

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

## 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.  
نورده، ۱۷۵ ص: مصور. - (سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه  
شماره ۱۲۴) (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. ۱۲۴. ۲/س 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
- همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه

دستورالعمل شماره ۵۶-۱۸۲۱۷-۵-۱۹۶۶۱/۵-۱ مورخ ۲۲/۱۰/۱۵	به : تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور
--	---

موضوع : مشخصات فنی و عمومی مخازن آب زمینی

تذکر :

باستناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین نامه استانداردهای اجرائی طرحهای عمرانی ایستگاههای  
دستورالعمل از نوع  مذکور در ماده هفت آئین نامه در  صفحه صادر میگردد .  
تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین نامه در مورد این دستورالعمل  میباشد .

به پیوست نشریه شماره ۱۲۴ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی این سازمان تحت عنوان "مشخصات فنی  
عمومی مخازن آب زمینی" ابلاغ می گردد .  
دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور موظفند از تاریخ ۱۳۷۳/۳/۱ مفاد نشریه یاد شده را در  
اجرای مخازن آب زمینی که هزینه آنها از محل اعتبارات طرحهای عمرانی تامین می شود ، رعایت  
نمایند .

مسعود روحنی زنجانی

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان برنامه و بودجه

" آیین ناماستانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی "

" مصوبه ۱۳۵۲/۴/۳۰ هیات وزیران "

## فصل سوم - انواع دستورالعمل ونحوه ابلاغ

ماده ۷- دستورالعملهای موضوع این آیین نامه به سه گروه به شرح زیر تقسیم میشود :

بند ۱- گروه اول دستورالعملهایی که رعایت کامل مفاد آن از طرف دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاوروپیمانکاران وعوامل دیگر ضروری است ( نظیر فرم ضمانت نامهها ، فرم پیمانها ، استانداردهای فنی ، تجزیه واحدها وغیره ) .

بند ۲- گروه دوم دستورالعملهایی که بطور کلی وبرای موارد عادی تهیه میگردد وبرحسب مورد دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاوروپیمانکاران وعوامل دیگری میتوانند به تشخیص خود مفاد دستورالعمل ویا ضوابط ومعیارهای آنرا باتوجه به کارمورد نظر ودر حدود قابل قبولی که در دستورالعمل تعیین شده تغییر داده وآنرا با شرایط خاص کارمورد نظر تطبیق دهند ( نظیر حق الزحمه مهندسان مشاور وشرایط عمومی پیمان ومشخصات عمومی وغیره ) .

بند ۳- گروه سوم دستورالعملهایی است که بعنوان راهنمایی وارشاد دستگاههای اجرایی وموسسات مشاوروپیمانکاران وسایر عوامل تهیه میشود ورعایت مفاد آن در صورتیکه دستگاههای اجرایی وموسسات مشاور روشهای بهتری داشته باشند اجباری نیست .

ماده ۸- سازمان موظف است گروه هر دستورالعمل را بطور مشخص در متن آن قید

نموده وبعلاوه در مورد دستورالعملهای گروه ۱ وگروه ۲ تا تاریخی که از آن تاریخ لازم است بهمورد اجرا گذاشته شود تعیین نماید . مدت زمان بین تاریخ صدور این دستورالعملها وتاریخی که به مورد اجرا گذاشته میشود نباید از ۳ ماه کمتر باشد . در صورتی که یک دستورالعمل ناقص ویا جایگزین تمام ویا قسمتی از دستورالعملهای قبلی باشد لازم است مراتب صراحتاً " ویا ذکر مشخصات دستورالعملهای قبلی در متن دستورالعمل قید گردد .

## بسمه تعالی

### مقدمه

طراحی، ساخت و نگهداری مخازنی که برای ذخیره‌سازی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند با توجه به رشد فزاینده جمعیت و توسعه شهرها، از اهمیتی بسزا برخوردار است. به دلیل فقدان ضوابط و معیارهای طرح، محاسبه و اجراء ساخت این مخازن از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست.

نگرشی اجمالی به نحوه 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 به عمل آید.

هر ساله در نقاط مختلف کشور برای پاسخگویی به نیازهای آبرسانی، مخازن زیادی ساخته می‌شود، اما به علت 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 تیب اجرایی مخازن را تهیه نماید.

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

گردد. از این مجموعه تاکنون ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه در قالب نشریه شماره ۱۲۳ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی به چاپ رسیده و نقشه‌های تیب اجرایی نیز بزودی منتشر خواهد شد.

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

همچنین برای افزایش عمر مفید مخازن، استفاده مؤثر از سرمایه‌گذارها 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 به کار رفته هدف استانداردهایی است که در متن آیین‌نامه بتن مورد اشاره قرار گرفته است. مجموعه 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 مه‌اب قدس، مهندسین مشاور عمران محیط زیست، مهندسین مشاور آبساران، مهندسین مشاور فرپاک و نیز آقایان مهندس حسین شفیع‌فر، دکتر هرمز فامیلی، مهندس سید اکبر هاشمی و خانم مهندس مینا پزشکی‌پور 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 به عهده مؤسسه 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 جامعه فنی و مهندسی کشور از درگاه ایزد متعال مسئلت نماید.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

پائیز ۱۳۷۲

## فهرست مطالب

۲۱	..... فصل ۱- کلیات	
۲۳	مقدمه	- ۱- ۱
۲۳	تجهیز و آماده نمودن کارگاه	- ۲- ۱
۲۴	پاک کردن محوطه	- ۳- ۱
۲۴	نقاط نشانه و مبدأ	- ۴- ۱
۲۵	تسطیح محوطه	- ۵- ۱
۲۵	ساختمانهای موقت	- ۶- ۱
۲۵	حدود و برنامه ریزی کار	- ۷- ۱
۲۶	مصالح	- ۸- ۱
۲۶	میخ کوبی و تراز یابی	- ۹- ۱
۲۷	نگهداری مصالح	- ۱۰- ۱
۲۷	برچیدن کارگاه	- ۱۱- ۱
۲۸	تملک محوطه اضافی	- ۱۲- ۱
۲۸	روشنایی، مراقبت، علایم راهنمایی و رانندگی	- ۱۳- ۱
۲۸	استفاده از بزرگراهها	- ۱۴- ۱
۲۸	تأمین آب و برق	- ۱۵- ۱
۲۸	حفاظت تأسیسات موجود و سایر املاک	- ۱۶- ۱
۲۹	اختلافات و اشتباهات	- ۱۷- ۱
۲۹	نقشه های چون ساخت	- ۱۸- ۱
۲۹	تقاضای تغییر در مشخصات و نقشه ها	- ۱۹- ۱
۲۹	سفارش مصالح	- ۲۰- ۱
۲۹	دعاوی و مرجع حل اختلاف	- ۲۱- ۱



فصل ۲- عملیات خاکی ..... ۳۱

۳۳	کلیات	- ۱-۲
۳۴	طبقه‌بندی زمین و تعیین درصد مصالح مختلف در عملیات خاکبرداری	- ۲-۲
۳۵	بستر زمین	- ۳-۲
۳۶	آماده کردن سطح زمین	- ۴-۲
۳۶	پی‌سازی	- ۵-۲
۳۷	خاکریزی اطراف مخازن نیمه‌مدفون و مدفون	- ۶-۲

فصل ۳- مصالح بتن مسلح ..... ۳۹

۴۱	مقدمه	
۴۱	موضوع	- ۱-۳
۴۲	بتن	- ۲-۳
۴۲	سیمان	- ۳-۳
۴۲	کیفیت	- ۱-۳-۳
۴۳	حمل	- ۲-۳-۳
۴۳	انبار کردن	- ۳-۳-۳
۴۳	حرارت	- ۴-۳-۳
۴۳	کارخانه تأمین سیمان	- ۵-۳-۳
۴۴	سنگدانه‌ها	- ۴-۳
۴۴	ترکیب	- ۱-۴-۳
۴۴	کیفیت	- ۲-۴-۳
۴۴	دانه‌بندی	- ۳-۴-۳
۴۵	مدول ریزدانگی (ضریب نرمی)	- ۴-۴-۳
۴۵	معادن شن و ماسه	- ۵-۴-۳
۴۶	انبار کردن	- ۶-۴-۳
۴۷	جابه‌جایی	- ۷-۴-۳

۴۷	دستگاه تهیه شن و ماسه	۳-۴-۸-
۴۸	نمونه برداری و آزمایش	۳-۴-۹-
۴۸	مواد زیان آور	۳-۴-۱۰-
۴۹	آب	۳-۵-
۴۹	افزودنیها	۳-۶-
۵۰	نسبتهای اختلاط و روشهای کنترل مقاومت بتن	۳-۷-
۵۰	مقاومت فشاری مشخصه بتن	۳-۷-۱-
۵۰	رده بتن مصرفی	۳-۷-۲-
۵۰	حداقل و حداکثر مقدار سیمان	۳-۷-۳-
۵۰	تعیین نسبت های اختلاط	۳-۷-۴-
۵۱	کارآیی	۳-۷-۵-
۵۱	پایایی بتن	۳-۷-۶-
۵۲	تهیه و آزمایش نمونه های استوانه ای بتن	۳-۷-۷-
۵۳	ارزیابی و پذیرش بتن	۳-۷-۸-
۵۳	تواتر نمونه برداری و آزمایش مقاومت	۳-۷-۸-۱-
۵۳	ضوابط پذیرش بتن - نمونه های عمل آمده در آزمایشگاه	۳-۷-۸-۲-
۵۴	ضوابط کنترل روش عمل آوردن و محافظت بتن	۳-۷-۸-۳-
۵۵	بررسی بتنها با مقاومت کم	۳-۷-۸-۴-
۵۶	اختلاط بتن	۳-۸-
۵۷	ظرفیت بتن ریزی	۳-۹-
۵۷	انتقال بتن	۳-۹-۱-
۵۷	آماده سازی وسایل و محل بتن ریزی	۳-۱۰-
۵۸	بتن ریزی	۳-۱۱-
۵۹	عمل آوردن بتن	۳-۱۲-
۵۹	کلیات	۳-۱۲-۱-
۵۹	روشهای عمل آوردن	۳-۱۲-۲-
۶۰	مدت عمل آوردن	۳-۱۲-۳-
۶۰	بتن ریزی در هوای گرم	۳-۱۳-

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

۷۲	اندود داخلی	۳- ۲۰-
۷۲	آزمایش آب بندی مخازن	۳- ۲۱-

#### فصل ۴- ملات ..... ۷۵

۷۷	کلیات	۴- ۱-
۷۷	ملات ماسه سیمان	۴- ۲-
۷۷	ملات باتارد	۴- ۳-

#### فصل ۵- عملیات بنایی با سنگ ..... ۷۹

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

۸۴	۵-۲-۳-۱ - تعریف لاشه چینی
۸۵	۵-۲-۳-۲ - خیساندن سنگ
۸۵	۵-۲-۳-۳ - ترتیب قرار دادن سنگها
۸۵	۵-۲-۳-۴ - لاشه چینی

## فصل ۶- عایقکاری حفاظتی بتن ..... ۸۷

۸۹	مقدمه
۸۹	۶-۱- مصالح
۸۹	۶-۱-۱- گونی
۸۹	۶-۱-۲- گونی قیراندود
۹۰	۶-۱-۳- مشمع قیراندود
۹۰	۶-۱-۴- قیر
۹۲	۶-۲- نحوه عایقکاری
۹۲	۶-۲-۱- کلیات
۹۳	۶-۲-۲- عایقکاری با قیرگونی
۹۳	۶-۲-۲-۱- کلیات
۹۳	۶-۲-۲-۲- عایقکاری دیوارها
۹۴	۶-۲-۲-۳- عایقکاری سقف و نظایر آن
۹۵	۶-۲-۳- عایقکاری با گونی و مشمع قیراندود
۹۵	۶-۲-۳-۱- عایقکاری با گونی قیراندود
۹۵	۶-۲-۳-۲- عایقکاری با مشمع قیراندود

## فصل ۷- درزهای اجرایی، انقباضی و انبساطی، آب بندها، درزگیرها،

### و پرکننده‌های درز ..... ۹۷

۹۹	۷-۱- انواع درزها
۹۹	۷-۲- محل، فاصله و تعداد درزها
۹۹	۷-۳- سطح درز
۹۹	۷-۴- شیار درز

۱۰۰	تیغه‌های آب‌بند	۵-۷
۱۰۰	مواد پرکننده درز و درزگیرها	۶-۷

## فصل ۸- زهکشی..... ۱۰۱

۱۰۳	مقدمه	۱-۸
۱۰۳	هندسه شبکه زهکشی	۲-۸
۱۰۳	مشخصات مصالح زهکش	۳-۸

## پیوست ۱- روش آزمایش استاندارد

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

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

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



## پیوست ۲ - روش آزمایش استاندارد

برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی ترکیبات سیمان - سنگدانه (روش منشور ملات) .. ۱۲۹

خلاصه‌ای از روش آزمایش دت ۲۲۴

۱۳۱		۱ - گستره
۱۳۲		
۱۳۲	هدف آزمایش	۱ - ۱ -
۱۳۲	نوع واکنش قلیایی	۱ - ۲ -
۱۳۳		۲ - مدارک کاربردی
۱۳۳	استانداردهای مورد استفاده	۱ - ۲ -
۱۳۳		۳ - مفهوم و کاربرد
۱۳۳	همبستگی با آزمایش‌های دیگر	۱ - ۳ -
۱۳۴	نتایج آزمایش	۲ - ۳ -
۱۳۴	سنگهای واکنش‌زا	۳ - ۳ -
۱۳۵	انبساط نمونه	۴ - ۳ -
۱۳۵	مطالعات تکمیلی	۵ - ۳ -
۱۳۵		۴ - ابزار و وسایل
۱۳۵	مشخصات وسایل و ابزار	۱ - ۴ -
۱۳۵	الکها	۲ - ۴ -
۱۳۶	مخلوط‌کن، تیغه (پره)، دیگ اختلاط	۳ - ۴ -
۱۳۶	تخماق (کوپه) و ماله (فلزی)	۴ - ۴ -
۱۳۶	ظروف	۵ - ۴ -
۱۳۷		۵ - دما و رطوبت
۱۳۷	دمای محیط قالب‌گیری و دمای آب	۱ - ۵ -
۱۳۷	رطوبت محیط قالب‌گیری	۲ - ۵ -
۱۳۷	دمای محیط نگهداری	۳ - ۵ -
۱۳۷		۶ - انتخاب و آماده‌سازی مصالح
۱۳۷	انتخاب سنگدانه	۱ - ۶ -
۱۳۷	درشت‌دانه و ریزدانه	۱ - ۱ - ۶ -
۱۳۸	درشت‌دانه‌های خردشده	۲ - ۱ - ۶ -

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

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

### پیوست ۳- روش آزمایش استاندارد

۱۴۷	تعیین قابلیت واکنش زایی قلیایی سنگهای کربناتی (روش استوانه سنگی) . . . . .
۱۴۹	خلاصه‌ای از روش آزمایش دت ۲۲۷
۱۵۰	۱- گستره
۱۵۰	۱-۱ - سنگهای کربناتی
۱۵۱	۱-۲ - هدف آزمایش
۱۵۱	۲- مدارک مرجع
۱۵۱	۲-۱ - استانداردهای ASTM
۱۵۱	۳- خلاصه روش
۱۵۱	۳-۱ - استوانه‌های سنگی
۱۵۱	۴- مفهوم و کاربرد
۱۵۱	۴-۱ - لزوم انجام آزمایش
۱۵۲	۵- ابزار و وسایل و معرفیها
۱۵۲	۵-۱ - محلول هیدرواکسید سدیم
۱۵۲	۵-۲ - ابزار آماده‌سازی نمونه
۱۵۲	۵-۳ - بطری‌های نگهداری
۱۵۲	۵-۴ - دستگاه مقایسه‌گر
۱۵۳	۵-۴-۱ - وسیله تماس

۱۵۳	میکرومتر	۵-۴-۲-
۱۵۳	جاداری	۵-۴-۳-
۱۵۳	مرجع استاندارد	۵-۴-۴-
۱۵۳	وسیله اندازه گیری	۵-۴-۵-
۱۵۴	۶- نمونه گیری	
۱۵۴	دستورالعمل	۶-۱-
۱۵۴	نظارت بر نمونه گیری	۶-۲-
۱۵۵	گویایی نمونه	۶-۳-
۱۵۵	۷- نمونه های آزمایشی	
۱۵۵	شکل نمونه ها	۷-۱-
۱۵۵	ابعاد نمونه	۷-۲-
۱۵۶	انتهای نمونه	۷-۳-
۱۵۶	۸- روش	
۱۵۶	طرز اندازه گیری	۸-۱-
۱۵۶	اندازه گیری طول نمونه	۸-۲-
۱۵۶	اشباع کردن نمونه	۸-۳-
۱۵۶	اندازه گیری طول مرجع	۸-۴-
۱۵۷	قرار دادن نمونه در محلول	۸-۵-
۱۵۷	دوره های اندازه گیری	۸-۶-
۱۵۷	آماده کردن نمونه برای اندازه گیری	۸-۷-
۱۵۷	نگهداری مجدد نمونه	۸-۸-
۱۵۷	تعویض محلول	۸-۹-
۱۵۷	۹- محاسبات	
۱۵۷	محاسبه تغییر طول	۹-۱-
۱۵۸	۱۰- تعبیر نتایج	
۱۵۸	حساسیت اندازه گیری ها	۱۰-۱-
۱۵۸	اثر معدن سنگ	۱۰-۲-
۱۵۸	تعیین آسیب پذیری	۱۰-۳-

۱۵۹	۱۱- گزارش
۱۵۹	۱۱-۱- موارد گزارش
۱۵۹	۱۱-۱-۱- شماره شناسایی
۱۵۹	۱۱-۱-۲- نوع و معدن سنگ
۱۵۹	۱۱-۱-۳- شکل و ابعاد
۱۵۹	۱۱-۱-۴- درصد تغییر طول
۱۶۰	۱۱-۱-۵- جنبه‌های مهم
۱۶۰	۱۱-۱-۶- اطلاعات دیگر
۱۶۰	۱۲- دقت
۱۶۰	۱۲-۱- تعیین تفاوت سنگها
۱۶۰	۱۲-۲- دقت یک آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه
۱۶۰	۱۲-۳- دقت چند آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه
۱۶۰	۱۲-۴- دقت چند آزمایش‌کننده، چند دستگاه مقایسه
۱۶۱	زیرنویسها
۱۶۳	پیوست ۴- نکات ایمنی و بهداشتی هنگام بهره‌برداری از مخازن آب.....
۱۶۵	مقدمه
۱۶۵	۱- محل قرارگیری کف مخزن
۱۶۵	۲- محافظت
۱۶۶	۳- زهکشی
۱۶۶	۴- سرریز
۱۶۶	۵- دسترسی‌ها
۱۶۷	۶- هواکشها
۱۶۷	۷- سقف و دیوارهای جانبی
۱۶۷	۸- زهکشی سقف
۱۶۸	۹- یخبندان
۱۶۸	۱۰- جلوگیری از ورود رسوبات به لوله خروجی
۱۶۸	۱۱- شیب‌بندی اطراف مخزن

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



فصل ۱

کلیات





## ۱ - ۱ - مقدمه

این مشخصات فنی مشتمل بر مشخصات فنی کارهای ساختمانی مرتبط با ساخت مخازن به منظور 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 به موجب شرایط مزبور عهده دار است، نمی باشد.

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

## ۱ - ۲ - 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 به برطرف نمودن تمامی موانع

موجود، اعم از موقتی و یا دائمی، و ایجاد راههای دستیابی به کارگاه 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 ماشین آلات و تجهیزاتی که برای انجام کار در نظر گرفته است، را تهیه نموده و برای کسب موافقت به دستگاه نظارت تسلیم دارد. این لیست باید شامل تعداد، نوع، مشخصات، ظرفیت، مدل، ساعات کارکرد و شماره موتور ماشین آلات مختلف باشد.

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

### ۱- ۳- پاک کردن محوطه

درختان قسمتهایی از محوطه که برای احداث مخزن در نظر گرفته شده است، باید ریشه کن شود. برای حفظ و نگهداری درختانی که نباید قطع شوند، ضروری است اقداماتی احتیاطی به عمل آید تا در حین اجرای کار به آنها صدمه ای وارد نشود.

خاک زراعی محوطه ای که برای مخزن منظور شده است باید تا عمق لازم برداشته شود. در صورتی که این خاک برای باغچه ها، چمن کاریها و کارهایی از این نوع قابل استفاده باشد، باید در محل مناسبی انبار شود.

### ۱- ۴- 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 پایه های بتنی مشخص و شماره گذاری شود. سطح مقطع فوقانی پایه های 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- ۵- 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 به شرطی مجاز است که به صورت 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- ۶- ساختمانهای موقت

برای انجام امور اداری و دفتری، تهیه یا ساختن اطاق یا اطاقهای موقتی به وسعت 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- ۷- حدود و برنامه ریزی کار

پیمانکار موظف است تمامی کارهای موضوع قرارداد از قبیل تهیه مصالح، لوازم، تجهیزات و ابزار کار، نیروی کار و به طور 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 به منظور قابل کنترل بودن پیشرفت کار، با توجه به اولویتها و هماهنگی بودن کارهای مختلف و عامل زمان، به تفکیک حداکثر در مدت ۱۵ روز از تاریخ مبادله قرارداد تهیه نموده و به تصویب دستگاه نظارت برساند، بدیهی است کلیه کارها طبق برنامه مذکور اجرا خواهد گردید. در صورتی که به لحاظ عوامل غیرقابل پیش‌بینی اختلالی در اجرای کار طبق برنامه پیش‌بینی

شده مصوب به وجود آید، پیمانکار موظف است در اسرع وقت برنامه پیشرفت کار جدیدی برای ادامه کار تهیه نموده و آن را مجدداً به تصویب دستگاه نظارت برساند. به هر حال کارهای قبلی، در دست اجرا و آتی باید در هر زمان کاملاً مشخص و قابل کنترل باشند.

### ۱-۸- مصالح

پیمانکار موظف است قبل از اجرای پروژه نسبت به محل تهیه مصالح از قبیل شن، ماسه، سنگ و غیره اعم از مصالح اولیه و مصالح حاصله از آن، مطالعات لازم را به عمل آورده و نام و نشانی تهیه کنندگان مصالح مورد نظر را به دستگاه نظارت اطلاع داده و اجازه مصرف آن را بگیرد. مصالح مصرفی در کار باید توسط آزمایشگاههایی که مورد قبول کارفرما و دستگاه نظارت می باشد مورد آزمایش قرار گرفته و در صورت قابل قبول بودن نتایج آزمایش و تأیید دستگاه نظارت، مصرف شود. هزینه های مربوط به آزمایش مصالح در صورتی که کارفرما آزمایشگاهی در اختیار نداشته باشد، به پیمانکار پرداخت خواهد شد، مگر اینکه در اسناد پیمان ترتیب دیگری پیش بینی شده باشد.

### ۱-۹- میخ کوبی و ترازبایی

محل کار تحویلی به پیمانکار برای احداث مخزن، باید توسط و با مسئولیت نامبرده و زیر نظر دستگاه نظارت میخ کوبی و نقشه برداری و ترازبایی شود. برای انجام این کار باید تمامی لوازم و تجهیزات مورد لزوم برای نقشه برداری توسط پیمانکار تهیه و آماده گردد. بابت نقشه برداری پرداخت اضافی به پیمانکار تعلق نخواهد گرفت.

پیمانکار موظف است قبل از آغاز عملیات ساختمانی تمامی نقشه های موجود از قبیل نقشه های وضعیت، مقاطع طولی و عرضی و غیره را با نقاط میخ کوبی شده مقایسه کرده و در صورت مطابقت و تأیید دستگاه نظارت شروع به کار نماید. هزینه های مربوطه به انجام عملیات فوق الذکر باید در بهای پیشنهادی پیمانکار منظور گردد، به طوری که نامبرده حق دریافت هیچگونه دستمزد و اضافه بهاء را از این بابت نداشته باشد. به علاوه پیمانکار مسئول محافظت و نگهداری تمامی میخکوبیها و علامت گذاریهایی که انجام داده است بوده

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

## ۱- ۱۰- نگهداری مصالح

کلیه 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. به‌طوری‌که 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- ۱۱- برچیدن کارگاه

پس از تکمیل یا قبل از اتمام عملیات به‌استثنای مواردی که اجازه لازم صادر شده و یا کتباً ابلاغ می‌شود، پیمانکار باید کلیه 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 ضد عفونی 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 به‌وسیله وی و یا پیمانکاران جزء نصب شده است به‌نحو کامل نظافت نموده و تأسیسات و مصالح مزبور را

به نحو رضایت بخش و پاکیزه ای تحویل نماید.

