

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی

نشریه شماره ۱۰۸
(تجدیدنظر اول)

وزارت نیرو
دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا
<http://seso.moe.org.ir>

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir



بسمه تعالی

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره:	۹۲/۸۰۲۶۶	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۹۲/۰۹/۰۵	
موضوع: مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی (تجدید نظر اول)		
<p>به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷-هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۱۰۸ امور نظام فنی، با عنوان «مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی (تجدید نظر اول)» از نوع گروه دوم ابلاغ می‌شود تا از تاریخ ۱۳۹۳/۰۱/۰۱ به اجرا درآید.</p> <p>رعایت کامل مفاد این ضابطه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی‌نفع الزامی است. همچنین در پروژه‌هایی که با مشارکت بخش غیر دولتی در سرمایه‌گذاری اجرا می‌شوند، انتخاب حدود معیارها و ضوابطی که در این نشریه به صورت متغیر اعلام شده است، در حدود تعیین شده بر عهده دستگاه‌های اجرایی است.</p> <p>با این ابلاغ، بخشنامه شماره ۷۸۳-۸۷۶۲/۵۶-۱ مورخ ۱۳۶۸/۰۶/۲۰ لغو می‌شود.</p> <p>امور نظام فنی این معاونت، عهده‌دار پاسخگویی و اعلام اصلاحات در مفاد این نشریه خواهد بود.</p>		
<p>محمد باقر نوبخت معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور</p>		

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر

گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن

۳۳۲۷۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی

Email: info@nezamfanni.ir

web: nezamfanni.ir

به نام خدا

پیشگفتار اول

بخش عمده کشور ما جزو مناطق خشک محسوب می‌شود و آب در آن ارزش فوق‌العاده‌ای در تولید دارد. و مهم‌ترین عامل محدود کننده توسعه اقتصادی است. روند افزایش جمعیت و نیاز جامعه به مواد غذایی و رعایت سیاست‌گذاری‌های دولت در جهت خودکفایی نسبی، حداکثر کوشش را برای استفاده بهینه از منابع آب در کشور ایجاب می‌کند.

توسعه منابع آب و عمران اراضی، به دلیل ماهیت زیربنایی آن، نیاز به سرمایه‌گذاری‌های سنگین، کاربرد ضوابط علمی، تکنولوژی مناسب و دقت در اجرای کار دارد. ابعاد و سنگینی سرمایه‌گذاری‌ها برای اجرای طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع آب، به گونه‌ای است که تامین آب به جز از طریق منابع ملی و با مراقبت و نظارت دولت امکان‌پذیر نیست. از این رو ایجاد تسهیلات و فراهم آوردن ابزار و وسایل کار، از جمله ضوابط علمی و تکنولوژی مناسب و امکانات دقت در اجرای کار، باید به وسیله دولت فراهم شود.

در این راستا، وزارت برنامه و بودجه، به منظور کاربرد استانداردهای معتبر و ایجاد هماهنگی در طراحی سازه‌ها و تاسیسات آبی، تدوین ضوابطی را برای استاندارد کردن کانال‌ها و ابنیه فنی تیپ مورد استفاده در شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور، به شرح زیر اقدام کرد:

- نشریه شماره ۱۰۳- منابع آب و خاک و نحوه بهره‌برداری در گذشته و حال
- نشریه شماره ۱۰۴- هیدرولیک کانال‌ها
- نشریه شماره ۱۰۵- هیدرولیک لوله‌ها و مجاری
- نشریه شماره ۱۰۶- اندازه‌گیرهای جریان
- نشریه شماره ۱۰۷- نقشه‌های تیپ سازه‌های فنی
- نشریه شماره ۱۰۸- مشخصات فنی عمومی
- نشریه شماره ۱۰۹- خدمات فنی دوران بهره‌برداری و نگهداری

نشریه‌های یاد شده در جهت آگاهی از امکانات، مسایل و مشکلات موجود در زمینه دسترسی به منابع آب و خاک و بهره‌برداری از آن، آمار و اطلاعات و پیشنهادهایی را در زمینه منابع آب و خاک و خدمات دوران بهره‌برداری و نگهداری مطرح کرده و ضوابطی را در مورد هیدرولیک کانال‌ها، هیدرولیک لوله‌ها و مجاری، سازه‌های اندازه‌گیری، نقشه‌های تیپ سازه‌های آبیاری و زهکشی و مشخصات فنی مربوط ارائه می‌کند.

امید است انجام این کار، در راه ایجاد تسهیلات و فراهم آوردن ابزار کار برای طراحان و مجریان طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع آب و خاک کشور، گامی را پیموده باشد و علاقه‌مندان و استفاده‌کنندگان از این نشریه‌ها، با اظهار نظر و راهنمایی‌های خود، در تکمیل و غنی ساختن آن تهیه‌کنندگان این مجموعه را یاری دهند.

پیشگفتار دوم

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای ملی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه، زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد. پیشرفت روزافزون علوم فنی مهندسی و استفاده از فناوری‌های نوین در مطالعه و اجرای طرح‌های مهندسی، بازنگری مستمر استانداردها و ضوابط و معیارهای فنی را ایجاب می‌کند. یکی از این استانداردها، مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی می‌باشد که در سال ۱۳۶۸ با عنوان ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (مشخصات فنی عمومی) با شماره ۱۰۸ توسط سازمان برنامه و بودجه وقت منتشر و جهت استفاده به دستگاه‌های اجرایی و مشاوران و پیمانکاران ابلاغ گردید. نشریه ۱۰۸ نقش موثر و مثبتی در اجرای کارهای مختلف ساختمانی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و حفاظت و ساماندهی رودخانه‌های کشور ایفا نموده است.

گسترش دامنه کارهای مربوط به این حوزه و به روز کردن آن با توجه به فناوری‌های نوین و تجربیات ملی و همچنین با ابلاغ برخی نشریات و به‌خصوص آیین‌نامه‌های مختلف نظیر آیین‌نامه بتن ایران، بازنگری و تجدید نظر و تکمیل مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی را ضروری ساخته است.

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو که رسالت تدوین ضوابط و معیارهای طراحی در زمینه‌های مختلف آب کشور را به عهده دارد با کسب بازخوردهای اجرایی استفاده از این نشریه در دو دهه اخیر، اقدام به بازنگری نشریه حاضر بر اساس آخرین استانداردهای ملی و بین‌المللی نموده است تا در عملیات اجرایی طرح‌های سامانه‌های آبیاری و زهکشی و مهندسی رودخانه مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه نشریه «بازنگری مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی» را با هماهنگی امور نظام فنی و اجرایی معاونت نظارت راهبردی رییس‌جمهور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این معاونت ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوب شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ- مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

بدین وسیله معاونت نظارت راهبردی از تلاش و جدیت رییس امور نظام فنی جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس محمد ابراهیم‌نیا و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید و از ایزد منان توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران را آرزومند می‌باشد.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود درخصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

معاون نظارت راهبردی

پاییز ۱۳۹۲

تهیه و کنترل «بازنگری مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی» [نشریه شماره ۱۰۸]

مجری: شرکت مهندسی مشاور پراهوم

مولف اصلی: احمد جعفری شرکت مهندسی مشاور پراهوم لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی

اعضای گروه تهیه‌کننده:

لیسانس مهندسی مصالح ساختمانی	لیسانس مهندسی مشاور پراهوم	لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی	حسن تابش	احمد جعفری	رضا حدادی
لیسانس مهندسی مکانیک سیالات	لیسانس مهندسی مشاور پراهوم	لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی	سوسن رضایی	مسعود شمعدانی	عسگر صاحب جمع
لیسانس زمین‌شناسی	لیسانس مهندسی مشاور پراهوم	لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی	اورنگ فرزانه	رضا کیانی	حسین ناشر
دکترای سازه‌های بتن آرمه	دکترای ژئوتکنیک	دکترای ژئوتکنیک	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	شرکت مهندسی مشاور پراهوم	شرکت مهندسی مشاور پراهوم
دکترای ژئوتکنیک	دکترای ژئوتکنیک	دکترای ژئوتکنیک	دانشگاه تهران	شرکت مهندسی مشاور پراهوم	شرکت مهندسی مشاور پراهوم
فوق لیسانس مکانیک خاک و مهندسی پی	فوق لیسانس مکانیک خاک و مهندسی پی	فوق لیسانس مکانیک خاک و مهندسی پی	دانشگاه تهران	شرکت مهندسی مشاور پراهوم	شرکت مهندسی مشاور پراهوم
لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی	لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی	لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی	دانشگاه تهران	شرکت مهندسی مشاور پراهوم	شرکت مهندسی مشاور پراهوم

اعضای گروه نظارت:

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	فوق لیسانس مهندسی کشاورزی	شرکت مهندسی مشاور آبخوان	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی
فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	فوق لیسانس مهندسی کشاورزی	شرکت مهندسی مشاور پندام	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	رییس جمهور
فوق لیسانس مهندسی عمران	فوق لیسانس مهندسی عمران	فوق لیسانس مهندسی عمران	شرکت مهندسی مشاور پندام	شرکت مهندسی مشاور پندام	شرکت مهندسی مشاور پندام
کارشناس مدیریت ساخت و اجرا	کارشناس مدیریت ساخت و اجرا	کارشناس مدیریت ساخت و اجرا	کارشناس آزاد	کارشناس آزاد	کارشناس آزاد
فوق لیسانس ژئوتکنیک	فوق لیسانس ژئوتکنیک	فوق لیسانس ژئوتکنیک	شرکت مهندسی مشاور آبرون ژرف	شرکت مهندسی مشاور آبرون ژرف	شرکت مهندسی مشاور آبرون ژرف
فوق لیسانس مهندسی تاسیسات آبیاری	فوق لیسانس مهندسی تاسیسات آبیاری	فوق لیسانس مهندسی تاسیسات آبیاری	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی آبیاری و زهکشی طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی	وزارت نیرو	وزارت جهاد کشاورزی	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران	شرکت پانیر	سید اسداله اسدالهی	عبدالحسین بهنامزاده	محمدصادق جعفری	سیدمجتبی رضوی نبوی	مهرداد زریاب
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------	--------------------	-----------------------------	---------------------------------------	------------	--------------------	---------------------	----------------	--------------------	--------------

محمد کاظم سیاهی	شرکت مهندسین مشاور پندام	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی و مهندسی عمران
محمدحسن عبدالله شمشیرساز	شرکت مهندسین مشاور پژوهاب	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی
انسیه محرابی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	فوق لیسانس مهندسی تاسیسات آبیاری
احمد محسنی	شرکت مهندسین مشاور آبیاری نوآور صحرا	دکترای مهندسی کشاورزی گرایش ترویج
محمدجواد منعم	دانشگاه تربیت مدرس	دکترای مهندسی منابع آب

اعضای گروه هدایت و راهبردی:

فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی
ساناز سرافراز	کارشناس منابع آب امور نظام فنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل اول - کلیات
۵	۱-۱- دامنه کاربرد
۵	۲-۱- تعاریف
۷	۳-۱- برنامه زمان بندی تفصیلی عملیات اجرایی
۹	۴-۱- استانداردها
۹	۵-۱- کنترل مصالح قبل از مصرف
۹	۶-۱- تحویل مصالح
۹	۷-۱- مسوولیت های پیمانکار
۱۰	۸-۱- پیشنهادهای پیمانکار
۱۰	۹-۱- تضمین کیفیت
۱۱	۱-۹-۱- پذیرش کیفیت
۱۱	۲-۹-۱- کنترل کیفیت
۱۱	۱۰-۱- نقاط نشانه و مبدا
۱۱	۱۱-۱- پاک سازی و ریشه کنی بستر و حریم
۱۲	۱۲-۱- تخریب
۱۳	۱۳-۱- چاه های آب و فاضلاب، قنات ها
۱۳	۱۴-۱- استملاک اراضی و آماده سازی مسیر
۱۳	۱-۱۴-۱- دسترسی به مناطق عملیاتی، منابع قرضه و حمل مصالح
۱۴	۲-۱۴-۱- تقاطع با تاسیسات
۱۴	۳-۱۴-۱- رعایت مسایل حفاظت از آثار باستانی و اماکن مذهبی
۱۵	۱۵-۱- حفظ محدوده عملیات از ورود آب
۱۵	۱۶-۱- تامین آب مزارع و باغ ها و آب شهری
۱۵	۱۷-۱- پاک سازی مسیر از مواد انفجاری و بقایای به جا مانده از جنگ
۱۶	۱۸-۱- ثبت فرآیند عملیات اجرایی و نگهداری مدارک
۱۶	۱-۱۸-۱- ثبت مراحل ساخت، راه حل ها و روش های اجرا شده

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۶	۱-۱۸-۲- نگهداری مدارک، اسناد، گزارش‌ها، دستورکارها و نتایج آزمایش‌ها
۱۷	۱-۱۹- نقشه‌های کارگاهی
۱۷	۱-۲۰- نقشه‌های برابر ساخت
۱۷	۱-۲۱- آب‌اندازی قبل از تحویل موقت
۱۹	فصل دوم- حفاظت و ایمنی
۲۱	۲-۱- کلیات
۲۱	۲-۱-۱- استانداردها
۲۱	۲-۱-۲- مسوولیت‌های پیمانکار
۲۲	۲-۱-۳- تغییر در مشخصات
۲۲	۲-۲- سازمان حفاظت و ایمنی
۲۲	۲-۲-۱- برنامه حفاظت و ایمنی
۲۲	۲-۲-۲- مواد سمی
۲۲	۲-۲-۳- نگهداری مواد منفجره و خطرناک
۲۳	۲-۳- مواد شیمیایی
۲۳	۲-۴- لوازم حفاظت فردی
۲۳	۲-۵- آتش‌سوزی
۲۳	۲-۶- ایمنی در هنگام کار با ابزار، وسایل و ماشین‌آلات
۲۳	۲-۶-۱- ابزار، وسایل و ماشین‌آلات
۲۴	۲-۶-۲- کتاب راهنمای ماشین‌آلات
۲۴	۲-۶-۳- حفاظت و سامانه هشداردهنده
۲۴	۲-۶-۴- تغییر در ماشین‌آلات
۲۴	۲-۶-۵- سرویس و تعمیر ماشین‌آلات
۲۴	۲-۷- ایمنی در هنگام اجرای عملیات
۲۴	۲-۷-۱- کلیات
۲۴	۲-۷-۲- سازه‌های موقت
۲۵	۲-۷-۳- عملیات خاکی
۲۶	۲-۷-۴- کارهای بتنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۷	۲-۷-۵- کارهای فلزی
۲۷	۲-۷-۶- کابل کشی و نصب تاسیسات و تجهیزات برقی
۲۸	۲-۷-۷- کارخانه ساخت بتن و سنگ شکنها
۲۸	۲-۸- بارگیری، حمل و تخلیه
۲۹	فصل سوم- عملیات آماده سازی، تجهیز و برچیدن کارگاه
۳۱	۳-۱- کلیات
۳۲	۳-۲- راهها
۳۲	۳-۲-۱- انواع راهها
۳۲	۳-۲-۲- مشخصات هندسی راهها
۳۳	۳-۲-۳- عملیات خاکی
۳۳	۳-۳- اقامتگاه و تسهیلات رفاهی
۳۳	۳-۴- دفاتر
۳۴	۳-۵- انبارها
۳۴	۳-۵-۱- انبار سیمان پاکتی، ابزار کار و ...
۳۴	۳-۵-۲- سیلوها
۳۴	۳-۵-۳- انبار مواد سوزا
۳۴	۳-۵-۴- مخازن ذخیره سوخت و پمپ بنزین
۳۴	۳-۵-۵- انبار نمونه های حفاری
۳۵	۳-۶- تعمیرگاهها و توقفگاهها
۳۵	۳-۶-۱- تعمیرگاه ماشین آلات سنگین
۳۵	۳-۶-۲- تعمیرگاه ماشین آلات سبک
۳۵	۳-۶-۳- کارگاه سرویس ماشین آلات
۳۵	۳-۶-۴- توقفگاه ماشین آلات سنگین
۳۵	۳-۶-۵- توقفگاه ماشین آلات سبک
۳۵	۳-۷- کارگاه های پشتیبانی
۳۵	۳-۷-۱- کارگاه آرماتوربندی، آهنگری و جوشکاری، نجاری، برق، تراشکاری
۳۶	۳-۷-۲- اتاق سرپرست کارگاه

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۶	۳-۸- آزمایشگاه
۳۶	۳-۹- ساختمان نگهبانی
۳۶	۳-۱۰- ساختمان درمانگاه و امکانات بهداشتی
۳۶	۳-۱۱- آشپزخانه‌ها و سالن‌های غذاخوری
۳۷	۳-۱۲- تاسیسات و شبکه تامین برق
۳۷	۳-۱۲-۱- تاسیسات و شبکه تامین برق اضطراری
۳۷	۳-۱۲-۲- تاسیسات و شبکه تامین برق دائم
۳۸	۳-۱۳- تاسیسات شبکه تامین آب
۳۸	۳-۱۳-۱- تاسیسات و شبکه تامین آب شرب
۳۸	۳-۱۳-۲- تاسیسات تامین آب صنعتی
۳۹	۳-۱۴- تاسیسات و شبکه فاضلاب
۳۹	۳-۱۴-۱- تاسیسات و سامانه فاضلاب بهداشتی
۳۹	۳-۱۴-۲- تاسیسات و سامانه فاضلاب صنعتی
۳۹	۳-۱۴-۳- تاسیسات دفع زباله و مواد زاید و سیستم زهکشی
۴۰	۳-۱۵- تجهیزات تلفن و نمابر
۴۰	۳-۱۶- تاسیسات تهیه سنگ‌دانه‌های بتن و مصالح خاکریزی
۴۰	۳-۱۷- تاسیسات تهیه بتن
۴۰	۳-۱۸- تاسیسات انتقال و ریختن بتن
۴۰	۳-۱۹- برچیدن کارگاه
۴۱	فصل چهارم- عملیات خاکی
۴۳	۴-۱- کلیات
۴۳	۴-۱-۱- انواع خاکریزها
۴۴	۴-۱-۲- خاک برداری، کانال‌کشی و خاکریزی
۴۴	۴-۱-۳- پیاده کردن مسیر
۴۶	۴-۱-۴- عرض بستر خاکریزی و عرض بالای خاک برداری
۴۶	۴-۱-۵- برنامه عملیات خاکی
۴۷	۴-۲- عملیات خاک برداری

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۷	۴-۲-۱- اجرای انواع عملیات خاک برداری
۵۰	۴-۲-۲- پی‌کنی محل سازه‌ها و ابنیه فنی
۵۲	۴-۲-۳- حفاری در زمین‌های سنگی
۵۲	۴-۲-۴- حفاری با مواد منفجره
۵۳	۴-۲-۵- ریزش‌برداری
۵۳	۴-۲-۶- تداوم عملیات خاک برداری
۵۴	۴-۳-۳- مصالح و منابع قرضه
۵۴	۴-۳-۱- محل قرضه‌ها
۵۵	۴-۳-۲- کیفیت مصالح قرضه
۵۵	۴-۳-۳- استفاده از مصالح خاک‌برداری‌ها و گودبرداری‌ها
۵۶	۴-۳-۴- آماده‌سازی خاک‌های ریزدانه در محل قرضه
۵۶	۴-۳-۵- اختلاط مصالح خاکی
۵۶	۴-۴- خاک‌های مساله‌ساز در خاک‌ریزها و زمین بستر
۵۸	۴-۴-۱- خاک‌های تورم‌پذیر
۵۹	۴-۴-۲- خاک‌های واگرا
۵۹	۴-۴-۳- خاک‌های گچ‌دار یا حاوی مواد حل شونده
۶۰	۴-۴-۴- خاک‌های آلی
۶۰	۴-۴-۵- خاک‌های فرسایش‌پذیر
۶۰	۴-۴-۶- خاک‌های حاوی سنگ‌دانه‌های خردشونده و تجزیه‌شونده
۶۰	۴-۴-۷- خاک‌های روان‌گرا
۶۱	۴-۵- عملیات خاک‌ریزی و کوبیدن
۶۱	۴-۵-۱- کلیات
۶۲	۴-۵-۲- آماده‌سازی بستر خاک‌ریز
۶۵	۴-۵-۳- مصالح خاک‌ریزی
۶۶	۴-۵-۴- پخش لایه‌ها
۶۶	۴-۵-۵- ضخامت لایه‌های خاک‌ریز
۶۷	۴-۵-۶- رطوبت بهینه و تراکم خاک‌ریز

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶۸	۴-۵-۷- کوبیدن
۶۹	۴-۵-۸- کنترل تراکم خاک ریزها
۶۹	۴-۵-۹- پشت‌ریزی ابنیه فنی
۷۰	۴-۵-۱۰- رگلاژ، تسطیح و تنظیم
۷۰	۴-۵-۱۱- بستر راه‌ها
۷۱	۴-۵-۱۲- زیرسازی پوشش بتنی کانال
۷۳	۴-۵-۱۳- روش‌های اجرایی ساخت منشور کانال
۷۴	۴-۵-۱۴- تداوم عملیات خاک‌ریز
۷۵	۴-۶- تسطیح اراضی
۷۵	۴-۶-۱- دامنه کاربرد
۷۶	۴-۶-۲- تمهیدات آغاز عملیات
۷۷	۴-۶-۳- عملیات خاکی
۷۸	۴-۶-۴- حفاظت خاک
۷۸	۴-۶-۵- رواداری عملیات
۷۸	۴-۶-۶- کنترل عملیات و تحویل موقت
۷۹	فصل پنجم - عملیات بتنی
۸۱	۵-۱- کلیات
۸۱	۵-۱-۱- هدف و استانداردها
۸۱	۵-۱-۲- اخذ تاییدیه برای مصالح
۸۱	۵-۱-۳- ماشین‌آلات
۸۱	۵-۱-۴- روش اجرا
۸۱	۵-۱-۵- برنامه زمان‌بندی
۸۲	۵-۱-۶- گزارش بتن‌ریزی
۸۲	۵-۱-۷- دقت در ابعاد و اندازه‌ها
۸۲	۵-۱-۸- تکافوی ماشین‌آلات و مصالح
۸۲	۵-۱-۹- اخذ مجوز بتن‌ریزی
۸۲	۵-۱-۱۰- حفاظت در مقابل عوامل جوی و رعایت موارد ایمنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۸۳	۲-۵- سیمان
۸۳	۱-۲-۵- ارائه نتایج آزمایش کارخانه تولیدکننده سیمان
۸۳	۲-۲-۵- حمل سیمان
۸۳	۳-۲-۵- نگهداری سیمان
۸۴	۴-۲-۵- دمای سیمان
۸۴	۵-۲-۵- آزمایش سیمان
۸۵	۳-۵- مصالح سنگی دانه‌بندی شده (شن و ماسه)
۸۵	۱-۳-۵- کلیات
۸۵	۲-۳-۵- کیفیت مصالح سنگی
۸۶	۳-۳-۵- منبع تهیه مصالح سنگی
۸۷	۴-۳-۵- ماسه (مصالح سنگی ریزدانه)
۸۸	۵-۳-۵- شن (مصالح سنگی درشت‌دانه)
۹۱	۶-۳-۵- انبار کردن مصالح دانه‌بندی شده
۹۱	۷-۳-۵- حمل مصالح سنگی
۹۲	۸-۳-۵- تجهیزات و دستگاه‌های تهیه مصالح سنگی
۹۳	۹-۳-۵- نمونه‌برداری و آزمایش
۹۳	۴-۵- آب
۹۴	۵-۵- فولاد (میلگرد)
۹۴	۶-۵- مواد افزودنی
۹۵	۱-۶-۵- انواع مواد افزودنی شیمیایی
۹۷	۲-۶-۵- مواد افزودنی معدنی
۹۸	۷-۵- پایایی (دوام) بتن
۹۸	۱-۷-۵- محدودیت نسبت آب به سیمان
۹۹	۲-۷-۵- بتن مقاوم در برابر یخ زدگی و نمک‌های یخ زدا
۹۹	۳-۷-۵- بتن مقاوم در برابر حملات شیمیایی
۱۰۱	۴-۷-۵- خوردگی آرماتور در اثر کلریدها
۱۰۱	۵-۷-۵- بتن مقاوم در مقابل فرسایش و سایش

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۰۳	۵-۸- طرح اختلاط و انتخاب نوع بتن
۱۰۳	۵-۸-۱- مشخصات کلی
۱۰۳	۵-۸-۲- رده‌بندی بتن و حداقل عیار سیمان
۱۰۵	۵-۸-۳- طرح اختلاط بتن
۱۰۵	۵-۸-۴- میزان آب مصرفی و روانی بتن
۱۰۶	۵-۹- ساخت بتن
۱۰۶	۵-۹-۱- کلیات
۱۰۷	۵-۹-۲- اندازه‌گیری مصالح بتن
۱۰۹	۵-۹-۳- اختلاط مصالح و ساخت بتن
۱۱۳	۵-۱۰- حمل بتن
۱۱۳	۵-۱۰-۱- کلیات
۱۱۴	۵-۱۰-۲- روش‌های حمل بتن
۱۱۶	۵-۱۱- تدارکات و اقدامات اولیه برای بتن‌ریزی
۱۱۶	۵-۱۱-۱- مشخصات کلی
۱۱۷	۵-۱۱-۲- آماده‌سازی پی و بستر
۱۱۹	۵-۱۱-۳- قطعات مدفون و جاسازی‌های لازم در بتن
۱۲۰	۵-۱۱-۴- کنترل قالب‌ها
۱۲۰	۵-۱۱-۵- نظافت و مرطوب نمودن محل بتن‌ریزی
۱۲۰	۵-۱۲- بتن‌ریزی
۱۲۰	۵-۱۲-۱- مشخصات کلی
۱۲۲	۵-۱۲-۲- انتقال بتن به قالب و تخلیه بتن
۱۲۲	۵-۱۲-۳- توقف و شروع مجدد بتن‌ریزی
۱۲۳	۵-۱۲-۴- مراحل و لایه‌های بتن‌ریزی
۱۲۳	۵-۱۲-۵- درجه حرارت مخلوط بتن تازه و شرایط جوی بتن‌ریزی
۱۲۶	۵-۱۲-۶- اتمام سطوح بتن ریخته شده در هر لایه
۱۲۷	۵-۱۲-۷- بتن‌ریزی در بتن مسلح
۱۲۷	۵-۱۲-۸- بتن‌ریزی در زیر آب

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۲۸	۵-۱۲-۹- بتن ریزی پوشش بتنی کانال ها
۱۳۱	۵-۱۲-۱۰- پخی
۱۳۱	۵-۱۲-۱۱- ماهیچه
۱۳۲	۵-۱۲-۱۲- نصب دریچه های زهکشی در کف و بدنه کانال
۱۳۲	۵-۱۲-۱۳- متراکم کردن بتن - لرزاندن
۱۳۵	۵-۱۳- عمل آوردن بتن
۱۳۵	۵-۱۳-۱- کلیات
۱۳۵	۵-۱۳-۲- مراقبت بتن
۱۳۹	۵-۱۳-۳- محافظت از بتن
۱۳۹	۵-۱۳-۴- قیراندود کردن و عایق کاری جدارهای بتنی
۱۴۰	۵-۱۳-۵- پروراندن بتن
۱۴۱	۵-۱۴- درزهای قطعات بتنی
۱۴۱	۵-۱۴-۱- درزهای اجرایی
۱۴۲	۵-۱۴-۲- درزهای انقباض
۱۴۴	۵-۱۴-۳- درزهای انبساط
۱۴۵	۵-۱۴-۴- مواد پرکننده درزها (مواد درزبندی)
۱۴۶	۵-۱۴-۵- آب بندها در ابنیه
۱۴۸	۵-۱۴-۶- آب بندها در پوشش بتنی کانال
۱۴۹	۵-۱۵- بتن های ویژه
۱۴۹	۵-۱۵-۱- کلیات
۱۴۹	۵-۱۵-۲- بتن پاشیده
۱۵۱	۵-۱۵-۳- بتن کم مایه (لاغر)
۱۵۲	۵-۱۵-۴- بتن پیش ساخته
۱۵۲	۵-۱۵-۵- بتن غیرقابل نفوذ
۱۵۲	۵-۱۵-۶- پر کردن زیر و پشت ورق های فلزی (با استفاده از مواد منبسط شونده)
۱۵۳	۵-۱۵-۷- بتن ثانویه
۱۵۳	۵-۱۵-۸- تزریق دوغاب اطراف میل مهارها

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۵۵	۵-۱۶- کنترل کارهای بتنی
۱۵۵	۵-۱۶-۱- مشخصات کلی
۱۵۶	۵-۱۶-۲- رواداری کارهای بتنی در سازه‌های آبی
۱۵۸	۵-۱۶-۳- نمونه‌برداری و آزمایش‌های بتن (کنترل کیفیت)
۱۵۸	۵-۱۶-۴- تواتر نمونه‌برداری از بتن
۱۵۹	۵-۱۶-۵- ضوابط پذیرش مقاومتی بتن
۱۶۰	۵-۱۶-۶- ضوابط کنترل روش عمل آوردن و محافظت بتن
۱۶۰	۵-۱۶-۷- آزمون‌های آگاهی
۱۶۰	۵-۱۶-۸- معیارهای پذیرش بتن بر مبنای پایایی
۱۶۱	۵-۱۶-۹- کنترل تراوایی از بتن پوشش کانال
۱۶۱	۵-۱۷- اجرای دیوارهای بتنی آب‌بند
۱۶۱	۵-۱۷-۱- اجرای دیوار آب‌بند بتنی با استفاده از ماشین‌آلات متعارف (بیل مکانیکی)
۱۶۲	۵-۱۷-۲- اجرای دیوار آب‌بند بتنی با استفاده از ماشین‌آلات ویژه حفاری
۱۶۷	فصل ششم- کارهای بنایی، حفاظتی و استحکامی
۱۶۹	۶-۱- کلیات
۱۶۹	۶-۲- کارهای بنایی سنگی
۱۶۹	۶-۲-۱- مشخصات کلی
۱۷۰	۶-۲-۲- مشخصات فنی سنگ‌های طبیعی
۱۷۱	۶-۲-۳- انواع سنگ‌های مورد مصرف در کارهای سنگی
۱۷۲	۶-۲-۴- بنایی با سنگ
۱۷۶	۶-۲-۵- انواع بنایی با سنگ
۱۷۹	۶-۳- کارهای بنایی با بلوک سیمانی
۱۸۰	۶-۳-۱- مشخصات بلوک سیمانی
۱۸۱	۶-۳-۲- رواداری در ابعاد خارجی
۱۸۱	۶-۳-۳- مصالح
۱۸۱	۶-۳-۴- نمای خارجی
۱۸۱	۶-۳-۵- مخلوط بتن مورد مصرف در بلوک

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۸۲	۶-۳-۶- مخلوط کردن
۱۸۲	۶-۳-۷- چگونگی تهیه و ساختن بلوک‌های سیمانی
۱۸۲	۶-۳-۸- زمان لازم برای نگهداری بلوک‌ها در آب (آب دادن)
۱۸۲	۶-۳-۹- خشک کردن
۱۸۳	۶-۳-۱۰- مشخصات فیزیکی
۱۸۳	۶-۳-۱۱- بازدید ظاهری
۱۸۳	۶-۳-۱۲- نمونه برداری و علامت‌گذاری
۱۸۳	۶-۴- بنایی با آجر
۱۸۵	۶-۵- بندکشی
۱۸۶	۶-۶- ملات‌ها
۱۸۶	۶-۶-۱- کلیات
۱۸۶	۶-۶-۲- مصالح چسباننده
۱۸۶	۶-۶-۳- مصالح پرکننده
۱۸۶	۶-۶-۴- مواد افزودنی
۱۸۷	۶-۶-۵- انواع ملات‌ها
۱۸۸	۶-۶-۶- کاربرد و اجرا
۱۸۹	۶-۷- شفته آهکی
۱۸۹	۶-۷-۱- دامنه کاربرد
۱۹۰	۶-۷-۲- مصالح
۱۹۰	۶-۷-۳- ابزار و ادوات حمل و اختلاط
۱۹۱	۶-۷-۴- آماده‌سازی محل کار
۱۹۱	۶-۷-۵- کمیت و کیفیت مصالح در شفته آهکی
۱۹۱	۶-۷-۶- ساخت شفته آهک
۱۹۲	۶-۷-۷- عمل‌آوری
۱۹۲	۶-۸- حفاظت شیروانی‌ها
۱۹۲	۶-۸-۱- پوشش ساده یا خشکه‌چین
۱۹۲	۶-۸-۲- پوشش با بلوک‌های بتنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۹۲	۶-۸-۳- پوشش با خاک نباتی
۱۹۳	۶-۸-۴- پوشش گیاهی
۱۹۳	۶-۸-۵- روش استفاده از الیاف مصنوعی
۱۹۳	۶-۹- سنگ‌چین‌های حفاظتی
۱۹۵	۶-۱۰- سازه‌های تورسنگی (گابیون چینی)
۱۹۵	۶-۱۰-۱- کلیات
۱۹۶	۶-۱۰-۲- مشخصات تورسیمی
۱۹۷	۶-۱۰-۳- مصالح سنگی
۱۹۷	۶-۱۰-۴- رواداری‌ها
۱۹۸	۶-۱۰-۵- ملاحظات اجرایی
۲۰۰	۶-۱۱- دیوارهای حایل سنگی
۲۰۱	فصل هفتم- قالب‌بندی
۲۰۳	۷-۱- کلیات
۲۰۳	۷-۲- قالب و قالب‌بندی بتن
۲۰۳	۷-۲-۱- مشخصات کلی
۲۰۴	۷-۲-۲- نقشه قالب‌بندی
۲۰۴	۷-۲-۳- مصالح
۲۰۵	۷-۲-۴- نکات اجرایی
۲۰۵	۷-۲-۵- تدابیر ایمنی
۲۰۶	۷-۲-۶- بازرسی و دقت قالب‌بندی
۲۰۶	۷-۲-۷- بست‌های قالب
۲۰۶	۷-۲-۸- تمیز کردن و روغن زدن سطح قالب‌ها
۲۰۷	۷-۲-۹- رواداری‌ها
۲۰۷	۷-۲-۱۰- قالب‌برداری
۲۰۹	۷-۲-۱۱- قالب لغزان برای سطوح شیب‌دار و پوشش کانال‌ها
۲۱۰	۷-۲-۱۲- ماشین متحرک پوشش بتنی
۲۱۰	۷-۳- نماپردازی (پرداخت سطوح بتنی در سازه‌های آبی)

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۱۰	۷-۳-۱- مشخصات کلی
۲۱۱	۷-۳-۲- سطوح بتنی قالب‌بندی شده
۲۱۲	۷-۳-۳- سطوح بتنی بدون قالب‌بندی
۲۱۵	فصل هشتم- زهکشی
۲۱۷	۸-۱- کلیات
۲۱۷	۸-۲- دامنه کار
۲۱۷	۸-۳- تعاریف
۲۲۰	۸-۴- زهکش روباز
۲۲۰	۸-۵- زهکش زیرزمینی
۲۲۰	۸-۵-۱- برنامه‌ریزی اجرای زهکش زیرزمینی
۲۲۰	۸-۵-۲- پیاده کردن و آماده‌سازی مسیر زهکش‌ها
۲۲۱	۸-۵-۳- حفاری ترانشه، رگلاژ کف و لوله‌گذاری
۲۲۳	۸-۵-۴- تخلیه آب زیرزمینی
۲۲۳	۸-۵-۵- پرکردن ترانشه
۲۲۴	۸-۵-۶- کنترل و بررسی لوله‌های نصب شده
۲۲۵	۸-۵-۷- شستشوی زهکش‌های زیرزمینی
۲۲۵	۸-۶- زهکش زیر پوشش بتنی کانال‌ها و سازه‌ها
۲۲۵	۸-۶-۱- زهکش زیر پوشش کانال
۲۲۶	۸-۶-۲- زهکشی سازه‌های هیدرولیکی
۲۲۷	۸-۶-۳- برنامه عملیات
۲۲۷	۸-۶-۴- آماده‌سازی بستر و خاک‌برداری
۲۲۷	۸-۶-۵- تخلیه آب زیرزمینی
۲۲۸	۸-۶-۶- نصب لوله‌ها، دریچه‌های یک‌طرفه و فیلترریزی
۲۲۸	۸-۶-۷- اقدامات احتیاطی
۲۲۸	۸-۶-۸- آزمایش عملکرد زهکشی
۲۲۹	۸-۷- مصالح مصرفی زهکشی
۲۲۹	۸-۷-۱- کلیات

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۲۹	۸-۷-۲- لوله‌های زهکش زیرزمینی
۲۳۲	۸-۷-۳- مصالح و مواد پوشش
۲۳۷	۸-۸- آبروها (آبگذرها)
۲۳۷	۸-۸-۱- آبروهای لوله‌ای بتنی پیش‌ساخته
۲۳۸	۸-۸-۲- آبگذرهای تاوه‌ای
۲۳۸	۸-۸-۳- آبگذرهای مدور و غیر مدور با مصالح مختلف
۲۳۸	۸-۸-۴- پی کنی آبگذرها و لوله‌ها
۲۳۹	۸-۸-۵- نصب لوله‌ها
۲۳۹	۸-۸-۶- خاک‌ریزی فضای خالی اطراف لوله‌ها و آبروها
۲۴۰	۸-۹- آزمایش لوله‌های جمع‌کننده و آبروها
۲۴۱	فصل نهم- قنات
۲۴۳	۹-۱- مشخصات کلی
۲۴۳	۹-۲- تعاریف
۲۴۴	۹-۳- عملیات اجرای کوره به روش حفر قنات
۲۴۴	۹-۳-۱- دامنه کاربرد
۲۴۴	۹-۳-۲- سازمان و روش اجرا
۲۴۴	۹-۳-۳- تدابیر ایمنی
۲۴۵	۹-۳-۴- تهویه
۲۴۶	۹-۳-۵- روشنایی، کابل کشی و تلفن
۲۴۷	۹-۳-۶- مسیر و امتداد کوره
۲۴۸	۹-۳-۷- حفاری میله‌چاه و کوره
۲۵۰	۹-۳-۸- انتقال خاک و چگونگی پخش
۲۵۰	۹-۴- پوشش داخلی کوره
۲۵۱	۹-۴-۱- پوشش بتنی مسلح
۲۵۱	۹-۴-۲- پوشش بنایی سنگی
۲۵۱	۹-۴-۳- پوشش لوله‌ای
۲۵۱	۹-۵- نحوه اصلاح و حفاظت قنات‌ها و کوره‌های موجود در مسیر کانال‌های آب

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۵۲	۹-۵-۱- حفاظت کوره
۲۵۲	۹-۵-۲- حفاظت میله چاه
۲۵۲	۹-۵-۳- پر کردن میله چاه‌های محدوده حریم
۲۵۳	۹-۵-۴- اصلاح مسیر قنات دایر
۲۵۳	۹-۶- نحوه پر کردن کوره و چاه متروک
۲۵۴	۹-۷- چاه‌های آزمایش و کنترل
۲۵۴	۹-۸- قنات‌های موجود در مجاورت مسیرهای در دست اجرا
۲۵۵	فصل دهم- میلگردگذاری بتن و کارهای فلزی متفرقه
۲۵۷	۱۰-۱-۱- میلگردگذاری بتن
۲۵۷	۱۰-۱-۱-۱- مشخصات کلی
۲۵۷	۱۰-۱-۲- تعاریف
۲۵۸	۱۰-۱-۳- نمونه برداری و آزمایش میلگرد
۲۵۹	۱۰-۱-۴- ضوابط پذیرش میلگردها (یا فولاد)
۲۵۹	۱۰-۱-۵- جوش پذیری
۲۵۹	۱۰-۱-۶- انبار کردن و نگهداری میلگردها
۲۶۰	۱۰-۱-۷- نقشه‌های اجرایی
۲۶۰	۱۰-۱-۸- نوع و مشخصات میلگردهای مصرفی در بتن
۲۶۱	۱۰-۱-۹- مفتول‌های پیش‌تندگی
۲۶۳	۱۰-۱-۱۰- بریدن و خم کردن میلگردها
۲۶۴	۱۰-۱-۱۱- جاگذاری و بستن میلگردها
۲۶۴	۱۰-۱-۱۲- محدودیت‌های فاصله میلگردها
۲۶۵	۱۰-۱-۱۳- وصله کردن میلگردها
۲۶۶	۱۰-۱-۱۴- اتصال میلگردها به وسیله جوش
۲۶۶	۱۰-۱-۱۵- ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها
۲۶۷	۱۰-۱-۱۶- رواداری‌ها در بریدن و کار گذاشتن میلگردها
۲۶۸	۱۰-۱-۱۷- بازرسی و نظارت
۲۶۸	۱۰-۱-۱۸- شبکه‌های جوش شده

