو می‌باشد ارائه نماید. این شواهد باید شامل نتایج آزمایشهایی که در آزمایشگاه مورد تصویب دستگاه نظارت انجام شده و همچنین نتایج آزمون سنگ‌نگاری

براساس استاندارد دت ۲۰۵ باشد.

دستگاه نظارت بر مبنای نتایج آزمایشهای ارائه شده، آزمایشهای اضافی احتمالی دیگر را که باید توسط پیمانکار انجام شود، در صورت لزوم مشخص خواهد نمود. کلیهٔ آزمایشها باید زیرنظر دستگاه نظارت انجام شود.

تصویب منابع شن و ماسه براساس نتایج آزمایشگاهی برای پیمانکار این حق را به‌وجود نخواهد آورد که تمامی مصالح این منابع مناسب و قابل قبول می‌باشد، بلکه دستگاه نظارت محق خواهد بود که نقاط، محلها و یا لایه‌هایی را در منابع تصویب شده مردود بشناسد.

پیمانکار موظف است منابع و محل برداشت شن و ماسه را از درختان، شاخ و برگها، ریشه‌ها و سایر مواد زیان‌آور تمیز نماید و تمام مسائل در رابطه با خاکبرداری (در فصل دوم) را مورد ملاحظه قرار دهد. پیمانکار باید اقدامات لازم را به‌منظور حصول دانه‌بندی مناسب توصیف شده معمول دارد. به‌علت محدود بودن قطر دانه‌ها و نقائص دانه‌بندی ممکن است اصلاح دانه‌بندی از طریق شکستن دانه‌های درشت و یا اضافه کردن بعضی از اندازه‌ها ضروری باشد، این اصلاحات باید پس از تأیید دستگاه نظارت صورت گیرد. تمام شن و ماسه‌های شکسته باید با مصالح سنگی طبیعی همان دانه‌بندی مخلوط گردد، به‌نحوی که محصول یکنواختی حاصل شود.

برخی از آزمایشات موردنیاز قبل از استخراج شن و ماسه از معدن بدین‌قرار است:

نوع آزمایش	نتیجه روی دانه‌های بزرگتر از ۴/۸ میلیمتر
مقاومت درمقابل سولفات دوسود	کم شدن وزن حداکثر ۱۰٪
عکس‌العمل در مقابل محلولها	بدون عکس‌العمل شیمیایی
میزان کلوخه، خاک رس	حداکثر ۱٪ وزنی
میزان دانه‌های شکننده و نرم	حداکثر ۵٪ وزنی
میزان مواد آلی	حداکثر ۱٪ وزنی

۳ ـ ۴ ـ ۶ ـ انبار کردن

شن و ماسه باید به‌طور جداگانه توده شوند، همچنین سطح زمینی که شن و ماسه روی آن توده می‌شود در صورت نداشتن پوشش باید سخت و محکم باشد. مصالح شن و ماسه باید

به‌نحوی انبار و نگهداری گردد که امکان اختلاط هیچ‌گونه مادهٔ خارجی در دپوهای آنها وجود نداشته باشد. دپو کردن مصالح سنگی باید به‌روشی باشد که از جدا شدن دانه‌های ریز و درشت از یکدیگر جلوگیری به‌عمل آید. دپو کردن مصالح در محل انبار و همچنین برداشت مصالح از آن باید به‌نحوی باشد که به‌اختلاط و ایجاد یکنواختی در دانه‌بندی کمک نماید. امکانات زهکشی مناسب در دپوی مصالح شن و ماسه باید به‌ترتیبی پیش‌بینی شود که حداقل یک دوره ۲۴ ساعته برای تخلیه و زهکشی مصالح شن و ماسه قبل از استفاده از آنها در دستگاه بتن‌ساز به‌وجود آید. برای این کار می‌توان سطح زیر دپو را از مرکز به‌اطراف با حداکثر شیب ۵٪ تنظیم نمود. قبل از آغاز عملیات بتن‌سازی باید مقادیر کافی ماسه و شن در تمام گروهها در انبار شن و ماسه وجود داشته باشد تا بتوان عملیات بتن‌ریزی مداوم را شروع نمود. تسهیلات و تجهیزات دپو کردن بارگیری و باراندازی باید به‌نحوی باشد که هیچ‌گونه عملیات جابه‌جا کردن مصالح بدون دستور دستگاه نظارت در محلهای دپو مصالح صورت نگیرد.

پیمانکار باید هنگام تحویل شن و ماسه برای هر ۴۰۰ متر مکعب به‌طور جداگانه یک‌مرتبه به‌هزینهٔ خود دانه‌بندی را کنترل نماید. کلیهٔ هزینه‌های دپو و خارج نمودن شن و ماسهٔ آلوده از کارگاه به‌عهدهٔ پیمانکار می‌باشد.

۳ ـ ۴ ـ ۷ ـ جابه‌جایی

شن و ماسه در هنگام ورود به‌دستگاه بتن‌ساز باید تمیز و عاری از مواد مضّر باشند. کلیهٔ مصالح سنگی قبل از ریخته شدن در محفظهٔ دستگاه بتن‌ساز، باید طبق مشخصات شستشو شوند و درصد رطوبت حداقل و یکنواختی قبل از ریخته شدن در محفظه‌های دستگاه بتن‌ساز را کسب نمایند. هرگاه مصالح سنگی به‌کمک نوار نقاله به‌دستگاه بتن‌ساز حمل شوند، نوار مزبور باید حفاظ داشته و از شرایط جوی محفوظ بماند. دانه‌بندی نهایی مصالح درشت‌دانه باید در همان دستگاه بتن‌ساز صورت گرفته و محصول نهایی مستقیماً به‌محفظه‌های مختلف این دستگاه ریخته شود.

۳ ـ ۴ ـ ۸ ـ دستگاه تهیهٔ شن و ماسه

پیمانکار باید قبل از سفارش تجهیزات و یا شروع عملیات نصب دستگاه تهیه شن و ماسه،

اطلاعات زیر را در مورد این دستگاه به‌منظور بررسی به‌دستگاه نظارت تسلیم نماید:

۱ ـ دیاگرام جریان

۲ ـ نقشه کارگاه عملیات شامل محل دستگاه، مناطق دپو مصالح مورد استفاده و دپو مصالح اضافی و زاید.

۳ ـ شرح قسمتهای مختلف تجهیزات شامل نوع و اندازه و ظرفیت و غیره

۴ ـ تسهیلات برای کنترل گرد و خاک

پیمانکار علیرغم بررسی و تصویب دستگاه تولید شن و ماسه توسط دستگاه نظارت، مسئول کامل تهیه شن و ماسه براساس این مشخصات فنی می‌باشد. پیمانکار براساس شرایط فوق‌الذکر می‌تواند شن و ماسهٔ مورد نیاز خود را خریداری نماید. در این صورت مدارک مورد نیاز را باید از فروشندهٔ شن و ماسه (منجمله کیفیت، اندازه، شکل، نوع سنگ و منحنی دانه‌بندی) تهیه و به‌دستگاه نظارت تسلیم نماید. پیمانکار باید شن و ماسه تهیه شده را آزمایش نموده کیفیت آن را به‌تأیید دستگاه نظارت برساند.

۳ ـ ۴ ـ ۹ ـ نمونه‌برداری و آزمایش

آزمایشهای کنترل و تجزیه و تحلیل شن و ماسه در مراحل مختلف تولید، دپو کردن و عملیات بتن‌سازی باید توسط پیمانکار و تحت نظر دستگاه نظارت صورت گیرد. تمامی آزمایشها باید براساس استانداردهای مربوطه انجام شود. پیمانکار باید نقشه‌ها و روشهای کنترل تولید شن و ماسه را به‌منظور تصویب به‌دستگاه نظارت ارائه و گزارشهای تولید روزانه را نیز تسلیم نماید. کنترل تولید باید شامل نمونه‌برداری مرتب از شن و ماسه در محل دستگاه بتن‌ساز طبق دستور دستگاه نظارت باشد. همچنین دستگاه نظارت حق انجام آزمایشهای مستقل به‌منظور کنترل را برای خود محفوظ داشته و پیمانکار باید تمامی نیروی انسانی لازم، ابزار و تجهیزات مربوطه را تأمین نموده و به‌دستگاه نظارت در گرفتن نمونه‌های مورد نظر برای آزمایشهای کنترلی کمک نماید.

۳ ـ ۴ ـ ۱۰ ـ مواد زیان‌آور

حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در بتن، طبق جداول ۳ ـ ۴ ـ ۵ ـ ۲ و ۳ ـ ۴ ـ ۵ ـ ۳ از آیین‌نامهٔ بتن ایران می‌باشد.

۳ـ۵ـ آب

آب مصرفی در ساخت بتن باید تمیز و صاف باشد. باید از مصرف آب حاوی مواد زیان‌آور برای بتن یا آرماتور از قبیل روغنها، اسیدها، قلیائیها، املاح، مواد قندی، و مواد آلی خودداری کرد. به‌طور کلی آب آشامیدنی برای ساختن بتن رضایت‌بخش تلقی می‌شود. آب غیرآشامیدنی مورد تردید را تنها در صورت مطابقت با بندهای زیر می‌توان به‌کار برد:

۱ ـ انتخاب نسبتهای اختلاط بتن باید براساس آبی باشد که در کارگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ ـ مقاومتهای ۷ و ۲۸ روزهٔ نمونه‌های استوانه‌ای بتن ساخته شده با آب غیرآشامیدنی باید حداقل معادل ۹۰ درصد مقاومتهای نظیر نمونه‌های مشابه ساخته شده با آب مقطر باشد.

مقدار مواد زیان‌آور آب مصرفی در بتن نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول ۳ـ۵ـ۱ از آیین‌نامهٔ بتن ایران تجاوز کند.

مقدار PH آب مصرفی در بتن نباید از ۴/۵ کمتر و از ۸/۵ بیشتر باشد. تعیین PH آب به‌کمک استاندارد د ـ ت ۳۰۳ صورت می‌گیرد.

۳ـ۶ـ افزودنیها

مادهٔ افزودنی ماده‌ای است به‌غیر از سیمان پرتلند، سنگدانه، و آب که به‌صورت گرد یا مایع به‌عنوان یکی از مواد تشکیل‌دهندهٔ بتن به‌کار می‌رود و برای اصلاح خواص بتن، کمی قبل از اختلاط و یا در حین اختلاط افزوده می‌شود.

مواد افزودنی شامل مواد حباب‌ساز، مواد کاهندهٔ آب (روان‌سازها)، مواد کندگیرکننده، مواد تسریع‌کننده، مواد ضدرطوبت، کاهندهٔ نفوذپذیری، و ضدیخها می‌باشند.

پیمانکار قبل از مصرف مواد افزودنی باید مشخصات فنی لازم را دراختیار دستگاه نظارت قرار دهد. پیمانکار موظف است قبل از تهیهٔ بتن با مواد افزودنی، نمونه‌های آزمایشی به‌تعداد کافی تهیه و از نظر مقاومت و خصوصیات لازم مورد بررسی قرار دهد، و تنها در صورت تأیید دستگاه نظارت مجاز به‌استفاده از این مواد می‌باشد. بدیهی است هزینهٔ تهیه و آزمایش نمونه‌ها برعهده پیمانکار خواهد بود.

۳ـ۷ـ نسبتهای اختلاط و روشهای کنترل مقاومت بتن

۳ـ۷ـ۱ـ مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن

مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد کلیهٔ مقاومتهای اندازه‌گیری شده برای ردهٔ بتن مورد نظر، ممکن است کمتر از آن باشد.

۳ـ۷ـ۲ـ ردهٔ بتن مصرفی

ردهٔ بتن مصرفی در کف، دیوارها، ستونها، سقف و سایر اجزای سازه‌ای مخازن، ردهٔ C ۲۰ با مقاومت مشخصهٔ ۲۰ مگاپاسکال روی نمونه استوانه‌ای ۲۸ روزه می‌باشد.

بتن مصرفی در بتن مگر، رده C ۸ با مقاومت مشخصهٔ ۸ مگاپاسکال روی نمونهٔ استوانه‌ای ۲۸ روزه می‌باشد.

۳ـ۷ـ۳ـ حداقل و حداکثر مقدار سیمان

مقدار سیمان نباید کمتر از ۳۲۵ کیلوگرم در متر مکعب باشد. حداکثر نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ می‌باشد، مگر مواردی که از سیمان پوزولانی استفاده شود که در این صورت حداکثر نسبت آب به‌سیمان مساوی ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود.

هنگام استفاده از سیمان معمولی و یا سیمان روبارهٔ کورهٔ آهنگدازی، حداکثر مقدار سیمان ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و هنگام استفاده از سیمان پوزولانی حداکثر مقدار سیمان به ۴۵۰ کیلوگرم در متر مکعب محدود می‌شود.

۳ـ۷ـ۴ـ تعیین نسبتهای اختلاط

نسبتهای اختلاط برای بتنهای مصرفی در مخازن کوچک و متوسط، طبق جدول زیر پیشنهاد می‌شود. قبل از کاربرد این نسبتها برای تهیهٔ بتن، ابتدا باید نمونه‌های آزمایشی برمبنای این نسبتها و مصالح پای کار تهیه و مقاومت به‌دست آمده به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

در مورد مخازن مهم، ضروری است پیمانکار با ارسال مصالح سنگی و سیمان به‌آزمایشگاه، طرح بتن را با نظر آزمایشگاه تهیه نماید.

مقدار مواد متشکله برای ساخت یک متر مکعب بتن		ردهٔ بتن	
		C8 (f'_c = 8 Mpa)	C20 (f'_c = 20 Mpa)
سیمان (kg/m^3)		۱۵۰	۳۲۵
آب (lit/m^3)	برای ساختن	۷۵	۱۶۰
	برای مرطوب کردن	۲۰	۲۰
ماسه	m^3	۰/۵۹	۰/۵۶
شن	m^3	۰/۷۳	۰/۶۸

۳ـ۷ـ۵ـ کارآیی

کارایی بتن باید در ارتباط با وسایل و روشهای حمل، جا دادن و تراکم بتن مشخص گردد به‌طوری که بتن بدون هرگونه جدا شدن دانه‌ها، کاملاً متراکم شده و اطراف میلگردها و گوشه‌ها و زوایای قالب را پر کند. باید دقت به‌عمل آید که در مجاورت درزهای اجرایی، انقباضی و انبساطی، تیغه‌های آب‌بند (واتراستاپها) و لوله‌های کارگذاشته شده در بتن تراکم کامل به‌وجود آید.

۳ـ۷ـ۶ـ پایایی بتن

پایایی بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به‌مقاومت آن در برابر عوامل جوی، حملات شیمیایی، سایش و فرسایش و فرآیندهای تخریبی دیگر گفته می‌شود. بتن پایا در شرایط محیطی مورد نظر، شکل اولیه و کیفیت خود را به‌نحو بهتری حفظ می‌کند. عوامل مؤثر در کاهش پایایی عبارتند از:

۱ـ یخ‌بندانهای متناوب
۲ـ رویارویی با عوامل شیمیایی خورنده
۳ـ سایش و فرسایش
۴ـ سنگدانه‌های واکنش‌زا
۵ـ خوردگی آرماتور

۶ ـ نفوذپذیری بتن در برابر ورود آب، اکسیژن، دی‌اکسید کربن و سایر مواد مضر.

تقلیل نفوذپذیری و افزایش پایایی بتن با رعایت موارد زیر میسر است:

الف ـ مصرف سیمان مناسب

ب ـ انتخاب سنگدانهٔ خوب و مناسب

پ ـ انتخاب صحیح و مناسب نسبتهای اختلاط مواد تشکیل‌دهندهٔ بتن

ت ـ استفاده از مواد افزودنی حبابساز و کاهندهٔ آب

ث ـ مصرف مقدار متناسب سیمان

ج ـ محدود کردن نسبت آب به‌سیمان به‌مقدار کافی و در عین حال کم

چ ـ تراکم بتن با وسایل و روش مناسب

ح ـ عمل آوردن به‌مدت کافی و به‌روشی مناسب

در ارتباط با پایایی بتن برای شرایط محیطی مختلف، کلیهٔ مفاد بخش ۶ ـ ۳ از آیین‌نامهٔ بتن ایران باید مورد توجه قرار گیرد.

۳ ـ ۷ ـ ۷ ـ تهیه و آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای بتن

کلیهٔ ضوابط مربوط به‌مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن براساس آزمایشهای نمونه‌های استوانه‌ای استوار است. در صورت استفاده از نمونه‌ای مکعبی باید مقاومت آنها به‌مقاومت نظیر نمونه‌های استوانه‌ای تبدیل شود.

تهیه و آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای بتن باید مطابق استانداردهای زیر باشد:

۱ ـ روش نمونه‌برداری از بتن ساده (دت ۵۰۲)

۲ ـ روش ساختن و عمل آوردن نمونه‌های آزمایشی بتن در کارگاه (دت ۵۰۴)

۳ ـ روش آزمایش مقاومت فشاری نمونه‌های استوانه‌ای بتن (دت ۶۰۲)

مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن باید بر اساس آزمایشهای ۲۸ روزه تعیین شود.

نمونه‌گیری از بتن در محل ساخت توسط دستگاه نظارت با همکاری پیمانکار صورت خواهد گرفت. پیمانکار باید نیروی انسانی و تسهیلات لازم را برای انجام آزمایش روی نمونه‌ها، در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.

۳ـ۷ـ۸ـ ارزیابی و پذیرش بتن

۳ـ۷ـ۸ـ۱ـ تواتر نمونه‌برداری و آزمایش مقاومت

الف: مقصود از هر نمونه‌برداری از بتن عبارت از تهیه دو نمونه آزمایشی از آن می‌باشد که آزمایش مقاومت فشاری آنها در سن ۲۸ روز و یا هر سن دیگری که مقرر شده باشد انجام می‌گیرد. متوسط تاب فشاری این دو نمونه به‌عنوان یک نتیجه آزمایش مقاومت اختیار می‌شود. برای آگاهی از کیفیت بتن قبل از موعدمقرر می‌توان یک‌نمونه آزمایشی دیگر از بتن که آزمایش مقاومت فشاری آن در سن ۷ روز انجام می‌گیرد، تهیه کرد.

ب : در صورتی که حجم هر اختلاط بتن بیش از یک متر مکعب باشد، باید نمونه‌برداری از بتن به‌تعداد حداقل یک نمونه‌برداری برای هر ۳۰ متر مکعب بتن، یا ۱۵۰ متر مربع سطح بتن برای دالها و دیوارها، یا ۱۰۰ متر طول برای تیرها و کلافها در صورتی که جدا از قطعات دیگر بتن‌ریزی شوند و یا ۵۰ متر طول برای ستونها انجام گیرد.

پ : در صورتی که حجم هر اختلاط بتن کمتر از یک متر مکعب باشد، باید مقادیر حجم، سطح و طول مقرر شده در بند (ب) به‌همان نسبت تقلیل یابند.

ت : حداقل یک نمونه‌برداری در روز از هر رده بتن لازم است.

ث : حداقل تعداد ۶ نمونه‌برداری از کل سازه ضرورت دارد.

ج: در صورتی که حجم بتن ریخته‌شده در کارگاه از ۲۰ متر مکعب کمتر باشد می‌توان از نمونه‌برداری و آزمایش مقاومت صرفنظر کرد مشروط بر اینکه بنا به‌تشخیص دستگاه نظارت شواهدی حاکی از رضایت‌بخش بودن کیفیت بتن موجود باشند.

۳ـ۷ـ۸ـ۲ـ ضوابط پذیرش بتن ـ نمونه‌های عمل‌آمده در آزمایشگاه

الف: مشخصات بتن در صورتی منطبق بر ردهٔ مورد نظر و قابل پذیرش تلقی می‌شود که یکی از شرایط (الف ـ ۱) یا (الف ـ ۲) به‌شرح زیر برآورده شود:

الف ـ ۱: در نتایج آزمایش فشاری سه‌نمونهٔ متوالی، مقاومت هیچکدام از نمونه‌ها کمتر از مقاومت مشخصه نباشد.

(الف ـ ۱): $$X_{1,2,3} \geq f'_c$$

الف ـ ۲: در صورت برآورده نشدن شرط الف ـ ۱، متوسط مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه به‌اضافهٔ ۱/۵ Mpa و کمترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصهٔ منهای ۴ Mpa

کمتر نباشد.

(الف ـ ۲): $\bar{X}_3 \geq f'_c + 1.5$

$X_{min} \geq f'_c - 4.0$

ب: مشخصات بتن در صورتی غیرمنطبق بر ردهٔ مورد نظر و غیرقابل پذیرش می‌باشد که متوسط مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخص کمتر بوده و یا کمترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه منهای ۴ Mpa کمتر باشد:

$X_{min} < f'_c - 4.0 , \bar{X}_3 < f'_c$

پ: مشخصات بتنی که شرایط بند (الف) را برآورده نمی‌کند ولی مطابق شرایط بند (ب) غیرقابل پذیرش نمی‌باشد. ممکن است بنابه تشخیص طراح بدون نیاز به‌بررسی‌های بیشتر، از نظر سازه‌ای قابل پذیرش تلقی شود.

در صورتی که مشخصات بتن غیرمنطبق بر ردهٔ مورد نظر و غیرقابل پذیرش باشد باید اقداماتی مطابق ضوابط ماده ۳ ـ ۷ ـ ۸ ـ ۴ صورت گیرند.

ت: در کنترل شرایط انطباق بتن بر ردهٔ مورد نظر، از نتیجهٔ آزمایش هیچکدام از نمونه‌ها نباید صرفنظر شود مگر اینکه با دلایل کافی نشان داده شود که در موقع قالب‌گیری نگهداری، حمل، عمل آوردن و یا آزمایش نمونه خطای عمده‌ای صورت گرفته است.

۳ ـ ۷ ـ ۸ ـ ۳ ـ ضوابط کنترل روش عمل آوردن و محافظت بتن

الف: دستگاه نظارت می‌تواند انجام آزمایشهای مقاومت روی نمونه‌های عمل آمده و محافظت شده تحت شرایط کارگاهی را جهت کنترل کیفیت عمل آوردن و محافظت بتن در سازه درخواست نماید.

ب: نمونه‌های عمل آمده در کارگاه باید مطابق روش «ساختن و عمل آوردن نمونه‌های آزمایشی بتن در کارگاه» (دت ۵۰۴) عمل آورده شوند.

پ: نمونه‌های عمل آمده در کارگاه باید در همان زمان و از همان بتنی قالب‌گیری شوند که نمونه‌های آزمایشی عمل آمده در آزمایشگاه تهیه می‌شوند.

ت: در صورتی که مقاومت فشاری نمونه‌های کارگاهی در سن مشخص شده برای مقاومت مشخصه، مساوی یا بیشتر از ۰/۸۵ مقاومت نظیر نمونه‌های عمل آمده در

آزمایشگاه و یا به‌اندازهٔ ۴Mpa از مقاومت مشخصه بیشتر باشد، روش عمل آوردن و محافظت بتن رضایت‌بخش تلقی می‌شود، در غیر این صورت باید اقداماتی جهت بهبود روشهای مذکور صورت گیرند.

۳ـ۷ـ۸ـ۴ـ بررسی بتنهای با مقاومت کم

درصورتی‌که نتایج آزمایشهای مقاومت نمونه‌های عمل‌آمده در آزمایشگاه، براساس ضوابط مندرج در بند ۳ـ۷ـ۸ـ۲ نشان دهد که بتن بر ردهٔ موردنظر منطبق نبوده و غیرقابل پذیرش می‌باشد، لازم است تدابیری جهت اطمینان از ظرفیت باربری سازه به‌شرح زیر اتخاذ شوند:

الف: در صورتی که با استفاده از آنالیز موجود سازه و بازبینی طراحی، بتوان نشان داد که به‌ازاء بتن با مقاومت کمتر ظرفیت باربری سازه درحد قابل قبول خواهد بود، نوع بتن از نظر تأمین مقاومت در سازه قابل قبول تلقی می‌شود.

ب: در صورتی که شرایط بند الف برآورده نشود ولی بتوان با انجام آنالیز و طراحی مجدد نشان داد که با فرض وجود بتن با مقاومت کمتر در قسمتهایی که احتمال آن می‌رود، ظرفیت باربری کلیهٔ قسمتهای سازه درحد قابل قبول خواهد بود، نوع بتن از نظر تأمین مقاومت در سازه قابل قبول تلقی می‌شود.

پ: در صورتی که شرایط بندهای الف و ب برآورده نشوند لازم است آزمایش مقاومت روی مغزه‌های گرفته شده از بتن در قسمتهایی که احتمال وجود بتن با مقاومت کمتر داده می‌شود به‌عمل آید. این آزمایشها باید مطابق روش آزمایش مغزه‌های مته شده و تیرهای بریده شده (دت ۶۲۵) از بتن به‌عمل آیند. برای قسمتهایی از سازه که نتایج آزمایش نمونه‌های آزمایشگاهی مربوط به‌آنها ضوابط پذیرش بتن مطابق بند ۳ـ۷ـ۸ـ۲ را برآورده ننمایند باید سه مغزه تهیه و آزمایش شوند.

ت: اگر تحت شرایط بهره‌برداری ساختمان، بتن خشک باشد، مغزه‌ها باید در هوا (با درجه حرارت ۱۶ تا ۲۷ درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی کمتر از ۶۰ درصد) برای مدت هفت روز قبل از آزمایش خشک شده و به‌صورت خشک آزمایش شوند. اگر تحت شرایط بهره‌برداری ساختمان، بتن مرطوب یا غرقاب باشد، مغزه‌ها باید به‌مدت حداقل ۴۰ ساعت قبل از آزمایش در آب غوطه‌ور شده و به‌صورت مرطوب آزمایش شوند.

ث: در قسمتهایی که مقاومت بتن از طریق آزمایش مغزه‌ها تعیین می‌شود، بتن از نظر

تأمین مقاومت در سازه در صورتی رضایت‌بخش محسوب می‌شود که متوسط مقاومتهای فشاری سه مغزه حداقل برابر ۰/۸۵ مقاومت مشخصه بوده و هیچیک از مغزه‌ها مقاومتی کمتر از ۰/۷۵ مقاومت مشخصه نداشته باشد. برای کنترل دقت آزمایشها می‌توان مغزه‌گیری را تکرار کرد.

ج: در صورتی که شرایط بند «ث» برآورده نشوند و ظرفیت باربری سازه مورد تردید باقی بماند برای قسمتهای مورد تردید سازه باید آزمایش بارگذاری صورت گیرد و یا اقدامات مقتضی دیگری به‌عمل آیند.

۳ ـ ۸ ـ اختلاط بتن

۱ ـ بتن باید به‌گونه‌ای مخلوط شود که تمامی مواد متشکله آن به‌صورت همگن در مخلوط‌کن پخش شوند و قبل از تغذیهٔ مجدد، مخلوط‌کن به‌طور کامل تخلیه گردد.

۲ ـ بتن آماده باید مطابق الزامات «مشخصات بتن آماده» (دت ۵۰۱) یا مشخصات بتن تهیه شده ازطریق پیمانه کردن حجمی و اختلاط پیوسته (دت ـ ۵۱۷) مخلوط شده و تحویل گردد.

۳ ـ بتن مخلوط شده در کارگاه باید مطابق الزامات زیر تهیه شود:

الف: اختلاط بتن باید توسط مخلوط‌کن پیمانه‌ای مورد تأیید دستگاه نظارت انجام گیرد.

ب: مخلوط‌کن باید با سرعت توصیه‌شده از طرف کارخانهٔ سازندهٔ آن چرخانده شود.

پ: عمل اختلاط باید حداقل به‌مدت ۱/۵ دقیقه، پس از قرار گرفتن تمامی مواد متشکله در داخل مخلوط‌کن، ادامه یابد مگر آنکه آزمایشهای انجام شده مطابق «مشخصات بتن آماده» (دت ۵۰۱) نشان دهد زمان کوتاهتری رضایت‌بخش است.

ت: برای نقل و انتقال، پیمانه کردن و اختلاط مصالح بتن باید از ضوابط مربوط در «مشخصات بتن آماده» (دت ۵۰۱) تبعیت شود.

ث: سابقهٔ کار روزانه باید به‌صورت تفصیلی مشتمل بر موارد زیر ضبط و نگهداری شود:

۱ ـ تعداد پیمانه‌های تهیه شده

۲ ـ نسبتهای اختلاط مصالح به‌کار رفته
۳ ـ محل نهایی تقریبی بتنهای ریخته‌شده در سازه
۴ ـ زمان و تاریخ اختلاط و بتن‌ریزی

۳ ـ ۹ ـ ظرفیت بتن‌ریزی

پیمانکار باید ظرفیت انبار برای مصالح، ساخت و حمل ۴۰ متر مکعب بتن را به‌طور پیوسته داشته باشد. قبل از شروع هر مرحله بتن‌ریزی باید حجم مصالح انبار شده برای بتن‌ریزی پیوستهٔ یک واحد محدود شده بین درزهای انقباضی و انبساطی کافی باشد و این موضوع باید به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

۳ ـ ۹ ـ ۱ ـ انتقال بتن

۱ ـ انتقال بتن از مخلوط‌کن تا محل نهایی بتن‌ریزی باید مطابق روشهایی انجام گیرد که از جدا شدن مواد متشکله یا ازبین‌رفتن مصالح جلوگیری به‌عمل آید.

۲ ـ وسایل انتقال بتن باید بتوانند بتن را بدون جدا شدن مواد متشکله و بدون تأخیراتی که منجر به‌از دست رفتن حالت خمیری بتن می‌شود به‌پای کار برسانند.