### ۱- ۱۲- تملک محوطه اضافی

زمین تحویل شده به پیمانکار شامل محوطه لازم برای انجام کار می باشد. در صورت نیاز پیمانکار به زمین اضافی برای تجهیز کارگاه، مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می شود.

### ۱- ۱۳- روشنایی، مراقبت و علایم راهنمایی و رانندگی

در مورد تجهیزات لازم برای روشنایی و همچنین تجهیزات و پرسنل لازم برای نگهداری در داخل محوطه کارگاه و نصب علایم و اخطارهای راهنمایی و رانندگی به منظور عدم سد معبر و یا ایجاد راه بندان مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می شود.

### ۱- ۱۴- استفاده از بزرگراهها

استفاده پیمانکار از بزرگراهها، در چارچوب قوانین و مقررات وزارت راه و ترابری، پلیس راه و نیروهای انتظامی می باشد.

### ۱- ۱۵- تأمین آب و برق

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

### ۱- ۱۶- حفاظت تأسیسات موجود و سایر املاک

حفاظت تأسیسات و تجهیزات تحویلی به پیمانکار، مندرج در صورت مجلس تحویل زمین، به عهده پیمانکار می باشد.

### ۱- ۱۷- اختلافات و اشتباهات

چنانچه بین مدارک تناقض باشد، در درجه اول نقشه ها، در درجه دوم مشخصات فنی

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

### ۱- ۱۸- نقشه‌های چون ساخت<sup>۱</sup>

تهیه نقشه‌های چون ساخت و ارائه دوسری اوزالید به کارفرما به عهده و هزینه پیمانکار است. کارفرما می‌تواند به هزینه خود درخواست اوزالید و یا ترانسپارانت اضافی از پیمانکار نماید.

### ۱- ۱۹- 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 به این تقاضا رسیدگی کرده و در نهایت نظر وی حاکم بر رد یا قبول این تقاضا خواهد بود، به هر حال چنانچه تغییر در مشخصات و نقشه‌ها موجب تغییر مقادیر و قیمت‌ها باشد کسب نظر و تأیید کارفرما الزامی خواهد بود.

### ۱- ۲۰- سفارش مصالح

پیمانکار موظف است در ابتدای کار پس از مطالعه نقشه‌ها، میزان مصالح لازم همراه با برنامه زمانبندی مصرف را به مشاور ارائه نماید. در صورت نیاز به تهیه حواله‌های دولتی برای بعضی از اقلام، مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

### ۱- ۲۱- دعاوی و مرجع حل اختلاف

در این مورد مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.

### ۱- ۲۲- جبران خسارات در مدت تعلیق کار

در این مورد مطابق با شرایط خصوصی پیمان عمل می‌شود.





## فصل ۲

### عملیات خاکی



## ۲-۱- 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 به تهیه پلان تاکثومتری محل خاکبرداری کرده که پس از صورت مجلس این پلان توسط دستگاه نظارت، و ارائه نقشه خاکبرداری از طرف مشاور، نحوه اجرای خاکبرداری توسط پیمانکار با تأیید دستگاه نظارت مشخص می‌شود. بعد از اتمام عملیات خاکبرداری، صورت مجلس نقشه خاکبرداری تنظیم و به تأیید دستگاه نظارت می‌رسد.

خاکبرداری باید طبق نقشه‌ها و تا عمقی که معین شده است، انجام شود، چنانچه اشتباهاً، به ویژه کف پی، بیش از ابعاد تعیین شده 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 تخلیه خاک حاصل از خاکبرداری باید به تأیید 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 ریشه گیاهان باشد.  
قبل از اجرای عملیات خاکبرداری، برای حفظ محوطه کارگاه، باید تدابیر لازم برای  
جلوگیری از نفوذ آب به داخل 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 ابنیه موجود در محوطه خساراتی وارد نیاید، در  
صورت بروز چنین خساراتی، هزینه‌های جبرانی برعهده پیمانکار خواهد بود.  
در صورتی که در محدوده عملیات چاههای آب یا فاضلاب و یا قنات متروکه مشاهده  
شود، باید برگردند. روش کار و مصالح مصرفی باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

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

انواع زمین در عملیات خاکبرداری به سه 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 به هر نوع را جداگانه مشخص  
نمود طبقه‌بندی براساس مصالح غالب در مخلوط مشخص خواهد شد.

طبقه‌بندی انواع زمین به شرح 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 ماشین آلات سنگین راهسازی مانند بولدوزر با قدرت بیش از ۳۰۰ اسب الزامی باشد.

دج کلنگی: مخلوطی است از دانه‌های سنگی به هم چسبیده که انجام عملیات در آن به وسیله بولدوزر تا قدرت ۳۰۰ اسب و یا وسایل مشابه با استفاده از ریپر عملی باشد. حفاری در نواحی خرد شده سنگی و کنگلومرا شامل سنگهای فرسوده و ساییده شده و یا به صورت مطبق و یا با چسبندگی کم نسبت به یکدیگر نیز در این طبقه بندی قرار می‌گیرد.

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

## ۲-۳- بستر زمین

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

الف - زمینهایی با باربری کم و نشست زیاد.

ب - زمینهایی که در آنها آب زیرزمینی بالاست و تراز زیر کف مخزن پایین تر از آب زیرزمینی است.

پ - در مجاورت و روی گسلها و یا زمینهای لغزشی

ت - مناطقی که لایه‌های زمین به صورت شیبدار بوده و بخصوص مناطقی که یک لایه دانه‌ای روی لایه رسی به صورت شیبدار قرار گرفته است. در چنین حالتی، نشست آب از لایه دانه‌ای روی لایه رسی، باعث لغزنده کردن سطح تماس دو لایه و در نتیجه ناپایداری زمین می‌گردد.

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

ج - خاکهای گچدار (که در آنها به واسطه حل شدن بلورهای گچ در آب و ایجاد

فضای خالی، از مقاومت زمین به شدت کاسته می شود).

ج - خاکهای دستی حتی اگر به صورت کامل کوبیده شده باشد.

ح - خاکهایی که استعداد آبگونگی یا روانگرایی دارند.

به هر حال محل سازه هر جا باشد، باید قبل از طراحی، زمین از نقطه نظر جنس و وضعیت لایه ها و همچنین میزان باربری و نشست مورد مطالعه و شناسایی قرار گیرد. لازم به تذکر است که مخازن تیپ برای زمینهایی با مقاومت حداقل معین که در نقشه ها ذکر شده، طراحی گردیده اند. برای زمینهای با مقاومت کمتر باید مهندس مشاور یا کارفرما پس از انجام آزمایشهای مکانیک خاک نسبت به بهبود بخشیدن خاک زیر مخزن به نحو مقتضی اقدام نماید.

## ۲-۴- آماده کردن سطح زمین

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

در صورتی که به ناچار سطح آب زیرزمینی بالاتر از کف خاکبرداری شده باشد، قبل از هرگونه بتن ریزی، باید سطح آب زیرزمینی توسط روشهای مناسب پایین برده شود، به طوری که عملیات بتن ریزی در محیط خشک صورت پذیرد.

## ۲-۵- پی سازی

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

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

## ۲ - ۶ - خاکریزی اطراف مخازن نیمه مدفون و مدفون

پس از انجام آزمایشهای آببندی مخزن، در صورت عدم وجود اشکالات، نشست آب و یا رفع عیوب مربوطه، مطابق نقشه‌های موجود، سطوح خارجی مخزن که در تماس با خاک می‌باشند، قیر و گونی شده و یک تیغه ۱۰ سانتی متری 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 به انجام 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 به‌وسیله کارگر انجام می‌شود.





## فصل ۳

مصالح بتن مسلح



## مقدمه

این قسمت اختصاص به ارائه روشهایی برای مشخص کردن تولید و دستیابی به بتنی که مقاومت، پایایی و نفوذناپذیری لازم را برای سازه مخزن برآورده نماید، دارد. تمام مطالبی که در فصول سوم و چهارم، پنجم، ششم و هفتم آیین نامه بتن ایران ارائه شده، معتبر بوده مگر اینکه به نحوی در این قسمت، مشخصات دیگری گفته شده باشد.

## ۳-۱- موضوع

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

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

۲- تهیه، ساخت، نصب و باز کردن قالبها

۳- تهیه و نصب تیغه های آب بند، مواد پرکننده و درزگیر برای درزهای اجرایی،

انقباضی و انبساطی.

۴- تهیه و نصب میلگردها، لقمه ها، فاصله دهنده ها

۵- ایجاد محل های مناسب برای انبار کردن سیمان و سنگدانه ها

۶- ایجاد امکانات لازم برای پیمانانه کردن مصالح و مخلوط کردن آنها برای تولید بتن و حمل آنها به محل بتن ریزی.

### ۳-۲- بتن

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

### ۳-۳- سیمان

#### ۳-۳-۱- کیفیت

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

۱- سیمان پرتلند (طبق مشخصات دت ۱۰۱)

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

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

پیمانکار باید کلیه سیمانهای مورد مصرف و نتایج آزمایشهای رسمی کارخانه تولیدکننده را که براساس مشخصات مربوطه و به هزینه پیمانکار انجام شده، به دستگاه نظارت تسلیم نماید. همچنین دستگاه نظارت می‌تواند رأساً نسبت به نمونه‌گیری سیمان در کارگاه یا کارخانه تولیدکننده اقدام نماید. پیمانکار قبل از اخذ مجوز کتبی از دستگاه نظارت مبنی بر تأیید سیمان، مجاز به استفاده از آن نمی‌باشد. هرگاه نتایج آزمایشها نشان دهد که سیمان تحویل شده به کارگاه قابل قبول نیست، این سیمانها باید بلافاصله از کارگاه خارج شود. معمولاً مقاومت فشاری نمونه 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 درجه 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 آیین‌نامه بتن می‌باشد.

## ۳-۳-۲- حمل

سیمان باید توسط تجهیزاتی که به نحو قابل قبولی در مقابل عوامل جوی عایق‌بندی شده باشند، حمل گردد به طوری که کاملاً از رطوبت زدگی محفوظ بماند.

## ۳-۳-۳- انبار کردن

محموله‌های سیمان بلافاصله پس از ورود به کارگاه باید در ساختمانی که در مقابل عوامل جوی عایق‌بندی شده و دارای تهویه کافی بوده و پیش‌بینی‌های لازم برای حفاظت در مقابل رطوبت در آن شده باشد، انبار گردد. کلیه تسهیلات انبار سیمان باید به منظور بررسی و شناسایی به سهولت قابل دسترسی باشند. به منظور آنکه سیمان بی‌جهت به مدت زیاد پس از ورود به کارگاه 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. کلیه هزینه‌های انبار کردن و خسارت‌های ناشی از عدم انبار کردن صحیح سیمان به عهده پیمانکار می‌باشد.

## ۳-۳-۴- حرارت

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

## ۳-۳-۵- کارخانه تأمین سیمان

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

## ۳-۴- سنگدانه‌ها

## ۳-۴-۱- ترکیب

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

## ۳-۴-۲- کیفیت

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

شکل دانه‌ها باید عموماً گرد و یا مکعبی بوده و به صورت قابل قبولی عاری از دانه‌های پهن (نسبت عرض به ضخامت بزرگتر از ۳) و دانه‌های دراز (نسبت طول به عرض بزرگتر از ۳) باشد. مقدار دانه‌های پهن و دراز در هر یک از گروه‌های اندازه دانه‌ها نباید از ۲۵ درصد وزنی آن گروه تجاوز کند. سنگهایی که برای تهیه 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 ۳-۴ از آیین‌نامه بتن ایران را برآورده نمایند.

آزمایشهای لازم برای تعیین درجه 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 به انجام آزمایشهای لازم در مورد سنگدانه‌های سیلیس دار و دولومیتی از نظر واکنش قلیایی توجه داده می‌شود.\*

## ۳-۴-۳- دانه‌بندی

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

\* به پیوستهای ۱ و ۲ و ۳ مراجعه شود.

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

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

### ۳-۴-۴- مدول ریزدانگی (ضریب نرمی)

ماسه بتن علاوه بر آنکه باید دارای دانه بندی 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) به شماره های ۴، ۸، ۱۶، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ تقسیم بر عدد ۱۰۰.

### ۳-۴-۵- معادن شن و ماسه

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



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. کلیه آزمایشها باید زیر نظر دستگاه نظارت انجام شود.

تصویب منابع شن و ماسه براساس نتایج آزمایشگاهی برای پیمانکار این حق را به وجود نخواهد آورد که تمامی مصالح این منابع مناسب و قابل قبول می باشد، 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 به منظور حصول دانه‌بندی مناسب توصیف شده معمول دارد. به علت 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، به نحوی که محصول یکنواختی حاصل شود.

برخی از آزمایشات مورد نیاز قبل از استخراج شن و ماسه از معدن بدین قرار است:

نوع آزمایش	نتیجه روی دانه‌های بزرگتر از ۴/۸ میلیمتر
مقاومت در مقابل 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

### ۳-۴-۶- 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

به نحوی انبار و نگهداری گردد که امکان اختلاط هیچ‌گونه ماده خارجی در دپوهای آنها وجود نداشته باشد. دپو کردن مصالح سنگی باید به روشی باشد که از جدا شدن دانه‌های ریز و درشت از یکدیگر جلوگیری به عمل آید. دپو کردن مصالح در محل انبار و همچنین برداشت مصالح از آن باید به نحوی باشد که به اختلاط و ایجاد یکنواختی در دانه‌بندی کمک نماید. امکانات زهکشی مناسب در دپوی مصالح شن و ماسه باید به ترتیبی پیش‌بینی شود که حداقل یک دوره ۲۴ ساعته برای تخلیه و زهکشی مصالح شن و ماسه قبل از استفاده از آنها در دستگاه بتن‌ساز به وجود آید. برای این کار می‌توان سطح زیر دپو را از مرکز به اطراف 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 به نحوی 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 یک مرتبه به هزینه خود دانه‌بندی را کنترل نماید. کلیه هزینه‌های دپو و خارج نمودن شن و ماسه آلوده از کارگاه به عهده پیمانکار می‌باشد.

### ۳-۴-۷- جابه‌جایی

شن و ماسه در هنگام ورود به دستگاه بتن‌ساز باید تمیز و عاری از مواد مضر باشند. کلیه مصالح سنگی قبل از ریخته شدن در محفظه 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 به کمک نوار نقاله به دستگاه 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 به محفظه‌های مختلف این دستگاه ریخته شود.

### ۳-۴-۸- دستگاه تهیه 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 به منظور بررسی به دستگاه نظارت تسلیم نماید:

۱- دیاگرام جریان

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

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

۴- 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 ماسه مورد نیاز خود را خریداری نماید. در این صورت مدارک مورد نیاز را باید از فروشنده شن و ماسه (منجمله کیفیت، اندازه، شکل، نوع سنگ و منحنی دانه بندی) تهیه و به دستگاه نظارت تسلیم نماید. پیمانکار باید شن و ماسه تهیه شده را آزمایش نموده کیفیت آن را به تأیید دستگاه نظارت برساند.

### ۳-۴-۹- نمونه برداری و آزمایش

آزمایشهای کنترل و تجزیه و تحلیل شن و ماسه در مراحل مختلف تولید، دپو کردن و عملیات بتن سازی 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 به منظور تصویب به دستگاه نظارت ارائه و گزارشهای تولید روزانه را نیز تسلیم نماید. کنترل تولید باید شامل نمونه برداری مرتب از شن و ماسه در محل دستگاه بتن ساز طبق دستور دستگاه نظارت باشد. همچنین دستگاه نظارت حق انجام آزمایشهای مستقل به منظور کنترل را برای خود محفوظ داشته و پیمانکار باید تمامی نیروی انسانی لازم، ابزار و تجهیزات مربوطه را تأمین نموده و به دستگاه نظارت در گرفتن نمونه‌های مورد نظر برای آزمایشهای کنترلی کمک نماید.

### ۳-۴-۱۰- مواد زیان آور

حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان آور در بتن، طبق جداول ۳-۴-۵-۲ و ۳-۴-۵-۳ از آیین نامه بتن ایران می‌باشد.

## ۳-۵- 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، قلیائیه‌ها، 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- انتخاب نسبت‌های اختلاط بتن باید براساس آبی باشد که در کارگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- مقاومتهای ۷ و ۲۸ روزه 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 ۳-۵-۱ از آیین‌نامه بتن ایران تجاوز کند.  
مقدار  $PH$  آب مصرفی در بتن نباید از  $4/5$  کمتر و از  $8/5$  بیشتر باشد. تعیین  $PH$  آب به‌کمک استاندارد د-ت ۳۰۳ صورت می‌گیرد.

## ۳-۶- افزودنیها

ماده افزودنی ماده‌ای است به‌غیر از سیمان پرتلند، سنگدانه، و آب که به‌صورت گرد یا مایع به‌عنوان یکی از مواد تشکیل‌دهنده 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 کاهنده آب (روان‌سازها)، مواد کندگیرکننده، مواد تسریع‌کننده، مواد ضد رطوبت، کاهنده نفوذپذیری، و ضد یخ‌ها می‌باشند. پیمانکار قبل از مصرف مواد افزودنی باید مشخصات فنی لازم را در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد. پیمانکار موظف است قبل از تهیه 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 به استفاده از این مواد می‌باشد. بدیهی است هزینه تهیه و آزمایش نمونه‌ها برعهده پیمانکار خواهد بود.

### ۳-۷- نسبت‌های اختلاط و روش‌های کنترل مقاومت بتن

#### ۳-۷-۱- مقاومت فشاری مشخصه بتن

مقاومت فشاری مشخصه بتن مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد کلیه مقاومتهای اندازه‌گیری شده برای رده بتن مورد نظر، ممکن است کمتر از آن باشد.

#### ۳-۷-۲- رده بتن مصرفی

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

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

#### ۳-۷-۳- 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 به سیمان مساوی ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود.

هنگام استفاده از سیمان معمولی و یا سیمان روباره کوره 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.

#### ۳-۷-۴- تعیین نسبت‌های اختلاط

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

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

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

### ۳-۷-۵- کارآیی

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

### ۳-۷-۶- پایایی بتن

پایایی بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به مقاومت 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 به نحو بهتری حفظ می‌کند. عوامل مؤثر در کاهش پایایی عبارتند از:

۱- یخ‌بندانهای متناوب

۲- رویارویی با عوامل شیمیایی خورنده

۳- سایش و فرسایش

۴- سنگدانه‌های واکنش‌زا

۵- خوردگی آرماتور

۶- نفوذپذیری بتن در برابر ورود آب، اکسیژن، دی اکسید کربن و سایر مواد مضر.

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

الف - مصرف سیمان مناسب

ب - انتخاب سنگدانه خوب و مناسب

پ - انتخاب صحیح و مناسب نسبت‌های اختلاط مواد تشکیل دهنده بتن

ت - استفاده از مواد افزودنی حباساز و کاهنده آب

ث - مصرف مقدار متناسب سیمان

ج - محدود کردن نسبت آب به سیمان به مقدار کافی و در عین حال کم

چ - تراکم بتن با وسایل و روش مناسب

ح - عمل آوردن به مدت کافی و به روشی مناسب

در ارتباط با پایایی بتن برای شرایط محیطی مختلف، کلیه مفاد بخش ۶-۳ از آیین نامه بتن ایران باید مورد توجه قرار گیرد.

### ۳-۷-۷- تهیه و آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای بتن

کلیه ضوابط مربوط به مقاومت فشاری مشخصه بتن براساس آزمایشهای نمونه‌های استوانه‌ای استوار است. در صورت استفاده از نمونه‌ای مکعبی باید مقاومت آنها به مقاومت نظیر نمونه‌های استوانه‌ای تبدیل شود.

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

۱- روش نمونه برداری از بتن ساده (دت ۵۰۲)

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

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

مقاومت فشاری مشخصه 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.

## ۳-۷-۸- ارزیابی و پذیرش بتن

## ۳-۷-۸-۱- تواتر نمونه برداری و آزمایش مقاومت

الف: مقصود از هر نمونه برداری از بتن عبارت از تهیه دو نمونه آزمایشی از آن می باشد که آزمایش مقاومت فشاری آنها در سن ۲۸ روز و یا هر سن دیگری که مقرر شده باشد انجام می گیرد. متوسط تاب فشاری این دو نمونه به عنوان یک نتیجه آزمایش مقاومت اختیار می شود. برای آگاهی از کیفیت بتن قبل از موعد مقرر می توان یک نمونه آزمایشی دیگر از بتن که آزمایش مقاومت فشاری آن در سن ۷ روز انجام می گیرد، تهیه کرد.

ب: در صورتی که حجم هر اختلاط بتن بیش از یک متر مکعب باشد، باید نمونه برداری از بتن به تعداد حداقل یک نمونه برداری 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 بتن ریزی 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) به همان نسبت تقلیل یابند.

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

ث: حداقل تعداد ۶ نمونه برداری از کل سازه ضرورت دارد.

ج: در صورتی که حجم بتن ریخته شده در کارگاه از ۲۰ متر مکعب کمتر باشد می توان از نمونه برداری و آزمایش مقاومت صرف نظر کرد مشروط بر اینکه بنا به تشخیص دستگاه نظارت شواهدی حاکی از رضایت بخش بودن کیفیت بتن موجود باشند.

## ۳-۷-۸-۲- ضوابط پذیرش بتن - نمونه های عمل آمده در آزمایشگاه

الف: مشخصات بتن در صورتی منطبق بر رده مورد نظر و قابل پذیرش تلقی می شود که یکی از شرایط (الف - ۱) یا (الف - ۲) به شرح زیر برآورده شود:

الف - ۱: در نتایج آزمایش فشاری سه نمونه متوالی، مقاومت هیچکدام از نمونه ها کمتر از مقاومت مشخصه نباشد.

$$X_{1,2,3} \geq f'_c \quad \text{(الف - ۱)}$$

الف - ۲: در صورت برآورده نشدن شرط الف - ۱، متوسط مقاومت نمونه ها از مقاومت

مشخصه به اضافه  $1/5 \text{ Mpa}$  و کمترین مقاومت نمونه ها از مقاومت مشخصه منهای  $4 \text{ Mpa}$



کمتر نباشد.

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

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

ب: مشخصات بتن در صورتی غیرمنطبق بر رده مورد نظر و غیرقابل پذیرش می باشد که متوسط مقاومت نمونه ها از مقاومت مشخص کمتر بوده و یا کمترین مقاومت نمونه ها 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 نمی کند ولی مطابق شرایط بند (ب) غیرقابل پذیرش نمی باشد. ممکن است بنابه تشخیص طراح بدون نیاز به بررسی های بیشتر، از نظر سازه ای قابل پذیرش تلقی شود.

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

ت: در کنترل شرایط انطباق بتن بر رده مورد نظر، از نتیجه آزمایش هیچکدام از نمونه ها نباید صرف نظر شود مگر اینکه با دلایل کافی نشان داده شود که در موقع قالبگیری نگهداری، حمل، عمل آوردن و یا آزمایش نمونه خطای عمده ای صورت گرفته است.

### ۳-۷-۸-۳- ضوابط کنترل روش عمل آوردن و محافظت بتن

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

ب: نمونه های عمل آمده در کارگاه باید مطابق روش «ساختن و عمل آوردن نمونه های آزمایشی بتن در کارگاه» (د ت ۵۰۴) عمل آورده شوند.

پ: نمونه های عمل آمده در کارگاه باید در همان زمان و از همان بتنی قالبگیری شوند که نمونه های آزمایشی عمل آمده در آزمایشگاه تهیه می شوند.

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

آزمایشگاه و یا به اندازه ۴ Mpa از مقاومت مشخصه بیشتر باشد، روش عمل آوردن و محافظت بتن رضایت بخش تلقی می شود، در غیر این صورت باید اقداماتی جهت بهبود روشهای مذکور صورت گیرند.

### ۳-۷-۸-۴- بررسی بتنهای با مقاومت کم

در صورتی که نتایج آزمایشهای مقاومت نمونه های عمل آمده در آزمایشگاه، براساس ضوابط مندرج در بند ۳-۷-۸-۲ نشان دهد که بتن بر رده مورد نظر منطبق نبوده و غیر قابل پذیرش می باشد، لازم است تدابیری جهت اطمینان از ظرفیت باربری سازه به شرح زیر اتخاذ شوند:

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

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 می رود، ظرفیت باربری کلیه قسمتهای سازه در حد قابل قبول خواهد بود، نوع بتن از نظر تأمین مقاومت در سازه قابل قبول تلقی می شود.

پ: در صورتی که شرایط بندهای الف و ب برآورده نشوند لازم است آزمایش مقاومت روی مغزه های گرفته شده از بتن در قسمتهایی که احتمال وجود بتن با مقاومت کمتر داده می شود به عمل آید. این آزمایشها باید مطابق روش آزمایش مغزه های مته شده و تیرهای بریده شده (دت ۶۲۵) از بتن به عمل آیند. برای قسمتهایی از سازه که نتایج آزمایش نمونه های آزمایشگاهی مربوط به آنها ضوابط پذیرش بتن مطابق بند ۳-۷-۸-۲ را برآورده نمایند باید سه مغزه تهیه و آزمایش شوند.