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۷۱	۱۰-۲- کارهای فلزی متفرقه
۲۷۱	۱۰-۲-۱- کلیات
۲۷۱	۱۰-۲-۲- نقشه‌های منضم به پیمان
۲۷۱	۱۰-۲-۳- نقشه‌های کارگاهی ساخت
۲۷۲	۱۰-۲-۴- مصالح و نحوه انجام کار
۲۷۲	۱۰-۲-۵- اجرای کارهای فلزی
۲۷۳	۱۰-۲-۶- نرده‌های حفاظ و نردبان نجات کانال
۲۷۳	۱۰-۲-۷- بازرسی و آزمایش
۲۷۵	فصل یازدهم- رنگ آمیزی
۲۷۷	۱۱-۱- کلیات
۲۷۷	۱۱-۱-۱- دامنه کاربرد
۲۷۷	۱۱-۱-۲- استانداردها
۲۷۸	۱۱-۲- مصالح رنگ
۲۷۸	۱۱-۲-۱- موارد کاربرد رنگ
۲۷۸	۱۱-۲-۲- سیستم‌های رنگ
۲۸۰	۱۱-۳- ویژگی‌ها و حداقل قابل قبول
۲۸۰	۱۱-۴- آماده‌سازی محل رنگ‌آمیزی لوله و کارهای فلزی
۲۸۱	۱۱-۴-۱- مرمت سطح و کناره‌ها
۲۸۱	۱۱-۴-۲- تمیزکاری مقدماتی
۲۸۲	۱۱-۴-۳- تمیزکاری پاششی
۲۸۳	۱۱-۴-۴- تمیزکاری با دست یا ابزار مکانیکی
۲۸۳	۱۱-۴-۵- غبارزدایی
۲۸۳	۱۱-۵- عملیات پوشش
۲۸۳	۱۱-۵-۱- کلیات
۲۸۴	۱۱-۵-۲- اجرای رنگ‌آمیزی
۲۸۴	۱۱-۶- کنترل کیفیت
۲۸۴	۱۱-۷- حمل و نقل و نگهداری

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۸۵	۱۱-۸- اقدامات حفاظتی
۲۸۵	۱۱-۹- روش عمل در کارگاه
۲۸۶	۱۱-۱۰- برگ نمونه رنگ آمیزی
۲۸۷	۱۱-۱۱- برگ نمونه تایید ماسه پاشی
۲۸۸	۱۱-۱۲- برگ نمونه تایید پوشش رنگ
۲۸۹	فصل دوازدهم - مصالح رویه شنی جاده‌های سرویس (بهره‌برداری)
۲۹۱	۱۲-۱- مشخصات کلی
۲۹۱	۱۲-۲- دامنه کاربرد
۲۹۱	۱۲-۳- مصالح رویه شنی
۲۹۲	۱۲-۴- آماده‌سازی بستر و اجرای رویه شنی
۲۹۳	۱۲-۵- آزمایش‌های کنترل کیفیت
۲۹۴	۱۲-۶- قرصه‌های انتخاب شده
۲۹۵	فصل سیزدهم - ساخت، حمل و نصب قطعات کانال‌های پیش ساخته
۲۹۷	۱۳-۱- کلیات
۲۹۷	۱۳-۲- تعاریف
۲۹۷	۱۳-۳- دامنه کار
۲۹۸	۱۳-۴- مشخصات کارگاه
۲۹۸	۱۳-۴-۱- موقعیت کارگاه
۲۹۸	۱۳-۴-۲- داشتن فضای کافی
۲۹۸	۱۳-۵- برنامه کار ساخت و نصب
۲۹۹	۱۳-۵-۱- برنامه ریزی کار
۲۹۹	۱۳-۵-۲- تعیین و تصویب برنامه کار
۲۹۹	۱۳-۶- تولید کانال پیش ساخته و متعلقات
۲۹۹	۱۳-۶-۱- مشخصات فنی بتن
۲۹۹	۱۳-۶-۲- سالن تولید
۲۹۹	۱۳-۶-۳- حمل بتن
۳۰۰	۱۳-۶-۴- بتن ریزی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۰۰	۱۳-۶-۵- متراکم کردن بتن
۳۰۰	۱۳-۶-۶- عمل آوردن بتن
۳۰۱	۱۳-۷- آرماتوربندی
۳۰۱	۱۳-۸- قالب‌ها
۳۰۲	۱۳-۹- واشرهای آب‌بندی
۳۰۲	۱۳-۹-۱- مشخصات واشرهای لاستیکی
۳۰۴	۱۳-۹-۲- مشخصات واشرهای کنفی قیراندود
۳۰۵	۱۳-۱۰- کنترل کیفیت
۳۰۶	۱۳-۱۰-۱- کنترل خمش طولی کانال‌ها
۳۰۶	۱۳-۱۰-۲- کنترل خمش عرضی کانال‌ها
۳۰۶	۱۳-۱۰-۳- کنترل ضریب زبری جدار کانال‌ها
۳۰۶	۱۳-۱۰-۴- رواداری ساخت نیم‌لوله کانال‌ها
۳۰۷	۱۳-۱۰-۵- کنترل کیفیت متعلقات کانال‌های پیش‌ساخته
۳۰۷	۱۳-۱۱- نگهداری قطعات پیش‌ساخته
۳۰۸	۱۳-۱۲- بارگیری و حمل و باراندازی قطعات تولید شده
۳۰۹	۱۳-۱۳- نصب کانال‌ها و متعلقات
۳۰۹	۱۳-۱۳-۱- پیاده‌کردن مسیر و آماده‌سازی محل پایه‌ها
۳۰۹	۱۳-۱۳-۲- پی‌کنی و نصب کفشک‌ها
۳۰۹	۱۳-۱۳-۳- نصب پایه، زین و نیم‌لوله
۳۱۰	۱۳-۱۳-۴- خطای مجاز نصب قطعات
۳۱۰	۱۳-۱۴- تایید کیفیت شبکه تکمیل شده
۳۱۱	۱۳-۱۵- سازه‌های بتنی پیش‌ساخته
۳۱۳	پیوست ۱- تمهیدات ویژه در خاک‌های مساله‌ساز
۳۱۹	منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۷۵	شکل ۱-۴- شمای مقطع خاک‌ریزی در حالت عرض کف مساوی یا کم‌تر از ۱/۲ متر
۷۵	شکل ۲-۴- شمای مقطع خاک‌برداری در حالت عرض کف مساوی یا کم‌تر از ۱/۲ متر
۷۵	شکل ۳-۴- شمای مقطع خاک‌ریزی در حالت عرض کف بزرگ‌تر از ۱/۲ متر
۷۵	شکل ۴-۴- شمای مقطع خاک‌برداری در حالت عرض کف بزرگ‌تر از ۱/۲ متر
۱۴۵	شکل ۱-۵- درزهای پوشش بتنی کانال
۱۴۸	شکل ۲-۵- آب‌بندی درزهای پوشش کانال

فهرست جدول‌ها و فرم‌ها

صفحه	عنوان
۶۵	جدول ۱-۴- مشخصات فنی آهک
۶۶	جدول ۲-۴- راهنمای حداکثر ضخامت لایه‌های خاک‌ریز برحسب نوع خاک و نوع غلتک
۸۸	جدول ۱-۵- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان‌آور در سنگ‌دانه‌های ریز بتن و روش‌های آزمایش
۸۸	جدول ۲-۵- دانه‌بندی ماسه
۹۰	جدول ۳-۵- مقادیر حداکثر مجاز مواد زیان‌آور در سنگ‌دانه‌های درشت بتن و روش‌های آزمایش
۹۱	جدول ۴-۵- مقادیر حداکثر مجاز سنگ‌دانه‌های پولکی و سوزنی در سنگ‌دانه‌های درشت
۹۲	جدول ۵-۵- دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های درشت
۹۳	جدول ۶-۵- تقسیم‌بندی چهارگانه مصالح در انبار
۹۴	جدول ۷-۵- حداکثر مقادیر مجاز برای مواد زیان‌آور در آب مصرفی بتن و روش‌های آزمایش
۱۰۰	جدول ۸-۵- الزامات مربوط به شرایط محیطی ویژه
۱۰۰	جدول ۹-۵- مقدار کل حباب‌های هوا برای بتن مقاوم در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن
۱۰۱	جدول ۱۰-۵- حداکثر مجاز یون کلرید از نظر خوردگی
۱۰۴	جدول ۱۱-۵- موارد کاربرد رده‌های مختلف بتن
۱۰۵	جدول ۱۲-۵- ضریب تبدیل مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر به مقاومت معادل نمونه استوانه‌ای استاندارد ۱۰۵
۱۰۶	جدول ۱۳-۵- حداکثر نسبت آب به سیمان مجاز برای بتن با مقاومت‌های فشاری مختلف
۱۰۷	جدول ۱۴-۵- میزان اسلامپ برای اعضا و قطعات بتنی
۱۰۹	جدول ۱۵-۵- رواداری‌های اندازه‌گیری مصالح متشکله بتن نسبت به وزن هر یک از آنها
۱۱۱	جدول ۱۶-۵- مدت زمان اختلاط با توجه به حجم مخلوط کن

فهرست جدول‌ها و فرم‌ها

صفحه	عنوان
۱۲۳	جدول ۵-۱۷- حداکثر ضخامت مراحل و لایه‌های بتن‌ریزی
۱۳۱	جدول ۵-۱۸- اندازه ماهیچه‌ها
۱۳۴	جدول ۵-۱۹- مدت زمان لرزاندن بتن با توجه به اسلامپ آن
۱۴۳	جدول ۵-۲۰- فاصله درزهای انقباض عرضی در پوشش بتنی کانال‌ها
۱۴۷	جدول ۵-۲۱- آزمایش‌های مورد نیاز برای کنترل نوارهای آب‌بند
۱۶۱	جدول ۵-۲۲- معیارهای پذیرش بتن بر مبنای پایایی
۱۸۱	جدول ۶-۱- اندازه ابعاد بلوک‌های سیمانی
۱۸۵	جدول ۶-۲- مشخصات فنی آجرهای ماشینی
۱۹۴	جدول ۶-۳- دامنه دانه‌بندی سنگ‌های پوشش سنگ‌چین
۱۹۵	جدول ۶-۴- دانه‌بندی سنگ در طبقه‌های مختلف حفاظتی
۱۹۷	جدول ۶-۵- مشخصات تورسنگ با پوشش گالوانیزه
۱۹۸	جدول ۶-۶- مشخصات تورسنگ تشکی با پوشش گالوانیزه
۱۹۸	جدول ۶-۷- مشخصات تورسنگ‌های تشکی بزرگ با پوشش گالوانیزه
۲۰۰	جدول ۶-۸- رواداری‌های مجاز برای قطر سیم و ابعاد قفسه تورسنگ‌ها
۲۰۸	جدول ۷-۱- رواداری سازه‌های بتنی متعارف (ماخذ آبا)
۲۰۹	جدول ۷-۲- حداقل زمان لازم برای برداشتن قالب
۲۱۳	جدول ۷-۳- رواداری‌های اختلاف سطوح بتنی
۲۶۱	جدول ۱۰-۱- مشخصات میلگردهای مصرفی در بتن مسلح
۲۶۳	جدول ۱۰-۲- حداقل قطر خم‌ها
۲۶۳	جدول ۱۰-۳- حداقل قطر خم‌ها برای خاموت‌ها
۲۶۷	جدول ۱۰-۴- مقادیر حداقل پوشش بتن (میلی‌متر)
۲۸۱	جدول ۱۱-۱- روش‌های آماده‌سازی سطوح براساس استفاده SSPC
۲۸۶	فرم شماره ۱
۲۸۷	فرم شماره ۲
۲۸۸	فرم شماره ۳
۲۹۲	جدول ۱۲-۱- محدوده‌های مجاز توزیع دانه‌بندی مصالح رویه‌های شنی

مقدمه

طرح های آبیاری و زهکشی از طرح های عمده در دست اجرای کشور بوده و اجرای صحیح آنها می تواند نقش مهمی در بهره‌وری و افزایش راندمان مصرف آب داشته باشد. با توجه به گستردگی طرح های آبیاری و زهکشی، اجرای صحیح موجب افزایش عمر مفید طرح های مربوطه شده و هزینه‌های بهره‌برداری از آنها را کاهش خواهد داد.

برای اجرای صحیح هر پروژه عمرانی در مرحله ساخت، مدارکی مورد نیاز است که روابط دست‌اندرکاران را به لحاظ مالی و حقوقی به روشنی بیان کرده، دیدگاه های طراح را نیز به درستی و با دقت لازم به سازندگان طرح منتقل نماید. این مدارک اسناد پیمان نامیده می‌شود.

مشخصات فنی که یکی از مهم‌ترین اسناد هر پیمانی است، به بیان کمی و کیفی معیارهایی می‌پردازد که برای اجرای طرح مورد نظر الزامی است. اگر چه این معیارها به طور عمده فنی است، اما مشخصات فنی در موارد ضروری معیارهای حقوقی و مالی مترتب بر موارد فنی را نیز تعیین می‌کند. تعریف مشخصات فنی در متون استانداردهای جهانی عبارت است از: « بیان دقیق و تفصیلی خصوصیات مصالح، ماشین‌آلات و ابزار، ابعاد، نحوه اجرا و نصب، ساخت و تولید»

با توجه به این که مشخصات فنی بخشی تفکیک‌ناپذیر از اسناد پیمان است، علاوه بر آن که کیفیات و روش‌های مورد نظر طراح را به سازندگان معرفی می‌کند، در قالب سندی حقوقی (با تبعات بلافصل مالی) در زمان اجرا به عنوان یکی از اصلی‌ترین ابزار نظارتی نیز به کار می‌رود.

اگر چه مشخصات فنی هر طرح ممکن است با طرح‌های دیگر متفاوت باشد، در هر یک از فعالیت‌ها اصول، ضرورت‌ها و الزامات متعددی وجود دارد که در طرح‌های مختلف مشابه است. عموماً موارد مشابه به شکل مشخصات فنی عمومی منتشر می‌شود تا از تکرار کار پر هزینه تدوین مشخصات فنی مشابه برای هر طرح مشخص جلوگیری نموده و موجب کاهش اشتباهات محتمل گردد. غالباً برای هر طرح خاص مشخصات فنی خصوصی نیز تهیه می‌شود که در آن مشخصات فنی عمومی را تکمیل و یا بندهایی از آن را که مورد نظر طراح باشد، حذف یا نقض می‌نماید.

مشخصات مواد و مصالح و روش‌های اجرای عملیات که در مشخصات فنی عمومی ذکر شده است، حداقل مشخصات قابل قبول تلقی می‌شود، مگر آن که خلاف این مطلب در مشخصات فنی خصوصی به وضوح ذکر شده باشد.

آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی و بین‌المللی که در متن این مشخصات فنی عمومی به آنها ارجاع داده شده است، جزو این مشخصات فنی عمومی محسوب شده و رعایت آنها به اندازه مفاد این مشخصات فنی عمومی لازم است، مگر آن که در متن این مشخصات فنی عمومی از آنها به عنوان استانداردهای راهنما یا استانداردهای اختیاری نام برده شده باشد. آخرین ویرایش هر یک از این استانداردها و آیین‌نامه‌ها، به هنگام عقد هر پیمان، در آن پیمان نافذ خواهد بود.

فصل ۱

کلیات

۱-۱- دامنه کاربرد

مشخصات، استانداردها و ضوابط تعریف شده در این مشخصات فنی به منظور ارائه طریق و اعلام نکات فنی لازم الاجرا در احداث سامانه‌های آبیاری و زهکشی و تاسیسات وابسته از جمله سدهای انحرافی، کانال‌های انتقال و توزیع آب، زهکش‌های روباز و زیرزمینی، نیم‌لوله‌های آبیاری، قنوات و مجاری انتقال زیرزمینی، حفاظت و مهندسی رودخانه، تاسیسات پرورش ماهی و کارهای تغذیه مصنوعی و سازه‌های هیدرولیکی مرتبط می‌باشد. پیمانکاران باید با توجه به این مشخصات نسبت به اجرای عملیات ساختمانی زیر نظر دستگاه نظارت اقدام نماید. برای تکمیل این مشخصات، چنانچه مشخصات ویژه و ضوابطی در مشخصات فنی خصوصی وجود داشته باشد که مغایر با مندرجات این نشریه باشد، اولویت با مشخصات فنی خصوصی است.

این مشخصات فنی مسایل فنی مشترک و عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی را پوشش داده و مسایل و شرایط خاص فنی هر پروژه در مشخصات فنی خصوصی که پیوست اسناد پیمان می‌باشد درج خواهد شد. در انتخاب روش‌ها، دستورالعمل‌ها، استانداردها و معیارهای هر پروژه ضرورت دارد تبعات فنی و اقتصادی مربوط مدنظر قرار گیرد.

۱-۲- تعاریف

آتشباری: مجموع فعالیت‌هایی است که مربوط به طراحی عملیات، حفرچال، خرج‌گذاری، انفجار و ... که منجر به خرد شدن سنگ و حصول قطعات سنگ لاشه در ابعاد مورد نظر می‌شود. این عملیات در سنگ‌هایی مانند کنگلومرا و ماسه سنگ‌های نرم، مصالح مخلوط تولید می‌نماید.

آزمایش: مجموع فعالیت‌ها برای اندازه‌گیری کیفیت‌ها و کمیت‌های مورد نظر در مواد، مصالح، عملیات اجرا شده و غیره است که براساس روش‌های ارائه شده در استانداردهای بستر انجام می‌شود.

آزمایش‌های پذیرش: آزمایش‌هایی است که بر روی مواد، مصالح و ... جهت پذیرش آنها برای کاربرد در تجهیز کارگاه، اجرا و بهره‌برداری براساس روش‌های استاندارد انجام می‌شود.

آزمایش‌های کنترل کیفیت: آزمایش‌هایی است که بر روی مصالح، عملیات اجرا شده و ابزار کار و ... مورد استفاده براساس روش‌های استاندارد انجام می‌شود تا دامنه تغییرات و میزان انطباق آنها با مشخصات فنی و کیفیت مورد نظر تعیین شود.

اطلاع دستگاه نظارت: اعلام کتبی از طرف پیمانکار در خصوص عملیات مندرج در برنامه‌زمانی تفصیلی، در زمانی معین و قبل از شروع آن عملیات، که در این مشخصات فنی بر روی آن تاکید شده باشد.

برچیدن کارگاه: به ماده ۱۲ بند د شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

برنامه زمانی اجرای کار: به ماده ۵ شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

پیمان: به ماده ۱ شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

پیمانکار: به ماده ۷ شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

پیمانکار جزء: به ماده ۱۱ شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

تاسیسات و ساختمان‌های موقت: به ماده ۱۳ بند هـ شرایط عمومی پیمان مراجعه شود.

تایید دستگاه نظارت: عبارت است از بررسی و اعلام موافقت کتبی دستگاه نظارت با درخواست کتبی پیمانکار در مورد مواد، مصالح، روش‌های عملیاتی، ماشین‌آلات، کیفیت و کمیت کارهای انجام شده توسط پیمانکار.

تجهیزات: به ماده ۱۳ بند ب شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

تجهیز کارگاه: به ماده ۲۰ و ۱۲ بند ج شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

تصویب: عبارت است از اعلام موافقت کتبی کارفرما با درخواست یا نظر ارائه شده توسط دستگاه نظارت در مورد مواد، مصالح، روش‌های عملیاتی، ماشین‌آلات، کیفیت، کمیت و هزینه کارهای انجام شده توسط پیمانکار.

تضمین کیفیت: عملیات و روش‌هایی که منجر به حصول قطعی کیفیت مورد نظر می‌شود، این عملیات غالباً شامل عملیات کنترل کیفی، بازرسی‌های چشمی و عملیات پذیرش است.

تناوب آزمایش‌ها: مدت زمان و یا کمیت تعیین شده برای تکرار آزمایش‌های پذیرش یا کنترل کیفیت.

دستور کار (دستورالعمل کارگاهی): اعلام کتبی و رسمی دستگاه نظارت به پیمانکار برای انجام کاری معین.

رواداری^۱: مقدار معینی که مواد، مصالح، روش‌ها، ماشین‌آلات، تجهیزات و ابعاد سازه‌ها مجازند از کیفیت یا کمیت مشخص شده تفاوت یا فاصله داشته باشند.

رئیس کارگاه: به ماده ۸ بند ز شرایط عمومی پیمان مراجعه کنید.

زیر نظر دستگاه نظارت:

- ۱- تاکید بر انجام عملیات اجرایی، جابه‌جایی مواد، مصالح، تجهیزات و ماشین‌آلات با حضور دستگاه نظارت.
 - ۲- مدیریت اجرایی مستقیم دستگاه نظارت برای کنترل و آزمایش موارد لازم که تامین نیروی انسانی، ابزار و ادوات و یا دیگر ملزومات آن در تعهد پیمانکار است.
- شرایط خصوصی: به ماده ۴ شرایط عمومی پیمان مراجعه کنید.
- شرایط محیطی: شرایط محیطی که شامل عوامل جوی و جغرافیایی، ویژگی‌های توپوگرافی، مسیل‌ها، رودخانه‌ها، آب زیرزمینی و ... هستند که در آن شرایط، عملیات موضوع پیمان اجرا می‌شود.
- عدم انطباق: (عدم تطابق، عدم تطبیق) حاصل نشدن کیفیت یا کمیت تعریف شده مواد، مصالح، روش‌ها، انجام کار، ماشین‌آلات و تجهیزات و ابعاد سازه‌ها.
- کار: به ماده ۱۲ بند الف شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.
- کارفرما: به ماده ۶ شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

کارگاه: به ماده ۱۲ بند ب شرایط عمومی پیمان رجوع کنید.

کیفیت: مجموع صفات و مشخصات یک محصول یا عملیات که آن را برای برآوردن نیاز خاصی مناسب می‌سازد.
کنترل کیفیت: عملیاتی است که هدف آن محدود کردن تغییرات کیفی مواد، مصالح، روش‌ها، عملیات، ماشین‌آلات و تجهیزات در دامنه‌ای تعریف شده و قابل قبول بوده و این عملیات شامل بازرسی‌های چشمی، نمونه‌برداری‌ها، آزمایش‌ها و تحلیل آماری نتایج آزمایش‌ها می‌باشد.

ماشین‌آلات و تجهیزات پیمانکار برای اجرای کار: به ماده ۱۳ بند د شرایط عمومی پیمان مراجعه شود.

ماشین‌آلات و تجهیزات پیمان: به ماده ۱۳ بند ب شرایط عمومی پیمان مراجعه کنید.

مجوز: اجازه‌نامه کتبی دستگاه نظارت و یا کارفرما برحسب مورد که پیمانکار باید برای آغاز هر مرحله از عملیات اجرایی و اعمال هرگونه تغییر در روند عملیات آن را اخذ کند.

مدیر طرح: به ماده ۸ شرایط عمومی پیمان رجوع شود.

مصالح: به ماده ۱۳ بند الف شرایط عمومی پیمان مراجعه نمایید.

معیارهای انطباق: (معیارهای پذیرش، معیارهای تطابق، معیارهای تطبیق) عبارت است از بیان کمی کیفیت مورد نظر برای مواد، مصالح، ماشین‌آلات و تجهیزات که به صورت حداقل مجاز، حداکثر مجاز یا محدوده مجاز تعیین می‌شود.
موافقت‌نامه: به ماده ۲ شرایط عمومی پیمان مراجعه شود.

مهندس مشاور (دستگاه نظارت): به ماده ۹ بند الف شرایط عمومی پیمان مراجعه شود.

مهندس ناظر: به ماده ۹ بند ب شرایط عمومی پیمان مراجعه نمایید.

نمودارهای کنترل کیفیت: نمودارهایی که بر اساس نتایج آزمایش‌ها و محاسبات آماری تهیه می‌شود و تغییرات کیفی مواد، مصالح، ماشین‌آلات و تجهیزات به وسیله آنها کنترل می‌گردد.

۱-۳- برنامه زمان‌بندی تفصیلی عملیات اجرایی

پیمانکار موظف است تمامی کارهای موضوع قرارداد از قبیل تهیه مصالح، لوازم، تجهیزات، ماشین‌آلات و ابزار کار، نیروی انسانی و به‌طور کلی تمامی عملیات و اقداماتی که جهت اجرای کامل پروژه ضرورت داشته و حدود آن از نظر کمی و کیفی در مشخصات فنی، نقشه‌های اجرایی و فهرست مقادیر و آحاد بها و غیره تعیین گردیده را انجام دهد.
پس از ابلاغ پیمان، پیمانکار باید ظرف مدت مشخص شده در اسناد پیمان، برنامه(های) زمان‌بندی تفصیلی انجام کار و تجهیز کارگاه موضوع پیمان را با توجه به اولویت‌ها و ارتباطات فعالیت‌ها و لزوم هماهنگ بودن کارهای مختلف، به تفکیک مدتی که در اسناد و مدارک پیمان تعیین شده باشد تهیه و به دستگاه نظارت ارائه نماید. این برنامه شامل سازمان، روش اجرا و برنامه تفصیلی زمان‌بندی عملیات اجرایی به تفکیک هر یک از فعالیت‌ها خواهد بود که بر اساس اطلاعات و نقشه‌های موجود و بازدیدهای محلی و بررسی‌های کارشناسان و کارکنان فنی پیمانکار و با توجه کامل به

وضعیت اقلیمی محل اجرای پروژه، منابع تامین مصالح، راه‌ها، مسایل اجتماعی محتمل در ارتباط با اجرای پروژه و ... در چارچوب مدت قرارداد تدوین می‌گردد.

جزئیات سازمان، روش و برنامه تفصیلی زمان‌بندی عملیات اجرایی و نحوه ارائه آن با نظر دستگاه نظارت و در قالب موارد زیر تعیین خواهد شد:

- تقسیم کار به فعالیت‌های جزئی.
 - تنظیم ارتباطات بین فعالیت‌های مختلف.
 - برآورد زمان انجام هر فعالیت با توجه به حجم فعالیت.
 - تعیین اولویت انجام و وابستگی فعالیت‌ها.
 - تخصیص منابع. (نیروی انسانی، ماشین‌آلات، مصالح و ابزار و ادوات).
 - پیش‌بینی درصد پیشرفت کار ماهیانه فیزیکی و ریالی پروژه در طول مدت قرارداد به تفکیک هر فعالیت.
 - زمان انجام تعهدات کارفرما.
- پیمانکار باید برنامه زمان‌بندی را در قالب یکی از نرم‌افزارهای رایانه‌ای کنترل پروژه که در اسناد پیمان به آن اشاره شده و یا توسط دستگاه نظارت به پیمانکار ابلاغ می‌گردد تهیه و نسخه چاپی و فایل رایانه‌ای تغییرپذیر آن را به مشاور و کارفرما جهت تایید و تصویب ارائه نماید. لازم است کلیه اطلاعات زیر که منطبق با برنامه زمان‌بندی پروژه، تدوین گردیده، به همراه توضیحات لازم با برنامه زمان‌بندی ارائه گردد.
- نمودار سازمانی تشکیلات اجرای کار
 - ماشین‌آلات، ادوات و تجهیزات مورد نیاز در مقاطع زمانی مختلف
 - مصالح اصلی مورد نیاز
 - برنامه مالی پروژه^۱ که بیان‌کننده میزان بودجه لازم برای اجرای کار و تامین مصالح مورد نیاز در مراحل مختلف کار باشد.

در صورت پیش‌بینی در اسناد پیمان و با درخواست دستگاه نظارت یا کارفرما، لازم است پیمانکار سیستم کنترل پروژه به صورت شبکه رایانه‌ای را در مجموعه کارفرما، مشاور و پیمانکار پیاده نماید.

در صورتی که در روند اجرای کار تغییر و اختلالی نسبت به برنامه زمانی پیش‌بینی شده رخ دهد، در زمان‌هایی که دستگاه نظارت یا کارفرما تعیین نمایند، برنامه زمان‌بندی تفصیلی توسط پیمانکار با توجه به آخرین وضعیت پیشرفت کار مورد تجدید نظر قرار گرفته و پس از بررسی‌های لازم به تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما خواهد رسید.

در ابتدا پیمانکار برنامه زمانی تفصیلی کار را در دو نسخه چاپ شده به همراه فایل کامپیوتری تغییرپذیر جهت بررسی و تایید به دستگاه نظارت ارائه نموده و مشاور با هماهنگی کارفرما در طول مدت پیش‌بینی شده در اسناد پیمان برنامه زمان‌بندی ارائه شده را بررسی و نتیجه بررسی را که می‌تواند تایید برنامه‌زمانی و یا اصلاح آن باشد به پیمانکار ابلاغ نماید.

۴-۱- استانداردها

تمام آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها، مصوبه‌ها و استانداردهایی که در مشخصات فنی خصوصی و این مشخصات فنی عمومی به کل یا بخشی از آنها ارجاع شده است، لازم‌الاجرا هستند. در مواردی که بین استانداردهای مذکور و مشخصات فنی خصوصی و عمومی مغایرتی وجود داشته باشد، باید موارد مندرج در مشخصات فنی خصوصی و عمومی به ترتیب رعایت شود. مواردی که در این مشخصات فنی مشخص نشده است، باید به ترتیب اولویت بر استانداردهای لازم‌الاجرای ملی و استانداردهای معتبر بین‌المللی منطبق باشد. اگر موارد خاصی به وسیله هیچ یک از این مشخصات و استانداردها مشخص نشده باشد، تطابق آنها با دستورالعمل‌های دستگاه نظارت ملاک خواهد بود.

۵-۱- کنترل مصالح قبل از مصرف

کلیه مصالح باید قبل از مصرف کنترل شده، مشخصات آنها با مشخصات تعیین شده در اسناد پیمان مطابقت داشته باشد و مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد. ممکن است مصالح پای کار بر اثر توقف کار در کارگاه و یا به دلایل دیگر، خواص خود را از دست داده و یا در آنها تغییراتی حاصل شود. در این گونه موارد باید از به کار بردن مصالح مذکور تا اصلاحات لازم و حسب مورد آزمایش و تایید دستگاه نظارت مبنی بر مناسب بودن آنها خودداری شود.

۶-۱- تحویل مصالح

کلیه مصالح مورد نیاز کار غیر از مصالح فله (مانند سیمان، شن، ماسه، سنگ، آجر و امثال آن) باید در بسته‌بندی‌های اصلی که مشخصات کالا توسط تولیدکننده روی آن ذکر شده باشد، تحویل کارگاه شود. برای سیمان که معمولاً به صورت فله به کارگاه حمل می‌شود باید مشخصات فنی و تاییدیه آزمایشگاه کارخانه تولیدکننده، تحویل دستگاه نظارت شود. مصالح غیرمنطبق با استاندارد و یا نامرغوب و همچنین مصالحی که در مرغوبیت آنها تردیدی مشاهده می‌شود باید آزمایش و در صورت عدم تایید از کارگاه خارج گردد.

۷-۱- مسوولیت‌های پیمانکار

رعایت مندرجات این مشخصات فنی عمومی به هیچ وجه از مسوولیت‌های پیمانکار برای انجام به موقع و با کیفیت تعریف شده موضوع پیمان که در سایر اسناد پیمان آمده است، نمی‌کاهد.

تفویض برخی از اجزای عملیات موضوع پیمان به پیمانکار(ان) جزء یا تولیدکنندگان یا تامین‌کنندگان مصالح و تجهیزات مورد لزوم برای ساخت و یا اجرای پیمان که بر اساس شرایط عمومی پیمان انجام می‌شود، از هیچ یک از مسوولیت‌های پیمانکار نمی‌کاهد.

مدارک و گواهی‌هایی که در ارتباط با اجرای اجزای مختلف پیمان یا مصالح و تجهیزات خریداری شده برای اجرای پیمان که در هر یک از فصل‌ها و بندهای مربوطه در این مشخصات فنی ذکر شده‌اند، ضرورتاً باید توسط پیمانکار تهیه شده و به دستگاه نظارت و کارفرما ارائه شوند؛ به هر حال این مشخصات فنی عمومی، مانند مشخصات فنی خصوصی پروژه، نقشه‌ها و سایر اسناد پیمان و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت از اجزای تفکیک‌ناپذیر پیمان‌های پیمانکار اصلی با پیمانکاران جزء یا تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان مصالح و تجهیزات مورد لزوم خواهد بود.

همچنین در صورتی که پیمانکاران جزء نیز برای تولید یا تامین مصالح و تجهیزات مورد نیاز خود با تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان دیگر، پیمان‌هایی عقد نمایند، این مشخصات فنی عمومی به‌همراه مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌ها و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت در آن پیمان‌ها نافذ خواهد بود.

۸-۱- پیشنهادهای پیمانکار

پیمانکار باید برای اجرای هر قسمت اصلی از موضوع پیمان، پیشنهادهای خود در مورد روش اجرای آن قسمت از کار با جزئیات قابل قبول در خصوص تامین مصالح، نیروی کار، تجهیزات و ماشین‌آلات به همراه برنامه کامل زمان‌بندی اجرای جزئیات آن قسمت از کار را کتبی به دستگاه نظارت ارائه کند. پس از کسب تایید دستگاه نظارت با اعمال اصلاحات احتمالی مورد نظر دستگاه نظارت، اقدام به تجهیز و آغاز اجرای آن قسمت از عملیات اجرایی موضوع پیمان نماید.

پیمانکار می‌تواند پیشنهادهای خود را در جهت بهبود کیفی کارها، کاهش هزینه‌ها یا مدت اجرای عملیات در مورد تغییر در مندرجات نقشه‌ها، مشخصات فنی عمومی و خصوصی با ارائه محاسبات و دلایل مستدل و یا با استفاده از مهندسی ارزش را کتبی جهت بررسی به دستگاه نظارت ارائه نموده و پس از کسب تاییدیه دستگاه نظارت، نسبت به اعمال تغییرات و اجرای عملیات اقدام نماید.

۹-۱- تضمین کیفیت

پیمانکار باید با ارائه برنامه تضمین کیفیت، معرفی مهندس مسوول بازرسی کیفیت به دستگاه نظارت و رعایت مفاد کلیه مندرجات اسناد پیمان، کیفیت مطلوب عملیات موضوع پیمان را تامین نماید. برنامه تضمین کیفیت شامل کنترل عوامل موثر بر کیفیت عملیات اجرایی و محصولات نهایی می‌باشد که این عملیات براساس معیارهای کیفی مندرج در استانداردها و آیین‌نامه‌های ملی، مشخصات فنی عمومی و خصوصی، نقشه‌ها و دستورالعمل‌های کارگاهی و سایر اسناد پیمان خواهد بود.

۱-۹-۱- پذیرش کیفیت

کیفیت هر یک از مواد و مصالح، ماشین‌آلات و ابزار، روش‌های اجرایی مورد استفاده پیمانکار و یا بخش‌هایی از موضوع پیمان که تکمیل شده است، از طریق تطابق هر یک از آنها با معیارها و استانداردهایی که در اسناد پیمان تعیین شده‌اند، توسط دستگاه نظارت پذیرفته خواهد شد.

۱-۹-۲- کنترل کیفیت

عملیات کنترل کیفیت که از سوی پیمانکار انجام خواهد شد، باید موجب محدود شدن دامنه تغییرات کیفی در حدود قابل قبول و معقول شود. در صورتی که در مواردی دامنه تغییرات کیفی در این مشخصات تعیین شده باشد، این دامنه تغییرات باید رعایت شده و به عنوان معیار پذیرش کیفیت محسوب گردد.

۱-۱۰-۱- نقاط نشانه و مبدا

به منظور اجرای صحیح و منطبق بر نقشه‌های اجرایی اجزای کارهای موضوع پیمان و زهکشی و همچنین کنترل و تعیین حجم عملیات، باید به تعداد کافی نقاط نشانه و مبدا تعیین شود. نقاط اصلی نشانه و مبدا طرح از طریق کارفرما و دستگاه نظارت، تحویل پیمانکار می‌شود. حفظ و حراست این نقاط در صورت لزوم جایگزینی آنها در طول دوران اجرای عملیات به عهده پیمانکار است. پیمانکار موظف است بر اساس نشانه‌های اصلی نسبت به ایجاد نقاط فرعی و کمکی اقدام نموده و تایید دستگاه نظارت در مورد این نقاط را اخذ نماید. نقاط فرعی مذکور باید روی نشانه‌های بتنی با رنگ روغنی مشخص و شماره‌گذاری شود. سطح مقطع فوقانی نشانه‌های بتنی حداقل ۱۵×۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع آن حداقل ۷۰ سانتی‌متر و به گونه‌ای باید نصب شود که موقعیت آن کاملاً پایدار و غیرقابل تغییر بوده و حداقل ۲۰ سانتی‌متر آن بالاتر از سطح زمین طبیعی قرار گیرد.

۱-۱۱- پاک‌سازی و ریشه‌کنی بستر و حریم

عملیات پاک‌سازی و ریشه‌کنی درختان در بستر و حریم، شامل برداشتن و دور ریختن هر گونه مواد و مصالح زاید، نباتات و درختان، ساختمان و ابنیه و هر گونه مانعی، از تمامی حریم راه، مسیر کانال‌ها و آبروها، محل احداث پل و ابنیه فنی و هر ناحیه و منطقه دیگری که در نقشه‌های اجرایی مشخص شده است، می‌باشد. پاک‌سازی و ریشه‌کنی درختان در بستر و حریم مسیر باید قبل از هرگونه خاک‌برداری و یا خاک‌ریزی انجام شود.

زمین محدوده عملیات اجرایی و یا مناطقی که به عنوان محل قرضه مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید قبل از شروع عملیات مشخص شده و مورد تایید دستگاه نظارت قرار گرفته باشد. حدود منطقه پاک‌سازی و ریشه‌کنی با توجه به موضوع کار باید در چارچوب آخرین آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مرتبط بوده و به تایید دستگاه نظارت برسد. حریم

کانال‌ها، زهکش‌ها و جاده‌های دسترسی و ... براساس نشریه ۲۸۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور و یا بخشنامه‌های مربوطه می‌باشد که رقم دقیق آن با تصویب کارفرما در هر منطقه تعیین می‌گردد. پیمانکار ملزم به رعایت این حریم‌ها در هنگام اجرای عملیات پیمان می‌باشد.

در مواردی که در مجاورت کانال، تاسیسات جانبی مانند جاده بهره‌برداری، گل‌انداز^۱، زهکش و غیره وجود داشته باشد، حریم مرتبط به فاصله حداقل ۱ متر از منتهی‌الیه تاسیسات مذکور برای حفاظت آنها در نظر گرفته می‌شود، ولی در هر حال عرض تاسیسات جانبی مذکور به انضمام ۱ متر، نباید از میزان حریم مقرر کم‌تر باشد.