۳ ـ هنگامی که انتقال بتن توسط پمپ انجام می‌گیرد، نسبت حداکثر اندازه درشت دانه به‌کوچکترین قطر داخلی لوله انتقال بتن نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

الف: ۰/۳۳ برای سنگدانه‌های تیزگوشه
ب: ۰/۴۰ برای سنگدانه‌های کاملاً گردگوشه

۳ ـ ۱۰ ـ آماده‌سازی وسایل و محل بتن‌ریزی

آماده سازی قبل از بتن‌ریزی باید شامل موارد زیر باشد:

الف: کلیهٔ وسایلی که برای مخلوط کردن و انتقال بتن به‌کار می‌روند باید تمیز باشند.

ب: تمامی مواد زاید و یخ باید از جاهایی که در نظر است با بتن پر شود، زدوده شوند.

پ: قالبها باید به‌گونه‌ای مناسب اندود شوند.

ت: مصالح بنایی پرکننده که در تماس با بتن قرار می‌گیرند باید بخوبی خیس شوند.

ث: قبل از ریختن بتن، آب اضافی باید از محل بتن‌ریزی خارج شود، مگر آنکه از قیف و لولهٔ مخصوص بتن‌ریزی در آب (ترمی) استفاده شود یا دستگاه نظارت آن را مجاز بداند.

ج: لایهٔ ضعیف سطح بتن و سایر مواد ناسالم باید قبل از ریختن بتن جدید روی بتن سخت شدهٔ قبلی زدوده شوند.

۳ـ۱۱ ـ بتن‌ریزی

۱ ـ بتن تا جایی که از نظر عملی امکان‌پذیر است باید نزدیک به‌محل نهایی خود ریخته شود تا از جدایی دانه‌ها در اثر جریان یا جابه‌جایی مجدد جلوگیری به‌عمل آید.

۲ ـ آهنگ بتن‌ریزی باید به‌گونه‌ای باشد که بتن همواره در حالت خمیری بوده و به‌راحتی بتواند به‌فضاهای بین میلگردها راه یابد.

۳ ـ بتنی که به‌حالت نیمه‌سخت شده در آید یا توسط مواد زیان‌آور خارجی آلوده گردد نباید در بتن‌ریزی قطعات سازه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

۴ ـ بتنی که آب به‌آن اضافه شده و دوباره مخلوط شود یا پس از گیرش اولیهٔ خود مجدداً مخلوط گردد، نباید مورد استفاده قرار گیرد. مصرف این گونه بتن فقط با تأیید دستگاه نظارت تحت شرایط زیر بلامانع است:

الف: نسبت آب به‌سیمان از حداکثر مجاز تجاوز نکند.

ب: اسلامپ از حداکثر مجاز تجاوز نکند.

پ: مدت زمان مخلوط کردن و هم‌زدن (یا تعداد دورهای مخلوط‌کن) از حداکثر مجاز تجاوز نکند.

ت: بتن اقلاً به‌مدت نصف حداقل زمان اختلاط لازم یا به‌اندازهٔ نصف تعداد دورها دوباره مخلوط شود.

۵ ـ بتن‌ریزی قطعات بتنی از آغاز تا پایان باید به‌صورت عملیات پیوسته‌ای در محدودهٔ مرزها یا درزهای از پیش تعیین شده قطعات انجام گیرد، به‌جز در مواردی که توسط مهندس ناظر مجاز بوده و یا منع گردد.

۶ ـ سطوح بالایی بتن ریخته شده بین دو درز اجرایی افقی متوالی باید عموماً در یک

تراز باشند.

۷ ـ در صورتی که به‌درزهای اجرایی نیاز باشد، این‌گونه درزها باید مطابق مادهٔ ۷ ـ ۳ ساخته شوند.

۸ ـ تمامی بتن در طول عملیات بتن‌ریزی باید با استفاده از وسایل مناسب به‌طور کامل متراکم شود، به‌گونه‌ای که بتن کاملاً دورادور میلگردها و اقلام مدفون را گرفته و قسمتهای درونی گوشه‌های قالب را بخوبی پر سازد.

۳ ـ ۱۲ ـ عمل آوردن بتن

۳ ـ ۱۲ ـ ۱ ـ کلیات

عمل آوردن فرآیندی است که طی آن از افت رطوبت بتن جلوگیری شده و دمای بتن در وضعیت رضایت‌بخشی حفظ می‌شود. عمل آوردن بتن تأثیر به‌سزایی روی ویژگیهای بتن سخت شده از جمله مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن دارد. عمل آوردن باید بلافاصله پس ازتراکم بتن آغاز شود تا بتن را از گزند عوامل زیانبار محافظت نماید.

عمل آوردن از مفاهیم سه‌گانه (الف) مراقبت، (ب) محافظت، و (پ) پروراندن، تشکیل یافته است.

الف: مراقبت به‌مجموعه تدابیری گفته می‌شود که اجازه می‌دهند سیمان موجود در بتن به‌مدت کافی مرطوب نگه داشته شود، به‌طوری که حداکثر میزان آبگیری آن چه در لایه‌های سطحی دانه‌ها و چه در حجم آنها صورت پذیرد.

ب: محافظت به‌مجموعه تدابیری اطلاق می‌شود که مانع اثر نامطلوب عوامل بیرونی مانند شسته شدن به‌وسیلهٔ باران یا آب جاری، سرد شدن سریع یا یخبندان، لرزش، ضربه و مشابه آنها بر روی بتن جوان، می‌شوند.

پ: منظور از پروراندن بتن، تسریع گیرش و سخت شدن آن به‌کمک حرارت است.

۳ ـ ۱۲ ـ ۲ ـ روشهای عمل آوردن

نگهداری بتن در شرایط مرطوب و در برخی حالات در دمای مساعد را می‌توان به‌وسیلهٔ یکی از روشهای زیر انجام داد:

الف: روشهایی که حضور آب اختلاط در بتن را در دورهٔ سخت شدن اولیه حفظ می‌کنند، مانند استفاده از آب‌پاشی با پوششهای خیس اشباع شده.

ب: روشهایی که از کاهش آب اختلاط به‌وسیلهٔ اندود کردن سطح جلوگیری می‌کنند، مانند استفاده از نایلون یا کاربرد ترکیبات عمل‌آورنده.

پ: روشهایی که کسب مقاومت را با دادن گرما و یا رطوبت به‌بتن تسریع می‌کنند، مانند استفاده از بخار یا قالبهای تحت گرما.

ت: در تمام موارد، روش انتخابی باید به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

۳ـ۱۲ـ۳ـ مدت عمل آوردن

مدت زمان عمل آوردن بتن به‌طور معمول نباید از مقادیر مندرج در جدول زیر کمتر باشد. این مدت زمان به: نوع سیمان، شرایط محیطی، و دمای بتن، طی این مدت زمان بستگی دارد، دمای هیچ قسمت از سطح بتن نباید از ۵ درجهٔ سلسیوس پایین‌تر رود.

۳ـ۱۳ ـ بتن‌ریزی در هوای گرم

۱ ـ در هوای گرم، باید نسبت به‌مواد متشکلهٔ بتن، روشهای تولید، نقل و انتقال، بتن‌ریزی و عمل آوردن توجه ویژه مبذول گردد تا از بروز دماهای زیاد در بتن یا تبخیر آب که ممکن است بر مقاومت مورد نیاز یا قابلیت بهره‌برداری و پایایی قطعه یا سازه خدشه‌ای وارد سازند، جلوگیری به‌عمل آید.

۲ ـ هنگام بتن‌ریزی، هیچ قسمتی از بتن نباید دمایی بالاتر از ۳۰ درجهٔ سلسیوس داشته باشد، با خنک کردن مصالح بتن بویژه آب می‌توان دمای بتن را کاهش داد.

۳ ـ روش ساخت و عمل آوردن بتن در هوای گرم باید به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

کنترل درجه حرارت در زمان بتن‌ریزی، جزئی از مشخصات فنی خصوصی و از تعهدات پیمانکار است.

۳ـ۱۴ ـ بتن‌ریزی در هوای سرد

۱ ـ وسایل کافی به‌منظور گرمایش مصالح بتن و محافظت آن در شرایط یخبندان باید

حداقل زمان عمل آوردن بتن

نوع سیمان	شرایط محیطی پس از ریختن بتن در قالب*	دمای متوسط سطح بتن**		
		۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس	بالاتر از ۱۰ درجه سلسیوس	هر دمایی بین ۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس
نوع ۱، ۲، ۳، ۵	متوسط	۴ روز	۳ روز	$\frac{۶۰}{T+۱۰}$ روز
	ضعیف	۶ روز	۴ روز	$\frac{۸۰}{T+۱۰}$ روز
همهٔ سیمانها بجز نوع ۱، ۲، ۳، ۵ و همهٔ سیمانهای حاوی مواد پوزولانی یا روباره‌ای	متوسط			
	ضعیف	۱۰ روز	۷ روز	$\frac{۱۴۰}{T+۱۰}$ روز
همهٔ سیمانها	خوب	ضابطه‌ای خاص ضرورت ندارد.		

* ***شرایط محیطی مندرج در این ستون به‌شرح زیر تعریف می‌شوند:***

خوب: ***محیط مرطوب و محافظت شده (رطوبت نسبی بیشتر از ۸۰٪ و محافظت شده از نور خورشید و باد)***

ضعیف: ***محیط خشک و محافظت نشده (رطوبت نسبی کمتر از ۵۰٪ و محافظت نشده در برابر نور خورشید و باد)***

متوسط: ***بین شرایط محیطی خوب و ضعیف***

** ***در صورتی که دمای سطح بتن اندازه‌گیری یا محاسبه نشود، مقدار آن را می‌توان برابر با دمای هوای مجاور سطح بتن فرض نمود.***

دما برحسب درجهٔ سلسیوس می‌باشد.

به‌کار گرفته شود.

۲ ـ تمامی مصالح بتن آرمه مشتمل بر سنگدانه‌ها، آب اختلاط، و میلگردها و نیز تمامی سطوحی که بتن با آنها در تماس خواهد بود مشتمل بر قالبها، زمین و بتن سخت‌شده، باید عاری از هرگونه یخ‌زدگی باشند.

۳ ـ هنگام بتن‌ریزی، هیچ قسمتی از بتن تازه نباید دمایی کمتر از ۵ درجه سلسیوس

داشته باشد. حداقل دمای ۱۰ درجه سلسیوس ارجح است.

۴ ـ در عمل آوردن بتن باید توجه ویژه‌ای را مبذول داشت. برای حفظ دمای مناسب باید از وسایل گرمایش یا مصالح عایقبندی مناسب استفاده نمود.

دمای بتن نباید به‌پایین‌تر از ۵ درجه سلسیوس نزول کند و عمل آوردن با آب فقط هنگامی می‌تواند صورت گیرد که قطعهٔ بتنی به‌مقاومت ۵ مگاپاسکال رسیده باشد.

۵ ـ هر بتنی که در اثر یخ‌زدگی آسیب دیده باشد نباید مورد استفاده واقع شود.

۶ ـ روش ساخت و عمل آوردن بتن در هوای سرد باید به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

۳ ـ ۱۵ ـ آرماتور

۳ ـ ۱۵ ـ ۱

آرماتور مورداستفاده درمخازن ازنوع آجدار طبقهٔ ۳۰۰S با مقاومت‌مشخصهٔ ۳۰۰ مگاپاسکال می‌باشد. استفاده از آرماتور با مقاومت زیادتر باید طبق اجازه و تأیید دستگاه نظارت باشد.

مقاومت مشخصهٔ فولاد بر مبنای مقدار تنش تسلیم آن تعیین می‌شود و معادل مقدار مقاومتی است که حداکثر ۵درصد مقاومتهای اندازه‌گیری‌شده برای حد تسلیم کمتر از آن باشند.

۳ ـ ۱۵ ـ ۲

آزمایشهای لازم برای میلگردهای مصرفی در مخازن عبارتند از:

ـ آزمایش کششی میلگرد به‌شماره دت ۷۰۱

ـ آزمایش تاشدگی به‌زاویهٔ ۱۸۰ درجه به‌شمارهٔ دت ۷۰۳

ـ آزمایش خم کردن و باز کردن خم میلگرد به‌شمارهٔ دت ۷۰۳

۳ ـ ۱۵ ـ ۳ ـ نمونه‌برداری

مقاومت و سایر مشخصه‌های میلگردها برمبنای نتایج آزمایش نمونه‌های بریده شده از آنها تعیین می‌شوند. در هر نمونه‌برداری باید یک قطعه به‌طول یک متر بریده شود که نمونه‌های آزمایشی از این قطعه جدا می‌شوند.

۳ ـ ۱۵ ـ ۴ ـ تواتر نمونه‌برداری

تعداد و تواتر نمونه‌ها باید در حدی باشد که ارزیابی کیفیت کل آرماتور مصرفی ممکن گردد. برای این منظور باید حداقل سه نمونه از هر پنجاه تن و کسر آن، از هر قطر و هر نوع فولاد برداشته شود، در صورت موافقت دستگاه نظارت می‌توان از هر سه بندل پنج تنی میلگردهای مشابه یک نمونه انتخاب نمود.

۳ـ۱۵ـ۵ـ ضوابط پذیرش میلگردها (یا فولاد)

مقاومت مشخصهٔ فولاد وقتی بر طبقهٔ موردنظر منطبق و قابل پذیرش می‌باشد که علاوه بر اقناع بند ۳ـ۱۵ـ۶ یکی از شرایط الف یا ب به‌شرح زیر برآورده شوند:

الف ـ از نتایج آزمایشهای کششی پنج نمونه هیچکدام از نمونه‌ها دارای حد تسلیم کمتر از مقاومت مشخصهٔ فولاد نباشد.

ب ـ در صورت برآورده نشدن شرط الف یکسری دیگر شامل پنج نمونه مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج ده نمونه در رابطهٔ زیر صادق باشند:

$$f_{ym} \geq f_y + 0.6\, S_{10}$$

که در آن f_{ym} و S_{10} به‌شرح زیر می‌باشند:

$$f_{ym} = \frac{f_{y1} + f_{y2} + \ldots\ldots\ldots + f_{y10}}{10} = \frac{\Sigma f_{yi}}{10} \quad \text{و} \quad i = 1 \text{ تا } 10$$

$$S_{10} = \sqrt{\frac{(f_{ym} - f_{yi})^2}{9}} \quad \text{و} \quad i = 1 \text{ تا } 10$$

در صورت برآورده نشدن شرایط الف یا ب، مقاومت مشخصهٔ فولاد از نظر انطباق با طبقهٔ مورد نظر غیرقابل پذیرش می‌باشد.

۳ـ۱۵ـ۶ـ شکل‌پذیری

شکل‌پذیری میلگرد برمبنای آزمایش تاشدگی به‌زاویهٔ ۱۸۰ درجه یا آزمایش خم کردن و باز کردن خم با استفاده از فلکه استاندارد تعیین می‌شود. شکل‌پذیری میلگرد وقتی قابل پذیرش است که در آزمایش کشش ازدیاد طول نسبی گسیختگی از ۸ درصد روی ده برابر قطر و از ۱۲ درصد روی پنج برابر قطر میلگرد کمتر نباشد.

۳ ـ ۱۵ ـ ۷ ـ جوش‌پذیری

جوش‌پذیری میلگرد به‌نحوهٔ تولید و ترکیب شیمیایی آن بستگی دارد. تمامی میلگردهای گرم نورد شده و با ترکیب شیمیایی متعارف دارای جوش‌پذیری مطلوب می‌باشند. میلگردهای سرد اصلاح شده و گرم عمل آمده در برابر حرارت جوش بسیار حساس بوده و با طرق معمول جوش‌پذیر نیستند. وصلهٔ جوشی این نوع میلگردها فقط با رعایت ضوابطی که برای انواع مختلف میلگردها متفاوتند، میسر می‌باشد.

۳ ـ ۱۵ ـ ۸ ـ انبار کردن و نگهداری فولاد

میلگرد فولادی باید در محلهای تمیز و عاری از رطوبت انبار شوند تا از زنگ‌زدگی و کثیف شدن سطح آنها جلوگیری به‌عمل آید.

۳ ـ ۱۵ ـ ۹ ـ بریدن میلگرد

میلگردها باید با استفاده از وسایل مکانیکی بریده شوند، مگر آنکه دستگاه نظارت روش دیگری را مجاز بداند.

۳ ـ ۱۵ ـ ۱۰ ـ خم کردن میلگردها

الف ـ تمام میلگردها باید به‌صورت سرد خم شوند، مگر آنکه دستگاه نظارت روش دیگری را مجاز بداند.

ب ـ خم کردن میلگرد باید حتی‌المقدور به‌طور مکانیکی، در یک عبور، توسط ماشین مجهز به‌فلکه خم‌کن و در سرعت ثابت انجام پذیرد، به‌نحوی که قسمت خم شده دارای شعاع انحنای ثابتی شود.

پ ـ حداقل قطر فلکه خم‌کن: برای خم کردن میلگردها باید از فلکه‌هایی که قطر آنها متناسب با نوع فولاد است استفاده نمود. حداقل قطر فلکه‌های خم‌کن که باید در هر حالت اختیار گردد نباید از مقادیر جدول زیر کمتر شود.

الف: میلگردهای اصلی و خاموتهای به‌قطر بیشتر از ۱۶ میلی‌متر

قطر میلگرد	حداقل قطر خم		
	s ۲۲۰	s ۳۰۰	s ۴۰۰ و s ۵۰۰
کمتر از ۲۸ میلیمتر	۵ d_b	۵ d_b	۶ d_b
۲۸ تا ۳۴ میلیمتر	۵ d_b	۶ d_b	۸ d_b
۳۶ تا ۵۵ میلیمتر*	۷ d_b	۱۰ d_b	۱۰ d_b

** برای خم‌کردن میلگردهای به‌قطر ۳۶میلی‌متر و بیشتر و با زاویهٔ بیش‌از ۹۰درجه به روشهای خاص نیاز است.*

ب: خاموتها

قطر میلگرد	حداقل قطر خم		
	s ۲۲۰	s ۳۰۰	s ۴۰۰ و s ۵۰۰
۱۶ میلی‌متر وکمتر	۲/۵ d_b	۴ d_b	۴ d_b

ت: سرعت خم‌کردن میلگردها باید متناسب با نوع فولاد و دمای محیط اختیار شود. در مورد میلگردهای سرد اصلاح‌شده، سرعت خم کردن را باید به‌طور تجربی تعیین کرد.

ث: در صورتی که دمای میلگردها کمتر از ۵ ـ درجه سلسیوس باشد باید از خم کردن میلگردها اجتناب کرد.

ج: به‌طور کلی باز و بسته کردن خمها به‌منظور شکل دادن مجدد به‌میلگرد به‌جز در موارد استثنایی که باید با اجازه دستگاه نظارت باشد، مجاز نیست. در صورت اخیر تمام میلگردها باید از نظر تَرک‌خوردگی مورد بازرسی و کنترل قرار گیرند.

چ: خم کردن میلگردهایی که یک سر آنها در بتن قرار دارد مجاز نمی‌باشد مگر آنکه در طرح مشخص شده باشد و یا به‌وسیلهٔ دستگاه نظارت اجازه داده شود.

۳ـ۱۵ـ۱۱ـ حمل و انبار کردن میلگردها

میلگردها در فاصلهٔ زمانی ورود به‌کارگاه تا مصرف و قرارگرفتن آنها در سازه باید با رعایت ملاحظات زیر جابه‌جا و انبار شوند:

الف: از صدمات مکانیکی یا تغییرشکلهای پلاستیکی نظیر بریدگی، ضربهٔ ناشی از پرتاب شدن از ارتفاع، و غیره مصون بماند.

ب: ازگسیختگی جوشها در شبکه‌های جوش‌شده اجتناب شود.

پ: نشانه‌های مشخص‌کننده نوع آرماتور، از بین نروند.

ت: در معرض آلودگی‌هایی که بر خاصیت چسبندگی آن تأثیر زیان‌آور دارند. نظیر گل، روغن و سایر پوششهای غیرفلزی قرار نگیرند.

ث: در معرض خوردگی، به‌میزانی که منجر به‌کاهش سطح مقطع میلگردها شود، قرار نگیرند.

۳ـ۱۵ـ۱۲ـ شرایط رویه میلگردها

قبل از جاگذاری میلگردها، باید اطمینان حاصل شود که رویهٔ آنها، از عوامل و آثار زیان‌آور، از قبیل گل، روغن، قیر، دوغاب سیمان خشک شده، رنگ، کندگیرکننده‌ها، زنگ پوسته شده و برف و یخ عاری هستند.

میلگردهایی که زنگ زده و زنگ روی آنها پوسته شده است وقتی قابل مصرف در بتن تلقی می‌شوند که پس از تمیز کردن زنگ، مشخصات استاندارد خود را از دست نداده باشند. در هر حال مصرف این میلگردها منوط به‌تمیز کردن پوسته زنگ خواهد بود.

۳ـ۱۵ـ۱۳ـ جاگذاری و بستن آرماتورها

آرماتورها قبل از بتن‌ریزی، باید به‌دقت مطابق نقشه‌های اجرایی در جای خود قرارگیرند و به‌نحوی بسته و نگهداشته شوند که از جابه‌جایی آنها خارج از محدوده رواداریهای مجاز مطابق مقادیر زیر جلوگیری شود.

در مواردی که رواداریها به‌وسیلهٔ دستگاه نظارت مقرر نشده باشند، میلگردها باید در محدودهٔ رواداریهای زیر جاگذاری شوند:

الف: انحراف ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها نسبت به‌ضخامت تعیین‌شده در

نقشه‌ها ۸ میلیمتر.

ب : انحراف موقعیت میلگردها نسبت به‌موقعیت پیش‌بینی‌شده در نقشه‌ها، در صورتی که ارتفاع مقطع عضو خمشی، ضخامت دیوار و یا کوچکترین بعد ستون:

- ۲۰۰ میلیمتر و یا کمتر باشد، ۸ ± میلیمتر
- بزرگتر از ۲۰۰ میلیمتر و کوچکتر از ۶۰۰ میلیمتر باشد ۱۲ ± میلیمتر
- مساوی یا بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر باشد ۲۰ ± میلیمتر

پ : انحراف فاصلهٔ جانبی بین میلگردها از فاصله‌های مشخص شده در نقشه‌ها ۳۰ ± میلیمتر.

ت : انحراف موقعیت طولی خمها و انتهای میلگردها در انتهای ناپیوسته قطعات ۲۰ ± میلیمتر.

مقدار حداکثر رواداریهای مذکور برای ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها تا جایی معتبر است که ضخامت پوشش از $\frac{2}{3}$ مقدار تعیین شده کمتر نشود.

ت : در سایر موارد ۵۰ ± میلیمتر

۳ ـ ۱۵ ـ ۱۴ ـ قطعات تثبیت میلگرد

جنس، ابعاد، تعداد و فاصلهٔ لقمه‌ها و خرکها و سایر قطعاتی که برای تثبیت میلگردها در جای خود به‌کار می‌رود باید به‌نحوی انتخاب شود که علاوه بر ایجاد پوشش بتنی لازم، مانع ریختن بتن نشوند و نقاط ضعف از نظر مقاومت و پایایی ایجاد نکنند.

۳ ـ ۱۵ ـ ۱۵

برای به‌هم پیوستن آرماتورها توسط عناصر غیرسازه‌ای باید از سیمها یا اتصال‌دهنده‌ها و گیره‌های فولادی استفاده کرد. باید دقت شود که انتهای برجستهٔ سیمها و گیره‌ها داخل قشر بتن محافظ (پوشش) واقع نشوند.

۳ ـ ۱۵ ـ ۱۶

استفاده از جوشکاری برای بهم بستن میلگردهای متقاطع، مگر برای فولادهای جوش‌پذیر و با تأیید دستگاه نظارت مجاز نمی‌باشد.

۳ـ۱۵ـ۱۷

هرگونه تغییری در فاصله یا شمارهٔ آرماتورها تنها با کسب مجوز و تأیید دستگاه نظارت می‌تواند انجام گیرد.

۳ـ۱۶ـ قالب‌بندی

۳ـ۱۶ـ۱ـ کلیات

الف: قالبها باید چنان جذب و جفت کنار یکدیگر قرار گیرند که مانع از هدر رفتن شیره بتن شوند.

ب: قالبها باید عاری از آلودگیها، ملات، مواد خارجی و نظایر اینها بوده و قبل از هربار مصرف باید با مواد رهاساز قالب پوشانده شوند، این مواد باید چنان به‌کار گرفته شوند که لایه‌ای یکنواخت و نازک روی سطوح قالب ایجاد نمایند بدون آنکه موجب آلودگی آرماتورها شوند.

پ: در مواردی که دسترسی به‌کف قالبها دشوار یا غیرممکن است باید با تعبیه دریچه‌های بازدید و کفشور قالب نسبت به‌نظافت قالب قبل از بتن‌ریزی اقدام شود.

ت: چنانچه کیفیت سطح تمام شده بتن حائز اهمیت باشد نباید از قطعات قالب که در مراحل قبلی صدمه دیده‌اند برای این سطوح استفاده شود.

به‌منظور جلوگیری از بروز تغییرشکلهای تابع زمان در قطعات بتن‌آرمهٔ تازه قالب‌برداری شده، پس از برداشتن قالب سطوح زیرین قطعات مزبور باید پایه‌هایی در زیر آنها، که پایه‌های اطمینان نام دارند، باقی گذاشته شوند.

ث: پیش‌بینی پایه‌های اطمینان برای تیرهای به‌دهانهٔ بزرگتر از پنج متر، تیرهای طره به‌طول بیش از دو و نیم متر، دالهای به‌دهانهٔ بزرگتر از سه متر و دالهای طره‌ای به‌طول بیش از یک و نیم متر اجباری است. تعداد پایه‌های اطمینان پیش‌بینی شده باید به‌اندازه‌ای باشد که فاصلهٔ هر دو پایه اطمینان مجاور در هیچ مورد از سه متر تجاوز ننماید.

ج: پیمانکار باید نقشه‌های قالب‌بندی را تهیه و قبل از اجرا به‌تأیید دستگاه نظارت برساند.

۳ـ۱۶ـ۲ـ رواداریها

رواداریها باید مطابق با ارقام ارائه شده از طرف دستگاه نظارت باشد.

۳ـ۱۶ـ۳ـ تنظیم قالب‌بندی

قالب‌بندی باید قبل، ضمن و بعد از بتن‌ریزی به‌دقت زیر نظر قرارگرفته و در مراحل مختلف به‌منظور حفظ مجموعه در محدوده رواداریهای تعیین‌شده تنظیم شود.

۳ـ۱۷ـ قالب‌برداری

۳ـ۱۷ـ۱ـ کلیات

الف: قالب باید وقتی برداشته شود که بتن قادر به‌تحمل تنشهای وارده بوده و تغییرشکل آن از تغییرشکلهای پیش‌بینی‌شده تجاوز نکند.

ب: قبل از آنکه اعضاء و قطعات بتنی مقاومت کافی برای تحمل وزن خود و بارهای وارده راکسب نمایند نباید پایه‌ها و قالبهای باربر، برچیده شوند.

پ: عملیات قالب‌برداری و جمع کردن پایه‌ها باید گام به‌گام بدون ضربه و اعمال نیرو چنان صورت گیرند که اعضاء و قطعات تحت بارهای ناگهانی قرار نگرفته، بتن صدمه نبیند و خدشه‌ای به‌ایمنی و قابلیت بهره‌برداری قطعات وارد نشود.

ت: چنانچه قالب‌برداری قبل از پایان دوره مراقبت انجام شود، باید تدابیری برای مراقبت بتن پس از قالب‌برداری اتخاذ گردد.

ث: در صورتی که در اثر برداشتن بی‌رویهٔ قالبها خسارتی به‌بتن وارد آید، هزینهٔ تعمیر و جبران آن به‌عهدهٔ پیمانکار خواهد بود.

۳ـ۱۷ـ۲ـ زمان قالب‌برداری

الف: چنانچه زمان قالب‌برداری در طرح تعیین و تصریح نشده باشد قالبها و پایه‌ها نباید قبل از سپری شدن مدتهای مندرج در جدول زیر برداشته شوند.

حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

نوع قالب‌بندی / شرح		دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)			
		۲۴ و بالاتر	۱۶	۸	۰
قالبهای قائم، ساعت		۹	۱۲	۱۸	۳۰
دالها	قالب زیرین، شبانه‌روز	۳	۴	۶	۱۰
	پایه‌های اطمینان، شبانه‌روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
تیرها	قالب زیرین، شبانه‌روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
	پایه‌های اطمینان، شبانه‌روز	۱۰	۱۴	۲۱	۳۶

ب: زمانهای داده شده در جدول در صورتی معتبرند که شرایط زیر برقرار باشد:

- بتن با استفاده از سیمان پرتلند معمولی یا سیمان پرتلند ضد سولفات تهیه شده باشد.
- چنانچه ضمن سخت شدن بتن دمای محیط به‌کمتر از صفر درجهٔ سلسیوس تنزل نماید باید ارقام مندرج در جدول متناسباً و حداقل به‌میزان مدت یخبندان افزایش یابند.
- چنانچه از سیمان با مقاومت زودرس استفاده شود ارقام جدول فوق قابل کاهش است.
- هنگام استفاده از مواد کندگیر باید ارقام جدول فوق را افزایش داد.
- در مورد قالب‌برداری سطوح قائم باید برای حفظ بتن در برابر گرما یا سرمای محیط بلافاصله پس از قالب‌برداری، عمل آوردن بتن به‌روش مقتضی صورت پذیرد.
- اگر ملاحظات خاصی برای پرهیز از تَرکهای زودهنگام و یا حذف آنها (خصوصاً در اعضا و قطعات با ضخامتها یا رویارو با درجه حرارتهای مختلف) یا تقلیل تغییرشکلهای ناشی از وارفتگی مدنظر باشند، باید ارقام فوق را افزایش داد.
- چنانچه عمل آوردن تسریع شده یا قالب‌بندی خاص نظیر قالبهای لغزان مطرح باشد ممکن است مقادیر فوق را کاهش داد.