ت: اگر تحت شرایط بهره برداری ساختمان، بتن خشک باشد، مغزه ها باید در هوا (با درجه حرارت ۱۶ تا ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی کمتر از ۶۰ درصد) برای مدت هفت روز قبل از آزمایش خشک شده و به صورت خشک آزمایش شوند. اگر تحت شرایط بهره برداری ساختمان، بتن مرطوب یا غرقاب باشد، مغزه ها باید به مدت حداقل ۴۰ ساعت قبل از آزمایش در آب غوطه ور شده و به صورت مرطوب آزمایش شوند.

ث: در قسمتهایی که مقاومت بتن از طریق آزمایش مغزه ها تعیین می شود، بتن از نظر

تأمین مقاومت در سازه در صورتی رضایت بخش محسوب می شود که متوسط مقاومتهای فشاری سه مغزه حداقل برابر  $0/85$  مقاومت مشخصه بوده و هیچیک از مغزه ها مقاومتی کمتر از  $0/75$  مقاومت مشخصه نداشته باشد. برای کنترل دقت آزمایشها می توان مغزه گیری 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 به عمل آیند.

### ۳-۸- اختلاط بتن

۱- بتن باید به گونه ای مخلوط شود که تمامی مواد متشکله آن به صورت همگن در مخلوط کن پخش شوند و قبل از تغذیه مجدد، مخلوط کن به طور کامل تخلیه گردد.

۲- بتن آماده باید مطابق الزامات «مشخصات بتن آماده» (د ت ۵۰۱) یا مشخصات بتن تهیه شده از طریق پیمانانه کردن حجمی و اختلاط پیوسته (د ت - ۵۱۷) مخلوط شده و تحویل گردد.

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

الف: اختلاط بتن باید توسط مخلوط کن پیمانانه ای مورد تأیید دستگاه نظارت انجام گیرد.

ب: مخلوط کن باید با سرعت توصیه شده از طرف کارخانه سازنده آن چرخانده شود.

پ: عمل اختلاط باید حداقل به مدت  $1/5$  دقیقه، پس از قرار گرفتن تمامی مواد متشکله در داخل مخلوط کن، ادامه یابد مگر آنکه آزمایشهای انجام شده مطابق «مشخصات بتن آماده» (د ت ۵۰۱) نشان دهد زمان کوتاهتری رضایت بخش است.

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

ث: سابقه کار روزانه باید به صورت تفصیلی مشتمل بر موارد زیر ضبط و نگهداری شود:

۱- تعداد پیمانانه های تهیه شده

- ۲- نسبت‌های اختلاط مصالح به کار رفته
- ۳- محل نهایی تقریبی بتن‌های ریخته شده در سازه
- ۴- زمان و تاریخ اختلاط و بتن‌ریزی

### ۳-۹- ظرفیت بتن‌ریزی

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

### ۳-۹-۱- انتقال بتن

- ۱- انتقال بتن از مخلوط‌کن تا محل نهایی بتن‌ریزی باید مطابق روش‌هایی انجام گیرد که از جدا شدن مواد متشکله یا از بین رفتن مصالح جلوگیری به عمل آید.
- ۲- وسایل انتقال بتن باید بتوانند بتن را بدون جدا شدن مواد متشکله و بدون تأخیراتی که منجر به از دست رفتن حالت خمیری بتن می‌شود به پای کار برسانند.
- ۳- هنگامی که انتقال بتن توسط پمپ انجام می‌گیرد، نسبت حداکثر اندازه درشت دانه به کوچکترین قطر داخلی لوله انتقال بتن نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

الف: ۰/۳۳ برای سنگدانه‌های تیزگوشه

ب: ۰/۴۰ برای سنگدانه‌های کاملاً گردگوشه

### ۳-۱۰- آماده‌سازی وسایل و محل بتن‌ریزی

آماده‌سازی قبل از بتن‌ریزی باید شامل موارد زیر باشد:

- الف: کلیه وسایلی که برای مخلوط کردن و انتقال بتن به کار 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 به گونه‌ای 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 لوله مخصوص بتن‌ریزی در آب (ترمی) استفاده شود یا دستگاه نظارت آن را مجاز بداند.
- ج : لایه ضعیف سطح بتن و سایر مواد ناسالم باید قبل از ریختن بتن جدید روی بتن سخت شده قبلی زدوده شوند.

### ۳-۱۱- بتن‌ریزی

- ۱- بتن تا جایی که از نظر عملی امکان‌پذیر است باید نزدیک به محل نهایی خود ریخته شود تا از جدایی دانه‌ها در اثر جریان یا جابه‌جایی مجدد جلوگیری به عمل آید.
- ۲- آهنگ بتن‌ریزی باید به گونه‌ای باشد که بتن همواره در حالت خمیری بوده و به راحتی بتواند به فضاهاى بین میلگردها راه یابد.
- ۳- بتنی که به حالت نیمه‌سخت شده در آید یا توسط مواد زیان‌آور خارجی آلوده گردد نباید در بتن‌ریزی قطعات سازه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.
- ۴- بتنی که آب به آن اضافه شده و دوباره مخلوط شود یا پس از گیرش اولیه 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 به سیمان 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 اقلأً به مدت نصف حداقل زمان اختلاط لازم یا به اندازه نصف تعداد دورها دوباره مخلوط شود.
- ۵- بتن‌ریزی قطعات بتنی از آغاز تا پایان باید به صورت عملیات پیوسته‌ای در محدوده مرزها یا درزهای از پیش تعیین شده قطعات انجام گیرد، به جز در مواردی که توسط مهندس ناظر مجاز بوده و یا منع گردد.
- ۶- سطوح بالایی بتن ریخته شده بین دو درز اجرایی افقی متوالی باید عموماً در یک

تراز باشند.

۷- در صورتی که به درزهای اجرایی نیاز باشد، این‌گونه درزها باید مطابق ماده ۷-۳ ساخته شوند.

۸- 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.

### ۳-۱۲- عمل آوردن بتن

#### ۳-۱۲-۱- 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 از تراکم 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 به مجموعه تدابیری گفته می‌شود که اجازه می‌دهند سیمان موجود در بتن به مدت کافی مرطوب نگه داشته شود، به طوری که حداکثر میزان آبرگیری آن چه در لایه‌های سطحی دانه‌ها و چه در حجم آنها صورت پذیرد.

**ب:** محافظت به مجموعه تدابیری اطلاق می‌شود که مانع اثر نامطلوب عوامل بیرونی مانند شسته شدن به وسیله 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 به کمک حرارت است.

#### ۳-۱۲-۲- روشهای عمل آوردن

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

- الف: روشهایی که حضور آب اختلاط در بتن را در دوره سخت شدن اولیه حفظ می‌کنند، مانند استفاده از آب پاشی با پوششهای خیس اشباع شده.
- ب: روشهایی که از کاهش آب اختلاط به وسیله اندود کردن سطح جلوگیری می‌کنند، مانند استفاده از نایلون یا کاربرد ترکیبات عمل آورنده.
- پ: روشهایی که کسب مقاومت را با دادن گرما و یا رطوبت به بتن تسریع می‌کنند، مانند استفاده از بخار یا قالبهای تحت گرما.
- ت: در تمام موارد، روش انتخابی باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

### ۳-۱۲-۳- مدت عمل آوردن

مدت زمان عمل آوردن بتن به طور 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 درجه سلسیوس پایین تر رود.

### ۳-۱۳- بتن ریزی در هوای گرم

- ۱- در هوای گرم، باید نسبت به مواد متشکله بتن، روشهای تولید، نقل و انتقال، بتن ریزی 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 بهره برداری و پایایی قطعه یا سازه خدشه‌ای وارد سازند، جلوگیری به عمل آید.
- ۲- هنگام بتن ریزی، هیچ قسمتی از بتن نباید دمایی بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس داشته باشد، با خنک کردن مصالح بتن بویژه آب می‌توان دمای بتن را کاهش داد.
- ۳- روش ساخت و عمل آوردن بتن در هوای گرم باید به تأیید دستگاه نظارت برسد. کنترل درجه حرارت در زمان بتن ریزی، جزئی از مشخصات فنی خصوصی و از تعهدات پیمانکار است.

### ۳-۱۴- بتن ریزی در هوای سرد

- ۱- وسایل کافی به منظور گرمایش مصالح بتن و محافظت آن در شرایط یخبندان باید

## حداقل زمان عمل آوردن بتن

دمای متوسط سطح بتن**			شرایط محیطی	نوع سیمان
هر دمایی بین ۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس	بالاتر از ۱۰ درجه سلسیوس	۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس		
$\frac{60}{T+10}$ روز	۳ روز	۴ روز	متوسط	نوع ۱، ۲، ۳، ۵
			ضعیف	
$\frac{80}{T+10}$ روز	۴ روز	۶ روز	متوسط	همه سیمانها بجز نوع ۱، ۲، ۳، ۵ و همه سیمانهای حاوی
$\frac{140}{T+10}$ روز	۷ روز	۱۰ روز	ضعیف	مواد پوزولانی یا روباره‌ای
ضابطه‌ای خاص ضرورت ندارد.			خوب	همه سیمانها

\* شرایط محیطی مندرج در این ستون به شرح 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 درجه سلسیوس می‌باشد.

به کار گرفته شود.

۲ - 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 سخت شده، باید عاری از هرگونه یخزدگی باشند.

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



داشته باشد. حداقل دمای ۱۰ درجه سلسیوس ارجح است.

۴- 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 به پایین‌تر از ۵ درجه سلسیوس نزول کند و عمل آوردن با آب فقط هنگامی می‌تواند صورت گیرد که قطعه بتنی به مقاومت ۵ مگاپاسکال رسیده باشد.

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

۶- روش ساخت و عمل آوردن بتن در هوای سرد باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

### ۳-۱۵- آرماتور

#### ۱-۱۵-۳

آرماتور مورد استفاده در مخازن از نوع آجدار طبقه ۳۰۰S با مقاومت مشخصه ۳۰۰ مگاپاسکال می‌باشد. استفاده از آرماتور با مقاومت زیادتر باید طبق اجازه و تأیید دستگاه نظارت باشد. مقاومت مشخصه فولاد بر مبنای مقدار تنش تسلیم آن تعیین می‌شود و معادل مقدار مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد مقاومتهای اندازه‌گیری شده برای حد تسلیم کمتر از آن باشند.

#### ۲-۱۵-۳

آزمایشهای لازم برای میلگردهای مصرفی در مخازن عبارتند از:

- آزمایش کششی میلگرد به شماره دت ۷۰۱

- آزمایش تاشدگی به زاویه ۱۸۰ درجه به شماره دت ۷۰۳

- آزمایش خم کردن و باز کردن خم میلگرد به شماره دت ۷۰۳

#### ۳-۱۵-۳- نمونه برداری

مقاومت و سایر مشخصه‌های میلگردها بر مبنای نتایج آزمایش نمونه‌های بریده شده از آنها تعیین می‌شوند. در هر نمونه برداری باید یک قطعه به طول یک متر بریده شود که نمونه‌های آزمایشی از این قطعه جدا می‌شوند.

#### ۴-۱۵-۳- تواتر نمونه برداری

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.

### ۳-۱۵-۵- ضوابط پذیرش میلگردها (یا فولاد)

مقاومت مشخصه فولاد وقتی بر طبقه مورد نظر منطبق و قابل پذیرش می‌باشد که علاوه بر اقتناع بند ۳-۱۵-۶ یکی از شرایط الف یا ب به شرح زیر برآورده شوند:

**الف -** از نتایج آزمایشهای کششی پنج نمونه هیچکدام از نمونه‌ها دارای حد تسلیم کمتر از مقاومت مشخصه فولاد نباشد.

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

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

که در آن  $f_{ym}$  و  $S_{10}$  به شرح زیر می‌باشند:

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

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

در صورت برآورده نشدن شرایط الف یا ب، مقاومت مشخصه فولاد از نظر انطباق با طبقه مورد نظر غیر قابل پذیرش می‌باشد.

### ۳-۱۵-۶- شکل پذیری

شکل پذیری میلگرد بر مبنای آزمایش تاشدگی به زاویه ۱۸۰ درجه یا آزمایش خم کردن و باز کردن خم با استفاده از فلکه استاندارد تعیین می‌شود. شکل پذیری میلگرد وقتی قابل پذیرش است که در آزمایش کشش از دیاد طول نسبی گسیختگی از ۸ درصد روی ده برابر قطر و از ۱۲ درصد روی پنج برابر قطر میلگرد کمتر نباشد.

## ۳- ۱۵- ۷- جوش پذیری

جوش پذیری میلگرد به نحوه تولید و ترکیب شیمیایی آن بستگی دارد. تمامی میلگردهای گرم نورد شده و با ترکیب شیمیایی متعارف دارای جوش پذیری مطلوب می باشند. میلگردهای سرد اصلاح شده و گرم عمل آمده در برابر حرارت جوش بسیار حساس بوده و با طرق معمول جوش پذیر نیستند. وصله جوشی این نوع میلگردها فقط با رعایت ضوابطی که برای انواع مختلف میلگردها متفاوتند، میسر می باشد.

## ۳- ۱۵- ۸- انبار کردن و نگهداری فولاد

میلگرد فولادی باید در محلهای تمیز و عاری از رطوبت انبار شوند تا از زنگ زدگی و کثیف شدن سطح آنها جلوگیری به عمل آید.

## ۳- ۱۵- ۹- بریدن میلگرد

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

## ۳- ۱۵- ۱۰- خم کردن میلگردها

الف - تمام میلگردها باید به صورت سرد خم شوند، مگر آنکه دستگاه نظارت روش دیگری را مجاز بداند.

ب - خم کردن میلگرد باید حتی المقدور به طور مکانیکی، در یک عبور، توسط ماشین مجهز به فلکه خم کن و در سرعت ثابت انجام پذیرد، به نحوی که قسمت خم شده دارای شعاع انحنای ثابتی شود.

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

الف: میلگردهای اصلی و خاموت‌های به قطر بیشتر از ۱۶ میلی‌متر

حداقل قطر خم			قطر میلگرد
۵۴۰۰ و ۵۵۰۰	۵۳۰۰	۵۲۲۰	
$6 d_b$	$5 d_b$	$5 d_b$	کمتر از ۲۸ میلیمتر
$8 d_b$	$6 d_b$	$5 d_b$	۲۸ تا ۳۴ میلیمتر
$10 d_b$	$10 d_b$	$7 d_b$	۳۶ تا ۵۵ میلیمتر*

\* برای خم کردن میلگردهای به قطر ۳۶ میلی‌متر و بیشتر و بازو به بیش از ۹۰ درجه به روشهای خاص نیاز است.

ب: خاموتها

حداقل قطر خم			قطر میلگرد
۵۴۰۰ و ۵۵۰۰	۵۳۰۰	۵۲۲۰	
$4 d_b$	$4 d_b$	$2/5 d_b$	۱۶ میلی‌متر و کمتر

ت: سرعت خم کردن میلگردها باید متناسب با نوع فولاد و دمای محیط اختیار شود. در مورد میلگردهای سرد اصلاح شده، سرعت خم کردن را باید به طور تجربی تعیین کرد.

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

ج: به طور کلی باز و بسته کردن خمها به منظور شکل دادن مجدد به میلگرد به جز در موارد استثنایی که باید با اجازه دستگاه نظارت باشد، مجاز نیست. در صورت اخیر تمام میلگردها باید از نظر ترک خوردگی 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 به وسیله دستگاه نظارت اجازه داده شود.

## ۳- ۱۵- ۱۱- حمل و انبار کردن میلگردها

میلگردها در فاصله زمانی ورود به کارگاه تا مصرف و قرار گرفتن آنها در سازه باید با رعایت ملاحظات زیر جابه جا و انبار شوند:

الف: از صدمات مکانیکی یا تغییر شکل‌های پلاستیکی نظیر بریدگی، ضربه ناشی از پرتاب شدن از ارتفاع، و غیره مصون بماند.

ب: از گسیختگی جوشها در شبکه‌های جوش شده 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 به کاهش سطح مقطع میلگردها شود، قرار نگیرند.

## ۳- ۱۵- ۱۲- شرایط رویه میلگردها

قبل از جاگذاری میلگردها، باید اطمینان حاصل شود که رویه 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 به تمیز کردن پوسته زنگ خواهد بود.

## ۳- ۱۵- ۱۳- جاگذاری و بستن آرماتورها

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

در مواردی که رواداریها به وسیله دستگاه نظارت مقرر نشده باشند، میلگردها باید در محدوده رواداریهای زیر جاگذاری شوند:

الف: انحراف ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها نسبت به ضخامت تعیین شده در

نقشه‌ها ۸ میلیمتر.

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

- ۲۰۰ میلیمتر و یا کمتر باشد،  $\pm ۸$  میلیمتر

- بزرگتر از ۲۰۰ میلیمتر و کوچکتر از ۶۰۰ میلیمتر باشد  $\pm ۱۲$  میلیمتر

- مساوی یا بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر باشد  $\pm ۲۰$  میلیمتر

پ: انحراف فاصله جانبی بین میلگردها از فاصله‌های مشخص شده در نقشه‌ها  $\pm ۳۰$

میلیمتر.

ت: انحراف موقعیت طولی خمها و انتهای میلگردها در انتهای ناپیوسته قطعات  $\pm ۲۰$

میلیمتر.

مقدار حداکثر رواداریهای مذکور برای ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها تا جایی

معتبر است که ضخامت پوشش از  $\frac{۲}{۳}$  مقدار تعیین شده کمتر نشود.

ت: در سایر موارد  $\pm ۵۰$  میلیمتر

### ۳- ۱۵- ۱۴- قطعات تثبیت میلگرد

جنس، ابعاد، تعداد و فاصله لقمه‌ها و خرکها و سایر قطعاتی که برای تثبیت میلگردها در

جای خود به کار می‌رود باید به نحوی انتخاب شود که علاوه بر ایجاد پوشش بتنی لازم، مانع

ریختن بتن نشوند و نقاط ضعف از نظر مقاومت و پایایی ایجاد نکنند.

### ۳- ۱۵- ۱۵

برای به هم پیوستن آرماتورها توسط عناصر غیرسازه‌ای باید از سیمها یا اتصال‌دهنده‌ها و

گیره‌های فولادی استفاده کرد. باید دقت شود که انتهای برجسته سیمها و گیره‌ها داخل قشر

بتن محافظ (پوشش) واقع نشوند.

### ۳- ۱۵- ۱۶

استفاده از جوشکاری برای بهم بستن میلگردهای متقاطع، مگر برای فولادهای جوش‌پذیر

و با تأیید دستگاه نظارت مجاز نمی‌باشد.

## ۳- ۱۵- ۱۷

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

## ۳- ۱۶- قالب بندی

## ۳- ۱۶- ۱- 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 هر بار مصرف باید با مواد رهاساز قالب پوشانده شوند، این مواد باید چنان به کار گرفته شوند که لایه‌ای یکنواخت و نازک روی سطوح قالب ایجاد نمایند بدون آنکه موجب آلودگی آرماتورها شوند.

**پ:** در مواردی که دسترسی به کف قالبها دشوار یا غیرممکن است باید با تعبیه دریچه‌های بازدید و کفشور قالب نسبت به نظافت 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.

به منظور جلوگیری از بروز تغییرشکلهای تابع زمان در قطعات بتن آرمه 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 به دهانه بزرگتر از پنج متر، تیرهای طره به طول بیش از دو و نیم متر، دالهای به دهانه بزرگتر از سه متر و دالهای طره‌ای به طول بیش از یک و نیم متر اجباری است. تعداد پایه‌های اطمینان پیش‌بینی شده باید به اندازه‌ای باشد که فاصله هر دو پایه اطمینان مجاور در هیچ مورد از سه متر تجاوز ننماید.

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

## ۳- ۱۶- ۲- رواداریها

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

## ۳- ۱۶- ۳- تنظیم قالب بندی

قالب بندی باید قبل، ضمن و بعد از بتن ریزی به دقت زیر نظر قرار گرفته و در مراحل مختلف به منظور حفظ مجموعه در محدوده رواداریهای تعیین شده تنظیم شود.

## ۳- ۱۷- قالب برداری

## ۳- ۱۷- ۱- کلیات

الف: قالب باید وقتی برداشته شود که بتن قادر به تحمل تنشهای وارده بوده و تغییر شکل آن از تغییر شکلهای پیش بینی شده تجاوز نکند.

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

پ: عملیات قالب برداری و جمع کردن پایه ها باید گام به گام بدون ضربه و اعمال نیرو چنان صورت گیرند که اعضاء و قطعات تحت بارهای ناگهانی قرار نگرفته، بتن صدمه نبیند و خدشهای به ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات وارد نشود.

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

ث: در صورتی که در اثر برداشتن بی رویه قالبها خسارتی به بتن وارد آید، هزینه تعمیر و جبران آن به عهده پیمانکار خواهد بود.

## ۳- ۱۷- ۲- زمان قالب برداری

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



## حداقل زمان لازم برای قالب برداری

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

- 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 به کمتر از صفر درجه سلسیوس تنزل نماید باید ارقام مندرج در جدول متناسباً و حداقل به میزان 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 قالب برداری سطوح قائم باید برای حفظ بتن در برابر گرما یا سرمای محیط بلافاصله پس از قالب برداری، عمل آوردن بتن به روش مقتضی صورت پذیرد.
  - اگر ملاحظات خاصی برای پرهیز از ترکهای زودهنگام و یا حذف آنها (خصوصاً در اعضا و قطعات با ضخامتها یا رویارو با درجه حرارتهای مختلف) یا تقلیل تغییرشکلهای ناشی از وارفنگی مدنظر باشند، باید ارقام فوق را افزایش داد.
  - چنانچه عمل آوردن تسریع شده یا قالب بندی خاص نظیر قالبهای لغزان مطرح باشد ممکن است مقادیر فوق را کاهش داد.

پ: برداشتن قالبها و پایه ها در مدتهای کمتر از مقادیر مندرج در جدول فقط به شرط آزمایش قبلی میسر است.

در صورتی که آزمایش نمونه های آگاهی (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به هفتاد درصد مقاومت بیست و هشت روزه مورد نظر باشد، می توان قالب سطوح زیرین را برداشت ولی برداشتن پایه های اطمینان در صورتی مجاز است که علاوه بر رعایت سایر محدودیتهای مقاومت بتن به مقاومت بیست و هشت روزه مورد نظر رسیده باشد.

### ۳-۱۸- برداشتن پایه‌های اطمینان

الف: برای تیرهای تا دهانه 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 بتن آرمه، نظیر سازه‌هایی که با قالب تونلی و یا قالب‌واره‌هایی به ابعاد بزرگ ساخته می‌شوند، می‌توان برچیدن و زدن مجدد پایه‌های اطمینان را تا دهانه ده متر مجاز تلقی کرد مشروط بر اینکه زدن پایه‌های اطمینان بلافاصله پس از برداشت قالب صورت گرفته و در عمل از عدم بروز ترکها و تغییرشکل‌های نامطلوب اطمینان حاصل گردد.

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

ت: در صورتی که قالب‌بندی طبقه فوقانی روی طبقه زیرین تکیه نماید، برداشتن پایه‌های اطمینان طبقه زیرین وقتی میسر است که بتن طبقه فوقانی مقاومت لازم را به‌دست آورده باشد. ارجح آن است که همیشه در دو طبقه 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 پایه اطمینان را متوقف نمود.

### ۳-۱۹- سطح تمام شده بتن

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

تماس با آب، حتی الامکان باید صاف و نزدیک به لیسسه‌ای باشد. سطح حاصل از قالبهای فلزی و یا روکشهای چندلایی با پوشش لاک، در صورت عاری بودن از مناطق کرمو، برای این منظور قابل قبول 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 ماله فلزی در حالتی نزدیک به بتن لیسسه‌ای، پرداخت شود.

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

در طراحی قالبهای مربوط به دیوارهای سازه‌های نگهدارنده آب، علاوه بر رعایت نکات عمومی مربوط به سازه‌های بتن آرمه معمولی، باید توجه خاصی به بولتهایی که از میان بتن عبور نموده و قالب دوطرف دیوار را به یکدیگر 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 به عدم امکان آب‌بندی کامل محل بولتها، نباید از بولتهایی که طول آنها به اندازه تمام ضخامت دیوار می‌باشد، استفاده کرد. جزییات کار باید طوری ترتیب داده شود که در سر بولت، پوششی از بتن به اندازه 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 به بولت باید دورادور و بدون درز باشد.

### ۳- ۲۰- اندود داخلی

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

### ۳- ۲۱- آزمایش آب‌بندی مخازن

#### الف- 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  $\frac{1}{50}$  عمق آب تجاوز نماید.

در صورتی که نتیجه 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 به‌هزینه خود و با تأیید دستگاه نظارت این اصلاحات را انجام دهد.