حریم لازم برای عملیات اجرایی در اسناد پیمان ذکر می‌شود. در غیر این صورت حریم توسط دستگاه نظارت تعیین و پس از تصویب کارفرما، توسط عوامل کارفرما آزادسازی و جهت اجرای عملیات به پیمانکار تحویل داده می‌شود. این حریم ممکن است کم‌تر از حریم‌های درج شده در نشریه ۲۸۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور و یا سایر بخشنامه‌های مربوطه باشد که در این صورت پیمانکار حق ادعا برای تامین حریم دوره بهره‌برداری برای اجرای عملیات موضوع پیمان را نخواهد داشت. پیمانکار موظف است قبل از شروع عملیات اجرایی نسبت به تعیین محل انباشت مواد زاید و پاک‌سازی شده در مسیر عملیات و کسب مجوزهای لازم اقدام نماید.

مواد حاصل از پاک‌سازی و ریشه‌کنی باید طبق برنامه مورد تایید دستگاه نظارت به نحوی برداشت، جابه‌جا، انبار و یا پخش گردد که هیچ‌گونه مشکل زیست محیطی را در پی نداشته باشد. در صورت نزدیک بودن موقعیت محل قرضه به محل برداشت خاک‌های مازاد، یکی از مکان‌های مناسب برای تخلیه خاک مازاد محل برداشت از منابع قرضه است که با تایید دستگاه نظارت مصالح اضافی به آن محل‌ها حمل و تخلیه شده و طبق ضوابط اعلام‌شده توسط دستگاه نظارت پخش و تسطیح می‌گردد.

۱-۱۲- تخریب

کلیدی ساختمان‌های موجود که تخریب آنها برای انجام عملیات اجرایی موضوع پیمان ضروری است، باید قبل از تخریب، اندازه‌گیری و صورت‌جلسه آن تهیه گردد. در مورد آثاری که احتمال باستانی بودن آن می‌رود، لازم است علاوه بر تنظیم صورت‌جلسه، هماهنگی لازم با کارفرما در خصوص گرفتن موافقت کتبی از سازمان میراث فرهنگی انجام شود. تخریب هیچ ساختمانی قبل از تنظیم صورت‌جلسه و صدور دستور کار مجاز نمی‌باشد. در هنگام تخریب، بسته به ضرورت، باید آبپاشی صورت گیرد و برای جلوگیری از ایجاد گرد و غبار و حفظ اصول بهداشت و ایمنی، تدابیر لازم اتخاذ شود.

تخریب بناهای مخروبه موجود و بقایای ابنیه تا تراز تعیین‌شده و خارج نمودن مصالح و بقایای آنها از منطقه عملیاتی واقع در مسیر کانال‌ها، زهکش‌ها، جاده‌ها و سایر مناطق، باید طبق نقشه‌ها یا دستورات دستگاه نظارت انجام شود. در

۱- فضای پیش‌بینی شده در مجاورت امتداد کانال یا زهکش برای انباشت مصالح حاصل از لایروبی در زمان بهره‌برداری

مورد تخریب یا حفظ ساختمان‌های موجود و چگونگی نگهداری آنها در طول مدت اجرای کار، باید طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود. مصالح حاصل از تخریب باید طبق نظر دستگاه نظارت در محل مناسب به طور منظم انبار شده و مصالح زاید از محوطه کارگاه خارج گردد.

۱-۱۳- چاه‌های آب و فاضلاب، قنات‌ها

در صورتی که در محدوده عملیات، چاه‌های آب و فاضلاب یا قنات مشاهده شود، باید طبق فصل نهم این نشریه، زیر عنوان «قنات‌ها» عمل شود.

۱-۱۴- استملاک اراضی و آماده‌سازی مسیر

کارفرما قسمتی از کارگاه را که برای شروع عملیات اجرایی لازم باشد تحویل پیمانکار می‌نماید. بدین منظور، با توجه به برنامه‌زمان‌بندی مصوب، پیمانکار باید درخواست کتبی خود جهت استملاک اراضی و یا کسب مجوزهای لازم و رفع موانع اجتماعی و حل مسایل حقوقی مسیرها و محل‌های مربوط به عملیات اجرایی و همچنین منابع قرضه را که طبق اسناد پیمان به عهده کارفرما می‌باشد را حداقل دو ماه (و یا هر مدتی که در شرایط خصوصی پیمان ذکر شده باشد) قبل از شروع عملیات اجرایی هر قسمت به دستگاه نظارت و کارفرما، تسلیم نماید.

پس از کسب مجوزهای لازم توسط کارفرما و ابلاغ آن به پیمانکار، پیمانکار موظف است با توجه به برنامه‌زمانی و خط‌مشی کاری خود و با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و اجتماعی منطقه و لزوم حفظ ارتباط انهار و سایر مجاری آب‌بر موجود و برقراری جریان آب در آنها مانند قبل از اجرای عملیات و دسترسی کشاورزان به اراضی مزروعی و دیگر ارتباطاتی که با استقرار پیمانکار و انجام عملیات اجرایی، مسیر دچار اختلال خواهد شد، با انجام تمهیداتی که قبلاً به تایید دستگاه نظارت می‌رسد، نسبت به پیاده کردن محورها و حریم کانال‌ها، زهکش‌ها و راه‌ها و آغاز عملیات اجرایی اقدام لازم به عمل آورد.

پیمانکار قبل از شروع عملیات خاک‌برداری و تصرف زمین مسیر، ملزم است، با نظر دستگاه نظارت نسبت به تعیین شرایط نهایی و موانع موجود در طول مسیر عملیاتی اقدام نموده و مشخصات کامل مربوط به موانع را صورت جلسه نموده و به اطلاع کارفرما برساند.

۱-۱۴-۱- دسترسی به مناطق عملیاتی، منابع قرضه و حمل مصالح

پیمانکار موظف است طبق برنامه‌زمانی تفصیلی نسبت به تعیین موقعیت راه‌های سرویس، دسترسی و ارتباطی به کارگاه عملیاتی، منابع قرضه و دیگر موارد اجرایی پروژه اقدام نموده و پس از تایید دستگاه نظارت، تمهیدات فنی - اجرایی لازم جهت فراهم نمودن شرایط انجام کار تامین نماید. پیمانکار با هماهنگی دستگاه نظارت و کارفرما کلیه کارهای لازم از جمله موارد زیر را جهت تحقق بخشیدن به تعهدات خود به عمل خواهد آورد.

- کسب مجوز استفاده موقت از اراضی کشاورزی به موازات مسیر کانال‌ها. (تامین حریم موقت)
 - کسب مجوزهای لازم جهت احداث جاده دسترسی به منابع قرضه در صورت نیاز.
 - بررسی استفاده از جاده‌های برون شهری و کسب مجوزهای لازم جهت ایجاد ارتباط بین جاده‌های دسترسی به منابع قرضه و مسیرهای عملیاتی با جاده‌های اصلی و روستایی
 - کسب مجوز و انجام توافق با بخش‌داری شوراهای روستا و یا مسوول رسمی در روستا جهت استفاده از جاده‌های روستایی
 - کسب مجوز و انجام توافق با نهادهای ذیربط برای استفاده از معابر مربوطه برای سهولت در انجام عملیات اجرایی
 - تعیین موقعیت انباشت خاک‌های مازاد حاصل از خاک‌برداری‌های مسیر و همچنین مواد زاید عملیات اجرایی و کسب مجوزهای لازم در این مورد
 - کسب مجوز و توافق با بخش‌داری‌ها، شوراهای اسلامی و ...
 - سایر موارد برحسب شرایط و نوع عملیات اجرایی
- پیمانکار موظف است موارد فوق را به دقت مورد بررسی قرار داده و با آگاهی کامل از شرایط محل اجرای پروژه نسبت به ارائه پیشنهاد اقدام نماید.

۱-۱۴-۲- تقاطع با تاسیسات

اجزای سامانه‌های آبیاری و زهکشی در شرایط مختلف ممکن است راه‌ها، راه‌آهن، انهار سنتی، خطوط لوله نفت، گاز، آب، فاضلاب و کابل مخابرات و خطوط انتقال نیرو، قنات، چاه‌ها و ... را قطع نماید. پیمانکار موظف است محدودیت‌ها و مسایل این‌گونه تقاطع‌ها را در نظر داشته و در برنامه‌زمانی تفصیلی خود ملحوظ نماید. انجام تمهیدات حفاظتی و ایمنی لازم در تقاطع با موارد فوق به‌عهده پیمانکار است. مشخصات فنی عبور از این خطوط و چگونگی برقراری ارتباط دائم یا موقت باید براساس نقشه‌ها، مشخصات فنی خصوصی یا دستورات دستگاه نظارت و با کسب مجوز از سازمان مربوطه باشد.

۱-۱۴-۳- رعایت مسایل حفاظت از آثار باستانی و اماکن مذهبی

لازم است کلیه آثار باستانی حفاظت شده، اماکن متبرکه و قبرستان‌های محدوده عملیاتی و متاثر از فعالیت‌های موضوع پیمان توسط کارفرما و مهندس مشاور شناسایی و ثبت گردند. پیمانکار در طول دوره عملیات ساختمانی متعهد می‌گردد که عملیات وی هیچ‌گونه تاثیر سویی بر روی این اماکن وارد نسازد.

به‌هنگام اجرای عملیات خاک‌برداری، در صورت مشاهده مواردی که دلالت بر وجود آثار باستانی دارد، پیمانکار موظف است بلافاصله کار را متوقف سازد، محدوده حفاری شده را حفاظت نماید و موضوع را در اسرع وقت به دستگاه نظارت اطلاع دهد تا در صورت تایید دستگاه نظارت توقف عملیات ادامه داشته باشد. اطلاع به اداره کل میراث فرهنگی از طریق دستگاه نظارت و کارفرما انجام و نتیجه کار به پیمانکار ابلاغ می‌گردد.

در صورتی که جابه‌جایی برخی از آثار باستانی در پروژه پیش‌بینی شده باشد و یا دستگاه نظارت (با هماهنگی سازمان میراث فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری) آن را لازم بداند، پیمانکار باید کلیه جوانب فنی، اجرایی و اجتماعی موضوع را مد نظر قرار داده و برنامه‌ریزی جابه‌جایی را با تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما و با نظارت نماینده سازمان میراث فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری به‌گونه‌ای سازماندهی نماید که تبعات سویی در پی نداشته باشد.

۱-۱۵- حفظ محدوده عملیات از ورود آب

ساخت خاک‌ریزها، زهکش‌های حفاظتی و سایر تمهیدات لازم برای حفاظت محدوده عملیاتی جهت مقابله با ورود رواناب‌های داخل یا ناشی از بارندگی و یا سایر منابع آبی از خارج یا داخل محدوده پروژه و یا آب‌های ناشی از سوء مدیریت پیمانکار در عملیات اجرایی در هنگام بهره‌برداری موقت از آب و یا هر دلیل احتمالی دیگر، لازم می‌باشد. ساخت و نگهداری تاسیسات حفاظتی باید به نحوی باشد که در شرایط جاری شدن رواناب‌های با دوره برگشت‌های قید شده در اسناد پیمان، محدوده عملیات را حفاظت نماید.

۱-۱۶- تامین آب مزارع و باغ‌ها و آب شهری

مسیرهای عملیاتی باید قبل از تصرف به دقت بررسی شده و برای حفظ جریان آب موجود مانند قبل از شروع اجرای عملیات اقدامات فنی، اجرایی و اطلاع‌رسانی کافی صورت پذیرد. برقراری جریان آب طبق نقشه‌های اجرایی ارائه شده و یا بر اساس دستورالعمل‌های دستگاه نظارت صورت خواهد گرفت. پیمانکار باید چگونگی برقراری جریان آب در مجاری موجود را با توجه به شرایط منطقه، در برنامه زمانی تفصیلی منظور نماید و در صورت عدم امکان قطع جریان آب ضمن اطلاع‌رسانی تمهیدات لازم برای اجرای سازه تقاطعی موقت قبل از شروع عملیات را مورد توجه قرار دهد. مدت قطع آب شرب شهری و روستایی برای انجام تغییرات لازم در تداخل با عملیات اجرایی باید با هماهنگی ادارات و سازمان‌های ذی‌ربط تعیین شود. به‌منظور آگاهی مصرف‌کنندگان از برنامه قطع آب باید فهرستی از زمان‌های قطع آب که منطبق بر برنامه زمان‌بندی عملیات اجرایی محدوده مورد نظر تدوین می‌شود، به انضمام مدت زمان قطع جریان، در اختیار کارفرما قرار گیرد و یا از طریق اعلان عمومی و موثر، اطلاع‌رسانی شود. در هنگام بروز نقص در آبرسانی به باغات، مزارع و مناطق مسکونی لازم است مراتب به اطلاع دستگاه نظارت رسیده و هم‌زمان با آن، پیمانکار نسبت به رفع نقص اقدام نماید.

۱-۱۷- پاک‌سازی مسیر از مواد انفجاری و بقایای به‌جا مانده از جنگ

در مناطق آلوده جنگی، اقدام‌ها و احتیاط‌های خاص قبل از شروع عملیات اجرایی لازم است. پاک‌سازی منطقه اجرایی پروژه از مواد انفجاری و بقایای آثار به‌جا مانده از جنگ، در چارچوب وظایف کارفرما بوده و کارفرما باید قبل از

انعقاد پیمان و شروع عملیات اجرایی، پیگیری‌های لازم را از طریق ارگان‌های نظامی ذی‌ربط انجام دهد تا منطقه پروژه به‌طور کامل پاک‌سازی و برای تردد پرسنل، ماشین‌آلات و عملیات اجرایی آماده گردد.

پیمانکار موظف است به هنگام عقد قرارداد، نسبت به وضعیت مناطق آلوده آگاهی کامل داشته و مراحل اجرایی پاک‌سازی اعلام شده را در برنامه‌زمانی خود لحاظ نماید. پیمانکار موظف است در طول دوره عملیات، با فرد مسؤلی از سازمان‌های نظامی که جهت حضور در محل از طرف کارفرما تعیین و معرفی می‌گردد، هماهنگی‌های لازم را به‌عمل آورد. در صورت گسترده بودن منطقه پروژه و لزوم اجرای مرحله‌ای عملیات، لازم است محدوده‌های آلوده و مشکوک به وسیله سیم‌خاردار و با علائم هشداردهنده کافی در اطراف آن و به فواصل مناسب مشخص شده و ضمن آموزش لازم به پرسنل و کارکنان جهت تردد در محدوده پاک‌سازی شده و عدم تردد در محدوده‌های مشخص شده، از ورود افراد متفرقه به کارگاه و محدوده‌های عملیاتی اکیدا جلوگیری شود. آموزش کارکنان و کارگران دائمی و فصلی پیمانکار باید منطبق بر دستورالعمل تدوین شده توسط سازمان‌های نظامی ذی‌ربط و به‌طور مستمر صورت گرفته و شامل احتیاط‌های ویژه در عدم نزدیک شدن به موارد مشکوک و دستکاری آنها باشد. با مشاهده هر مورد مشکوک به‌هنگام اجرای عملیات، فعالیت مربوطه متوقف و از طریق دستگاه نظارت، به مسوول نظامی مربوطه جهت بررسی و رفع مشکل اطلاع‌رسانی خواهد شد. ادامه کار با دستور مجدد دستگاه نظارت خواهد بود.

۱-۱۸-۱- ثبت فرآیند عملیات اجرایی و نگهداری مدارک

۱-۱۸-۱-۱- ثبت مراحل ساخت، راه‌حل‌ها و روش‌های اجرا شده

ثبت مراحل اجرا به صورت گزارش مکتوب، نقشه، فیلم و عکس به عهده پیمانکار است. پیمانکار موظف است، برنامه مدون ثبت عملیات را تهیه و به تایید دستگاه نظارت برساند. این برنامه شامل روند عمومی عملیات و ثبت تغییرات در محدوده پروژه، اجرای سازه‌های خاکی و بتنی و روش‌های اجرایی به‌ویژه موارد برخورد با مشکلات و مسایل خاص می‌گردد. گزارش‌ها به صورت مستمر و در قالب برنامه مصوب تهیه و به دستگاه نظارت ارائه می‌گردد. پیمانکار موظف است در پایان عملیات اجرایی قسمت‌های مشخص از پروژه که توسط دستگاه نظارت اعلام می‌شود و یا در پایان پیمان نسبت به تدوین گزارش نهایی مراحل اجرایی اقدام و تحویل دستگاه نظارت نماید. تواتر گزارش‌های تهیه شده توسط پیمانکار مطابق مندرجات شرایط خصوصی پیمان خواهد بود.

۱-۱۸-۱-۲- نگهداری مدارک، اسناد، گزارش‌ها، دستورکارها و نتایج آزمایش‌ها

کلیه گزارش‌ها، اسناد، دستورکارها، نتایج آزمایش‌ها، صورت‌جلسه‌ها و سایر مدارک مرتبط باید به‌صورتی نگهداری شود که در موارد لزوم برای بازرسی کارها در اختیار دستگاه نظارت، کارفرما یا نمایندگان آنها قرار گیرد. بدین جهت

پیمانکار موظف است فرم‌های مختلف مورد نیاز روند عملیات اجرایی را به همراه برنامه، محل و حفاظت‌های لازم به تایید دستگاه نظارت برساند. ترتیب گردش مدارک، نقشه‌ها و ابلاغ دستورکارها طبق شرایط عمومی پیمان خواهد بود.

۱-۱۹- نقشه‌های کارگاهی^۱

برای اجرای دقیق قطعات و اجزای کار، پیمانکار موظف است نقشه‌های اجرایی منضم به پیمان، مشخصات پروژه، نقشه‌های توپوگرافی تدقیق شده، روش‌های اجرا و ماشین‌آلات و ابزار و ادوات مربوطه، مشخصات تجهیزات، وضعیت محل‌های اجرا و دستورالعمل‌های سازندگان را به دقت بررسی نموده و نقشه‌های کارگاهی را به گونه‌ای تهیه نماید که تهیه مصالح و آماده‌سازی آن، ابزار و ادوات مورد نیاز اجرا، ابعاد و مشخصات کیفی مورد نظر به دقت در آن ملحوظ شود. برای سازه‌های بتن مسلح تهیه لیست میلگردگذاری^۲ همراه نقشه‌های کارگاهی الزامی می‌باشد. کلیه نقشه‌های کارگاهی باید به دستگاه نظارت ارائه شده و اخذ تایید از دستگاه نظارت قبل از آغاز عملیات اجرایی ضروری می‌باشد. گردش کار تهیه و ارائه نقشه‌های کارگاهی طبق شرایط عمومی و خصوصی پیمان خواهد بود.

۱-۲۰- نقشه‌های برابر ساخت^۳

پیمانکار موظف است نقشه‌های برابر ساخت برای هر بازه اجرایی کانال، زهکش، خط لوله، راه و کلیه سازه‌های موضوع پیمان را بلافاصله پس از خاتمه آن قسمت از کار تهیه و به تایید دستگاه نظارت برساند. در این نقشه‌ها باید کلیه مشخصات، ابعاد و مصالح به کاربرده شده، مشخص باشد. تاریخ تهیه نقشه‌ها بلافاصله پس از تکمیل هر قسمت از کار و یا سازه‌های خاص می‌باشد.

۱-۲۱- آب‌اندازی^۴ قبل از تحویل موقت

پیمانکار موظف است در برنامه‌ریزی انجام کار، با توجه به منبع تامین، میزان و نحوه تحویل آب مورد نیاز توسط کارفرما، پیش‌بینی‌های لازم برای آب‌اندازی بازه‌های مورد نظر از کانال‌ها را جهت تحویل موقت مورد توجه قرار داده و چاره‌جویی‌های لازم برای حل مسایل تبعی آن را در نظر گیرد. آب‌اندازی و تخلیه کانال‌ها با توجه به ابعاد کانال، شرایط پوشش و سازه‌های آبی و رعایت دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری با نظر دستگاه نظارت و به صورت تدریجی صورت می‌گیرد به طوری که کارکرد کلیه اجزا مورد نظر قابل بررسی و مطالعه باشد. مدت زمان جریان آب در کانال و یا کنترل قطعات مشخص به صورت پر با نظر دستگاه نظارت خواهد بود. مانور دریچه‌ها، کنترل آب‌بندها، عملکرد سرریزها،

1- Shop Drawings

2- List of bars

3- AS Built

4- Commissioning

آبشارها، تندآب‌ها و کلیه سازه‌ها و تاسیسات وابسته به بازه مربوطه که شامل عملیات موضوع پیمان باشد، طبق نظر دستگاه نظارت و نماینده کارفرما و در شرایط هیدرولیکی مختلف انجام می‌شود. گردش کار تحویل موقت، مطابق شرایط عمومی پیمان خواهد بود.

فصل ۲

حفاظت و ایمنی

۲-۱- کلیات

این فصل از مشخصات فنی شامل مواردی است که در راستای شرایط عمومی پیمان لازم است توسط پیمانکار در هنگام عملیات اجرایی جهت حفاظت و ایمنی کار و عوامل اجرایی رعایت شود. اصول این مشخصات عمومی که پیمانکار باید رعایت نماید به شرح زیر است:

- تامین، حفظ و ارتقای سطح سلامت جسمی، روانی و اجتماعی کارکنان (کارگران و کارمندان) پیشگیری از بیماری‌ها و حوادث ناشی از کار.
- انتخاب کارکنان متناسب با نوع، حجم و محیط کار.
- پیشگیری از حوادث ناشی از اجرای پروژه برای املاک، مستحدثات، محصولات و اشخاص ثالث مانند بازدیدکنندگان از پروژه و ترددکنندگان عمومی از معابر پروژه در دوره اجرا.

۲-۱-۱- استانداردها

علاوه بر استانداردهایی که در این مشخصات فنی ذکر شده‌اند، روش‌ها و ابزار تامین ایمنی پیمانکار و پیمانکاران دست دوم باید با قوانین، مقررات، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوط به ایمنی و بهداشت کار و محیط زیست که در سطح کشور یا برای منطقه پروژه لازم‌الاجرا هستند منطبق باشد. در مواردی که بین این مشخصات و قوانین و مقررات یاد شده مغایرت وجود داشته باشد، رعایت قوانین کشور اولویت دارد. تا زمانی که استاندارد ملی در مواردی تدوین نشده باشد، به ترتیب استانداردهای سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)، آیین‌نامه‌های ANSI، DIN، BS به‌عنوان راهنما استفاده خواهد شد.

۲-۱-۲- مسوولیت‌های پیمانکار

مسوولیت تطابق تمام فعالیت‌ها، تجهیزات و وسایل در کارگاه، با این مشخصات فنی عمومی و استانداردهای مذکور در آن، بر عهده‌ی پیمانکار خواهد بود. این مسوولیت شامل تمام مواردی است که توسط پیمانکار اصلی یا پیمانکاران دست دوم و یا تولیدکنندگان دیگر، اجرا، راه‌اندازی و نگهداری می‌شود.

هیچ یک از کارکنان پیمانکار، پیمانکاران دست دوم و تولیدکنندگان طرف قرارداد پیمانکار اصلی نباید تحت شرایط غیر بهداشتی، مضر یا خطرناک به شرح مندرج در این مشخصات و استانداردهای مرجع، کار کنند. مندرجات این مشخصات و کاستی‌های احتمالی آن از مسوولیت پیمانکار برای تامین ایمنی و بهداشت کارکنان نمی‌کاهد.

۲-۱-۳- تغییر در مشخصات

در صورتی که تحت شرایط خاصی مندرجات این فصل از مشخصات فنی قابل اجرا نباشد، تغییرات مورد نیاز توسط پیمانکار به دستگاه نظارت ارائه شده و دستگاه نظارت پس از بررسی، نظرات خود را به پیمانکار اعلام خواهد نمود و پیمانکار ملزم به رعایت نظرات دستگاه نظارت خواهد بود.

درخواست پیمانکار شامل اطلاعات فنی مربوط به موضوع نقشه‌ها، مشخصات مواد یا ابزار و سایر اطلاعاتی خواهد بود که برای تصمیم‌گیری دستگاه نظارت ضروری باشد. تنها روش‌هایی مورد تایید دستگاه نظارت خواهد بود که روش پیشنهادی در آنها برای تامین سلامت و امنیت کارکنان با این مشخصات و قوانین کشوری مغایرتی نداشته باشد. تا زمانی که تایید کتبی دستگاه نظارت صادر نشده باشد، هیچ تغییری در روش‌های حفاظت و ایمنی کارگاه قابل اجرا نخواهد بود.

۲-۲- سازمان حفاظت و ایمنی

۲-۲-۱- برنامه حفاظت و ایمنی

با توجه به شرایط و نوع عملیات اجرایی پیمان، برنامه حفاظت و ایمنی تدوین و به اجرا گذاشته می‌شود. لذا پیش از آغاز عملیات اجرایی، پیمانکار، برنامه و ساختار حفاظت و ایمنی مورد نظر خود را به تایید دستگاه نظارت می‌رساند. در این برنامه روش‌های مورد نظر پیمانکار برای تامین ایمنی در کلیه مراحل اجرایی کارهای موضوع پیمان، همچنین روش‌های تطابق با استانداردها و قوانین کشوری در خصوص حفاظت و ایمنی کارکنان و شخص ثالث با کلیه جزئیات مربوطه به روشنی بیان می‌گردد.

۲-۲-۲- مواد سمی

انتقال، نگهداری و دورریزی مواد سمی از هر نوع باید به گونه‌ای انجام شود که موجب آلودگی محیط زیست، از جمله سفره‌های آب زیرزمینی، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، نهرها و هوای محیط نشود. دفع تمام این گونه مواد مانند زباله، فاضلاب و نظایر آن باید منطبق بر استانداردها و قوانین کشوری باشد.

۲-۲-۳- نگهداری مواد منفجره و خطرناک

پیمانکار موظف است بر طبق قوانین جاری و تایید نیروهای انتظامی و امنیتی و دستگاه نظارت، ساختمان یا ساختمان‌های خاصی را با ظرفیت کافی برای نگهداری صحیح مواد منفجره و مواد خطرناک از قبیل مواد قابل اشتعال، مواد آتش‌زا، سوخت، اسیدها، مواد شیمیایی و رنگ در نقاط مناسب احداث کند. این انبارها باید با علائم خطر مناسب، مشخص و علامت‌گذاری گردند و دارای درب ورود با قفل مطمئن و وسایل تهویه جهت نگه‌داشتن دمای پایین و یکنواخت در فضای داخل باشند. برای حفاظت و ایمنی، در نظر گرفتن نگهبانی در بیرون از انبار الزامی است.

۲-۳- مواد شیمیایی

حمل، انبار کردن و استفاده از اسیدها، بازها و سایر مصالح و مواد شیمیایی خطرناک باید براساس توصیه‌های تولیدکننده و تحت نظارت کارشناس متخصص صورت گیرد. استفاده از مواد شیمیایی باید با رعایت ملاحظات زیست‌محیطی صورت گیرد تا خطر استفاده از این‌گونه مواد، انسان‌ها، حیوانات و ماهی‌ها و ... را تهدید ننماید. انبار کردن این قبیل مواد و مصالح در محل‌هایی انجام خواهد شد که فقط در دسترس افراد مجاز باشد.

۲-۴- لوازم حفاظت فردی

پیمانکار، مسوول تهیه و در دسترس قرار دادن، نگهداری و استفاده صحیح از لوازم ایمنی شخصی می‌باشد و در صورت عدم استفاده از این لوازم و یا سهل‌انگاری مکرر در مورد استفاده از این وسایل، طبق قوانین جاری، با پیمانکار برخورد خواهد شد. وسایل حفاظتی فردی لازم از قبیل حفاظت سر، صورت و چشم، ایمنی درمقابل آتش، ایمنی کار با ابزار و وسایل و ماشین‌آلات، ایمنی در مقابل سوانح طبیعی و ایمنی در مقابل سایر سوانح کار باید طبق استانداردهای معتبر کشوری و با تایید دستگاه نظارت باشد.

۲-۵- آتش‌سوزی

برای پیشگیری و مقابله با آتش‌سوزی و همچنین در اجرای عملیات نجات، رعایت مندرجات فصل پیشگیری و اطفای حریق طبق نشریه «حفاظت و ایمنی در کارگاه‌های سدسازی»^۱ لازم‌الاجراست.

۲-۶- ایمنی در هنگام کار با ابزار، وسایل و ماشین‌آلات

۲-۶-۱- ابزار، وسایل و ماشین‌آلات

کلیه ابزار، وسایل و ماشین‌آلاتی که در کارگاه عملیات اجرایی پروژه به کار می‌روند باید استاندارد و سالم باشند و با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده به نحو مطلوب نگهداری شوند و مورد استفاده قرار گیرند. اقلام معیوب و غیر ایمن باید به وسیله برچسب‌های ایمنی علامت‌گذاری و در صورت نیاز به صورت مطمئن قفل شوند و یا به خارج از محل کار انتقال یابند.

۱- نشریه ۲۴۷ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق)

۲-۶-۲- کتاب راهنمای ماشین‌آلات

پیمانکار موظف است دفترچه راهنمای سرویس، تعمیر و کاربری صحیح و ایمن دستگاه‌ها و ماشین‌آلات را تهیه کند و بر حسب نیاز در دسترس کارکنان قرار دهد و اطمینان یابد که توصیه‌های کارخانه سازنده در هر مورد به طور کامل رعایت می‌شود.

۲-۶-۳- حفاظت و سامانه هشداردهنده

کلید حفاظ‌های مکانیکی و الکترونیکی و سامانه‌های هشدار دهنده که از طرف سازنده دستگاه‌ها و ماشین‌آلات برای تامین ایمنی و پیشگیری از حوادث در نظر گرفته شده‌اند باید به طور صحیح نصب شود و کارایی لازم را داشته باشند.

۲-۶-۴- تغییر در ماشین‌آلات

هر نوع تغییر در مشخصات وسایل و ماشین‌آلات باید با توجه به دستورالعمل‌های سازنده و نظر کارشناس صلاحیت‌دار انجام گیرد و در هر حال تغییرات مورد نظر نباید سلامتی کارکنان را به خطر بیندازد.

۲-۶-۵- سرویس و تعمیر ماشین‌آلات

سرویس، تعمیر و کاربری دستگاه‌ها و ماشین‌آلات باید توسط افراد آموزش دیده و با تجربه که از توانایی‌های جسمی و روحی مناسب برای انجام کار مورد نظر برخوردار هستند، صورت گیرد.

۲-۷-۱- ایمنی در هنگام اجرای عملیات

۲-۷-۱- کلیات

وظایف شغلی کارکنان و انتخاب روش‌های اجرا باید به نحوی انجام پذیرد که با اصول مهندسی و معیارهای ایمنی سازگار باشد. پیمانکار در برابر سلامتی کارکنان مسوول است و باید بر مبنای آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مصوب شورای عالی حفاظت فنی و کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای کشور تدابیر لازم را برای تامین ایمنی آنها در هنگام اجرای عملیات موضوع پیمان به کار گیرد.

۲-۷-۲- سازه‌های موقت

دربست‌ها، نردبان‌ها، راه‌های موقت، شمع‌ها، سپرها، قالب‌ها، مهارها، نرده‌های حفاظتی و سایر وسایل و سازه‌های موقت باید از مواد و مصالح مرغوب و مناسب تهیه شوند و طراحی، ساخت، آماده‌سازی و نگهداری آنها مطابق استانداردهای معتبر باشد؛ به طوری که اهداف مورد انتظار را تامین نمایند، توانایی پذیرش فشارهای وارده را داشته باشند و کارکنان را در برابر خطرات احتمالی هنگام کار محافظت کنند.

آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی مصوب شورای عالی حفاظت فنی در رابطه با سازه‌های موقت مانند انواع داربست، نردبان و نرده‌های حفاظتی لازم‌الاجرا می‌باشد.

۲-۷-۳- عملیات خاکی

قبل از شروع کار، محل اجرای عملیات باید به طور کامل و دقیق مورد بازرسی قرار گیرد. در مسیر حرکت ماشین‌آلات، وضعیت ترافیک، وجود گودال، گل و لای، گرد و غبار زیاد و مه غلیظ، جنس خاک، احتمال ریزش، نزدیکی به پرتگاه، خطوط لوله آب، فاضلاب و گاز، موانع، کابل‌های برق و تلفن، قنوات و چاه‌های دایر و متروکه و به طور کلی هر نوع شرایط غیرعادی و خطرناک احتمالی باید شناسایی شوند و تمهیدات لازم برای تامین ایمنی کارکنان فراهم گردد. کلیه کارکنان در هنگام اجرای عملیات خاکی باید به وسایل حفاظت فردی مناسب مجهز و به وظایف خود آشنایی کافی داشته باشند؛ همچنین به‌طور غیرضروری، خود را در معرض عوامل زیان‌آور مانند گرد و غبار، صدا، گرما و پرتوهای خورشیدی و نیز عوامل مخاطره‌آمیز مانند سقوط از ارتفاع، ریزش مواد و برخورد با ماشین‌آلات قرار ندهند. در صورت لزوم برای تعیین موقعیت‌های خطرناک و آگاهی کارکنان از این موقعیت‌ها، باید از علائم هشدار دهنده و برچسب‌های ایمنی استفاده کرد.

در صورت نیاز برای جلوگیری از ریزش‌های احتمالی دیواره محل حفاری‌ها، ترانشه‌ها و شیروانی‌ها باید با قراردادن و بستن حایل‌های موقت محافظت شوند. در زمین‌های ریزشی، در مهاربندی‌ها و به‌کارگیری سپرها باید دقت به عمل آید و قفل و بست‌های مناسب تامین شود.

در مواردی که عوامل اجرایی درون ترانشه یا محل حفاری کار می‌کنند، باید بازرسی‌های زیر از نظر ریزش و اکسیژن مورد نیاز انجام پذیرد و در صورت کاهش درصد اکسیژن هوا و خطر ریزش یا مشاهده ترک در جبهه خاک و یا سنگ، کار متوقف شود.

الف- حداقل روزی یک بار، در صورتی که عوامل اجرایی به طور مرتب درون ترانشه کار می‌کنند.

ب- پس از هر ریزش غیر منتظره مصالح به داخل ترانشه.

ج- برای شروع دوباره عملیات، تامین نظر دستگاه نظارت به لحاظ رعایت مقررات ایمنی ضروری است.

عملیات چال‌زنی و انفجار باید به‌طور مستقیم زیر نظر و مراقبت عوامل با تجربه و آموزش دیده و دارای مجوز رسمی از مراجع ذیصلاح صورت گیرد. برای هر یک از عملیات انفجار محل و وضعیت چال‌ها، عمق و بار هر انفجار باید در اوراق مخصوص ثبت شده و پس از تایید دستگاه نظارت، نگهداری شود تا بعداً در صورت نیاز بتوان به آنها رجوع کرد. موافقت دستگاه نظارت با روش چال‌زنی و انفجار موجب رفع مسوولیت از پیمانکار در مورد عواقب سوء احتمالی انفجار نخواهد شد.

دستگاه نظارت باید حداقل یک ساعت قبل از هر عملیات انفجار، از محل و وسعت انفجار مطلع شود. علاوه براین، پیمانکار باید در مورد برقراری یک نظام خبری مطمئن برای اعلام قبلی هر انفجار به کلیه کارکنان و افراد حاضر در

منطقه انفجار مبادرت کند. در صورتی که بر اثر عملیات انفجار توقف رفت و آمد وسایل نقلیه عمومی ضرورت داشته باشد، پیمانکار موظف است مجوز این توقف‌های موقت را از مقامات مربوطه کسب و نتیجه را به اطلاع دستگاه نظارت برساند.

۲-۷-۴- کارهای بتنی

۲-۷-۴-۱- قالب‌بندی

کارگران قالب‌بند و سایر کارکنان مرتبط باید به راحتی و بدون پذیرش خطر به قسمت‌های مختلف سازه‌ها دسترسی داشته باشند و در موقعیت مناسب قرار گیرند. جایگاه کار و تجهیزات ایمنی مربوط به آن به عنوان یکی از عناصر اصلی قالب‌بندی باید شرایط ایمنی را برای کارکنان فراهم کند. قالب‌بند باید به وسایل حفاظت فردی مناسب مانند دستکش ایمنی، لباس کار، کلاه ایمنی و کفش ایمنی مجهز شود.

برای اطمینان از پایداری و استحکام قالب‌بندی باید قبل از بتن‌ریزی کلیه اجزای آن را به دقت بازرسی کرد. قالب‌های بزرگ باید دستگیره یا قلاب مناسبی داشته باشند تا به راحتی بتوان آن را برداشت و جابه‌جا کرد. در هنگام قالب‌برداری باید احتیاط‌های لازم در برابر خطر ریزش ناخواسته بتن و جدا شدن قالب انجام پذیرد. مواد شیمیایی که به عنوان رها‌ساز در قالب‌ها به کار می‌روند نباید حاوی ترکیبات سمی و قابل اشتعال باشند یا به پوست آسیب برسانند. نصب تابلوی ایمنی «ضرورت اطمینان از استحکام قالب‌بندی قبل از بتن‌ریزی» به‌ویژه در سازه‌های با ارتفاع بیش از ۳ متر الزامی است.

۲-۷-۴-۲- آرماتوربندی

محموله‌های میلگرد که به محل کارگاه حمل می‌شوند باید به نحوی تخلیه شوند که ضمن آسیب ندیدن میلگرد، به عوامل اجرا نیز صدمه‌ای وارد نشود. هنگام بریدن و خم کردن میلگرد، استفاده از میز آرماتوربندی و ابزار مناسب ضروری است. همچنین در هنگام آرماتوربندی برای کاهش حوادث و پیامدهای زیان‌بار رعایت موارد زیر الزامی است:

الف- کارکنان باید به وسایل حفاظت فردی مورد نیاز مجهز شوند.

ب- در صورتی که تردد عوامل اجرایی بر روی شبکه میلگردها اجتناب‌ناپذیر است باید با قرارداد تعدادی تخته یا صفحه فولادی شطرنجی روی میلگردها گذرگاهی به وجود آورد تا احتمال لغزیدن و سقوط آنها مرتفع گردد و شبکه آرماتور نیز در اثر تردد آسیب نبیند.

ج- میلگردهای انتظار و امثال آن که از بتن بیرون زده‌اند، می‌تواند موجب صدمات جدی شوند؛ به همین دلیل پوشاندن آنها با تخته و یا وسایل مناسب دیگر ضروری است.

۲-۷-۳- بتن پاشی

در شرایط اجرای کار با روش بتن پاشی، متصدی دستگاه بتن پاش و تزریق سیمان باید از عینک ایمنی استفاده کند. فشار هوای این دستگاه‌ها نباید از مقادیر تعیین شده در دستورالعمل‌های سازندگان ماشین‌آلات - که به تایید دستگاه نظارت می‌رسد- بیش تر شود.

۲-۷-۵- کارهای فلزی

در نقشه‌های کارگاهی برای ساخت و نصب سازه‌های فلزی باید ایمنی در هنگام اجرا به طور جدی مورد توجه پیمانکار قرار گیرد و تدابیر لازم برای پیشگیری و کنترل حوادث و آسیب‌های شغلی انجام پذیرد. کلیه معابر، پلکان‌ها، سطوح شیب‌دار، بازشوها و به‌طور کلی تمام نقاطی که احتمال سقوط افراد وجود دارد باید به وسیله نرده و پوشش‌های مناسب حفاظت شوند. در صورتی که کارکنان در ارتفاع بیش از ۳/۵ متر کار می‌کنند و نصب وسایل حفاظتی امکان‌پذیر نباشد استفاده از کمربند ایمنی و طناب نجات الزامی است.

برای بالابردن تیرآهن‌ها باید از وسایل بالابر و کابل‌ها و یا طناب‌های استاندارد مطابق با آیین‌نامه وسایل و تجهیزات بالابر مصوب شورای عالی حفاظت فنی استفاده شود. کاربرد زنجیر در این مورد مجاز نیست.

در مواردی که ستون‌های آهن روی هم می‌نشینند نباید بیش از یک طبقه ستون بدون جوشکاری و اتصالات لازم روی ستون زیرین قرار داده شوند. در موقع نصب ستون‌ها، تیرها و سایر قطعات فلزی قبل از جدا کردن نگه‌دارنده قطعات، باید حداقل نصف تعداد پیچ و مهره‌ها بسته شده و یا جوشکاری شوند. قبل از نصب یک تیر روی تیر آهن دیگر باید تیر زیرین صددرصد پیچ و مهره یا جوشکاری شده باشد.