پ: برداشتن قالبها و پایه‌ها در مدتهای کمتر از مقادیر مندرج در جدول فقط به‌شرط آزمایش قبلی میسر است.

در صورتی که آزمایش نمونه‌های آگاهی (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به‌هفتاد درصد مقاومت بیست و هشت روزه مورد نظر باشد، می‌توان قالب سطوح زیرین را برداشت ولی برداشتن پایه‌های اطمینان در صورتی مجاز است که علاوه بر رعایت سایر محدودیتها مقاومت بتن به‌مقاومت بیست و هشت روزه مورد نظر رسیده باشد.

۳ـ۱۸ ـ برداشتن پایه‌های اطمینان

الف: برای تیرهای تا دهانهٔ هفت متر برداشتن کل قالب و داربست و زدن پایه‌های اطمینان مجاز است ولی برای دهانه‌های بزرگتر از هفت متر، تنظیم قالب و داربست باید چنان انجام گیرد که برداشتن قالب بدون جابجا کردن پایه‌های اطمینان صورت پذیرد.

ب : برای سازه‌های متشکل از دیوار و دال بتن‌آرمه، نظیر سازه‌هایی که با قالب تونلی و یا قالب‌واره‌هایی به‌ابعاد بزرگ ساخته می‌شوند، می‌توان برچیدن و زدن مجدد پایه‌های اطمینان را تا دهانهٔ ده متر مجاز تلقی کرد مشروط بر اینکه زدن پایه‌های اطمینان بلافاصله پس از برداشت قالب صورت گرفته و در عمل از عدم بروز تَرکها و تغییرشکلهای نامطلوب اطمینان حاصل گردد.

پ : به‌طورکلی در صورتی که قطعهٔ موردنظر جزئی از یک سیستم سازه‌ای پیوسته باشد، موقعی می‌توان پایه‌های اطمینان را برداشت که تمام قطعات مجاور قطعهٔ مزبور بتن‌ریزی شده باشند.

به‌عنوان مثال در صورتی که تیر یا دال یکسره طراحی شده باشند، موقعی که دهانه‌های طرفین یک دهانه بتن‌ریزی نشده و بتن آنها مقاومت لازم را به‌دست نیاورده باشد، نمی‌توان پایه‌های اطمینان دهانهٔ مزبور را برداشت.

ت : در صورتی که قالب‌بندی طبقه فوقانی روی طبقه زیرین تکیه نماید، برداشتن پایه‌های اطمینان طبقهٔ زیرین وقتی میسر است که بتن طبقهٔ فوقانی مقاومت لازم را به‌دست آورده باشد. ارجح آن است که همیشه در دو طبقهٔ متوالی پایه‌های اطمینان وجود داشته باشند. پایه‌های اطمینان در طبقات باید حتی‌المقدور در امتداد هم باشند.

ث : برداشتن پایه‌های اطمینان باید بدون اعمال فشار و بدون ضربه، طوری صورت پذیرد که بار بتدریج از روی آنها برداشته شود. برای دهانه‌های بزرگ و قطعاتی که نقش حساس سازه‌ای دارند، باید برداشت بار از روی پایه‌های اطمینان با وسایل قابل کنترل انجام پذیرد که در صورت لزوم بتوان برداشتن بار از روی پایهٔ اطمینان را متوقف نمود.

۳ـ۱۹ ـ سطح تمام شدهٔ بتن

به‌منظور احتراز از به‌وجود آمدن مکان مناسب برای تکثیر جلبکها و انگلها، سطح بتن در

تماس با آب، حتی‌الامکان باید صاف و نزدیک به‌لیسه‌ای باشد. سطح حاصل از قالبهای فلزی و یا روکشهای چندلایی با پوشش لاکی، در صورت عاری بودن از مناطق کرمو، برای این منظور قابل‌قبول می‌باشد. در صورت استفاده از قالبهای ساخته شده از الوارهای چوبی باید روی آنها روکش شود. در مورد بتن کف، سطح بتن ابتدا باید توسط تخته‌ماله و سپس توسط مالهٔ فلزی در حالتی نزدیک به‌بتن لیسه‌ای، پرداخت شود.

قالبهای مورد استفاده در مخازن می‌توانند از جنس چوب، چندلایی، فلزی و یا ترکیبی از آنها باشند. به‌منظور ایجاد تبادل حرارتی سریع با هوای اطراف و در نتیجه کاهش دمای حاصل از آبگیری سیمان، استفاده از قالبهای فلزی ارجح می‌باشد.

در طراحی قالبهای مربوط به‌دیواره‌های سازه‌های نگهدارندهٔ آب، علاوه بر رعایت نکات عمومی مربوط به‌سازه‌های بتن آرمهٔ معمولی، باید توجه خاصی به‌بولتهایی که از میان بتن عبور نموده و قالب دوطرف دیوار را به‌یکدیگر می‌بندند، مبذول داشت. در مورد قالبهای مخازن، غالباً از بولتهایی استفاده می‌شود که در داخل ضخامت دیوار باقی می‌مانند. حتی در این حالت نیز با توجه به‌عدم امکان آب‌بندی کامل محل بولتها، نباید از بولتهایی که طول آنها به‌اندازهٔ تمام ضخامت دیوار می‌باشد، استفاده کرد. جزییات کار باید طوری ترتیب داده شود که در سر بولت، پوششی از بتن به‌اندازهٔ پوشش روی میلگردها وجود داشته باشد. همچنین در وسط طول بولت نیز باید یک ورق فولادی برای قطع رگ آبهای احتمالی در نظر گرفته شود. جوش ورق به‌بولت باید دورادور و بدون درز باشد.

۳ ـ ۲۰ ـ اندود داخلی

در صورت نیاز به‌استفاده از اندود داخلی در مخازن آب، مشخصات مصالح مصرفی و روش کار باید به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

۳ ـ ۲۱ ـ آزمایش آب‌بندی مخازن

الف ـ آزمایش آب‌بندی کف و دیوارهای مخزن

پس از اتمام عملیات اجرایی و قبل از هرگونه خاکریزی در پشت دیوارهای جانبی و سقف، مخزن باید کاملاً تمیز شده و برای آب‌بندی مورد آزمایش قرار گیرد. برای آزمایش، مخزن با سرعت حداکثر یک متر در روز پر می‌شود. بعد از گذشت حداقل ۳ روز (زمان لازم برای

جذب آب توسط دیوار و کف)، سطح آب اندازه‌گیری می‌شود. پس از گذشت ۷ روز مجدداً سطح آب اندازه‌گیری می‌شود. میزان افت سطح آب پس از اصلاح برای اتلافات ناشی از تبخیر یا اضافات ناشی از بارندگی، نباید از کوچکترین دو مقدار ۱۰ mm یا $\frac{1}{500}$ عمق آب تجاوز نماید.

در صورتی که نتیجهٔ آزمایش رضایت‌بخش نباشد، باید ترک و محلهای احتمالی نشت آب مورد جستجو قرار گرفته و تعمیر گردند. پس از تعمیر، مجدداً آزمایش آب‌بندی باید انجام شود. پیمانکار موظف است به‌هزینهٔ خود و با تأیید دستگاه نظارت این اصلاحات را انجام دهد.

ب ـ آزمایش آب‌بندی سقف مخزن

سقف مخازن آب آشامیدنی باید کاملاً آب‌بند باشد. آب‌بندی سقف توسط یکی از دو آزمایش زیر اندازه‌گیری می‌شود:

الف: آب انداختن سقف به‌مدت ۲۴ ساعت با عمق حداقلی مساوی ۲۵ میلی‌متر.

ب : باید توسط سیستم آب‌پاش، جریان دائمی به‌مدت ۶ ساعت در روی سقف برقرار شود.

در هر دو آزمایش، در صورتی که آثاری از قبیل چکه کردن یا نم‌زدن در سقف مشاهده نشود، سقف رضایت‌بخش می‌باشد.

فصل ٤

ملات

۴ ـ ۱ ـ کلیات

ملاتهای مناسب برای استفاده در مخازن وزنی سنگی عبارتند از ملات ماسه‌سیمان و ملات باتارد:

۴ ـ ۲ ـ ملات ماسه سیمان

ملات ماسه‌سیمان مخلوطی است از ماسه، سیمان و آب به‌مقدار کافی، به‌نحوی‌که مخلوط خمیری حاصل به‌سهولت قابل به‌کار بردن باشد. ملاتهای ماسه‌سیمان باید به‌اندازهٔ مصرف ساخته شوند. از به‌کار بردن ملاتهایی که بیش از یک ساعت از ساختن آن گذشته باشد، باید خودداری شود.

در صورتی که نوع ملات ماسه‌سیمان برای بنایی داده نشده باشد، باید ملات ماسه سیمان ۱:۵ مصرف شود، در جدول ۴ ـ ۱، مقدار مصالح مورد نیاز برای تهیه یک متر مکعب ملات، و همچنین مقاومت فشاری و وزن مخصوص ملات ارائه شده است.

۴ ـ ۳ ـ ملات باتارد

ملات باتارد مخلوطی است از ماسه، آهک، سیمان و آب، به‌مقدار کافی، این ملات نیز باید دارای خواصی باشد که در مورد ملات ماسه‌سیمان ذکر گردید.

در صورتی که نسبت اختلاط ملات باتارد مصرفی در نقشه و مشخصات ذکر نشده باشد، باید از ملات باتارد با نسبت حجمی ۱:۲:۱۰ استفاده نمود.

مقدار مصالح لازم برای تهیهٔ ملات باتارد نیز در جدول (۴ ـ ۱) منعکس است.

جدول شمارهٔ ۴ - ۱

ردیف	نوع ملات	ماسه ردشده از الک نمره ۴ (۴/۷۶ میلیمتر)		سیمان پرتلند نوع ۱	پودر آهک شکفته	آب	وزن مخصوص ملات تهیه شده	مقاومت نمونه ۷۰×۷۰×۷۰ میلیمتر	
		شسته	کفی (خاکدار)					۷ روزه	۲۸ روزه
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	
وزن مخصوص (kN/m^3)	–	۱۲/۴۰ تا ۱۶/۲۰	۱۴/۸۰	۱۱/۵۰	۵/۷۵	۱۰/۰۰	–	–	–
واحد	–	مترمکعب	مترمکعب	کیلوگرم	کیلوگرم	لیتر	کیلونیوتن بر مترمکعب	مگاپاسکال	
۱	ملات ماسه‌سیمان ۱:۶	۱/۰۳۳	–	۱۹۸	–	۲۵۶	۲۰/۵۷	۲/۳ تا ۲/۹	۴/۳ تا ۴/۵
۲	ملات ماسه‌سیمان ۱:۵	۱/۰	–	۲۲۷	–	۲۵۶	۲۰/۶۴	۴/۶ تا ۴/۹	۷/۵ تا ۸/۷
۳	ملات ماسه‌سیمان ۱:۴	۰/۹۹	–	۲۸۵	–	۲۶۱	۲۰/۷۳	۷/۶	۱۳/۷ تا ۱۳/۹
۴	ملات ماسه‌سیمان ۱:۳	۰/۹۴	–	۳۶۰	–	۲۵۸	۲۰/۸۹	۱۱/۷	۲۲/۰ تا ۲۲/۵
۵	ملات باتارد ۱:۲:۸	۰/۹۱	–	۱۳۱	۱۳۱	۲۸۰	۱۹/۷۲	۱/۴	۲/۰ تا ۲/۸
۶	ملات باتارد ۱:۲:۱۰	۰/۹۶	–	۱۱۰	۱۱۰	۲۷۵	۱۹/۹۲	۰/۶ تا ۰/۹	۱/۴ تا ۲/۱

برای تهیه مخلوط با نسبتهای حجمی مختلف در کارگاه، به‌نحوی که مبنای کار یک کیسه سیمان باشد، باید مکعب مستطیلی به‌ابعاد ۲۷ × ۴۰ × ۴۰ سانتیمتر تهیه کرده و مخلوط مورد نظر را به‌کمک آن تهیه نمود. به‌طور مثال برای تهیهٔ ملات باتارد ۱:۲:۸ کافی است که به‌کمک مکعب مستطیل فوق، هشت حجم ماسه و دو حجم پودر آهک شکفته برداریم. و سپس به‌آن یک کیسه سیمان اضافه کنیم تا مخلوط ۱:۲:۸ به‌دست آید.

فصل ۵

عملیات بنایی با سنگ

۵ـ۱ـسنگ

۵ـ۱ـ۱ـکلیات

سنگهای مصرفی در مخازن وزنی سنگی باید مشخصات مندرج در استانداردهای شمارهٔ ۴۴۹، ۵۷۸، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹ و ۶۶۵ مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران را دارا باشند، به‌علاوه این سنگها باید یکنواخت و بدون ترک و عاری از رگه‌های خاکی که به‌استحکام آنها زیان می‌رساند، باشند. به‌کار بردن سنگهایی که دارای پیریت و اولیوین باشد، ممنوع است. ضخامت سنگهای تراش نباید از ابعاد نشان داده شده در نقشه‌ها کمتر باشد، نمونه‌سنگهای مصرفی در بنایی و نماسازی بایدقبلاً به‌تصویب دستگاه نظارت رسیده‌باشد.

سنگهای مصرفی باید در مقابل یخبندان مقاومت کافی داشته باشد، به‌طوری که بیست بار یخبندان را در ده درجهٔ سانتیگراد زیر صفر تحمل کنند، قابلیت جذب آب در سنگهای رگه‌ای نباید بیش از ۵ درصد وزن خود سنگ باشد.

کلیهٔ مصالح سنگی باید در محلهای تمیز نگهداری شده و از آلودگی آنها با خاک و مواد مضر جلوگیری شود.

۵ـ۱ـ۲ـسنگ گرانیت

سنگ گرانیت باید متراکم، و بادوام بوده و میانگین مقاومت فشاری نمونه‌های آزمایش شده

آن از ۱۰۰ مگا پاسکال کمتر نباشد، رنگ آن باید خاکستری یا صورتی بوده، و از کریستالهای ریز و متوسط تشکیل شده باشد.

۵ ـ ۱ ـ ۳ ـ سنگ ماسه‌ای

سنگ ماسه‌ای باید متراکم، دارای کریستالهای ریز، و قسمت اعظم آن سیلیسی بوده، و مقدار جذب آب آن حداکثر ۱/۵ درصد وزن سنگ، و میانگین مقاومت فشاری آزمایش شدهٔ آن ۷۰ مگاپاسکال باشد.

۵ ـ ۱ ـ ۴ ـ سنگهای آهکی

سنگهای آهکی مانند سنگ داغون، قلعه‌چم، تراورتن، و غیره باید متراکم، و دارای کریستالهای ریز، و قسمت اعظم آن از جنس کربنات کلسیم و منیزیم بوده، و میزان جذب آب آن حداکثر ۳/۵۷ درصد وزن سنگ، و میانگین مقاومت فشاری نمونه‌های آزمایش شده آن ۷۰ مگاپاسکال باشد.

۵ ـ ۲ ـ بنایی با سنگ

۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ کلیات

۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۱ ـ چیدن: دیوارهای سنگی باید شاغولی بوده و طبق نقشه و مشخصات ساخته شود. قطعات سنگ باید روی قشری از ملات گذاشته شده و کمی جابه‌جا شود تا تماس کامل با ملات ایجاد شده و کلیهٔ درزها و فواصل سنگها با ملات پر شود. در صورتی که لازم باشد قطعه سنگی جابه‌جا شود، درزهای اطراف آن باید کاملاً از ملات موجود پاک شده، و ملات تازه برای نصب مجدد به‌کار رود. سنگهایی که در گوشه بنا به‌کار می‌رود باید ازبین بزرگترین قطعات انتخاب شود.

۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ ـ دمای لازم: در مواقعی که دمای محل کار یا درجه حرارت هر یک از مواد مصرفی از ۵ درجه سانتیگراد کمتر است، انجام بنایی با سنگ مجاز نمی‌باشد، مگر اینکه وسایل کافی و مجاز برای حرارت دادن یا عایق نمودن محل یا مواد مصرفی به‌کار رود تا درجه حرارت از مقدار مشخص شده بالاکمتر نشود.

۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ ـ آماده نمودن بستر زیرین: تمامی سطوح زیرین که بنایی بر روی آن آغاز می‌شود باید کاملاً تمیز شده، و قبل از شروع کار مرطوب شود.

۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۴ ـ ملات

الف: ملات مصرفی در بنایی با سنگ باید ملات ماسه سیمان از نوع مشخص شده باشد. در صورتی که نوع ملات مصرفی مشخص نشده باشد، باید حداقل از ملات ماسه سیمان ۱:۵ استفاده شود.

ب : ملات را نباید بیش از اندازه جلوتر از محل کار پخش نمود تا ملات قبل از قرار دادن سنگ سفت نشود.

پ : ملات باید تمام فضای خالی بین سنگها را پر کند.

ت : ملات سخت شده که از روی داربست، کف یا محلهای دیگر برداشته شده باشد، نباید مورد استفاده مجدد قرار گیرد.

۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ بنایی با سنگهای تراشیده

۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ ـ تعریف: سنگ چینی، چه به‌صورت منظم در رگه‌های یکنواخت و چه به‌صورت پراکنده، باید با سنگهایی ساخته شود که هر یک بتنهایی به‌ابعاد دقیق مورد نظر در نقشه‌ها یا مشخصات، تراشیده و آماده شده باشد، و با در نظر گرفتن جزییات در بستری از ملات نصب شود.

۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۲ ـ خیساندن سنگ: هر سنگ باید قبل از نصب کاملاً تمیز شده، و در صورت لزوم در آب خیسانده شود.

۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ ـ ترتیب قرار دادن سنگها: ترتیب و جزییات کار گذاشتن سنگها و طریقهٔ قفل و بست نمودن آن باید مطابق نقشه‌ها و یا دستورات مهندس ناظر باشد.

سنگها (غیر از سنگ نما) باید طوری کار گذاشته شود که بند عمودی رگهای متوالی در یک امتداد قرار نگیرند.

۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ سنگ‌چینی: سنگ‌چینی باید کاملاً منطبق بر ترازها و ابعاد نشان داده شده انجام شود. به‌طوری که طریقه کارگذاری، قفل و بست و ضخامت لایه ملات در بندهای افقی و قائم به‌شکل خواسته شده باشد.

سنگ باید در محل تعیین شده طبق نقشه کار گذاشته شود و بخوبی در داخل ملات زیرین قرار گیرد. سنگ نباید روی دیوار پرتاب شده، یا کشیده شود. بلکه باید با دقت در محل مربوط نصب شود، به‌طریقی که سنگهای کار گذاشته شده جابه‌جا نشود.

سنگ‌چینی باید به‌طور یکنواخت انجام شود، به‌طوری که در هر زمان هیچ قسمت از یک دیوار بیش از یک متر بالاتر از قسمتهای دیگر آن نباشد.

در سنگ‌چینی باید دقت کرد که سطح نمای سنگ به‌ملات آغشته نشود.

۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۵ ـ قفل و بست در کارهای بنایی با سنگ: در مواقع لازم باید میله مهار یا سایر وسایل مهار قابل قبول، به‌اندازه‌های مشخص شده در نقشه‌ها در داخل سنگ‌چینی کارگذاری شود.

۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۶ ـ مشخصات بند در سنگ‌چینی: ضخامت بندها باید کاملاً مساوی بوده و هیچگاه از ۱۰ میلیمتر کمتر و از ۲۵ میلیمتر بیشتر نباشد.

به‌جز در مواردی که بندکشی باید جداگانه صورت گیرد، تمامی بندهای نما باید قبل از سخت شدن ملات با استفاده از وسایل مناسب بندکشی شود.

بندهایی که بعداً بندکشی می‌شود، باید قبل از سخت شدن ملات به‌عمق لازم از ملات خالی گردد.

۵ ـ ۲ ـ ۳ ـ بنایی با سنگ لاشه

۵ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۱ ـ تعریف لاشه‌چینی: لاشه‌چینی چه به‌صورت منظم در رگهای یکنواخت و چه به‌صورت پراکنده، باید با استفاده از سنگهایی انجام شود که تا حد ممکن دارای سطوح چهارگوش بوده، و گوشه‌های تیز و نامناسب آن تراشیده شده باشد، در این نوع بنایی از ملات ماسه سیمان به‌عنوان لایهٔ چسباننده استفاده می‌شود.

۵ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۲ ـ خیساندن سنگ: هر سنگ باید قبل از نصب کاملاً تمیز شده، و در صورت لزوم در آب خیسانده شود.

۵ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۳ ـ ترتیب قرار دادن سنگها: سنگها باید به‌طریقی قرار گیرد که هیچ یک از بندهای عمودی دو رج پیاپی، روی هم قرار نگیرد.

۵ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۴ ـ لاشه‌چینی: لاشه‌چینی باید تا حد امکان در رگهای منظم و افقی صورت گیرد، و ضخامت بندها باید تا آنجا که ممکن است، مساوی باشد.

سنگهای رگهای زیرین باید درشت انتخاب شده باشد، سنگ باید در محل خواسته شده طبق نقشه گذاشته شده، و بخوبی در داخل ملات زیرین قرار گیرد.

علاوه بر رعایت نکات یادشده هنگام عملیات بنایی با سنگ، توجه به‌مندرجات نشریهٔ شماره ۹۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی نیز الزامی است.

فصل ٦

عایقکاری حفاظتی بتن

مقدمه

به‌منظور حفاظت بتن در مقابل حملات شیمیایی خاک و آب نفوذی، سطح خارجی دیوار در مناطقی که در تماس با خاک است و همچنین سقف مخازن باید با استفاده از عایق قیر وگونی عایقکاری شوند. در این فصل مشخصات فنی مصالح مصرفی و روشهای کار ارائه می‌شود.

۶ـ۱ـمصالح

۶ـ۱ـ۱ـگونی

گونی باید نو، ریزبافت، کاملاً سالم و بدون آلودگی و چروک بوده، و وزن آن حدود ۳۸۰گرم در هر متر مربع باشد.

۶ـ۱ـ۲ـگونی قیراندود

چنانچه گونی قبلاً با قیر آغشته شده باشد، دو طرف آن باید کاملاً پوشیده از قیر مورد نظر بوده و ضخامت آن حداقل ۳ میلیمتر باشد. وزن گونی قیراندود نباید از ۲۷۰۰ گرم در هر متر مربع کمتر باشد. چنانچه گونی قیراندود به‌مدت ۲ ساعت در گرمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گیرد، قیر آن نباید نرم و روان شود: در صورتی که به‌مدت ۵ ساعت در گرمای ۵۰ درجه سلسیوس بماند، و سپس در درجه معمولی خشک شود، نباید ترک بخورد. اگر گونی

قیراندود به‌دور استوانه‌ای به‌قطر ۵ سانتی‌متر در سرمای صفر درجه سانتی‌گراد پیچیده شود، نباید پاره شود.

۶ ـ ۱ ـ ۳ ـ مشمع قیراندود

مشمع قیراندود یا سایر مصالح ویژه عایقکاری باید توسط سازنده معتبر و مورد قبول دستگاه نظارت ساخته، و کلیهٔ خواص مندرج در کاتالوگ سازنده را دارا باشد.

۶ ـ ۱ ـ ۴ ـ قیر

قیر مصرفی برای عایقکاری باید علاوه بر تطابق با مشخصات مندرج در استانداردهای شماره ۱۲۴، ۱۲۵ و ۱۲۶ مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، دارای خواص زیر نیز باشد: اصولاً قیر ماده‌ای سیاهرنگ و مرکب از هیدروکربورهای آلی با ترکیبات پیچیده است که از تقطیر نفت خام به‌دست می‌آید، یا در طبیعت به‌صورت معادنی مخلوط با مواد معدنی وجود دارد. قیر در انواع زیر تهیه می‌گردد:

الف ـ قیر جامد: (***Asphalt Cement***) که علامت اختصاری آن *A.C* می‌باشد، و از نفت خام به‌دست می‌آید.

ب ـ قیر اکسیده: (***Rubbery of oxidized***) با علامت اختصاری *R*، که از دمیدن هوا در مخلوطی از قیرهای نرم و مواد روغنی به‌دست می‌آید.

پ ـ قیرهای مایع: (***Cut Backs***) با علامت اختصاری « *C.B.*»، که با حلالهای نفتی رقیق شده، و به‌صورت قیر مایع عرضه می‌شود.

ت ـ قیر مایع زودگیر: (***Rapid Curing***) که با علامت اختصاری « *R.C.*»، نشان داده می‌شود، مایعی است که با حلال سبک تهیه شده است، پس از مصرف، حلال به‌سرعت تبخیر می‌گردد، و قیر خالص به‌صورت اولیه (قبل از مخلوط شدن با حلال) برجای می‌ماند.

ث ـ قیر مایع کندگیر: (*Medium Curing*) که با علامت اختصاری «*M.C.*»، نشان داده می‌شود، این نوع قیر مایعی است که حلال آن زود تبخیر نشده، و به‌کندی لخته و سفت می‌شود.

ج ـ قیر مایع دیرگیر: (*Slow Curing*) با علامت اختصاری «*S.C.*» قیر مایعی است که خیلی به‌آرامی لخته می‌شود، و در واقع عمل تجزیه بر روی مواد تشکیل‌دهنده قیر مایع صورت می‌گیرد (تغییرات ملکولی انجام می‌شود).

مشخصات عمومی قابل توجه در مورد کلیهٔ قیرها عبارت است از:

۱ ـ غیرقابل نفوذ در مقابل آب و رطوبت

۲ ـ مقاوم در مقابل اسیدها، بازها و نمکها.

۳ ـ قابل ارتجاع

۴ ـ چسبنده

۵ ـ قابل حل در بعضی از حلالها، بدون از دست دادن خواص

۶ ـ تشکیل‌دهندهٔ قشر نازک پایدار بر روی اجسام مختلف

۷ ـ دارای رنگ ثابت

۸ ـ عایق در مقابل جریانات الکتریکی

قیر در بعضی از موارد برخی از خواص خود را از دست می‌دهد، به‌طوری که نمی‌توان از آن به‌خوبی استفاده کرد، این موارد عبارت است از:

۱ ـ در حرارت زیاد تجزیه شده، و ضمن اشتعال به‌ذغال تبدیل می‌شود.

۲ ـ در محیط مرطوب و یا آلوده به‌خاک نرم خاصیت چسبندگی ندارد.

۳ ـ در مقابل فشار و حلالها تغییرشکل می‌دهد.

قیرها به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

الف ـ قیرهای جامد (*Asphalt Cement*) یا (*Penetration Grade*): این محصولات مستقیماً از تقطیر نفت خام به‌دست آمده و برحسب درجه نفوذ، نام‌گذاری شده است. نفوذپذیری قیر عبارت است از مقدار فرورفتگی گلوله‌ای به‌وزن معین در گرمای مشخص، و در مدت معلوم، در قیر موردنظر، قیرهای نرمتر که دارای درجهٔ نفوذ بیشتری می‌باشند

(درجهٔ نفوذ ۶۰ تا ۳۰۰) از تقطیر نفت خام به‌دست می‌آیند، و قیرهایی که دارای درجهٔ نفوذ کمتری می‌باشند (درجهٔ نفوذ ۱۰ تا ۶۰) از طریق هوا دادن به‌قیرهای نرم تولید می‌شوند. محصولاتی که در ایران مستقیماً از تقطیر نفت خام به‌دست می‌آید به‌شرح زیر است:

۷۰ ـ ۶۰، ۱۰۰ ـ ۸۵، ۱۵۰ ـ ۱۳۰، ۲۰۰ ـ ۱۸۰، ۲۵۰ ـ ۲۲۰، ۳۲۰ ـ ۲۸۰

قیرهایی که با هوا دادن به‌یکی از قیرهای نرم فوق تهیه می‌شوند عبارتند از:

۲۰ ـ ۱۰، ۳۰ ـ ۲۰، ۴۰ ـ ۳۰، ۵۰ ـ ۴۰، (و در بعضی موارد ۷۰ ـ ۶۰)، اعداد مذکور مشخص‌کنندهٔ درجهٔ نفوذ قیر می‌باشند.

ب ـ ***قیرهای جامد اکسیده شده***: این محصولات از اکسید شدن مخلوطی از قیرهای نرم با مواد روغنی سنگین به‌دست آمده، و برحسب نقطهٔ نرمی و درجهٔ نفوذ نامگذاری شده‌اند. چون این موادانعطاف‌پذیرمی‌باشند، با علامت «R» مشخص شده، و شامل انواع زیر می‌باشند:

$R90-15$, $R85-25$

اعداد ۸۵ ـ ۹۰ نقطه نرمی قیر، و اعداد ۱۵ ـ ۲۵ درجات نفوذ آن را نشان می‌دهند، به‌این ترتیب، هر چه درجهٔ نفوذ بیشتر باشد، قیر نرمتر است، بالعکس، کم بودن رقم معرف سختی قیر می‌باشد.

۶ ـ ۲ ـ نحوهٔ عایقکاری

۶ ـ ۲ ـ ۱ ـ کلیات

سطوح زیر عایقکاری باید صاف و تمیز باشد. چنانچه زیر عایقکاری، سطح بتنی کاملاً صافی نباشد باید روی آن را با یک قشر ملات ماسه سیمان ۱:۶ به‌ضخامت ۲ سانتیمتر اندود نمود، و سطح آن راکاملاً صاف کرد. عایقکاری بر روی سطوح مرطوب به‌هیچ وجه مجاز نیست. برای زیرسازی عایقکاری سقف، چنانچه در نقشه به‌نحوهٔ دیگری مشخص نشده باشد، می‌توان به‌جای ملات ماسه سیمان، آسفالت مخصوص سقف (توپکا) به‌ضخامت ۲ سانتیمتر به‌کار برد، عایقکاری به‌هیچ‌وجه نباید هنگام بارندگی انجام گیرد. به‌کار بردن میخ برای نصب ورقهای عایقکاری مجاز نیست.