#### ب - 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 به مدت ۲۴ ساعت با عمق حداقلی مساوی ۲۵ میلی‌متر.

ب: باید توسط سیستم آب‌پاش، جریان دائمی به مدت 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



#### ۴-۱- کلیات

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

#### ۴-۲- ملات ماسه سیمان

ملات ماسه سیمان مخلوطی است از ماسه، سیمان و آب به مقدار کافی، به نحوی که مخلوط خمیری حاصل به سهولت قابل به کار بردن باشد. ملاتهای ماسه سیمان باید به اندازه مصرف ساخته شوند. از به کار بردن ملاتهایی که بیش از یک ساعت از ساختن آن گذشته باشد، باید خودداری شود.

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

#### ۴-۳- ملات باتارد

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

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

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



جدول شماره ۴ - ۱

مقاومت نمونه	مقاومت نمونه ۷۰×۷۰×۷۰ میلیمتر	وزن مخصوص ملاط تهیه شده	آب	پودر آهک شکفته	سیمان پر تاند نوع ۱	ماسه رنده از الک نمره ۴ (۷۶/۴ میلیمتر)		نوع ملاط	ردیف
						کفی (خاکدان)	شسته		
۹	۸ روزه	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	وزن مخصوص ( $\text{KN/m}^3$ )
-	-	-	۱۰/۰۰	۵/۷۵	۱۱/۵۰	۱۴/۸۰	۱۲/۴۰ ۱۶/۲۰	-	واحد
مگا پاسکال									
۴/۵ تا ۴/۳	۲/۹ تا ۲/۳	۲۰/۵۷	۲۵۶	-	۱۹۸	-	۱/۰۳۳	۱:۶	ملاط ماسه سیمان
۸/۷ تا ۷/۵	۴/۹ تا ۴/۶	۲۰/۶۴	۲۵۶	-	۲۲۷	-	۱/۰	۱:۵	ملاط ماسه سیمان
۱۳/۹ تا ۱۳/۷	۷/۶	۲۰/۷۳	۲۶۱	-	۲۸۵	-	۰/۹۹	۱:۴	ملاط ماسه سیمان
۲۲/۵ تا ۲۲/۰	۱۱/۷	۲۰/۸۹	۲۵۸	-	۳۶۰	-	۰/۹۴	۱:۳	ملاط ماسه سیمان
۲/۸ تا ۲/۰	۱/۴	۱۹/۷۲	۲۸۰	۱۳۱	۱۳۱	-	۰/۹۱	۱:۲:۸	ملاط باتارد
۲/۱ تا ۱/۴	۰/۹ تا ۰/۶	۱۹/۹۲	۲۷۵	۱۱۰	۱۱۰	-	۰/۹۶	۱:۲:۱۰	ملاط باتارد

برای تهیه مخلوط با نسبتهای حجمی مختلف در کارگاه، به نحوی که مینای کار یک کیسه سیمان باشد، باید مکعب مستطیلی به ابعاد  $۴۰ \times ۴۰ \times ۲۷$  سانتیمتر تهیه کرده و مخلوط مورد نظر را به کمک آن تهیه نمود. به طور مثال برای تهیه ملاط باتارد ۱:۲:۸ کافی است که به کمک مکعب مستطیل فوق، هشت حجم ماسه و دو حجم پودر آهک شکفته برداریم. و سپس به آن یک کیسه سیمان اضافه کنیم تا مخلوط ۱:۲:۸ به دست آید.

## فصل ۵

# عملیات بنایی با سنگ



## ۵-۱- سنگ

### ۵-۱-۱- کلیات

سنگهای مصرفی در مخازن وزنی سنگی باید مشخصات مندرج در استانداردهای شماره ۴۴۹، ۵۷۸، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹ و ۶۶۵ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران را دارا باشند، به علاوه این سنگها باید یکنواخت و بدون ترک و عاری از رگه‌های خاکی که به استحکام آنها زیان می‌رساند، باشند. به کار بردن سنگهایی که دارای پیریت و اولیون باشد، ممنوع است. ضخامت سنگهای تراش نباید از ابعاد نشان داده شده در نقشه‌ها کمتر باشد، نمونه سنگهای مصرفی در بنایی و نماسازی باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت رسیده باشد.

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

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

### ۵-۱-۲- سنگ 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.

#### ۵-۱-۳- 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 شده آن ۷۰ مگاپاسکال باشد.

#### ۵-۱-۴- 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.

#### ۵-۲- بنایی با سنگ

##### ۵-۲-۱- کلیات

۵-۲-۱-۱- 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 کلیه 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 به کار رود. سنگهایی که در گوشه بنا به کار می‌رود باید از بین بزرگترین قطعات انتخاب شود.

۵-۲-۱-۲- 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 به کار رود تا درجه حرارت از مقدار مشخص شده بالا کمتر نشود.

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

#### ۵-۲-۱-۴- 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.

#### ۵-۲-۲- بنایی با سنگهای تراشیده

۵-۲-۲-۱- تعریف: سنگ چینی، چه به صورت منظم در رگه های یکنواخت و چه به صورت پراکنده، باید با سنگهایی ساخته شود که هر یک بتنهایی به ابعاد دقیق مورد نظر در نقشه ها یا مشخصات، تراشیده و آماده شده باشد، و با در نظر گرفتن جزییات در بستری از ملات نصب شود.

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

۵-۲-۲-۳- ترتیب قرار دادن سنگها: ترتیب و جزییات کار گذاشتن سنگها و طریقه قفل و بست نمودن آن باید مطابق نقشه ها 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.

۵-۲-۲-۴- سنگ چینی: سنگ چینی باید کاملاً منطبق بر ترازها و ابعاد نشان داده شده انجام شود. به طوری که طریقه کارگذاری، قفل و بست و ضخامت لایه ملات در بندهای افقی و قائم به شکل 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، به طریقی که سنگهای کار گذاشته شده جابه جا نشود.

سنگ چینی باید به طور یکنواخت انجام شود، به طوری که در هر زمان هیچ قسمت از یک دیوار بیش از یک متر بالاتر از قسمتهای دیگر آن نباشد. در سنگ چینی باید دقت کرد که سطح نمای سنگ به ملات آغشته نشود.

۵-۲-۲-۵- قفل و بست در کارهای بنایی با سنگ: در مواقع لازم باید میله مهار یا سایر وسایل مهار قابل قبول، به اندازه های مشخص شده در نقشه ها در داخل سنگ چینی کارگذاری شود.

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

به جز 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 می شود، باید قبل از سخت شدن ملات به عمق لازم از ملات خالی گردد.

### ۵-۲-۳- بنایی با سنگ لاشه

۵-۲-۳-۱- تعریف لاشه چینی: لاشه چینی چه به صورت منظم در رگهای یکنواخت و چه به صورت پراکنده، باید با استفاده از سنگهایی انجام شود که تا حد ممکن دارای سطوح چهارگوش بوده، و گوشه های تیز و نامناسب آن تراشیده شده باشد، در این نوع بنایی از ملات ماسه سیمان به عنوان لایه چسباننده استفاده می شود.

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

۵-۲-۳-۳- ترتیب قرار دادن سنگها: سنگها باید به طریقی قرار گیرد که هیچ یک از بندهای عمودی دورج پیاپی، روی هم قرار نگیرد.

۵-۲-۳-۴- لاشه چینی: لاشه چینی 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 به مندرجات نشریه شماره ۹۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی نیز الزامی است.





## فصل ٦

### عایقکاری حفاظتی بتن



## مقدمه

به منظور 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 و گونی عایقکاری شوند. در این فصل مشخصات فنی مصالح مصرفی و روشهای کار ارائه می شود.

### ۶-۱- مصالح

#### ۶-۱-۱- گونی

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

#### ۶-۱-۲- گونی 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 به مدت ۲ ساعت در گرمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گیرد، قیر آن نباید نرم و روان شود؛ در صورتی که به مدت ۵ ساعت در گرمای ۵۰ درجه سلسیوس بماند، و سپس در درجه معمولی خشک شود، نباید ترک بخورد. اگر گونی

قیراندود به دور استوانه‌ای به قطر ۵ سانتی متر در سرمای صفر درجه سانتی‌گراد پیچیده شود، نباید پاره شود.

### ۶-۱-۳- مشمع قیراندود

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

### ۶-۱-۴- قیر

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

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

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

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

ت - 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 به سرعت تبخیر می‌گردد، و قیر خالص به صورت اولیه (قبل از مخلوط شدن با حلال) برجای می‌ماند.

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

ج - قیر مایع دیرگیر: (*Slow Curing*) با علامت اختصاری «*S.C.*» قیر مایعی است که خیلی به آرامی لخته می شود، و در واقع عمل تجزیه بر روی مواد تشکیل دهنده قیر مایع صورت می گیرد (تغییرات، ملکولی انجام می شود).

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

۱ - غیر قابل نفوذ در مقابل آب و رطوبت

۲ - مقاوم در مقابل اسیدها، بازها و نمکها.

۳ - قابل ارتجاع

۴ - چسبنده

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

۶ - تشکیل دهنده قشر نازک پایدار بر روی اجسام مختلف

۷ - دارای رنگ ثابت

۸ - عایق در مقابل جریانات الکتریکی

قیر در بعضی از موارد برخی از خواص خود را از دست می دهد، به طوری که نمی توان از آن به خوبی استفاده کرد، این موارد عبارت است از:

۱ - در حرارت زیاد تجزیه شده، و ضمن اشتعال به ذغال تبدیل می شود.

۲ - در محیط مرطوب و یا آلوده به خاک نرم خاصیت چسبندگی ندارد.

۳ - در مقابل فشار و حلالها تغییر شکل می دهد.

قیرها به صورت زیر طبقه بندی می شوند.

الف - قیرهای جامد (*Asphalt Cement*) یا (*Penetration Grade*): این محصولات

مستقیماً از تقطیر نفت خام به دست آمده و برحسب درجه نفوذ، نام گذاری شده است.

نفوذپذیری قیر عبارت است از مقدار فرورفتگی گلوله ای به وزن معین در گرمای مشخص، و

در مدت معلوم، در قیر مورد نظر، قیرهای نرمتر که دارای درجه نفوذ بیشتری می باشند

(درجه نفوذ ۶۰ تا ۳۰۰) از تقطیر نفت خام به دست می آیند، و قیرهایی که دارای درجه نفوذ کمتری می باشند (درجه نفوذ ۱۰ تا ۶۰) از طریق هوا دادن به قیرهای نرم تولید می شوند. محصولاتی که در ایران مستقیماً از تقطیر نفت خام به دست می آید به شرح زیر است:

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

قیرهایی که با هوا دادن به یکی از قیرهای نرم فوق تهیه می شوند عبارتند از:  
 ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰، ۴۰-۳۰، ۵۰-۴۰، (و در بعضی موارد ۷۰-۶۰)، اعداد مذکور مشخص کننده درجه نفوذ قیر می باشند.

ب - قیرهای جامد اکسیده شده: این محصولات از اکسید شدن مخلوطی از قیرهای نرم با مواد روغنی سنگین به دست آمده، و برحسب نقطه نرمی و درجه نفوذ نامگذاری شده اند. چون این مواد انعطاف پذیر می باشند، با علامت «R» مشخص شده، و شامل انواع زیر می باشند:

R90 - 15 , R85 - 25

اعداد ۸۵ - ۹۰ نقطه نرمی قیر، و اعداد ۱۵ - ۲۵ درجات نفوذ آن را نشان می دهند، به این ترتیب، هر چه درجه نفوذ بیشتر باشد، قیر نرم تر است، بالعکس، کم بودن رقم معرف سختی قیر می باشد.

## ۶-۲ - نحوه عایقکاری

### ۶-۲-۱ - 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 به ضخامت ۲ سانتیمتر اندود نمود، و سطح آن را کاملاً صاف کرد. عایقکاری بر روی سطوح مرطوب به هیچ وجه مجاز نیست. برای زیرسازی عایقکاری سقف، چنانچه در نقشه به نحوه دیگری مشخص نشده باشد، می توان به جای ملات ماسه سیمان، آسفالت مخصوص سقف (توپکا) به ضخامت ۲ سانتیمتر به کار برد، عایقکاری به هیچ وجه نباید هنگام بارندگی انجام گیرد. به کار بردن میخ برای نصب ورقهای عایقکاری مجاز نیست.

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

لایه‌های متوالی عایق عمود بر یکدیگر قرار گیرند.

ورقهای عایق باید از هر طرف به اندازه ۱۰ سانتیمتر در جهت حرکت آب همدیگر را بپوشانند، و با قیر کاملاً به هم بچسبند. عایقکاری روی دیوارهایی که پس از انجام کار در مجاورت خاک قرار خواهند گرفت، باید به وسیله یک دیوار آجری به ضخامت ۱۱ سانتیمتر، که با ملات ماسه سیمان 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 به نحو رضایت بخشی ترمیم شود.

#### ۶-۲-۲- عایقکاری با قیرگونی

۶-۲-۲-۱- کلیات: ضمن رعایت نکات مندرج در استاندارد شماره ۲۱۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران عایقکاری باید به ترتیب زیر اجرا شود.

الف - عایقکاری نباید در حرارت کمتر از  $4^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس انجام شود.

ب - قیرهای مصرفی را نباید بیش از  $177^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس حرارت داد، در غیر این صورت، قیر خاصیت اصلی خود را از دست می‌دهد.

پ - قیر باید تا هنگامی که گرم و به صورت مایع روان است، مصرف شود.

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

الف - در مورد عایقکاری زیر دیوارها باید سطح دیوار بتنی زیر عایقکاری که خشک شده است، کاملاً تمیز شود، و سپس یک لایه قیر  $70-60$  مذاب به مقدار  $1/5$  کیلوگرم در هر متر مربع به طور یکنواخت روی آن پخش شود.

ب - در حالی که قیر هنوز گرم است، یک لایه گونی روی آن گسترده و بر روی سطح فشار داده شود، به طوری که در تمام نقاط کاملاً به قیر بچسبند.

پ - لایه‌ای از قیر مذاب  $70-60$  به مقدار یک کیلوگرم در هر متر مربع به طور یکنواخت مجدداً روی آن پخش شود، به طوری که تمام سطوح گونی را بپوشاند.



ت - در مورد سطوح قائم دیوارهایی که بدین نحو عایقکاری می شوند، باید ترتیب عایقکاری از بالا به پایین باشد.

ث - در مورد قشر دوم باید یک لاگونی و قیر طبق آنچه در بندهای «ب» و «پ» گفته شد، اضافه شود.

ج - به منظور حفاظت، باید یک تیغه ۱۱ سانتی متری روی عایقکاری چیده شود.

تبصره ۱ - در مناطق گرمسیر و معتدل گرم به جای قیر ۷۰ - ۶۰، باید مخلوطی به نسبت  $\frac{۲}{۳}$  قیر ۷۰ - ۶۰ و  $\frac{۱}{۳}$  قیر ۲۵ - ۸۵ به کار رود.

تبصره ۲ - 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 پله دار باشد.

### ۶-۲-۲-۳- عایقکاری سقف و نظایر آن:

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

ب - یک لایه قیر مذاب ۷۰ - ۶۰ به مقدار ۲ کیلوگرم در هر متر مربع به طور یکنواخت روی سطح سقف پخش می شود. به طوری که تمام سطح را بپوشاند، در هوای سرد، به جای قیر ۷۰ - ۶۰، می توان قیر R.C, 2 به کار برد.

پ - یک لاگونی خشک، تمیز، و بدون چروک روی قیر گسترده، و روی سطح فشار داده می شود، به طوری که در تمام نقاط گونی کاملاً به قیر بچسبد.

ت - قشری از مخلوط قیر ۷۰ - ۶۰ و قیر ۲۵ - ۸۵ به نسبت مساوی به صورت مذاب و به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هر متر مربع، به طور یکنواخت روی گونی پخش می گردد.

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

ج - لایه ای از مخلوط قیر مذاب ۷۰ - ۶۰ و ۲۵ - ۸۵ به نسبت ۱ به ۲ به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هر متر مربع بر روی آخرین لایه گونی به طور یکنواخت که تمام سطح را بپوشاند، پخش می گردد.

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

باشد، همه قشرها به غیر از قشر اول و آخر، باید طبق بند «پ» و «ت» انجام گیرد.  
ح - قشرهای عایقکاری در اطراف هواکشها، باید حداقل ۱۵ سانتیمتر بالاتر از سطح تمام شده سقف بالا برده شوند.

تبصره ۱ - عایقکاری سقف در مناطق گرم نظیر عایقکاری در مناطق سرد و معتدل است، با این تفاوت که به جای قیر ۲۵ - ۸۵ باید قیر ۱۵ - ۹۰ به کار رود.

د - در صورتی که قشر محافظ عایق آسفالت باشد، باید روی عایق را با یک قشر سه سانتیمتری از آسفالت به عیار 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) به ضخامت حداقل ۵ سانتیمتر روی سطح عایق پخش کرد.

#### ۶-۲-۳ - عایقکاری با گونی و مشمع قیراندود

۶-۲-۳-۱ - عایقکاری با گونی قیراندود: زیر عایقکاری باید یک قشر قیر مذاب از نوعی که در عایقکاری با قیر و گونی مصرف می شود، به مقدار 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، به وسیله قیر مذاب در محل اتصال کاملاً به هم بچسبند، به طوری که هیچ گونه درزی باقی نماند.

۶-۲-۳-۲ - عایقکاری با مشمع قیراندود: عایقکاری با مشمع قیراندود باید طبق نقشه و مشخصات کارخانه سازنده مشمع و تضمین کافی و رعایت دستورات دستگاه نظارت، به طور کامل و به دقت انجام شود.



## فصل ۷

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



## ۷-۱- انواع درزها

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

## ۷-۲- محل، فاصله و تعداد درزها

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

## ۷-۳- سطح درز

سطح بتن در درزها باید قالب‌بندی شده و گونیا باشد. در درزهای اجرایی سطح درز باید قبل از گیرش بتن به صورت ناهموار درآید. در درزهای انقباضی و انبساطی سطح بتن باید کاملاً صاف بوده تا حداقل چسبندگی را با بتن مجاور به وجود آورد.

## ۷-۴- شیار درز

سطح شیار درز باید تمیز و هاری از هرگونه گرد و خاک و لکه چربی بوده و قبل از درزگیری باید خشک باشد تا ماده درزگیر به خوبی به بتن دولبه بچسبد. برای تمیز کردن درز می‌توان از

برسهای دستی، و ماسه پاشی 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. به هیچ عنوان نباید ماده درزگیر به سطح پشت شیار بچسبد. برای جلوگیری از چسبیدن ماده درزگیر باید تدابیر لازم اتخاذ گردد.

### ۷-۵- تیغه‌های آب بند (Water Stops)

تیغه‌های آب بند از جنس PVC با حداقل عرض ۲۵ سانتیمتر می‌باشند. تیغه‌های آب بند نباید هیچگونه ترکیب شیمیایی با آب داشته باشند و قبل از خرید، نمونه‌ها و مشخصات باید به تأیید 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 اطوری مجهز به ترموستات صورت گیرد تا هنگام آب شدن لبه‌ها، مواد نسوزند. مقاومت کششی در محل وصله نباید از ۷۵٪ مقاومت کششی قسمت وصله نشده کمتر باشد.

آب بندها همزمان با قالب بندی کار گذاشته می‌شوند و هرگونه فاصله بین لبه‌های قالب و تیغه آب بند باید کاملاً مهر شود تا از فرار دوغاب جلوگیری به عمل آید. تیغه‌ها باید طوری نصب شوند که در هنگام بتن ریزی جابه‌جا نشوند. در اطراف آب بندها باید بتن ریزی در کمال دقت و به نحوی صورت گیرد که دارای حداکثر تراکم و غیر قابل نفوذ باشد و چسبندگی کامل بین آب بند و بتن اطراف به وجود آید. تیغه‌های آب بند که به صورت انتظار به مدت زیادی تحت شرایط جوی و تابش آفتاب قرار می‌گیرند، باید کاملاً پوشانده شوند.

### ۷-۶- مواد پرکننده درز (FILLERS) و درزگیرها (SEALANTS)

مواد پرکننده درز و درزگیرها نباید هیچگونه واکنش شیمیایی با یکدیگر و با تیغه‌های آب بند داشته و همچنین نباید سمی باشند.

فصل ۸

زهکشی





### ۸-۱- مقدمه

وجود شبکه زهکش زیر مخزن به منظور جمع آوری و تخلیه آبهای نشتی از درزهای کف مخزن و همچنین دفع و هدایت آبهای سطحی و زیرزمینی الزامی است.

### ۸-۲- هندسه شبکه زهکشی

هندسه شبکه زهکش مطابق با نقشه‌های ارائه شده می‌باشد.

### ۸-۳- مشخصات مصالح زهکش

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

درصد عبوری	شماره الک	
	mm	in
۱۰۰	۱۹	$\frac{3}{4}$
۹۰-۱۰۰	۱۲/۵	$\frac{1}{2}$
۴۰-۷۰	۹/۵	$\frac{3}{8}$
۱۵	۴/۷۵	نمره ۴
< ۵	۲/۳۶	نمره ۸



پیوست ۱

د ت ۲۲۶

روش آزمایش استاندارد

برای تعیین قابلیت واکنش زایی قلیایی سنگدانه‌ها

(روش شیمیایی)



## خلاصه روش آزمایش دت ۲۲۶

(این خلاصه جزء متن استاندارد نمی باشد)

نتیجه واکنشهای شیمیایی بین اجزای سیلیسی فعال موجود در سنگدانه‌ها با قلیاها (عمدتاً قلیاهای موجود در سیمان)، انبساط و ترک خوردگی سطحی گسترده بتن<sup>۱</sup> می باشد. برای تعیین قابلیت واکنش‌زایی سنگدانه‌های مورد استفاده در بتن با قلیاها از روش آزمایش شیمیایی دت ۲۲۶ می توان استفاده نمود.

در این آزمایش سنگدانه مورد نظر به صورتی شکسته و پودر می شود که از الک شماره ۵۰ ( $300\ \mu\text{m}$ ) عبور کرده و بر روی الک شماره ۱۰۰ ( $150\ \mu\text{m}$ ) بماند. سپس میزان واکنش انجام شده بین محلول هیدراکسید سدیم یک نرمال با مقدار معینی از سنگدانه پودر شده، در دمای  $80^{\circ}\text{C}$  و به مدت ۲۴ ساعت اندازه گیری می شود. نتایج اندازه گیری واکنشهای شیمیایی با استفاده از نمودار موجود، که نتایج به دست آمده از این روش را باروشهای دیگر ارزیابی قابلیت واکنش‌زایی همبسته می سازد، مورد ارزیابی قرار می گیرد.

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

### ۱- گستره<sup>۱</sup>

#### ۱-۱- هدف آزمایش

این روش دربرگیرنده ارزیابی شیمیایی قابلیت واکنش‌زایی سنگدانه با بازها (قلیها) در بتن ساخته شده با سیمان پرتلند؛ به صورت میزان واکنش انجام شده در مدت ۲۴ ساعت در دمای  $80^{\circ}\text{C}$  بین محلول هیدرواکسید سدیم یک نرمال<sup>۲</sup> و سنگدانه خرد شده عبوری از الک  $300\ \mu\text{m}$  (الک شماره ۵۰) و مانده روی الک  $150\ \mu\text{m}$  (الک شماره ۱۰۰)، می‌باشد.

### ۲- مدارک مورد استفاده

#### ۲-۱- استانداردهای مورد استفاده

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

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

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

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

–  $D1248$  مشخصات قالب‌گیری پلاستیکهای پلی اتیلن و مواد تزریقی<sup>۳</sup> [۳]

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

\* عددی که در داخل کروشه آمده، مربوط به شماره توضیح انتهای فصل می‌باشد.

## ۳- ابزار و وسایل لازم

## ۳-۱- وسایل اندازه‌گیری

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

۳-۲- ترازو<sup>۱</sup>

ترازوی حساس و وزنه‌های لازم برای اندازه‌گیری سیلیس حل شده با روش سنجش وزنی<sup>۲</sup>، باید مطابق الزامات مطرح در روشهای دت ۱۰۷ باشد.

۳-۳- ابزار خرد و آسیاب کردن<sup>۳</sup>

خردکننده فکی و پودرکننده دیسکی یا هر ابزار مناسب دیگری که قادر به خرد کردن و آسیاب کردن تقریباً ۴ کیلوگرم سنگدانه باشد، به طوری که مواد خردشده از الک  $300\ \mu\text{m}$  (الک شماره ۵۰) عبور نماید.