هنگام بارندگی شدید، وزش بادهای سخت و یخبندان باید از نصب و برپا کردن اسکلت فلزی خودداری کرد. سطوحی که در فاصله ۵۰ میلی‌متری از محل هر جوش قرار می‌گیرند باید قبل از جوشکاری از موادی که به جوشکاری لطمه می‌زنند یا در هنگام جوشکاری گازهای سمی و بیماری‌زا تولید می‌کنند کاملاً پاک شوند.

۲-۷-۶- کابل کشی و نصب تاسیسات و تجهیزات برقی

کابل کشی، سیم کشی، نصب کلیدها، پریزها، تابلوها، وسایل و تجهیزات برقی باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان ایران^۱ و توسط اشخاص ذی‌صلاح انجام شود. در کلیه کابل کشی‌هایی که برای استفاده‌های موقت انجام می‌شود، علاوه بر رعایت مفاد آیین‌نامه فوق‌الذکر رعایت موارد زیر نیز الزامی است:

- برای جلوگیری از ازدیاد و پراکندگی کابل‌های آزاد متحرک، به تعداد کافی پریز در محل‌های مناسب نصب شود.

۱- طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان‌ها

- کابل کشی‌ها در صورت امکان باید در ارتفاع حداقل ۲/۵ متری از کف انجام شود. در غیر این صورت کابل‌ها باید طوری نصب شوند که از آسیب‌های احتمالی محفوظ بمانند.

۲-۷-۷- کارخانه ساخت بتن و سنگ‌شکن‌ها

کارخانه‌های ساخت بتن^۱، سنگ‌شکن‌ها، کارگاه‌های تولید مصالح ریزدانه و درشت‌دانه، انبارها، سیلوها، قیف‌های بارگیری و دیگر تجهیزات وابسته باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که به لحاظ پایداری دارای ضریب اطمینان کافی بوده تا ضمن تقلیل هرگونه خطر، مانعی جهت تخریب و از تعادل خارج شدن سازه‌های مذکور نیز باشند. کارخانه ساخت بتن و سنگ‌شکن‌ها و نیز سیستم‌های حمل و نقل باید به نحوی طراحی شوند تا مجهز به سیستم کنترل گرد و غبار بوده، به گونه‌ای که توسط پاشیدن آب و یا روش‌های مشابه، میزان گرد و غبار را تحت کنترل درآورده و رعایت بهداشت و ایمنی را به عمل آورده باشند.

۲-۸- بارگیری، حمل و تخلیه

پیمانکار موظف است در هنگام بارگیری، حمل و تخلیه مواد و مصالح، کلیه مقررات راهنمایی و رانندگی و همچنین آیین‌نامه‌های وزارت راه و شهرسازی را به طور کامل اجرا نماید.

پیمانکار باید در طراحی و اجرای راه‌های انحرافی، معیارهای کنترل‌کننده و اجباری وزارت راه و شهرسازی از جمله عرض راه، عرض پل یا آبنا^۲، قوس‌های افقی و عمودی، شیب طولی و حداقل فاصله دید توقف را رعایت نموده و با نصب علائم راهنمایی و رانندگی لازم از جمله تابلوهای هشداردهنده، چراغ‌های چشمک‌زن و ... تسهیلات لازم حمل و نقل را فراهم نماید.

1- Batching Plant

2- Irish crossing (Drywash Crossing)

فصل ۳

عملیات آماده‌سازی، تجهیز و برچیدن

کارگاه

۳-۱- کلیات

تجهیز کارگاه عبارت است از عملیات و تدارکاتی که به‌صورت موقت برای اجرای کارهای موضوع پیمان انجام می‌شود تا با استفاده از آنها انجام عملیات موضوع پیمان میسر گردد. نحوه تامین زمین مورد نیاز برای تجهیز کارگاه براساس مندرجات شرایط خصوصی پیمان خواهد بود.

تجهیز و برچیدن کارگاه شامل تهیه، ساخت، انتقال و برپا کردن کلیه ساختمان‌ها، تاسیسات و تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز کارگاه و برچیدن آنها در پایان کار که حسب مورد شامل اقلام زیر می‌باشد، جزو مسوولیت‌های پیمانکار محسوب می‌گردد.

- تجهیزات و ماشین‌آلات تهیه شن و ماسه بتن و فیلتر زهکشی
- تجهیزات و ماشین‌آلات تهیه بتن (شامل دستگاه بتن‌سازی، سیستم خنک‌کننده و گرماساز در صورتی که ضروری باشد).
- جرثقیل‌های برجی و نقاله‌هایی با کابل انتقال برای مراحل مختلف بتن‌ریزی
- تجهیزات و ماشین‌آلات سپرکوبی، شمع‌کوبی و شمع‌ریزی
- مرکز تهیه هوای فشرده
- انواع ماشین‌آلات مورد نیاز اجرای عملیات
- تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت حمل و نقل خودروها و ماشین‌آلات ساختمانی
- ساختمان‌های پشتیبانی، ساختمان‌های عمومی، محوطه‌سازی و راه‌های مورد نیاز
- کلیه تاسیسات لازم از جمله آب و برق و تلفن (مگر آن که در اسناد پیمان به‌جز آن ذکر شده باشد)
- تسهیلات و تمهیدات ایاب و ذهاب کارکنان، بهداشت عمومی و رفاهی و ...
- سایر مواردی که تجهیز آن برای اجرای پروژه مورد نیاز می‌باشد.
- برچیدن کارگاه شامل بازنمودن و جابه‌جا کردن تمامی تجهیزات موقت نصب شده فوق‌الذکر و تمیز نمودن محیط کار و آماده کردن کارگاه برای بهره‌برداری می‌باشد.

در احداث کلیه تاسیسات مربوط به تجهیز کارگاه، ساختمان‌های دائمی و موقت باید مقررات و آیین‌نامه‌های ملی الزامی به‌خصوص مقررات ملی ساختمان، آیین‌نامه زلزله ۲۸۰۰، آیین‌نامه بتن آبا، آیین‌نامه‌ها و استانداردها و مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه ۵۵) و استانداردهای حفاظت و ایمنی وزارت کار رعایت گردد. نحوه جانمایی محل تجهیزات و ساختمان‌های کارگاه بایستی به تایید دستگاه نظارت برسد.

مواردی که در این فصل اشاره شده کلی بوده و در هر پیمان با توجه به شرایط خصوصی و فهرست بهای منضم به پیمان، ممکن است قسمتی از آن و یا کل آن به‌عنوان تجهیز کارگاه منظور شده باشد. که لازم است در تامین قسمت‌های منظور شده در پیمان، مشخصات مندرج در این فصل رعایت گردد.

۳-۲- راه‌ها

در سامانه‌های آبیاری و زهکشی، شبکه‌هایی از راه‌های خدمات‌رسانی به کارگاه و محل کار مورد نیاز می‌باشد. در طول دوره ساخت سامانه، جاده‌های واقع در حاشیه کانال‌ها و زهکش‌ها، با تمهیداتی می‌تواند در هنگام عملیات ساخت مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر جاده‌های فوق، جاده‌های دیگری نیز از قبیل جاده‌های انحرافی، دسترسی، سرویس و ارتباطی مورد نیاز خواهد بود که طراحی و اجرای آنها - پس از تایید دستگاه نظارت - به عهده پیمانکار است.

برای تایید طراحی و اجرای این راه‌ها معیارهای مندرج در مشخصات فنی خصوصی و دستورالعمل‌های کارگاهی ملاک خواهد بود. پیمانکار باید قبل از آغاز عملیات اجرایی، تایید دستگاه نظارت در مورد طراحی راه‌ها را کسب کند و همچنین در هنگام عملیات اجرایی با ایجاد مانع و نگهبان از ورود ماشین‌های متفرقه به محدوده کارگاه جلوگیری به عمل آورد.

۳-۲-۱- انواع راه‌ها

انواع راه‌هایی که ممکن است در ساخت سامانه‌های آبیاری و زهکشی مورد نیاز باشد، عبارت است از:

- راه دسترسی: راهی که یکی از راه‌های موجود در کشور را به کارگاه متصل می‌نماید.
- راه‌های سرویس: راه‌هایی که جهت دسترسی به محل اجرای عملیات احداث می‌شوند.
- راه‌های ارتباطی: راه‌هایی که معادن مصالح، منابع آب، محل قرصه، انبار مواد منفجره و ... را به‌طور مستقیم یا با واسطه راه‌های دیگر به محل اجرای عملیات متصل می‌کنند.
- راه‌های انحرافی: راه‌هایی جهت تامین تردد وسایل نقلیه در راه‌های عمومی که به علت انجام عملیات موضوع پیمان موقتاً قطع می‌شود.

۳-۲-۲- مشخصات هندسی راه‌ها

مشخصات هندسی راه‌ها باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که نیازهای دوران ساخت و حسب مورد نیاز زمان بهره‌برداری را با توجه به نوع وسایل نقلیه و حجم ترافیک تامین نمایند. سرعت طرح و حجم ترافیک، پارامترهای اصلی خواهد بود که طراحی هندسی راه بر اساس آنها صورت می‌گیرد و با در نظر گرفتن شرایط توپوگرافی محل تعیین می‌گردد.

شیب طولی محور راه در حالت کلی نباید بیش از ۱۰ درصد باشد. در شرایط خاص و در طول کوتاهی از مسیر راه، شیب بیش‌تر می‌تواند پس از موافقت دستگاه نظارت، طراحی و اجرا گردد. شیب خاک‌برداری و خاک‌ریزی مقطع عرضی جاده بستگی به مشخصات مکانیک خاک مصالح دارد. پیمانکار، مسوول تامین ایمنی راه‌ها، پل‌ها و سایر ابنیه فنی راه‌های محدوده کارگاه، در دوره ساخت است. همچنین پیمانکار، مسوول ترمیم مجدد قسمت‌هایی از راه‌های مورد استفاده خود و پیمانکاران جز خواهد بود که دچار آسیب شده‌اند.

۳-۲-۳- عملیات خاکی

عملیات خاکی شامل کلیه اقدامات لازم برای آماده کردن بستر و حریم راه، کوبیدن بستر، خاک‌برداری و خاک‌ریزی در مسیر و یا محدوده کانال و راه منطقه عملیات پروژه و همچنین احداث روسازی اعم از زیراساس و اساس می‌باشد. کلیه فعالیت‌های فوق باید طبق نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی عمومی راه (نشریه شماره ۱۰۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور) و مشخصات فنی خصوصی و یا برابر دستور کار دستگاه نظارت باشد.

۳-۳- اقامتگاه و تسهیلات رفاهی

محدوده تجهیز کارگاه عموماً به دو قسمت محدوده کارگاهی و محدوده اداری- مسکونی تقسیم می‌شود. لازم است ساختمان‌های اداری و مسکونی جدا از بخش کارگاهی اجرا گردند، نحوه جانمایی و ابعاد واحدهای تجهیز کارگاه بایستی متناسب با حجم عملیات پیمان بوده و به تایید دستگاه نظارت برسد. پیمانکار موظف است مجموعه ساختمان‌های مورد لزوم را ساخته، تجهیز و نگهداری نماید. این مجموعه با توجه به حجم عملیات و با نظر دستگاه نظارت شامل تمام یا بخشی از تاسیسات زیر و هر کدام با ابعاد مناسب کارگاه خواهد بود.

- واحدهای مسکونی

- خوابگاه‌ها

- سالن غذاخوری

- نمازخانه

- ساختمان دفاتر کار

- اتاق حراست و نگهبانی

- فضاهای ورزشی

- درمانگاه و یا امکانات فوریت‌های پزشکی

- ساختمان آزمایشگاه محلی

- امکانات آموزشی

پیمانکار باید واحدهای مسکونی، دفتر و خوابگاه‌ها را برای استفاده کلیه کارکنان خود، کارفرما و دستگاه نظارت تجهیز کند.

۳-۴- دفاتر

دفاتر مربوط به کارفرما، دستگاه نظارت و پیمانکار در محدوده نزدیک به هم ساخته می‌شود.

۳-۵- انبارها

۳-۵-۱- انبار سیمان پاکتی، ابزار کار و ...

انبار سیمان پاکتی، ابزار کار، جعبه‌های نمونه و ... در ساختمان با ابعاد مناسب و با توجه به کاربری انبار باید ساخته شود. سازه این انبارها می‌تواند از نوع قاب فلزی شیب‌دار (قاب دروازه‌ای)، خرپا، مصالح بنایی و یا سایر سازه‌های مورد قبول دستگاه نظارت باشد. ابعاد انبار باید با توجه به نوع کاربری و نوع ماشین‌آلاتی که باید به داخل انبار وارد و خارج شوند تعیین شود.

۳-۵-۲- سیلوها

سیلوهای ذخیره سیمان بر روی فونداسیون‌های متناسب با ظرفیت سیلو و نیازهای کارگاه تهیه و نصب می‌شود.

۳-۵-۳- انبار مواد سوزا^۱

انبار مواد سوزا باید حداقل در فاصله ۱۰۰۰ متری و در زیر زمین و در محلی خارج از محوطه کارگاه ساخته شود. ساخت انبار مواد سوزا و انتقال و نگهداری مواد باید مطابق دستورالعمل‌های نیروهای مسلح کشور باشد.

۳-۵-۴- مخازن ذخیره سوخت و پمپ بنزین

پیمانکار متناسب با ماشین‌آلات موجود در کارگاه، باید کارگاه را مجهز به مخازن سوخت نماید. در صورت ضرورت ساخت پمپ‌بنزین، رعایت ضوابط، استانداردها و مشخصات وزارت نفت الزامی است. در ساخت و نگهداری مخازن سوخت و سوخت‌گیری باید رعایت موارد ایمنی و حفاظت محیط زیست و کنترل‌های دوره‌ای برای جلوگیری از نشت مواد نفتی به محیط زیست انجام شود.

۳-۵-۵- انبار نمونه‌های حفاری

در صورتی که در هنگام اجرای عملیات موضوع پیمان، حفاری‌های ژئوتکنیکی انجام شود، باید محلی سرپوشیده برای انبار مغزه‌های حفاری پیش‌بینی نمود. تا آماده‌شدن انبار نمونه‌ها، جعبه‌های مغزه باید در جایی دور از باران و تابش آفتاب نگهداری شوند. در انبار نمونه باید قسمت جداگانه‌ای برای جعبه‌های هر گمانه که دسترسی به آن آسان باشد، پیش‌بینی شود.

۳-۶- تعمیرگاه‌ها و توقفگاه‌ها

۳-۶-۱- تعمیرگاه ماشین‌آلات سنگین

ساختمان این نوع تعمیرگاه‌ها باید از نوع قاب فلزی شیب‌دار (قاب دروازه‌ای) با دهانه مورد نیاز برای عبور ماشین‌آلات سنگین مانند گریدر، غلتک، بلدوزر، کامیون، دامپتراک و ... باشد.

۳-۶-۲- تعمیرگاه ماشین‌آلات سبک

این نوع تعمیرگاه‌ها نیز مانند تعمیرگاه‌های ماشین‌آلات سنگین باید طراحی شود. تنها تفاوت این نوع ساختمان‌ها در عرض و ارتفاع دهانه ورودی آن بوده که می‌تواند کوچک‌تر از ورودی ساختمان ماشین‌آلات سنگین بوده و سازه آن می‌تواند از نوع اسکلت فلزی، بتنی و یا بنایی باشد.

۳-۶-۳- کارگاه سرویس ماشین‌آلات

کارگاه سرویس ماشین‌آلات ساختمانی در فاصله بین ساختمان تعمیرگاه ماشین‌آلات سبک و سنگین ساخته می‌شود. این کارگاه‌ها دارای سیستم آب گرم و حتی الامکان هوای فشرده خواهند بود.

۳-۶-۴- توقفگاه ماشین‌آلات سنگین

زمینی با وسعت متناسب با تعداد ماشین‌آلات سنگین در محدوده کارگاه و در نزدیکی مواضع نگهداری، تسطیح شده تا ماشین‌آلات پارک شده مورد دید عوامل نگهداری باشد. کف این توقفگاه باید دارای زیرسازی و روسازی مناسب باشد.

۳-۶-۵- توقفگاه ماشین‌آلات سبک

توقفگاه این نوع ماشین‌آلات در نزدیکی دفاتر کارگاه در زمینی مسطح با سایه‌بان مستحکم و زیرسازی و روسازی مناسب و مورد تایید دستگاه نظارت ساخته می‌گردد.

۳-۷- کارگاه‌های پشتیبانی

۳-۷-۱- کارگاه آرماتوربندی، آهنگری و جوشکاری، نجاری، برق، تراشکاری

کارگاه آرماتوربندی، آهنگری و جوشکاری، نجاری، برق و تراشکاری باید با ابعاد مناسب از نوع اسکلت فلزی، بتنی یا بنایی مورد تایید دستگاه نظارت باشد.

۳-۷-۲- اتاق سرپرست کارگاه

اتاق سرپرست کارگاه به گونه‌ای صدابندی می‌شود، تا از انتقال سر و صدای زیاد کارگاه به داخل اتاق جلوگیری به عمل آید.

۳-۸- آزمایشگاه

بنا به نظر دستگاه نظارت و با توجه به نوع فعالیت‌ها، ساختمان آزمایشگاه با زیربنای مناسب برای انجام آزمایش‌های مربوطه ساخته و تجهیز می‌شود. ساختمان آزمایشگاه باید دارای سالن، آزمایشگاه بتن، آزمایشگاه خاک، اتاق سرپرست آزمایشگاه و در صورت لزوم سرویس بهداشتی باشد. برای نازک‌کاری داخل اتاق‌ها ملات ماسه سیمان با آستر و کف موزاییک، برای دیوارهای سالن از اندود ماسه سیمان با آستر و برای کف از بتن درجا استفاده می‌شود.

۳-۹- ساختمان نگهبانی

این ساختمان معمولاً با مصالح بنایی همراه با تعبیه شناژهای قائم و افقی ساخته شده و عملیات اجرایی آن مانند سایر ساختمان‌ها می‌باشد.

۳-۱۰- ساختمان درمانگاه و امکانات بهداشتی

مشخصات این ساختمان و نیاز به آن در مشخصات فنی خصوصی ارائه می‌گردد. در صورت عدم توجه به این مساله در مشخصات فنی خصوصی و در صورت نیاز به تشخیص دستگاه نظارت، متناسب با حجم عملیات، این ساختمان با اسکلت فلزی یا بتنی و یا با مصالح بنایی ساخته می‌شود و دارای ورودی، اتاق معاینه، پارکینگ، سرویس بهداشتی، اتاق استراحت و داروخانه می‌باشد.

عملیات نازک‌کاری در کف برای اتاق معاینه، اتاق استراحت و داروخانه، موزاییک ایرانی، در سرویس‌های بهداشتی سرامیک درجه یک ایرانی، در ورودی سنگ پلاک دو تیشه داغون و در قسمت پارکینگ آمبولانس، کف از بتن درجا خواهد بود. قرنیز دیواره‌ها در قسمت‌های اتاق معاینه، اتاق استراحت و داروخانه، سنگ پلاک چینی به ضخامت یک سانتی‌متر و ارتفاع ده سانتی‌متر خواهد بود. نازک‌کاری بدنه دیوارها و سقف با اندود ماسه سیمان و اندود گچ پرداخت و نهایتاً رنگ روغنی مات با زیرسازی و آستر اجرا خواهد شد. نازک‌کاری سرویس بهداشتی درمانگاه مانند سایر ساختمان‌ها می‌باشد.

۳-۱۱- آشپزخانه‌ها و سالن‌های غذاخوری

آشپزخانه، سردخانه و انبار مواد غذایی از نوع سوله یا دیگر سیستم‌های سازه‌ای مناسب ساخته می‌شوند. دیوارهای جدا کننده، قسمت‌های مختلف را از همدیگر مجزا نموده و در سالن غذاخوری میز و صندلی به تعداد مورد نیاز که به

تایید دستگاه نظارت رسیده باشد، فراهم می‌شود. در ساختمان سردخانه مواد غذایی، یخچال‌های ویترویی و فریزرهای صندوقی به میزان مورد نیاز منظور خواهد شد. در ساختمان انبار مواد غذایی، قفسه‌هایی برای جاگذاری مواد غذایی که به صورت بسته‌بندی شده می‌باشد تعبیه می‌گردد. درهای مورد استفاده در انبار مواد غذایی باید طوری احداث شود که به هیچ عنوان حشرات و جانوران موذی نظیر موش‌های صحرایی و معمولی نتوانند به داخل آن نفوذ کنند و به لحاظ بهداشتی دیوارها بدون درز و روزنه باشد.

امکانات حمل و توزیع غذا برای عوامل کارفرما، مشاور و پیمانکار در کارگاه‌های مختلف پروژه‌های وسیع باید به تایید دستگاه نظارت برسد. ملزومات تحویل غذا به کارگران و ظروف و وسایل صرف غذا باید به تعداد کافی بوده و تمهیدات لازم برای رعایت اصول بهداشتی اعلام شده در فصل دوم فراهم گردد.

۳-۱۲- تاسیسات و شبکه تامین برق

۳-۱۲-۱- تاسیسات و شبکه تامین برق اضطراری

پیمانکار باید با تهیه و نصب موتور ژنراتور اضطراری با قدرت مناسب، برق مجتمع و ساختمان سرویس و کارگاه‌های ساختمانی و کارگری در دست ساختمان و ساختمان‌های کارفرما و نظارت را تامین کند، مگر در شرایط فنی خصوصی پیش‌بینی‌های دیگری شده باشد. حداقل ظرفیت موتور ژنراتورها توسط دستگاه نظارت یا مشخصات فنی خصوصی تعیین می‌شود. سیستم برق اضطراری و اتصال آن به خط اصلی انرژی باید به گونه‌ای باشد که با قطع جریان در خط اصلی بلافاصله موتور ژنراتور اضطراری به کار افتد.

۳-۱۲-۲- تاسیسات و شبکه تامین برق دائم

پیمانکار، اجرای شبکه توزیع، نگهداری، بهره‌برداری و مصرف برق در داخل کارگاه را برعهده خواهد داشت. در صورتی که تامین برق از شبکه سراسری برق امکان‌پذیر نباشد، برق کارگاه از طریق ژنراتور که توسط پیمانکار تهیه و نصب خواهد شد تامین می‌گردد. نحوه تامین انشعاب برق کارگاه و انتقال برق تا ورودی کارگاه تابع شرایط خصوصی پیمان خواهد بود. پیمانکار باید سیستم توزیع برق در کارگاه را تامین و برای برق‌رسانی از طریق کلیدخانه در محل مصارف خود از قبیل قسمت‌های مسکونی، قسمت اداری، ساختمان‌های سرویس کارگاه‌های مختلف و منطقه کار و غیره مورد بهره‌برداری قرار دهد. این سیستم باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

الف- ترانسفورماتورها، قطع کننده‌ها، مقره‌ها، کلیدهای اطمینان، تنظیم‌کننده ولتاژ و سایر تجهیزات مورد لزوم برای تغییر ولتاژ ورودی به ولتاژ مورد نیاز.

ب- تمامی تجهیزات مورد نیاز انتقال از قبیل خطوط جریان، اتصالات و کلیدهای ایمنی.

۳-۱۳-۳- تاسیسات شبکه تامین آب

۳-۱۳-۳-۱- تاسیسات و شبکه تامین آب شرب

پیمانکار باید برای کارگاه و ساختمان‌های مربوطه تمامی اقدامات تامین آب شرب بهداشتی اعم از تهیه، تصفیه، انتقال و توزیع تا ورودی محوطه مسکونی دفاتر کار و کارگاه را انجام دهد. مشخصات آب شرب باید با استانداردهای شماره ۱۰۱۱ و ۱۰۵۳ همخوانی داشته باشد. پیمانکار علاوه بر آب مورد نیاز عوامل خود، باید آب مصرفی مورد نیاز کارفرما و دستگاه نظارت و پیمانکاران جزء را نیز تامین نماید. اقدامات تامین آب شامل موارد زیر می‌باشد:

- ساخت ایستگاه پمپاژ در شرایطی که تامین آب به صورت ثقلی مقدور نباشد.
- حفر و تجهیز چاه آب در صورت نیاز
- آب از زمان تهیه تا هنگام مصرف ممکن است دستخوش تغییرات شود. از این روی تصفیه مناسب آب ضروری است.
- ساخت مخزن فلزی یا بتنی برای ذخیره آب.
- اجرای شبکه لوله‌کشی به منظور انتقال آب از ایستگاه پمپاژ به تصفیه‌خانه و سپس به مخزن آب و بالاخره به محل‌های مصرف تصفیه آب به‌طور عمده شامل مراحل اولیه و ثانویه می‌باشد:
- در صورتی که از آب سطحی استفاده شود در مرحله اول، تصفیه فیزیکی با عبور آب از فیلترها صورت گرفته و سپس به‌منظور تصفیه بیولوژیکی، از کلر زنی استفاده می‌شود.
- در تصفیه مرحله دوم، آب از کربن فعال عبور داده می‌شود تا عناصر آلی که موجب تغییر رنگ آن شده است را جذب کند.
- چنانچه املاح آب زیاد باشد با افزایش مواد شیمیایی مناسب، مقداری از آن را ته نشین نموده تا درصد آن به حد قابل قبول برسد.

برای انتقال آب از لوله‌های فولادی گالوانیزه به ضخامت جدار مناسب و یا سایر لوله‌های مناسب نظیر پلی‌اتیلن استفاده خواهد شد، این لوله‌ها در عمق حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر از سطح زمین کار گذارده می‌شود. در صورتی که منطقه عملیات اجرایی سردسیر باشد، برای جلوگیری از یخ‌زدگی حداقل عمق کارگذاری لوله براساس عمق یخ‌بندان تعیین خواهد شد.

۳-۱۳-۳-۲- تاسیسات تامین آب صنعتی

در تامین آب صنعتی به لحاظ کمی و کیفی لازم است شرایط و مشخصات مورد نیاز طبق نظر دستگاه نظارت تامین گردد. به‌ویژه در تامین آب جهت تولید بتن موضوع مشخصات شیمیایی آب و در مورد شست و شوی مصالح، گل‌آلود نبودن آب مورد تاکید می‌باشد.

۳-۱۴- تاسیسات و شبکه فاضلاب

۳-۱۴-۱- تاسیسات و سامانه فاضلاب بهداشتی

پیمانکار باید طراحی، ساخت و نگهداری سیستم فاضلاب کلیه مجتمع‌ها را انجام دهد. روش‌های راه‌اندازی و نگهداری سیستم فاضلاب، باید منطبق با قوانین و استانداردهای ذی‌ربط کشور و مورد تایید دستگاه نظارت باشد. پیمانکار به هیچ‌وجه نمی‌تواند مواد خام فاضلاب را در محیط جاری سازد. لوله‌های جمع‌آوری باید از جنس مناسب بوده و در عمق حداقل ۱۰۰ سانتی‌متری دفن شوند. در صورت طولانی بودن مسیر خطوط جمع‌آوری فاضلاب، لازم است مطابق دستور دستگاه نظارت چاهک‌های بتنی پیش‌ساخته و یا درجا ساخته شود.

مواد فاضلاب باید به یک واحد انبارسپتیک^۱ (مخزن فاضلاب) هدایت شود، در صورتی که ساخت چاه جذبی برای دفع فاضلاب امکان‌پذیر و مجاز باشد، به‌جای ساخت انبار سپتیک با تایید دستگاه نظارت می‌توان چاه جذبی ساخت. برای طول مدت اجرای پروژه ظرفیت سیستم فاضلاب باید برای تمام جمعیتی که در ساختمان‌های پیمانکار و کارفرما اقامت می‌کنند طراحی شده باشد.

۳-۱۴-۲- تاسیسات و سامانه فاضلاب صنعتی

پیمانکار باید طراحی، ساخت و نگهداری سیستم فاضلاب، تجهیزات کارگاهی نظیر دستگاه سنگ‌شکن، دستگاه بتن‌ساز مرکزی و ماسه‌شوی و سیستم‌های خنک‌کننده و یخ‌ساز و نظایر آن را انجام دهد. پساب‌های صنعتی حاوی مواد شیمیایی مضر نباید به محوطه کاری و یا رودخانه‌ها تخلیه شود. همان‌گونه که در بخش تاسیسات و شبکه فاضلاب بهداشتی توضیح داده شد برای دفع این پساب‌ها باید تمهیدات لازم پس از تایید دستگاه نظارت صورت گیرد.

۳-۱۴-۳- تاسیسات دفع زباله و مواد زاید و سیستم زهکشی

پیمانکار باید زباله‌ها و نخاله‌های حاصله در منطقه عملیاتی پروژه را با رعایت ضوابط بهداشتی جمع‌آوری و از محدوده کارگاه خارج و به روش منطبق بر استانداردهای زیست محیطی و مورد تایید دستگاه نظارت تخلیه و یا معدوم نماید و یا پس از تایید دستگاه نظارت در محیطی مناسب گودال‌هایی را ایجاد نماید و زباله و مواد زاید را در آن‌جا دفن نماید. این محل نباید مشرف به رودخانه، دریاچه سد و یا مسیر رفت و آمد باشد. سیستم زهکشی سطحی براساس جمع‌آوری رواناب بارندگی با شدت انتخابی، طراحی می‌شود، سیستم جمع‌آوری آب‌های ناشی از بارندگی باید به گونه‌ای باشد که آب باران موجب فرسایش و عدم پایداری خاک‌های منطقه نشود.

۳-۱۵- تجهیزات تلفن و نمابر

کارفرما در حد نیاز طبق اسناد پیمان، خطوط تلفن و نمابر را به صورت ارتباط محلی و یا بین شهری برای کارگاه در نظر خواهد گرفت. پیمانکار باید سیستم مخابرات داخلی کارگاه را ساخته و بهره‌برداری نماید. پیمانکار در تمامی دوره ساخت، مسوول نگهداری خطوط و سیستم تلفن است. سیستم تلفن کارگاه باید در تمامی مدت آماده استفاده کارفرما و دستگاه نظارت باشد. چنانچه در منطقه عملیاتی پروژه، نیاز به ایجاد سیستم ارتباط رادیویی باشد این سیستم توسط کارفرما نصب و پیمانکار، مسوول نگهداری از این سیستم در تمامی دوره ساخت پروژه خواهد بود.

۳-۱۶- تاسیسات تهیه سنگ‌دانه‌های بتن و مصالح خاگریزی

پیمانکار موظف است برای تهیه مصالح سنگی دانه‌بندی شده مانند مصالح دانه‌ای بتن، فیلتر و زهکش از دستگاه سنگ‌شکن، سرند و ماسه‌شوی با ظرفیت مناسب (نصب شده در کارگاه یا موجود در منطقه) که مورد تایید دستگاه نظارت باشد، استفاده نماید. پیمانکار باید همیشه مصالح مورد نیاز را متناسب با مصرف یک ماه به صورت ذخیره داشته باشد.

۳-۱۷- تاسیسات تهیه بتن

پیمانکار برای کارهای بتنی باید نسبت به تهیه و نصب دستگاه بتن‌ساز مرکزی با ظرفیت متناسب با حجم عملیات بتنی در پروژه‌ها اقدام نماید. تعداد و ظرفیت دستگاه‌های بتن‌ساز مرکزی در مشخصات فنی خصوصی مشخص خواهد شد. میزان دقت در توزین سیمان، آب، سنگ‌دانه‌ها و مواد افزودنی در دستگاه‌های بتن‌ساز باید منطبق بر مفاد بند ۵-۹ این نشریه باشد.

۳-۱۸- تاسیسات انتقال و ریختن بتن

پیمانکار موظف است با توجه به برنامه زمان‌بندی پیمان، حجم عملیات بتنی و مندرجات اسناد پیمان، یک یا چند نوع از سیستم‌های مناسب را برای انتقال و بتن‌ریزی انتخاب نموده و پس از تایید دستگاه نظارت نسبت به تجهیز کارگاه اقدام نماید.

۳-۱۹- برچیدن کارگاه

پس از اتمام عملیات اجرایی پروژه، پیمانکار باید نسبت به جمع‌آوری مصالح، تاسیسات و ساختمان‌های موقت، خارج کردن مصالح، تجهیزات، ماشین‌آلات و دیگر تدارکات پیمانکار از کارگاه، تسطیح و تمیز کردن و در صورت لزوم به شکل اول برگرداندن زمین‌ها و محل‌های تحویلی کارفرما، طبق دستور دستگاه نظارت اقدام نماید. در صورتی که کارفرما برخی از این تاسیسات را نیاز داشته باشد طبق شرایط خصوصی، پیمانکار باید این تاسیسات را در اختیار کارفرما قرار دهد.

فصل ۴

عملیات خاکی

۴-۱- کلیات

به‌طور کلی عملیات خاکی عبارت است از: تمیز کردن بستر و حریم محل اجرای کار از درختان، بوته‌ها و گیاهان، برداشت خاک نباتی یا خاک‌های نامناسب، تامین خاک از محل قرضه‌ها، خاک‌برداری و سنگ‌برداری، حفاری کانال‌ها، زهکش‌ها، حفر ترانشه زهکش‌های زیرزمینی و خطوط لوله، گودبرداری و پی‌کنی محل ابنیه فنی (سازه‌ها)، خاک‌ریزی، آبپاشی و کوبیدن خاک‌ریزی‌ها به منظور اجرای عملیات پروژه.

۴-۱-۱- انواع خاک‌ریزها

انواع خاک‌ریزها و ملاحظات کلی مربوط به آنها در این مشخصات به شرح زیر است:

- **خاک ریزدانه و خاک درشت‌دانه:** خاک ریزدانه خاکی است که بیش از ۵۰ درصد وزنی آن از الک شماره ۲۰۰ استاندارد ASTM عبور می‌کند. خاک درشت‌دانه به خاکی گفته می‌شود که بیش از ۵۰ درصد وزنی آن روی الک شماره ۲۰۰ استاندارد ASTM باقی می‌ماند.
- **سنگ‌ریزه:** به مصالح حاصل از سنگ‌برداری که دانه‌ها و قطعات آن که معمولاً تیز گوشه هستند، سنگ‌ریزه گفته می‌شود. توده متشکل از سنگ‌ریزه که به عنوان بدنه «خاک‌ریزها» به صورت لایه-لایه ریخته و کوبیده می‌شود، سنگ‌ریز نامیده می‌شود.
- **مصالح مخلوط رودخانه‌ای^۱ (توونان):** به مصالح رودخانه‌ای درشت‌دانه که حاوی مقادیر نسبتاً کمی مصالح ریزدانه (عبوری از الک نمره ۲۰۰) بوده و معمولاً بدون اصلاح دانه‌بندی در خاک‌ریزی‌ها به کار برده می‌شوند، مصالح مخلوط رودخانه‌ای (توونان) می‌گویند. دانه‌بندی این مصالح باید به‌صورتی باشد که در طبقه‌بندی یونیفاید^۲ با پسوند G طبقه‌بندی می‌شود.
- **قلوه‌سنگ^۳ و قطعه سنگ^۴:** اصطلاح قلوه‌سنگ به قطعات سنگ که ابعاد آنها بین ۷/۵ تا ۳۰ سانتی‌متر باشد اطلاق می‌شود. به قطعات جداگانه سنگ که بعد کوچک‌تر آنها بیش از ۳۰ سانتی‌متر باشد، قطعه‌سنگ گفته می‌شود.
- **خاک‌ریز نفوذناپذیر:** خاک‌ریز ساخته شده با استفاده از خاک ریزدانه با ضریب نفوذپذیری کم که بر اساس نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی به عنوان لایه ناتراوا در ساخت خاک‌ریز کانال‌ها و دایک‌ها، بستر سازه‌های هیدرولیکی یا کف مخازن استفاده می‌شوند، خاک‌ریز نفوذناپذیر نامیده می‌شود. درصد دانه‌های عبوری از الک نمره ۲۰۰ در این خاک‌ها باید حداقل ۲۰ تا ۳۰ درصد باشد. دانه‌بندی و سایر خصوصیات خاک این نوع خاک‌ریز در مشخصات فنی خصوصی ارائه شده و یا در صورت لزوم توسط دستگاه نظارت انتخاب می‌شود.

1- Riverine Sand & Gravel
2- Unified Soil Classification
3- Cobble
4- Boulder

۴-۱-۲- خاک برداری، کانال کنی و خاکریزی

در حالت کلی خاک برداری شامل عملیات کندن و برداشتن توده‌های خاکی و سنگی می‌باشد. خاکریزی نیز به طور کلی شامل اجرای لایه‌های خاکی یا لایه‌های سنگ‌ریزه‌ای و آبپاشی و تراکم آن براساس استانداردهای مربوطه خواهد بود. در صورتی که خاک برداری به منظور ایجاد مقطع مشخص منشوری (با عرض کف معین و شیب‌های جانبی مشخص) جهت عبور هر نوع سیال انجام شود به این عملیات کانال کنی گویند. همچنین در صورتی که این عملیات به منظور اجرای پی سازه‌ها انجام شود به خاک برداری، پی کنی سازه‌ها اطلاق می‌شود.

در صورتی که مقطع کانال در خاک برداری کامل باشد، توده خاک بالای تراز سکوی اول کانال تا زمین طبیعی خاک روباره کانال تعریف می‌شود. شیب خاک برداری خاک روباره از سکوی اول کانال تا زمین طبیعی در نقشه‌های اجرایی تعریف می‌گردد. در صورتی که عرض پایین خاک روباره کانال حداقل ۳ متر باشد، خاک برداری با استفاده از ماشین‌آلات سنگین مانند بولدوزر قابل انجام خواهد بود.

تعریف کانال کنی و خاک برداری ارائه شده در فهرست بهای پایه رشته آبیاری و زهکشی مبنای پرداخت عملیات خاک برداری کانال‌ها و زهکش‌ها خواهد بود.

۴-۱-۳- پیاده کردن مسیر

نقشه‌های پلان، مسیرها، مقاطع طولی و عرضی، نقشه‌های همسان و سایر نقشه‌های اختصاصی پروژه، جزییات اجرایی از قبیل ابعاد خاک برداری و خاکریزی و ابنیه فنی و موقعیت آنها را نشان می‌دهد. قبل از اجرای عملیات، پیمانکار باید نقاط ضروری مسیر و ابنیه را مطابق روشی که مورد تایید دستگاه نظارت باشد میخ‌کوبی کرده و در سطح زمین مشخص نماید.

چنانچه ضمن اجرا از طرف دستگاه نظارت در موقعیت و محل اجرای پروژه، اصلاحاتی به عمل آید پیمانکار باید میخ‌کوبی خود را براساس آن، اصلاح و یا تجدید نماید. برای این که کنترل و بررسی عملیات میخ‌کوبی و پیاده کردن اجزای پروژه از طرف دستگاه نظارت مقدور باشد پیمانکار باید حداقل ۲۴ ساعت قبل از شروع میخ‌کوبی مراتب را به دستگاه نظارت اطلاع دهد تا عملیات میخ‌کوبی و کنترل هم‌زمان صورت گیرد. در هر حال اندازه‌گیری دقیق ابعاد ابنیه و سایر اجزای پروژه برعهده پیمانکار است که باید راساً انجام و به تایید دستگاه نظارت برساند.

موقعیت و رقوم این میخ‌ها چه از نظر مختصات (E و N) و چه از نظر ارتفاعی باید نسبت به نقاط مرجع ثابت^۱ نقشه برداری معین شده باشد. پیمانکار باید کلیه افراد، لوازم و وسایلی را که دستگاه نظارت برای کنترل و بازرسی مختصات میخ‌کوبی‌ها به آن احتیاج دارد فراهم و در اختیار دستگاه نظارت بگذارد. کلیه نقاط نشانه که قبلاً از طرف دستگاه نظارت و یا به شرح فوق به وسیله خود پیمانکار نصب شده است باید با مراقبت کامل، حفظ و نگهداری گردیده و اگر به عللی از بین

رفته باشد به وسیله پیمانکار تجدید و به تایید دستگاه نظارت برسد. در هر حال قبل از آن که از طرف دستگاه نظارت کنترل لازم صورت گیرد و یا نقاط میخ کوبی شده مورد رسیدگی و تصویب قرار گرفته باشد، عملیات اجرایی نباید آغاز گردد.