در سقف، و دیوارها و نظایر آن که عایقکاری در بیش از یک قشر انجام می‌شود، باید

لایه‌های متوالی عایق عمود بر یکدیگر قرار گیرند.

ورقهای عایق باید از هر طرف به‌اندازهٔ ۱۰ سانتیمتر در جهت حرکت آب همدیگر را بپوشانند، و با قیر کاملاً به‌هم بچسبند. عایقکاری روی دیوارهایی که پس از انجام کار در مجاورت خاک قرار خواهند گرفت، باید به‌وسیلهٔ یک دیوار آجری به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر، که با ملات ماسه‌سیمان چیده می‌شود، از تماس با خاک محافظت شود، هر قشر عایقکاری پس از اتمام و قبل از شروع قشر بعدی، باید مورد بازدید و تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد. سطح عایقکاری شده باید در حین عملیات ساختمانی و تا زمان تحویل، از هرگونه صدمه و مجاورت با عوامل خورنده، نظیر آهک محافظت شود، هرگونه آسیب باید به‌نحو رضایت‌بخشی ترمیم شود.

۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ عایقکاری با قیرگونی

۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ ـ کلیات: ضمن رعایت نکات مندرج در استاندارد شماره ۲۱۱ مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران عایقکاری باید به‌ترتیب زیر اجرا شود.

الف ـ عایقکاری نباید در حرارت کمتر از ۴ + درجهٔ سلسیوس انجام شود.

ب ـ قیرهای مصرفی را نباید بیش از ۱۷۷ درجهٔ سلسیوس حرارت داد، در غیر این صورت، قیر خاصیت اصلی خود را از دست می‌دهد.

پ ـ قیر باید تا هنگامی که گرم و به‌صورت مایع روان است، مصرف شود.

۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۲ ـ عایقکاری دیوارها: عایقکاری دیوارها با قیرگونی باید به دقت انجام گیرد. برای این منظور باید نکات زیر رعایت شود:

الف ـ در مورد عایقکاری زیر دیوارها باید سطح دیوار بتنی زیر عایقکاری که خشک شده است، کاملاً تمیز شود، و سپس یک لایه قیر ۷۰ ـ ۶۰ مذاب به‌مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هر متر مربع به‌طور یکنواخت روی آن پخش شود.

ب ـ در حالی که قیر هنوز گرم است، یک لایه گونی روی آن گسترده و بر روی سطح فشار داده شود، به‌طوری که در تمام نقاط کاملاً به‌قیر بچسبد.

پ ـ لایه‌ای از قیر مذاب ۷۰ ـ ۶۰ به‌مقدار یک کیلوگرم در هر متر مربع به‌طور یکنواخت مجدداً روی آن پخش شود، به‌طوری که تمام سطوح گونی را بپوشاند.

ت ـ در مورد سطوح قائم دیوارهایی که بدین‌نحو عایقکاری می‌شوند، باید ترتیب عایقکاری از بالا به‌پایین باشد.

ث ـ در مورد قشر دوم باید یک‌لا گونی و قیر طبق آنچه در بندهای «ب» و «پ» گفته شد، اضافه شود.

ج ـ به‌منظور حفاظت، باید یک تیغه ۱۱ سانتی‌متری روی عایقکاری چیده شود.

تبصره ۱ ـ در مناطق گرمسیر و معتدل گرم به‌جای قیر ۷۰ ـ ۶۰، باید مخلوطی به‌نسبت $\frac{۲}{۳}$ قیر ۷۰ ـ ۶۰ و $\frac{۱}{۳}$ قیر ۲۵ ـ ۸۵ به‌کار رود.

تبصره ۲ ـ در مورد عایقکاری در مقطع افق دیوارها یا هر نوع دیواری که در پشت آن نیروی رانشی وجود داشته باشد، باید از استعمال مستقیم قیر روی سطح افقی خودداری شود، در این مورد، سطح عایقکاری شده باید پله‌دار باشد.

۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ ـ عایقکاری سقف و نظایر آن:

الف ـ ابتدا باید سطح اندود و یا آسفالت زیر عایقکاری تمیز شود.

ب ـ یک لایه قیر مذاب ۷۰ ـ ۶۰ به‌مقدار ۲ کیلوگرم در هر متر مربع به‌طور یکنواخت روی سطح سقف پخش می‌شود. به‌طوری که تمام سطح را بپوشاند، در هوای سرد، به‌جای قیر ۷۰ ـ ۶۰، می‌توان قیر $R.C,2$ به‌کار برد.

پ ـ یک‌لا گونی خشک، تمیز، و بدون چروک روی قیر گسترده، و روی سطح فشار داده می‌شود، به‌طوری که در تمام نقاط گونی کاملاً به‌قیر بچسبد.

ت ـ قشری از مخلوط قیر ۷۰ ـ ۶۰ و قیر ۲۵ ـ ۸۵ به‌نسبت مساوی به‌صورت مذاب و به‌مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هر متر مربع، به‌طور یکنواخت روی گونی پخش می‌گردد.

ث ـ مجدداً باید یک گونی طبق بند «پ» گسترده شود.

ج ـ لایه‌ای از مخلوط قیر مذاب ۷۰ ـ ۶۰ و ۲۵ ـ ۸۵ به‌نسبت ۱ به ۲ به‌مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هر متر مربع بر روی آخرین لایه گونی به‌طور یکنواخت که تمام سطح را بپوشاند، پخش می‌گردد.

چ ـ چنانچه عایقکاری در بیش از ۲ لایه گونی و سه قشر قیر در نقشه مشخص شده

باشد، همهٔ قشرها به‌غیر از قشر اول و آخر، باید طبق بند «پ» و «ت» انجام گیرد.

ح ـ قشرهای عایقکاری در اطراف هواکشها، باید حداقل ۱۵ سانتیمتر بالاتر از سطح تمام شده سقف بالا برده شوند.

تبصره ۱ ـ عایقکاری سقف در مناطق گرم نظیر عایقکاری در مناطق سرد و معتدل است، با این تفاوت که به‌جای قیر ۲۵ ـ ۸۵ باید قیر ۱۵ ـ ۹۰ به‌کار رود.

د ـ در صورتی که قشر محافظ عایق آسفالت باشد، باید روی عایق را با یک قشر سه سانتیمتری از آسفالت به‌عیار ۱۶۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم قیر در متر مکعب ماسه پوشاند، و با غلطک دستی کاملاً کوبیده در صورتی که پوشش محافظ عایق آسفالت نباشد، بهتر است یک قشر ماسه درشت (نخودی) به‌ضخامت حداقل ۵ سانتیمتر روی سطح عایق پخش کرد.

۶ ـ ۲ ـ ۳ ـ عایقکاری با گونی و مشمع قیراندود

۶ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۱ ـ عایقکاری با گونی قیراندود: زیر عایقکاری باید یک قشر قیر مذاب از نوعی که در عایقکاری با قیر و گونی مصرف می‌شود، به‌مقدار حداقل یک کیلوگرم در متر مربع پوشیده شود، و سپس روی آن ورقهای عایقکاری قرار گیرد.

ورقهای عایقکاری باید حداقل ده سانتیمتر روی هم قرار گرفته، به‌وسیلهٔ قیر مذاب در محل اتصال کاملاً به‌هم بچسبند، به‌طوری که هیچ‌گونه درزی باقی نماند.

۶ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۲ ـ عایقکاری با مشمع قیراندود: عایقکاری با مشمع قیراندود باید طبق نقشه و مشخصات کارخانه سازنده مشمع و تضمین کافی و رعایت دستورات دستگاه نظارت، به‌طور کامل و به‌دقت انجام شود.

فصل ۷

درزهای اجرایی، انقباضی و انبساطی، آب‌بندها، درزگیرها، و پرکننده‌های درز

۷ـ۱ـانواع درزها

در مخازن سه نوع درز اجرایی، انقباضی و انبساطی ممکن است به‌کار گرفته شود.

۷ـ۲ـمحل، فاصله و تعداد درزها

محل، فاصله و تعداد درزهای اجرایی، انقباضی و انبساطی باید مطابق با نقشه‌های اجرایی باشد.

۷ـ۳ـسطح درز

سطح بتن در درزها باید قالب‌بندی شده و گونیا باشد.

در درزهای اجرایی سطح درز باید قبل از گیرش بتن به‌صورت ناهموار درآید. در درزهای انقباضی و انبساطی سطح بتن باید کاملاً صاف بوده تا حداقل چسبندگی را با بتن مجاور به‌وجود آورد.

۷ـ۴ـشیار درز

سطح شیار درز باید تمیز و عاری از هرگونه گرد و خاک و لکه چربی بوده و قبل از درزگیری باید خشک باشد تا ماده درزگیر به‌خوبی به‌بتن دولبه بچسبد. برای تمیز کردن درز می‌توان از

برسهای دستی، و ماسه‌پاشی استفاده نمود و دست آخر توسط هوای فشرده گرد و خاک را از روی آن زدود. در صورت وجود هرگونه شکستگی در لبه و یا کرمو بودن بتن، قبل از مالیدن درزگیر، باید تعمیرات لازم انجام شود. به‌هیچ عنوان نباید ماده درزگیر به سطح پشت شیار بچسبد. برای جلوگیری از چسبیدن ماده درزگیر باید تدابیر لازم اتخاذ گردد.

۷ـ۵ـ تیغه‌های آب‌بند (Water Stops)

تیغه‌های آب‌بند از جنس *PVC* با حداقل عرض ۲۵ سانتیمتر می‌باشند. تیغه‌های آب‌بند نباید هیچگونه ترکیب شیمیایی با آب داشته باشند و قبل از خرید، نمونه‌ها و مشخصات باید به‌تأیید دستگاه نظارت برسد.

تیغه‌ها باید در محل نشان داده شده در نقشه نصب شده و اتصال تیغه‌ها در محل تقاطع و همچنین وصله آنها باید با استفاده از اطوی مجهز به‌ترموستات صورت گیرد تا هنگام آب شدن لبه‌ها، مواد نسوزند. مقاومت کششی در محل وصله نباید از ۰/۷۵ مقاومت کششی قسمت وصله نشده کمتر باشد.

آب‌بندها همزمان با قالب‌بندی کار گذاشته می‌شوند و هرگونه فاصله بین لبه‌های قالب و تیغهٔ آب‌بند باید کاملاً مهر شود تا از فرار دوغاب جلوگیری به‌عمل آید. تیغه‌ها باید طوری نصب شوند که در هنگام بتن‌ریزی جابه‌جا نشوند. در اطراف آب‌بندها باید بتن‌ریزی در کمال دقت و به‌نحوی صورت گیرد که دارای حداکثر تراکم و غیرقابل نفوذ باشد و چسبندگی کامل بین آب‌بند و بتن اطراف به‌وجود آید. تیغه‌های آب‌بند که به‌صورت انتظار به‌مدت زیادی تحت شرایط جوی و تابش آفتاب قرار می‌گیرند، باید کاملاً پوشانده شوند.

۷ـ۶ـ مواد پرکنندهٔ درز (FILLERS) و درزگیرها (SEALANTS)

مواد پرکنندهٔ درز و درزگیرها نباید هیچگونه واکنش شیمیایی با یکدیگر و با تیغه‌های آب‌بند داشته و همچنین نباید سمی باشند.

فصل ۸

زهکشی

۸ـ۱ـ مقدمه

وجود شبکهٔ زهکش زیر مخزن به‌منظور جمع‌آوری و تخلیه آبهای نشتی از درزهای کف مخزن و همچنین دفع و هدایت آبهای سطحی و زیرزمینی الزامی است.

۸ـ۲ـ هندسه شبکهٔ زهکشی

هندسهٔ شبکه زهکش مطابق با نقشه‌های ارائه شده می‌باشد.

۸ـ۳ـ مشخصات مصالح زهکش

مصالح پرکنندهٔ داخل کانالهای زهکش شن نخودی با دانه‌بندی زیر می‌باشد:

شمارهٔ الک		درصد عبوری
in	mm	
$\frac{۳}{۴}$	۱۹	۱۰۰
$\frac{۱}{۲}$	۱۲/۵	۹۰ ـ ۱۰۰
$\frac{۳}{۸}$	۹/۵	۴۰ ـ ۷۰
نمره ۴	۴/۷۵	۱۵
نمره ۸	۲/۳۶	< ۵

پیوست ۱

دت ۲۲۶

روش آزمایش استاندارد

برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی قلیایی سنگدانه‌ها
(روش شیمیایی)

خلاصهٔ روش آزمایش دت ۲۲۶

(این خلاصه‌جزء متن استاندارد نمی‌باشد)

نتیجهٔ واکنشهای شیمیایی بین اجزای سیلیسی فعال موجود در سنگدانه‌ها با قلیاها (عمدتاًقلیاهای موجود در سیمان)، انبساط و ترک‌خوردگی سطحی گستردهٔ بتن[1] می‌باشد.

برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی سنگدانه‌های مورد استفاده در بتن با قلیاها از روش آزمایش شیمیایی دت ۲۲۶ می‌توان استفاده نمود.

در این آزمایش سنگدانهٔ مورد نظر به صورتی شکسته و پودر می‌شود که از الک شمارهٔ ۵۰ (۳۰۰ μm) عبور کرده و بر روی الک شماره ۱۰۰ (۱۵۰ μm) بماند. سپس میزان واکنش انجام شده بین محلول هیدراکسید سدیم یک نرمال با مقدار معینی از سنگدانهٔ پودر شده، در دمای ۸۰°C و به‌مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری می‌شود. نتایج اندازه‌گیری واکنشهای شیمیایی با استفاده از نمودار موجود، که نتایج به‌دست آمده از این روش را با روشهای دیگر ارزیابی قابلیت واکنش‌زایی همبسته می‌سازد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

1- Pattern Cracking

روش آزمایش استاندارد برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی سنگدانه‌ها (روش شیمیایی) [۱]*

۱ ـ گستره[1]

۱ ـ ۱ ـ هدف آزمایش

این روش دربرگیرندهٔ ارزیابی شیمیایی قابلیت واکنش‌زایی سنگدانه با بازها (قلیاها) در بتن ساخته شده با سیمان پرتلند؛ به‌صورت میزان واکنش انجام شده در مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰°C بین محلول هیدرواکسید سدیم یک نرمال[2] و سنگدانهٔ خرد شدهٔ عبوری از الک ۳۰۰ μm (الک شماره ۵۰) و مانده روی الک ۱۵۰ μm (الک شماره ۱۰۰)، می‌باشد.

۲ ـ مدارک مورد استفاده

۲ ـ ۱ ـ استانداردهای مورد استفاده

ـ دت ۱۱۹ روش آزمایش مقاومت فشاری ملاتهای سیمان آبی (با استفاده از نمونه‌های مکعبی ۲ اینچی یا ۵۰ میلیمتری)

ـ دت ۱۰۷ روشهایی برای آنالیز شیمیایی سیمان آبی [۲]

ـ دت ۲۲۴ روش آزمایش برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی بازی (قلیایی) ترکیبات سیمان ـ سنگدانه (روش منشور ملات) [۳]

ـ دت ۲۰۵ انجام آزمون سنگ‌نگاری سنگدانه‌های مورد استفاده در بتن [۳]

ـ $D1248$ مشخصات قالب‌گیری پلاستیکهای پلی‌اتیلن و مواد تزریقی[3] [۳]

ـ $E11$ مشخصات الکهای سیم بافت برای مقاصد آزمایشی [۳ و ۲]

---

* عددی که در داخل کروشه آمده، مربوط به‌شمارهٔ توضیح انتهای فصل می‌باشد.

1- *scope*

2- *1N*

3- *Extrusion materials*

۳ـ ابزار و وسایل لازم

۳ـ۱ـ وسایل اندازه‌گیری

وسایل و وزنه‌های مورد استفاده برای توزین مصالح باید مطابق الزامات مطرح در روش آزمایش دت ۱۱۹ باشد.

۳ـ۲ـ ترازو[1]

ترازوی حساس و وزنه‌های لازم برای اندازه‌گیری سیلیس حل شده با روش سنجش وزنی[2]، باید مطابق الزامات مطرح در روشهای دت ۱۰۷ باشد.

۳ـ۳ـ ابزار خرد و آسیاب کردن[3]

خردکنندهٔ فکی و پودرکنندهٔ دیسکی یا هر ابزار مناسب دیگری که قادر به‌خرد کردن و آسیاب کردن تقریباً ۴ کیلوگرم سنگدانه باشد، به‌طوری‌که مواد خردشده از الک ۳۰۰ μm (الک شمارهٔ ۵۰) عبور نماید.

۳ـ۴ـ الک

الکهای بافته‌شدهٔ سیمی با سوراخهای‌مربعی ۳۰۰ μm (شمارهٔ ۵۰) و ۱۵۰ μm (شمارهٔ ۱۰۰) مطابق با مشخصات *E11*

۳ـ۵ـ ظروف واکنش[4]

ظروف واکنش با ظرفیت ۷۵ mL ـ ۵۰ ساخته شده از فولاد ضدزنگ یا هر نوع مادهٔ مقاوم در برابر خوردگی، مجهز به‌درپوش هوابند[5] مورد نیاز است. ظرفی که برای این کار مناسب باشد در شکل ۱ نشان داده شده است. ظرفهای دیگر ساخته شده از موادی نظیر پلی‌اتیلن که در برابر فعل و انفعالات شیمیایی ضمن آزمایش واکنش از خود نشان ندهند می‌توانند مناسب باشند. چنین مناسبتی باید توسط تغییر مقدار خاصیت قلیایی محلول هیدرواکسید

1- balances *2- gravimetric Method*

3- crushing and Grinding Equipment

4- Reaction containers *5- airtight*

سدیم؛ (R_c ـ بخش ۱۳) که به‌عنوان شاهد[1] در داخل ظرف مورد نظر قرار دارد؛ به‌اندازه کمتر از $10\ \frac{\text{m mol}}{\text{L}}$، به‌دست آید.

۳ ـ ۶ ـ حمام دمای ثابت[2]

حمام مایع که قادر به‌تأمین درجه حرارت $80° \pm 1°C$ برای مدت ۲۴ ساعت باشد.

۳ ـ ۷ ـ اسپکتروفتومتر یا فتومتر[3]

یک دستگاه اسپکتروفتومتر یا فتومتر فتوالکتریک که قادر به‌اندازه‌گیری نور ارسالی در یک طول موج ثابت در حدود ۴۱۰ nm باشد.

۴ ـ معرف‌ها[4]

۴ ـ ۱ ـ خلوص معرف‌ها

در تمامی آزمایشها می‌باید از معرفهای شیمیایی معتبر استفاده شود. به‌جز مواردی‌که به‌صورت دیگری مشخص شده است، بهتر است تمامی این معرفها مطابق مشخصات کمیتهٔ معرفهای تجزیه‌ای انجمن شیمیایی آمریکا[5] باشد (در صورتی‌که چنین مشخصاتی دردسترس باشد [۶]). در صورتی می‌توان از رده‌های دیگر استفاده کرد که به‌اندازهٔ کافی از خلوص بالایی برخوردار باشند، و استفاده از آنها کاهشی در دقت آزمایشات به‌وجود نیاورد.

۴ ـ ۲ ـ خلوص آب

به‌جز مواردی که به‌صورت دیگری مشخص شده باشد، منظور از آب، آب مقطر یا آبی با خلوص معادل آن می‌باشد.

1- evidence
2- Constant Temerature Bath
3- Spectrophotometer or photometer
4- Reagents
5- Committee of Analytical Reagents of the American Chemical Society

۴ ـ ۳ ـ محلول مولیبدات آمونیم[1]

$10g$ مولیبدات آمونیم ($(NH_4)_6M_{O7}O_{24} - 4H_2O$) را در 100 mL آب حل کنید. در صورتی که محلول شفاف نباشد، آن را توسط یک کاغذ صافی ریزبافت صاف کنید. محلول را در یک ظرف پلی‌اتیلن نگهداری نمایید.

تذکر ۱: در انتخاب ظرف باید به‌این نکته توجه شود که خواص معرف بر اثر واکنش با مواد تشکیل‌دهندهٔ ظرف، اعم‌از موادرنگی یا هرافزونهٔ‌دیگری، یا تراوش‌فازها (ی معرف) ازجداره ظرف تغییرننماید. ظرفهایی باضخامت جدارهٔ نه‌کمتراز 0.020in (0.51mm) و متشکل از پلی‌اتیلن با جرم مخصوص زیاد که الزامات مشخصات $D1248$، برای مواد تیپ III، ردهٔ Aرا برآورده می‌نماید، مناسب می‌باشد.

۴ ـ ۴ ـ اسید کلریدریک[2] (SP gr 1.19)

اسید هیدروکلریدریک غلیظ (HCl) را در ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی یا ظرف پلاستیکی مناسبی نگهداری کنید. (تذکر ۱)

۴ ـ ۵ ـ اسید کلریدریک استاندارد (0.05 N)

اسید کلریدریک ۰/۰۵ نرمال را با دقت $0.0001N$ ± استاندارد نموده و آماده نمایید. محلول را در ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی یا ظرف پلاستیکی مناسبی نگهداری کنید. (تذکر ۱)

۴ ـ ۶ ـ اسید کلریدریک (۱ + ۱)

حجمهای مساوی از HCl غلیظ (SP gr 1.19) و آب را مخلوط نمایید. محلول را در ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی یا ظرف پلاستیکی مناسبی نگهداری نمایید. (تذکر ۱)

1- Ammonium Molybdate Solution *2- Hydrocholoric Acid*

۴ ـ ۷ ـ اسید فلوریدریک[1] (تقریباً *HF* 50%)

اسید فلوریدریک غلیظ رادر بطری پلی‌اتیلن نگهداری نمایید.

۴ ـ ۸ ـ محلول اسید اکسالیک[2]

۱۰ گرم اسید اکسالیک دی‌هیدرات[3] را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب حل کنید. محلول را در ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی یا ظرف پلاستیکی مناسبی نگهداری نمایید. (تذکر ۱)

۴ ـ ۹ ـ معرف فنل فتالئین[4]

یک گرم فنل‌فتالئین را در 100 mL اتانول[5] (۱+۱) حل نمایید. محلول را در ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی یا ظرف پلاستیکی مناسبی نگهداری نمایید. (تذکر ۱)

۴ ـ ۱۰ ـ محلول استاندارد سیلیسی

با حل کردن متاسیلیکات سدیم در آب، محلول استاندارد سیلیسی تهیه نمایید که تقریباً شامل 10 m mol سیلیس (SiO_2) در لیتر باشد. محلول را در بطری پلی‌اتیلن نگهداری نمایید. مطابق روش ارائه شده در زیر بندهای ۸ ـ ۲ ـ ۱ تا ۸ ـ ۲ ـ ۲، با استفاده از 100 mL از محلول، مقدار SiO_2 آن را تعیین نمایید. از محلول استاندارد سیلیسی که بیش از ۱ سال از تهیهٔ آن گذشته باشد، استفاده نکنید، زیرا یونهای سیلیس حل شده در چنان محلولی به‌آهستگی پلی‌مریزه[6] شده و باعث قرائت فتومتریک نادرست (کم) می‌شود.

۴ ـ ۱۱ ـ محلول استاندارد هیدرواکسید سدیم ($1.000 \pm 0.010N$)

یک محلول ($1.000 \pm 0.010N$) هیدرواکسید سدیم ($NaOH$) تهیه نموده و آن را با دقت $\pm 0.001N$ استاندارد نمایید.

1- *Hydrofluoric Acid*
2- *Oxalic Acid Solution*
3- *Oxalic Acid dihydrate*
4- *Phenolphthalein indicator solution*
5- *ethanol*
6- *Polymerize*

۴ ـ ۱۱ ـ ۱ ـ محلول را در یک بطری پلی‌اتیلن نگهداری نمایید. (تذکر ۱). معرف خشک[1] و محلول را از تأثیر دی‌اکسید کربن[2] محافظت نمایید.

۴ ـ ۱۲ ـ اسید سولفوریک (SP gr 1.84)

اسید سولفوریک غلیظ (H_2SO_4) محلول را در یک ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی نگهداری نمایید.

۵ ـ ظروف شیشه‌ای

۵ ـ ۱ ـ مشخصات ظروف

کلیهٔ ابزار، ظروف و لوله‌های شیشه‌ای می‌باید به‌دقت انتخاب شوند و دارای شرایط ویژه کار مورد نظر باشند. فلاسکها[3] ، بورتها[4] و پیپتهای[5] استاندارد می‌باید دارای درجه‌بندی حجمی با دقت لازم باشند.

۶ ـ تدارک و آماده‌سازی نمونه‌های آزمایشی

۶ ـ ۱ ـ سنگدانهٔ آزمایشی

آزمایش را می‌توان برای سنگدانه ریز یا درشت انجام داد؛ و در صورتی که جنس سنگدانهٔ ریز و درشت یکسان باشد آزمایش را می‌توان برای کل سنگدانه انجام داد.

۶ ـ ۲ ـ انتخاب نمونه

نمونهٔ آزمایشی می‌باید از بخش مناسب سنگدانه خردشدهٔ عبوری از الک ۳۰۰ μm (شماره ۵۰) مطابق روش پی‌آیند، آماده شود (تذکر ۲): با استفاده از سنگ‌شکن فکی کوچک سنگدانهٔ درشت را طوری خرد نمایید که از الک ۴/۷۵ mm (شماره ۴) عبور نماید. درشت‌دانهٔ خرد شده و به‌طریق مشابه ماسه را برای بازیابی ذرات بزرگتر از ۱۵۰ μm توسط الکهای شمارهٔ ۵۰ تا ۱۰۰ الک نمایید. مصالح عبوری از الک ۱۵۰ μm را دور بریزید. مصالح

1- dry reagent
2- Carbon dioxide
3- flaskes
4- burets
5- Pipets

باقی‌مانده روی الک ۳۰۰ μm را، با استفاده مکرر از پودرساز نوع دیسکی[1] و الک کردن پس از هر بار، کاهش دهید. برای اولین بار، جدایی صفحات (پودرساز) می‌باید در حدود $\frac{1}{8}$ in (۳ mm) باشد که بتدریج کاهش می‌یابد تا تمام مصالح از الک ۳۰۰ μm عبور نماید. تا حد ممکن باید تلاش شود که مقدار مصالح ریز عبوری از الک شماره ۱۰۰، کاهش یابد.

تذکر ۲: توصیه می‌شود که برای هر بخش (اندازه‌ای) درشت دانه، به‌صورت جداگانه مطابق روش ۶ ـ ۲، عمل شود و مصالح ۳۰۰ μm (شماره ۵۰) تا ۱۵۰ μm (شماره ۱۰۰) به‌دست آمده از هر بخش، به‌نسبتی که بخشهای مزبور در بتن به‌کار می‌روند، با یکدیگر مخلوط شوند. توصیه می‌شود قبل از به‌کار بردن روش ۶ ـ ۲، در صورت امکان، ماسه الک شود و بخشهای (اندازه‌ای) مختلف مجدداً، به‌نسبتی که در بتن به‌کار می‌روند، با یکدیگر مخلوط شوند.

۶ ـ ۳ ـ شستن نمونه

برای اطمینان از نبود هرگونه مصالح ریزتر از الک ۱۵۰ μm (شماره ۱۰۰)، نمونه را روی الک ۱۵۰ μm بشویید. هر بار بیش از ۱۰۰ g را روی یک الک ۲۰۳ mm (۸ in) نشویید. نمونهٔ شسته شده را در دمای ۱۰۵ ± ۵°C، به‌مدت ۴ ± ۲۰ ساعت خشک نمایید. نمونه را سرد کرده و سپس با الک ۱۵۰ μm مجدداً الک نمایید. در صورتی که بررسی و بازبینی نمونه حاکی از وجود پوشش سیلتی یا رسی روی ذرات باشد، عملیات شستن و خشک کردن را تکرار نمایید و همانند قبل با الک ۱۵۰ μm الک نمایید. بخش مانده روی الک ۱۵۰ μm را به‌عنوان نمونهٔ آزمایشی نگهداری کنید.

۷ ـ روند واکنش[2]

۷ ـ ۱ ـ افزودن محلول قلیایی

سه‌جزء خشک هرکدام به‌وزن ۰/۰۵ g ± ۲۵/۰۰ از نمونهٔ آزمایشی ۳۰۰ μm (شمارهٔ ۵۰) تا ۱۵۰ μm (شماره ۱۰۰) را که مطابق بخش ۶ تهیه شده است، آماده نمایید. هر جزء را در

1- disk–type pulverizer

1- Reaction Procedure

یکی از سه ظرف واکنش قرار داده، به‌وسیلهٔ پیپت ۲۵mL از محلول *NaOH* یک نرمال را به‌هر کدام اضافه نمایید. در ظرف چهارم ۲۵mL از همان محلول را، به‌وسیلهٔ پیپت ریخته و به‌عنوان شاهد نگهداری نمایید. در هر چهار ظرف را بسته و آنها را به‌آرامی تکان دهید تا هوای محبوس آزاد گردد.

۷ـ۲ـ حرارت دادن

بلافاصله پس از بستن در ظرفها، آنها را در حمام مایع[1] با دمای ۱°C ± ۸۰ قرار دهید. پس از $\frac{1}{4}$ ± ۲۴ ساعت ظرفها را از حمام خارج نموده و آنها را به‌مدت ۲ ± ۱۵ دقیقه زیر جریان آب (شیر آب) با دمای کمتر از ۳۰°C سرد نمایید.