## ۳-۴- الک

الکهای بافته شده سیمی با سوراخهای مربعی  $300\ \mu\text{m}$  (شماره ۵۰) و  $150\ \mu\text{m}$  (شماره ۱۰۰) مطابق با مشخصات E11

۳-۵- ظروف واکنش<sup>۴</sup>

ظروف واکنش با ظرفیت ۷۵-۵۰ mL ساخته شده از فولاد ضدزنگ یا هر نوع ماده مقاوم در برابر خوردگی، مجهز به درپوش هوابند<sup>۵</sup> مورد نیاز است. ظرفی که برای این کار مناسب باشد در شکل ۱ نشان داده شده است. ظرفهای دیگر ساخته شده از موادی نظیر پلی اتیلن که در برابر فعل و انفعالات شیمیایی ضمن آزمایش واکنش از خود نشان ندهند می‌توانند مناسب باشند. چنین مناسبی باید توسط تغییر مقدار خاصیت قلیایی محلول هیدرواکسید

1- balances

2- gravimetric Method

3- crushing and Grinding Equipment

4- Reaction containers

5- airtight



سدیم؛ ( $R_c$  - بخش ۱۳) که به عنوان شاهد<sup>۱</sup> در داخل ظرف مورد نظر قرار دارد؛ به اندازه کمتر از  $10 \frac{\text{m mol}}{\text{L}}$ ، به دست آید.

### ۳-۶ - حمام دمای ثابت<sup>۲</sup>

حمام مایع که قادر به تأمین درجه حرارت  $80^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  برای مدت ۲۴ ساعت باشد.

### ۳-۷ - اسپکتروفتومتر یا فتومتر<sup>۳</sup>

یک دستگاه اسپکتروفتومتر یا فتومتر فتوالکتریک که قادر به اندازه گیری نور ارسالی در یک طول موج ثابت در حدود  $410 \text{ nm}$  باشد.

### ۴-۴ - معرف ها<sup>۴</sup>

#### ۴-۱ - خلوص معرف ها

در تمامی آزمایشها می باید از معرف های شیمیایی معتبر استفاده شود. به جز مواردی که به صورت دیگری مشخص شده است، بهتر است تمامی این معرف ها مطابق مشخصات کمیته معرف های تجزیه ای انجمن شیمیایی آمریکا<sup>۵</sup> باشد (در صورتی که چنین مشخصاتی در دسترس باشد [۶]). در صورتی می توان از رده های دیگر استفاده کرد که به اندازه کافی از خلوص بالایی برخوردار باشند، و استفاده از آنها کاهشی در دقت آزمایشات به وجود نیاورد.

#### ۴-۲ - خلوص آب

به جز مواردی که به صورت دیگری مشخص شده باشد، منظور از آب، آب مقطر یا آبی با خلوص معادل آن می باشد.

1- evidence

2- Constant Temperature Bath

3- Spectrophotometer or photometer

4- Reagents

5- Committee of Analytical Reagents of the American Chemical Society

۴ - ۳ - محلول مولیبدات آمونیم<sup>۱</sup>

10g مولیبدات آمونیم ( $(NH_4)_6Mo_7O_{24} - 4H_2O$ ) 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 پلی اتیلن نگهداری نمایید.

تذکره ۱: در انتخاب ظرف باید به این نکته توجه شود که خواص معرف بر اثر واکنش با مواد تشکیل دهنده ظرف، اعم از موادرنگی یا هرافزونه دیگری، یا تراوش فازها (ی معرف) از جداره ظرف تغییر ننماید. ظرفهایی با ضخامت جداره نه کمتر از 0.020 in (0.51mm) و متشکل از پلی اتیلن با جرم مخصوص زیاد که الزامات مشخصات D1248، برای مواد تیپ III، رده A را برآورده می نماید، مناسب می باشد.

۴ - ۴ - اسید کلریدریک<sup>۲</sup> (SP gr 1.19)

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

## ۴ - ۵ - اسید کلریدریک استاندارد (0.05 N)

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

## ۴ - ۶ - 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. (تذکره ۱)

۴-۷- اسید فلوریدریک<sup>۱</sup> ( تقریباً 50% HF )

اسید فلوریدریک غلیظ را در بطری پلی اتیلن نگهداری نمایید.

۴-۸- محلول اسید اکسالیکی<sup>۲</sup>

۱۰ گرم اسید اکسالیکی دی هیدرات<sup>۳</sup> را در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل کنید. محلول را در ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی یا ظرف پلاستیکی مناسبی نگهداری نمایید. (تذکره ۱)

۴-۹- معرف فنل فتالین<sup>۴</sup>

یک گرم فنل فتالین را در 100 mL اتانول<sup>۵</sup> (۱+۱) حل نمایید. محلول را در ظرف شیشه‌ای مقاوم در برابر مواد شیمیایی یا ظرف پلاستیکی مناسبی نگهداری نمایید. (تذکره ۱)

## ۴-۱۰- محلول استاندارد سیلیسی

با حل کردن متاسیلیکات سدیم در آب، محلول استاندارد سیلیسی تهیه نمایید که تقریباً شامل 10 mmol سیلیس ( $SiO_2$ ) در لیتر باشد. محلول را در بطری پلی اتیلن نگهداری نمایید. مطابق روش ارائه شده در زیر بندهای ۸-۲ تا ۸-۲، با استفاده از 100 mL از محلول، مقدار  $SiO_2$  آن را تعیین نمایید. از محلول استاندارد سیلیسی که بیش از ۱ سال از تهیه آن گذشته باشد، استفاده نکنید، زیرا یونهای سیلیس حل شده در چنان محلولی به آهستگی پلی مریزه<sup>۶</sup> شده و باعث قرائت فتومتریک نادرست (کم) می شود.

۴-۱۱- 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  $0.001N \pm$  استاندارد نمایید.

1- Hydrofluoric Acid

2- Oxalic Acid Solution

3- Oxalic Acid dihydrate

4- Phenolphthalein indicator solution

5- ethanol

6- Polymerize

۴- ۱۱- ۱- محلول را در یک بطری پلی اتیلن نگهداری نمایید. (تذکر ۱). معرف خشک<sup>۱</sup> و محلول را از تأثیر دی اکسید کربن<sup>۲</sup> محافظت نمایید.

#### ۴- ۱۲- 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- ظروف شیشه‌ای

##### ۵- ۱- مشخصات ظروف

کلیه ابزار، ظروف و لوله‌های شیشه‌ای می‌باید به دقت انتخاب شوند و دارای شرایط ویژه کار مورد نظر باشند. فلاسکها<sup>۳</sup>، بورتها<sup>۴</sup> و پیپتهای<sup>۵</sup> استاندارد می‌باید دارای درجه‌بندی حجمی با دقت لازم باشند.

#### ۶- تدارک و آماده‌سازی نمونه‌های آزمایشی

##### ۶- ۱- سنگدانه آزمایشی

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

##### ۶- ۲- انتخاب نمونه

نمونه آزمایشی می‌باید از بخش مناسب سنگدانه خردشده عبوری از الک  $300\ \mu m$  (شماره ۵۰) مطابق روش پی‌آیند، آماده شود (تذکر ۲): با استفاده از سنگ شکن فکی کوچک سنگدانه درشت را طوری خرد نماید که از الک  $4/75\ mm$  (شماره ۴) عبور نماید. درشت‌دانه خرد شده و به طریق مشابه ماسه را برای بازیابی ذرات بزرگتر از  $150\ \mu m$  توسط الکهای شماره ۵۰ تا ۱۰۰ الک نماید. مصالح عبوری از الک  $150\ \mu m$  را دور بریزید. مصالح

1- dry reagent

3- flasks

5- Pipets

2- Carbon dioxide

4- burets

باقی مانده روی الک  $300\ \mu\text{m}$  را، با استفاده مکرر از پودرساز نوع دیسکی<sup>۱</sup> و الک کردن پس از هر بار، کاهش دهید. برای اولین بار، جدایی صفحات (پودرساز) می باید در حدود  $\frac{1}{8}$  in ( $3\ \text{mm}$ ) باشد که بتدریج کاهش می یابد تا تمام مصالح از الک  $300\ \mu\text{m}$  عبور نماید. تا حد ممکن باید تلاش شود که مقدار مصالح ریز عبوری از الک شماره ۱۰۰، کاهش یابد.

تذکره ۲: توصیه می شود که برای هر بخش (اندازه ای) درشت دانه، به صورت جداگانه مطابق روش ۶-۲، عمل شود و مصالح  $300\ \mu\text{m}$  (شماره ۵۰) تا  $150\ \mu\text{m}$  (شماره ۱۰۰) به دست آمده از هر بخش، به نسبتی که بخشهای مزبور در بتن به کار می روند، با یکدیگر مخلوط شوند. توصیه می شود قبل از به کار بردن روش ۶-۲، در صورت امکان، ماسه الک شود و بخشهای (اندازه ای) مختلف مجدداً، به نسبتی که در بتن به کار می روند، با یکدیگر مخلوط شوند.

### ۶-۳- شستن نمونه

برای اطمینان از نبود هرگونه مصالح ریزتر از الک  $150\ \mu\text{m}$  (شماره ۱۰۰)، نمونه را روی الک  $150\ \mu\text{m}$  بشوید. هر بار بیش از  $100\ \text{g}$  را روی یک الک  $203\ \text{mm}$  ( $8\ \text{in}$ ) نشوید. نمونه شسته شده را در دمای  $5 \pm 10.5^\circ\text{C}$ ، به مدت  $4 \pm 20$  ساعت خشک نمایید. نمونه را سرد کرده و سپس با الک  $150\ \mu\text{m}$  مجدداً الک نمایید. در صورتی که بررسی و بازیابی نمونه حاکی از وجود پوشش سیلتی یا رسی روی ذرات باشد، عملیات شستن و خشک کردن را تکرار نمایید و همانند قبل با الک  $150\ \mu\text{m}$  الک نمایید. بخش مانده روی الک  $150\ \mu\text{m}$  را به عنوان نمونه آزمایشی نگهداری کنید.

### ۷- روند واکنش<sup>۲</sup>

#### ۷-۱- افزودن محلول قلیایی

سه جزء خشک هر کدام به وزن  $0.05 \pm 0.0025\ \text{g}$  از نمونه آزمایشی  $300\ \mu\text{m}$  (شماره ۵۰) تا  $150\ \mu\text{m}$  (شماره ۱۰۰) را که مطابق بخش ۶ تهیه شده است، آماده نمایید. هر جزء را در

یکی از سه ظرف واکنش قرار داده، به وسیله پیپت ۲۵ mL از محلول  $NaOH$  یک نرمال را به هر کدام اضافه نمایید. در ظرف چهارم ۲۵ mL از همان محلول را، به وسیله پیپت ریخته و به عنوان شاهد نگهداری نمایید. در هر چهار ظرف را بسته و آنها را به آرامی تکان دهید تا هوای محبوس آزاد گردد.

### ۷-۲ - حرارت دادن

بلافاصله پس از بستن در ظرفها، آنها را در حمام مایع<sup>۱</sup> با دمای  $1^{\circ}C \pm 80^{\circ}$  قرار دهید. پس از  $\frac{1}{4} \pm 24$  ساعت ظرفها را از حمام خارج نموده و آنها را به مدت  $2 \pm 15$  دقیقه زیر جریان آب (شیر آب) با دمای کمتر از  $30^{\circ}C$  سرد نمایید.

### ۷-۳ - صاف کردن نمونه‌ها

بلافاصله پس از سرد شدن ظروف، آنها را باز نموده و محلول را از بقایای سنگدانه صاف نمایید. از یک بوتله چینی گوج<sup>۲</sup> [۷] (بوتله سرامیکی که کف آن دارای سوراخهایی می‌باشد) با یک صافی کاغذی مناسب<sup>۳</sup> که درست به اندازه کف بوتله بریده شده است استفاده نمایید؛ بوتله را توسط یک گیره لاستیکی در داخل قیف قرار دهید. یک لوله آزمایش خشک با ظرفیت ۳۵-۵۰ mL را برای جمع کردن مواد صاف شده در داخل فلاسک صافی<sup>۴</sup> گذاشته و قیف را روی دهانه فلاسک مستقر نمایید. در حالی که هواکش<sup>۵</sup> کار می‌کند یا لوله تخلیه (لوله خلاء<sup>۶</sup>) باز می‌باشد، مقدار کمی از محلول را به آرامی بر روی کاغذ صافی بچکانید تا کاغذ صافی به طور مناسبی در بوتله جایافتد. بدون بهم زدن محتویات ظرف، باقیمانده مایع آزاد<sup>۷</sup> (قسمت مایع محتویات ظرف آزمایش) را به آرامی به داخل بوتله سرریز نمایید. پس از اتمام سرریز کردن مایع، مکش را قطع نمایید و محتویات جامد ظرف را توسط کاردک ضدزنگ<sup>۸</sup> به داخل بوتله منتقل و متراکم نمایید. سپس مکش را اعمال نموده و آنرا در حدود ۱۵ in.Hg (۵۱ Kpa) تنظیم نمایید. تا زمانی که تقریباً سرعت تصفیه به یک قطره در هر ۱۰ ثانیه برسد،

1- Liquid bath

3- A disk of rapid analytical grade filter paper

4- filter flask

6- Vacuum Line

8- stainless steel spatula

2- Porcelain Gooch Crucible

5- aspirator

7- free liquid

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 به زمانهای مساوی تصفیه برای تمام نمونه‌ها در یک دسته، هرگونه کوشش ممکن را، با استفاده از روش یکنواخت در سوار کردن قطعات سیستم تصفیه و متراکم کردن مواد جامد در بوته، انجام دهید.

#### ۷-۴- صاف کردن نمونه شاهد

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

#### ۷-۵- رقیق کردن

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

#### ۷-۶- 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 به داخل یک ظرف پلی اتیلنی تمیز و خشک ریخته و در ظرف را با درپوش محکمی ببندید.

#### ۸- سیلیس حل شده با روش سنجش وزنی<sup>۱</sup>

##### ۸-۱- روش

۸-۱-۱- به وسیله پیپت ۱۰۰ mL، محلول رقیق (۷-۵) را به یک ظرف تبخیر<sup>۲</sup> ترجیحاً از جنس پلاتین<sup>۳</sup> به منظور سرعت بخشیدن به تبخیر، منتقل نمایید، ۵ تا ۱۰ mL اسید کلریدریک

1- Dissolved Silica by the Gravimetric Method

2- evaporating dish

3- platinum

۸-۱-۲ - مجدداً مایع صاف شده را تا حالت خشک تبخیر کنید، باقیمانده<sup>۴</sup> را در کوره<sup>۵</sup> به مدت ۱ ساعت در دمای ۱۰۵ تا ۱۱۰°C حرارت دهید. به باقیمانده ۱۰ تا ۱۵ میلی لیتر اسید کلریدریک (۱ + ۱) اضافه نمایید و آن را به وسیله حمام یا صفحه داغ حرارت دهید. محلول را با حجم مساوی آب گرم رقیق نمایید و بر روی یک کاغذ صافی دیگر مقادیر اندک  $SiO_2$  را بشوید. دومین تبخیر فقط هنگام محاسبه غلظت محلول استاندارد متاسیلیکات سدیم<sup>۶</sup> در بخش ۴ - ۱۰ لازم می باشد. برای دیگر محلولهای آزمایشی، این مرحله را می توان حذف کرد.

تذکر ۳: شستن رسوبات  $SiO_2$  را می توان به صورت مؤثرتری با استفاده از اسید کلریدریک گرم (۹۹ + ۱) و سپس تکمیل شستشو با آب گرم انجام داد.

۸-۱-۳ - کاغذهای محتوی باقیمانده را (۸-۱-۱ و ۸-۱-۲) به یک بوته پلاتین<sup>۷</sup> منتقل کنید. (تذکر ۴). کاغذها را خشک کرده و بسوزانید؛ ابتدا با حرارت کم تا کربن کاغذ صافی به طور 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



تذکره ۴: می‌توان بوتله خالی را، برای آگاهی شخصی، نسبت به مقدار ناخالصی در باقیمانده  $SiO_2$  توزین نمود.

۸-۱-۴- به  $SiO_2$  به دست آمده در داخل بوتله، که دارای مقدار کمی ناخالصی می‌باشد، چند قطره آب، در حدود ۱۰ میلی لیتر  $HF$  (اسید فلئوئوریک) و یک قطره  $H_2SO_4$  بیافزایید، و با احتیاط در داخل حمام بخار آن را خشک نمایید. سرانجام اندک باقیمانده را به مدت 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 نشان دهنده مقدار  $SiO_2$  می‌باشد.

#### ۸-۲- محاسبات

۸-۲-۱- غلظت  $SiO_2$  محلول  $NaOH$  صاف شده از مصالح سنگدانه‌ای را، به صورت زیر محاسبه نمایید:

$$S_c = 3330 \times W$$

که در آن:

$S_c$  = غلظت  $SiO_2$  بر حسب میلی مول در لیتر<sup>۱</sup> مایع صاف شده اصلی،

$W$  = مقدار  $SiO_2$  بر حسب گرم در ۱۰۰ mL محلول رقیق شده.

#### ۹- سیلیس حل شده توسط روش فتومتریک<sup>۲</sup>

##### ۹-۱- کاربرد

۹-۱-۱- این روش برای محاسبه سیلیس بلوری<sup>۳</sup> (غیرکلوئیدی<sup>۴</sup>) در کلیه محلولهای آبدار به جز آنهایی که دارای تداخل رنگی بیش از حد می‌باشند (تانین<sup>۵</sup> و غیره) به کار 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

5- tannin

4- non colloidal

زیر 10PPm کاربرد دارد.<sup>۱</sup>

تذکر ۵: سیلیس بلوری (غیرکلوئیدی) با یون مولیبدات<sup>۲</sup> در محلول اسیدی (pH بهینه ۱/۵ تا ۱/۲) واکنش داشته و تولید کمپلکس رنگی سیلیکو مولیبدات زرد متمایل به سبز<sup>۳</sup> می نماید که شدت آن تقریباً متناسب با غلظت سیلیس محلول می باشد، ولی به طور کامل از قانون بیر<sup>۴</sup> تبعیت نمی کند.

### ۱۰- تهیه منحنی سنجش<sup>۵</sup>

#### ۱-۱۰- تهیه محلول

مجموعه هایی از محلولهای سیلیسی با غلظت معلوم بین ۰/۰ تا  $0.5 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$  را با رقیق کردن محلول سیلیکات سدیم موجود (۴-۱۰) تهیه نمایید. مقادیری از محلول سیلیکات سدیم را به فلاسکهای مدرج (حجمی) ۱۰۰ mL که تا نیمه با آب پر شده است، منتقل نمایید.

#### ۱۰-۲- قرائت پراکنش

۲ میلی لیتر محلول مولیبدات آمونیم<sup>۶</sup> و ۱ میلی لیتر اسیدکلریدریک (۱ + ۱)، را به فلاسک بیافزایید و با حرکت دادن فلاسک محلول را بهم بزنید. محلول را به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق<sup>۷</sup> واگذارید.  $1/5 \pm 0.2 \text{ mL}$  محلول اسید اکسالیک<sup>۸</sup> را اضافه کرده و فلاسک را تا علامت آن با آب پر نمایید و کاملاً مخلوط کنید. محلول را به مدت  $5/0 \pm 0.1$  دقیقه واگذارید. پراکنش<sup>۹</sup> محلولهای مختلف را در طول موج ۴۱۰ nm 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

7- room temperature

9- Transmittance

6- ammonium molybdate

8- oxalic Acid

## ۱۰-۳- رسم منحنی سنجش

منحنی سنجش<sup>۱</sup> را با قرائت درصد پراکنش یا جذب (فروری<sup>۲</sup>)، برحسب غلظت سیلیس معلوم هر محلول رسم نمایید.

۱۱- محاسبه سیلیس حل شده<sup>۲</sup>

## ۱۱-۱- استفاده از منحنی سنجش

به وسیله پیت ۱۰ mL از محلول رقیق (۷-۵) را به فلاسک مدرج ۱۰۰ mL که تا نیمه از آب پر شده اضافه نمایید و مطابق آنچه در ۱۰-۲ و ۱۰-۳ 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 به غلظت سیلیس همبسته می‌نماید، قرائت نمایید. در صورتی که پراکنش زیر ۳۰ درصد یا بالای ۵۰ درصد می‌باشد، یک مقدار کمتر یا بیشتر از محلول رقیق شده می‌باید مورد استفاده قرار گیرد.

## ۱۲- محاسبات

## ۱۲-۱- غلظت سیلیس در محلول صاف شده

غلظت  $SiO_2$  محلول  $NaOH$  صاف شده از مصالح سنگدانه‌ای را، به صورت زیر محاسبه نمایید:

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

که در آن:

$S_c$  = غلظت  $SiO_2$  برحسب میلی مول در لیتر<sup>۴</sup> مایع صاف شده اصلی،

$C$  = غلظت سیلیس در محلول، اندازه گرفته شده توسط فتومتر برحسب میلی مول در لیتر

$V$  = حجم محلول رقیق شده از (۷-۵) برحسب میلی لیتر

۱۳- کاهش خاصیت بازی (قلیایی)<sup>۱</sup>

۱۳-۱- روش

۱۳-۱-۱- وسیله پیمت ۲۰ mL از محلول رقیق (۷-۵) را به داخل ظرف ارلن مایر<sup>۲</sup> ۱۲۵ میلی لیتری بریزید. ۲ یا ۳ قطره محلول فنل فتالین را به آن اضافه کنید، و با HCl (اسیدکلریدریک) ۰/۰۵ نرمال تا نقطه ختم عمل فنل فتالین تیترا<sup>۳</sup> نمایید.

۱۳-۲- محاسبات

۱۳-۲-۱- کاهش خاصیت قلیایی را به صورت زیر محاسبه کنید:

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

که در آن:

$$R_c = \text{کاهش خاصیت قلیایی برحسب } \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$$

$$N = \text{نرمالیتة HCl مورد استفاده در سنجش}^۴$$

$$V_1 = \text{حجم محلول رقیق شده (۷-۵) برحسب میلی لیتر}$$

$$V_2 = \text{حجم محلول HCl استفاده شده برحسب میلی لیتر برای رسیدن به ختم عمل فنل فتالین در نمونه مورد آزمایش،}$$

$$V_3 = \text{حجم محلول HCl استفاده شده برحسب میلی لیتر برای رسیدن به ختم عمل فنل فتالین در شاهد}^۵$$

۱۳-۳- تکرارپذیری آزمایش<sup>۶</sup>

۱۳-۳-۱- نتایج آزمایش در صورتی رضایت بخش تلقی می شود که تفاوت هر یک از سه مقدار  $R_c$  (و  $S_c$ ) از میانگین سه آزمایش بیش از مقادیر زیر نباشد:

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

$$(۲) \quad \text{در صورتی که میانگین بیش از } \frac{\text{mmol}}{\text{L}} \text{ ۱۰۰ باشد؛ } ۱۲\%$$

1- Reduction in Alkalinity

2- Erlen meyer flask

3- Titration

4- Titration

5- evidence

6- Repeatabilty

## ۱۳-۴- تعبير نتايج

۱۳-۴-۱- همبستگی بین اطلاعات به دست آمده از این روش، انبساط منشورهای ملات<sup>۱</sup> حاوی سیمان پرتلیایی<sup>۲</sup>، آزمونهای سنگ نگاری<sup>۳</sup> سنگدانه‌ها، و نتیجه استفاده از سنگدانه‌ها در سازه‌های بتنی منتشر شده است (مراجع ۷-۱ [۸]). بر مبنای چنین اطلاعاتی خط پر نشان داده شده در شکل ۲ متمایز گردیده است. درجه 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. به هر 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 یا بتن ایجاد نمایند، علیرغم اینکه واکنش‌زایی بیش از اندازه‌ای با قلیاها دارند. چنین سنگدانه‌هایی مادامی که بی‌ضرر بودن آنها توسط گزارشات مربوط به بهره‌برداری از سنگدانه‌ها و یا آزمایشات تکمیلی مطابق با روش آزمایش C227<sup>۴</sup>، با استفاده از مخلوطهای گوناگون سنگدانه آزمایشی و یک سنگدانه اساساً خنثی<sup>۵</sup> نظیر کوارتز خوب دانه‌بندی شده<sup>۶</sup> یا سنگ آهک بدون چرت<sup>۷</sup> محرز نگردیده است، می‌باید بالقوه مضر تلقی گردند. این مخلوطها می‌باید بیانگر نسبت‌هایی از سنگدانه آزمایشی و سنگدانه خنثی در محدوده نسبت‌های وزنی ۵:۹۵ تا ۵۰:۵۰ باشند.