در صورتی که پس از میخ کوبی به وسیله پیمانکار و برداشت پروفیل‌ها بین آنها و نقشه‌های اجرایی پیمان اختلاقی مشاهده شود، پیمانکار باید سه نسخه چاپ شده به همراه فایل کامپیوتری از نیم‌رخ‌های طولی و عرضی و محاسبات خود را به ترتیبی که دستگاه نظارت معین خواهد نمود تهیه و برای بررسی و تصمیم‌گیری تسلیم دستگاه نظارت نماید. فایل کامپیوتری باید در قالب یکی از نرم‌افزارهای مورد تایید دستگاه نظارت تهیه گردد.

پیمانکار موظف است که عملیات میخ کوبی تکمیلی را به تعداد کافی انجام دهد به طوری که وضع کلی زمین و ارتفاع و حدود خاک‌ریزی‌ها و خاک‌برداری‌ها و خط مشترک شیب شیروانی خاک‌برداری‌ها و پاشنه خاک‌ریزی‌ها را با زمین طبیعی معین و حریم طرفین را مشخص سازد.

فاصله بین میخ‌هایی که در قسمت‌های مسطح مسیر کوبیده شده نباید در خط مستقیم از ۵۰ متر و در قوس‌ها از ۲۵ متر تجاوز نماید. میخ‌هایی که برای تکمیل میخ کوبی به کار می‌رود باید از میخ‌هایی که قبلاً برای پیاده کردن نقشه به کار برده شده متمایز بوده و به‌علاوه از نظر رقوم (ارتفاع و مختصات) به نقاط نشانه ثابت وصل شده باشد.

مسئولیت میخ کوبی، به‌عهده پیمانکار خواهد بود. میخ‌هایی که به این ترتیب کوبیده شده است باید تا موقعی که برای اجرای کار لازم باشد در محل خود حفظ شوند؛ بنابراین اگر در ضمن عملیات اجرایی بعضی از آنها کنده و یا جابه‌جا شود دستگاه نظارت حق دارد (چنانچه وجود آن‌را برای کنترل و بازرسی کار و تحویل موقت لازم بداند) دستور دهد که دوباره در جای اولیه خود و یا در محل مناسب دیگری با فاصله و رقوم مشخص نصب گردند و در صورت ضرورت در موقع کنترل و بازرسی ارتفاع و مختصات میخ کوبی‌ها، عملیات ساختمانی متوقف خواهد گردید.

قبل از شروع هر قسمت از عملیات اجرایی موضوع پیمان، پیمانکار باید دستگاه نظارت را مطلع نماید تا در حداقل زمان و بدون این که باعث تاخیر در کار پیمانکار شود، اندازه‌گیری‌ها و بررسی‌های لازم توسط دستگاه نظارت صورت پذیرد.

۴-۱-۴- عرض بستر خاک‌ریزی و عرض بالای خاک‌برداری

عرض بستر خاک‌ریزی بستگی به ابعاد مقطع عرضی کانال، جاده سرویس و ارتفاع خاک‌ریزی دارد. پیمانکار موظف است عرض بستر خاک‌ریزی را مطابق نقشه‌های اجرایی در هر بازه مشخص نموده و فاصله خط پاشنه سمت چپ و راست خاک‌ریز را از محور مرکزی مقطع از هر طرف میخ کوبی کند.

به همین شیوه برای مقاطع خاک‌برداری نیز با توجه به شکل مقطع عرضی کانال یا زهکش، امتداد طرفین عرض بالای خاک‌برداری مشخص و میخ کوبی می‌شود.

۴-۱-۵- برنامه عملیات خاکی

پیمانکار باید بر پایه نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی و در چارچوب برنامه زمان‌بندی تفصیلی عملیات اجرایی - که به تایید دستگاه نظارت رسیده است - برنامه عملیات خاکی پروژه را تهیه کرده و قبل از مهلت‌های مقرر مندرج در مشخصات فنی خصوصی جهت بررسی و تایید به دستگاه نظارت پیشنهاد کند.

در این برنامه، زمان‌بندی و روش‌های اجرای عملیات خاکی شامل پیاده کردن مسیر و نصب نقاط نشانه نقشه‌برداری، ریشه‌کن کردن درختان و بوته‌ها، برداشت خاک‌های نباتی و سایر خاک‌های نامناسب، تسطیح بستر، ایجاد مسیرهای تخلیه و زهکش‌های موقت برای هدایت آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، ایجاد خاک‌ریزهای حفاظتی به منظور هدایت و تخلیه سیلاب‌ها، برداشت مصالح از قرضه‌ها، انباشت موقت و یا دائمی مصالح مازاد در محل‌های مورد تایید دستگاه نظارت، ساخت راه‌های دسترسی، خاک‌برداری و سنگ‌برداری روباره کانال، کانال‌کشی، آماده‌سازی بسترهای سنگی، اجرای عملیات بهسازی خاک، تنظیم رطوبت و همگن کردن خاک‌ها در محل قرضه، پروفیل‌کردن شیب‌های خاک‌برداری، تثبیت شیب‌های سنگی ناپایدار، حفر ترانشه زهکش‌های زیرزمینی و لوله‌ها، گودبرداری پی ابنیه، ریختن مصالح منتخب در ترانشه‌های زهکشی و پشت ابنیه و کوبیدن آنها، حمل، ریختن، پخش، آبپاشی و کوبیدن لایه‌های خاک‌ریز، آماده‌سازی بستر برای پوشش بتنی کانال‌ها و رگلاژ کف و شیروانی‌های کانال‌های خاکی و زهکش‌ها، با در نظر گرفتن تداخل و توازی سایر عملیات اجرایی مانند عملیات حفاظت از گودهای ناپایدار، تخریب ابنیه موجود در مسیر، انحراف مسیر کانال‌ها، نهرها، جوی‌ها و قنات‌ها و نیز خطوط هوایی برق و مخابرات و خطوط زیرزمینی آب و برق و گاز و مخابرات، اماکن متبرکه و آثار باستانی ارائه می‌شود. در تنظیم برنامه عملیات خاکی نکات زیر باید به دقت مورد توجه قرار گیرد:

- الف- مسایل و مهلت‌های مربوط به استملاک اراضی با توجه به برنامه زمانی کارفرما برای استملاک
- ب- مقررات و مهلت‌های مربوط به کسب مجوزهای لازم از مراجع قانونی و موسسات در مورد قرضه‌ها، محل‌های انباشت موقت و دائمی مصالح، راه‌های دسترسی، انحراف مسیر شبکه‌های آب و برق و ... سنگ‌برداری با انفجار، استفاده از حریم‌های قانونی مربوط به مناطق نظامی، آثار باستانی حفاظت شده، مجوزهای مربوط به حفاظت از محیط‌زیست و ...
- ج- قوانین و مقررات مربوط به محیط زیست راجع به مسایلی از قبیل ایجاد دود، گرد و خاک و سر و صدا، لرزش، آلوده‌شدن آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلوده شدن خاک، تبدیل محل‌های خاک‌برداری و قرضه‌ها به مانداب و یا محل تخلیه نخاله‌ها و زباله ساکنین اطراف، آسیب رسیدن به پوشش گیاهی زمین‌های مجاور در اثر تغییرات رژیم آب‌های سطحی و زیرزمینی، ناپایدار شدن دامنه‌های طبیعی و ...
- د- قوانین و مقررات مربوط به ایمنی افراد، تاسیسات، ساختمان‌ها، دام و نیز درختان حفاظت شده.
- ه- محدودیت‌های مربوط به تامین آب مورد نیاز برای عملیات خاکی.
- و- مسایل مربوط به خشک شدن مجدد خاک ریزدانه مرطوب شده در محل قرضه، خشک شدن و ترک خوردن لایه‌های خاک ریزدانه پس از کوبیدن آنها و قبل از اجرای لایه بعدی و یا پیش از اجرای پوشش کانال، وارفتگی

- و هوازدگی سنگ بستر، شسته شدن شیب‌ها در خاک‌های فرسایش‌پذیر قبل از اجرای پوشش بر روی آنها، ناپایدار شدن جدار گودبرداری‌ها و دامنه شیروانی‌ها در اثر تاخیر بیش از اندازه در اجرای عملیات حفاظتی.
- ز- تاثیر شرایط آب و هوایی فصلی مانند بارندگی‌ها، هوای سرد، هوای بسیار گرم، طوفان‌های شن و ... در صعوبت یا سهولت و به‌طور کلی در راندمان عملیات خاکی.
- ح- محدودیت‌های خاص پروژه که ممکن است در نقشه‌ها، مشخصات فنی خصوصی و یا سایر اسناد پیمان قید شده باشد و یا در هنگام اجرا مشاهده گردد.

۴-۲- عملیات خاک‌برداری

کلیه عملیات خاک‌برداری باید مطابق خطوط تراز مندرج در نقشه‌ها و مشخصات و یا طبق دستور دستگاه نظارت اجرا شود. هر گونه اضافه خاک‌برداری سهوی که اصلاح آن از سوی دستگاه نظارت لازم دانسته شود، باید با مصالح مناسب مورد تایید دستگاه نظارت پر و کوبیده شود. عملیات خاک‌برداری و رگلاژ پیش‌بینی شده برای سطوح بدون پوشش باید به طور هم‌زمان صورت پذیرد.

۴-۲-۱- اجرای انواع عملیات خاک‌برداری

خاک‌برداری کانال‌ها، ترانشه‌های زهکشی و مسیر لوله‌ها براساس مشخصات فنی زیر صورت می‌گیرد:

الف- برداشت خاک‌های نباتی

خاک‌های نباتی (آلی) به‌علت تجزیه‌پذیر بودن اجزای گیاهی، جزو خاک‌های بسیار نشست‌پذیر محسوب می‌شوند. سطح زمین در محل خاک‌برداری‌های کانال، زهکش و ... (در صورتی که مصالح آن مناسب بوده و مورد مصرف باشد)، محل قرضه‌ها، محل‌های موقت انباشت خاک‌های مورد استفاده در خاک‌ریزها باید به روش‌های مناسب از وجود ریشه درختان و بوته‌ها و نیز لایه سطحی خاک آلی، یعنی خاک حاوی ریشه گیاهان و درختان و سایر مواد آلی و نباتی مانند خاک برگ و غیره تمیز شود. در زمین‌های جنگلی و باغ‌ها عملیات ریشه‌کنی تا برداشت کامل کنده درختان و ریشه‌ها و رسیدن به بستر مناسب ادامه می‌یابد.

عمق برداشت خاک‌نباتی و چگونگی برداشت آن از سوی دستگاه نظارت مشخص خواهد شد. در صورتی که ضخامت لایه خاک نباتی در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی خصوصی قید شده باشد دستگاه نظارت می‌تواند براساس مشاهدات میدانی و یا نتایج آزمایش‌های مکانیک خاک این عمق را تغییر دهد. گردش کار این تغییر باید با مشخصات فنی خصوصی و یا فهرست بهای منضم به پیمان منطبق باشد.

خاک‌های نباتی برداشته شده و همچنین کنده و ریشه درختان و بوته‌ها باید جداگانه به محلی که توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود حمل و تخلیه گردد. پیمانکار می‌تواند محل‌های مناسب دیگری را به منظور انباشت خاک‌های نباتی و یا

استفاده مجدد از آنها برای ایجاد فضای سبز جهت بررسی و تایید دستگاه نظارت پیشنهاد کند. مهلت‌های مناسب برای بررسی پیشنهاد پیمانکار در این مورد و اعلام نظر از سوی دستگاه نظارت، در مشخصات فنی خصوصی قید می‌شود.

ب- خاک‌برداری روباره کانال

خاک‌برداری توده خاک یا سنگ واقع در بالای نیمرخ عرضی کانال، زهکش و ترانشه‌های جاده‌های دسترسی (بهره‌برداری) و... بر طبق خطوط، شیب‌ها و رقوم مندرج در نقشه‌ها و با رعایت رواداری‌های مندرج در مشخصات فنی خصوصی انجام می‌گیرد.

در صورتی که در هنگام خاک‌برداری، پیمانکار کاهش شیب شیروانی ترانشه را جهت تامین پایداری دیواره لازم بداند، موضوع را با ذکر دلایل توجیهی، جهت بررسی و تایید، کتبا به اطلاع دستگاه نظارت می‌رساند.

روش اجرای خاک‌برداری باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی و اجرا شود که به موازات پیشروی حفاری، اجرای عملیات مربوط به تثبیت شیب (در صورت لزوم) و زهکشی و نیز تسطیح (و رگلاژ) سطوح به خوبی صورت گیرد. علاوه بر این، لازم است در تنظیم مراحل خاک‌برداری، چگونگی استفاده از مصالح خاک‌برداری در خاک‌ریزی‌ها به منظور پرهیز از اختلاط ناخواسته خاک‌های مختلف و جلوگیری از جداسدگی^۱ دانه‌ها مدنظر قرار داده شود. پیمانکار همچنین باید تاثیر شرایط اقلیمی را بر روی راندمان عملیات خاکی به دقت مورد توجه قرار دهد.

در هنگام خاک‌برداری باید دقت کافی شود تا از خاک‌برداری و نیز از سست و ناپایدار شدن مصالح در جداره‌ها و کف نهایی جلوگیری شود. چنانچه در دیواره‌های ترانشه‌های سنگی، قطعات و قلوه‌سنگ‌های لق شده‌ای مشاهده شود که به خوبی در توده‌سنگی درگیر نبوده و پایداری مطمئنی ندارند، باید بسته به مورد لق‌گیری و برداشته شود و یا در محل خود به روش‌های مناسب تثبیت شوند. مشخصات فنی سنگ‌برداری به روش انفجاری در بند ۴-۲-۴ شرح داده شده است.

ج- کانال کنی

خاک‌برداری (کانال کنی) کلیه کانال‌های اصلی و فرعی و ایجاد منشور کانال بر طبق خطوط، شیب و رقوم نقشه‌ها انجام می‌شود. خاک‌برداری قشرنهایی باید در ۲۴ و حداکثر ۷۲ ساعت قبل از بتن‌ریزی پوشش کانال انجام شود و طبق نقشه‌ها و دستور دستگاه نظارت عملیات رگلاژ و نیم‌رخ‌سازی^۲ صورت گیرد.

خارج نمودن و لق‌گیری مصالح سست و نامناسب و یا مصالحی که در اثر عملیات حفاری سست یا ناپایدار شده‌اند مطابق با این مشخصات فنی و یا دستورالعمل دستگاه نظارت انجام می‌گیرد. خاک‌برداری مازاد بر خطوط و تراز نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی و دستورالعمل‌های اجرایی مجاز نیست و پیمانکار باید نهایت دقت را در این مورد به عمل آورد. چنانچه در مقطع کانال خاک‌برداری اضافی انجام گیرد، باید محل اضافه خاک‌برداری مقطع کانال مطابق مشخصات بند

1- Segregation

2- Trimming

۴-۵-۱۲ با مصالح منتخب پر و کوبیده شود. زیرسازی، رگلاژ و تنظیم بستر پوشش کانالها در مقاطع خاکبرداری باید بر طبق مشخصات بند ۴-۵-۱۲ انجام شود.

د- خاکبرداری زهکشها و کانالهای انحرافی

این عملیات شامل خاکبرداری زهکشهای اصلی و فرعی، کانالهای انحرافی، آبراهه‌های تخلیه آب مازاد، آبراهه‌های طبیعی در تقاطع با کانالها و زهکشها و همچنین شامل لایروبی و اصلاح زهکشهای طبیعی و آبراهه‌هایی که برای جمع‌آوری آب‌های سطحی تعیین شده‌اند، بر طبق شیب و رقوم نقشه‌ها و یا دستورات دستگاه نظارت، می‌باشد. خاکبرداری و رگلاژ و تنظیم کلیه زهکشها و انهار انحرافی باید از پایین دست به بالادست و تا عمق مشخص شده طبق خطوط و تراز نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل دستگاه نظارت انجام گیرد. شیب زهکشها با بیل مکانیکی (با استفاده از جام بدون ناخن)، گریدر یا تجهیزات مشابه و در موارد خاص، با دست رگلاژ و تنظیم می‌شود.

ه- خاکبرداری ترانشه زهکشهای زیرزمینی

حفر ترانشه زهکشهای زیرزمینی، باید طبق مندرجات بند ۸-۵-۳ این مشخصات انجام شود. پیمانکار موظف است با مصالح فیلتر مشخص شده و یا مصالح مناسب دیگری که دستگاه نظارت تعیین می‌کند، نسبت به شیب‌بندی کف اقدام نموده و حداقل ضخامت فیلتر اطراف لوله در رقوم تعیین شده را تامین نماید. استفاده از خاک دستی در این محدوده مجاز نمی‌باشد. (رجوع کنید به فصل هشتم)

و- خاکبرداری مسیر لوله‌های انتقال آب

مسیر خطوط لوله‌های مدفون همانند زهکشهای زیرزمینی مندرج در بند ۸-۵-۳ خاکبرداری می‌شود. جزییات عملیات خاکی ترانشه لوله‌ها باید براساس مندرجات نشریه ۳۰۳ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور انجام شود.

ز- خاکبرداری زیر پوشش کانالها جهت زهکشی

پیمانکار باید قبل از شروع عملیات، امکانات و نیز نیروی انسانی ماهر را برای رگلاژ شیروانی‌ها، حفر مجاری زهکشی در کف و شیروانی کانال و گودبرداری، فیلترریزی و کارگذاری لوله‌های زهکش با یا بدون دریچه‌های یک‌طرفه^۱ بر حسب مورد در موقعیت‌های مشخص، فراهم کند. در صورت پیش‌بینی لایه فیلتر شنی- ماسه‌ای با ضخامت یکنواخت در زیر پوشش بتنی، خاکبرداری باید با رعایت مفاد مندرج در ردیف ۴-۵-۱۴ انجام گیرد.

حفر چال‌های کوچک برای فیلترریزی و استقرار لوله‌های زهکشی با دریچه یک‌طرفه، حفر شیارهای روی شیروانی و مجاری هدایت آب زیر پوشش کانال‌ها، باید طبق ابعاد و رقوم و مشخصات ارائه شده در نقشه‌های اجرایی باشد. در حفر این مجاری لازم است دقت کافی به کار گرفته شود تا بستر پوشش بتنی آسیب نبیند. چنانچه مجاری مذکور بیش از اندازه‌های تعیین شده حفاری گردد، لازم است پیمانکار طبق نظر دستگاه نظارت محل‌های آسیب دیده را با مصالح مناسب و مورد تایید ترمیم نماید.

ح- خاک‌برداری و کانال‌کشی‌های روباز

خاک‌برداری زهکش‌های روباز باید از محل تخلیه (انتها) به سمت بالادست انجام و آب زیرزمینی تا حد امکان به صورت ثقیل تخلیه گردد. با اجرای زهکش‌های اصلی و تخلیه‌کننده آب مازاد اراضی، شرایط بهتری برای اجرای عملیات در زهکش‌های بالادستی فراهم می‌شود و عملیات زیر تراز آب زیرزمینی و نیاز به پمپاژ به حداقل خواهد رسید. رعایت مندرجات بند ۸-۵-۱ این مشخصات عمومی برای ساخت زهکش‌های روباز الزامی است.

ط- خاک‌برداری برای تسطیح اراضی

مشخصات فنی عملیات خاک‌برداری و خاک‌ریزی در تسطیح اراضی در بند ۴-۶ ارائه شده است.

۴-۲-۲- پی‌کنی محل سازه‌ها و ابنیه فنی

در صورتی که در نقشه‌های تفصیلی اجرایی، بین قالب و دیواره گود فاصله‌ای پیش‌بینی نشده باشد و یا فاصله پیش‌بینی شده، به دلایل مختلف از جمله لزوم بازکردن قالب‌ها، کافی نباشد با تایید دستگاه نظارت می‌توان به میزان مورد نیاز (حداکثر تا ۵۰ سانتی‌متر بین قالب و جدار گود در پایین‌ترین تراز) به ابعاد گودبرداری اضافه نمود. بعد از اتمام عملیات پی‌سازی، این فاصله با مصالح و روش‌های مورد تایید دستگاه نظارت پر و کوبیده خواهد شد. روش‌های اجرایی باید به نحوی باشد که از آسیب رسیدن به ابنیه جلوگیری شود. به این منظور استفاده از متراکم‌کننده‌های دستی برای کوبیدن مصالح در مجاورت ابنیه فنی الزامی می‌باشد. در صورت مناسب بودن مصالح حاصل از پی‌کنی لازم است این مصالح در خاک‌ریزی‌ها استفاده شود. همگن بودن زمین کف پی از لحاظ سختی و استحکام اهمیت ویژه‌ای دارد. در صورتی که خارج از پیش‌بینی نقشه‌های اجرایی، ناهمگنی قابل ملاحظه‌ای در کف پی مشاهده شود لازم است عملیات اجرایی خاصی بر اساس مشخصات فنی خصوصی و یا دستور دستگاه نظارت اجرا شود. پی‌کنی سازه‌ها با دست یا ماشین انجام می‌شود. برای سازه‌هایی که ابعاد آن اجازه پی‌کنی با ماشین را می‌دهد، لازم است طبق نظر دستگاه نظارت این عمل با ماشین انجام شود. پی‌کنی دستی سازه‌ها فقط با تایید دستگاه نظارت صورت خواهد گرفت.

شیب مناسب و پایدار خاک‌برداری‌ها و پی‌کنی‌ها در نقشه‌های اجرایی منضم به پیمان مشخص شده است و پیمانکار موظف به رعایت این شیب‌ها می‌باشد. به هر حال با وجود رعایت شیب مندرج در نقشه‌های اجرایی در صورتی که طی عملیات خاک‌برداری و یا بعد از آن، دیواره گود در معرض ناپایداری و لغزش قرار گیرد، پیمانکار باید بی‌درنگ تمهیدات

اجرای مناسب و لازم برای جلوگیری از پیشرفت روند ناپایداری دیواره و حفاظت موقت از ایمنی سازه‌ها و تاسیسات بالادست یا پایین دست توده در حال لغزش را به کار برده و سریعاً دستگاه نظارت را از موضوع آگاه سازد. قبل از شروع به گودبرداری، به ویژه در زمین‌های نسبتاً سست و یا اشباع و در گودبرداری‌هایی با عمق بیش از ۲ متر عوامل اجرایی باید آمادگی لازم برای انجام اقدامات حفاظتی فوری در صورت بروز ناپایداری‌ها را داشته باشند. اگر در هر نقطه از کف پی و یا اطراف دیواره شالوده سازه‌ها و نیز بستر لوله‌ها، مصالح طبیعی بر اثر اجرای عملیات گودبرداری به هم خورده و سست شود باید طبق روش مورد تایید دستگاه نظارت این مصالح حداقل تا حد تراکم طبیعی کوبیده شود و یا با مصالح مناسب دیگر جایگزین گردد. در گودبرداری در سنگ برای سازه‌ها باید تمام احتیاط‌ها به عمل آید تا سنگ بستر در سالم‌ترین حالت ممکن باقی بماند. در زمین‌های دارای قله‌سنگ‌های درشت و تخته سنگ‌های مجزا، محل حفره‌های ناشی از خارج نمودن این قطعات سنگ باید مطابق با دستورالعمل دستگاه نظارت با مصالح مناسب پر شود. در گودبرداری در سنگ، در صورت برخورد به حفرات خالی و یا حفرات پر شده با خاک‌های سست، این فضاها بر طبق دستور دستگاه نظارت تمیز شده و با مصالح مناسب پر خواهد شد.

در صورت حضور پیش‌بینی نشده لایه‌ها و یا عدسی (لنز)های سست و نامناسب در تمام یا بخشی از کف پی و یا اطراف شالوده‌ی سازه‌های فنی، دستگاه نظارت دستورالعمل برداشت مصالح نامناسب و جایگزین کردن آن با مصالح مناسب را به روش مقتضی صادر خواهد کرد.

پیمانکار باید نهایت دقت را به عمل آورد تا تراز خاک‌برداری‌ها در زیر تراز پیش‌بینی شده برای کف پی سازه‌ها و لوله‌ها قرار نگیرد. در صورت اضافه خاک‌برداری ناشی از قصور پیمانکار، جایگزین کردن مصالح اضافی برداشته شده در کف پی و یا اطراف شالوده‌ها با مصالح مناسب (مانند بتن لاغر، شفته آهکی یا سیمانی یا مصالح بنایی و یا با خاک حاصل از خاک‌برداری که در صورت مناسب بودن آن حداقل برابر با تراکم طبیعی اولیه کوبیده خواهد شد) بسته به نظر و دستور دستگاه نظارت صورت خواهد گرفت. پیمانکار باید تمهیدات لازم برای حفاظت دیواره‌ها و کف گود در مقابل اثر تخریبی آب‌های سطحی و نفوذی را به کار گیرد.

چنانچه موقعیت سازه‌ها در مسیر کانال در خاک‌ریزی قرار گرفته باشد، ابتدا باید عملیات خاک‌ریزی کانال طبق مشخصات اجرا شود و سپس محل سازه‌ها خاک‌برداری گردد. ساخت سازه قبل از خاک‌ریزی کانال به ویژه برای سازه‌های کوچک توصیه نمی‌شود.

پس از این که پیمانکار گودبرداری و رگلاژ را مطابق مشخصات و نقشه‌ها و یا به دستور دستگاه نظارت انجام داد باید موضوع را به دستگاه نظارت اطلاع دهد تا محل گود یا ترانشه مورد بازرسی قرار گیرد. بدون تایید دستگاه نظارت، انجام هرگونه عملیات در داخل گود مجاز نبوده و همچنین هیچ‌گونه گودبرداری پر و پوشیده نخواهد شد.

۴-۲-۳- حفاری در زمین‌های سنگی

در حفاری زمین‌های سنگی و خاک‌های سخت، پیمانکار باید مراقبت‌ها و تدابیر لازم را به کار برد تا مقطع کانال‌ها، زهکش‌ها، ترانشه لوله‌ها و نیز گودبرداری سازه‌ها و ابنیه فنی، مطابق مقاطع عرضی و طولی مندرج در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌ها انجام شود. در صورتی که به علت شرایط خاص، مانند جنس و لایه‌بندی سنگ و ناپیوستگی‌های موجود در توده سنگ دستیابی به این امر ممکن نباشد، اضافه عملیات سنگ‌برداری باید زیر نظر دستگاه نظارت انجام شده، صورت‌مجلس گردد و به تایید کارفرما برسد.

اضافه عملیات سنگ‌برداری در حجم‌های زیاد در جریان حفاری‌های فوق‌الذکر تنها موقعی مجاز است که پیمانکار بسته به مورد، روش‌های مختلف سنگ‌برداری نظیر استفاده از چکش هیدرولیکی، مواد ناریه و یا مواد شیمیایی را به دستگاه نظارت ارائه نموده و گزارش توجیهی مربوط به اضافه سنگ‌برداری غیرقابل اجتناب را جهت تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما ارائه کرده باشد.

عملیات سنگ‌برداری باید به نحوی صورت گیرد که بافت‌های سنگی در زیر خطوط تراز تعیین شده در نقشه‌ها تا حد ممکن دست‌نخورده باقیمانده و در بهترین و مناسب‌ترین حالت ممکن حفظ شود.

۴-۲-۴- حفاری با مواد منفجره

در صورتی که برای خاک‌برداری و گودبرداری در زمین‌های سنگی استفاده از مواد منفجره ضرورت داشته باشد، ملاحظات زیر باید دقیقاً رعایت شود.

حمل، انبار کردن و به کار بردن مواد منفجره باید طبق قوانین و مقررات ایمنی مربوط به این مواد انجام شود. نگهداری و انبار کردن این مواد باید با اطلاع و زیر نظر مقامات ذی‌صلاح بوده و مصرف آنها با اطلاع قبلی آنها باشد (رجوع شود به بند ۲-۲-۳). پیمانکار باید نهایت مراقبت را در هنگام عملیات انفجار به عمل آورد تا هیچ‌گونه آسیبی به افراد، اموال و یا کارهای تکمیل شده وارد نشود. قبل از هر انفجار تعداد کافی محافظ و علائم باید در نقاط مناسب مستقر گردد تا از هر گونه حادثه احتمالی جلوگیری شود. عملیات استحفاظی باید تا زمانی که تمام خرج‌های مواد منفجره کاملاً منفجر نشده باشد، ادامه یابد.

در روبراه‌برداری با حجم زیاد در زمین‌های سنگی، پیمانکار باید تحت نظارت دستگاه نظارت به انجام انفجارهای آزمایشی به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه چال‌زنی و انفجار با حداقل به‌هم خوردگی و آسیب‌دیدگی سطوح سنگ‌برداری و حداقل اضافه روبراه‌برداری اقدام نماید.

هر نوع آسیب مهم ناشی از انفجار که به بافت سطوح نهایی، به ویژه در مقطع کانال و بستر سازه‌های فنی وارد آید، باید طبق دستور دستگاه نظارت اصلاح و ترمیم شود. این ترمیم می‌تواند بسته به مورد شامل لق‌گیری، تمیز کردن سطوح از سنگ‌های آسیب دیده و پرکردن فضای اضافه حفاری با مصالح و روش مورد تایید دستگاه نظارت باشد.

در صورتی که به تشخیص دستگاه نظارت، عملیات سنگ‌برداری با مواد منفجره موجب تخریب اضافی و یا احتمال وارد آمدن خسارت به تاسیسات مجاور و یا ایجاد مزاحمت برای ساکنین اطراف محل انفجار شود، استفاده از این نوع مواد مجاز نخواهد بود.

۴-۲-۵- ریزش‌برداری

در مواردی که در جریان عملیات خاک‌برداری، ریزش یا لغزشی خارج از حدود پیش‌بینی شده برای خاک‌برداری رخ دهد، توده فروافتاده، با روش مورد تایید دستگاه نظارت برداشته شده و به محل دپوی مصالح مازاد حمل و تخلیه خواهد شد. در صورت لزوم و با تایید دستگاه نظارت، عملیات خاک‌برداری باید با اتخاذ تدابیر و تمهیدات لازم مانند ساخت سازه نگهدارنده و یا ایجاد پلکان^۱ و یا پشت‌بندکوبی به طریقی صورت گیرد که از وارد آمدن آسیب به ساختمان‌ها، تاسیسات و زمین‌های مجاور جلوگیری شود. به‌رحال پیمانکار مسوول آسیب‌های وارده به تاسیسات و زمین‌های مجاور در اثر گودبرداری‌ها می‌باشد.

۴-۲-۶- تداوم عملیات خاک‌برداری

در هنگام تهیه برنامه عملیات خاکی توسط پیمانکار، تداوم عملیات خاک‌برداری باید به نحوی پیش‌بینی شود که از سست‌شدن، هوازگی، شسته‌شدن و فرسایش بستر کانال‌ها و بستر سازه‌ها قبل از اجرای آنها احتراز شود. عملیات خاک‌برداری پراکنده و بدون نظم و ترتیب که در نتیجه آنها بسترهای خاکی و یا بسترهای سنگی متشکل از سنگ‌های حساس در مقابل فرسایش و هوازگی برای مدت طولانی نیمه‌کاره رها شوند و در نتیجه به استحکام و همگنی این سطوح آسیب برسد، مجاز نیست.

۴-۳- مصالح و منابع قرضه

۴-۳-۱- محل قرضه‌ها

محل قرضه‌ها در اسناد و مدارک پیمان مشخص می‌شود. هرگونه تغییر در محل قرضه‌های پیش‌بینی شده و یا انتخاب محل قرضه‌های جدید در طول زمان اجرا باید بر اساس گزارش توجیهی دستگاه نظارت مشتمل بر نتایج آزمایش‌های ضروری انجام شده توسط آزمایشگاه مورد تایید کارفرما صورت گیرد. چنانچه محل جدید قرضه از سوی پیمانکار پیشنهاد شده باشد، دستگاه نظارت در صورت موافقت با قرضه جدید، پیشنهاد کتبی پیمانکار را همراه با نتایج آزمایش‌ها و نظریه فنی خود جهت تایید به کارفرما ارائه می‌کند.

برداشت قرضه در زمین‌های مزروعی، در صورتی که منجر به ایجاد مشکلاتی در بهره‌برداری از مزارع شود، مجاز نیست. در صورتی که استفاده از قطعات زراعی به‌عنوان قرضه اجتناب‌ناپذیر باشد، پس از تملک زمین توسط کارفرما نقشه تسطیح اراضی قرضه پس از برداشت خاک از قرضه همراه با میزان خاک قابل برداشت توسط پیمانکار تهیه و باید برای تایید به دستگاه نظارت ارائه شود. پس از تصویب کارفرما، برداشت خاک از قرضه برای اجرا به پیمانکار ابلاغ می‌گردد. در صورت نیاز به خاک جهت پرکردن محل قرضه مزارع، با دستورالعمل دستگاه نظارت خاک نباتی حاصل از آماده‌سازی بستر خاک‌ریزها به این محل انتقال داده شده و عملیات پخش خاک و سپس تسطیح صورت می‌گیرد.

در انتخاب محل قرضه‌ها و تعیین عمق برداشت و شیب نهایی دامنه‌های ناشی از برداشت مصالح باید کلیه مسایل مربوط به زهکشی سطحی، آب‌های زیرزمینی، ایمنی ساختمان‌ها، ابنیه و تاسیسات مجاور، ایمنی افراد و مقررات مربوط به محیط‌زیست، میراث فرهنگی و... مورد توجه و رعایت قرار گیرد. از جمله باید ترتیبی داده شود که محل قرضه در هنگام برداشت و پس از آن به محل مانداب تبدیل نشود؛ برای این منظور باید محل قرضه، پس از برداشت مصالح، تسطیح شده و در صورت لزوم طبق دستور دستگاه نظارت، سیستم زهکشی مناسب در نظر گرفته شود. همچنین تدابیر اجرایی لازم برای جلوگیری از ورود سیل و آب‌های جاری سطحی به محل قرضه‌ها به عمل آید.

در صورتی که قبل از شروع برداشت از قرضه‌ها و یا در هنگام برداشت، پیمانکار حجم قرضه را برای عملیات خاک‌ریزی کافی نداند، باید دلایل خود را همراه با پیشنهاد قرضه(های) احتمالی جدید جهت بررسی و تایید دستگاه نظارت و کارفرما ارائه کند. پیشنهاد پیمانکار در مورد محل‌های جدید قرضه‌ها باید از جمله حاوی اطلاعات کافی در مورد مهلت‌ها و روند حقوقی و اداری استملاک و کسب مجوزهای قانونی لازم و نیز مسایل مربوط به راه‌های دسترسی باشد.

۴-۳-۲- کیفیت مصالح قرضه

کلیه خاک‌های طبیعی که طبق سیستم طبقه‌بندی یونیفاید^۱ جزو رده‌های خاک آلی (OL، OH و PT) قرار نمی‌گیرد، بالقوه قابل استفاده برای ساخت بدنه خاک‌ریزها هستند.

نحوه استفاده از خاک‌های مساله‌ساز مانند خاک‌های تورم‌پذیر، انحلال‌پذیر، واگرا و فرسایش‌پذیر در صورتی که در مشخصات فنی و خصوصی مشخص نشده باشد پس از انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی لازم و بررسی نتایج آزمایش‌ها، توسط دستگاه نظارت به پیمانکار ابلاغ خواهد شد. به کار بردن مصالح حاصل از سنگ‌برداری (سنگ‌ریزه) در ساخت بدنه خاک‌ریزها باید براساس بررسی مسایلی مانند قابلیت هوازده‌شدن و تجزیه‌شدن سنگ‌دانه‌ها، ناهمواری سطح لایه متراکم‌شده و مشکل تردد ماشین‌آلات کارگاهی بر روی لایه سنگ‌ریزه انجام پذیرد. در استفاده از ماسه و شن‌هایی با دانه‌بندی یکنواخت (ضریب یکنواختی کم‌تر از ۴) برای ساخت خاک‌ریزها، لازم است فرسایش‌پذیری آنها در مقابل آب‌های سطحی و نیز مشکل ناپایداری آنها در زیر چرخ ماشین‌آلات کارگاهی مورد بررسی قرار گیرد.

چنانچه پیمانکار هنگام عملیات خاکبرداری از قرضه، با تغییر پیش‌بینی نشده کیفیت خاک مواجه شود، موظف است مراتب را برای تعیین تکلیف سریعاً به دستگاه نظارت اطلاع دهد. نحوه انبار کردن موقت و دائمی خاک‌های نباتی، خاک‌های آلی، خاک‌های نامناسب و قلوه‌سنگ‌ها و قطعه سنگ‌های جدا شده، در مشخصات فنی خصوصی ذکر شده و یا به وسیله دستگاه نظارت به پیمانکار اعلام می‌شود. در صورتی که استفاده مجدد از خاک‌های نباتی سطح محل قرضه به منظور پوشش سطح دامنه‌ها و کف محل قرضه پس از اتمام عملیات برداشت پیش‌بینی شده باشد، پیمانکار باید در ابتدای عملیات برداشت، این خاک‌ها را جداگانه در محل مناسب و مورد تایید دستگاه نظارت انبار نماید. شیب نهایی دامنه‌های محل قرضه نباید بیش‌تر از ۱ (افقی) به ۱/۵ (قائم) باشد مگر این‌که در نقشه‌های اجرایی و یا دستورالعمل دستگاه نظارت، خلاف آن ذکر گردد.

۴-۳-۳- استفاده از مصالح خاک‌برداری‌ها و گودبرداری‌ها

این خاک‌ها شامل خاک روباره کانال‌ها در خاک‌برداری، خاک حاصل از کانال‌کنی در زمین طبیعی، خاک‌برداری زهکش‌ها و گودبرداری سازه‌ها می‌باشد. استفاده از این خاک‌ها برای خاک‌ریزی‌ها ضروری است مگر آن‌که براساس نتایج آزمایش‌ها و دستور دستگاه نظارت استفاده از آن در خاک‌ریزها نامناسب اعلام شود. در صورت تشخیص قابل استفاده بودن این خاک‌ها، لازم است قبل از عملیات خاک‌برداری، خاک نباتی و آلی و غیرقابل استفاده رویه جمع‌آوری شود و پس از تایید دستگاه نظارت نسبت به شروع عملیات حفاری اقدام شود. خاک حاصل از عملیات حفاری با نظر دستگاه نظارت در کنار محل‌های حفاری دپو شده و سپس نسبت به بارگیری و حمل به محل خاک‌ریزی و تخلیه و تنظیم رطوبت و استفاده از آنها اقدام خواهد شد. در صورت استفاده از این خاک‌ها، پیمانکار موظف است در هنگام عملیات خاک‌برداری با مشاهده تغییرات در جنس بستر مسیر با اطلاع دستگاه نظارت نسبت به تفکیک خاک‌های ناشناخته اقدام نماید. در صورت تایید مشخصات فنی خاک مورد تردید استفاده از آنها مجاز خواهد بود. در صورتی که کیفیت این مصالح مناسب نبوده و یا حجم آن بیش از مقدار مورد نیاز باشد، به دستور دستگاه نظارت به محل‌های تعیین شده حمل و تخلیه و به شکل مورد قبول پخش و رگلاژ خواهد شد. شکل ظاهری توده انباشته شده باید با شکل طبیعی منطقه سازگار و هماهنگ بوده و زهکشی آب‌های سطحی در آنها به خوبی و بدون ایجاد مانداب صورت گیرد. شیب دامنه این انباشته‌ها نباید بیش‌تر از ۱ (افقی) به ۱/۵ (قائم) باشد.