۷ـ۳ـ صاف کردن نمونه‌ها

بلافاصله پس از سرد شدن ظروف، آنها را باز نموده و محلول را از بقایای سنگدانه صاف نمایید. از یک بوتهٔ چینی گوچ[2] [۷] (بوتهٔ سرامیکی که کف آن دارای سوراخهایی می‌باشد) با یک صافی کاغذی مناسب[3] که درست به‌اندازهٔ کف بوته بریده شده است استفاده نمایید؛ بوته را توسط یک گیرهٔ لاستیکی در داخل قیف قرار دهید. یک لولهٔ آزمایش خشک با ظرفیت ۵۰ـ۳۵mL را برای جمع کردن مواد صاف شده در داخل فلاسک صافی[4] گذاشته و قیف را روی دهانهٔ فلاسک مستقر نمایید. در حالی که هواکش[5] کار می‌کند یا لولهٔ تخلیه (لولهٔ خلاء[6]) باز می‌باشد، مقدارکمی از محلول‌را به‌آرامی بر روی کاغذ صافی بچکانید تاکاغذ صافی به‌طور مناسبی در بوته جا بیافتد. بدون بهم زدن محتویات ظرف، باقیماندهٔ مایع آزاد[7] (قسمت مایع محتویات ظرف آزمایش) را به‌آرامی به‌داخل بوته سرریز نمایید. پس از اتمام سرریز کردن مایع، مکش را قطع نمایید و محتویات جامد ظرف را توسط کاردک ضدزنگ[8] به‌داخل بوته منتقل و متراکم نمایید. سپس مکش را اعمال نموده و آن‌را در حدود ۱۵in.Hg (۵۱Kpa) تنظیم نمایید. تا زمانی که تقریباً سرعت تصفیه به‌یک قطره در هر ۱۰ ثانیه برسد،

1- Liquid bath
2- Porcelain Gooch Crucible
3- A disk of rapid analytical grade filter paper
4- filter flask
5- aspirator
6- Vacuum Line
7- free liquid
8- stainless steel spatula

صاف کردن را ادامه دهید؛ مایع صاف شده را برای آزمایشات بعدی نگهداری کنید. زمانهایی که عمل مکش انجام می‌شده را به‌عنوان زمان تصفیه ثبت نمایید؛ برای دستیابی به‌زمانهای مساوی تصفیه برای تمام نمونه‌ها در یک دسته، هر گونه کوشش ممکن را، با استفاده از روش یکنواخت در سوار کردن قطعات سیستم تصفیه و متراکم کردن مواد جامد در بوته، انجام دهید.

۷ ـ ۴ ـ صاف کردن نمونه شاهد

نمونهٔ شاهد را نیز همانند روش تشریح شده در ۷ ـ ۳ صاف نمایید. مدت زمان مکش را برابر متوسط زمانهای تصفیهٔ سه نمونه در نظر بگیرید.

۷ ـ ۵ ـ رقیق کردن

بلافاصله به‌دنبال تکمیل صاف کردن، مایع تصفیه شده را به‌منظور اطمینان از یکنواختی تکان داده، سپس وسیلهٔ پیپت ۱۰ mL از آن را گرفته با ۲۰۰ mL آب، در فلاسک مدرج رقیق نمایید. این محلول رقیق شده را به‌منظور محاسبهٔ SiO_2 حل شده و کاهش در خاصیت بازی (قلیایی) نگهداری کنید.

۷ ـ ۶ ـ نگهداری محلول

در صورتی که محلول رقیق شده ظرف مدت ۴ ساعت پس از تکمیل صاف کردن مورد تجزیه و تحلیل قرار نمی‌گیرد، آن را به‌داخل یک ظرف پلی‌اتیلنی تمیز و خشک ریخته و در ظرف را با درپوش محکمی ببندید.

۸ ـ سیلیس حل شده با روش سنجش وزنی[1]

۸ ـ ۱ ـ روش

۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ به‌وسیلهٔ پیپت ۱۰۰ mL، محلول رقیق (۷ ـ ۵) را به‌یک ظرف تبخیر[2] ترجیحاً از جنس پلاتین[3] به‌منظور سرعت بخشیدن به‌تبخیر، منتقل نمایید، ۵ تا ۱۰ mL اسید کلریدریک

1- Dissolved Silica by the Gravimetric Method

2- evaporating dish

3- platinum

HCl (Sp gr 1.19) را به‌آن اضافه نمایید، در حمام بخار[1] آن را تا خشک شدن، تبخیر نمایید. بدون بیشتر گرم کردن باقیمانده، ۵ تا ۱۰ میلی‌لیتر *HCl* (Sp gr 1.19) و سپس به‌همان مقدار آب، یا یکباره ۱۰ تا ۲۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک (۱ + ۱) را به‌باقیمانده اضافه نمایید. ظرف را بپوشانید و آن را به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام بخار یا روی صفحهٔ داغ[2] عمل آورید. محلول رابا حجم مساوی از آب گرم رقیق نموده و بلافاصله محلول را توسط یک کاغذ صافی که از نظر درجهٔ کمی مناسب بوده و خاکستر باقیمانده آن پایین[3] باشد صاف نموده و سیلیس (SiO_2) جدا شده را به‌طور کامل و به‌دقت با آب گرم بشویید (تذکر ۳) و باقیمانده را نگه دارید.

تذکر ۳: شستن رسوبات SiO_2 را می‌توان به‌صورت مؤثرتری با استفاده از اسید کلریدریک گرم (۹۹ + ۱) و سپس تکمیل شستشو با آب گرم انجام داد.

۸ ـ ۱ ـ ۲ ـ مجدداً مایع صاف شده را تا حالت خشک تبخیر کنید، باقیمانده[4] را در کوره[5] به‌مدت ۱ ساعت در دمای ۱۰۵ تا ۱۱۰°C حرارت دهید. به‌باقیمانده ۱۰ تا ۱۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک (۱ + ۱) اضافه نمایید و آن را به‌وسیلهٔ حمام یا صفحهٔ داغ حرارت دهید. محلول را با حجم مساوی آب گرم رقیق نمایید و بر روی یک کاغذ صافی دیگر مقادیر اندک SiO_2 را بشویید. دومین تبخیر فقط هنگام محاسبهٔ غلظت محلول استاندارد متاسیلیکات سدیم[6] در بخش ۴ ـ ۱۰ لازم می‌باشد. برای دیگر محلولهای آزمایشی، این مرحله را می‌توان حذف کرد.

۸ ـ ۱ ـ ۳ ـ کاغذهای محتوی باقیمانده را (۸ ـ ۱ ـ ۱ و ۸ ـ ۱ ـ ۲) به‌یک بوته پلاتین[7] منتقل کنید. (تذکر ۴). کاغذها را خشک کرده و بسوزانید؛ ابتدا با حرارت کم تا کربن کاغذ صافی به‌طور کامل بدون برافروختن تحلیل رود، و سرانجام در ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰°C، تا وقتی که وزن ثابت بماند.

1- Steam bath
2- hot plate
3- quantitative grade, low-ash filter paper
4- residue
5- oven
6- Sodium metasilicate
7- platinum crucible

تذکر ۴:می‌توان بوتهٔ خالی را، برای آگاهی شخصی، نسبت به‌مقدار ناخالصی در باقیمانده SiO_2 توزین نمود.

۸ ـ ۱ ـ ۴ ـ به SiO_2 به‌دست آمده در داخل بوته، که دارای مقدار کمی ناخالصی می‌باشد، چند قطره آب، در حدود ۱۰ میلی‌لیتر HF (اسید فلوئوریک) و یک قطره H_2SO_4 بیافزایید، و با احتیاط در داخل حمام بخار آن را خشک نمایید. سرانجام اندک باقیمانده را به‌مدت ۱ تا ۲ دقیقه در دمای ۱۰۵۰ تا ۱۱۰۰°C حرارت داده، سپس سرد کنید و توزین نمایید. اختلاف بین این وزن و وزن قبلی نشان‌دهندهٔ مقدار SiO_2 می‌باشد.

۸ ـ ۲ ـ محاسبات

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ غلظت SiO_2 محلول $NaOH$ صاف شده از مصالح سنگدانه‌ای را، به‌صورت زیر محاسبه نمایید:

$$S_c = 3330 \times W$$

که در آن:

S_c = غلظت SiO_2 برحسب میلی‌مول در لیتر[1] مایع صاف شده اصلی،

W = مقدار SiO_2 برحسب گرم در ۱۰۰ mL محلول رقیق شده.

۹ ـ سیلیس حل شده توسط روش فتومتریک[2]

۹ ـ ۱ ـ کاربرد

۹ ـ ۱ ـ ۱ ـ این روش برای محاسبهٔ سیلیس بلوری[3] (غیرکلوئیدی[4]) در کلیهٔ محلولهای آبدار به‌جز آنهایی که دارای تداخل رنگی بیش از حد می‌باشند (تانین[5] و غیره) به‌کار می‌رود، اما نمی‌توان کل سیلیس را تعیین کرد. این روش بویژه برای کنترل سریع آنالیز سیلیس بلوری

1- millimols per litre

2– Dissolved Silica by the photometric method

3- crystalloidal silica *4- non colloidal*

5- tannin

زیر 10PPm کاربرد دارد.[1]

تذکر ۵: سیلیس بلوری (غیرکلوئیدی) با یون مولیبدات[2] در محلول اسیدی (*pH* بهینه ۱/۵ تا ۱/۲) واکنش داشته و تولید کمپلکس رنگی سیلیکومولیبدات زرد متمایل به‌سبز[3] می‌نماید که شدت آن تقریباً متناسب با غلظت سیلیس محلول می‌باشد، ولی به‌طور کامل از قانون بیر[4] تبعیت نمی‌کند.

۱۰ ـ تهیه منحنی سنجش[5]

۱۰ ـ ۱ ـ تهیه محلول

مجموعه‌هایی از محلولهای سیلیسی با غلظت معلوم بین ۰/۰ تا ۰/۵ $\frac{\text{mmoL}}{\text{L}}$ را با رقیق کردن محلول سیلیکات سدیم موجود (۴ ـ ۱۰) تهیه نمایید. مقادیری از محلول سیلیکات سدیم را به‌فلاسکهای مدرج (حجمی) ۱۰۰ mL که تا نیمه با آب پر شده است، منتقل نمایید.

۱۰ ـ ۲ ـ قرائت پراکنش

۲ میلی‌لیتر محلول مولیبدات آمونیم[6] و ۱ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک (۱ + ۱)، را به‌فلاسک بیافزایید و با حرکت دادن فلاسک محلول را بهم بزنید. محلول را به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق[7] واگذارید. ۱/۵ ± ۰/۲mL محلول اسید اکسالیک[8] را اضافه کرده و فلاسک را تا علامت آن با آب پر نمایید و کاملاً مخلوط کنید. محلول را به‌مدت ۰/۱ ± ۵/۰ دقیقه واگذارید. پراکنش[9] محلولهای مختلف را در طول موج ۴۱۰nm از روی فتومتر در مقایسه با پراکنش آب، قرائت نمایید.

1- pulse position (phase) Modulation
2- molybdate ion
3- greenish yellow silico-molybdate color complex
4- Beer's law
5- Preparation of Calibration Curve
6- ammonium molybdate
7- room temperature
8- oxalic Acid
9- Transmittance

۱۰ ـ ۳ ـ رسم منحنی سنجش

منحنی سنجش[1] را با قرائت درصد پراکنش یا جذب (فروبری[2])، برحسب غلظت سیلیس معلوم هر محلول رسم نمایید.

۱۱ ـ محاسبهٔ سیلیس حل شده[3]

۱۱ ـ ۱ ـ استفاده از منحنی سنجش

به‌وسیلهٔ پیپت ۱۰ mL از محلول رقیق (۷ ـ ۵) را به‌فلاسک مدرج ۱۰۰ mL که تا نیمه از آب پر شده اضافه نمایید و مطابق آنچه در ۱۰ ـ ۲ و ۱۰ ـ ۳ تعیین گردید عمل نمایید. غلظت سیلیس را در محلول مستقیماً، با استفاده از منحنی سنجشی که قبلاً تهیه شده است و پراکنش نور (با طول موج معلوم) را به‌غلظت سیلیس همبسته می‌نماید، قرائت نمایید.

در صورتی که پراکنش زیر ۳۰ درصد یا بالای ۵۰ درصد می‌باشد، یک مقدار کمتر یابیشتر از محلول رقیق‌شده می‌باید مورد استفاده قرار گیرد.

۱۲ ـ محاسبات

۱۲ ـ ۱ ـ غلظت سیلیس در محلول صاف شده

غلظت SiO_2 محلول $NaOH$ صاف‌شده‌از مصالح سنگدانه‌ای را، به‌صورت زیر محاسبه نمایید:

$$S_c = 20 \times \left(\frac{100}{V} \right) \times C$$

که در آن:

S_c = غلظت SiO_2 برحسب میلی‌مول در لیتر[4] مایع صاف شدهٔ اصلی،

C = غلظت سیلیس در محلول، اندازه‌گرفته شده توسط فتومتر برحسب میلی‌مول در لیتر

V = حجم محلول رقیق‌شده از (۷ ـ ۵) برحسب میلی‌لیتر

1- calibration curve

2- absorbanc

3- Determination of Dissolved Silica

4- millimoles per litre

۱۳ ـ کاهش خاصیت بازی (قلیایی)[1]

۱۳ ـ ۱ ـ روش

۱۳ ـ ۱ ـ ۱ ـ وسیلهٔ پیپت ۲۰ mL از محلول رقیق (۷ ـ ۵) را به‌داخل ظرف ارلن مایر[2] ۱۲۵ میلی‌لیتری بریزید. ۲ یا ۳ قطره محلول فنل‌فتالئین را به‌آن اضافه کنید، و با *HCl* (اسیدکلریدریک) ۰/۰۵ نرمال تا نقطهٔ ختم عمل فنل فتالئین تیتر[3] نمایید.

۱۳ ـ ۲ ـ محاسبات

۱۳ ـ ۲ ـ ۱ ـ کاهش خاصیت قلیایی را به‌صورت زیر محاسبه کنید:

$$R_c = (20N/V_1)\,(V_3 - V_2) \times 1000$$

که در آن:

R_c = کاهش خاصیت قلیایی برحسب $\frac{\text{m mol}}{\text{L}}$،

N = نرمالیتهٔ *HCl* مورد استفاده در سنجش[4]

V_1 = حجم محلول رقیق شده (۷ ـ ۵) برحسب میلی‌لیتر

V_2 = حجم محلول *HCl* استفاده شده برحسب میلی‌لیتر برای رسیدن به‌ختم عمل فنل‌فتالئین در نمونه مورد آزمایش،

V_3 = حجم محلول *HCl* استفاده‌شده برحسب میلی‌لیتر برای رسیدن به‌ختم عمل فنل‌فتالئین در شاهد[5]

۱۳ ـ ۳ ـ تکرارپذیری آزمایش[6]

۱۳ ـ ۳ ـ ۱ ـ نتایج آزمایش در صورتی رضایت‌بخش تلقی می‌شود که تفاوت هر یک از سه مقدار R_c (و S_c) از میانگین سه آزمایش بیش از مقادیر زیر نباشد:

(۱) در صورتی که میانگین $\frac{\text{m mol}}{\text{L}}$ ۱۰۰ یا کمتر باشد؛ ۱۲ $\frac{\text{m mol}}{\text{L}}$

(۲) در صورتی که میانگین بیش از $\frac{\text{m mol}}{\text{L}}$ ۱۰۰ باشد؛ ۱۲٪

1- *Reduction in Alkalinity*
2- *Erlen meyer flask*
3- *Titration*
4- *Titration*
5- *evidence*
6- *Repeatabilty*

۱۳ ـ ۴ ـ تعبیر نتایج

۱۳ ـ ۴ ـ ۱ ـ همبستگی بین اطلاعات به‌دست آمده از این روش، انبساط منشورهای ملات[1] حاوی سیمان پرقلیایی[2]، آزمونهای سنگ‌نگاری[3] سنگدانه‌ها، و نتیجهٔ استفاده از سنگدانه‌ها در سازه‌های بتنی منتشر شده است (مراجع 7 – 1 [۸]). برمبنای چنین اطلاعاتی خط پر نشان داده شده در شکل ۲ متمایز گردیده است. درجهٔ پتانسیل آسیب‌رسانی واکنش‌زایی قلیایی در صورتی که هر کدام از سه مقدار R_c، S_c در قسمت «آسیب‌رساننده» منحنی شکل ۲ قرار بگیرد، مشخص می‌گردد. به‌هر حال سنگدانه‌هایی با پتانسیل آسیب‌رسانی که توسط نقاط واقع در قسمت بالای خط چین شکل ۲ مشخص می‌گردند، ممکن است انبساط نسبتاً کمی در ملات یابتن ایجاد نمایند، علیرغم اینکه واکنش‌زایی بیش از اندازه‌ای با قلیاها دارند. چنین سنگدانه‌هایی مادامی که بی‌ضرر بودن آنها توسط گزارشات مربوط به‌بهره‌برداری از سنگدانه‌ها و یا آزمایشات تکمیلی مطابق با روش آزمایش *C227*[4]، با استفاده از مخلوطهای گوناگون سنگدانه آزمایشی و یک سنگدانه اساساً خنثی[5] نظیر کوارتز خوب دانه‌بندی شده[6] یا سنگ آهک بدون چرت[7] محرز نگردیده است، می‌باید بالقوه مضر تلقی گردند.

این مخلوطها می‌باید بیانگر نسبتهایی از سنگدانه آزمایشی و سنگدانه خنثی در محدودهٔ نسبتهای وزنی ۵:۹۵ تا ۵۰:۵۰ باشند.

۱۳ ـ ۴ ـ ۲ ـ ممکن است نتایج آزمایش برای سنگدانه‌هایی که دارای کربناتهای کلسیم[8]، منیزیم یا آهن دوظرفیتی هستند، نظیر کلسیت[9] و دولومیت[10]، منیزیت[11] یا سیدریت[12]؛ یا دارای سیلیکاتهای منیزیوم[13] هستند نظیر انتیگوریت[14] (سرپانتین[15])، صحیح نباشد (مراجع 7 و 6). خطای ایجاد شده توسط کربنات کلسیم چشمگیر نیست مگر اینکه مقادیر S_c و R_c نشان‌دهندهٔ پتانسیل واکنش‌زایی سنگدانه‌ها باشند. برای تعیین وجود چنین کانیهایی می‌توان

1- mortar bars
2- high alkali cement
3- petrographic
4- Test Method C227
5- Essentially inert aggregate
6- properly graded quartz
7- chert–free limestone
8- carbonates of calcium
9- calcite
10- dolomite
11- magnesite
12- sidrite
13- silicates of magnesium
14- antigorite
15- Serpentine

مطابق دستورالعمل C295 ، سنگدانه‌ها را مورد آزمایش و بررسی قرار داد. برای ارزیابی این‌گونه تأثیرات محتمل، آزمایشی مطابق روش C227 توصیه می‌گردد.

۱۳ - ۴ - ۳ - توصیه می‌شود که تعبیر نتایج مبتنی بر این روش با دستورالعمل C295 و گزارشات بهره‌برداری سنگدانه‌ها همبسته گردد.

زیرنویسها

۱ - این روش در حوزهٔ صلاحیت کمیتهٔ ASTM C – 9 برای بتن و سنگدانهٔ بتن و مسئولیت مستقیم آن به‌عهدهٔ کمیتهٔ جزء C09.02.02 برای واکنشهای شیمیایی سنگدانه‌ها در بتن می‌باشد.
این چاپ در ۲۴ آپریل ۱۹۸۱ تصویب شده و در ژوئن ۱۹۸۱ منتشر گردیده است. بدواً تحت عنوان C289 – 52 منتشر گردیده و آخرین چاپ قبلی C289 – 71 (1976) بوده است. این آزمایش در آیین‌نامهٔ بتن ایران با شمارهٔ دت ۲۲۶ معرفی شده است.

2- *C 109 Test Method for Compressive Strenght of Hyraulic Cement Mortars (Using 2 - in or 50 mm Cube Specimens)*
E11 Specification for wire-cloth sieves for testing purposes
C114 Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement
Annual Book of ASTM Standards. Vol 04.01.

3- *C227 Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement–Aggregate Combinations (Mortar–Bar Method)*
C295 Practice for Petrografic Examination of Aggregates for Concrete
Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

4- *D 1248 Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials*
Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01.

۵ ـ برای کسب اطلاعاتی راجع به‌فتومترها و کار فتومتری به‌دستورالعمل *ASTM E60* با عنوان روش فتومتری جهت آنالیز شیمیایی فلزات مراجعه کنید.

ASTM Practice E60 for photometric Methods for chemical Analysis of Metals, 1983 Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.05.

6- *"Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications" Am. chemical Soc. Washington, D.C*

برای دیدن آزمایش معرفهایی که توسط انجمن شیمی آمریکا فهرست نشده است مراجع زیر را ببینید:

"Reagent chemicals and Standards" by Joseph Rosin, D. Van Nostrand Co., inc, New York, N.y., "United States Pharmacopeia" ,

۷ ـ بوتهٔ *Coors Size No. 4 Gooch* یا مشابه آن برای این منظور، مناسب می‌باشد.

۸ ـ اعداد نوشته شده مربوط به‌مراجع موجود در انتهای این روش می‌باشد.

REFERENCES

(1) Mielenz, R.C., and Witt, L. P., " Tests Used by the Bureau of Reclamation for Identifying Reactive Concrete Aggregates," *Proceedings*, Am. Soc. Testing Mats., ASTEA, Vol 48, 1948, P. 1071 and discussion, P. 1105.

(2) Mielenz, R. C., Greene, K. T., and Benton, E. J., "Chemical Test for Reactivity of Aggregates with Cement Alkalies: Chemical *Processes* in Cement–Aggregate Reaction, " *Proceedings*, Am. Concrete Inst., Vol 44., 1948, P. 193.

(3) Lerch, Wm., " Studies of Some Methods of avoiding Expansion and Pattern Cracking Associated with the alkali–Aggregate Reaction." Symposium on Use of Pozzolanic *Materials in Mortars and Concretes. ASTM STP 99*, ASTTA, Am. Soc. Testing Mats., 1950, P. 153.

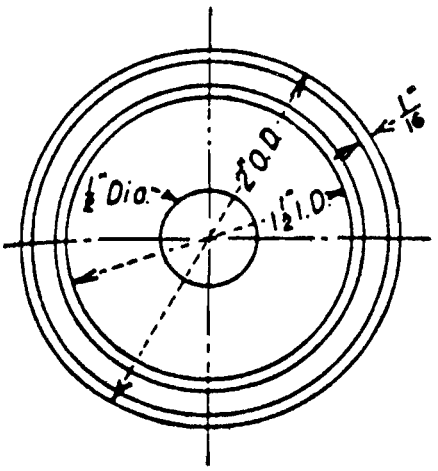
(4) Slate, F. O., "Chemical Reactions of Indiana Aggregates in Disintegration of Concrete," Proceedings, Am. Soc. Testing Mats., ASTEA. Vol 49, 1949. P. 954.

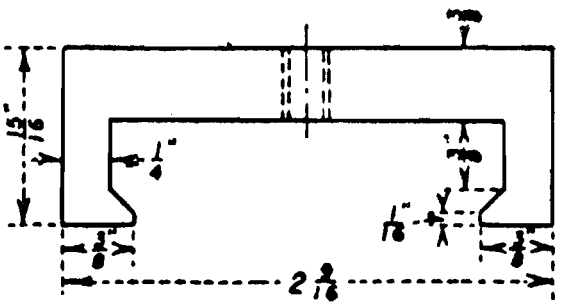
(5) Lerch. Wm., "Chemical Reactions of Concrete Aggregates." ASTTA. ASTM STP 169, Am. Soc. Testing Mats., 1956, P. 334.

(6) Mielenz, R. C., and Benton, E. J., "Evaluation of the Quick Chemical Test for Alkali Reactivity of Concrete Aggregate." *Bulletin 171*, Highway Research Board, 1958, P. I.

(7) Chaiken, bernard, and Halstead, W. J., "Correlation Between Chemical and Mortar Bar Tests for Potential Alkali Reactivity of Concrete Aggregates," *public Roads*, Vol 30, 1959, P. 177.

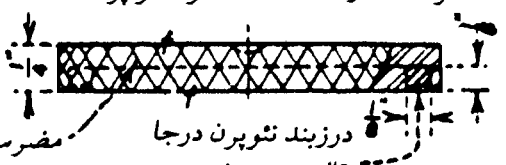
سوراخ $\frac{3}{16}$" برای پیچ خروسک $\frac{3}{16}$" × $\frac{1}{2}$"

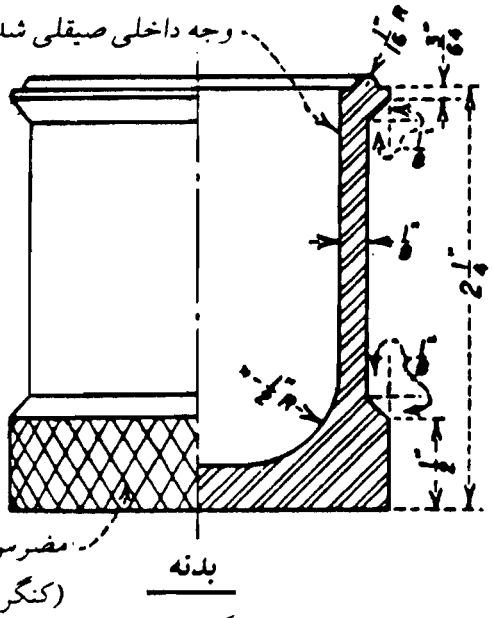




گیره

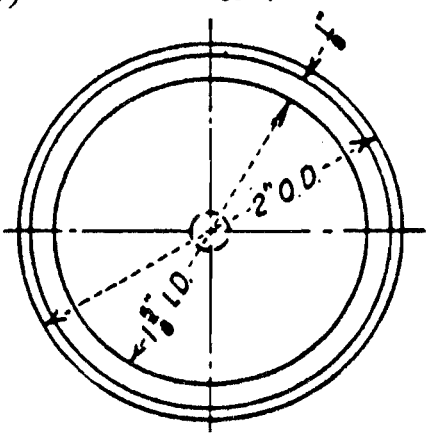
فولاد ضدزنگ 18–18 سرتاسر پرداخت شده





بدنه

فولاد ضدزنگ 18–18
سرتاسر پرداخت شده



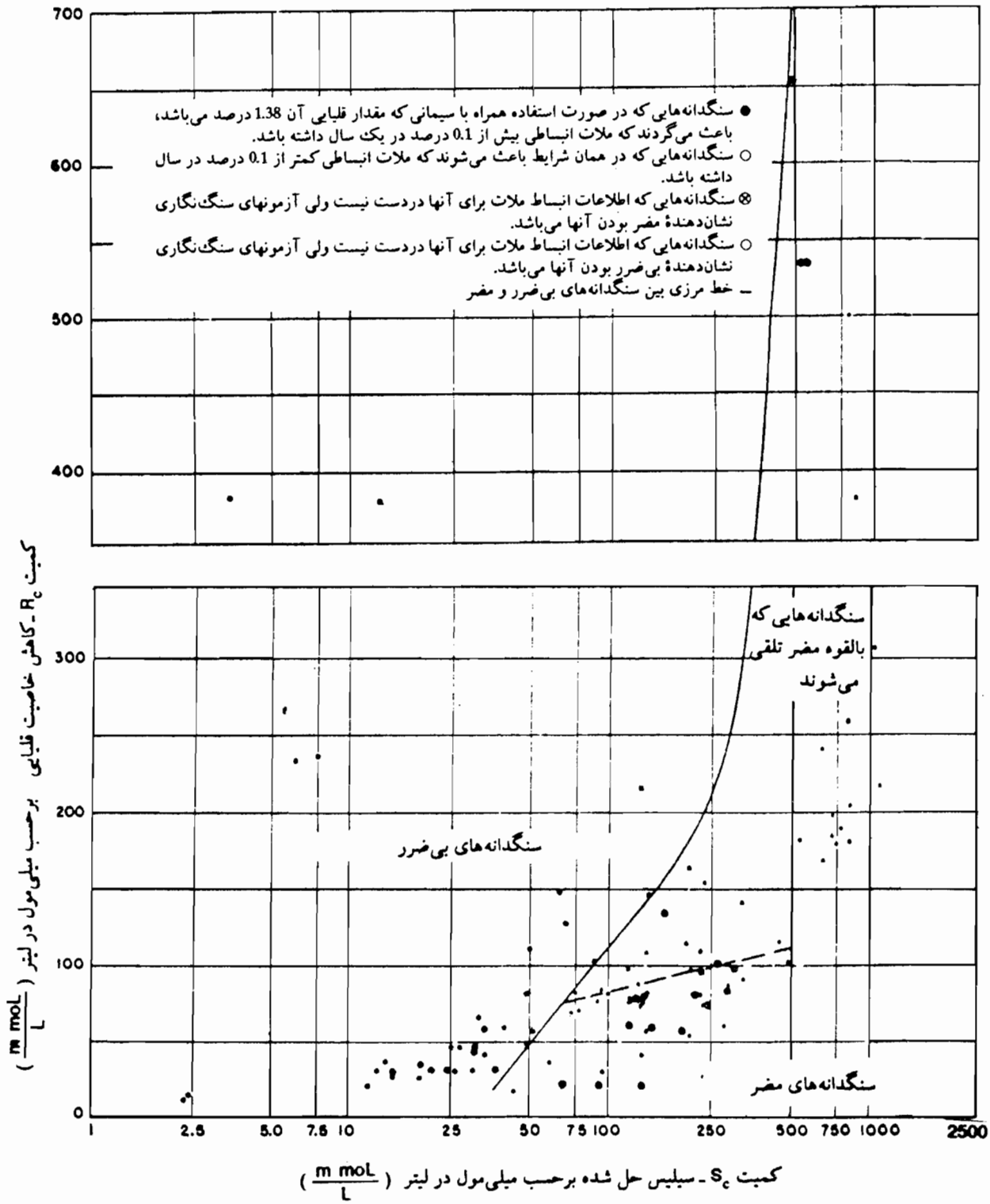
درپوش

فولاد ضدزنگ 18–18

معادلهای متریک mm	واحدهای مرسوم آمریکایی in.	معادلهای متریک mm	واحدهای مرسوم آمریکایی in.
12.7	½	1.2	3/64
23.8	1 3/16	1.6	1/16
38.1	1½	3.2	1/8
50.8	2	4.8	3/16
57.2	2¼	6.4	¼
65.1	2 5/16	9.5	3/8

شکل ۱ ـ ظرف واکنش

C 289



شکل ۲ ـ تقسیم‌بندی سنگدانه‌های بی‌ضرر و مضر برمبنای آزمایش کاهش فعالیت قلیایی

پیوست ۲

دت ۲۲٤
روش آزمایش استاندارد

برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی ترکیبات سیمان ـ سنگدانه
(روش منشور ملات)

خلاصه‌ای از روش آزمایش دت ۲۲۴

(این خلاصه جزء متن استاندارد نمی‌باشد)

برای تعیین آسیب‌پذیری ترکیبات سیمان ـ سنگدانه در بتن، که ناشی از واکنش شیمیایی بین اجزای سیلیسی و فعال موجود در سنگدانه‌ها و قلیایی‌های موجود در سیمان می‌باشد، روش آزمایش دت ۲۲۴ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتیجهٔ چنین واکنشهایی، معمولاً انبساط و ترک‌خوردگی سطحی گسترده بتن[1] می‌باشد.