۱۳-۴-۲- ممکن است نتایج آزمایش برای سنگدانه‌هایی که دارای کربناتهای کلسیم<sup>۸</sup>، منیزیم یا آهن دوز فیتی هستند، نظیر کلسیت<sup>۹</sup> و دولومیت<sup>۱۰</sup>، منیزیت<sup>۱۱</sup> یا سیدریت<sup>۱۲</sup>؛ یا دارای سیلیکاتهای منیزیم<sup>۱۳</sup> هستند نظیر انتیگوریت<sup>۱۴</sup> (سرپانتین<sup>۱۵</sup>)، صحیح نباشد (مراجع ۷ و ۶). خطای ایجاد شده توسط کربنات کلسیم چشمگیر نیست مگر اینکه مقادیر  $S_c$  و  $R_c$  نشان‌دهنده پتانسیل واکنش‌زایی سنگدانه‌ها باشند. برای تعیین وجود چنین کانی‌هایی می‌توان

1- mortar bars

3- petrographic

5- Essentially inert aggregate

7- chert-free limestone

9- calcite

11- magnesite

13- silicates of magnesium

15- Serpentine

2- high alkali cement

4- Test Method C227

6- properly graded quartz

8- carbonates of calcium

10- dolomite

12- sidrite

14- antigorite

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 حوزه صلاحیت کمیته 9 - ASTM C برای بتن و سنگدانه بتن و مسئولیت مستقیم آن به عهده کمیته جزء C09.02.02 برای واکنشهای شیمیایی سنگدانه‌ها در بتن می‌باشد.  
این چاپ در ۲۴ آوریل ۱۹۸۱ تصویب شده و در ژوئن ۱۹۸۱ منتشر گردیده است. بدو تحت عنوان 52 - C289 منتشر گردیده و آخرین چاپ قبلی (1976) 71 - C289 بوده است. این آزمایش در آیین‌نامه بتن ایران با شماره دت ۲۲۶ معرفی شده است.

2- *C 109 Test Method for Compressive Strength of Hydraulic 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 Petrographic 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 - برای کسب اطلاعاتی راجع به فتومترها و کار فتومتری به دستورالعمل *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"*,

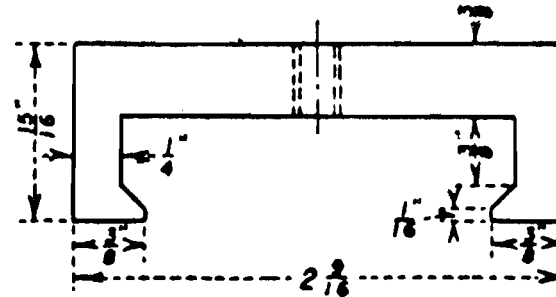
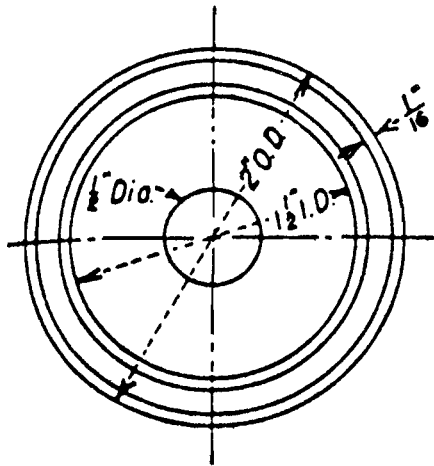
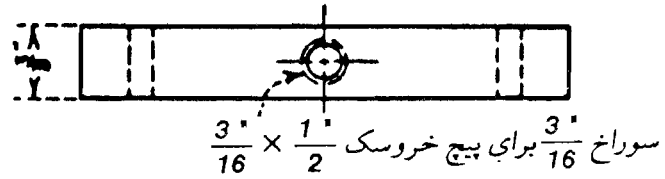
۷ - بوته *Coors Size No. 4 Gooch* یا مشابه آن برای این منظور، مناسب می باشد.

۸ - اعداد نوشته شده مربوط به مراجع موجود در انتهای این روش می باشد.

## REFERENCES

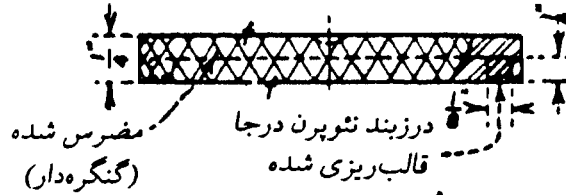
- (1) Mielenz, R.C., and Witt, L. P., " Tests Used by the Bureau of Reclamation for Identifying Reactive Concrete Aggregates," *Proceedings*, Am. Soc. Testing Mats., ASTEA, Vol 48, 1948, P. 1071 and discussion, P. 1105.
- (2) Mielenz, R. C., Greene, K. T., and Benton, E. J., "Chemical Test for Reactivity 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 Pozzolan 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.



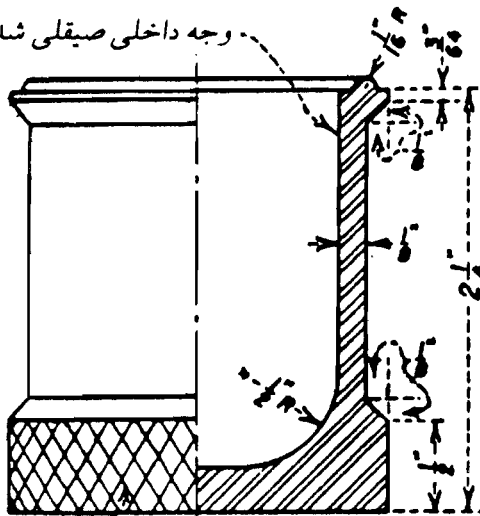


**گیره**

فولاد ضدزنگ 18-18 سرتاسر پرداخت شده

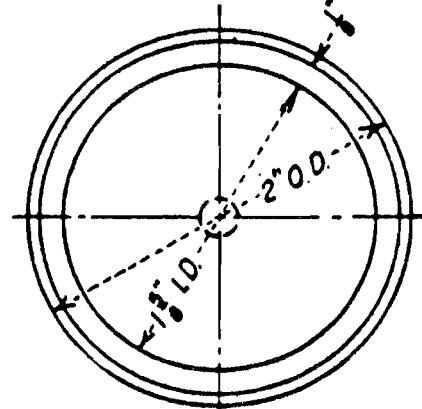


وجه داخلی صیقلی شده



فولاد ضدزنگ 18-18

سرتاسر پرداخت شده

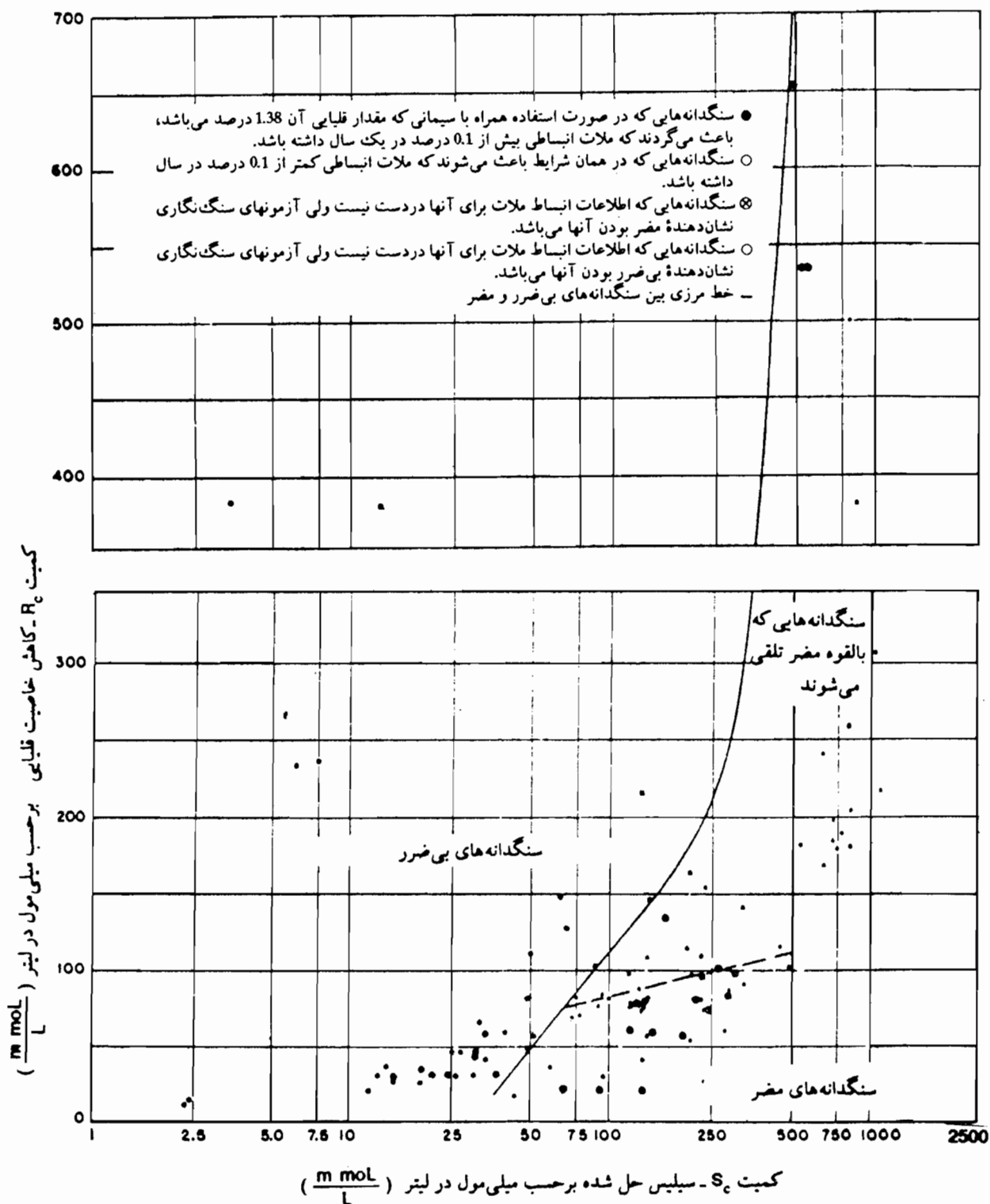


**درپوش**

فولاد ضدزنگ 18-18

واحد‌های متریک	معادل‌های متریک	واحد‌های مرسوم	معادل‌های متریک
mm	mm	آمریکایی in.	mm
3/64	1.2	1/2	12.7
1/16	1.6	1 1/16	23.8
1/8	3.2	1 1/2	38.1
3/16	4.8	2	50.8
1/4	6.4	2 1/4	57.2
5/16	9.5	2 1/8	65.1

ASTM C 289



شکل ۲ - تقسیم‌بندی سنگدانه‌های بی‌ضرر و مضر بر مبنای آزمایش کاهش فعالیت قلیایی



**پیوست ۲**

**د ت ۲۲۴**

**روش آزمایش استاندارد**

**برای تعیین قابلیت واکنش زایی ترکیبات سیمان - سنگدانه**

**(روش منشور ملات)**



## خلاصه‌ای از روش آزمایش دت ۲۲۴

(این خلاصه جزء متن استاندارد نمی‌باشد)

برای تعیین آسیب‌پذیری ترکیبات سیمان - 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.

نتیجه چنین واکنشهایی، معمولاً انبساط و ترک خوردگی سطحی گسترده بتن<sup>۱</sup> می‌باشد. در این آزمایش، سنگدانه 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 - سنگدانه مورد آزمایش، مضر تشخیص داده می‌شود.

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

### ۱- گستره<sup>۱</sup>

#### ۱-۱- هدف آزمایش

این روش دربرگیرنده تعیین آسیب‌پذیری ترکیبات سیمان - سنگدانه نسبت به واکنش‌های انبساطی ناشی از یونهای هیدرواکسید<sup>۲</sup> مربوط به قلیایی‌ها (سدیم و پتاسیم) با استفاده از اندازه‌گیری افزایش (یا کاهش) طول منشورهای ملات<sup>۳</sup> (دارای ترکیب مورد نظر) در خلال دوره نگهداری تحت شرایط مفروض آزمایش می‌باشد.

#### ۱-۲- نوع واکنش قلیایی

قلیایی‌هایی که در واکنش‌های انبساطی مشارکت دارند، از سیمان ناشی می‌شوند. در برخی شرایط، قلیایی‌ها ممکن است ناشی از دیگر اجزاء متشکله بتن یا منابع خارجی باشند. دو نوع واکنش‌زایی قلیایی سنگدانه‌ها تمایز داده می‌شود: (۱) واکنش قلیایی - سیلیسی<sup>۴</sup> بر روی سنگهای سیلیسی خاص، کانیها، و شیشه‌های طبیعی یا مصنوعی و (۲) واکنش قلیایی - کربناتی<sup>۵</sup> بر روی دولومیت موجود در دولومیت‌های کلسیتی<sup>۶</sup> و سنگ آهک‌های دولومیتی<sup>۷</sup>. 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) به مراتب کمتر از آنهایی است که توسط واکنش قلیایی - 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

3- mortar bars

5- alkali-Carbonate reaction

7- dolomitic limestones

2- hydroxyl ions

4- alkali-Silica reaction

6- Calcitic dolomites

## ۲- مدارک کاربردی

### ۲- ۱- استانداردهای مورد استفاده:

- مشخصات دت ۲۰۱ برای سنگدانه‌های بتن [۲]
- روش آزمایش دت ۱۱۹ برای مقاومت فشاری ملاتهای سیمان آبی (با استفاده از نمونه‌های مکعبی ۲ اینچی یا ۵۰ میلیمتری) [۳]
- روش آزمایش دت ۲۲۶ برای پتانسیل واکنش‌زایی سنگدانه‌ها (روش شیمیایی)
- روش دت ۱۱۱ برای اختلاط مکانیکی خمیرها و ملاتهای سیمان با روانی خمیری [۳]
- مشخصات دت ۶۰۹ برای ابزار مورد استفاده در اندازه‌گیری تغییر طول خمیر سیمان، ملات، و بتن سفت‌شده [۲ و ۳]
- مشخصات ASTM-C511 برای محفظه‌های مرطوب، اطاقهای مرطوب، و تانکهای نگهداری آب مورد استفاده در سیمانها و بتنهای آبی. [۲ و ۳]
- روش آزمایش دت ۲۲۷ برای پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی سنگهای کربناتی به‌عنوان سنگدانه بتن (روش استوانه سنگی) [۲]
- مشخصات E11 برای الکهای سیم بافت جهت مقاصد آزمایشی [۲ و ۳]

## ۳- مفهوم و کاربرد<sup>۱</sup>

### ۳- ۱- همبستگی با آزمایشهای دیگر

اطلاعاتی که، نتایج آزمایشات انجام شده با استفاده از این روش را، با کارایی ترکیبات سیمان - 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 به دست می‌آید، به‌عنوان مبنای نتیجه‌گیری و توصیه‌های معطوف به‌استفاده از ترکیبات سیمان - سنگدانه در بتن، مورد استفاده قرار گیرد.



### ۳-۲- نتایج آزمایش

نتایج آزمایشات انجام شده با استفاده از این روش اطلاعاتی را به دست می دهد مبنی بر احتمال اینکه ترکیب سیمان - سنگدانه دارای پتانسیل واکنش زایی قلیایی - سیلیسی و متعاقباً انبساط مضر ناشی از آن در بتن می باشد. معیارهای محاسبه پتانسیل آسیب رسانی واکنش زایی قلیایی - سیلیسی ترکیبات سیمان - سنگدانه از نتایج این روش آزمایش، در ضمیمه مشخصات دت ۲۰۱ ارائه گردیده است. این معیارها عمدتاً عبارتند از: ترکیب سیمان - سنگدانه ای که با استفاده از این روش مورد آزمایش قرار می گیرد، در صورتی که دارای انبساطی بیش از ۱/۰ درصد در مدت زمان ۶ ماه باشد، می باید به عنوان یک ترکیب آسیب رسان و مضر تلقی گردد. در صورتی که نتایج ۶ ماهه در دسترس نباشد، ترکیبی دارای پتانسیل واکنش زایی قلیایی آسیب رسان و مضر تلقی می گردد که دارای انبساطی بیش از ۰/۰۵ درصد در مدت ۳ ماه باشد.

### ۳-۳- سنگهای واکنش زا

در مواقعی ممکن است از سنگهای سیلیسی واکنش زا که دارای پتانسیل آسیب رسانی می باشند با نسبت اختلاط بالایی همراه با سیمان پر قلیا<sup>۱</sup> استفاده شود ولی انبساط جزئی و کم اهمیت باشد؛ زیرا فرآورده های واکنش قلیایی - سیلیسی که توسط نسبت قلیا به سیلیس مشخص می گردد، در این مورد ممکن است به اندازه ای کم باشد که باعث حداقل نمودن آبگیری و تورم گردد. سنگدانه های دولومیتی که هنگام استفاده به عنوان درشت دانه در بتن به طرز آسیب رساننده ای تحت تأثیر واکنش قلیایی - کربناتی قرار می گیرند، ممکن است در این روش انبساط قابل توجهی را به وجود نیاورند. همچنین، ندرتاً ممکن است بدلالی غیر از واکنش قلیایی - سنگدانه، انبساط قابل توجهی در آزمایش رخ دهد، بویژه در صورت حضور سولفاتها در سنگدانه که باعث حمله سولفاتی به خمیر سیمان<sup>۲</sup> می گردد، یا سولفیدهای آهن<sup>۳</sup> دوظرفیتی (پیریت - مارکازیت، یا پیروتیت)<sup>۴</sup> که همراه با آزادسازی سولفات، اکسید و هیدراته می شوند و یا مصالحی نظیر آهک آزاد<sup>۵</sup> ( $CaO$ ) یا منیزی آزاد<sup>۶</sup> ( $MgO$ ) در سیمان یا سنگدانه که به طرز فزاینده ای هیدراته و کربناته می شوند.

1- high-alkali cement

3- ferrous sulfides

5- free lime

2- Cement Paste

4- pyrite, marcasite, or pyrrhotite

6- free Magnesia

## ۳-۴- انبساط نمونه

در صورتی که انبساطی بیش از ۱/۰ 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 به چنین اطلاعات تکمیلی عبارتند از:

- (۱) سنگ‌نگاری سنگدانه‌ها برای تعیین حضور اجزاء متشکله شناخته شده 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).

## ۳-۵- مطالعات تکمیلی

هنگامی که نتایج آزمایشات انجام شده بر اساس این روش و اطلاعات تکمیلی به گونه‌ای که شرح داده شد، منجر به این گردید که ترکیب سیمان - سنگدانه موجود دارای پتانسیل واکنش‌زایی مضر می‌باشد، مطالعات تکمیلی جهت توسعه اطلاعات نسبت به پتانسیل واکنش‌زایی ترکیباتی شامل همان سیمان با سنگدانه‌ای دیگر، همان سنگدانه با سیمانهای دیگر، یا همان ترکیب سیمان - سنگدانه همراه با یک ماده افزودنی معدنی، سودمند خواهد بود.

## ۴- ابزار و وسایل

## ۴-۱- مشخصات وسایل و ابزار

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

## ۴-۲- الکها

الکهای سیم‌بافت با سوراخهای چهارگوش می‌باید مطابق مشخصات E11 باشند.

#### ۴-۳- مخلوط‌کن، تیغه (پره)، دیگ اختلاط<sup>۱</sup>

مخلوط‌کن، پره، و دیگ اختلاط می‌باید مطابق الزامات روش C305 باشد، به‌جز اینکه فاصله بین پایین‌تر قسمت تیغه با کف دیگ می‌باید برابر  $0.1 \pm 0.02$  in ( $2.54 \pm 0.5$  mm) باشند.

#### ۴-۴- تخماق (کوبه) و ماله (فلزی)<sup>۲</sup>

تخماق و ماله می‌باید مطابق روش آزمایش دت ۱۱۹ باشند.

#### ۴-۵- ظروف

ظروف سرپوشیده برای نگهداری نمونه‌های آزمایشی می‌باید از مصالحی ساخته شده باشند که تحت شرایط بهره‌برداری در برابر خوردگی مقاوم باشند. در مورد استفاده از ظروف، درزگیری نفوذناپذیر بین درپوش و دیواره‌ها یا قسمت فوقانی ظرف مهم می‌باشد. سطوح داخل ظروف می‌باید وسیله مواد جاذب، نظیر کاغذ خشک‌کن<sup>۳</sup>، روکش شود تا همانند یک فتیله<sup>۴</sup> عمل کرده و از اشباع شدن آنی فضای داخل ظرف با بخار آب، پس از قرار دادن نمونه‌ها در آن و درزگیری، اطمینان حاصل شود. روکش می‌باید از داخل آب ته 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 به وسیله درپوش نفوذناپذیر یا وسیله درزگیری یا توسط هر دو جلوگیری شده باشد. می‌باید اقدامات لازم برای نگهداری منشورها در وضعیت قائم به طوری که انتهای پایینی منشور تقریباً ۱ in (حدوداً ۲۵ mm) بالاتر از سطح آب داخل ظرف باشد، انجام پذیرد. وزن نمونه‌ها نباید متکی بر پیچ اندازه‌گیر فلزی<sup>۵</sup> باشد. برای اطمینان از عدم تماس نمونه‌ها با جداره ظرف یا با یکدیگر می‌باید از وادارها (فاصله نگهدارها<sup>۶</sup>) استفاده شود. می‌باید اقدامات لازم برای جلوگیری از ترشح آب یا چکیدن قطرات آب بر روی نمونه‌ها انجام پذیرد. اقدامات مربوط به جلوگیری از ترشح آب بر روی نمونه‌ها، شامل صفحات تنظیم<sup>۷</sup> و تکیه‌گاههای قائم نگهدارنده منشورها، که

1- Mixer, Paddle, and mixing Bowl

3- blotting paper

5- metal gage stud

7- baffle plates

2- Tamper and Trowel

4- wick

6- spacers

به طرز قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش وضعیت مناسب انتقال بخار از آب ته ظرف به فضای اطراف منشورها می‌گردد، نمی‌شود. یک آزمایشگاه صفحه تنظیم را حذف کرده و با استفاده از سیمهای گالوانیزه به قطر ۰/۰۸in (یا ۲/۰ mm) شبکه سیمی جوش شده چهارخانه‌ای را به عنوان تکیه‌گاهی برای ته منشورها ساخته است. در صورت لزوم برای جلوگیری از رشد کپک بر روی روکش می‌توان ضدقارچ<sup>۱</sup> مناسبی را به آب داخل ظرف افزود.

## ۵- دما و رطوبت<sup>۲</sup>

### ۵-۱- 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، محفظه مرطوب<sup>۳</sup> 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.

### ۵-۲- رطوبت محیط قالب‌گیری

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

### ۵-۳- 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.

## ۶- انتخاب و آماده‌سازی مصالح<sup>۴</sup>

### ۶-۱- انتخاب سنگدانه

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

1- fungicide

2- Temperature and Humidity

3- moist closet

4- Selection and Preparation of Materials

بند ۶-۲ با حداقل خردشدگی، عمل شود. مصالحی که به عنوان درشت دانه در بتن مصرف می شوند می باید طوری خرد شوند که در نتیجه، یک نمونه با دانه بندی لازم از آن به دست آید. نمونه می باید دارای دانه بندی تشریح شده در بند ۶-۲ و بیانگر ترکیب درشت دانه در نظر گرفته شده برای مصرف، باشد.

۶-۱-۱- وقتی یک توده از مصالح برای استفاده به عنوان درشت دانه و ریزدانه در نظر گرفته می شود، آزمایش بر روی یک نمونه انتخابی از آن که به اندازه ریزدانه خرد شده است انجام می شود، مگر اینکه دلایلی وجود داشته باشد که بخش درشت دانه آن دارای ترکیب متفاوتی با دانه های ریزتر می باشد و نیز اینکه این اختلافها به طرز چشمگیری انبساط ناشی از واکنش با قلیایی های سیمان را تحت تأثیر قرار می دهد. در این صورت بخشهای درشت دانه می باید به طریقی مشابه با آنچه در مورد اندازه های ریزدانه عمل می گردد، آزمایش شوند.

۶-۱-۲- درشت دانه هایی که تا اندازه ماسه خرد شده اند، به دلیل افزایش سطح جانبی آنها که ناشی از خرد کردن می باشد، ممکن است انبساط بیشتری را ایجاد نمایند. بنابراین اگر درشت دانه ای که با این روش آزمایش می گردد انبساط بیش از اندازه ای را ایجاد نماید، مادامی که نمونه های آزمایشی بتن، نتایج آزمایش نمونه های ملات را تأیید نکرده است، نباید مصالح درشت دانه را در رده مصالح واکنشزا با قلیاها قرار داد.