۴-۳-۴- آماده‌سازی خاک‌های ریزدانه در محل قرضه

خاک‌های ریزدانه باید در محل قرضه از لحاظ تنظیم رطوبت مورد نیاز برای تراکم، خردکردن کلوخه‌ها، جداکردن قلوه‌سنگ‌ها و غیره طبق مشخصات فنی خصوصی یا دستور دستگاه نظارت عمل‌آوری شود. پیمانکار باید پیش‌بینی‌های لازم برای این آماده‌سازی به‌ویژه از لحاظ تامین آب لازم، محل آماده‌سازی و وسایل ضروری - در شرایط آب و هوایی قابل پیش‌بینی - را به عمل آورد.

۴-۳-۵- اختلاط مصالح خاکی

اختلاط خاک‌های مختلف یک قرضه یا چند قرضه به منظور حصول ویژگی‌های لازم نظیر دانه‌بندی و نفوذپذیری در صورتی که در مشخصات فنی خصوصی قید نشده باشد، پس از تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما قابل اجرا است. اختلاط خاک‌های مختلف از قرضه‌های مختلف فقط به منظور دستیابی به تراکم پیش‌بینی شده در نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی مجاز نیست. برای حل مساله عدم حصول تراکم نسبی لازم می‌توان بسته به مورد، با تایید دستگاه نظارت از راه‌حل‌های زیر استفاده نمود:

- تغییر غلتک‌های مورد استفاده
- کاهش ضخامت لایه
- کاهش رطوبت خاک (در محدوده مجاز) همراه با افزایش تعداد گذر غلتک

۴-۴- خاک‌های مساله‌ساز در خاک‌ریزها و زمین بستر

واژه‌های خاک‌های مساله‌ساز یا خاک‌های نامتعارف، به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که استفاده از آنها در ساخت سازه‌های خاکی یا وجود آنها در بستر سازه‌های هیدرولیکی موجب تخریب و آسیب‌دیدگی در طول دوره ساخت و یا بهره‌برداری می‌گردد. از جمله این خاک‌ها می‌توان به خاک‌های تورم‌پذیر^۱، واگرا^۲، انحلال‌پذیر^۳، روان‌گرا^۴ و آلی^۵ اشاره نمود. بعضی از سنگ‌ها نیز به عنوان بستر سازه‌های هیدرولیکی می‌توانند مساله‌ساز باشند. سنگ‌های تورم‌پذیر مانند برخی از شیل‌های متراکم، سنگ گچ و سنگ‌های ضعیف در مقابل هوازگی و افزایش رطوبت نظیر مارن‌ها از جمله این سنگ‌ها هستند.

شناسایی و رده‌بندی این خاک‌ها از لحاظ ویژگی مساله‌ساز بودن آنها مستلزم بررسی‌های دقیق و انجام آزمایش‌های خاص مکانیک خاک است. دستگاه نظارت بر پایه نتایج این آزمایش‌ها و آزمایش‌های تکمیلی مربوط به نحوه اصلاح و بهسازی این خاک‌ها که ممکن است انجام آنها را لازم بدانند، چگونگی کاربرد این خاک‌ها را مشخص می‌نماید. با این وجود، به دلیل امکان موضعی بودن حضور خاک‌های مساله‌ساز در پهنه‌های طبیعی محل اجرای پروژه و قرضه‌ها و نیز تغییرات ویژگی مساله‌ساز خاک از یک محل به محل مجاور و دیگر تغییراتی که پیش‌بینی کامل آنها در چارچوب مطالعات ژئوتکنیکی و مکانیک خاک معمول در مراحل اول و دوم طراحی به سادگی مقدور نیست، ممکن است انجام برخی آزمایش‌های تکمیلی در مورد این خاک‌ها و تصمیم‌گیری نهایی در مورد چگونگی کاربرد آنها از سوی طراح به مرحله اجرا موکول شده باشد. در این صورت، دستگاه نظارت و پیمانکار باید پیش‌بینی‌های لازم را برای تسهیل اجرای

1- Expansive
2- Dispersive
3- Soluble
4- Liquefiable
5- Organic

سریع و به موقع این آزمایش‌ها جهت انتخاب مناسب‌ترین گزینه‌ها به عمل آورند. در این خصوص پیمانکار موظف است از مسیر زهکش، مسیر کانال‌ها و منابع قرصه، طبق دستورالعمل دستگاه نظارت نمونه‌های لازم را تهیه نماید تا بسته به مورد آزمایش‌های لازم جهت تشخیص کیفیت آنها انجام شود. دستگاه نظارت با توجه به جمیع جهات و ملاحظات فنی، اقتصادی و اجتماعی پروژه، تصمیمات لازم را اتخاذ و جهت اجرا به پیمانکار ابلاغ می‌نماید. پیمانکار ملزم به اجرای دقیق دستورالعمل‌های دستگاه نظارت در چارچوب پیمان می‌باشد.

با توجه به این که در این زمینه، راه‌حل اجرایی بعضی از مسایل پیش‌بینی نشده در طرح اولیه ممکن است مستلزم صرف وقت و نیز به‌کارگیری ابزار و روش‌های خاص باشد، در صورتی که در مشخصات فنی خصوصی و یا سایر اسناد پیمان وجود خاک‌های نامتعارف اشاره شده و نحوه مقابله با آن تشریح شده باشد، پیمانکار باید در کلیه مراحل بررسی اسناد مناقصه، تجهیز کارگاه و اجرا، مسایل ناشی از حضور این‌گونه خاک‌ها در مسیر پروژه و نیز قرصه‌ها را به دقت مورد توجه قرار داده و در تدوین برنامه‌زمانی عملیات خاکی خود منظور نماید.

علاوه بر این، پیمانکار در صورت مشاهده هر نوع خاک با ویژگی‌های نامتعارف که حضور آن در طرح اولیه پیش‌بینی نشده است، موضوع را به صورت کتبی و با ذکر دلایل و شواهد موجود به اطلاع دستگاه نظارت می‌رساند.

مهم‌ترین انواع خاک‌های مساله‌ساز عبارتند از:

الف- خاک‌های تورم‌پذیر، شامل رس‌های تورم‌پذیر، خاک‌های حاوی سنگ‌دانه‌های متورم‌شونده (سنگ گچ، ...) و خاک‌های حساس در مقابل یخبندان.

ب- خاک‌های واگرا شامل رس‌های خاصی که در اثر جریان متمرکز آب به راحتی شسته می‌شوند.

ج- خاک‌های فرسایش‌پذیر (ضعیف در مقابل آب‌شستگی)، شامل خاک‌های واگرا و ماسه‌ها و سیلت‌های فرسایش‌پذیر.

د- خاک‌های انحلال‌پذیر، مانند خاک‌های حاوی مقدار قابل ملاحظه نمک (کلرور سدیم)، گچ و سایر املاح قابل حل شدن در آب.

ه- خاک‌های حاوی سنگ‌دانه‌های خردشونده و تجزیه‌پذیر.

و- خاک‌های روان‌گرا.

۴-۴-۱- خاک‌های تورم‌پذیر

به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که با جذب آب، ازدیاد حجم یافته و به اصطلاح متورم می‌شوند و این تورم باعث تخریب بتن پوشش کانال‌ها و بتن کف سازه‌های سبک در سامانه‌های آبیاری و زهکشی می‌گردد. از طرف دیگر، کاهش رطوبت این خاک‌ها باعث منقبض شدن آنها و ایجاد ترک‌های عمیق در خاک‌ریز می‌شود. روش دقیق و موثر شناسایی خاک‌های تورم‌پذیر اساساً بر مبنای آزمایش‌های آزمایشگاهی استوار است. دستگاه نظارت برای بررسی خاک مشکوک به تورم‌پذیری و میزان تورم‌پذیری آن دستور انجام آزمایش‌های لازم را می‌دهد. از جمله این آزمایش‌ها تعیین حدود

اتربرگ، درصد رس، درصد رطوبت حد انقباض و درصد ذرات کوچک‌تر از 0.075 میلی‌متر می‌باشد. براساس نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی می‌توان طبقه‌بندی کلی زیر را مد نظر قرار داد و براساس آن هشدارهای لازم برای اقدامات بعدی داده شود:

- پتانسیل تورم پذیری کم- نشانه خمیری^۱ ۱۰ تا ۱۵
- پتانسیل تورم پذیری متوسط- نشانه خمیری ۱۵ تا ۳۰
- پتانسیل تورم پذیری زیاد تا خیلی زیاد- نشانه خمیری بیش از ۳۰

استفاده از رس‌ها و سیلت‌های با خاصیت خمیری زیاد (CH و MH)، وقتی که درصد رد شده از الک شماره ۲۰۰ آنها (بر مبنای دانه‌بندی بخش ریزتر از ۵۰ میلی‌متر) به بیش از ۳۵ درصد و نشانه خمیری آنها (PI) بیش از ۴۰ باشد، توصیه نمی‌شود، مگر در شرایط استثنایی (از لحاظ دسترسی به مصالح مناسب‌تر) و مشروط بر این که مطالعه آزمایشگاهی لازم و کافی بر روی تورم و انقباض و نیز شرایط عمل‌آوری و تراکم آنها انجام گرفته باشد. به‌رحال استفاده از خاک‌های با خمیری زیاد (CH و MH) باید با احتیاط صورت پذیرد.

۴-۴-۲- خاک‌های واگرا

خاک‌های واگرا، رس‌هایی هستند که در اثر جریان آب در سطح آنها (سطح خارجی و نیز جداره ترک‌های داخلی توده خاک) ذرات کلوییدی رس در آب معلق شده و همراه با آن شسته می‌شوند. این خاک‌ها حتی در اثر جریان‌های بسیار آرام نیز شسته می‌شوند و فرسایش آنها در سازه‌های آبی می‌تواند بسیار سریع باشد و خرابی ناگهانی به بار آورد. تراوش آب از طریق منافذ معمولی موجود در خاک واگرا، ایجاد شستگی نمی‌کند.

برای شناسایی خاک‌های واگرا، انجام ترکیبی از چند آزمایش « فیزیکی » و « شیمیایی » مانند آزمایش‌های هیدرومتری دوگانه، پین‌هول و کرامپ (آزمایش‌های فیزیکی) و آزمایش‌های شیمیایی مانند آزمایش نسبت کاتیون سدیم به چهار کاتیون Ca، Na، Mg، K و یا نسبت جذب سدیم (SAR) آب منفذی خاک (عصاره اشباع) قابل توصیه است.

روش‌های جلوگیری از شسته‌شدن خاک‌های واگرا، در خاک‌ریز یا زمین بستر عبارتند از:

- جلوگیری از تماس آب جاری با سطح خاک به کمک تعبیه لایه غشا نفوذناپذیر^۲ در داخل خاک و یا پوشاندن سطح خاک‌ریز به وسیله لایه‌ای از خاک فرسایش‌ناپذیر و نفوذناپذیر.
- اصلاح خاک واگرا به وسیله اختلاط آن با مواد افزودنی مانند آهک، سولفات آلومینیوم یا سیمان پرتلند.
- جلوگیری از شسته‌شدن توده خاک واگرا به کمک لایه فیلتر معدنی یا مصنوعی^۳ در مسیر جریان آب در ترک‌های احتمالی در خاک‌ریز.

1- Plasticity Index (PI)
2- Geomembrane

۳- مشخصات فیلترها در فصل ۸ ارائه شده است.

۴-۴-۳ - خاک‌های گچ‌دار یا حاوی مواد حل شونده

بعضی از خاک‌ها به‌خصوص در مناطق خشک می‌توانند حاوی املاح قابل حل در آب نظیر هالیت (نمک) و گچ باشند. گچ به شکل سولفات کلسیم آبدار ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) و در فرم‌های بلوری مختلف در خاک‌ها تظاهر می‌یابد. در صورتی که این نوع خاک در معرض جریان آب قرار گیرد، می‌تواند دو پدیده منتهی به نشست، رخ دهد.

- فروپاشی ساختار خاک در اثر ضعیف شدن سیمان ناشی از این نمک‌ها

- حل شدن این نمک‌ها در آب و خارج شدن آن از بافت خاک که تخلخل ناشی از آن می‌تواند منجر به نشست شود. در صورتی که هنگام عملیات حفاری در مسیر کانال‌ها و یا منابع قرضه به بلورهای سفیدرنگ برخورد شود، لازم است نسبت به برداشت نمونه خاک توسط آزمایشگاه مستقر در کارگاه برای انجام آزمایش اقدام شود.

خاک‌های دارای گچ (یا املاح قابل حل) بیش از حد مجاز برای مصالحی که در معرض تراوش آب قرار دارند (نظیر خاک‌ریز کانال، پی کانال، دایک‌های حفاظتی) خاک نامناسب محسوب می‌شود و باید از استفاده از آن در خاک‌ریزهای در معرض تراوش آب احتراز شده و در صورت عبور کانال و زهکش از داخل این نوع خاک‌ها تمهیدات خاص با تایید دستگاه نظارت انجام شود. خاک‌های گچ‌دار، به علت تورم‌پذیر بودن بلورهای گچ، می‌توانند خاصیت تورم‌پذیری نیز از خود نشان دهند. درصد مجاز گچ خاک براساس مطالعات مکانیک خاک و یا مندرجات مشخصات فنی خصوصی تعیین خواهد شد.

۴-۴-۴ - خاک‌های آلی

خاک‌های حاوی مواد آلی معمولاً توسط رنگ تیره و بافت اسفنجی و گاهی بوی مخصوص آن شناسایی می‌شوند. در صورت تردید از آزمایش‌های آزمایشگاهی استفاده می‌شود. خاک‌های آلی در اثر پوسیدگی مواد آن حاوی حفرات شده و یا در اثر تغییرات شیمیایی خواص فیزیکی آن تغییر می‌یابد. همچنین این خاک‌ها معمولاً نشست‌پذیری زیادی دارند. این عوامل موجب نامناسب بودن این خاک‌ها می‌گردد.

در صورت مشاهده خاک‌های حاوی مواد آلی باید براساس دستور دستگاه نظارت عمل شود. به‌عنوان یک راهنما حداکثر درصد مواد آلی خاک‌های بستر کانال‌های با پوشش سخت ۳ درصد و برای کانال‌های پوشش نشده یا بستر جاده‌های سرویس ۵ درصد می‌باشد.

۴-۴-۵ - خاک‌های فرسایش‌پذیر

خاک‌های فرسایش‌پذیر، خاک‌های غیرچسبنده با دانه‌بندی یکنواخت و نسبتاً ریزدانه (مانند سیلت‌ها و ماسه‌های بادی) هستند که در مقابل جریان‌های سطحی آب دچار فرسایش مکانیکی شده و شسته می‌شوند، به این خاک‌ها، خاک‌های ناپایدار گفته می‌شود. در کاربرد این خاک‌ها به عنوان خاک‌ریز باید تدابیر لازم برای حفاظت سطح خاک‌ریز در مقابل آب‌های جاری مانند آب‌های ناشی از بارندگی به عمل آورده شود. این تدابیر می‌تواند شامل پوشش سطح

خاک‌ریزها با لایه خاک درشت‌دانه، خاک نباتی و یا قلوه سنگ باشد که باید مطابق دستور دستگاه نظارت عمل شود. به عنوان بستر پوشش کانال‌ها نیز باید دقت شود که این خاک‌ها در اثر تراوش دچار شستگی داخلی نشوند.

۴-۴-۶- خاک‌های حاوی سنگ‌دانه‌های خردشونده و تجزیه‌شونده

چنانچه خاکی که در خاک‌ریز به مصرف می‌رسد، حاوی میزان قابل ملاحظه‌ای سنگ‌دانه‌های پوک و یا خردشونده باشد، دانه‌بندی آن، هم در جریان آزمایش پراکتور و هم در زیر چرخ غلتک تغییر می‌کند (خاک ریزدانه‌تر می‌شود) و چون این تغییرات لزوماً متفاوت هستند، کنترل تراکم نسبی آنها در هنگام ساخت خاک‌ریز بسیار مشکل و بعضاً غیرممکن می‌گردد. استفاده از این خاک‌ها باید براساس توصیه‌های مشخصات فنی خصوصی و یا دستورات دستگاه نظارت صورت پذیرد.

۴-۴-۷- خاک‌های روان‌گرا

مصلح ماسه‌ای اشباع با تراکم کم می‌تواند در هنگام زلزله به‌طور موقت مقاومت برشی خود را از دست داده و به‌صورت سیال لزجی درآیند. این‌گونه خاک‌ها در بستر ابنیه، کانال‌ها و زهکش‌ها می‌تواند در هنگام زلزله موجب تخریب زیاد آنها شوند. هزینه مقابله با خاک‌های روان‌گرا زیاد بوده و لازم است در صورت برخورد به چنین خاک‌هایی، براساس دستورات دستگاه نظارت عمل شود.

۴-۵- عملیات خاک‌ریزی و کوبیدن

۴-۵-۱- کلیات

عرض بالای خاک‌ریز و شیب کناری آن باید همان‌طور که در نقشه‌های اجرایی نشان داده شده است، ساخته شود، مگر آن‌که دستگاه نظارت تغییراتی را کتبی به پیمانکار اعلام نماید. برای تراکم پیش‌بینی شده، پیمانکار موظف است تمهیداتی را فراهم نماید تا تراکم مورد نظر تامین شود. بدین جهت برای حصول تراکم مورد نظر در کناره‌های خاک‌ریزها، مطابق با نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی و یا با نظر دستگاه نظارت پیمانکار می‌تواند عرض خاک‌ریز را حداکثر تا ۵۰ سانتی‌متر از طرفین افزایش دهد. البته در هر صورت لایه‌های افقی خاک‌ریزی باید در سرتاسر عرض نهایی خاک‌ریز ریخته و کوبیده شود و نمی‌توان با مصالحی که از بالا بر روی دامنه شیروانی خاک‌ریز ریخته می‌شود، به عرض خاک‌ریز اضافه نمود. آماده‌سازی بستر و کوبیدن آن و نیز رگلاژ خاک و عملیات کوبیدن خاک باید با توجه به شیب عرضی خاک‌ریز به گونه‌ای انجام شود که در صورت وقوع بارندگی، آب باران به خارج از خاک‌ریز هدایت و تخلیه شده و باعث ماندابی و تخریب ساختمان خاک کوبیده نگردد. انواع خاک‌ریز در سامانه‌های آبیاری و زهکشی به شرح زیر است:

۴-۵-۱-۱- خاکریز متراکم

خاکریز جسم کانال‌های آبیاری باید به وسیله غلتک و تا تراکم حداقل ۹۵ درصد تراکم بهینه در آزمایش پراکتور استاندارد (ASTM D698 یا آشوی T-99) و یا تراکم مندرج در نقشه‌های اجرایی کوبیده شود. خاکریزهای راه‌های سرویس و بهره‌برداری نیز در بیش‌تر مواقع به‌همین صورت اجرا می‌شوند؛ این خاکریزها را «خاکریزهای متراکم» می‌نامند.

۴-۵-۱-۲- خاکریزی با تراکم حاصل از تردد^۱

در شرایط خاص، براساس نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و یا طبق دستور دستگاه نظارت، متراکم کردن خاکریزهای جاده‌های بهره‌برداری با تردد ماشین‌آلات سنگین کارگاهی و با تراکم حدود ۸۵ درصد پراکتور استاندارد صورت می‌گیرد. این خاکریزها را «خاکریزهای با تراکم حاصل از تردد» می‌نامند.

۴-۵-۱-۳- خاکریزی مصالح مازاد

در تمام مواردی که حجم خاک‌برداری‌ها از حجم خاکریزها تجاوز کند و محل دپو و شکل ظاهری آن در نقشه‌ها و مدارک منضم به پیمان مشخص نشده باشد، این اضافه حجم باید طبق دستور دستگاه نظارت و مطابق مقاطع کانال یا زهکش به نحوی ساماندهی شود که در شرایط بارندگی شسته نشده و به داخل کانال یا زهکش راه پیدا نکند. پخش، تسطیح و کوبیدن خاک‌های مازاد فقط براساس مندرجات مشخصات خصوصی و به دستور دستگاه نظارت انجام می‌گیرد.

۴-۵-۱-۴- خاکریز سنگی^۲ (سنگریز)

خاکریزهای سنگی یا به عبارت دیگر سنگریزها، به‌طور عمده با مصالح حاصل از سنگ‌برداری و به صورت لایه-لایه ریخته شده و با غلتک‌های ویبره کوبیده می‌شوند. ضخامت لایه‌های سنگریزی از ۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متر می‌تواند انتخاب شود. حداکثر ضخامت لایه‌ها در صورت استفاده از ماشین‌آلات بزرگ تا ۸۰ سانتی‌متر نیز قابل قبول خواهد بود. حداکثر اندازه قطعات سنگ نیز تا $\frac{3}{4}$ ضخامت لایه‌ها مجاز می‌باشد. میزان تراکم این نوع خاکریزی‌ها باید مطابق مشخصات فنی خصوصی و یا نقشه‌های اجرایی بوده و در صورتی که در این اسناد، تراکم مشخص نباشد حداقل تراکم قابل قبول ۸۰ تا ۸۵ درصد تراکم نسبی^۳ خواهد بود.

1- Traffic Compaction

2- Rockfill

3- Relative Density (ASTM D4253, ASTM D4254)

۴-۵-۲- آماده‌سازی بستر خاکریز

۴-۵-۲-۱- آماده‌سازی و بستر سنگی و بتنی

قبل از شروع عملیات خاکریزی باید سطوح و مناطقی که در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت برای خاکریزی مشخص شده است از مصالح نامناسب، خاک نباتی، ریشه درختان و گیاهان کاملاً تمیز و پاک شود. موانع اجرای کار باید با نظر و تایید دستگاه نظارت برحسب مورد برطرف، تخریب و جابه‌جا شوند.

پیمانکار موظف است در صورت وجود آب‌های زیرزمینی، قبل از اجرای عملیات نسبت به زهکشی و پایین انداختن آن مطابق با نظر دستگاه نظارت اقدام نماید. حداقل فاصله سطح آب تا بستر خاکریزی با توجه به جنس بستر و مصالح خاکریزی و روش‌های اجرایی با نظر دستگاه نظارت تعیین می‌گردد.

بستر خاکریز باید با رعایت نکات زیر آماده گردد:

الف- هرگاه بین آماده‌سازی بستر خاکریز و عملیات خاکریزی مدت زمانی وقفه افتد که سطح آماده‌سازی شده آسیب ببیند، لازم است طبق دستور دستگاه نظارت بستر خاکریز مطابق با مشخصات و نقشه‌ها ترمیم شود.

ب- اگر زمین بستر خاکریز از نوع خاک‌های ریزدانه باشد، باید حداقل به عمق ۱۵ سانتی‌متر شخم خورده، آبپاشی شود و تا تحویل درصد کوبیدگی مندرج در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی خصوصی و یا طبق نظر دستگاه نظارت کوبیده شود.

ج- چنانچه زمین بستر خاکریز از نوع خاک‌های درشت‌دانه باشد، باید تا حد تراکم مورد قبول دستگاه نظارت کوبیده شود.

د- در مورد زمین‌های سنگی، لازم است قبلاً بستر خاکریز تمیزشده و مواد خارجی و سست آن جمع‌آوری و پس از مرطوب کردن، خاکریزی روی آن صورت گیرد. در صورتی که سنگ دارای حفره‌های کارستی باشد لازم است این حفره‌ها از مواد سست پاک شده و بر طبق مشخصات فنی خصوصی و یا دستور دستگاه نظارت با بتن مگر و یا مصالح مناسب دیگر پر و کوبیده شود.

ه- در مورد سطوح بتنی، چنانچه لازم باشد عملیات خاکریزی روی سطوح بتنی صورت گیرد، سطح بتن باید تمیز و قبل از خاکریزی مرطوب شود.

۴-۵-۲-۲- آماده‌سازی بستر در زمین‌های لجنی

وجود لجن مانعی برای اجرای کار به شمار آمده و باعث فرورفتن تجهیزات، از کار افتادن آنها و نهایتاً تاخیر در اجرای به‌موقع عملیات و کاهش چشمگیر بازده کار می‌باشد. از این‌رو پیمانکار باید قبل از اجرای عملیات تدابیر لازم را برای انتخاب نوع و تعداد ماشین‌آلات و روش کار به عمل آورده و پس از تایید دستگاه نظارت اقدام به شروع عملیات نماید.

در زمین‌های لجنی که آماده‌سازی بستر در آنها در نقشه‌ها و مدارک فنی پیش‌بینی نشده باشد، برحسب مورد، نحوه اجرا، نوع و میزان برداشت و جایگزینی مصالح به‌منظور ایجاد بستر آماده شده، توسط دستگاه نظارت پیشنهاد و پس از تصویب کارفرما به اجرا گذاشته می‌شود. در این ارتباط، روش‌های زیر می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد:

- حفر کانال زهکش حایل در بالادست کانال و جای‌گذاری لوله زهکش سوراخ‌دار با مصالح فیلتر دور آن برای پایین انداختن سطح آب زیرزمینی و خشک نمودن بستر مسیر کانال و تخلیه آب‌های مازاد به مجاری تخلیه
- برداشتن لجن و جایگزین کردن آن با خاک مناسب
- تثبیت بستر لجنی با استفاده از آهک، سیمان، قلوه‌سنگ و دیگر مصالح سنگی یا مصالح رودخانه‌ای و یا ترکیبی از این مصالح
- برگرداندن خاک و خشک کردن آن در برابر هوا و تابش آفتاب

۴-۵-۲-۳- تمهیدات ویژه در خاک‌های مساله‌ساز

در صورتی که مسیر کانال الزاما از محل خاک‌های مساله‌ساز مانند خاک‌های انحلال‌پذیر، خاک‌های متورم و منقبض شونده، خاک‌های فرسایش‌پذیر، خاک‌های حاوی مواد مضر برای بتن، خاک‌های حساس در مقابل یخبندان عبور کند، اصلاح این خاک‌ها برای دستیابی به یک بستر مناسب و یا انتخاب تمهیدات اجرایی دیگر باید بر اساس مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌های اجرایی و یا چنانچه در مشخصات فنی خصوصی پیش‌بینی نشده بود، طبق دستورات دستگاه نظارت صورت گیرد.

در این موارد بسته به این‌که خاک بستر و یا خاک مورد استفاده در ساخت خاک‌ریز مساله‌ساز باشد، راهکارهای مختلفی براساس نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی و تایید دستگاه نظارت قابل بررسی می‌باشد که در پیوست این مشخصات فنی ارائه شده است.^۱

۴-۵-۲-۴- تثبیت خاک بستر با آهک

یکی از روش‌های متداول برای مقابله با بعضی از خاک‌های مساله‌ساز استفاده از آهک می‌باشد. در مواردی که تثبیت خاک با آهک در اسناد پیمان پیش‌بینی شده باشد، باید شرایط و مشخصات زیر رعایت گردد. تثبیت خاک با آهک سبب بهبود کیفیت و مشخصات فنی خاک و تسریع در انجام عملیات خاک‌ریزی می‌شود. افزودن آهک به خاک‌های ریزدانه مرطوب موجب بروز چندین واکنش شیمیایی بین خاک و آهک می‌شود و باعث می‌گردد که مخلوط تهیه شده دارای ظرفیت باربری بیشتر، قابلیت تراکم و جابه‌جایی بهتر، درصد انقباض و خاصیت خمیری کم‌تری نسبت به خاک طبیعی اولیه باشد.

۱- با توجه به این‌که تمهیدات لازم برای اصلاح خاک‌های مساله‌ساز گسترده بوده و مشاورین طراح باید روش‌های مناسب را براساس شرایط طرح انتخاب نمایند، این روش‌ها از این قسمت مشخصات حذف و به‌عنوان راهنما در انتهای مشخصات فنی عمومی ارائه شده است.

الف- آهک

آهک مورد مصرف می‌تواند به صورت پودر یا آب آهک باشد. توصیه می‌شود شفته آهکی با دوغاب آهک تهیه شود، زیرا در این حالت دوغاب آهک راحت‌تر دانه‌های خاک را اندود نموده و ترکیب آهک و خاک و نهایتاً عمل گیرش شفته سریع‌تر صورت می‌گیرد و شفته آهکی دارای تاب و مقاومت بیش‌تر خواهد بود. از آهک مصرفی باید به روش T219 نمونه‌برداری شود، آهک مصرفی باید با مشخصات آشتو M216 (جدول ۴-۱) مطابقت داشته باشد.

ب- طرح اختلاط

میزان آهک و رطوبت آن باید بر اساس طرح اختلاط در آزمایشگاه تعیین شود. بسته به نوع آهک و میزان حل شدن آهک آزاد CaO و مقدار رس موجود در خاک، میزان آهک متفاوت است. عیار متوسط آهک ۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب توصیه می‌شود. میزان آهک بر اساس روش آشتو T22 مشخص می‌شود. مقاومت فشاری شفته نباید از ۳/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع کم‌تر باشد.

ج- روش اجرا

برای اجرای کار باید آهک شکفته با خاک مناسب مورد تایید کاملاً مخلوط شود. اختلاط باید فوراً پس از ریختن آهک صورت گیرد. عمل اختلاط باید به طور کامل و با وسایل مناسب و مورد تایید انجام شود. ضخامت شفته آهکی باید بر اساس نقشه‌ها و مشخصات باشد، ولی این ضخامت نباید از ۲۰ سانتی‌متر کم‌تر اختیار شود. در صورتی که قشر زیرسازی با شفته از ۳۰ سانتی‌متر بیش‌تر باشد، باید شفته‌ریزی در قشرهای حداکثر ۳۰ سانتی‌متری انجام شود. اجرای لایه بعدی باید حداقل دو روز بعد از ریختن لایه زیرین باشد. وجود آهک نشکفته در مخلوط به هیچ‌وجه مجاز نبوده و باید هنگام تهیه شفته در این مورد نهایت دقت به عمل آید.

جدول ۴-۱- مشخصات فنی آهک

مشخصات	نوع آهک	نوع الف	نوع ب	نوع پ
حداقل درصد وزنی هیدروکسید کلسیم Ca(OH)_2		۹۰	۸۵	۷۵
حداکثر درصد وزنی آهک آزاد CaO		۷	۸	۹
حداکثر درصد وزنی آب آزاد H_2O		۳	۳	۲
حداکثر درصد وزنی مانده روی الک نمره ۳۰ (۰/۶ میلی‌متر)		۲	۳	۴
حداکثر درصد وزنی مانده روی الک نمره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلی‌متر)		۱۲	۱۴	۱۸

۴-۵-۲-۵- تثبیت خاک بستر با سیمان

علاوه بر استفاده از آهک برای تثبیت برخی از خاک‌های مساله‌زا نظیر خاک‌های متورم شونده، استفاده از سیمان پرتلند نیز می‌تواند به‌جای آهک استفاده شود. مشخصات سیمان باید مطابق مندرجات فصل ۵ باشد. میزان سیمان

مصرفی حدود ۲ تا ۵ درصد وزن خاک بوده و لازم است براساس مشخصات فنی خصوصی و یا دستورات دستگاه نظارت مقدار آن تعیین شود. نحوه اجرا همانند تثبیت خاک با آهک می‌باشد.

۴-۵-۳- مصالح خاکریزی

مصالح مورد نیاز برای خاکریزها، باید از مناطق خاک‌برداری شده یا از نزدیک‌ترین محل قرضه، با توجه به کیفیت مصالح و مشخصات فنی مورد نیاز طبق دستور دستگاه نظارت تامین و حمل گردد. مصالح خاکریزها باید عاری از مواد نباتی و فاسدشدنی بوده و با مشخصات فنی و نقشه‌های اجرایی تطبیق نماید. پیمانکار نباید از مصالحی استفاده کند که منابع قرضه آن تایید نشده و یا مشخصات آن مناسب نمی‌باشد. در صورتی که پیمانکار از چنین مصالحی استفاده کند باید آن را برداشته و با مصالح مناسب و مورد تایید دستگاه نظارت جایگزین نماید. بزرگ‌ترین بعد دانه‌های موجود در مصالح خاکریز نباید بیش‌تر از سه چهارم ضخامت لایه پس از کوبیدن باشد. خاکریزی با خاک‌های مساله‌ساز، لازم است همراه با تمهیدات مندرج در نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی پیمان جهت پیشگیری از خسارات محتمل صورت پذیرد. روش مناسب خاکریزی با این خاک‌ها با توجه به نوع خاک و با تایید دستگاه نظارت قابل اجرا می‌باشد. استفاده مجدد از خاک‌هایی که قبلاً کوبیده شده‌اند نظیر خاکریزی اضافی بدنه کانال مجاز است، مشروط براین‌که کلوخه‌های خاک ریزدانه با وسایل مناسب خرد شده و قبل از کوبیدن، آبپاشی و عمل‌آوری کافی جهت حصول رطوبت یکنواخت انجام پذیرد.

۴-۵-۴- پخش لایه‌ها

چگونگی پخش مصالح در لایه‌های خاکریزی باید به نحوی باشد که در هیچ قسمت از خاکریز، هیچ‌گونه حفره، سوراخ و مواد خارجی وجود نداشته و بافت خاک یکسان و مشابه باشد. عبور و مرور وسایل نقلیه و تجهیزات از منطقه خاکریزی شده باید به منظور جلوگیری از گودشدن و ایجاد شیارهای ناشی از حرکت چرخ‌ها، کنترل شود. مصالح خاکریزی که به محل حمل می‌شود باید در نقاطی تخلیه شود که بتوان آن را به‌خوبی در سطح خاکریز پخش نمود. تنظیم و پخش مصالح باید به نحوی باشد که بعد از کوبیده‌شدن کاملاً یکنواخت باشد و هیچ‌گونه فضای خالی و یا رگه‌های مجزا و یا لایه‌هایی با دانه‌بندی غیر پیوسته و جدا از توده خاکریز نداشته باشد. عملیات خاکریزی باید به صورت لایه‌های افقی صورت گیرد و هر لایه بعد از خاتمه کوبیدن لایه قبلی ریخته‌شود، هرگاه دستگاه نظارت تشخیص دهد که بعد از کوبیدن لایه‌ای سطح آن خیلی صاف شده است و در نتیجه، اتصال کافی با لایه بعدی به‌وجود نمی‌آید، باید سطح آن قبل از ریختن لایه بعدی در صورت ضرورت به عمق حدود ۵ سانتی‌متر شخم زده شود تا اتصال لایه‌ها با هم به خوبی تامین شود. اگر سطح خاکریزهای غیرقابل نفوذ خیلی خشک یا بیش‌تر از حد لازم مرطوب باشد، باید مقدار رطوبت آن قبل از ریختن لایه بعدی اصلاح شود.

عملیات پخش و تراکم لایه‌های خاک‌ریز، کف ترانشه‌ها و بستر زمین طبیعی تا حد امکان باید به ترتیبی برنامه‌ریزی و اجرا شوند که هر لایه و یا سطح متراکم شده در حداقل زمان ممکن با لایه بعدی پوشیده شود تا همواره لایه‌ها و یا سطوح متراکم شده مشخصات و میزان تراکم مورد نظر را حفظ نمایند.

چنانچه لایه یا سطحی که متراکم گردیده است قبل از پخش لایه جدید و به هر دلیلی مشخصات و تراکم خود را از دست داده باشد، پیمانکار موظف است دوباره آن لایه یا سطح را به مشخصات و تراکم لازم برساند.

۴-۵-۵- ضخامت لایه‌های خاک‌ریز

حداکثر ضخامت لایه‌های خاک‌ریز، بسته به جنس مصالح، تراز لایه، اهمیت خاک‌ریز و اهمیت پروژه (امکانات آزمایشگاه، نیروی انسانی در دسترس، رواداری‌های قابل قبول و...) در مشخصات فنی خصوصی درج می‌شود. راهنمای کلی ضخامت‌ها در جدول (۴-۲) ارائه شده است و رواداری ضخامت اجرا شده $\pm 10\%$ درصد می‌باشد.

جدول ۴-۲- راهنمای حداکثر ضخامت لایه‌های خاک‌ریز برحسب نوع خاک و نوع غلتک

ردیف	طبقه‌بندی خاک‌ریز	روش کوبیدن	حداکثر ضخامت لایه پس از تراکم (سانتی‌متر)
۱	ریزدانه	لرزنده پاچه‌بزی - چرخ لاستیکی	۲۰
		لرزنده دستی - صفحه لرزنده	۱۵
۲	درشت‌دانه	لرزنده (خودرو)	۴۰
		لرزنده دستی - صفحه لرزنده	۲۰

۴-۵-۶- رطوبت بهینه و تراکم خاک‌ریز

۴-۵-۶-۱- خاک‌های ریزدانه

قبل از شروع به کوبیدن، خاک‌ریزهای متشکل از خاک‌های ریزدانه باید دارای رطوبت بهینه، طبق روش پراکتور استاندارد ASTM D698 (آشوی نرمال T-99) باشند. با تایید دستگاه نظارت، می‌توان رطوبت خاک‌های ریزدانه و چسبیده را معادل ۱ تا ۲ درصد بیش‌تر از رطوبت بهینه اختیار نمود. چنانچه نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت خاک قابل قبول نباشد، دستگاه نظارت می‌تواند عملیات تراکم و کوبیدن خاک را تا اصلاح رطوبت خاک و روش اجرا متوقف سازد.

رطوبت بهتر است در محل قرضه اضافه‌شده و اضافه‌کردن رطوبت در محل خاک‌ریز تنها با موافقت و روش مورد تایید دستگاه نظارت قابل انجام است. در این شرایط باید آبپاشی به‌صورت یکنواخت و منظم صورت پذیرد و ماشین‌آلات کافی جهت تسریع در عمل‌آوری خاک در کم‌ترین زمان به‌کار گرفته شود. همچنین بهتر است ابتدا روی لایه‌ای که قرار است لایه بعدی خاک‌ریز اجرا شود آبپاشی شده و بعد از آن عملیات پخش و تسطیح و در نهایت غلتک‌زنی صورت گیرد.

در موارد خاص که با توجه به جنس خاک و مرغوبیت آن، به تغییراتی در ضخامت لایه‌های خاک‌ریز و یا درجه تراکم یا رطوبت آن نیاز باشد، مراتب توسط دستگاه نظارت و براساس نتایج آزمایش‌های لازم صورت خواهد گرفت.

رطوبت مصالح باید کاملاً یکنواخت بوده و به همین جهت پیمانکار باید در صورت لزوم و به‌ویژه در خاک‌های ریزدانه از طریق دیسک‌زدن، پخش و تسطیح توسط گریدر و نظایر آن، یکنواختی رطوبت خاک را قبل از شروع عملیات کوبیدن تامین نماید.

در شرایط جوی که رطوبت خاک بسیار بیش‌تر از رطوبت مناسب برای تراکم بوده و خشک کردن آن مقدور نباشد، دستگاه نظارت تصمیمات لازم را اتخاذ خواهد کرد. در این شرایط راهکارهای زیر با در نظر گرفتن هزینه‌های مربوط به آن و براساس دستور دستگاه نظارت قابل بررسی است:

- خاک‌ریزی با خاک‌های ریزدانه در هنگام بارندگی مجاز نمی‌باشد.
- در مواقع بارندگی که رطوبت لایه‌های خاک افزایش می‌یابد عملیات تا چند روز متوقف گردد تا رطوبت خاک به حد مطلوب برسد. لایه رویی باید شخم زده شده و دوباره متراکم گردد.
- آخرین لایه که دارای رطوبت زیاد می‌باشد شخم زده شود و پس از هوادهی و کاهش رطوبت، دوباره رگلاژ و کوبیده شود.
- در صورت لزوم تسریع اجرای کار، خاک با رطوبت زیاد جمع‌آوری شده و خاک جدید از قرضه خشک با رطوبت مناسب آورده شود.
- خاک‌ریزی خاک‌های درشت‌دانه در صورتی که تراکم لازم به‌دست آید، می‌تواند در شرایط بارندگی نیز انجام شود.