در این آزمایش، سنگدانهٔ مظنون در صورت لزوم شکسته می‌شود تا با دانه‌بندی توصیه شده، تطبیق یابد سپس با استفاده از سیمانی که مقدار قلیایی آن کمتر از ۰/۶ درصد نباشد. منشورهای مخصوصی از ملات ماسه و سیمان ساخته می‌شود، منشورها در محیطی با رطوبت و درجه حرارت معین (در حدود ۳۸°C) نگهداری می‌شوند.

اگر منشورها بعد از ۶ ماه بیش از ۰/۱ درصد (یا پس از ۳ ماه بیش از ۰/۰۵ درصد) منبسط شوند، ترکیب سیمان ـ سنگدانه مورد آزمایش، مضر تشخیص داده می‌شود.

1- Pattern cracking

روش آزمایش استاندارد برای تعیین میزان واکنش‌زایی ترکیبات سیمان ـ سنگدانه (روش منشور ملات [۱]*)

۱ ـ گستره[1]

۱ ـ ۱ ـ هدف آزمایش

این روش دربرگیرنده تعیین آسیب‌پذیری ترکیبات سیمان ـ سنگدانه نسبت به‌واکنشهای انبساطی ناشی از یونهای هیدرواکسیل[2] مربوط به‌قلیایی‌ها (سدیم و پتاسیم) با استفاده از اندازه‌گیری افزایش (یا کاهش) طول منشورهای ملات[3] (دارای ترکیب مورد نظر) در خلال دورهٔ نگهداری تحت شرایط مفروض آزمایش می‌باشد.

۱ ـ ۲ ـ نوع واکنش قلیایی

قلیایی‌هایی که در واکنشهای انبساطی مشارکت دارند، از سیمان ناشی می‌شوند. در برخی شرایط، قلیایی‌ها ممکن است ناشی از دیگر اجزاء متشکلهٔ بتن یا منابع خارجی باشند. دو نوع واکنش‌زایی قلیایی سنگدانه‌ها تمایز داده می‌شود: (۱) واکنش قلیایی ـ سیلیسی[4] بر روی سنگهای سیلیسی خاص، کانیها، و شیشه‌های طبیعی یا مصنوعی و (۲) واکنش قلیایی ـ کربناتی[5] بر روی دولومیت موجود در دولومیتهای کلسیتی[6] و سنگ آهکهای دولومیتی[7]. این روش به‌عنوان وسیله‌ای برای تبیین واکنش نوع اخیر (دومی) پیشنهاد نمی‌شود زیرا انبساطهای ایجاد شده در آزمایش واکنش قلیایی بالقوه سنگهای کربناتی (روش دت ۲۲۷ را ببینید) به‌مراتب کمتر از آنهایی است که توسط واکنش قلیایی ـ سیلیسی، برای ترکیباتی که اثرات مضر یکسانی تحت شرایط بهره‌برداری دارند، ایجاد می‌گردد.

---

* *بالانویسهایی که در داخل کروشه قرار دارند در انتهای این نوشته فهرست می‌شوند.*

1- *Scope*
2- *hydroxyl ions*
3- *mortar bars*
4- *alkali–Silica reaction*
5- *alkali–Carbonate reaction*
6- *Calcitic dolomites*
7- *dolomitic limestones*

۲ ـ مدارک کاربردی

۲ ـ ۱ ـ استانداردهای مورد استفاده:

ـ مشخصات دت ۲۰۱ برای سنگدانه‌های بتن [۲]

ـ روش آزمایش دت ۱۱۹ برای مقاومت فشاری ملاتهای سیمان آبی (با استفاده از نمونه‌های مکعبی ۲ اینچی یا ۵۰ میلیمتری) [۳]

ـ روش آزمایش دت ۲۲۶ برای پتانسیل واکنش‌زایی سنگدانه‌ها (روش شیمیایی)

ـ روش دت ۱۱۱ برای اختلاط مکانیکی خمیرها و ملاتهای‌سیمان با روانی خمیری [۳]

ـ مشخصات دت ۶۰۹ برای ابزار مورد استفاده در اندازه‌گیری تغییر طول خمیر سیمان، ملات، و بتن سفت‌شده [۲ و ۳]

ـ مشخصات ASTM–*C*511 برای محفظه‌های مرطوب، اطاقهای مرطوب، و تانکهای نگهداری آب مورد استفاده در سیمانها و بتنهای آبی. [۲ و ۳]

ـ روش آزمایش دت ۲۲۷ برای پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی سنگهای کربناتی به‌عنوان سنگدانه بتن (روش استوانهٔ سنگی) [۲]

ـ مشخصات *E*11 برای الکهای سیم بافت جهت مقاصد آزمایشی [۲ و ۳]

۳ ـ مفهوم و کاربرد[1]

۳ ـ ۱ ـ همبستگی با آزمایشهای دیگر

اطلاعاتی که، نتایج آزمایشات انجام شده با استفاده از این روش را، با کارایی ترکیبات سیمان ـ سنگدانه در بتن تحت شرایط بهره‌برداری، نتایج آزمایشات سنگ‌نگاری، و نتایج آزمایشات پتانسیل واکنش‌زایی سنگدانه‌ها با استفاده از روش شیمیایی، همبسته می‌سازد، در روش آزمایش دت ۲۲۶ منعکس گردیده است و می‌باید همراه با نتایجی که از انجام این آزمایش به‌دست می‌آید، به‌عنوان مبنای نتیجه‌گیری و توصیه‌های معطوف به‌استفاده از ترکیبات سیمان ـ سنگدانه در بتن، مورد استفاده قرار گیرد.

1- Significance and use

۳ـ۲ـ نتایج آزمایش

نتایج آزمایشات انجام شده با استفاده از این روش اطلاعاتی را به‌دست می‌دهد مبنی بر احتمال اینکه ترکیب سیمان ـ سنگدانه دارای پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی ـ سیلیسی و متعاقباً انبساط مضر ناشی از آن در بتن می‌باشد. معیارهای محاسبهٔ پتانسیل آسیب‌رسانی واکنش‌زایی قلیایی ـ سیلیسی ترکیبات سیمان ـ سنگدانه از نتایج این روش آزمایش، در ضمیمهٔ مشخصات دت ۲۰۱ ارائه گردیده است. این معیارها عمدتاً عبارتند از: ترکیب سیمان ـ سنگدانه‌ای که با استفاده از این روش مورد آزمایش قرار می‌گیرد، در صورتی که دارای انبساطی بیش از ۰/۱ درصد در مدت زمان ۶ ماه باشد، می‌باید به‌عنوان یک ترکیب آسیب‌رسان و مضر تلقی گردد. در صورتی که نتایج ۶ ماهه دردسترس نباشد، ترکیبی دارای پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی آسیب‌رسان و مضر تلقی می‌گردد که دارای انبساطی بیش از ۰/۰۵ درصد در مدت ۳ ماه باشد.

۳ـ۳ـ سنگهای واکنش‌زا

در مواقعی ممکن است از سنگهای سیلیسی واکنش‌زا که دارای پتانسیل آسیب‌رسانی می‌باشند با نسبت اختلاط بالایی همراه با سیمان پرقلیا[1] استفاده شود ولی انبساط جزئی و کم‌اهمیت باشد؛ زیرا فرآورده‌های واکنش قلیایی ـ سیلیسی که توسط نسبت قلیا به‌سیلیس مشخص می‌گردد، در این مورد ممکن است به‌اندازه‌ای کم باشد که باعث حداقل نمودن آب‌گیری و تورم گردد. سنگدانه‌های دولومیتی که هنگام استفاده به‌عنوان درشت‌دانه در بتن به‌طرز آسیب‌رساننده‌ای تحت تأثیر واکنش قلیایی ـ کربناتی قرار می‌گیرند، ممکن است در این روش انبساط قابل توجهی را به‌وجود نیاورند. همچنین، ندرتاً ممکن است بدلایلی غیر از واکنش قلیایی ـ سنگدانه، انبساط قابل توجهی در آزمایش رخ دهد، بویژه در صورت حضور سولفاتها در سنگدانه که باعث حملهٔ سولفاتی به‌خمیر سیمان[2] می‌گردد، یا سولفیدهای آهن[3] دوظرفیتی (پیریت ـ مارکازیت، یا پیروتیت)[4] که همراه با آزادسازی سولفات، اکسید و هیدراته می‌شوند و یا مصالحی نظیر آهک آزاد[5] (CaO) یا منیزی آزاد[6] (MgO) در سیمان یا سنگدانه که به‌طرز فزاینده‌ای هیدراته و کربناته می‌شوند.

1- high–alkali cement
2- Cement Paste
3- ferrous sulfides
4- pyrite, marcasite, or pyrrotite
5- free lime
6- free Magnesia

۳ ـ ۴ ـ انبساط نمونه

در صورتی که انبساطی بیش از ۰/۱ درصد در مدت ۶ ماه (یا ۰/۰۵ درصد در مدت ۳ ماه) در نتایج آزمایش انجام شده با این روش مشاهده شود، قویاً توصیه می‌گردد اطلاعات تکمیلی برای اطمینان از اینکه انبساط بر اثر واکنش‌زایی قلیایی می‌باشد، مورد استفاده قرار گیرد. منابع دستیابی به‌چنین اطلاعات تکمیلی عبارتند از:

(۱) سنگ‌نگاری سنگدانه‌ها برای تعیین حضور اجزاء متشکلهٔ شناخته شدهٔ واکنش‌زا؛

(۲) بررسی نمونه پس از آزمایش برای تشخیص محصولات واکنش‌زایی قلیایی؛ و

(۳) آزمایش تعیین پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی با استفاده از روشهای شیمیایی (روش آزمایش دت ۲۲۶).

۳ ـ ۵ ـ مطالعات تکمیلی

هنگامی که نتایج آزمایشات انجام شده بر اساس این روش و اطلاعات تکمیلی به‌گونه‌ای که شرح داده‌شد، منجر به‌این گردید که ترکیب سیمان ـ سنگدانهٔ موجود دارای پتانسیل واکنش‌زایی مضر می‌باشد، مطالعات تکمیلی جهت توسعهٔ اطلاعات نسبت به‌پتانسیل واکنش‌زایی ترکیباتی شامل همان سیمان با سنگدانه‌ای دیگر، همان سنگدانه با سیمانهای دیگر، یا همان ترکیب سیمان ـ سنگدانه همراه با یک مادهٔ افزودنی معدنی، سودمند خواهد بود.

۴ ـ ابزار و وسایل

۴ ـ ۱ ـ مشخصات وسایل و ابزار

به‌جز موارد زیر وسایل و ابزار می‌باید مطابق با مشخصات دت ۶۰۹ باشند.

۴ ـ ۲ ـ الکها

الکهای سیم‌بافت با سوراخهای چهارگوش می‌باید مطابق مشخصات $E11$ باشند.

۴ ـ ۳ ـ مخلوط‌کن، تیغه (پره)، دیگ اختلاط[1]

مخلوط‌کن، پره، و دیگ اختلاط می‌باید مطابق الزامات روش C305 باشد، به‌جزاینکه فاصلهٔ بین پایین‌تر قسمت تیغه با کفِ دیگ می‌باید برابر in ۰/۰۱ ± ۰/۲ (۵/۱ ± ۰/۳mm) باشند.

۴ ـ ۴ ـ تخماق (کوبه) و ماله (فلزی)[2]

تخماق و ماله می‌باید مطابق روش آزمایش دت ۱۱۹ باشند.

۴ ـ ۵ ـ ظروف

ظروف سرپوشیده برای نگهداری نمونه‌های آزمایشی می‌باید از مصالحی ساخته شده باشند که تحت شرایط بهره‌برداری در برابر خورندگی مقاوم باشند. در مورد استفاده از ظروف، درزگیری نفوذناپذیر بین درپوش و دیواره‌ها یا قسمت فوقانی ظرف مهم می‌باشد. سطوح داخل ظروف می‌باید وسیلهٔ مواد جاذب، نظیر کاغذ خشک‌کن[3]، روکش شود تا همانند یک فتیله[4] عمل کرده و از اشباع شدن آنی فضای داخل ظرف با بخارآب، پس از قرار دادن نمونه‌ها در آن و درزگیری، اطمینان حاصل شود. روکش می‌باید از داخلِ آبِ تهِ ظرف تا بالاتر از سطح فوقانی نمونه‌ها ادامه داشته باشد. ظروف می‌باید طوری ساخته شده باشند که هنگام استفاده برای نگهداری نمونه‌ها، از اتلاف رطوبت به‌وسیلهٔ درپوش نفوذناپذیر یا وسیلهٔ درزگیری یا توسط هر دو جلوگیری شده باشد. می‌باید اقدامات لازم برای نگهداری منشورها در وضعیت قائم به‌طوری که انتهای پایینی منشور تقریباً in ۱ (حدوداً mm ۲۵) بالاتر از سطح آب داخل ظرف باشد، انجام پذیرد. وزن نمونه‌ها نباید متکی بر پیچ اندازه‌گیر فلزی[5] باشد. برای اطمینان از عدم تماس نمونه‌ها با جدارهٔ ظرف یا با یکدیگر می‌باید از وادارها (فاصلهٔ نگهدارها[6]) استفاده شود. می‌باید اقدامات لازم برای جلوگیری از ترشح آب یا چکیدن قطرات آب بر روی نمونه‌ها انجام پذیرد. اقدامات مربوط به‌جلوگیری از ترشح آب بر روی نمونه‌ها، شامل صفحات تنظیم[7] و تکیه‌گاههای قائم نگهدارندهٔ منشورها، که

1- Mixer, Paddle, and mixing Bowl
2- Tamper and Trowel
3- blotting paper
4- wick
5- metal gage stud
6- spacers
7- baffle plates

به‌طرز قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش وضعیت مناسب انتقال بخار از آب ته ظرف به‌فضای اطراف منشورها می‌گردد، نمی‌شود. یک آزمایشگاه صفحهٔ تنظیم را حذف کرده و با استفاده از سیمهای گالوانیزه به‌قطر ۰/۰۸in (یا ۲/۰ mm) شبکهٔ سیمی جوش‌شدهٔ چهارخانه‌ای را به‌عنوان تکیه‌گاهی برای ته منشورها ساخته است. در صورت لزوم برای جلوگیری از رشد کپک برروی روکش می‌توان ضدقارچ[1] مناسبی را به‌آب داخل‌ظرف افزود.

۵ـ دما و رطوبت[2]

۵ـ۱ـ دمای محیط قالب‌گیری و دمای آب

دمای اتاق قالب‌گیری و مصالح خشک می‌باید نه کمتر از ۶۸°F (۲۰°C) و نه بیشتر از ۸۱/۵°F (۲۷/۵°C) باشد. دمای آب اختلاط، محفظهٔ مرطوب[3] یا اتاق مرطوب و اتاقی که اندازه‌گیریها در آن انجام می‌شود، نباید بیش از ۳°F (۱/۷°C) با دمای ۷۳/۴°F (۲۳°C) تفاوت داشته باشد.

۵ـ۲ـ رطوبت محیط قالب‌گیری

رطوبت نسبی اتاق قالب‌گیری نباید کمتر از ۵۰ درصد باشد. محفظهٔ مرطوب یا اتاق باید مطابق مشخصات C511 باشند.

۵ـ۳ـ دمای محیط نگهداری

دمای اتاق نگهداری، که ظروف محتوی نمونه‌ها در آن نگهداری می‌شوند، نباید بیش از ۳°F (۱/۷°C) با دمای ۱۰۰°F (۳۷/۸°C) تفاوت داشته باشد.

۶ـ انتخاب و آماده‌سازی مصالح[4]

۶ـ۱ـ انتخاب سنگدانه

بر روی مصالحی که به‌عنوان ریزدانه بتن در نظر گرفته شده است می‌باید مطابق توضیحات

1- fungicide
2- Temperatore and Humidity
3- moist closet
4- Selection and Preparation of Materials

بند ۶ ـ ۲ با حداقل خردشدگی، عمل شود. مصالحی که به‌عنوان درشت‌دانه در بتن مصرف می‌شوند می‌باید طوری خرد شوند که در نتیجه، یک نمونه با دانه‌بندی لازم از آن به‌دست آید. نمونه می‌باید دارای دانه‌بندی تشریح شده در بند ۶ ـ ۲ و بیانگر ترکیب درشت‌دانه در نظر گرفته شده برای مصرف، باشد.

۶ ـ ۱ ـ ۱ ـ وقتی یک توده از مصالح برای استفاده به‌عنوان درشت‌دانه و ریزدانه در نظر گرفته می‌شود، آزمایش بر روی یک نمونه انتخابی از آن که به‌اندازه ریزدانه خرد شده است انجام می‌شود، مگر اینکه دلایلی وجود داشته باشد که بخش درشت‌دانهٔ آن دارای ترکیب متفاوتی با دانه‌های ریزتر می‌باشد و نیز اینکه این اختلافها به‌طرز چشمگیری انبساط ناشی از واکنش با قلیایی‌های سیمان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در این‌صورت بخشهای درشت‌دانه می‌باید به‌طریقی مشابه با آنچه در مورد اندازه‌های ریزدانه عمل می‌گردد، آزمایش شوند.

۶ ـ ۱ ـ ۲ ـ درشت‌دانه‌هایی که تا اندازه ماسه خرد شده‌اند، به‌دلیل افزایش سطح جانبی آنها که ناشی از خرد کردن می‌باشد، ممکن است انبساط بیشتری را ایجاد نمایند. بنابراین اگر درشت‌دانه‌ای که با این روش آزمایش می‌گردد انبساط بیش از اندازه‌ای را ایجاد نماید، مادامی که نمونه‌های آزمایشی بتن، نتایج آزمایش نمونه‌های ملات را تأیید نکرده است، نباید مصالح درشت‌دانه را در ردهٔ مصالح واکنش‌زا با قلیاها قرار داد.

۶ ـ ۲ ـ آماده‌سازی سنگدانه

ریزدانه مورد آزمایش می‌باید مطابق دانه‌بندی و مشخصات پروژه باشد، بجز اینکه مصالح مانده روی الک ۴/۷۵mm (الک شماره ۴) باید کنار گذاشته شود. ریزدانه‌هایی که به‌دلایلی غیر از تعیین انطباق آنها با مشخصات خصوصی، مورد آزمایش قرار می‌گیرند، و کلیهٔ درشت‌دانه‌هایی که براساس این روش مورد آزمایش واقع می‌شوند، باید مطابق با الزامات دانه‌بندی جدول ۱ باشند. سنگدانه‌هایی که دارای مقادیر کافی از دانه‌هایی با اندازه‌های مشخص شده در جدول ۱ نمی‌باشند، می‌باید طوری خرد شوند که مصالح خواسته شده حاصل گردد. در مورد سنگدانه‌هایی که به‌مقدار کافی حاوی یک یا چند تا از اندازه‌های بزرگتر فهرست شده در جدول ۱ نمی‌باشند، و در صورتی که مصالح درشت‌تری

برای خرد کردن دردسترس نباشد، اولین اندازهٔ کوچکتری که مصالح آن به‌اندازهٔ کافی دردست می‌باشد می‌باید دربرگیرندهٔ درصد تجمعی مصالح تا آن اندازه، طبق دانه‌بندی مشخص شده در جدول ۱ باشد.* در صورتی که انجام چنین کارهایی لازم باشد، در گزارش آزمایش می‌باید خصوصاً مورد نظر قرار گرفته و منعکس شود. پس از جداسازی اندازه‌های مختلف سنگدانه توسط الک، هر ردیف اندازه وسیله اسپری آب بر روی الک شسته می‌شود تا غبارها و ذرات ریز از سنگدانه‌ها زدوده گردد. بخشهای مانده روی الکهای مختلف می‌باید خشک شده و به‌جز مواقعی که بلافاصله مورد استفاده قرار می‌گیرند، هر قسمت می‌باید به‌صورت جداگانه در یک ظرف تمیز با درپوش محکم و نفوذناپذیر نگهداری شود.

۶ ـ ۳ ـ انتخاب و آماده‌سازی سیمان

۶ ـ ۳ ـ ۱ ـ سیمان کارگاهی[1] (سیمانی که در کارگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد) هنگامی که ارزیابی ترکیب مشخصی از سیمان ـ سنگدانه، که برای کار خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد، خواسته شده باشد، سیمان یا سیمانهای مورد استفاده در آزمایش می‌بایست مطابق الزامات کار مورد نظر بوده و از منبع یا منابع تأمین‌کنندهٔ سیمان برای کار موردنظر، تهیه شده باشد. در صورتی که امکان استفاده از سیمانهای گوناگونی (برای کار موردنظر) وجود داشته باشد، مطلوب این است که آزمایش بر روی هر کدام از آنها انجام گردد؛ در هر مورد می‌باید از سیمان یا سیمانهایی استفاده شود که مقدار قلیایی آنها، برحسب Na_2O، بیش از ۰/۶ درصد است.

۶ ـ ۳ ـ ۲ ـ سیمانهای آزمایشگاهی[2] (سیمانهایی که به‌عنوان سیمان مرجع در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند) هنگامی که ارزیابی سنگدانه‌ها به‌منظور استفادهٔ عمومی یا مقایسه جهت مقاصد تحقیقاتی، خواسته شده باشد، سیمان مورد استفاده می‌باید بیانگر

---

* *مثلاً در جدول ۱ اگر اولین ردیف سنگدانه موجود نباشد، درصد وزنی ردیف دوم باید برابر ۳۵ درصد در نظر گرفته شود یا اگر فقط ردیف دوم اندازه‌ها موجود نباشد از ردیف سوم باید به‌مقدار ۵۰ درصد در نظر گرفت. (این توضیح در متن استاندارد نمی‌باشد؛ از مترجم است)*

1- Job cement

2- reference Cements

بالاترین مقدار قلیایی مورد نظر برای مقاصد عمومی باشد؛ یا اینکه برای آزمایشگاه انجام‌دهندهٔ آزمایشها دردسترس باشد. سیمان یا سیمانهای انتخابی می‌باید مطابق مشخصات کاربردی باشد. اطلاعات اضافی ارزشمندی را می‌توان توسط انجام آزمایشهای موازی با استفاده از سیمانهایی با مقادیر متفاوت قلیایی، نسبتهای مختلف K_2O و یا Na_2O، یا با استفاده از پوزولانها، به‌دست آورد.

۷ ـ آماده‌سازی نمونه‌های آزمایش[1]

۷ ـ ۱ ـ تعداد نمونه‌ها

برای هر ترکیب سیمان ـ سنگدانه دو پیمانه[2] تهیه نمایید و از هر پیمانه دو نمونه آزمایشی بسازید. (حداقل چهار نمونه می‌باید ساخته شود).

۷ ـ ۲ ـ آماده سازی قالبها

قالبها را مطابق الزامات مشخصات دت ۶۰۹ آماده نمایید.

۷ ـ ۳ ـ متناسب کردن ملات (تعیین نسبتها)[3]

برای ملات آزمایشی نسبت مصالح خشک را به‌صورت وزنی، ۱ قسمت سیمان به ۲/۲۵ قسمت سنگدانه دانه‌بندی شده در نظر بگیرید. برای هر پیمانه که دو نمونهٔ آزمایشی از آن ساخته می‌شود، ۳۰۰g سیمان را با ۶۷۵g سنگدانه مخلوط نمایید؛ سنگدانه مورد نظر از دوباره مخلوط کردن بخشهای مانده روی الکهای مختلف (۶ ـ ۲ را ببینید) مطابق دانه‌بندی جدول ۱ و یا از سنگدانه‌ای که دانه‌بندی آن مطابق الزامات مشخصات پروژه مورد نظر می‌باشد، به‌دست می‌آید. مقدار آب اختلاط[4] رابه‌اندازه‌ای در نظر بگیرید که سیلانی[5] برابر ۱۰۵ تا ۱۲۰ (مطابق آنچه در روش آزمایش دت ۱۱۹ محاسبه می‌شود) را به‌وجود آورد با این تفاوت که به‌جای ۲۵ بار رها کردن میز سیلان[6] (میز آزمایش جاری شدن) از ارتفاع $\frac{1}{2}$ in در فواصل زمانی ۱۵ ثانیه، میز سیلان را ۱۰ بار از ارتفاع $\frac{1}{2}$ in (۱۳mm) در فواصل زمانی

1- *Preparation of Test Specimens*
2- *batch*
3- *Proportionity of Mortar*
4- *Mixing water*
5- *flow*
6- *flow table*

۶ ثانیه رها کنید. مقدار آب اختلاط می‌بایست برحسب درصد وزنی سیمان بیان شود.

۷ ـ ۴ ـ اختلاط ملات

ملات را مطابق با الزامات روش C305 مخلوط نمایید.

۷ ـ ۵ ـ قالب‌گیری نمونه‌های آزمایشی

بلافاصله به‌دنبال تکمیل آزمایش جاری شدن، ملات را از میز سیلان به‌دیگ اختلاط برگردانید. کل پیمانه را به‌مدت ۱۵ ثانیه مخلوط نمایید.

قالب‌گیری نمونه‌ها را در مدت زمانی نه بیشتر از ۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه پس از تکمیل اختلاط اولیهٔ پیمانهٔ ملات آغاز نمایید. قالبها را در دو لایهٔ تقریباً مساوی پر نمایید، هر لایه را وسیلهٔ تخماق متراکم کنید. ملات گوشه‌های قالب، اطراف پیچ اندازه‌گیر، و راستای سطوح قالب را وسیلهٔ تخماق طوری متراکم نمایید که نمونهٔ همگنی حاصل شود. پس از متراکم شدن لایهٔ فوقانی، ملات را هم‌سطح بالای قالب برش داده و سطح آن را با تعداد کمی رفت و برگشت مالهٔ فلزی صاف نمایید.

۷ ـ ۵ ـ ۱ ـ هنگامی که بلافاصله یک پیمانه ملات کاملاً مشابه برای نمونه‌های اضافی، می‌باید ساخته شود، می‌توان آزمایش میز جاری شدن را حذف نموده و ملات را به‌مدت ۹۰ ثانیه در مخلوط‌کن قرار داده و سپس قبل از قالب‌گیری نمونه‌ها مجدداً ۱۵ ثانیه دیگر نیز عمل اختلاط را تکرار نمود.

۷ ـ ۶ ـ روند ساختن پیمانه‌های ملات[1]

در صورتی که بیش از یک ترکیب سیمان ـ سنگدانه به‌عنوان بخشی از یک بررسی و تحقیق واحدی باید مورد آزمایش قرار گیرند، کل تعداد پیمانه‌های ملات (۲ پیمانه برای هر ترکیب سیمان ـ سنگدانه) را با ترتیب تصادفی[2] بسازید، به‌طوری که در هیچ مورد دو پیمانه‌ای که معرف یک ترکیب سیمان ـ سنگدانه هستند، به‌دنبال هم ساخته نشوند. وقتی برای تهیهٔ کل

1- Sequence of Making Batches of Mortar

2- Random order

نمونه‌های یک بررسی، ساخت پیمانه‌ها به ۲ روز بیانجامد، هر کدام از پیمانه‌های معرف یک ترکیب سیمان ـ سنگدانه می‌بایست در روزهای مختلف ساخته شود، و ترتیب ساخت پیمانه‌های ترکیبات مختلف برای هر کدام از روزها باید متفاوت باشد. هنگامی که مدت زمانی بیش از ۲ روز لازم باشد، برای هر ترکیب سیمان ـ سنگدانه می‌بایست یک پیمانه در هر روز ساخته شود.