#### ۶-۲- آماده سازی سنگدانه

ریزدانه مورد آزمایش می باید مطابق دانه بندی و مشخصات پروژه باشد، بجز اینکه مصالح مانده روی الک  $4/75\text{mm}$  (الک شماره ۴) باید کنار گذاشته شود. ریزدانه هایی که به دلایلی غیر از تعیین انطباق آنها با مشخصات خصوصی، مورد آزمایش قرار می گیرند، و کلیه درشت دانه هایی که براساس این روش مورد آزمایش واقع می شوند، باید مطابق با الزامات دانه بندی جدول ۱ باشند. سنگدانه هایی که دارای مقادیر کافی از دانه هایی با اندازه های مشخص شده در جدول ۱ نمی باشند، می باید طوری خرد شوند که مصالح خواسته شده حاصل گردد. در مورد سنگدانه هایی که به مقدار کافی حاوی یک یا چند تا از اندازه های بزرگتر فهرست شده در جدول ۱ نمی باشند، و در صورتی که مصالح درشت تری

برای خرد کردن در دسترس نباشد، اولین اندازه کوچکتری که مصالح آن به اندازه کافی در دست می باشد می باید دربرگیرنده درصد تجمعی مصالح تا آن اندازه، طبق دانه بندی مشخص شده در جدول ۱ باشد.\* در صورتی که انجام چنین کارهایی لازم باشد، در گزارش آزمایش می باید خصوصاً مورد نظر قرار گرفته و منعکس شود. پس از جداسازی اندازه های مختلف سنگدانه توسط الک، هر ردیف اندازه وسیله اسپری آب بر روی الک شسته می شود تا غبارها و ذرات ریز از سنگدانه ها زدوده گردد. بخشهای مانده روی الکهای مختلف می باید خشک شده و به جز مواقعی که بلافاصله مورد استفاده قرار می گیرند، هر قسمت می باید به صورت جداگانه در یک ظرف تمیز با درپوش محکم و نفوذناپذیر نگهداری شود.

### ۶-۳- انتخاب و آماده سازی سیمان

۶-۳-۱- سیمان کارگاهی<sup>۱</sup> (سیمانی که در کارگاه مورد استفاده قرار می گیرد) هنگامی که ارزیابی ترکیب مشخصی از سیمان - سنگدانه، که برای کار خاصی مورد استفاده قرار می گیرد، خواسته شده باشد، سیمان یا سیمانهای مورد استفاده در آزمایش می بایست مطابق الزامات کار مورد نظر بوده و از منبع یا منابع تأمین کننده سیمان برای کار مورد نظر، تهیه شده باشد. در صورتی که امکان استفاده از سیمانهای گوناگونی (برای کار مورد نظر) وجود داشته باشد، مطلوب این است که آزمایش بر روی هر کدام از آنها انجام گردد؛ در هر مورد می باید از سیمان یا سیمانهایی استفاده شود که مقدار قلیایی آنها، برحسب  $Na_2O$ ، بیش از ۰/۶ درصد است.

۶-۳-۲- سیمانهای آزمایشگاهی<sup>۲</sup> (سیمانهایی که به عنوان سیمان مرجع در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می گیرند) هنگامی که ارزیابی سنگدانه ها به منظور استفاده عمومی یا مقایسه جهت مقاصد تحقیقاتی، خواسته شده باشد، سیمان مورد استفاده می باید 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 اندازه ها موجود نباشد از ردیف سوم باید به مقدار ۵۰ درصد در نظر گرفت. (این توضیح در متن استاندارد نمی باشد؛ از مترجم است)

بالاترین مقدار قلیایی مورد نظر برای مقاصد عمومی باشد؛ یا اینکه برای آزمایشگاه انجام دهنده آزمایشها در دسترس باشد. سیمان یا سیمانهای انتخابی می باید مطابق مشخصات کاربردی باشد. اطلاعات اضافی ارزشمندی را می توان 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، به دست آورد.

## ۷- آماده سازی نمونه های آزمایش<sup>۱</sup>

### ۷-۱- تعداد نمونه ها

برای هر ترکیب سیمان - سنگدانه دو پیمان<sup>۲</sup> تهیه نماید و از هر پیمان<sup>۲</sup> دو نمونه آزمایشی بسازید. (حداقل چهار نمونه می باید ساخته شود).

### ۷-۲- آماده سازی قالبها

قالبها را مطابق الزامات مشخصات دت ۶۰۹ آماده نماید.

### ۷-۳- متناسب کردن ملات (تعیین نسبتها)<sup>۳</sup>

برای ملات آزمایشی نسبت مصالح خشک را به صورت وزنی، ۱ قسمت سیمان به ۲/۲۵ قسمت سنگدانه دانه بندی شده در نظر بگیرید. برای هر پیمان<sup>۲</sup> که دو نمونه آزمایشی از آن ساخته می شود، ۳۰۰g سیمان را با ۶۷۵g سنگدانه مخلوط نماید؛ سنگدانه مورد نظر از دوباره مخلوط کردن بخشهای مانده روی الکهای مختلف (۶-۲ را ببیند) مطابق دانه بندی جدول ۱ و یا از سنگدانه ای که دانه بندی آن مطابق الزامات مشخصات پروژه مورد نظر می باشد، به دست می آید. مقدار آب اختلاط<sup>۴</sup> را به اندازه ای در نظر بگیرید که سیلانی<sup>۵</sup> برابر ۱۰۵ تا ۱۲۰ (مطابق آنچه در روش آزمایش دت ۱۱۹ محاسبه می شود) را به وجود آورد با این تفاوت که به جای ۲۵ بار رها کردن میز سیلان<sup>۶</sup> (میز آزمایش جاری شدن) از ارتفاع ۱/۴ in در فواصل زمانی ۱۵ ثانیه، میز سیلان را ۱۰ بار از ارتفاع ۱/۴ 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.

#### ۷-۴- اختلاط ملات

ملات را مطابق با الزامات روش C305 مخلوط نمایید.

#### ۷-۵- قالب‌گیری نمونه‌های آزمایشی

بلافاصله به دنبال تکمیل آزمایش جاری شدن، ملات را از میز سیلان به‌دیگ اختلاط برگردانید. کل پیمانانه را به مدت ۱۵ ثانیه مخلوط نمایید.

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

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

#### ۷-۶- روند ساختن پیمانانه‌های ملات<sup>۱</sup>

در صورتی که بیش از یک ترکیب سیمان - سنگدانه به‌عنوان بخشی از یک بررسی و تحقیق واحدی باید مورد آزمایش قرار گیرند، کل تعداد پیمانانه‌های ملات (۲ پیمانانه برای هر ترکیب سیمان - سنگدانه) را با ترتیب تصادفی<sup>۲</sup> بسازید، به طوری که در هیچ مورد دو پیمانانه‌ای که معرف یک ترکیب سیمان - سنگدانه هستند، به دنبال هم ساخته نشوند. وقتی برای تهیه کل

1- Sequence of Making Batches of Mortar

2- Random order



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

## ۸- نگهداری و اندازه‌گیری نمونه‌های آزمایشی<sup>۱</sup>

### ۸-۱- نگهداری و اندازه‌گیری اولیه

پس از پرشدن هر قالب، بلافاصله قالب را در محفظه یا اتاق مرطوب قرار دهید. نمونه می‌باید به مدت  $2 \pm 24$  ساعت در قالب بماند. سپس آنها را از قالب درآورده و درحالی‌که از اتلاف رطوبت آنها جلوگیری می‌شود، به طرز مناسبی علامت‌گذاری نموده، و طول اولیه را اندازه‌گیری نمایید. کلیه اندازه‌گیری‌ها می‌باید به  $0.0001 \text{ in}$  ( $0.002 \text{ mm}$ ) گرد شده و گزارش شود.

### ۸-۲- نگهداری و اندازه‌گیری بعدی

نمونه‌ها را از ته، بالای آب داخل ظرف ولی نه در تماس با آن، وادارید. ظرف را درزبندی نموده و به مدت ۱۲ روز در محفظه یا اتاقی که درجه حرارت آن  $3 \pm 100^\circ \text{F}$  ( $1/8 \pm 37/^\circ \text{C}$ ) می‌باشد، قرار دهید. با ۱۴ روزه شدن سن نمونه‌ها، ظرف محتوی نمونه‌ها را از اتاق نگهداری خارج کرده، و پس از اینکه ظرف محتوی نمونه‌ها قبل از باز کردن به مدت حداقل ۱۶ ساعت در دمای  $3 \pm 73/4^\circ \text{F}$  ( $1/23 \pm 7^\circ \text{C}$ ) نگهداری شد، اندازه‌گیری ۱۴ روزه را انجام دهید. در صورت لزوم، اندازه‌گیری‌های اضافی در سنین بالاتر می‌بایست انجام شود.

۸-۲-۱- اطلاعات سودمند بیشتری را می‌توان با بازگرداندن نمونه‌ها به اتاق نگهداری با دمای  $100^\circ \text{F}$  ( $37/8^\circ \text{C}$ )، پس از آزمایش ۱۴ روزه، و اندازه‌گیری در سنین بالاتر به دست 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.

۸- ۲- ۲- 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- ۲- ۳- کلیه نمونه‌هایی که پس از اندازه‌گیری اولیه در سن  $2 \pm 24$  ساعت در یک ظرف قرار داده می‌شوند، می‌بایست در یک روز ساخته و هم‌زمان در داخل ظرف قرار داده شده باشند به طوری 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- ۲- ۴- همیشه نمونه‌ها را از همان سمت مهم‌تر در کمپراتور<sup>۱</sup> قرار دهید و پس از اندازه‌گیری نمونه‌ها را به‌طور معکوس نسبت به دوره قبلی داخل ظرف جایگذاری نمایید.

## ۹- محاسبه<sup>۲</sup>

### ۹- ۱- اختلاف طول و انبساط

اختلاف بین طول اولیه نمونه و طول هر دوره اندازه‌گیری را به  $0.001$  درصد طول مؤثر اندازه‌گیر<sup>۲</sup> گرد کرده و به‌عنوان انبساط نمونه برای آن دوره ثبت نمایید. میانگین انبساط چهار نمونه یک ترکیب مشخص سیمان - سنگدانه را به  $0.01$  درصد گرد کرده به‌عنوان انبساط ترکیب مورد نظر برای یک دوره معلوم، ثبت کنید.

## ۱۰- بررسی‌های انتهای آزمایش<sup>۳</sup>

### ۱۰- ۱- بررسی‌های اضافی

پس از اندازه‌گیری‌های نهایی تغییر طول، هر نمونه می‌باید برای تابیدگی<sup>۵</sup> آزمایش شده و مورد بازمینی و بررسی قرار گیرد.

1- Comparator (ابزاری برای اندازه‌گیری و مقایسه دقیق با مقادیر استاندارد)

2- Calculation

4- Examination at End of Test

3- effective gage length

5- warping

۱۰-۱-۱- تابیدگی - مقدار تابیدگی را که در خلال دوره آزمایش در نمونه ظاهر می شود، می باید با قرار دادن نمونه بر روی یک سطح صاف و اندازه گیری حداکثر فاصله بین نمونه و سطح، محاسبه نمود. نمونه باید طوری روی سطح قرار داده شود که دو انتهای آن به سمت سطح مینا انحنای داشته باشد و اندازه گیری می بایست به  $0.1 \text{ in}$  ( $0.3 \text{ mm}$ ) گرد شود.

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

۱۰-۱-۲-۱- وجود، محل و نوع مسیر ترک خوردگی<sup>۱</sup>؛

۱۰-۱-۲-۲- ظاهر سطوح، وصله های رنگی سطحی<sup>۲</sup>؛

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

۱۰-۱-۲-۴- وقتی این عقیده وجود داشته باشد که جنبه های پراهمیت دیگری را

می توان بدینوسیله آشکار ساخت، بررسیهای داخلی نمونه را می توان ترجیحاً توسط یک سنگ شناس<sup>۳</sup> انجام داد. در چنین مواردی وجود منافذ و شکافهای پر شده از ژل، بروز واکنش سیمان با ذرات سنگدانه هایی با نوع معین و طبیعت چنین واکنشهایی و خواص فرآورده های واکنش از مواردی هستند که می بایست مورد توجه قرار گیرند.

## ۱۱- گزارش

### ۱۱-۱- شمول گزارش

گزارش می بایست دربرگیرنده موارد پی آیند باشد:

۱۱-۱-۱- نوع و منبع سنگدانه،

۱۱-۱-۲- نوع و منبع سیمان پرتلند،

۱۱-۱-۳- مقدار قلیایی سیمان برحسب درصد اکسید پتاسیم ( $K_2O$ )، اکسید

سدیم ( $Na_2O$ )، و اکسید سدیم ( $Na_2O$ ) معادل محاسبه شده،

۱۱-۱-۴- میانگین تغییر طول هر بار قرائت نمونه‌ها برحسب درصد،  
 ۱۱-۱-۵- هرگونه اطلاعاتی پیرامون تهیه سنگدانه‌ها، شامل دانه‌بندی سنگدانه‌ها در صورتی که با آنچه در بند ۶-۲ آمده است تفاوت دارد،  
 ۱۱-۱-۶- هر جنبه مهمی که توسط بررسی نمونه‌ها در خلال یا پس از آزمایش آشکار گردیده است،

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

۱۱-۱-۸- 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- دقت و صحت

### ۱۲-۱- 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 تکرار آزمایش به شرطی کافی تلقی می‌گردد که درصد انبساط هر نمونه قالب‌گیری شده از یک ترکیب سیمان - سنگدانه بیش از ۱۵ درصد با میانگین تفاوت نداشته باشد.

جدول ۱- 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- این روش در حوزه صلاحیت کمیته *ASTM C-9* برای بتن و سنگدانه بتن و مسئولیت مستقیم آن به عهده کمیته جزء *C09.02.02* برای واکنشهای شیمیایی سنگدانه ها در بتن می باشد. این چاپ در ۲۴ آوریل ۱۹۸۱ تصویب شده و در جولای ۱۹۸۱ منتشر گردیده است. بدو 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

د ت ۲۲۷

## روش آزمایش استاندارد

تعیین قابلیت واکنش زایی قلیایی سنگهای کربناتی

(روش استوانه سنگی)



### خلاصه‌ای از روش آزمایش استاندارد\* 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 نشان‌دهنده انبساط ناشی از واکنش نمونه سنگ با محلول قلیایی می‌باشد، محاسبه می‌گردد.

معمولاً اگر پس از یک دوره ۲۸ روزه انبساطی بیش از ۰.۱٪ 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.



## روش آزمایش استاندارد تعیین پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی سنگهای کربناتی برای سنگدانه‌های بتن (روش استوانه سنگی<sup>۱</sup>\*)

### ۱- گستره

#### ۱-۱- سنگهای کربناتی

این روش آزمایش، تعیین مشخصات انبساطی سنگهای کربناتی را، در طول مدتی که در محلول هیدرواکسید سدیم ( $NaOH$ ) در درجه حرارت اتاق فرورفته‌اند، 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- قلیایی‌های شرکت‌کننده در واکنشهای انبساطی معمولاً از سیمان سرچشمه می‌گیرند؛ در شرایط خاصی ممکن است منشأ آنها دیگر اجزاء متشکله بتن یا منابع خارجی باشد. دو نوع واکنش‌زایی قلیایی - سنگدانه‌ها مشخص گردیده است: (۱) واکنش قلیایی - سیلیسی که سنگهای معین سیلیسی، کانیها و شیشه‌های مصنوعی را دربر می‌گیرد و (۲) واکنش قلیایی - کربناتی که دولومیت موجود در دولومیت‌های کلسیتی<sup>۲</sup> و سنگ آهک‌های دولومیتی<sup>۳</sup> را مشمول می‌گردد. این روش آزمایش به‌عنوان وسیله‌ای جهت آشکارسازی واکنشهای نوع اول توصیه نمی‌گردد.

\* عددی که در داخل کروشه آمده، مربوط به شماره 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

## ۱-۲- هدف آزمایش

این روش آزمایش ترجیحاً به منظور تحقیق و شناسایی<sup>۱</sup> است تا ایجاد الزام در مشخصات<sup>۲</sup>. مقصود این روش تکمیل داده‌های گزارشات بهره‌برداری کارگاهی، آزمونهای سنگ‌نگاری، و آزمایشات سنگدانه‌ها در بتن می‌باشد.

## ۲- مدارک مرجع

### ۱-۲- استانداردهای ASTM

D75 دستورالعمل نمونه‌گیری از سنگدانه‌ها [۲]

D1248 مشخصات قالب‌گیری پلاستیکهای پلی‌اتیلن و مصالح تزریقی [۳]

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

## ۳- خلاصه روش

### ۱-۳- استوانه‌های سنگی

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

## ۴- مفهوم و کاربرد

### ۱-۴- لزوم انجام آزمایش

مقصود این روش آزمایش عبارت است از ارائه 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 اولیه منابع تهیه سنگدانه و تشخیص وجود موادی که دارای پتانسیل انبساط‌های مضر در هنگام استفاده در بتن می‌باشند، به‌کاربرد.

## ۵- ابزار و وسایل و معرفیها

### ۵-۱- محلول هیدرواکسید سدیم

محلول یک نرمال هیدرواکسید سدیم - مقدار  $40 \pm 1$  g معرف هیدرواکسید سدیم (NaOH) را در آب مقطر حل کرده، تا حجم یک لیتر آن را رقیق نموده و در یک بطری پلی اتیلن نگهداری نمایید (تذکر ۲).

### ۵-۲- ابزار آماده سازی نمونه

ابزار اهره کردن، سوراخ کردن و ساییدن، که برای آماده سازی نمونه ها با ابعادی مطابق بند ۷، مناسب باشند. این کار به یک یا تعداد بیشتری اهره سنگ، بسته به ابعاد نمونه اصلی، به یک مته فشاری مجهز به یک لوله کوچک مغزه گیر الماسه برای گرفتن مغزه های استوانه ای، و یک سوهان، یا دستگاه تراش مناسب برای شکل دادن انتهای نمونه ها نیاز دارد.

### ۵-۳- بطریهای نگهداری

بطریهای نگهداری درپوش دار که دارای دهانه ای به ابعاد مناسب برای سهولت برداشتن نمونه ها و ظرفیت تقریباً ۱۰۰ - ۵۰ mL باشد.

تذکر ۲- در مورد انتخاب بطری، بایستی اطمینان حاصل شود که خواص محلول در اثر واکنش با مواد متشکله ظرف، اعم از رنگدانه ها<sup>۱</sup> یا دیگر افزونه ها<sup>۲</sup> یا در اثر نشست فازها<sup>۳</sup> از دیواره ظرف تغییر نکند. بطریهایی با ضخامت جداره نه کمتر از 0.02 in (0.50 mm) و ساخته شده از پلی اتیلن با چگالی بالا<sup>۴</sup>، که مطابق الزامات مشخصات D1248 برای مواد نوع III، کلاس A باشد، مناسب است.

### ۵-۴- دستگاه مقایسه گر

دستگاه مقایسه گر طول<sup>۵</sup> با چنان طرحی که دربردارنده، یا شامل مشخصات پی آیند باشد (تذکر ۳):

1- pigments

2- additives

3- transpiration of phases

4- high density polyethylene

5- length comparator

۵-۴-۱ - یک وسیله تماس مناسب با دو انتهای مخروطی نمونه، برای تضمین اندازه‌گیری‌های مکرر طول نمونه (تذکر ۴).

۵-۴-۲ - یک میکرومتر دقیق میله‌ای یا صفحه‌ای با درجه‌بندی‌هایی برای قرائت واحدهای  $(0.0001 \text{ in}) (0.0025 \text{ mm})$ ، و بادقت  $(0.0001 \text{ in}) (0.0025 \text{ mm})$  در محدوده  $(0.0010 \text{ in}) (0.025 \text{ mm})$  و دقت  $(0.0002 \text{ in}) (0.0050 \text{ mm})$  در محدوده  $(0.0100 \text{ in}) (0.25 \text{ mm})$  (تذکر ۵).

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

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

۵-۴-۵ - یک وسیله مناسب و سریع برای اندازه‌گیری نمونه‌ها.

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

تذکر ۴ - انواع مختلفی از وسایل تماس با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. می‌باید دقت کافی به کار رود تا در صورت استفاده از نمونه‌های با انتهای مخروطی، مطابق آنچه در زیر بند ۷-۳ 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 ضامن دار<sup>۱</sup> باشد به نحوی که فشار تماسی یکنواختی بر نمونه وارد شود.

تذکر ۵ - توصیه می‌گردد که ابزار اندازه‌گیری در تمام محدوده‌اش کالیبره شود، تا محاسبه هر دو خطای دوره‌ای و تجمعی برای تصحیح مناسب مشاهدات انجام پذیر باشد.

تذکر ۶ - در صورتی که دقت لازم در ساخت نمونه‌ها به کار رفته باشد، ابزار اندازه‌گیری با جاداری نه کمتر از  $0.3 \text{ in}$  ( $7.5 \text{ mm}$ ) محدوده‌ای بیش از حد لازم را تأمین می‌کند.

تذکر ۷ - میله‌ای که به عنوان مرجع دستگاه مقایسه گر طول به کار می‌رود می‌باید به طول  $1.38 \pm 0.08 \text{ in}$  ( $35 \pm 2 \text{ mm}$ ) باشد. میله می‌باید از سیلیس ذوب شده<sup>۱</sup> یا فولاد آلیاژی باشد به نحوی که ضریب انبساط حرارتی بیشتر از  $1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  نباشد. دو انتهای آن می‌باید هم‌شکل انتهای نمونه‌ها ابزار خورده باشد. در صورتی که از فولاد آلیاژی استفاده می‌گردد، می‌باید تحت عملیات حرارتی قرار گرفته<sup>۲</sup>، سخت<sup>۳</sup>، و سپس جلا<sup>۴</sup> داده شده باشد. میله مرجع می‌باید، برای هر بار که اندازه‌گیری طول انجام می‌گردد در همان وضعیت اولیه در دستگاه قرار گیرد.

تذکر ۸ - میکرومتر دستگاه اندازه‌گیری می‌باید با استفاده از میله 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 به دفعات بیشتری انجام گردد.

## ۶- نمونه‌گیری

### ۶-۱ - دستورالعمل

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

### ۶-۲ - 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 به گونه‌ای گرفته شود که فقط بیانگر رخساره<sup>۵</sup> مشخص مورد نظر باشد. هر نمونه سنگ می‌باید یک قطعه با ابعاد کافی، برای تهیه نمونه‌های آزمایشی لازم، باشد.

1- fused silica - silica glass

2- heat treated

3- hardened

4- Polished

5- Lithology

## ۶-۳- گویایی نمونه

یک نمونه آزمایشی بخوبی، بیانگر نمونه سنگ می باشد مگر اینکه لایه های شیل<sup>۱</sup> 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 نمونه آزمایشی آن نمونه ای که مطابق محاسبات زیر بند ۸-۷ بیشترین تغییر طول را پس از ۲۸ روز قرار داشتن در محلول قلیایی نشان دهد؛ مورد استفاده قرار می گیرد. دو نمونه باقیمانده را می توان کنار گذاشت.

## ۷- نمونه های آزمایشی

## ۷-۱- شکل نمونه ها

نمونه های آزمایشی می باید به شکل استوانه های قائم با دو انتهای مخروطی باشند.

تذکر ۹- توصیه مربوط به نمونه های آزمایشی در زیر بند ۷-۱، به این قصد نمی باشد که استفاده از دیگر نمونه های آزمایشی، برای مقاصد خاص یا تحت شرایط ویژه، را ممنوع سازد. در صورتی که نمونه های منشوری با مقطع مربع مورد استفاده قرار می گیرد، تمامی ابعاد طولی و فاصله بین وجوه موازی می باید تقریباً مساوی ابعاد نمونه آزمایشی مشروح در زیر بند ۷-۲ باشد.

## ۷-۲- ابعاد نمونه

نمونه آزمایشی باید دارای طول  $1.38 \pm 0.20$  in ( $35 \pm 5$ mm) و قطر  $0.35 \pm 0.04$  in ( $9 \pm 1$ mm) باشد.

تذکر ۱۰- در تهیه نمونه های آزمایشی می باید دقت کافی مبذول گردد تا از تغییر و دگرگونی سطح استوانه ای نمونه، بر اثر پرداخت کردن یا موادی که بر سرعت ورود محلول قلیایی به داخل نمونه اثر می گذارند، جلوگیری شود.

## ۷-۳- انتهای نمونه

زاویه رأس انتهای مخروطی نمونه می‌باید تقریباً  $120^\circ$  باشد.

تذکر ۱۱- به جای انتهای مخروطی برای نمونه‌ها می‌توان از وجوه انتهایی مسطح نیز استفاده نمود به نحوی 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 ۵-۴، به عمل آمده باشد.

## ۸- روش

## ۸-۱- طرز اندازه‌گیری

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

## ۸-۲- اندازه‌گیری طول نمونه

طول نمونه آزمایشی را اندازه بگیرید.

## ۸-۳- اشباع کردن نمونه

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

## ۸-۴- 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 دوره ۲۴ ساعته غرقابشدگی بیش از 0.02 درصد طبق محاسبه زیر بند ۹-۱ نگردد، اندازه بگیرید. وقتی که این شرایط حاصل شد، طول به دست آمده را به عنوان طول مرجع<sup>۱</sup> ثبت نمایید.

تذکر ۱۲ - طول مرجع معمولاً پس از ۱ تا ۴ روز فرورفتگی به دست می آید.