۴-۵-۶-۲- خاک‌ریز درشت‌دانه

وزن مخصوص خشک حداکثر و رطوبت بهینه خاک‌های درشت‌دانه و از جمله مصالح رودخانه‌ای (توونان) طبق روش پراکتور استاندارد برای مصالح کوچک‌تر از ۱۹ میلی‌متر در آزمایشگاه تعیین می‌گردد. مقادیری که به‌دست می‌آید مطابق روش ASTM D4718 با توجه به درصد دانه‌های درشت‌تر از ۱۹ میلی‌متر در مصالح تصحیح گردیده و مبنای کنترل تراکم (درصد تراکم) و مقایسه رطوبت لایه با حدود رطوبت قابل قبول به‌کار خواهند رفت. رطوبت خاک‌های در دست تراکم می‌تواند با نظر دستگاه نظارت در محدوده رطوبت بهینه (بعد از اصلاح) به اضافه یا منهای ۲ درصد تغییر کند. علاوه بر روش فوق، تراکم می‌تواند با استفاده از دانسیته حداقل و حداکثر براساس استانداردهای ASTM D4253 , D4254 کنترل گردد. در استفاده از این روش لازم است که حداکثر عبوری از الک نمره ۲۰۰ معادل ۱۵ درصد باشد.

۴-۵-۷- کوبیدن

۴-۵-۷-۱- کلیات

مصالح باید در لایه‌های افقی ریخته‌شده و طبق روش مندرج در مشخصات فنی خصوصی کوبیده شود. نوع وسایلی که پیمانکار در نظر دارد به‌کار گیرد باید قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد. در پیش‌بینی نوع و تعداد غلتک‌های مورد نیاز برای کوبیدن خاک‌ریزها باید ضمن توجه کافی به جنس خاک‌ریزها، روش اجرای عملیات، مقادیر کار و شرایط آب و

هوایی، به بازدهی معمول ماشین‌آلات نیز توجه شود. چنانچه در هنگام اجرای کار، از کاربرد وسایل انتخابی نتایج رضایت‌بخش حاصل نشود، پیمانکار باید با تایید دستگاه نظارت در مورد جایگزینی ماشین‌آلات، اقدام کند. تعداد عبورهای متوالی، هم‌پوشانی وسایل و تجهیزات مکانیکی از هر نقطه و در هر لایه باید به تعدادی باشد که تراکم تعیین شده حاصل شود. روی هم افتادگی نوار عبورهای متوالی غلتک‌ها، نباید کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر باشد. لایه بعدی به هیچ‌وجه نباید بدون تایید دستگاه نظارت ریخته شود.

۴-۵-۷-۲- کوبیدن با روش‌های خاص

- در خاک‌ریزی کنار سازه‌ها و ابنیه فنی و در محل‌هایی که دستگاه نظارت استفاده از غلتک‌های خودرو را به علت محدودیت جا و یا دلایل دیگر مانند احتمال آسیب رسیدن به سازه‌های مجاور، مجاز نداند باید با اجازه قبلی دستگاه نظارت، از انواع دیگر وسایل کوبنده مکانیکی دستی که دارای ظرفیت کافی بوده و تراکم مورد نیاز را ایجاد کند، استفاده شود.
- در کوبیدن با استفاده از تردد ماشین‌آلات، تردد باید به نحوی صورت گیرد که وسایل نقلیه و کامیون‌های سنگین حمل مصالح خاکی بعد از ریختن هر لایه از مصالح، روی تمامی سطح خاک‌ریز تا حصول تراکم مورد نظر عبور کنند.

۴-۵-۸- کنترل تراکم خاک‌ریزها

برای اندازه‌گیری وزن مخصوص^۱ خاک در محل، باید از روش مخروط ماسه مطابق ASTM D 1556 (آشو T-191) استفاده شود. مگر این‌که روش دیگری در مشخصات فنی خصوصی قید شده باشد. تعداد و نوع آزمایش‌های مورد نیاز برای کانال‌ها و زهکش‌ها بستگی به سطح و حجم کار داشته و نمی‌توان آنها را به صورت قطعی تعیین نمود. راهنمای زیر تعداد حداقل آزمایش دانسیته مورد نیاز برای کنترل خاک‌ریزی‌ها می‌باشد که می‌تواند توسط دستگاه نظارت مورد توجه قرار گیرد:

- برای هر نوع خاک‌ریزی یک آزمایش برای هر شیفت کاری
- برای خاک ریزدانه: به ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع یا ۱۵۰ مترمکعب خاک‌ریزی
- برای خاک درشت‌دانه: به ازای هر ۷۵۰ مترمکعب خاک‌ریزی
- فاصله طولی آزمایش تراکم در محل ۵۰ تا ۱۰۰ متر باشد.
- برای پشت‌ریزی^۲ ابنیه و یا خاک‌ریزی زیر ابنیه هر ۱۰۰ مترمکعب خاک‌ریزی و حداقل یک آزمایش برای هر سازه
- علاوه بر موارد فوق، آزمایش دانسیته باید در برخورد به خاک‌ریزهای مشکوک به تراکم و کیفیت نامناسب انجام گردد.

1- Density
2- Backfill

- به ازای هر ۱۰ آزمایش دانسیته یک آزمایش تراکم به روش پراکتور استاندارد و یک آزمایش دانه‌بندی با الک انجام شود.

برای بازرسی و کنترل صحرایی خاک‌ریزها که آزمایش‌های فوق در مورد آنها انجام پذیرفته است، باید کنترل‌های عینی و نظری از جمله واریسی عمق، عرض و میزان گسترش ترک‌ها خصوصاً در خاک‌ریزهای بلند که در دوره بهره‌برداری در تماس با آب و در معرض بار آبی قابل ملاحظه قرار می‌گیرند، انجام پذیرد. بدیهی است در صورت مشاهده درز و ترک قابل مشاهده با چشم غیرمسلح، لازم است تمهیدات اصلاحی و تعمیرات و حتی در صورت لزوم اجرای دوباره خاک‌ریزی قبل از بهره‌برداری، در برنامه کار رفع نقص قبل از تحویل موقت قرار گیرد.

۹-۵-۴- پشت‌ریزی ابنیه فنی

فضای خالی محل‌های حاصل از گودبرداری برای ساخت ابنیه فنی، دیوارها و یا لوله‌ها باید پس از تخلیه مواد زاید، با مصالح مورد تایید دستگاه نظارت پر شود و به طریق زیر متراکم گردد:

- لایه‌ها را باید به ضخامت‌های حداکثر ۱۵ سانتی‌متر ریخته و با وسایل دستی یا در صورت تایید دستگاه نظارت، با وسایل مکانیکی کوبید.
- درصد رطوبت لایه‌ها باید به نحوی تنظیم شود تا تراکم ۹۵ درصد پراکتور استاندارد به دست آید.
- خاک‌ریزی و کوبیدن پشت سازه‌های فنی باید طوری انجام شود که آسیبی به سازه وارد نگردد. در صورت آسیب رسیدن به سازه، پیمانکار مسوول بوده و باید طبق نظر دستگاه نظارت، در مورد ترمیم آن اقدام کند.

۱۰-۵-۴- رگلاژ، تسطیح و تنظیم

رگلاژ شیروانی‌ها و شانه‌ها در برش‌ها و یا خاک‌ریزها و همچنین تسطیح و تنظیم مقاطع عرضی و طولی طبق نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت و مندرجات بند ۴-۵-۱۲ انجام می‌شود.

۱۱-۵-۴- بستر راه‌ها

۱-۱۱-۵-۴- بستر راه در ترانشه خاکی

در صورتی که بستر راه در ترانشه خاکی باشد و زمین بستر تراکم مندرج در مشخصات فنی خصوصی را نداشته باشد، حفاری کف ترانشه چند سانتی‌متر (که بسته به تراکم خاک محل و میزان تراکم‌پذیری آن می‌باشد) بالاتر از بستر راه متوقف می‌شود، به طوری که پس از کوبیدن، تراز مورد نظر به دست آید. پس از تامین رطوبت لازم، کف ترانشه با غلتک‌های مناسب طوری متراکم می‌گردد که تا عمق ۳۰ سانتی‌متر از بستر راه، میزان تراکم نسبی مندرج در نقشه‌های اجرایی یا مشخصات فنی خصوصی حاصل شود. در صورتی که وضع زمین کف ترانشه طوری باشد که تراکم لازم پس از کوبیدن به ترتیب بالا حاصل نشود، بستر راه به عمق ۲۰ سانتی‌متر شخم زده شده و مخلوط می‌گردد. سپس، رطوبت

لازم تامین شده و با غلتک‌های مناسب کوبیده می‌شود تا بستر راه طبق مشخصات، متراکم شده و تراز زمین پی به دست آید. چنانچه شرایط زمین کف ترانشه طوری باشد که احتیاج به تعویض لایه‌ای از خاک باشد، باید طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود.

۴-۵-۱۱-۲- بستر راه در ترانشه سنگی

در ترانشه‌های سنگی، کف ترانشه باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر پایین‌تر از بستر راه، حفاری شده و سطح کف مزبور تا تراز بستر راه، با خاک مناسب بر طبق مشخصات فنی خصوصی خاک‌ریزی شده و به میزان ۱۰۰ درصد به روش پراکتور استاندارد متراکم شود. در هر صورت، ناهمواری‌های سنگی نباید از تراز کف پی بالاتر باشد.

۴-۵-۱۱-۳- بستر راه در خاک‌ریزی

تا عمق ۳۰ سانتی‌متر از تراز بستر راه باید از خاک مناسب استفاده شده و تراکم آن ۹۵ درصد به روش پراکتور استاندارد باشد. چنانچه در این عمق از خاک‌های مناسب استفاده نشده باشد و مشخصات لازم به دست نیاید، خاک‌های نامناسب باید تعویض شده و عملیات تراکم و کوبیدن تجدید شود. منظور از خاک‌های مناسب خاک‌هایی است که در بند ۴-۳-۲ تشریح شده و مورد تایید دستگاه نظارت باشد.

۴-۵-۱۱-۴- بستر راه در سطح راه موجود

هرگاه رقوم بستر راه بر روی سطح راه موجود قرار گیرد و مصالح لایه فوقانی راه اخیر به‌عنوان خاک بستر راه جدید مورد تایید دستگاه نظارت باشد، خاک تا عمق ۲۰ سانتی‌متر شخم‌زده و پس از تسطیح و آبپاشی تا حداقل ۹۵ درصد تراکم پراکتور استاندارد کوبیده می‌شود.

۴-۵-۱۱-۵- راه‌های انحرافی

ساختمان راه‌های انحرافی طبق دستور دستگاه نظارت ساخته می‌شود و خاک‌های اضافی این نوع کارها طبق تصمیم دستگاه نظارت به مصرف خواهد رسید. به منظور راهنمایی و تامین ایمنی راه، پیمانکار موظف است طبق دستورالعمل‌های وزارت راه و شهرسازی و دستگاه نظارت، در محل‌های مناسب علائم و چراغ‌های چشمک‌زن نصب نماید.

۴-۵-۱۲- زیرسازی پوشش بتنی کانال

برای تقلیل ترک‌ها و شکستگی‌های ناشی از نشست در پوشش‌های بتنی و آسفالتی کانال‌ها، محکم‌بودن بستر این پوشش‌ها اهمیت اساسی دارد. در خاک‌برداری‌ها، لازم است در عملیات خاک‌برداری، از دست‌خوردگی خاک بستر اجتناب شود و پوشش کانال بر روی زمین طبیعی حاصل از خاک‌برداری اجرا شود. خاک‌های طبیعی با تراکم کم‌تر از ۸۵ درصد پراکتور استاندارد را باید یا متراکم نمود یا آنها را خارج کرده و به جای آنها مصالح مناسب ریخت و کوبید.

معمولا خاک‌های رسی تورم‌پذیر به عنوان بستر پوشش‌های سخت قابل قبول نیستند. در صورتی که مسیر کانال در خاک برداری باشد باید جهت حصول اطمینان از مناسب بودن خاک طبق نظر دستگاه نظارت و بند ۴-۵ عمل نمود.

۴-۵-۱۲-۱- پر کردن حفره‌ها و ریزش‌ها

چنانچه قبل از انجام پوشش، لازم باشد که حفره‌ها و ریزش‌های مقطع کانال طبق نقشه‌های اجرایی پروفیل‌سازی و ترمیم شود باید حفره‌ها با بتن لاغر، شفته آهکی و یا هر طریق دیگری که دستگاه نظارت دستور دهد پر و ترمیم شود.

۴-۵-۱۲-۲- علف زدایی قشر زیرین پوشش

علف‌ها با نفوذ در پوشش، ترک و سوراخ به وجود می‌آورند و مخصوصا بعد از خشک شدن و پوسیدن باعث نشست آب می‌شوند. قبل از ساخت پوشش، باید طبق دستور دستگاه نظارت، بستر از ریشه و بذر انواع علف‌های هرز پاکسازی شود. برای از بین بردن و کنترل رستنی‌ها چهار روش عمده زیر وجود دارد:

- ۱- دستی
- ۲- مکانیکی
- ۳- شیمیایی
- ۴- بیولوژیکی

انتخاب هر یک از روش‌های بالا باید با نظر دستگاه نظارت مشخص و اجرا شود.

- ۱- روش دستی: از بین بردن علف‌های هرز با دست به مهارت نیاز دارد و انتخاب وسیله دستی در عملکرد کار بسیار موثر است. وسایل متداول بسته به محل استفاده از آنها، ابعاد کانال و بازده کار متفاوت بوده و پیمانکار موظف به تامین آنها می‌باشد. به‌طور عمده روش دستی برای ریشه‌کن کردن گیاهان با ریشه‌های عمیق و مقاوم می‌باشد. روش‌های دفع این نوع گیاهان باید به تایید دستگاه نظارت برسد.
- ۲- روش مکانیکی: ماشین‌آلات متنوعی برای مبارزه با علف‌های هرز ساخته شده است، ولی در بیش‌تر موارد به طور معمول از تراکتور، بیل مکانیکی با جام کم عرض و یا ادوات مناسب برش و ریشه‌کنی استفاده می‌شود. در علف‌کنی طرفین کانال در شرایط خاک‌برداری، حداکثر شخم نیابستی از ۳۰ سانتی‌متر تجاوز کند و ریشه بوته‌ها و گیاهان عمیق باید از خاک بیرون کشیده شود. در صورتی که ریشه گیاهان در محور مرکزی کانال و در محدوده کانال‌کنی واقع شده باشد، عملیات خاک‌برداری و ریشه‌کنی، باید با دقت زیادی انجام شود. ریشه نباتات در کف و دیواره خاک‌برداری کانال باید به‌گونه‌ای خارج شود که آسیبی به بستر پوشش بتنی وارد نشود. تخریب بستر خاک‌ریز مجاز نبوده و در صورت تخریب بستر خاک‌ریز، پیمانکار باید آن را ترمیم نماید. لازم است فاصله زمانی آماده‌سازی بستر تا اجرای پوشش چنان انتخاب شود که بستر کانال آماده، با نباتات و علف هرز پوشیده نشود.

۳- **روش شیمیایی:** مواد شیمیایی بسیاری به نام علف‌کش برای مبارزه با علف‌های هرز ساخته شده‌اند. استفاده از علف‌کش‌ها ضمن سهولت کار دارای مزایای اقتصادی نیز می‌باشد ولی نکته بسیار مهم و قابل توجه، اثرات جنبی این مواد در محیط‌زیست است که باید مورد توجه مخصوص قرار گیرد. نظر به اثرات این مواد روی کیفیت آب آبیاری و همچنین آبی که مورد استفاده احشام و در پاره‌ای موارد کشاورزان قرار می‌گیرد، علف‌کش باید با احتیاط و رعایت کامل مقررات سازمان حفاظت از محیط‌زیست مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که اثرات علف‌کش‌ها تا زمان ساخت و بهره‌برداری کانال‌ها از بین رفته و در کیفیت آب تاثیرگذار نباشد و این موضوع توسط گزارش مستند پیمانکار مورد تایید دستگاه نظارت باشد، استفاده از این روش مجاز خواهد بود. استفاده از آب آهک نیز در صورت تایید دستگاه نظارت قابل توصیه است.

۴- **روش بیولوژیکی:** به‌طور عمده این روش مربوط به دوران بهره‌برداری از کانال‌های خاکی و زهکش‌ها می‌باشد. علیرغم این در صورتی که پیمانکار روشی مناسب در این زمینه را به تایید دستگاه نظارت برساند، از روش‌های بالا مناسب‌تر است.

بسته به نوع علف‌ها و روش انتخابی برای علف‌زدایی، در صورتی که بسته به شرایط پروژه تشخیص بر این باشد که بتوان با تریمنگ علف‌ها را از بین برد، این کار با تریمنگ انجام می‌گیرد و در غیر این‌صورت این کار باید قبل از تریمنگ انجام شود.

۴-۵-۱۲-۳- رگلاژ بستر پوشش کانال (تریمنگ)^۱

پیمانکار موظف است قبل از پوشش، سطح کانال را برای داشتن یک بستر محکم و یکنواخت برای اجرای پوشش بتنی رگلاژ نماید. کف و شیب‌های جدار کانال در مقاطع خاک‌برداری و خاک‌ریزی و یا زیرسازی شده، باید به دقت و طبق ابعاد و اندازه‌های مشخص شده در نقشه‌ها با رواداری رقوم +۱ (۱ سانتی‌متر کم‌تر از رقوم نقشه‌ها) تا ۳- سانتی‌متر (۳ سانتی‌متر بیش‌تر از رقوم نقشه‌ها) در طول شمشه ۵ متری و در جهات طولی و عرضی رگلاژ شود. در صورتی که در هر نقطه از مسیر کانال خاک‌برداری اضافه انجام شود، طبق دستور دستگاه نظارت باید آن را با مصالح مناسب در لایه‌های افقی پر و مرطوب کرد و سپس کوبید. در پی‌های شیب‌دار، ریختن و کوبیدن مصالح ممکن است موازی سطح پی انجام شود.

در صورتی که در هنگام خاک‌برداری مصالح، زیر پوشش سست و یا به‌هم خورده شود، پیمانکار موظف است طبق دستور دستگاه نظارت آن را کوبیده، یا مصالح مناسب را جایگزین آن کند. غلتک‌زدن سطح خاک‌ریز اطراف لبه پوشش بتنی نیز باید با دقت کافی صورت گیرد.

۴-۵-۱۲-۴- رگلاژ کف و شیروانی کانال‌های خاکی و زهکش‌ها

در مواردی که انجام پوشش بتنی مورد نظر نباشد، طبق نظر دستگاه نظارت باید شیروانی‌های جانبی و کف کانال‌های خاکی و زهکش‌ها، طبق نقشه‌های اجرایی و با وسایل و ماشین‌آلات مناسب و با رواداری ± 5 سانتی‌متر در طول شمشه ۵ متری با حفظ شیب طولی رگلاژ شود.

۴-۵-۱۳- روش‌های اجرایی ساخت منشور کانال

۴-۵-۱۳-۱- خاک‌ریزی و خاک‌برداری در کانال‌های با عرض کف مساوی یا کم‌تر از ۱/۲ متر

چنانچه منشور دوزنقه کانال به‌طور کامل در خاک‌ریزی یا ترکیبی از خاک‌ریزی و خاک‌برداری باشد، خاک‌ریزی داخل کانال همراه با برم‌های طرفین آن و خاک‌ریزی اضافی به عرض ۵۰ سانتی‌متر به صورت یک‌پارچه انجام می‌شود و سپس اقدام به خاک‌برداری (کانال‌کنی) طبق خطوط، رقوم و شیب‌ها شده و پس از نیم‌رخ‌سازی اقدام به پوشش بتنی کانال می‌شود.

۴-۵-۱۳-۲- خاک‌ریزی و خاک‌برداری در کانال‌های با عرض بیش از ۱/۲ متر

در کانال‌های با عرض کف بزرگ‌تر از ۱/۲ متر، چنانچه منشور دوزنقه کانال کامل در خاک‌ریزی یا ترکیبی از خاک‌ریزی و خاک‌برداری واقع شود، خاک‌ریزی کانال در دو بدنه جداگانه اجرا می‌شود و سپس، با توجه به برنامه‌زمانی پوشش بتنی، خاک‌ریز اضافی^۱ سمت منشور داخلی (تریمینگ) کانال خاک‌برداری می‌شود. منظور از عرض کف، عرض داخلی کانال بعد از پوشش نهایی یا پوشش بتنی است.

در صورتی که منشور کانال در مقطعی مرکب از خاک‌ریزی و خاک‌برداری واقع شود، کانال‌کنی در توده خاک‌ریز کوبیده یا در زمین طبیعی به فاصله‌ای از نیم‌رخ واقعی منشور کانال، که طبق نقشه‌ها در زیر پوشش واقع می‌شود، صورت می‌گیرد.

ضخامت قشر خاکی باقیمانده در جهت افق برای کانال‌های مختلف، حداکثر ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود، مشروط بر آن‌که مغایر با مشخصات سازنده ماشین‌آلات نیم‌رخ‌ساز^۲ نباشد. حداقل مقدار این فاصله با توجه به ضخامت لایه‌های خاک‌ریزی و شیب خاک‌ریزی تعیین می‌شود و معادل حاصل‌ضرب شیب در ضخامت لایه خاک‌ریزی می‌باشد. به‌طور مثال در صورتی که شیب خاک‌ریزی ۱/۵ افقی به ۱ قائم باشد و خاک‌ریزی در لایه‌های ۱۵ سانتی‌متری انجام شود، حداقل ضخامت افقی اضافی معادل $1/5 \times 15 = 22/5$ سانتی‌متر خواهد بود. در کانال‌هایی که در خاک‌ریز واقع می‌شود، به منظور تحصیل تراکم مورد نیاز، پهنای خاک‌ریز از قسمت داخل و خارج به اندازه ضخامت مذکور بزرگ‌تر ساخته می‌شود.

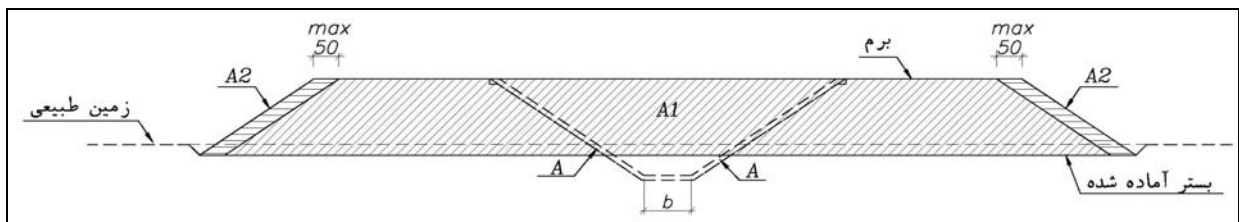
1- Over Built

2- Trimmer

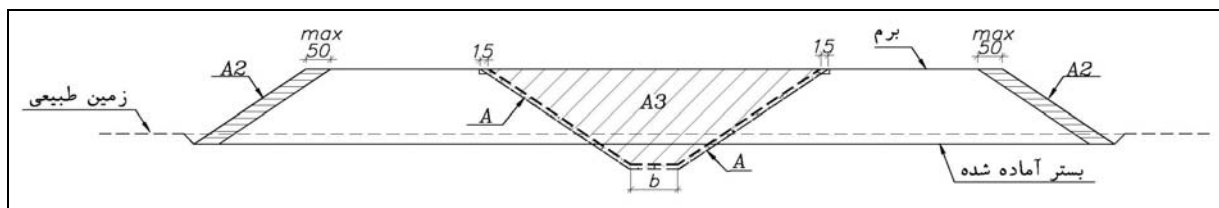
قشر خاکی ذکر شده دارای دو کارکرد است: یکی حفاظت سطح داخلی منشور کانال‌ها در برابر عوامل جوی، خرابی و فرسایش قبل از اجرای پوشش بتنی و دیگری، تامین شرایط مناسب برای حصول تراکم مورد نظر خاک زیر پوشش بتنی کانال و در محل بدنه خارجی خاکریز کانال.

۴-۵-۱۴- تداوم عملیات خاکریز

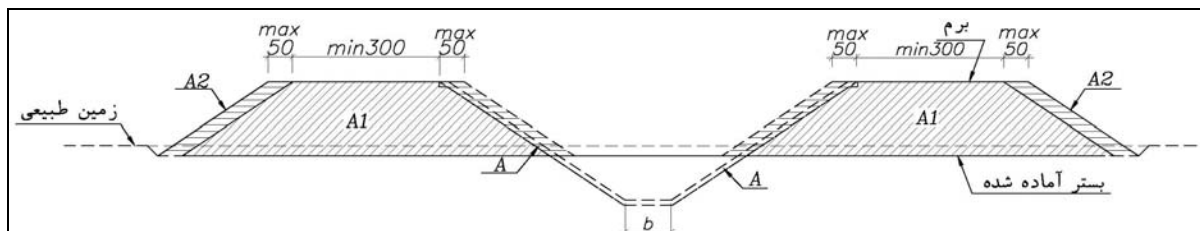
پیمانکار موظف است برنامه‌ریزی انجام کار را با توجه به شرایط اقلیمی، مسایل اجتماعی استملاک اراضی و تردد ماشین‌آلات خود در جاده‌های روستایی و بین شهری، نوع و تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز، نیروی انسانی و کلیه تمهیدات مالی و اداری و مدیریتی به گونه‌ای پیش‌بینی و تامین نماید که انجام عملیات در بازه‌های مشخص بدون وقفه پیش رود و در صورت توقف کار به هر دلیل، حفاظت‌های لازم از مسیرهای عملیاتی فراهم نماید. عبور و مرور ماشین‌آلات از روی بستر و لایه‌های خاکریز مجاز نیست. در صورت تخریب لایه‌های خاکریز، پیمانکار موظف است با نظر دستگاه نظارت نسبت به برداشتن لایه آسیب دیده اقدام و آن لایه را دوباره بکوبد. در صورت خسارت‌های موضعی، موقعیت‌های آسیب دیده با مصالح مناسب مورد تایید دستگاه نظارت پر و کوبیده شود.



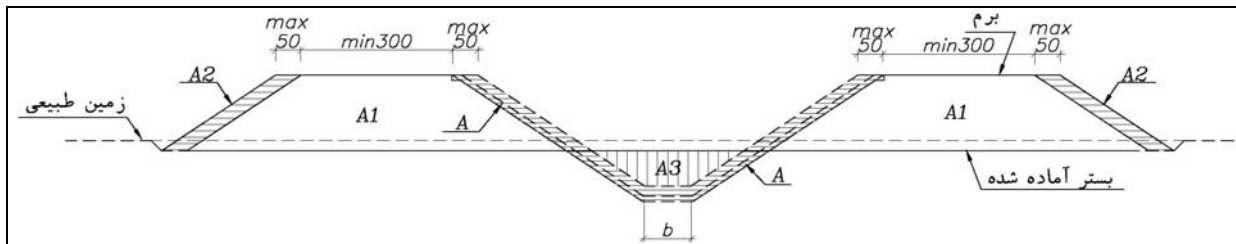
شکل ۱-۴- شمای مقطع خاکریزی در حالت عرض کف مساوی یا کم‌تر از ۱/۲ متر



شکل ۲-۴- شمای مقطع خاکبرداری در حالت عرض کف مساوی یا کم‌تر از ۱/۲ متر



شکل ۳-۴- شمای مقطع خاکریزی در حالت عرض کف بزرگ‌تر از ۱/۲ متر



شکل ۴-۴ - شمای مقطع خاک برداری در حالت عرض کف بزرگ تر از ۱/۲ متر
 A1: خاک ریزی A2: لایه خاک ریز اضافی (و در صورت نیاز کانال کنی) A3: کانال کنی A: تریمنگ

۴-۶- تسطیح اراضی

۴-۶-۱- دامنه کاربرد

دامنه کار در تسطیح اراضی در این مشخصات فنی عبارت است از آماده سازی، نقشه برداری، ریشه کنی بوته ها، تمیز کردن سطح قطعه از سنگ های متفرقه و حمل آنها به نقاط مشخص خارج از قطعه، خاک برداری از محل های مشخص شده و حمل به نقاط خاک ریزی پخش و رگلاژ، به منظور ایجاد شیب های طولی و عرضی (ایجاد صفحه تسطیح) و تنظیم نهایی آن که طبق مشخصات فنی خصوصی و رقوم مندرج در نقشه های اجرایی یا طبق دستورالعمل دستگاه نظارت، می باشد.

۴-۶-۲- تمهیدات آغاز عملیات

پیمانکار قبل از شروع عملیات اجرایی تمهیداتی را به شرح زیر فراهم و باید به تایید دستگاه نظارت برساند. پیمانکار موظف است، برنامه زمانی و اولویت اجرایی قطعات و مزارع را برای تسطیح، با توجه به برنامه بهره برداری از اراضی که توسط کارفرما تهیه و کتبا به دستگاه نظارت و پیمانکار ابلاغ می نماید، با لحاظ کردن آب رسانی به این قطعات تهیه و تنظیم نماید.

۴-۶-۲-۱- برنامه زمانی عملیات

پیمانکار به هنگام تدوین برنامه زمانی کلی عملیات، کلیه محدودیت های ممکن برای تسطیح اراضی از قبیل دوره کشت محصولات، بارندگی و مرطوب شدن و غرقاب شدن اراضی و دیگر محدودیت های ممکن را مدنظر قرار دهد. به هنگام مرطوب شدن زمین، انجام عملیات عملی نبوده بنابراین پیمانکار باید این موضوع را در برنامه زمانی ملحوظ نماید.

۴-۶-۲-۲- عملیات پاکسازی و آماده سازی زمین

ریشه کنی بوته ها و درختچه ها، جمع آوری و یا از بین بردن باقیمانده های گیاهان زراعی، جمع آوری قطعه سنگ های متفرقه و حمل آن به نقاط مشخص خارج از قطعه و هر آنچه مانعی در انجام عملیات نقشه برداری و عملیات خاک برداری و خاک ریزی باشد، از وظایف پیمانکار بوده که طبق دستورالعمل دستگاه نظارت انجام می گیرد و به عنوان بخشی از عملیات، پیش نیاز تسطیح محسوب می گردد. در صورتی که سطح قطعه به نظر دستگاه نظارت مناسب عملیات نقشه برداری و میخ کوبی نباشد پیمانکار طبق دستورالعمل دستگاه نظارت نسبت به هموار نمودن نسبی قطعه اقدام خواهد نمود.

۴-۶-۲-۳- نقشه برداری

پیمانکار به‌عنوان بخشی از عملیات تسطیح، نسبت به برداشت نقاط هر قطعه در شبکه متعامد، موازی با طول آن اقدام می‌کند. دستگاه نظارت با توجه به مشخصات کانال‌ها، سازه‌ها و زهکش‌ها نسبت به صدور دستور اجرای تسطیح طبق نقشه‌ها با رقوم قبلی اقدام می‌نماید و یا در صورت ضرورت، نقشه‌ها توسط مشاور اصلاح شده و نقشه‌های اصلاحی توسط دستگاه نظارت به پیمانکار ابلاغ خواهد شد. پیمانکار ملزم به اجرا مطابق نقشه‌های اصلاحی می‌باشد.

با توجه به امکانات رایانه‌ای قابل دسترس، پیمانکار نقشه‌های کارگاهی تسطیح اراضی را براساس نتایج برداشت رقوم ارتفاعی نقاط شبکه‌بندی شده تهیه و به تایید دستگاه نظارت می‌رساند. در این نقشه‌ها علاوه بر رقوم خاک‌برداری و خاک‌ریزی، جهت جابه‌جایی و حمل خاک از خاک‌برداری‌ها به خاک‌ریزی‌ها، موقعیت مکانی سطوح خاک‌برداری، خاک‌ریزی، محدوده‌های بدون تغییر، گودی‌هایی که باید پر و کوبیده شوند و نوار اختصاص یافته به انهار مزرعه، پشته‌ها، تراس‌ها و محل انباشت خاک اضافی احتمالی، مشخص می‌گردد.

برای تعیین ارتفاع نسبی نقاط سطح زمین و نشان دادن عمق خاک‌برداری و یا خاک‌ریزی که در نقشه‌های اجرایی مشخص گردیده است، قطعه زراعی باید به موازات دو خط هادی عمود برهم (معمولا منطبق بر مرز مزارع) به صورت شبکه منظم و با فواصل تعیین شده در نقشه‌ها و یا دستور کار دستگاه نظارت میخ کوبی شود. فاصله شبکه میخ‌ها بر حسب شرایط توپوگرافی اراضی معمولا ۲۰×۲۰، ۳۰×۳۰ یا ۴۰×۴۰ متر می‌باشد. این میخ‌ها نوک تیز بوده و باید آنها را در زمین و به‌گونه‌ای نصب نمود که تا پایان عملیات تسطیح به راحتی جابه‌جا نگردند. بهتر است در فاصله‌های ۳ تا ۴ میخ از یکدیگر پرچم نصب شود تا راننده دستگاه بتواند موقعیت را به خوبی زیر نظر داشته باشد.

۴-۶-۲-۴- هموار نمودن نسبی^۱

قبل از نقشه‌برداری و شروع عملیات تسطیح مسیل‌ها، زهکش‌های طبیعی، انهار غیرقابل استفاده، جوی پشته‌ها، مرزها، آب شستگی‌ها و گودی‌های واقع در محدوده عملیات تسطیح، با مصالح مناسب و دستورالعمل‌های مندرج در این نشریه و طبق دستور کار دستگاه نظارت تا رقوم خواسته شده پر و هموار و متراکم شود. تراکم این خاک‌ریزها، طبق روش پراکتور استاندارد ۸۵ درصد باشد، مگر این‌که مشخصات فنی خصوصی و یا دستگاه نظارت درصد تراکم بیش‌تری را اعلام نمایند. پیمانکار روش متراکم نمودن این مناطق را ارائه و پس از تایید دستگاه نظارت عملیات فوق انجام می‌شود.

۴-۶-۳- عملیات خاکی

۴-۶-۳-۱- ماشین آلات مورد نیاز

عملیات تسطیح عمدتاً با اسکرپر انجام می‌شود. با توجه به شرایط توپوگرافی زمین و در مواردی که جابه‌جایی سنگین خاک مورد نیاز باشد، از ماشین‌آلات سنگین دیگر نیز استفاده می‌شود. اسکرپرها، گریدرها و سایر ماشین‌آلات سنگین جهت انجام تسطیح نیاز به رانندگان ماهر دارد. در این مورد پیمانکار اقدامات لازم را به‌عمل می‌آورد. در هر صورت پیمانکار با توجه به شرایط توپوگرافی و قطعات تسطیح، ماشین‌آلات مورد نیاز پروژه و تمهیدات لازم دیگر را مشخص و به همراه برنامه‌زمانی به دستگاه نظارت ارائه و تاییدیه مربوطه را دریافت می‌کند.

۴-۶-۳-۲- روش‌های اجرایی

پیمانکار موظف است قبل از شروع کار، روش اجرایی مورد نظر را به تایید دستگاه نظارت برساند. مواردی که باید در ارائه روش اجرایی ملحوظ شود به قرار زیر است:

- تهیه نقشه‌های کارگاهی تسطیح اراضی
- روش حفاظت از خاک نباتی در تسطیح سنگین
- روش جابه‌جایی خاک در خاک‌برداری سنگین
- روش حصول تراکم معمولی (حدود ۸۵ درصد) در خاک‌ریزی با ضخامت زیاد
- نحوه تراس‌بندی و تامین خاک پشته‌های بالادست تراس و شیروانی مورد نیاز طبق نقشه‌ها

۴-۶-۴- حفاظت خاک

نظر به اهمیت خاک نباتی در اراضی کشاورزی، در هنگام تسطیح اراضی، ضخامت قشر مصالح نرم و یا قشر خاک نباتی در اثر خاک‌برداری نباید کاهش یابد. هنگام اجرای تسطیح اراضی، در صورتی که عمق خاک‌برداری کم‌تر از ضخامت خاک نباتی باشد، اجرای عملیات تسطیح طبق نقشه‌های اجرایی انجام خواهد شد. چنانچه عمق عملیات خاک‌برداری از ضخامت لایه خاک نباتی بیش‌تر باشد، طبق نظر دستگاه نظارت و تایید کارفرما، پیمانکار موظف است روش‌های مورد تایید دستگاه نظارت را به گونه‌ای به کار بندد که با کم‌ترین جابه‌جایی خاک نباتی، عملیات تسطیح انجام پذیرفته و خاک نباتی به سطح مزرعه بازگردانده شود. روش خاک‌برداری و خاک‌ریزی نواری یکی از روش‌های توصیه شده است. انباشت خاک نباتی در یک یا چند نقطه و انجام تسطیح و برگرداندن خاک نباتی به سطح مزرعه طبق نظر دستگاه نظارت به‌عنوان آخرین راهکار قابل استفاده خواهد بود.

۴-۶-۵- رواداری عملیات

رواداری تراز نقاط مختلف قطعه زراعی تسطیح شده نباید از ± 3 سانتی‌متر نسبت به رقوم مندرج در نقشه‌ها تجاوز کند. اندازه‌گیری رقوم نقاط و شیب‌های طولی و عرضی طبق نظر دستگاه نظارت انجام می‌گیرد. در شیب‌های ملایم لازم است، پیمانکار اقداماتی را به‌کار گیرد که در طول مزرعه در جهت آبیاری شیب یکنواختی به‌وجود آمده و از ایجاد شیب‌های منفی جلوگیری شود. معمولاً ماله‌زنی نهایی به وسیله اسکرپر غیرممکن بوده و لازم است برای رفع نامنظمی‌های کوچک سطح زمین از ماله یا صفحاتی استفاده شود. ماله‌کشی در جهت‌های مختلف و به تعداد دفعات مورد نیاز به‌عنوان صاف‌کردن منطقه عملیاتی صورت می‌گیرد. در صورت عدم تایید رقوم و شیب، پیمانکار باید دوباره عملیات تسطیح و ماله‌کشی را انجام دهد.

۴-۶-۶- کنترل عملیات و تحویل موقت

پس از انجام تسطیح و قبل از جمع‌آوری میخ‌ها از سطح زمین، کنترل نهایی با برداشت مشترک نقاط و اندازه‌گیری شیب‌ها توسط پیمانکار و دستگاه نظارت انجام می‌شود. در جریان برداشت مشترک، اندازه‌گیری ارتفاع نقاط به محل میخ‌های نصب‌شده منحصر نبوده و طبق نظر دستگاه نظارت، در نقاط دیگری نیز صورت می‌گیرد. در این برداشت، نقایص مشخص شده و پیمانکار موظف به رفع آن است. تایید عملیات تسطیح به‌عنوان تحویل موقت بوده و اراضی تحویل موقت شده برای بهره‌برداری در اختیار کارفرما قرار می‌گیرد. در این صورت در هنگام تحویل قطعی، اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در هنگام تحویل موقت مبنای تحویل قطعی خواهد بود.

فصل ۵

عملیات بتنی

۵-۱- کلیات

۵-۱-۱- هدف و استانداردها

این فصل شامل الزاماتی است که پیمانکار در مورد تامین مصالح بتن، طرح اختلاط بتن، کنترل کیفیت در ارتباط با مخلوط کردن، حمل، ریختن و عمل آوری بتن باید رعایت نماید. در صورتی که الزامات مندرج در این فصل در مواردی صریح و یا کافی نباشند الزامات آیین‌نامه بتن ایران «آبا» و یا استانداردهای مورد توصیه «آبا» مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

۵-۱-۲- اخذ تاییدیه برای مصالح

قبل از شروع عملیات بتن‌ریزی لازم است در مدت تعیین شده از سوی دستگاه نظارت، مشخصات کامل مصالح پیشنهادی جهت تولید بتن به همراه نمونه‌های مصالح در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد. قبل از تایید کیفیت مصالح توسط دستگاه نظارت نباید اقدام به بتن‌ریزی شود. در صورت عوض کردن منابع مصالح، لازم است دوباره تاییدیه دستگاه نظارت و تصویب کارفرما گرفته شود.