۸ ـ نگهداری و اندازه‌گیری نمونه‌های آزمایشی[1]

۸ ـ ۱ ـ نگهداری و اندازه‌گیری اولیه

پس‌از پرشدن هر قالب، بلافاصله قالب را در محفظه یا اتاق مرطوب قراردهید. نمونه می‌باید به‌مدت ۲ ± ۲۴ ساعت در قالب بماند. سپس آنها را از قالب درآورده و درحالی‌که از اتلاف رطوبت آنها جلوگیری می‌شود، به‌طرز مناسبی علامت‌گذاری نموده، و طول اولیه‌را اندازه گیری نمایید. کلیهٔ اندازه‌گیریها می‌باید به ۰/۰۰۰۱ in (۰/۰۰۲ mm) گرد شده و گزارش شود.

۸ ـ ۲ ـ نگهداری و اندازه‌گیری بعدی

نمونه‌ها را از ته، بالای آب داخل ظرف ولی نه در تماس با آن، وادارید. ظرف را درزبندی نموده وبه‌مدت ۱۲ روز درمحفظه یا اتاقی‌که درجه‌حرارت آن ۳°F ± ۱۰۰ (۱/۷°C ± ۳۷/۸) می‌باشد، قرار دهید. با ۱۴ روزه شدن سن نمونه‌ها، ظرف محتوی نمونه‌ها را از اتاق نگهداری خارج کرده، و پس‌از اینکه ظرف محتوی نمونه‌ها قبل از بازکردن به‌مدت حداقل ۱۶ ساعت در دمای ۳°F ± ۷۳/۴ (۱/۷°C ± ۲۳) نگهداری شد، اندازه‌گیری ۱۴ روزه را انجام دهید. در صورت لزوم، اندازه‌گیریهای اضافی در سنین بالاتر می‌بایست انجام شود.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ اطلاعات سودمند بیشتری را می‌توان با بازگرداندن نمونه‌ها به‌اتاق نگهداری با دمای ۱۰۰°F (۳۷/۸°C)، پس از آزمایش ۱۴ روزه، و اندازه‌گیری در سنین بالاتر به‌دست آورد. اندازه‌گیریهایی در سنین ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۹ و ۱۲ ماه، و در صورت لزوم، حداقل هر ۶ ماه پس از آن، پیشنهاد می‌گردد.

1- Storage and Measurement of Test Specimens

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ پس از هر بار اندازه‌گیری طول نمونه‌ها، برای به‌دست آوردن اطلاعات تکمیلی در مورد وضعیت آنها، نمونه‌ها مطابق روش بخش ۱۰ مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۸ ـ ۲ ـ ۳ ـ کلیهٔ نمونه‌هایی که پس از اندازه‌گیری اولیه در سن ۲ ± ۲۴ ساعت در یک ظرف قرار داده می‌شوند، می‌بایست در یک روز ساخته و هم‌زمان در داخل ظرف قرار داده شده باشند به‌طوری که تمام نمونه‌های داخل یک ظرف در یک زمان مقرر اندازه‌گیری شوند. هر بار که اندازه‌گیری طول انجام می‌شود، ظرف را تمیز کرده و آب را تعویض کنید.

۸ ـ ۲ ـ ۴ ـ همیشه نمونه‌ها را از همان سمت مهم‌تر در کمپراتور[1] قرار دهید و پس از اندازه‌گیری نمونه‌ها را به‌طور معکوس نسبت به‌دورهٔ قبلی داخل ظرف جایگذاری نمایید.

۹ ـ محاسبه[2]

۹ ـ ۱ ـ اختلاف طول و انبساط

اختلاف بین طول اولیه نمونه و طول هر دورهٔ اندازه‌گیری را به ۰/۰۰۱ درصد طول مؤثر اندازه‌گیر[3] گرد کرده و به‌عنوان انبساط نمونه برای آن دوره ثبت نمایید. میانگین انبساط چهار نمونه یک ترکیب مشخص سیمان ـ سنگدانه را به ۰/۰۱ درصد گرد کرده به‌عنوان انبساط ترکیب مورد نظر برای یک دورهٔ معلوم، ثبت کنید.

۱۰ ـ بررسیهای انتهای آزمایش[4]

۱۰ ـ ۱ ـ بررسی‌های اضافی

پس از اندازه‌گیریهای نهایی تغییر طول، هر نمونه می‌باید برای تابیدگی[5] آزمایش شده و مورد بازبینی و بررسی قرار گیرد.

1- *Comparator* (ابزاری برای اندازه‌گیری و مقایسه دقیق با مقادیر استاندارد)
2- *Calculation*
3- *effective gage lenght*
4- *Examination at End of Test*
5- *warping*

۱۰ ـ ۱ ـ ۱ ـ **تابیدگی** ـ مقدار تابیدگی را که در خلال دورهٔ آزمایش در نمونه ظاهر می‌شود، می‌باید با قرار دادن نمونه بر روی یک سطح صاف و اندازه‌گیری حداکثر فاصلهٔ بین نمونه و سطح، محاسبه نمود. نمونه باید طوری روی سطح قرار داده شود که دو انتهای آن به‌سمت سطح مبنا انحنا داشته باشد و اندازه‌گیری می‌بایست به ۰/۰۱ in (۰/۳mm) گرد شود.

۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ـ **بررسی** ـ مواردی که باید مورد بررسی قرار گیرند عبارتند از:

۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۱ ـ وجود، محل و نوع مسیر ترک‌خوردگی[1]؛

۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۲ ـ ظاهر سطوح، وصله‌های رنگی سطحی[2]؛

۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۳ ـ طبیعت، ضخامت و پیوستگی رسوبات و تراوشات سطحی؛

۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۴ ـ وقتی این عقیده وجود داشته باشد که جنبه‌های پر اهمیت دیگری را می‌توان بدینوسیله آشکار ساخت، بررسیهای داخلی نمونه را می‌توان ترجیحاً توسط یک سنگ‌شناس[3] انجام داد. در چنین مواردی وجود منافذ و شکافهای پر شده از ژل، بروز واکنش سیمان با ذرات سنگدانه‌هایی با نوع معین و طبیعت چنین واکنشهایی و خواص فرآورده‌های واکنش از مواردی هستند که می‌بایست مورد توجه قرار گیرند.

۱۱ ـ گزارش

۱۱ ـ ۱ ـ شمول گزارش

گزارش می‌بایست دربرگیرندهٔ موارد پی‌آیند باشد:

۱۱ ـ ۱ ـ ۱ ـ نوع و منبع سنگدانه،

۱۱ ـ ۱ ـ ۲ ـ نوع و منبع سیمان پرتلند،

۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ مقدار قلیایی سیمان برحسب درصد اکسید پتاسیم (K_2O)، اکسید سدیم (Na_2O)، و اکسید سدیم (Na_2O) معادل محاسبه شده،

1- *Pattern of eracking*
2- *Surface mottliny*
3- *Petrographer*

۱۱ ـ ۱ ـ ۴ ـ میانگین تغییر طول هر بار قرائت نمونه‌ها برحسب درصد،

۱۱ ـ ۱ ـ ۵ ـ هرگونه اطلاعاتی پیرامون تهیهٔ سنگدانه‌ها، شامل دانه‌بندی سنگدانه‌ها در صورتی که با آنچه در بند ۶ ـ ۲ آمده است تفاوت دارد،

۱۱ ـ ۱ ـ ۶ ـ هر جنبهٔ مهمی که توسط بررسی نمونه‌ها در خلال یا پس از آزمایش آشکار گردیده است،

۱۱ ـ ۱ ـ ۷ ـ مقدار آب اختلاط برحسب درصد وزنی سیمان،

۱۱ ـ ۱ ـ ۸ ـ نوع، منبع، خواص، و آنالیز شیمیایی، شامل Na_2O و K_2O، برای هر نوع پوزولانی که در آزمایشات مورد استفاده قرار گرفته است.

۱۲ ـ دقت و صحت

۱۲ ـ ۱ ـ دقت آزمایش

در صورتی دقت آزمایشات کافی تلقی می‌گردد که تفاوت درصد انبساط نمونه‌های مختلف یک گروه با مقدار میانگین درصد انبساط گروه از ۰/۰۰۳ تجاوز نکند، مگر در صورتی که میانگین انبساط بیش از ۰/۰۲ درصد باشد که در این صورت تکرر آزمایش به‌شرطی کافی تلقی می‌گردد که درصد انبساط هر نمونهٔ قالب‌گیری شده از یک ترکیب سیمان ـ سنگدانه بیش از ۱۵ درصد با میانگین تفاوت نداشته باشد.

جدول ۱ ـ الزامات دانه‌بندی

ردیف	شرح	درصد وزنی
۱	مانده روی الک نمره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر) و عبوری از الک نمره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر)	۱۰
۲	مانده روی الک نمره ۱۶ (۱/۱۸ میلیمتر) و عبوری از الک نمره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر)	۲۵
۳	مانده روی الک نمره ۳۰ (۶۰۰ میکرون) و عبوری از الک نمره ۱۶ (۱/۱۸ میلیمتر)	۲۵
۴	مانده روی الک نمره ۵۰ (۳۰۰ میکرون) و عبوری از الک نمره ۳۰ (۶۰۰ میکرون)	۲۵
۵	مانده روی الک نمره ۱۰۰ (۱۵۰ میکرون) و عبوری از الک نمره ۵۰ (۳۰۰ میکرون)	۱۵

زیرنویسها

۱ ـ این روش در حوزهٔ صلاحیت کمیتهٔ *ASTM C – 9* برای بتن و سنگدانهٔ بتن و مسئولیت مستقیم آن به‌عهدهٔ کمیتهٔ جزء *C09.02.02* برای واکنشهای شیمیایی سنگدانه‌ها در بتن می‌باشد. این چاپ در ۲۴ آپریل ۱۹۸۱ تصویب شده و در جولای ۱۹۸۱ منتشر گردیده است. بدواً تحت عنوان *C227–50T* منتشر گردیده است و آخرین چاپ قبلی *(1976) C227–71* بوده است.

2- Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02

3- Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.01

پیوست ۳

دت ۲۲۷

روش آزمایش استاندارد

تعیین قابلیت واکنش‌زایی قلیایی سنگهای کربناتی
(روش استوانهٔ سنگی)

خلاصه‌ای از روش آزمایش‌استاندارد* دت ۲۲۷

برای تشخیص کیفی میزان انبساط سنگدانه‌های به‌دست آمده از سنگهای کربناتی مشخص، نمونه‌های کوچک استوانه‌ای شکلی از این سنگها تهیه شده و در یک محلول قلیایی *(NaOH)* فرو برده می‌شوند. در مدت زمانهای توصیه شده تغییر طول این نمونه‌ها، با این فرض که این تغییر طولها نشان‌دهندهٔ انبساط ناشی از واکنش نمونه سنگ با محلول قلیایی می‌باشد، محاسبه می‌گردد.

معمولاً اگر پس از یک دورهٔ ۲۸ روزه انبساطی بیش از 0.1% محاسبه شود، می‌باید سنگدانه را مظنون تلقی کرد.

این روش آزمایش عمدتاً برای مقاصد تحقیقاتی و شناسایی سنگدانه‌ها مناسب می‌باشد و نباید از آن انتظار پیش‌بینی کمی انبساط بتن حاوی سنگدانه‌های کربناتی را داشت.

---

* *این خلاصه جزء متن استاندارد نمی‌باشد.*

روش آزمایش استانداردِ تعین پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی سنگهای کربناتی برای سنگدانه‌های بتن (روش استوانهٔ سنگی[1] [۱]*)

۱ ـ گستره

۱ ـ ۱ ـ سنگهای کربناتی

این روش آزمایش، تعیین مشخصات انبساطی سنگهای کربناتی را، در طول مدتی که در محلول هیدرواکسید سدیم *(NaOH)* در درجه حرارت اتاق فرو رفته‌اند، دربر می‌گیرد. تغییر طولهای قابل مشاهده‌ای که طی فرورفتگی نمونه در محلول، رخ می‌دهد نشانگر سطح کلی واکنش‌زایی سنگها، و لزوم انجام آزمایشهایی برای تعیین اثر سنگدانه‌های به‌دست آمده از این سنگها، بر تغییر حجم بتن می‌باشد.

تذکر ۱ ـ قلیایی‌های شرکت‌کننده در واکنشهای انبساطی معمولاً از سیمان سرچشمه می‌گیرند؛ در شرایط خاصی ممکن است منشأ آنها دیگر اجزاء متشکلهٔ بتن یا منابع خارجی باشد. دو نوع واکنش‌زایی قلیایی ـ سنگدانه‌ها مشخص گردیده است: (۱) واکنش‌قلیایی ـ سیلیسی که سنگهای معین سیلیسی، کانیها و شیشه‌های مصنوعی را دربر می‌گیرد و (۲) واکنش قلیایی ـ کربناتی که دولومیت موجود در دولومیتهای کلسیتی[2] و سنگ‌آهکهای دولومیتی[3] را مشمول می‌گردد. این روش آزمایش به‌عنوان وسیله‌ای جهت آشکارسازی واکنشهای نوع اول توصیه نمی‌گردد.

---

* عددی که در داخل کروشه آمده، مربوط به‌شمارهٔ توضیح انتهای فصل می‌باشد.

1- *Standard Test Method for POTENTIAL ALKALI REACTIVITY OF CARBONATE ROCKS FOR CONCRETE AGGREGATE (Rock Cylinder Method)*

2- *Calcitic dolomites*

3- *Dolomitic limestones*

۱ ـ ۲ ـ هدف آزمایش

این روش آزمایش ترجیحاً به‌منظور تحقیق و شناسایی[1] است تا ایجاد الزام در مشخصات[2]. مقصود این روش تکمیل داده‌های گزارشات بهره‌برداری کارگاهی، آزمونهای سنگ‌نگاری، و آزمایشات سنگدانه‌ها در بتن می‌باشد.

۲ ـ مدارک مرجع

۲ ـ ۱ ـ استانداردهای ASTM

D75 دستورالعمل نمونه‌گیری از سنگدانه‌ها [۲]

D1248 مشخصات قالب‌گیری پلاستیکهای پلی‌اتیلن و مصالح تزریقی [۳]

E177 دستورالعمل استفاده از دقت و صحت به‌گونهٔ کاربردی در اندازه‌گیری خواص مواد. [۴]

۳ ـ خلاصهٔ روش

۳ ـ ۱ ـ استوانه‌های سنگی

استوانه‌های کوچکی از سنگ به‌طور پیوسته در یک محلول *NaOH* قرار می‌گیرند. تغییر طول هر نمونه به‌صورت دوره‌ای محاسبه می‌شود.

۴ ـ مفهوم و کاربرد

۴ ـ ۱ ـ لزوم انجام آزمایش

مقصود این روش آزمایش عبارت است از ارائهٔ یک روش نسبتاً سریع برای نشان دادن پتانسیل واکنش‌زایی سنگهای کربناتی معینی که ممکن است به‌عنوان سنگدانه در بتن مورد استفاده قرار گیرند. این روش آزمایش را می‌توان با موفقیت در، (۱) تحقیقات و (۲) در شناسایی اولیهٔ منابع تهیهٔ سنگدانه و تشخیص وجود موادی که دارای پتانسیل انبساط‌های مضر در هنگام استفاده در بتن می‌باشند، به‌کار برد.

1- research screening method

2- Specification enforcement

۵ ـ ابزار و وسایل و معرفها

۵ ـ ۱ ـ محلول هیدروکسید سدیم

محلول یک نرمال هیدرواکسید سدیم ـ مقدار 40 ± 1 g معرف هیدرواکسید سدیم *(NaOH)* را در آب مقطر حل کرده، تا حجم یک لیتر آن را رقیق نموده و در یک بطری پلی‌اتیلن نگهداری نمایید (تذکر ۲).

۵ ـ ۲ ـ ابزار آماده‌سازی نمونه

ابزار اره کردن، سوراخ کردن و ساییدن، که برای آماده‌سازی نمونه‌ها با ابعادی مطابق بند ۷، مناسب باشند. این کار به‌یک یا تعداد بیشتری ارهٔ سنگ، بسته به‌ابعاد نمونهٔ اصلی، به‌یک متهٔ فشاری مجهز به‌یک لولهٔ کوچک مغزه‌گیر الماسه برای گرفتن مغزه‌های استوانه‌ای، و یک سوهان، یا دستگاه تراش مناسب برای شکل دادن انتهای نمونه‌ها نیاز دارد.

۵ ـ ۳ ـ بطریهای نگهداری

بطریهای نگهداری درپوش‌دار که دارای دهانه‌ای به‌ابعاد مناسب برای سهولت برداشتن نمونه‌ها و ظرفیت تقریباً mL ۱۰۰ ـ ۵۰ باشد.

تذکر ۲ ـ در مورد انتخاب بطری، بایستی اطمینان حاصل شود که خواص محلول در اثر واکنش با مواد متشکلهٔ ظرف، اعم از رنگدانه‌ها[1] یا دیگر افزونه‌ها[2] یا در اثر نشت فازها[3] از دیوارهٔ ظرف تغییر نکند. بطریهایی با ضخامت جدارهٔ نه کمتر از 0.02 in (0.50 mm) و ساخته شده از پلی‌اتیلن با چگالی بالا[4]، که مطابق الزامات مشخصات *D*1248 برای مواد نوع *III*، کلاس *A* باشد، مناسب است.

۵ ـ ۴ ـ دستگاه مقایسه‌گر

دستگاه مقایسه‌گر طول[5] با چنان طرحی که دربردارنده، یا شامل مشخصات پی‌آیند باشد (تذکر ۳):

1- pigments
2- additives
3- transpiration of phases
4- high density polyethylene
5- length comparator

۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ یک وسیلهٔ تماس مناسب با دو انتهای مخروطی نمونه، برای تضمین اندازه‌گیرهای مکرر طول نمونه (تذکر ۴).

۵ ـ ۴ ـ ۲ ـ یک میکرومتر دقیق میله‌ای یا صفحه‌ای با درجه‌بندی‌هایی برای قرائت واحدهای 0.0001 in (0.0025 mm)، و بادقت 0.0001 in (0.0025 mm) در محدودهٔ 0.0010 in (0.025 mm) و دقت 0.0002 in (0.0050 mm) در محدودهٔ 0.0100 in (0.25 mm) (تذکر ۵).

۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ دارای جاداری کافی به‌طوری که، قرارگیری نمونه‌ها با اختلاف طولهای کوچک میسر باشد. (تذکر ۶).

۵ ـ ۴ ـ ۴ ـ یک استاندارد یا مرجع برای کنترل ابزار اندازه‌گیری در فواصل زمانی منظم (تذکرهای ۷ و ۸).

۵ ـ ۴ ـ ۵ ـ یک وسیلهٔ مناسب و سریع برای اندازه‌گیری نمونه‌ها.

تذکر ۳ ـ یک دستگاه مقایسه‌گر مناسب در شکل ۱ نشان داده شده است.

تذکر ۴ ـ انواع مختلفی از وسایل تماس با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. می‌باید دقت کافی به‌کار رود تا در صورت استفاده از نمونه‌های با انتهای مخروطی، مطابق آنچه در زیر بند ۷ ـ ۳ توضیح داده شده، تماس با انتهای نمونه در سراسر محیط یک دایره هم‌مرکز با محور طولی نمونه برقرار باشد. در صورتی که ابزار اندازه‌گیری یک میکرومتر لوله‌ای است، می‌باید ضامن‌دار[1] باشد به‌نحوی که فشار تماسی یکنواختی بر نمونه وارد شود.

تذکر ۵ ـ توصیه می‌گردد که ابزار اندازه‌گیری در تمام محدوده‌اش کالیبره شود، تا محاسبهٔ هر دو خطای دوره‌ای و تجمعی برای تصحیح مناسب مشاهدات انجام‌پذیر باشد.

تذکر ۶ ـ در صورتی که دقت لازم در ساخت نمونه‌ها به‌کار رفته باشد، ابزار اندازه‌گیری با جاداری نه کمتر از 0.3 in (7.5 mm) محدوده‌ای بیش از حد لازم را تأمین می‌کند.

1- ratchet stop

تذکر ۷ ـ میله‌ای که به‌عنوان مرجع دستگاه مقایسه‌گر طول به‌کار می‌رود می‌باید به‌طول 1.38 ±0.08 in (35 ± 2 mm) باشد. میله می‌باید از سیلیس ذوب شده[1] یا فولاد آلیاژی باشد به‌نحوی که ضریب انبساط حرارتی بیشتر از $1 \times 10^{-6}/°C$ نباشد. دو انتهای آن می‌باید هم‌شکل انتهای نمونه‌ها ابزار خورده باشد. درصورتی‌که از فولاد آلیاژی استفاده می‌گردد، می‌باید تحت عملیات حرارتی قرار گرفته[2]، سخت[3]، و سپس جلا[4] داده شده باشد. میلهٔ مرجع می‌باید، برای هر بار که اندازه‌گیری طول انجام می‌گردد در همان وضعیت اولیه در دستگاه قرار گیرد.

تذکر ۸ ـ میکرومتر دستگاه اندازه‌گیری می‌باید با استفاده از میلهٔ مرجع، حداقل در شروع و خاتمه قرائت‌های انجام شده در خلال نصف روز در حالی که دستگاه در محیطی با دمای ثابت قرار دارد، کنترل شود. در صورتی که دستگاه در محیطی با درجه حرارت متغیر قرار دارد، کنترل می‌باید به‌دفعات بیشتری انجام گردد.

۶ ـ نمونه گیری

۶ ـ ۱ ـ دستورالعمل

این روش در مورد نمونه‌ای از سنگ که مطابق الزامات دستورالعمل *D75* گرفته شده است، قابل اعمال می‌باشد.

۶ ـ ۲ ـ نظارت بر نمونه‌گیری

نمونه‌گیری می‌باید زیر نظر فردی سنگ‌شناس انجام گردد، و با در نظر داشتن محدودیتها و تعریف ارائه شده برای این روش در زیر بند ۴ – ۱، نمونه سنگ می‌باید به‌گونه‌ای گرفته شود که فقط بیانگر رخساره[5] مشخص مورد نظر باشد. هر نمونهٔ سنگ می‌باید یک قطعه با ابعاد کافی، برای تهیهٔ نمونه‌های آزمایشی لازم، باشد.

1- fused silica - silica glass
2- heat treated
3- hardened
4- Polished
5- Lithology

۶ ـ ۳ ـ گویایی نمونه

یک نمونهٔ آزمایشی بخوبی، بیانگر نمونه سنگ می‌باشد مگر اینکه لایه‌های شیل[1] و یا دیگر ناپیوستگیها در آن وجود داشته باشند یا بستر معدن قابل مشاهده نباشد. در این موارد، مطلوب این است که سه نمونه آزمایشی در جهات عمود بر هم تهیه و آزمایش شود. از چنین سه نمونهٔ آزمایشی آن نمونه‌ای که مطابق محاسبات زیر بند ۸ ـ ۷ بیشترین تغییر طول را پس از ۲۸ روز قرار داشتن در محلول قلیایی نشان دهد؛ مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو نمونهٔ باقیمانده را می‌توان کنار گذاشت.

۷ ـ نمونه‌های آزمایشی

۷ ـ ۱ ـ شکل نمونه‌ها

نمونه‌های آزمایشی می‌باید به‌شکل استوانه‌های قائم با دو انتهای مخروطی باشند.

تذکر ۹ ـ توصیه مربوط به‌نمونه‌های آزمایشی در زیر بند ۷ ـ ۱، به‌این قصد نمی‌باشد که استفاده از دیگر نمونه‌های آزمایشی، برای مقاصد خاص یا تحت شرایط ویژه، را ممنوع سازد. در صورتی که نمونه‌های منشوری با مقطع مربع مورد استفاده قرار می‌گیرد، تمامی ابعاد طولی و فاصلهٔ بین وجوه موازی می‌باید تقریباً مساوی ابعاد نمونهٔ آزمایشی مشروح در زیر بند ۷ ـ ۲ باشد.

۷ ـ ۲ ـ ابعاد نمونه

نمونهٔ آزمایشی باید دارای طول 1.38±0.20 in (35±5mm) و قطر 0.35±0.04in (9 ± 1mm) باشد.

تذکر ۱۰ ـ در تهیهٔ نمونه‌های آزمایشی می‌باید دقت کافی مبذول گردد تا از تغییر و دگرگونی سطح استوانه‌ای نمونه، بر اثر پرداخت کردن یا موادی که بر سرعت ورود محلول قلیایی به‌داخل نمونه اثر می‌گذارند، جلوگیری شود.

1- Shale seams

۷ ـ ۳ ـ انتهای نمونه

زاویهٔ رأس انتهای مخروطی نمونه می‌باید تقریباً ۱۲۰° باشد.

تذکر ۱۱ ـ به‌جای انتهای مخروطی برای نمونه‌ها می‌توان از وجوه انتهایی مسطح نیز استفاده نمود به‌نحوی که پیش‌بینیهای لازم برای اطمینان از موازی بودن دو سطح انتهایی و عمود بودن آنها بر محور طولی نمونه، و تأمین مجموعه الزامات مطرح شده در زیر بند ۵ـ۴، به‌عمل آمده باشد.

۸ ـ روش

۸ ـ ۱ ـ طرز اندازه‌گیری

بر روی نمونه علامتی بزنید که بتوان نمونه را در خلال اندازه‌گیریهای مکرر در یک وضعیت در دستگاه مقایسه‌گر طول، قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ اندازه‌گیری طول نمونه

طول نمونهٔ آزمایشی را اندازه بگیرید.

۸ ـ ۳ ـ اشباع‌کردن نمونه

نمونهٔ آزمایشی را داخل آب مقطر در دمای اتاق (مستغرق نمایید).

۸ ـ ۴ ـ اندازه‌گیری طول مرجع

در فواصل زمانی نمونه را خارج نموده، آب اضافی سطح نمونه را با کاغذ خشک‌کن خشک نموده، و طول نمونه را، تا زمانی که تغییر طول در خلال یک دورهٔ ۲۴ ساعته غرقابشدگی بیش از 0.02 درصد طبق محاسبهٔ زیر بند ۹ ـ ۱ نگردد، اندازه بگیرید. وقتی که این شرایط حاصل شد، طول به‌دست آمده را به‌عنوان طول مرجع[1] ثبت نمایید.

1- reference lenght

تذکر ۱۲ ـ طول مرجع معمولاً پس از ۱ تا ۴ روز فرورفتگی به‌دست می‌آید.

۸ ـ ۵ ـ قراردادن نمونه در محلول

نمونهٔ اشباع شده از آب را به‌داخل یک بطری که حاوی حداقل ۳۵ mL محلول *NaOH* یک نرمال در دمای اتاق، به‌ازای هر نمونه می‌باشد فرو برده و درزگیری نمایید. بیش از ۲ نمونه را در داخل یک بطری فرو نبرید.

۸ ـ ۶ ـ دوره‌های اندازه‌گیری

طول نمونه را پس از ۷، ۱۴، ۲۱، و ۲۸ روز غرقابشدگی در محلول *NaOH* و پس از آن در فواصل ۴ هفته‌ای اندازه بگیرید. اگر آزمایش فراتر از یک سال ادامه یافت، اندازه‌گیری را در فواصل ۱۲ هفته‌ای انجام دهید.

۸ ـ ۷ ـ آماده‌کردن نمونه برای اندازه‌گیری

به‌هنگام اندازه‌گیری نمونه را از بطری خارج نموده، با آب مقطر بشویید، آب اضافی سطحی نمونه را خشک کرده و طول آن را در همان وضعیت اندازه‌گیری اولیه، اندازه‌گیری نمایید.

۸ ـ ۸ ـ نگهداری مجدد نمونه

بلافاصله پس از اندازه‌گیری نمونه را به‌داخل بطری برگردانید و مجدداً درزگیری نمایید.

۸ ـ ۹ ـ تعویض محلول

در خلال دورهٔ آزمایش، هر ۶ ماه محلول را عوض کنید.

۹ ـ محاسبات

۹ ـ ۱ ـ محاسبه تغییر طول

محاسبات تغییر طول را مطابق زیر، به‌نزدیکترین 0.01% طول مرجع گرد نمایید:

$$\Delta l = [\ (l_1 - l_0)/l_0\ ] \times 100$$

که در آن:

Δl = درصد تغییر طول در زمان آزمایش

l_1 = طول نمونه به‌اینچ (میلی‌متر) در زمان آزمایش، و

l_0 = طول‌مرجع پس‌از رسیدن به‌تعادل درآب، همان‌گونه‌که در زیربند ۸ـ۴ تشریح‌شد.

۱۰ ـ تعبیر نتایج

۱۰ ـ ۱ ـ حساسیت اندازه‌گیریها

نظر به‌اینکه انبساط ناشی از واکنش بین قلیایی‌های سیمان و سنگدانه‌های کربناتی نسبت به‌تغییرات جزیی در رخساره[1] سنگدانه‌ها حساس می‌باشد، نتایج اندازه‌گیریها می‌باید با آگاهی کامل نسبت به‌متغیرهایی که بر نتایج به‌دست آمده موثر می‌باشند، تعبیر گردد. قبول یا رد معدن سنگدانه‌ای که منحصراً بر مبنای نتایج این آزمایش قرار داشته باشد توصیه نمی‌گردد، چه اینکه در تولید صنعتی، مصالح انبساطی و غیر انبساطی ممکن است در مجاورت یکدیگر قرار داشته باشند و گرفتن نمونه‌هایی که به‌درستی بیانگر تغییرات معدن باشد کار مشکلی است و تشخیص تفاوتهای رخساره‌ای نیازمند کوششهای فردی مجرب می‌باشد. منظور از این روش آزمایش بیشتر مقاصد تحقیقی و یا روش شناسایی است تا ایجاد الزام در مشخصات[2]. این روش به‌منظور تکمیل اطلاعات به‌دست آمده از گزارشات بهره‌برداری، آزمونهای سنگ‌نگاری[3] و آزمایشهای سنگدانه در بتن می‌باشد.