### ۸-۵ - قراردادن نمونه در محلول

نمونه اشباع شده از آب را به داخل یک بطری که حاوی حداقل ۳۵ mL محلول NaOH یک نرمال در دمای اتاق، به ازای هر نمونه می باشد فرو برده و درزگیری نمایید. بیش از ۲ نمونه را در داخل یک بطری فرو نبرید.

### ۸-۶ - دوره های اندازه گیری

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

### ۸-۷ - آماده کردن نمونه برای اندازه گیری

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

### ۸-۸ - نگهداری مجدد نمونه

بلافاصله پس از اندازه گیری نمونه را به داخل بطری برگردانید و مجدداً درزگیری نمایید.

### ۸-۹ - تعویض محلول

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

## ۹ - محاسبات

### ۹-۱ - محاسبه تغییر طول

محاسبات تغییر طول را مطابق زیر، به نزدیکترین ۰.۰۱٪ طول مرجع گرد نمایید:

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



که در آن:

$$\Delta l = \text{درصد تغییر طول در زمان آزمایش}$$

$$l_1 = \text{طول نمونه به اینچ (میلی متر) در زمان آزمایش، و}$$

$$l_0 = \text{طول مرجع پس از رسیدن به تعادل در آب، همان گونه که در زیر بند ۸-۴ تشریح شد.}$$

## ۱۰- تعبیر نتایج

### ۱۰-۱- حساسیت اندازه گیریها

نظر به اینکه انبساط ناشی از واکنش بین قلیایی های سیمان و سنگدانه های کربناتی نسبت به تغییرات جزئی در رخساره<sup>۱</sup> سنگدانه ها حساس می باشد، نتایج اندازه گیریها می باید با آگاهی کامل نسبت به متغیرهایی که بر نتایج به دست آمده موثر می باشند، تعبیر گردد. قبول یا رد معدن سنگدانه ای که منحصراً بر مبنای نتایج این آزمایش قرار داشته باشد توصیه نمی گردد، چه اینکه در تولید صنعتی، مصالح انبساطی و غیر انبساطی ممکن است در مجاورت یکدیگر قرار داشته باشند و گرفتن نمونه هایی که به درستی بیانگر تغییرات معدن باشد کار مشکلی است و تشخیص تفاوت های رخساره ای نیازمند کوششهای فردی مجرب می باشد. منظور از این روش آزمایش بیشتر مقاصد تحقیقی و یا روش شناسایی است تا ایجاد الزام در مشخصات<sup>۲</sup>. این روش به منظور تکمیل اطلاعات به دست آمده از گزارشات بهره برداری، آزمونهای سنگ نگاری<sup>۳</sup> و آزمایشهای سنگدانه در بتن می باشد.

### ۱۰-۲- اثر معدن سنگ

رابطه بین نتایج آزمایش و رفتار مقادیر بزرگ سنگ به دست آمده از یک معدن، وابسته به میزان تغییرات سنگ نگاری و خواص شیمیایی سنگ در معدن می باشد.

### ۱۰-۳- تعیین آسیب پذیری

نتایج تحقیقات نشان داده است که رفتار انبساطی سنگدانه ها در بتن به گونه کیفی توسط

1- lithology

2- specification enforcement

3- Petrographic examinations

نتایج آزمایش استوانه سنگ پیش‌بینی شده است. پیش‌بینی کمی انبساط بتن حاوی سنگدانه‌های واکنش‌زا بستگی دارد به: (۱) درجه واکنش‌زایی سنگدانه، (۲) مقدار مواد متشکله 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، به هر حال، استثناهایی در این مورد گزارش شده است. آشکار گردیده است که انبساط مضر و آسیب‌رساننده بتن به مقدار و نرخ انبساط سنگدانه و زمان آغاز آن بستگی دارد. به هر حال، پیش‌بینی‌های کمی انبساط بتن در مرحله بهره‌برداری، صرفاً با استفاده از نتایج این روش آزمایش هنوز ممکن نیست.

## ۱۱- گزارش

### ۱۱-۱- موارد گزارش

گزارش می‌باید شامل موارد پی‌آیند باشد:

۱۱-۱-۱- شماره شناسایی؛

۱۱-۱-۲- نوع و معدن سنگ؛

۱۱-۱-۳- شکل و ابعاد نمونه آزمایشی در صورتی که شکلی به جز استوانه دایروی قائم داشته باشند؛

۱۱-۱-۴- در هر بار اندازه‌گیری، درصد تغییر طول که به نزدیکترین 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.

۱۱- ۱- ۵- جنبه‌های مهمی که با آزمایش نمونه در خلال و پس از نگهداری در محلول قلیایی بروز می‌نماید. نظیر ترک خوردگی، تایدگی<sup>۱</sup>، چاک خوردن<sup>۲</sup> و غیره؛

۱۱- ۱- ۶- اطلاعات مهم دیگر که به نظر لازم می‌آید، نظیر سنگ‌نگاری و آنالیزهای شیمیایی.

## ۱۲- دقت

### ۱۲- ۱- تعیین تفاوت سنگها

در صورتی که نتایج نمونه‌های مکرر اندازه‌گیری شده توسط یک آزمایش‌کننده<sup>۳</sup> و با این احتمال که بیانگر یک مصالح می‌باشند، بیش از 0.10 نقطه درصدی<sup>۴</sup> برای انبساط‌های کمتر از 1.0% تفاوت داشته باشد، به احتمال زیاد نمونه‌ها نشان‌دهنده سنگهای کاملاً متفاوت از نظر ترکیب شیمیایی، بافت<sup>۵</sup> و یا هر دو می‌باشند.

### ۱۲- ۲- دقت یک آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه

دقت یک آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه طول، یک نمونه، برابر  $\pm 0.02$  نقطه درصدی (3S)، به گونه‌ای که در دستورالعمل توصیه شده<sup>۵</sup> E177 تعریف شده است، می‌باشد.

### ۱۲- ۳- دقت چند آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه

دقت چند آزمایش‌کننده، یک دستگاه مقایسه طول، یک نمونه، برابر  $\pm 0.03$  نقطه درصدی (3S)، به گونه‌ای که در دستورالعمل توصیه شده<sup>۵</sup> E177 تعریف شده است، می‌باشد.

### ۱۲- ۴- دقت چند آزمایش‌کننده، چند دستگاه مقایسه

دقت چند آزمایش‌کننده، چند دستگاه مقایسه طول، یک نمونه، برابر  $\pm 0.05$  نقطه درصدی (3S)، به گونه‌ای که در دستورالعمل توصیه شده<sup>۵</sup> E177 تعریف شده است، می‌باشد.

1- warping

2- splitting

3- operator

4- percentage point

5- texture

## زیرنویسها

۱ - این روش آزمایش در حوزه صلاحیت کمیته 9-ASTMC برای بتن و سنگدانه‌های بتن قرار دارد و تحت مسئولیت مستقیم زیر کمیته 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 چاپ فعلی در تاریخ سوم اکتبر 1969 تصویب و در دسامبر 1969 منتشر گردیده است. ابتدا تحت عنوان چاپ فعلی در تاریخ سوم اکتبر 1969 تصویب و در دسامبر 1969 منتشر گردیده است. ابتدا تحت عنوان چاپ فعلی در تاریخ سوم اکتبر 1969 تصویب و در دسامبر 1969 منتشر گردیده است. ابتدا تحت عنوان چاپ فعلی در تاریخ سوم اکتبر 1969 تصویب و در دسامبر 1969 منتشر گردیده است.

۲ - کتاب سالانه استانداردهای ASTM، جلد 0.4.02

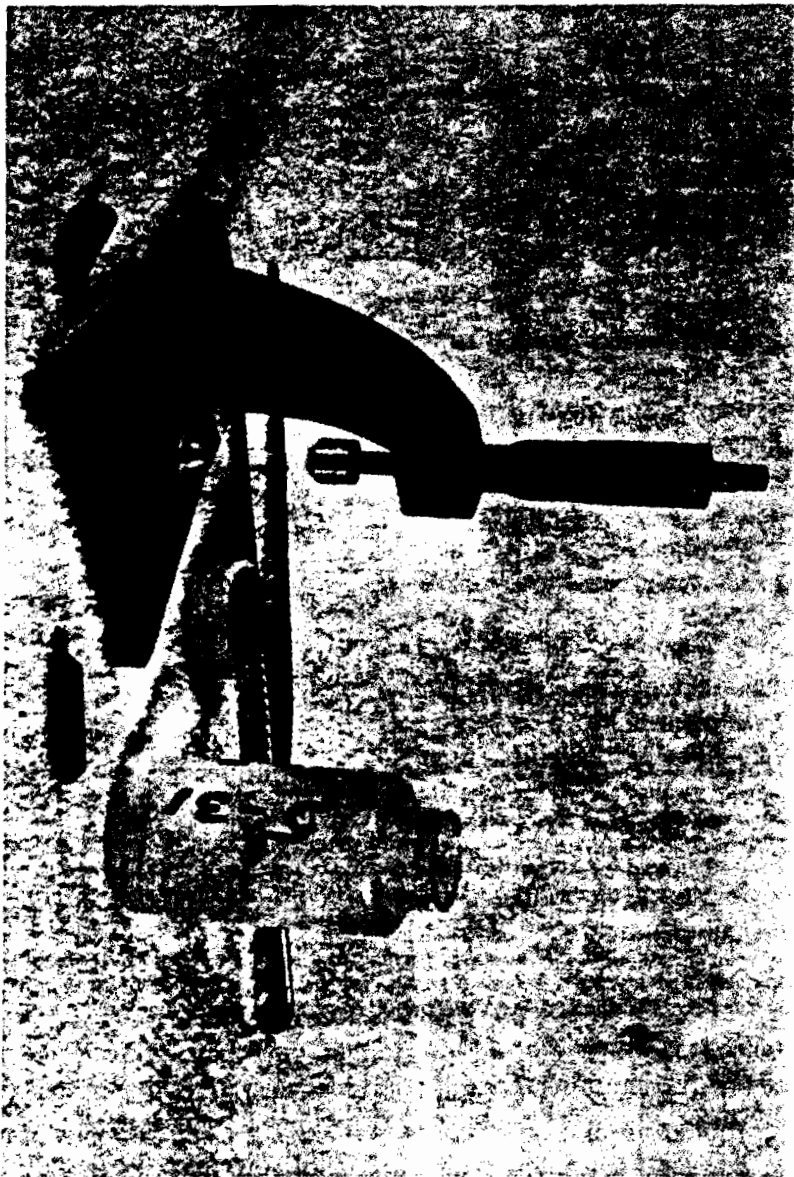
*Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02*

۲ - کتاب سالانه استانداردهای ASTM، جلد 0.8.01

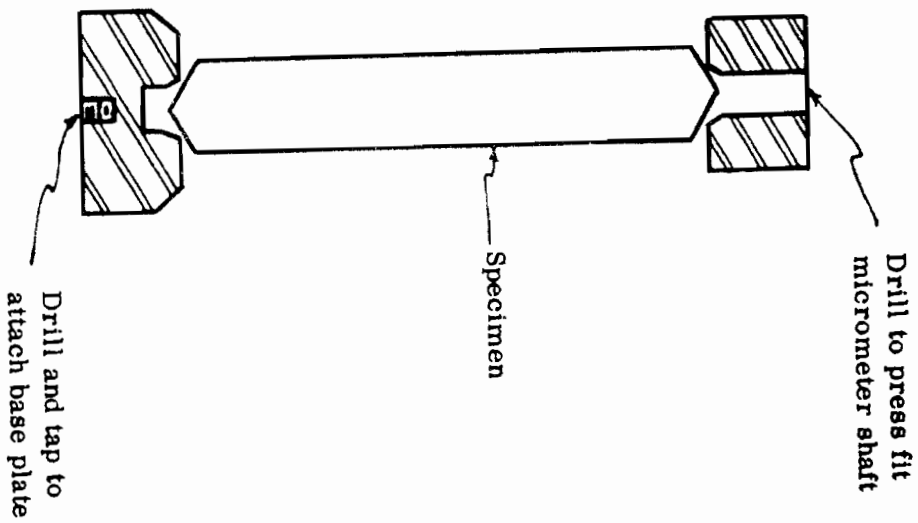
*Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01*

۴ - کتاب سالانه استانداردهای ASTM، جلد 14.02

*Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02*



شکل ۱ - نمونه دستگاه اندازه گیری طول



پیوست

نکات ایمنی و بهداشتی هنگام  
بهره‌برداری از مخازن آب



## مقدمه

این بخش از مشخصات به‌ارائه 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- 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 سفره 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 آلوده‌کننده مشابه، حداقل باید ۱۵ متر از مخزن فاصله داشته باشند. در صورتی که لوله‌های فاضلاب در حد فاصل ۶ تا ۱۵ متر از مخزن عبور نماید، باید



برای فشار ۳۵ متر ارتفاع آب، آزمایش شود.

پ) فاصله بالای مخزن از سطح طبیعی زمین نباید کمتر از ۶۰ سانتی متر باشد.

## ۲- محافظت

الف) سقف مخزن باید کاملاً آب بند باشد، به طوری که از ورود پرندگان، خزندگان، حشرات و گرد و خاک به داخل مخزن جلوگیری نماید.

ب) باید با کشیدن حصار دور محوطه مخزن، قفل کردن دریچه های ورودی به مخزن و سایر تدابیر امنیتی لازم، از احتمال هرگونه خرابکاری در مخزن جلوگیری شود.

## ۳- زهکشی

هیچکدام از زهکشهای مخزن نباید به طور مستقیم به لوله فاضلاب یا تخلیه آب باران وصل شوند.

## ۴- سرریز

الف) تمام مخازن باید دارای سرریزی باشند که لوله خروجی آن تا ۳۰ الی ۶۰ سانتی متری سطح زمین پایین آورده شده باشد و آب سرریز را روی ورودی زهکش یا سطح بتنی تخلیه نماید. لوله سرریز نباید به طور مستقیم به فاضلاب یا زهکش آب باران وصل شود. لوله 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 به مخزن و یا هر نوع خرابکاری احتمالی جلوگیری به عمل آید.

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

## ۵- دسترسی ها

به منظور دستیابی به درون مخزن، باید دریچه هایی به تعداد کافی در سقف مخزن تعبیه گردد. این دریچه ها باید دارای شرایط زیر باشند:

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

سقف مخزن باشد.

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

## ۶- 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.

## ۷- سقف و دیوارهای جانبی

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

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

## ۸- 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 به راحتی جریان یافته و تخلیه شود. همچنین باید از رویدن گیاه در روی سطح خاک جلوگیری شود. برای این کار می‌توان از علف‌کش استفاده کرد.

### ۹- یخبندان

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

### ۱۰- جلوگیری از ورود رسوبات به لوله خروجی

جزئیات حوضچه خروجی باید طوری باشد که از ورود رسوبات مخزن به شبکه جلوگیری شود. به همین منظور لازم است برآمدگیهایی در لبه حوضچه خروجی تعبیه شود.

### ۱۱- شیب بندی اطراف مخزن

اطراف مخزن باید طوری شیب بندی شود که از ورود جریانهای سطحی تا فاصله ۱۵ متری محوطه مخزن جلوگیری شود.

### ۱۲- حفاظت اجزای فلزی

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

### ۱۳- شست و شو، رسوب زدایی و ضد عفونی کردن مخازن

#### ۱۳-۱- مقدمه

تمام مخازن جدید باید قبل از آب اندازی و قرار گرفتن در خط سرویس و همچنین تمام مخازنی که به عللی نظیر بازرسیهای فنی، تعمیرات، شست و شو و یا رنگ آمیزی به طور موقت از خط سرویس خارج می‌شوند، قبل از آب اندازی مجدد و قرار گرفتن در خط

سرویس باید ضد عفونی شوند. مخازن فعال در خط سرویس باید حداقل سالی یک بار از خط خارج شده، رسوب‌زدایی، شست‌وشو و ضد عفونی گردند.

### ۱۳-۲- شرایط پذیرش

مخزن وقتی از نقطه نظر ضد عفونی بودن مورد پذیرش است که آزمایشات باکتریولوژی نشان دهند که آب ذخیره شده در آن عاری از هرگونه باکتری کولیفرم می‌باشد.

### ۱۳-۳- تمیز کردن

بعد از اتمام عملیات ساختمانی، تمام وسایل از قبیل قالبها، خرده تخته‌ها، 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، برس‌های سیمی\* و یا سیستمهای مشابه تمیز شود. تمام آبها و خرده ریزهای 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.

### ۱۳-۴- انواع ترکیبات کلر مورد استفاده برای ضد عفونی کردن

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

کلر مایع: کلر مایع دارای درجه 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 به طوری 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 به صورت محلول در ظرف‌های ۵ تا ۲۰ لیتری و گاه تا ۱۰۰ لیتری به بازار عرضه می‌شود. هیپوکلریت سدیم به طور تقریب حاوی ۵ تا ۱۵ درصد حجمی، کلر می‌باشد و شرایط انبارداری آن باید چنان باشد که از فساد و تبخیر کلر جلوگیری به عمل آید.

هیپوکلریت کلسیم: هیپوکلریت کلسیم در شکل دانه‌ای و یا قرص‌های کوچک در دسترس 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 به حداقل ممکن کاهش یابد.

### ۱۳- ۵- روش‌های کلرزنی و ضد عفونی کردن مخازن

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

۱- کلرزنی تمام مخزن همزمان با آب‌اندازی به طوری که در انتهای زمان آب‌اندازی، میزان کلر موجود در آب از ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کمتر نباشد.

۲- پاشیدن و یا مالیدن محلول ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر به سطوح تماس آب با جدار

مخزن

۳- کلرزنی تمام مخزن با آب‌اندازی مرحله‌ای به طوری که مقدار کلر موجود پس از ۲۴

ساعت، از ۲ میلی‌گرم بر لیتر کمتر نباشد.

## ۱۳-۵-۱- 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 به آب اضافه شود:

**الف) استفاده از کلر مایع:** کلر مایع باید به‌صورت یکنواخت در تمام مدت پر شدن، به آب ورودی به مخزن تزریق شود. دستگاه‌های کلرزی باید مجهز به لوله تزریق محلول کلر با غلظت زیاد، و همچنین سیستم‌های ایمنی باشند. لوله تزریق باید توسط یک شیر به لوله ورودی در نزدیکی مخزن متصل شود.

**ب) استفاده از هیپوکلریت سدیم:** هیپوکلریت سدیم باید به کمک یک پمپ تزریق مواد شیمیایی، به آب ورودی به مخزن تزریق شود. می‌توان هیپوکلریت سدیم را با دست به مخزن 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 لوله تزریق مناسب (قادر به تزریق با غلظت زیاد)، با دبی یکنواخت به آب ورودی تزریق شود. لوله تزریق باید به وسیله یک شیر، به لوله ورودی متصل شود.

در صورت ریختن هیپوکلریت سدیم به وسیله دست، باید تمام درجه‌های 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 به قطر حداکثر ۶ میلی‌متر آسیاب می‌شوند و سپس قبل از آب‌اندازی، از طریق درجه‌های بازدید به مخزن 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 به مخزن 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 به آب ورودی به مخزن تزریق شود.

ت) زمان توقف: بعد از پر شدن مخزن توسط آب ضد عفونی کننده، برای مدت مشخصی آب باید در مخزن متوقف شود. در صورتی که تزریق مواد ضد عفونی کننده توسط دستگاه کلر زنی 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 می باشد.

ث) استفاده از آب ضد عفونی کننده داخل مخزن: پس از گذشت زمان توقف، به شرط انجام آزمایشهای باکتریولوژی و کاهش غلظت کلر به مقدار حداکثر ۲\* میلی گرم در لیتر، می توان آب موجود در مخزن را وارد شبکه کرد. برای کاهش غلظت کلر، می توان قدری از آب را تخلیه کرد و به جای آن آب قابل شرب بدون کلر را وارد مخزن نمود. آب حاوی کلر که به بیرون از مخزن تخلیه می شود، نباید برای طبیعت و محیط اطراف مضر باشد.

### ۱۳- ۵- ۲- روش دوم: روش پاشیدن محلول کلر

در این روش محلول ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر کلر، به صورت تحت فشار روی جدار در تماس با آب مخزن، پاشیده می شود. این کار باید برای تمامی سطوح و همچنین لوله های ورودی و خروجی مخزن انجام گیرد. لوله های ارتباطی داخل مخزن را می توان با پر کردن آنها توسط محلول ۱۰ میلی گرم بر لیتر کلر ضد عفونی نمود.

سطوح ضد عفونی شده باید به مدت ۳۰ دقیقه در تماس با محلول غلیظ کلر قرار گیرند. بعد از آن می توان مخزن را با آب آشامیدنی تا تراز سرریز پر کرد. در صورت انجام آزمایشهای باکتریولوژی در روی آب مخزن می توان آن را وارد شبکه نمود.

### ۱۳- ۵- ۳- روش سوم: روش آب اندازی مرحله ای

در این روش ابتدا ۵ درصد حجم مخزن توسط محلول ۵۰ میلی گرم بر لیتر کلر پر می شود. سپس این محلول به مدت نه کمتر از ۶ ساعت در مخزن می ماند. سپس مخزن توسط آب

\* در حالت عادی حداکثر میزان کلر موجود در آبی که از مخزن وارد شبکه می شود، ۰/۳ تا ۰/۵ میلی گرم در لیتر می باشد.

آشامیدنی تا تراز سرریز پر می‌شود. این وضعیت رقیق شده نیز به مدت 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- ۵- ۴- 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 به چکمه و لباس لاستیکی و ماسک ضدکلر می‌باشند، وارد مخزن شده و به کمک جریان تحت فشار آب ژاول (هیپوکلریت سدیم) با غظت مشخص اقدام به شستشو و ضدعفونی کردن مخزن می‌نمایند. پس از اتمام عملیات ضدعفونی و خروج کارگران، کلیه 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 به مدت نیم ساعت در داخل مخزن جریان می‌یابد. سپس شیرهای تخلیه بسته شده و اجازه داده می‌شود که عمق آب در مخزن به نیم متر برسد. در این لحظه شیرهای ورودی بسته شده و آب موجود به مدت نیم ساعت 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- ۶- 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 مشاهده مجدد باکتری، عمل ضدعفونی کردن باید تکرار گردد.



۱۳- ۷- مقادیر مواد شیمیایی لازم برای تولید محلول کلر با غلظتهای مشخص در جدول شماره 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

غلظت مطلوب کلر در آب mg/L	کلر مایع لازم (Kg)	هیپوکلریت سدیم لازم (لیتر)			هیپوکلریت کلسیم لازم (کلر موجود ۶۵ درصد) (Kg)
		محلول ۵ درصد کلر (حجمی)	محلول ۱۰ درصد کلر (حجمی)	محلول ۱۵ درصد کلر (حجمی)	
۲	۰/۲	۳/۹	۲	۱/۳	۰/۳۱
۱۰	۱/۰	۱۹/۴	۹/۹	۶/۷	۱/۵۴
۵۰	۵/۰	۹۷	۴۹/۶۰	۳۳/۴۰	۷/۶۹

۱۳- ۸- تخلیه آب کلردار مورد استفاده برای ضد عفونی کردن مخزن آب آشامیدنی که برای ضد عفونی کردن مخزن به کار می رود، در انتهای کار حاوی مقدار زیادی کلر است. اگر بنا باشد این آب وارد شبکه شود و یا به محیط اطراف تخلیه شود، لازم است از غلظت کلر آن کاسته شود. نام و مقدار موادی که از آنها می توان برای کاهش غلظت کلر استفاده کرد، در جدول ۲ ارائه شده است.

#### ۱۴- بازدید شیرآلات و سایر تجهیزات تأسیساتی مخزن

طبق یک برنامه تنظیمی حداقل هر سه ماه یکبار باید شیرآلات مخزن مورد بررسی قرار گیرند به طوری که عملکرد آنها در مواقع اضطراری قابل اطمینان باشد. در حین بازدید باید به سرویسهای الزامی مندرج در کاتالوگ شیرآلات توجه شده و مانور کاملی در شیرها انجام شود.

#### ۱۵- نگهداری

در کنار هر مخزن و در محل مناسب باید یک اتاقک نگهداری ساخته شود و طی شبانه روز حداقل یک نگهبان به صورت نوبتی در محل حضور داشته باشد.

جدول شماره ۲: مقدار مواد شیمیایی مورد نیاز برای خنثی کردن کلر باقیمانده در ۱۰۰ متر مکعب آب

غلظت کلر باقیمانده mg/L	مقدار مواد شیمیایی مورد نیاز ۱۰۰ متر مکعب آب (Kg)			
	دی‌اکسید گوگرد (SO <sub>2</sub> )	بیوسولفیت سدیم (NaHSO <sub>3</sub> )	سولفیت سدیم (Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )	تیوسولفیت سدیم (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O)
۱	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۴
۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳۵	۰/۲۹
۱۰	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱/۴۴
۵۰	۵	۷/۵۲	۸/۷۷	۷/۲۱