۱۰ ـ ۲ ـ اثر معدن سنگ

رابطهٔ بین نتایج آزمایش و رفتار مقادیر بزرگ سنگ به‌دست آمده از یک معدن، وابسته به‌میزان تغییرات سنگ‌نگاری و خواص شیمیایی سنگ در معدن می‌باشد.

۱۰ ـ ۳ ـ تعیین آسیب‌پذیری

نتایج تحقیقات نشان داده است که رفتار انبساطی سنگدانه‌ها در بتن به‌گونهٔ کیفی توسط

1- lithology *2- specification enforcement*

3- Petrographic examinations

نتایج آزمایش استوانهٔ سنگ پیش‌بینی شده است. پیش‌بینی کمی انبساط بتن حاوی سنگدانه‌های واکنش‌زا بستگی دارد به: (۱) درجهٔ واکنش‌زایی سنگدانه، (۲) مقدار مواد متشکلهٔ واکنش‌زا، (۳) مقدار قلیایی‌های سیمان، و (۴) محیط. انبساط قابل ملاحظه نشانگر لزوم آزمایشهای اضافی می‌باشد.

در پرتوی دانسته‌های فعلی، روشن شده است که انبساطهایی بیش از 0.10% نشانگر واکنش شیمیایی و نیازمند آزمایشات اضافی، ترجیحاً آزمایش بتن، می‌باشد. معمولاً تمایلات انبساطی پس از ۲۸ روز فرورفتگی در محلول قلیایی آشکار می‌گردد، به‌هر حال، استثناهایی در این مورد گزارش شده است. آشکار گردیده است که انبساط مضر و آسیب‌رسانندهٔ بتن به‌مقدار و نرخ انبساط سنگدانه و زمان آغاز آن بستگی دارد. به‌هر حال، پیش‌بینیهای کمی انبساط بتن در مرحله بهره‌برداری، صرفاً با استفاده از نتایج این روش آزمایش هنوز ممکن نیست.

۱۱ ـ گزارش

۱۱ ـ ۱ ـ موارد گزارش

گزارش می‌باید شامل موارد پی‌آیند باشد:

۱۱ ـ ۱ ـ ۱ ـ شمارهٔ شناسایی؛

۱۱ ـ ۱ ـ ۲ ـ نوع و معدن سنگ؛

۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ شکل و ابعاد نمونهٔ آزمایشی در صورتی که شکلی به‌جز استوانهٔ دایروی قائم[1] داشته باشند؛

۱۱ ـ ۱ ـ ۴ ـ در هر بار اندازه‌گیری، درصد تغییر طول که به‌نزدیکترین 0.01% گرد شده است. در صورتی که زمانهای اندازه‌گیری مشخصی تعیین نشده باشد، داده‌ها می‌باید حداقل برای سنین: ۱، ۴، ۸، و ۱۶ هفته و در زمان آخرین اندازه‌گیری، تهیه شوند.

1- right circular cylinder

۱۱ ـ ۱ ـ ۵ ـ جنبه‌های مهمی که با آزمایش نمونه در خلال و پس از نگهداری در محلول قلیایی بروز می‌نماید. نظیر ترک‌خوردگی، تابیدگی[1]، چاک خوردن[2] و غیره؛

۱۱ ـ ۱ ـ ۶ ـ اطلاعات مهم دیگرکه به‌نظر لازم‌می‌آید، نظیرسنگ‌نگاری و آنالیزهای شیمیایی.

۱۲ ـ دقت

۱۲ ـ ۱ ـ تعیین تفاوت سنگها

در صورتی که نتایج نمونه‌های مکررِ اندازه‌گیری شده توسط یک آزمایش‌کننده[3] و با این احتمال که بیانگر یک مصالح می‌باشند، بیش از 0.10 نقطه درصدی[4] برای انبساطهای کمتر از 1.0% تفاوت داشته باشد، به‌احتمال زیاد نمونه‌ها نشاندهندهٔ سنگهای کاملاً متفاوت از نظر ترکیب شیمیایی، بافت[5] و یا هر دو می‌باشند.

۱۲ ـ ۲ ـ دقت یک آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه

دقت یک آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسهٔ طول، یک نمونه، برابر 0.02± نقطه درصدی ($3S$)، به‌گونه‌ای که در دستورالعمل توصیه شدهٔ $E177$ تعریف شده است، می‌باشد.

۱۲ ـ ۳ ـ دقت چند آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه

دقت چند آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسهٔ طول، یک نمونه، برابر 0.03± نقطه درصدی ($3S$)، به‌گونه‌ای که در دستورالعمل توصیه شدهٔ $E177$ تعریف شده است، می‌باشد.

۱۲ ـ ۴ ـ دقت چند آزمایش‌کننده، چند دستگاه مقایسه

دقت چند آزمایش‌کننده، چند دستگاه مقایسهٔ طول، یک نمونه، برابر 0.05± نقطه درصدی ($3S$)، به‌گونه‌ای که در دستورالعمل توصیه شدهٔ $E177$ تعریف شده است، می‌باشد.

1- warping
2- spliting
3- operator
4- percentage point
5- texture

زیرنویسها

۱ ـ این روش آزمایش در حوزهٔ صلاحیت کمیتهٔ *ASTM C-9* برای بتن و سنگدانه‌های بتن قرار دارد و تحت مسئولیت مستقیم زیر کمیتهٔ *C09.02.02* برای واکنشهای شیمیایی سنگدانه‌ها در بتن می‌باشد. چاپ فعلی در تاریخ سوم اکتبر *1969* تصویب و در دسامبر *1969* منتشر گردیده است. ابتدا تحت عنوان *C586–66T* منتشر گردیده است و آخرین چاپ قبلی *C586–66T* بوده است.

۲ ـ کتاب سالانهٔ استانداردهای *ASTM*، جلد *0.4.02*

Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02

۳ ـ کتاب سالانه استانداردهای *ASTM*، جلد *0.8.01*

Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01

۴ ـ کتاب سالانه استانداردهای *ASTM*، جلد *14.02*

Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02

شکل ۱ - نمونهٔ دستگاه اندازه گیری طول

پیوست ۴

نکات ایمنی و بهداشتی هنگام بهره‌برداری از مخازن آب

مقدمه

این بخش از مشخصات به‌ارائهٔ نکاتی پیرامون نگهداری و بهره‌برداری از مخازن اختصاص دارد که مطالب آن از استانداردهای:

1- Ten States

2- AWWA C625–86

اقتباس شده است.

۱ ـ محل قرارگیری کف مخزن

الف) فونداسیون مخزن ترجیحاً باید در سطح طبیعی زمین قرار گیرد و بالاتر از تراز حداکثر سیلابهای سطحی باشد.

ب) وقتی که لازم باشد فونداسیون در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین قرار گیرد، این تراز باید بالاتر از تراز سطح سفرهٔ آب زیرزمینی باشد. حداقل ۵۰ درصد عمق آب درون مخزن باید بالای سطح زمین قرار گیرد. لوله‌های فاضلاب، زهکشها، برکه‌های حاصل از جریانهای سطحی و منابع آلوده‌کنندهٔ مشابه، حداقل باید ۱۵ متر از مخزن فاصله داشته باشند. در صورتی که لولهٔ ثقلی فاضلاب درحد فاصل ۶ تا ۱۵ متر از مخزن عبور نماید، باید

برای فشار ۳۵ متر ارتفاع آب، آزمایش شود.

پ) فاصلهٔ بالای مخزن از سطح طبیعی زمین نباید کمتر از ۶۰ سانتی‌متر باشد.

۲ ـ محافظت

الف) سقف مخزن باید کاملاً آب‌بند باشد، به‌طوری که از ورود پرندگان، خزندگان، حشرات و گرد و خاک به‌داخل مخزن جلوگیری نماید.

ب) باید با کشیدن حصار دور محوطهٔ مخزن، قفل کردن دریچه‌های ورودی به‌مخزن و سایر تدابیر امنیتی لازم، از احتمال هرگونه خرابکاری در مخزن جلوگیری شود.

۳ ـ زهکشی

هیچکدام از زهکشهای مخزن نباید به‌طور مستقیم به‌لولهٔ فاضلاب یا تخلیهٔ آب باران وصل شوند.

۴ ـ سرریز

الف) تمام مخازن باید دارای سرریزی باشند که لولهٔ خروجی آن تا ۳۰ الی ۶۰ سانتی‌متری سطح زمین پایین آورده شده باشد و آب سرریز را روی ورودی زهکش یا سطح بتنی تخلیه نماید. لولهٔ سرریز نباید به‌طور مستقیم به‌فاضلاب یا زهکش آب باران وصل شود. لولهٔ سرریز باید چنان در معرض دید باشد که هرگونه سرریز از آن قابل مشاهده باشد.

ب) در نزدیکی انتهای لوله سرریز باید یک توری و یا وسایل مشابه نصب شود تا از ورود جانوران به‌مخزن و یا هر نوع خرابکاری احتمالی جلوگیری به‌عمل آید.

پ) ظرفیت لولهٔ خروجی باید از ظرفیت لولهٔ ورودی بزرگتر باشد.

۵ ـ دسترسی‌ها

به‌منظور دستیابی به‌درون مخزن، باید دریچه‌هایی به‌تعداد کافی در سقف مخزن تعبیه گردد. این دریچه‌ها باید دارای شرایط زیر باشند:

الف) تراز دریچه باید حداقل ۶۰ سانتی‌متر و ترجیحاً ۹۰ سانتی‌متر در بالای سطح

سقف مخزن باشد.

ب) دریچه باید کاملاً آب‌بند بوده، فقط در یک‌طرف لولا داشته و دارای قفل باشد.

۶ـ هواکشها

مخازن باید دارای تهویه باشند، سرریز به‌عنوان تهویه در نظر گرفته نمی‌شود. تهویه باید دارای خصوصیات زیر باشد:

الف) امکان ورود آب باران و آبهای سطحی از طریق آن به‌داخل مخزن وجود نداشته باشد.

ب) امکان ورود حشرات، پرندگان، خزندگان و گرد و خاک از طریق آنها به‌داخل مخزن وجود نداشته باشد.

پ) هواکش مخازن زمینی به‌شکل عصایی (⌈) توصیه می‌شود که انتهای باز آن، حداقل ۱ متر با سطح خاکریز سقف فاصله داشته و در نزدیکی سر آن توری برای جلوگیری از ورود جانوران، نصب شده باشد.

۷ـ سقف و دیوارهای جانبی

الف) لوله‌های عبوری از دیوار مخزن باید قبل از بتن‌ریزی در دیوارقرار داده شوند، دور لوله باید دارای حلقهٔ آب‌بند باشد.

ب) شیرآلات و تجهیزات کنترل باید خارج از مخزن باشند، به‌طوری که احتیاج به‌ایجاد سوراخ در سقف برای عبور قسمتهایی از آنها نباشد.

۸ـ زهکشی سقف

سقف مخازن باید بخوبی زهکشی شوند. ناودانها نباید وارد مخزن شده و یا از داخل مخزن عبور نمایند. استفاده از دست‌انداز در دور سقف که باعث نگه داشتن آب در روی مخزن شده و از زهکشی جلوگیری می‌نماید، مجاز نمی‌باشد، مگر اینکه سقف کاملاً عایقکاری شده و زهکشهای کافی در آن تعبیه شود.

در مخازن مدفون که روی سقف آنها خاکریزی می‌شود، باید سیستم عایقکاری و زهکشی مناسبی بر روی سقف و زیر خاکریز تعبیه شود تا آب باران نفوذ کرده به خاکریز روی سقف به‌راحتی جریان یافته و تخلیه شود. همچنین باید از روییدن گیاه در روی سطح خاک جلوگیری شود. برای این کار می‌توان از علف‌کُش استفاده کرد.

۹ ـ یخبندان

باید تدابیر لازم برای جلوگیری از یخبندان در مخزن و همچنین یخ زدن سرریز، هواکش، و شیرآلات اتخاذ گردد.

۱۰ ـ جلوگیری از ورود رسوبات به‌لولهٔ خروجی

جزئیات حوضچهٔ خروجی باید طوری باشد که از ورود رسوبات مخزن به‌شبکه جلوگیری شود. به‌همین منظور لازم است برآمدگیهایی در لبهٔ حوضچهٔ خروجی تعبیه شود.

۱۱ ـ شیب‌بندی اطراف مخزن

اطراف مخزن باید طوری شیب‌بندی شود که از ورود جریانهای سطحی تا فاصلهٔ ۱۵ متری محوطهٔ مخزن جلوگیری شود.

۱۲ ـ حفاظت اجزای فلزی

تمامی اجزای فلزی که در داخل آب قرار می‌گیرند باید توسط ضدزنگ رنگ شوند.

۱۳ ـ شست‌وشو، رسوب‌زدایی و ضدعفونی کردن مخازن

۱۳ ـ ۱ ـ مقدمه

تمام مخازن جدید باید قبل از آب‌اندازی و قرارگرفتن در خط سرویس و همچنین تمام مخازنی که به‌عللی نظیر بازرسیهای فنی، تعمیرات، شست‌وشو و یا رنگ‌آمیزی به‌طور موقت از خط سرویس خارج می‌شوند، قبل از آب‌اندازی مجدد و قرارگرفتن در خط

سرویس باید ضدعفونی شوند. مخازن فعال در خط سرویس باید حداقل سالی یک‌بار از خط خارج شده، رسوب‌زدایی، شست‌وشو و ضدعفونی گردند.

۱۳ ـ ۲ ـ شرایط پذیرش

مخزن وقتی از نقطه‌نظر ضدعفونی بودن مورد پذیرش است که آزمایشات باکتریولوژی نشان دهند که آب ذخیره شده در آن عاری از هرگونه باکتری کولیفرم می‌باشد.

۱۳ ـ ۳ ـ تمیز کردن

بعد از اتمام عملیات ساختمانی، تمام وسایل از قبیل قالبها، خرده‌تخته‌ها، خرده میلگردها، نخاله‌های ساختمانی و تمام موادی از این قبیل که جزیی از ساختمان مخزن نمی‌باشند، باید به‌طور کامل تخلیه شوند. سپس سطح دیوارها، کف، و سقف و تجهیزات موجود در داخل مخزن توسط آب تحت فشار، برس‌های‌سیمی* و یا سیستمهای مشابه تمیز شود. تمام آبها و خرده‌ریزهای ناشی از این عمل باید از طریق لوله‌های شستشو به‌طور کامل از مخزن تخلیه شوند.

هنگام شست‌وشوی مخزن تمام ورودیها و هواکشهای مخزن باید کنترل گردند. در صورت لزوم توریهای آنها باید بازدید شده و تعمیر شوند.

هرگونه لوازمی که داخل مخزن برای تنظیم آب ورودی و یا موارد مشابه قرار می‌گیرد، باید به‌دقت بازرسی شده و از هرگونه آلودگی پاک گردند.

۱۳ ـ ۴ ـ انواع ترکیبات کلر مورد استفاده برای ضدعفونی کردن

انواع ترکیبات کلر که از آنها می‌توان برای ضدعفونی کردن استفاده نمود، عبارتند از: کلر مایع، محلول هیپوکلریت سدیم، و دانه‌های هیپوکلریت کلسیم.

کلر مایع: کلر مایع دارای درجهٔ خلوص ۱۰۰ درصد کلر می‌باشد و در کپسولهای فولادی ۵۰ تا ۷۵ و یا ۵۰۰ کیلوگرمی فروخته می‌شود. گاز کلر متصاعد شده از کلر مایع شدیداً سمی

---

* *در صورتی که مخزن به‌عللی دارای اندود داخلی یا رنگ باشد، برس زدن باعث خراشیده شدن آن می‌شود.*

است، لذا استفاده از کلر مایع فقط در صورت فراهم آمدن شرایط زیر مجاز است:

الف) وجود دستگاه کلرزنی مناسب به‌طوری که بتواند محلول با غلظت زیاد را به آبی که قرار است کلرزنی شود، تزریق نماید.

ب) تحت نظارت شخصی انجام شود که کاملاً با مشخصات شیمیایی و فیزیکی کلر آشنا باشد و برای مقابله با حالتهای اضطراری که ممکن است در عمل پیش آید، کاملاً تعلیم دیده باشد.

پ) شرایط ایمنی کافی برای محافظت پرسنل استفاده‌کننده از این مواد مهیا باشد.

هیپوکلریت سدیم: هیپوکلریت سدیم به‌صورت محلول در ظرفهای ۵ تا ۲۰ لیتری و گاه تا ۱۰۰ لیتری به‌بازار عرضه می‌شود. هیپوکلریت سدیم به‌طور تقریب حاوی ۵ تا ۱۵ درصد حجمی، کلر می‌باشد و شرایط انبارداری آن باید چنان باشد که از فساد و تبخیر کلر جلوگیری به‌عمل آید.

هیپوکلریت کلسیم: هیپوکلریت کلسیم در شکل دانه‌ای و یا قرصهای کوچک دردسترس قرار دارد و حاوی تقریباً ۶۵ تا ۷۰ درصد وزنی کلر است. این مواد باید در محلی خنک، خشک و تاریک انبار شوند تا میزان فساد به‌حداقل ممکن کاهش یابد.

۱۳ ـ ۵ ـ روشهای کلرزنی و ضدعفونی کردن مخازن

در این قسمت سه روش برای کلرزنی مخازن ارائه می‌شود که کاربرد یکی از آنها برای ضدعفونی کردن مخزن کافی است. این روشها عبارتند از:

۱ ـ کلرزنی تمام مخزن همزمان با آب‌اندازی به‌طوری که در انتهای زمان آب‌اندازی، میزان کلر موجود درآب از ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کمتر نباشد.

۲ ـ پاشیدن و یا مالیدن محلول ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر به‌سطوح تماس آب با جدار مخزن

۳ ـ کلرزنی تمام مخزن با آب‌اندازی مرحله‌ای به‌طوری که مقدار کلر موجود پس از ۲۴ ساعت، از ۲ میلی‌گرم بر لیتر کمتر نباشد.

۱۳ ـ ۵ ـ ۱ ـ روش اول: روش آب‌اندازی

در این روش مخزن تا تراز سرریز با آب قابل آشامیدن که مقدار کلر آن پس از زمان توقف ۶ یا ۲۴ ساعته کمتر از ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر نباشد، پر می‌شود. کلر مورد استفاده می‌تواند هیپوکلریت کلسیم، هیپوکلریت سدیم، و یا کلر مایع باشد که روش اختلاط آن با آب در ادامه تشریح می‌شود.

کلر چه از نوع هیپوکلریت کلسیم، هیپوکلریت سدیم، و یا کلر مایع باید به‌یکی از صور زیر به‌آب اضافه شود:

الف) استفاده از کلر مایع: کلر مایع باید به‌صورت یکنواخت در تمام مدت پر شدن، به‌آب ورودی به‌مخزن تزریق شود. دستگاههای کلرزنی باید مجهز به‌لولهٔ تزریق محلول کلر با غلظت زیاد، و همچنین سیستمهای ایمنی باشند. لولهٔ تزریق باید توسط یک شیر به‌لولهٔ ورودی در نزدیکی مخزن متصل شود.

ب) استفاده از هیپوکلریت سدیم: هیپوکلریت سدیم باید به‌کمک یک پمپ تزریق مواد شیمیایی، به‌آب ورودی به‌مخزن تزریق شود. می‌توان هیپوکلریت سدیم را با دست به‌مخزن ریخت و اجازه داد که جریان آب ورودی، آن را در آب مخزن حل نماید.

در صورت استفاده از پمپ تزریق مواد شیمیایی، محلول غلیظ هیپوکلریت سدیم باید از طریق یک لولهٔ تزریق مناسب (قادر به‌تزریق با غلظت زیاد)، با دبی یکنواخت به‌آب ورودی تزریق شود. لولهٔ تزریق باید به‌وسیلهٔ یک شیر، به‌لولهٔ ورودی متصل شود.

در صورت ریختن هیپوکلریت سدیم به‌وسیلهٔ دست، باید تمام دریچه‌های بازدید که از آنها برای ریختن هیپوکلریت استفاده نمی‌شوند، بسته شود. عمل ریختن از زمانی که عمق آب حدود ۰/۳ متر است، شروع شده و در زمانی که عمق آب به ۰/۹ متر رسید، متوقف می‌شود.

پ) استفاده از هیپوکلریت کلسیم: دانه‌های هیپوکلریت کلسیم ابتدا به‌صورت ذراتی به‌قطر حداکثر ۶ میلی‌متر آسیاب می‌شوند و سپس قبل از آب‌اندازی، از طریق دریچه‌های بازدید به‌مخزن ریخته می‌شوند. در این حالت کف مخزن باید خشک باشد، در غیر این صورت رطوبت سبب حل شدن هیپوکلریت کلسیم شده و تولید بخارات سمی می‌کند که برای کارگران مضر است. پس از اتمام ریختن هیپوکلریت، آب ورودی به‌مخزن باز شده و جریان آب باعث حل شدن هیپوکلریت در آب مخزن می‌شود. شاید روش بهتر این باشد که

ابتدا در یک مخزن هیپوکلریت در آب حل شود و سپس محلول حاصل توسط پمپ تزریق به‌آب ورودی به‌مخزن تزریق شود.

ت) زمان توقف: بعد از پر شدن مخزن توسط آب ضدعفونی‌کننده، برای مدت مشخصی آب باید در مخزن متوقف شود. در صورتی که تزریق مواد ضدعفونی‌کننده توسط دستگاه کلرزنی و یا پمپ تزریق انجام شده باشد، مدت توقف ۶ ساعت و در صورتی که عمل اختلاط با دست انجام شده باشد، مدت لازم برای توقف ۲۴ ساعت می‌باشد.

ث) استفاده از آب ضدعفونی‌کنندهٔ داخل مخزن: پس از گذشت زمان توقف، به‌شرط انجام آزمایشهای باکتریولوژی و کاهش غلظت کلر به‌مقدار حداکثر۲* میلی‌گرم در لیتر، می‌توان آب موجود در مخزن را وارد شبکه کرد. برای کاهش غلظت کلر، می‌توان قدری از آب را تخلیه کرد و به‌جای آن آب قابل شرب بدون کلر را وارد مخزن نمود. آب حاوی کلر که به‌بیرون از مخزن تخلیه می‌شود، نباید برای طبیعت و محیط اطراف مضر باشد.

۱۳ ـ ۵ ـ ۲ ـ روش دوم: روش پاشیدن محلول کلر

در این روش محلول ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر، به‌صورت تحت فشار روی جدار در تماس با آب مخزن، پاشیده می‌شود. این کار باید برای تمامی سطوح و همچنین لوله‌های ورودی و خروجی مخزن انجام گیرد. لوله‌های ارتباطی داخل مخزن را می‌توان با پر کردن آنها توسط محلول ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر ضدعفونی نمود.

سطوح ضدعفونی شده باید به‌مدت ۳۰ دقیقه در تماس با محلول غلیظ کلر قرار گیرند. بعد از آن می‌توان مخزن را با آب آشامیدنی تا تراز سرریز پر کرد. در صورت انجام آزمایشهای باکتریولوژی در روی آب مخزن می‌توان آن را وارد شبکه نمود.

۱۳ ـ ۵ ـ ۳ ـ روش سوم: روش آب‌اندازی مرحله‌ای

در این روش ابتدا ۵ درصد حجم مخزن توسط محلول ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر پر می‌شود. سپس این محلول به‌مدت نه کمتر از ۶ ساعت در مخزن می‌ماند. سپس مخزن توسط آب

** در حالت عادی حداکثر میزان کلر موجود در آبی که از مخزن وارد شبکه می‌شود، ۰/۳ تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد.*

آشامیدنی تا تراز سرریز پر می‌شود. این وضعیت رقیق‌شده نیز به‌مدت ۲۴ ساعت در مخزن نگه‌داری می‌شود. پس از گذشت زمان توقف و انجام آزمایشهای باکتریولوژی، می‌توان آب مخزن را وارد شبکه نمود. توجه شود که میزان غلظت کلر موجود پس از گذشت ۲۴ ساعت نباید از کمتر از ۲ میلی‌گرم بر لیتر باشد.

۱۳ ـ ۵ ـ ۴ ـ روش مرسوم در سازمان آب تهران

در سازمان آب تهران برای کلرزنی و ضدعفونی کردن مخازن، روش زیر که تلفیقی از روشهای ۲ و ۳ مذکور در فوق می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

عملیات ضدعفونی کردن پس از رسوب‌زدایی، تراشیدن رسوبات و شست‌وشوی فیزیکی مخزن توسط آب تحت فشار، انجام می‌شود.

برای ضدعفونی، کارگرانی که مجهز به‌چکمه و لباس لاستیکی و ماسک ضدکلر می‌باشند، وارد مخزن شده و به‌کمک جریان تحت فشار آب ژاول (هیپوکلریت سدیم) با غلظت مشخص اقدام به‌شستشو و ضدعفونی کردن مخزن می‌نمایند. پس از اتمام عملیات ضدعفونی و خروج کارگران، کلیهٔ دریچه‌های ارتباطی مخزن بسته شده و شیرهای تخلیه باز می‌شود. در این لحظه آب آشامیدنی با غلظت کلر ۲ میلی‌گرم در لیتر وارد مخزن شده و به‌مدت نیم‌ساعت در داخل مخزن جریان می‌یابد. سپس شیرهای تخلیه بسته شده و اجازه داده می‌شود که عمق آب در مخزن به‌نیم‌متر برسد. در این لحظه شیرهای ورودی بسته شده و آب موجود به‌مدت نیم‌ساعت در مخزن متوقف می‌شود. سپس شیرهای تخلیه باز می‌گردد تا مخزن کاملاً تخلیه شود. پس از تخلیه، شیرهای تخلیه بسته شده و مخزن در خط سرویس قرار گرفته و آب‌اندازی می‌شود.

۱۳ ـ ۶ ـ آزمایشهای باکتریولوژی

پس از اتمام ضدعفونی کردن و قبل از قرار دادن مخزن در خط سرویس، از آب موجود در داخل مخزن باید نمونه‌گیری کرد و آن را تحت آزمایشهای باکتریولوژی قرار داد. در صورت عدم مشاهده باکتریهای کولیفرم، عمل ضدعفونی کردن رضایت‌بخش تلقی گردیده و در غیر این صورت باید با انجام نمونه‌گیری، آزمایش را تکرار کرد. در صورت مشاهدهٔ مجدد باکتری، عمل ضدعفونی کردن باید تکرار گردد.

۱۳ ـ ۷ ـ مقادیر مواد شیمیایی لازم برای تولید محلول کلر با غلظتهای مشخص

در جدول شمارهٔ ۱ مقادیر مواد شیمیایی لازم برای تولید محلول کلر با غلظتهای مشخص ارائه شده است.

جدول شماره ۱: مقادیر مواد شیمیایی لازم برای تولید محلول کلر با غلظتهای مشخص در ۱۰۰ متر مکعب آب

هیپوکلریت کلسیم لازم (کلر موجود ۶۵ درصد) (Kg)	هیپوکلریت سدیم لازم (لیتر)			کلر مایع لازم (Kg)	غلظت مطلوب کلر در آب mg/L
	محلول ۱۵ درصد کلر (حجمی)	محلول ۱۰ درصد کلر (حجمی)	محلول ۵ درصد کلر (حجمی)		
۰/۳۱	۱/۳	۲	۳/۹	۰/۲	۲
۱/۵۴	۶/۷	۹/۹	۱۹/۴	۱/۰	۱۰
۷/۶۹	۳۳/۴۰	۴۹/۶۰	۹۷	۵/۰	۵۰

۱۳ ـ ۸ ـ تخلیهٔ آب کلردار مورد استفاده برای ضدعفونی کردن مخزن

آب آشامیدنی که برای ضدعفونی کردن مخزن به‌کار می‌رود، در انتهای کار حاوی مقدار زیادی کلر است. اگر بنا باشد این آب وارد شبکه شود و یا به‌محیط اطراف تخلیه شود، لازم است از غلظت کلر آن کاسته شود. نام و مقدار موادی که از آنها می‌توان برای کاهش غلظت کلر استفاده کرد، در جدول ۲ ارائه شده است.

۱۴ ـ بازدید شیرآلات و سایر تجهیزات تأسیساتی مخزن

طبق یک برنامهٔ تنظیمی حداقل هر سه ماه‌یکبار باید شیرآلات مخزن مورد بررسی قرار گیرند به‌طوری که عملکرد آنها در مواقع اضطراری قابل اطمینان باشد. در حین بازدید باید به‌سرویسهای الزامی مندرج در کاتالوگ شیرآلات توجه شده و مانور کاملی در شیرها انجام شود.

۱۵ ـ نگهبانی

در کنار هر مخزن و در محل مناسب باید یک اتاقک نگهبانی ساخته شود و طی شبانه‌روز حداقل یک نگهبان به‌صورت نوبتی در محل حضور داشته باشد.

جدول شماره ۲: مقدار مواد شیمیایی موردنیاز برای خنثی کردن کلر باقیمانده در ۱۰۰ متر مکعب آب

مقدار مواد شیمیایی مورد نیاز ۱۰۰ متر مکعب آب (Kg)				غلظت کلر باقیمانده mg/L
تیوسولفیت سدیم ($Na_2S_2O_3.5H_2O$)	سولفیت سدیم (Na_2SO_3)	بیوسولفیت سدیم ($NaHSO_3$)	دی‌اکسید گوگرد (SO_2)	
۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۰	۱
۰/۲۹	۰/۳۵	۰/۳	۰/۲	۲
۱/۴۴	۱/۷۵	۱/۵	۱	۱۰
۷/۲۱	۸/۷۷	۷/۵۲	۵	۵۰