۵-۱-۳- ماشین‌آلات

ماشین‌آلات تولید مصالح و ساخت بتن، نحوه انبار کردن مصالح و روند تولید بتن و حمل آن باید به نحوی باشند که موجب تغییرات در کیفیت بتن تولیدی در طول زمان بتن‌ریزی نشده و بتنی تولید شود که منطبق با مشخصات مورد نیاز باشد. هرگونه تایید دریافت شده از دستگاه نظارت در خصوص ماشین‌آلات فوق‌الذکر، روند تولید، حمل بتن و روش‌های اجرایی، رافع مسوولیت پیمانکار در قبال مشخصات مندرج در پیمان نخواهد بود.

۵-۱-۴- روش اجرا

قبل از شروع عملیات اجرایی هر سازه لازم است روش بتن‌ریزی، نقشه لایه‌بندی مراحل بتن‌ریزی، ماشین‌آلات و ابزار مورد استفاده به تایید دستگاه نظارت برسد.

۵-۱-۵- برنامه زمان‌بندی

لازم است پیمانکار یک ماه قبل از شروع عملیات، برنامه زمان‌بندی جامع بتن‌ریزی خود را تدوین و از دستگاه نظارت تاییدیه دریافت نماید. برنامه عملیات اجرایی باید به صورت دو هفتگی ارائه گردد. در این برنامه، نحوه اجرای بتن‌ریزی با ملحوظ داشتن وضعیت آب و هوایی منطقه پروژه (بتن‌ریزی در هوای سرد یا گرم) باید باشد.

۵-۱-۶- گزارش بتن‌ریزی

پیمانکار به طور هفتگی باید در فرم مورد تایید دستگاه نظارت گزارشی از بتن‌ریزی شامل موقعیت بتن‌ریزی، حجم و نوع بتن، تاریخ بتن‌ریزی و سایر اطلاعات مورد نظر دستگاه نظارت را تهیه و به دستگاه نظارت ارائه نماید.

۵-۱-۷- دقت در ابعاد و اندازه‌ها

بتن ریخته شده در قالب باید به نحوی باشد که بعد از برداشتن قالب، ابعاد، اندازه‌ها، ترازها و سایر جزئیات، مطابق با نقشه‌ها و یا دستورالعمل‌های دستگاه نظارت باشد. رعایت ابعاد و اندازه بتن ریخته شده برای بتن‌های بدون قالب نیز الزامی است.

۵-۱-۸- تکافوی ماشین‌آلات و مصالح

پیمانکار باید ماشین‌آلات لازم را برای اختلاط، حمل و نقل، ریختن بتن و لرزاندن آن با توجه به ویژگی‌ها و شرایط اقلیمی و سایر محدودیت‌های محلی و همچنین مصالح به مقدار کافی فراهم نماید به نحوی که در اثر کمبود تجهیزات، مصالح و یا نیاز به تعمیر ماشین‌آلات، تاخیری در بتن‌ریزی روی ندهد.

۵-۱-۹- اخذ مجوز بتن‌ریزی

قبل از بتن‌ریزی هر قسمت، لازم است ابعاد قالب و استحکام آن، کیفیت سطوح واریز، بازشوها، درزهای ساختمانی، قطعات مدفون، آرماتوربندی، نصب نوارهای آب‌بند و غیره مورد بازدید و تایید دستگاه نظارت قرار گرفته و اجازه بتن‌ریزی گرفته شود. داخل قالب‌ها باید به وسیله آب و هوای فشرده تمیز شده و راه‌های عبور و مرور کارگران، سکوی کار و نظایر آن به نحوی حفاظت شوند که از ورود مواد خارجی به داخل قالب و آلوده ساختن آرماتور و سایر قطعات نصب شده جلوگیری به عمل آید. فرم کنترل برای شروع بتن‌ریزی با توجه به مشخصات بتن، شرایط کاری و منطقه‌ای باید توسط پیمانکار تهیه و به تایید دستگاه نظارت برسد. پیمانکار ملزم به اخذ تایید از دستگاه نظارت قبل از شروع عملیات می‌باشد.

۵-۱-۱۰- حفاظت در مقابل عوامل جوی و رعایت موارد ایمنی

لازم است قبل از شروع عملیات آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی در محل گودبرداری‌ها، سیستم حفاظتی مناسب در مقابل جریان آب به داخل گودبرداری‌ها و اقدامات لازم مربوط به حفاظت کارها در مقابل عوامل جوی که مورد تایید دستگاه نظارت باشد به عمل آید و به‌علاوه رعایت موارد ایمنی نظیر اجرای نرده‌های موقت و غیره ضروری است.

۵-۲- سیمان

مشخصات سیمان مصرفی برای تهیه بتن یا ملات باید طبق مشخصات انواع سیمان‌های پرتلند (استاندارد ۳۸۹^۱)، سیمان‌های پرتلند روباره‌ای (استاندارد ۳۵۱۷) و سیمان‌های پرتلند پوزولانی (استاندارد ۳۴۳۲) و مورد تایید دستگاه نظارت باشد. به جز در مواردی که در مشخصات فنی خصوصی به نحو دیگری تصریح شده باشد، سیمان مصرفی باید از نوع سیمان پرتلند معمولی باشد.

۵-۲-۱- ارائه نتایج آزمایش کارخانه تولیدکننده سیمان

قبل از اقدام به حمل سیمان لازم است پیمانکار از نتایج آنالیز شیمیایی و خواص فیزیکی ارائه شده توسط کارخانه تولیدکننده سیمان اطلاع حاصل نماید و اطمینان یابد که سیمان خریداری شده با الزامات سیمان مورد مصرف مطابقت دارد. در هر حال از سیمان‌های وارده به کارگاه مطابق مندرجات بند ۵-۲-۵ دستور انجام آزمایش‌های لازم توسط دستگاه نظارت صادر شده و در صورتی که مشخصات مورد تایید دستگاه نظارت نباشد مصرف آن مجاز نخواهد بود.

۵-۲-۲- حمل سیمان

حمل سیمان فله باید در بونکرهایی صورت گیرد که کاملاً هوا بند و آب بند بوده و نفوذ رطوبت ممکن نباشد. در حالت سیمان کیسه‌ای نیز لازم است کیسه‌ها سالم بوده و از پوشش عایق رطوبتی مناسب به هنگام حمل استفاده گردد. در صورتی که محموله سیمان هنگام عملیات بارگیری، حمل و تخلیه آسیب ببیند، پیمانکار باید آن را از کارگاه خارج نماید.

۵-۲-۳- نگهداری سیمان

نگهداری سیمان فقط در سیلو مجاز است و هنگام تغییر نوع سیمان، سیلوها باید کاملاً تمیز شوند. در صورتی که سیمان در کیسه حمل شود، پیمانکار موظف است برای انبار کردن آن، محل‌های سرپوشیده خشک، ضد نفوذ آب، دارای تهویه و با ظرفیت کافی تهیه کند. کف انبار باید حداقل ۲۰ سانتی‌متر از سطح زمین بالاتر بوده و امکان حرکت کامل هوا از کف انبار وجود داشته باشد. چنانچه مدت انبار کردن سیمان کم‌تر از ۶۰ روز باشد، ارتفاع کیسه‌ها حداکثر تا ۱۲ ردیف (حداکثر به ارتفاع ۱/۸ متر) و برای زمان‌های بیش‌تر تا ۷ ردیف خواهد بود. لازم است کیسه‌های سیمان دست‌کم به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از دیوار چیده شوند و پهنای ردیف کیسه‌های چیده شده کنار هم حداکثر ۳ متر باشد. سیمان‌هایی که ۲ ماه یا بیش‌تر در انبار نگهداری شده باشد، باید زودتر به مصرف برسد. مصرف سیمان‌هایی که بیش از ۴ ماه انبار شده باشد مجاز نیست. در صورت اجبار در مصرف این‌گونه سیمان‌ها، باید آنها را طبق نظر دستگاه نظارت و براساس روش‌های ارائه شده در این نشریه مورد ارزیابی مجدد قرار داده و پس از تایید انطباق با مشخصات توسط دستگاه نظارت، به مصرف رسانید. مصرف سیمان هیدراته، سخت و کلوخه شده و یا سیمانی که به صورت پودر نباشد، مجاز نیست.

۱- استاندارد ایران-موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران - استاندارد معادل ASTM C150

چنانچه طبق مشخصات فنی خصوصی و یا به دستور دستگاه نظارت برای مصارف خاصی مصرف انواع دیگر سیمان (سیمان زودگیر، ضد سولفات و...) ضروری باشد، لازم است برای آنها از سیلوهای مجزا استفاده گردد و در صورت کیسه‌ای بودن، قسمت‌های جداگانه‌ای از انبار به آنها اختصاص داده شود. انواع مختلف سیمان باید با علائم مورد قبول دستگاه نظارت از یکدیگر قابل تشخیص باشند. در شرایط عادی، پیمانکار باید همواره معادل بیست روز کاری، سیمان در انبار موجود داشته باشد.

۵-۲-۴- دمای سیمان

در صورتی که سیمان از تولید تازه کارخانه وارد کارگاه شود، سیمان خیلی گرم (دما بین ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) خواهد بود. بهتر است به منظور عدم تغییر ترکیبات شیمیایی، سیمان ۱۰ تا ۱۵ روز پس از تولید مصرف شود. درجه حرارت سیمان به‌هنگام وارد شدن به دستگاه بتن‌ساز نباید از ۶۵ درجه سانتی‌گراد تجاوز نماید. بدین منظور در حالت استفاده از سیمان فله‌ای لازم است پیمانکار حداقل از دو یا چند سیلو برای ذخیره سیمان استفاده نماید.

۵-۲-۵- آزمایش سیمان

حداقل ماهی یک‌بار و یا به‌ازای هر ۱۰۰ تن سیمان تحویل شده از یک کارخانه به کارگاه - هر کدام زودتر اتفاق افتد- باید یک‌بار مطابق استاندارد ۳۸۹ از سیمان نمونه‌گیری شده و کلیه آزمایش‌ها به شرح زیر در مورد آن به عمل آید. در ضمن برای هر محموله سیمان تحویل شده به کارگاه لازم است حداقل سه کیلوگرم نمونه تهیه، به نحو مناسب علامت‌گذاری و به مدت ۴ ماه نگهداری شود تا در صورت لزوم مورد آزمایش قرارگیرد.

- تعیین نرمی سیمان (روش Blaine) استاندارد ۳۹۰
- تعیین انبساط سیمان در اتوکلاو (آزمایش سلامت) استاندارد ۳۹۱
- تعیین زمان گیرش سیمان به وسیله سوزن و یکتا استاندارد ۳۹۲
- تعیین مقاومت فشاری و خمشی ملات استاندارد ۳۹۳

هرگاه دستگاه نظارت ضروری تشخیص دهد و یا کیفیت سیمانی مشکوک باشد، پیمانکار باید علاوه بر آزمایش‌های فوق نسبت به انجام آزمایش‌های زیر نیز اقدام نماید:

- تجزیه شیمیایی سیمان استاندارد ۱۶۹۲-۱۶۹۳
- تعیین حرارت هیدراتاسیون سیمان پرتلند استاندارد ۳۹۵

مصرف سیمان‌هایی که در آزمایش‌ها مردود شناخته شود مجاز نیست و پیمانکار باید آنها را از کارگاه خارج نماید. در صورتی که نتایج آزمایش‌های مکرر حاکی از رضایت‌بخش بودن کیفیت سیمان تحویلی از یک کارخانه باشد، دستگاه نظارت با تشخیص خود می‌تواند دستور نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌ها را از هر ۱۵۰ تن سیمان تحویل شده و یا بیش‌تر بدهد. برای هر محموله وارد شده به کارگاه، نام کارخانه و نوع سیمان باید در برگ تحویل درج شده باشد. در صورت لزوم، بنا به دستور

دستگاه نظارت پیمانکار موظف است برای محموله‌های سیمان گواهی تایید کیفیت از کارخانه تولیدکننده دریافت و ارائه نماید. این گواهی ملاک کیفیت واقعی فیزیکی و شیمیایی سیمان نبوده و در هر حال نتایج آزمایش‌ها ملاک عمل قرار خواهد گرفت.

۵-۳- مصالغ سنگی دانه‌بندی شده (شن و ماسه)

۵-۳-۱- کلیات

سنگ‌دانه‌های بتن که توسط پیمانکار فراهم می‌شود می‌تواند از شن و ماسه طبیعی یا از سنگ شکسته تهیه شده و لازم است الزامات استاندارد ۳۰۲ را برآورده کند. سنگ‌دانه‌های بتن به دو نوع: شن (درشت‌دانه با دانه‌های بزرگ‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر) و ماسه (ریزدانه با دانه‌های ۰/۰۷۵ میلی‌متر تا ۴/۷۵ میلی‌متر) تقسیم‌بندی می‌شوند.

۵-۳-۲- کیفیت مصالح سنگی

۵-۳-۲-۱- مشخصات کلی

سنگ‌دانه‌های بتن اعم از ریزدانه یا درشت‌دانه باید تمیز، سخت، زبر، با تراکم یکنواخت، با دوام و فاقد هر گونه آغشتگی باشد. مصالحی که با خاک (مصالح عبوری از الک نمره ۲۰۰) مخلوط شده است نباید مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی، سنگ‌دانه‌ها باید حدوداً گرد و یا مکعبی شکل باشند. سنگ‌هایی که برای تهیه شن و ماسه شکسته مورد استفاده قرار می‌گیرد، نباید دارای مقاومت فشاری کم‌تر از ۳۰ مگاپاسکال باشد. در صورت نیاز به تغییر منبع قرضه لازم است پس از برداشت نمونه مطابق استاندارد ۱۱۲۶۷، آزمایش‌های زیر انجام شده و نتایج مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد.

۵-۳-۲-۲- استانداردها

استاندارد ۱۱۲۶۷	- نمونه برداری از سنگ‌دانه‌ها
استاندارد ۳۰۲	- سنگ‌دانه‌های بتن-ویژگی‌ها
استاندارد ۴۴۶	- تعیین مقدار مصالح ریزتر از ۷۵ میکرون
استاندارد ۴۹۷۷	- دانه‌بندی دانه‌های ریز و درشت با الک
استاندارد ۴۴۸	- تعیین مقاومت در برابر سایش (به وسیله دستگاه لوس آنجلس)
استاندارد ۴۴۹	- سلامت سنگ‌دانه در برابر محلول سولفات سدیم یا منیزیم
استاندارد ۴۹۸۰-۴۹۸۲	- تعیین چگالی و جذب آب شن و ماسه
استاندارد ۶۶۹	- تعیین روش تعیین تاب شن و ماسه در برابر ضربه
استاندارد ۸۶۷۲	- تعیین مقدار سولفات سنگ‌دانه‌ها
استاندارد ۷۱۴۱	- تعیین نمک‌های کلریدی محلول در آب

- اندازه‌گیری دانه‌های طویل و پولکی استاندارد ۱۱۲۶۹
 - تعیین کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست استاندارد ۴۹۷۸
 - تعیین ناخالصی‌های آلی سنگ‌دانه‌های ریز برای بتن استاندارد ۴۹۷۹
 - روش آزمایش تعیین مقدار هم‌ارز ماسه برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه استاندارد ۱۶۸۵
- مصالح سنگی نباید حاوی ترکیبات معدنی مستعد واکنش با قلیایی‌های سیمان (Na_2O و K_2O) باشد. چنانچه سوابق و آمار نشان دهد که مصالح در برابر قلیایی‌های سیمان واکنش‌زا هستند باید با نظر دستگاه نظارت و در صورت وجود منابع قرضه دیگر از مصرف این مصالح خودداری شده و یا با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی تمهیداتی جهت کنترل انبساط مخرب ناشی از واکنش مذکور در نظر گرفته شود.
- بررسی پتانسیل واکنش قلیایی مصالح سنگی باید با روش‌های زیر انجام گیرد:
- سنگ‌شناسی (پتروگرافی) مطابق استاندارد ASTM C295
 - آزمایش شیمیایی قابلیت واکنش‌زایی سنگ‌دانه‌ها مطابق استاندارد ۷۸۷۲ یا ASTM C289
 - آزمایش استوانه سنگی برای تعیین پتانسیل واکنش قلیایی کربناتی مطابق استاندارد ۷۶۵۶ یا ASTM C586
 - آزمایش منشور ملات تسریع شده استاندارد ۸۷۵۳ یا ASTM C1260 که روشی کوتاه مدت می‌باشد.
 - آزمایش منشور بتن براساس استاندارد ۸۱۴۹ یا ASTM C1293 که روشی بلندمدت (یک‌ساله) است.
- معیارهای پذیرش یا مردود بودن مصالح در چهار روش اخیر داده شده‌اند. در هر حال برای اطمینان از واکنش‌زا بودن مصالح مطمئن‌ترین روش، آزمایش منشور بتن می‌باشد. با این وجود نتایج آزمایش‌های کوتاه‌مدت نیز جهت شناخت پتانسیل واکنش‌زایی مورد عمل قرار می‌گیرند.

۵-۳-۳- منبع تهیه مصالح سنگی

لازم است پیمانکار مصالح سنگی بتن را از منابع قرضه مطالعه شده توسط دستگاه نظارت که در اسناد پیمان درج شده است تهیه نماید. در صورتی که پیمانکار مایل باشد از منبع قرضه دیگری استفاده کند، ضروری است بدون لطمه به برنامه زمان‌بندی اجرای پروژه، قرضه مورد نظر خود را طبق دستورالعمل‌های دستگاه نظارت مطالعه و کیفیت مناسب آن را جهت بهره‌برداری و مقرون به صرفه بودن استفاده از آن را اثبات نماید. بدین منظور باید از مصالح سنگی نمونه‌برداری کرده و نمونه‌ها طبق بند ۵-۳-۲ مورد آزمایش قرار گیرند.

موافقت دستگاه نظارت با معدن یا منبع قرضه پیشنهاد شده به مفهوم آن نخواهد بود که کلیه مصالح استخراج شده از آن منبع قابل استفاده است و مورد قبول قرار خواهد گرفت. بلکه دستگاه نظارت کماکان حق رد تمام یا قسمتی از منبع مذکور را در صورت عدم تطبیق با مشخصات فنی خواهد داشت. چنانچه محل منابع تغییر کند، یا هرگاه دستگاه نظارت ضروری تشخیص دهد، نمونه‌برداری و آزمایش‌ها تجدید خواهد شد. منطقه‌ای که مصالح دانه‌ای از آن استخراج خواهد شد باید ابتدا رویه‌برداری شده و از مواد زاید، درخت‌ها، بوته‌ها و ریشه‌ها، خاک و مواد بادرفتی تمیز گردد.

۵-۳-۴- ماسه (مصالح سنگی ریزدانه)

۵-۳-۴-۱- مشخصات کلی

حداقل ۹۵ درصد از ماسه‌ای که در بتن به کار می‌رود، باید از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) عبور کند. تمام دانه‌های ماسه باید از سرنندی که قطر سوراخ‌های آن ۹/۵ میلی‌متر ($\frac{3}{8}$ اینچ) است، عبور نماید. ماسه باید به هنگام ورود به دستگاه بتن‌ساز تمیز بوده و دارای رطوبت یکنواخت باشد.

۵-۳-۴-۲- کیفیت

ماسه باید متشکل از دانه‌های سخت، بادوام، متراکم و عاری از هر نوع قشر زاید و آغستگی بوده و دارای مشخصات زیر باشد:

۱- مواد زیان‌آور در ماسه نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول (۵-۱) تجاوز کند و روش اندازه‌گیری هر یک از مواد زیان‌آور باید مطابق این جدول باشد.

۲- افت وزنی ماسه در آزمایش سلامت طبق استاندارد ۴۴۹ پس از ۵ نوبت آزمایش با سولفات سدیم نباید از ۱۰ درصد تجاوز کند.

۳- ماسه نباید حاوی ناخالصی‌های آلی باشد. معمولاً با رویه‌برداری به صورت کامل و مناسب معدن و شستشوی ماسه از چنین ناخالصی‌هایی پرهیز می‌گردد. وجود ناخالصی‌های آلی در ماسه به کمک استاندارد ۴۹۷۹ مشخص می‌گردد.

۴- وزن مخصوص ماسه (براساس وزن دانه‌های اشباع شده با سطح خشک^۱) نباید مطابق استاندارد شماره ۴۹۸۰ از ۲۶ کیلونیوتن بر مترمکعب ($\frac{2}{6}$ گرم بر سانتی‌متر مکعب) کم‌تر باشد.

۵-۳-۴-۳- دانه‌بندی ماسه

ماسه‌ای که برای ساخت بتن به کار می‌رود از نوع ماسه طبیعی، ماسه شکسته و یا مخلوطی از آنها بوده و باید دارای دانه‌بندی پیوسته و به طور کلی با مشخصات سنگ‌دانه‌های بتن (استاندارد ۳۰۲) مطابقت داشته باشد. دانه‌بندی ماسه باید با جدول (۵-۲) مطابقت نماید توضیح این‌که باقی‌مانده مصالح بین دو الک متوالی نباید بیش از ۴۵ درصد وزن کل نمونه باشد. مدول نرمی^۲ ماسه نباید از $\frac{2}{3}$ کم‌تر و از $\frac{3}{1}$ بیش‌تر شود. تغییرات مدول نرمی در هنگام اجرای کار نباید بیش از $\frac{0}{2}$ نسبت به مدول نرمی میانگین در آزمایش‌های گذشته باشد. مدول نرمی ماسه از حاصل جمع درصدهای تجمعی مانده روی الک‌های شماره ۴، ۸، ۱۶، ۳۰، ۵۰ و شماره ۱۰۰ تقسیم بر ۱۰۰ به دست می‌آید.

1- Saturated Surface Dry (SSD)

2- Fineness Modulus

جدول ۵-۱- حداکثر مقادیر مجاز مواد زیان آور در سنگ‌دانه‌های ریز بتن و روش‌های آزمایش

نوع ماده زیان آور	حداکثر درصد وزنی مجاز در کل نمونه
کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست	۳
دانه‌های گذشته از الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلی‌متر)	۳۱
- بتن تحت سایش - سایر بتن‌ها	۵۱
زغال سنگ، لیگنیت، یا سایر مصالح سبک: - هنگامی که نمای ظاهری بتن حایز اهمیت است - سایر بتن‌ها	۰/۵ ۱
میکا	۱
سولفات‌ها برحسب (SO ₃ ⁻)	۰/۴۲
کلریدها بر حسب (Cl ⁻)	۰/۰۴۳

توضیحات:

۱- در مورد ماسه شکسته، اگر دانه‌های گذشته از الک شماره ۲۰۰ متشکل از پودر سنگ و عاری از رس باشند، می‌توان این مقادیر را به ترتیب به ۵ و ۷ درصد افزایش داد. این درصدها بر اساس دانه‌بندی ماسه گذشته از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴) محاسبه می‌شوند.

۲- مقدار کل سولفات قابل حل در آب بر حسب SO₃⁻ در مخلوط بتن و با احتساب SO₃⁻ موجود در سیمان، نباید از ۴ درصد بیش‌تر باشد و به هر حال مقدار کل سولفات موجود نباید از ۵ درصد وزن سیمان تجاوز کند.

۳- مقدار کلرید قابل حل در آب در مخلوط بتن، بر حسب درصد وزن سیمان، نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول ۶-۳-۳-۶ آیین‌نامه بتن‌ایران تجاوز کند.
ماخذ: آبا

۵-۳-۵- شن (مصالح سنگی درشت‌دانه)

۵-۳-۵-۱- مشخصات کلی

شن به بخشی از مصالح سنگی اطلاق می‌شود که حداقل ابعاد آن ۴/۷۵ میلی‌متر و حداکثر آن ۹۰ میلی‌متر می‌باشد. مصالح درشت‌دانه باید تمیز بوده و برای شستشوی آن از آب تمیز استفاده گردد. بزرگ‌ترین اندازه اسمی شن نباید از مقادیر زیر بیش‌تر باشد:

۱- یک پنجم کوچک‌ترین بعد داخلی قالب بتن

۲- یک سوم ضخامت دال

۳- سه چهارم حداقل فاصله آزاد بین میلگردها

۴- سه چهارم ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها

توضیح این‌که مطابق تبصره بند ۳-۴-۴ آیین‌نامه بتن ایران به کار بردن سنگ‌دانه‌های درشت‌تر از ۳۸ میلی‌متر در ساخت بتن مسلح توصیه نمی‌شود، ولی در هیچ حالت اندازه سنگ‌دانه‌ها نباید از ۶۳ میلی‌متر تجاوز کند.

جدول ۵-۲- دانه‌بندی ماسه

درصد رد شده از الک‌های استاندارد	اندازه الک‌های استاندارد
۱۰۰	۹/۵ میلی‌متر (۳/۸ اینچ)
۱۰۰-۹۵	۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)
۱۰۰-۸۰	۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)

ادامه جدول ۵-۲- دانه‌بندی ماسه

اندازه الک‌های استاندارد	درصد رد شده از الک‌های استاندارد
۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)	۸۵-۵۰
۰/۶ میلی‌متر (شماره ۳۰)	۶۰-۳۵
۰/۳ میلی‌متر (شماره ۵۰)	۳۰-۱۰
۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)	۱۰-۲

۵-۳-۲- کیفیت مصالح

مصالح درشت‌دانه از شن رودخانه‌ای یا سنگ شکسته و یا مخلوطی از این دو و یا سرباره کوره‌های آهن‌گدازی به‌دست می‌آید. این مصالح باید با رعایت مندرجات ردیف ۵-۳-۲-۲ با مشخصات زیر مطابقت داشته باشد:

- ۱- مصالح درشت‌دانه باید کاملاً سخت، مقاوم، بادوام و حدوداً مکعبی شکل و تمیز بوده و مقدار مواد آلی، کلوخه‌های رسی، پوشش و اندود خاکی، دانه‌های سست و شکننده و سایر موارد غیر قابل قبول و زیان‌آور آن از ارقام مندرج در استاندارد ۳۰۲ و یا ارقام مندرج در جدول (۵-۳) تجاوز نکند.
- ۲- درصد سایش مصالح درشت‌دانه به روش لوس آنجلس، نباید از ۱۰ درصد وزنی پس از ۱۰۰ دور یا ۳۵ درصد وزنی پس از ۵۰۰ دور تجاوز نماید.
- ۳- افت وزنی مصالح درشت‌دانه با محلول سولفات سدیم نباید از ۱۰ درصد تجاوز کند.
- ۴- شکل دانه‌های شن باید عموماً مدور یا مکعبی باشد. درصد دانه‌های پولکی و سوزنی در سنگ‌دانه‌های درشت نباید از مقادیر داده شده در جدول (۵-۴) تجاوز کند.
- ۵- مصالح سنگی درشت‌دانه نباید حاوی ترکیبات معدنی مستعد واکنش با قلیایی‌های سیمان ($\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$) باشد.
- ۶- در صورت مصرف سرباره کوره‌های آهن‌گدازی به عنوان مصالح درشت‌دانه، وزن واحد حجم این مواد نباید کم‌تر از ۱/۱۲۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد.

۵-۳-۳- دانه‌بندی

دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه در گروه اندازه‌های مختلف که با استفاده از سرندهای استاندارد تفکیک شده‌اند باید با دانه‌بندی جدول (۵-۵) تطبیق کند. در هر پروژه دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه مصرفی در عملیات مختلف بتنی باید با توجه به جدول (۵-۵)، در مشخصات فنی خصوصی قید شود ولی به هر حال دانه‌بندی‌های زیر را می‌توان برای انواع بتن‌های متفاوت توصیه نمود:

- دانه‌بندی‌های شماره ۸ و ۹ برای قطعات پیش‌ساخته بتنی
- دانه‌بندی‌های شماره ۷ و ۸ برای قطعات پیش‌تنیده
- دانه‌بندی‌های شماره ۵، ۷ و ۸ برای سایر بتن‌های مسلح
- دانه‌بندی‌های شماره ۳ و ۵ برای بتن‌های غیر مسلح و حجیم

دانه‌بندی‌های شماره ۶ و ۴ مربوط به حالتی است که مصالح درشت‌دانه باید به دو جز تقسیم شود و هر جز آن با یکی از دانه‌بندی‌های شماره ۸ و ۴ یا ۷ و ۶ تطبیق نماید.

جدول ۵-۳- مقادیر حداکثر مجاز مواد زبان آور در سنگ‌دانه‌های درشت بتن و روش‌های آزمایش

حداکثر درصد وزنی مجاز در کل نمونه	نوع ماده زبان آور
۰/۲۵	کلوخه‌های رسی
۵	دانه‌های نرم ^۱
۱	چرت به صورت ناخالصی ^۲
۳	- در معرض شرایط محیطی شدید
۵	- در معرض شرایط محیطی متوسط
۱۳	- در معرض شرایط محیطی ملایم
	دانه‌های گذشته از الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلی‌متر)
۰/۵	زغال سنگ، لیگنیت، یا سایر مصالح سبک:
۱	- هنگامی که نمای ظاهری بتن حایز اهمیت است.
	- سایر بتن‌ها
۳	دانه‌های سست شامل مجموعه کلوخه‌های رسی، دانه‌های نرم، چرت هوازده، گل‌سنگ (شیل) و شیت‌های متورق هوازده:
۵	- بتن نمایان
۷	- بتن تحت سایش
	- سایر بتن‌ها
۰/۴ ^۴	سولفات‌ها (SO ₃ ⁻)
۰/۰۲ ^۵	کلریدها (Cl ⁻)
توضیحات:	
<p>۱- این محدودیت فقط در مواردی حاکم است که نرمی هر یک از دانه‌های درشت به تنهایی با توجه به عملکرد بتن جنبه بحرانی دارد، از قبیل کف‌های پرتدد یا سایر مواردی که سختی سطح اهمیتی ویژه دارد.</p> <p>۲- این گونه چرت در ۵ سیکل در آزمایش سلامت یا ۵۰ سیکل در آزمایش یخ زدن و آب شدن (صفر تا ۴۰ درجه سلسیوس) از هم می‌پاشد، یا چگالی آن در حالت اشباع با سطح خشک، از ۲/۳۵ کم‌تر است. از هم پاشیدن به شکسته یا تکه شدن واقعی بر اساس آزمایش‌های عینی اطلاق می‌شود. این محدودیت‌ها فقط در مورد سنگ‌دانه‌هایی حاکم‌اند که چرت به عنوان ناخالصی آنها تلقی شود و در مورد شن‌هایی که بیش‌تر از چرت تشکیل یافته‌اند قابل اعمال نیست. محدودیت‌های مربوط به سلامت سنگ‌دانه‌ها باید بر سوابق بهره‌برداری از آنها در محیط مورد نظر استوار باشد.</p> <p>برای ملاحظه طبقه‌بندی شرایط محیطی به بند ۸-۲-۹-۲ آب رجوع شود.</p> <p>۳- در مورد دانه‌های شکسته، اگر دانه‌های گذشته از الک شماره ۲۰۰ متشکل از پودر سنگ و عاری از رس باشند، می‌توان این درصد را به ۱/۵ افزایش داد.</p> <p>۴- مقدار کل سولفات قابل حل در آب بر حسب SO₃⁻ در مخلوط بتن و با احتساب SO₃⁻ موجود در سیمان، نباید از ۴ درصد بیش‌تر باشد و به هر حال مقدار کل سولفات موجود نباید از ۵ درصد وزن سیمان تجاوز کند.</p> <p>۵- مقدار کلرید قابل حل در آب مخلوط بتن، بر حسب درصد وزن سیمان، نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول ۶-۳-۳-۳-۶ آب تجاوز کند.</p> <p>ماخذ: آب‌آ</p>	

۵-۳-۶- انبار کردن مصالح دانه‌بندی شده

مصالح دانه‌بندی شده، اعم از ریز یا درشت‌دانه، باید به نحوی انبار و نگهداری شود که از مخلوط شدن با سایر مصالح و یا مواد زیان‌آور مصون مانده و همچنین دانه‌بندی‌ها به هم نخورد. مصالح باید در چهار قسمت به شرح جدول (۵-۶) به طور مجزا انبار شود و برای جلوگیری از مخلوط شدن آنها بین توده‌های مختلف موانعی وجود داشته باشد. هنگام دپو نمودن مصالح، پیمانکار باید مراقبت کند تا باد باعث جدا شدن مصالح ریزدانه ماسه نگردد. دپوها باید مجهز به زهکش باشد، به طوری که آب‌های بیش از مقدار آب موجود در سنگ‌دانه‌ها (در حالت اشباع با سطح خشک) ظرف ۲۴ ساعت تخلیه گردد. ماسه باید با رطوبت یکنواخت و ثابتی به مخلوط‌کن برسد و میزان رطوبت آن نباید از شش درصد وزن خشک آن تجاوز کند. تغییرات مقدار رطوبت نباید ساعت به ساعت از ۰/۵ درصد یا در طول یک مرحله بتن‌ریزی ۱۰ ساعته از ۲ درصد تجاوز کند. به طور کلی، نحوه انبار کردن مصالح و خارج نمودن آنها از دپو باید طوری باشد که مخلوط کردن یکنواخت دانه‌ها از نقطه نظر ترکیب دانه‌بندی را تسهیل نماید.

قبل از شروع عملیات بتن‌ریزی، باید مصالح سنگی در کلیه اندازه‌ها و ابعاد تعیین شده در مشخصات فنی، به اندازه کافی و بسته به حجم عملیات، انبار شده و در دسترس قرار گیرد تا بتوان عملیات بتن‌ریزی را بدون وقفه انجام داد. به علاوه، دپوی مصالح سنگی، شامل ریزدانه یا درشت‌دانه باید جواب‌گوی کلیه نیازهای عملیات بتن‌ریزی در یک دوره کاری مورد تایید دستگاه نظارت باشد. وسایل و تجهیزات بارگیری و تخلیه در دپوها باید به نحوی باشد که وسیله مذکور روی مصالح حرکت نکند، مگر این‌که قبلاً به تشخیص دستگاه نظارت حرکت وسایل نقلیه روی مصالح سنگی بلامانع اعلام شده باشد.

جدول ۵-۴- مقادیر حداکثر مجاز سنگ‌دانه‌های پولکی و سوزنی در سنگ‌دانه‌های درشت

حداکثر درصد وزنی مجاز	نوع سنگ‌دانه
۳۰	دانه‌های پولکی: سنگ‌دانه‌های مانده روی الک ۶/۳ میلی‌متر ($\frac{1}{4}$ اینچ)
۳۵	دانه‌های سوزنی: سنگ‌دانه‌های با حداکثر اندازه ۶۳ یا ۵۰ میلی‌متر ($1\frac{1}{4}$ یا ۲ اینچ)
۴۰	سنگ‌دانه‌های با حداکثر اندازه ۳۸ یا ۲۵ و ۱۹ میلی‌متر ($1\frac{1}{4}$ یا ۱ یا $\frac{3}{4}$ اینچ)
۴۵	سنگ‌دانه‌های با حداکثر اندازه ۱۲/۵ یا ۹/۵ میلی‌متر ($\frac{1}{2}$ یا $\frac{3}{8}$ اینچ)

۵-۳-۷- حمل مصالح سنگی

بارگیری و حمل سنگ‌دانه‌ها باید به گونه‌ای صورت گیرد که مصالح بدون آغشتگی با خاک و مواد زاید جابه‌جا شوند؛ به علاوه باید دقت نمود که به هنگام جابه‌جایی یک نوع مصالح، دانه‌های درشت و ریز از همدیگر جدا نشوند و مصالح به طور یکنواخت بارگیری، حمل و تخلیه گردد.

۵-۳-۸- تجهیزات و دستگاه‌های تهیه مصالح سنگی

تجهیزات برای تهیه مصالح سنگی باید قادر به تولید مصالح مورد قبول و با ظرفیت تولید کافی و متناسب با نیاز پروژه و با رعایت برنامه زمان‌بندی باشد. قبل از سفارش تجهیزات لازم است پیمانکار اطلاعات زیر را برای بررسی و تایید در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد:

- نمودار گردش کار^۱ تهیه مصالح
 - نقشه موقعیت نصب دستگاه‌ها و ماشین‌آلات و دیپوی مصالح و محل تخلیه مواد زاید و آب شستشوی مصالح
 - شرح و مشخصات دستگاه‌ها و تجهیزات مربوط به آن شامل نوع، ابعاد، ظرفیت هر یک و غیره
 - پیش‌بینی‌های لازم برای کنترل گرد و خاک
- بررسی و تایید دستگاه‌ها و تجهیزات مربوط به آن توسط دستگاه نظارت رافع مسوولیت پیمانکار در امر تهیه مصالح نبوده و نهایتاً کیفیت مصالح سنگی و دانه‌بندی آنها باید طبق مشخصات تعیین شده باشد.

جدول ۵-۵- دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های درشت

درصد وزنی عبور کرده از الک													ردیف
اندازه الک استاندارد (با سوراخ‌های مربعی شکل) - میلی‌متر													
۱۰۰	۹۰	۷۵	۶۳	۵۰	۳۷/۵	۲۵	۱۹	۱۲/۵	۹/۵	۴/۷۵	۲/۳۶	۱/۱۸	حداقل و حداکثر قطر دانه‌ها
۴ اینچ	۳/۵ اینچ	۳ اینچ	۲/۵ اینچ	۲ اینچ	۱/۵ اینچ	۱ اینچ	۳/۴ اینچ	۱/۲ اینچ	۳/۸ اینچ	نمره ۴	نمره ۸	نمره ۱۶	
۱۰۰	۹۰-۱۰۰		۲۵-۶۰		۰-۱۵		۰-۵						۱ از ۳۷/۵ تا ۹۰ میلی‌متر (از ۱/۵ اینچ تا ۳/۵ اینچ)
		۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۳۵-۷۰	۰-۱۵		۰-۵						۲ از ۳۷/۵ تا ۶۳ میلی‌متر (از ۱/۵ اینچ تا ۲/۵ اینچ)
			۱۰۰	۹۵-۱۰۰		۳۵-۷۰		۱۰-۳۰		۰-۵			۳ از ۴/۷۵ تا ۵۰ میلی‌متر (از نمره ۲ تا ۴ اینچ)
				۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۲۰-۵۵	۰-۱۵		۰-۵				۴ از ۱۹ تا ۳۷/۵ میلی‌متر (از ۳/۴ اینچ تا ۱/۵ اینچ)
				۱۰۰	۹۵-۱۰۰		۳۵-۷۰		۱۰-۳۰	۰-۵			۵ از ۴/۷۵ تا ۳۷/۵ میلی‌متر (از نمره ۴ تا ۱/۵ اینچ)
			۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۳۵-۷۰	۰-۱۵		۰-۵					۶ از ۲۵ تا ۵۰ میلی‌متر (از ۱ اینچ تا ۲ اینچ)
					۱۰۰	۹۵-۱۰۰		۲۵-۶۰		۰-۱۰	۰-۵		۷ از ۴/۷۵ تا ۲۵ میلی‌متر (از نمره ۴ تا ۱ اینچ)
						۱۰۰	۹۰-۱۰۰		۲۰-۵۵	۰-۱۰	۰-۵		۸ از ۴/۷۵ تا ۱۹ میلی‌متر (از نمره ۴ تا ۳/۴ اینچ)
							۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۴۰-۷۰	۰-۱۵	۰-۵		۹ از ۴/۷۵ تا ۱۲/۵ میلی‌متر (از نمره ۴ تا ۱ اینچ)
								۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۱۰-۳۰	۰-۱۰	۰-۵	۱۰ از ۲/۳۶ تا ۹/۵ میلی‌متر (از نمره ۸ تا ۳/۸ اینچ)

مرجع: ASTM C33

جدول ۵-۶- تقسیم‌بندی چهارگانه مصالح در انبار

اندازه اسمی مصالح دانه‌بندی	حدود اندازه مصالح (میلی‌متر)
دانه‌بندی ریز	۰-۴/۷۵
دانه‌بندی ۱۹ میلی‌متری	۴/۷۵-۱۹
دانه‌بندی ۳۸ میلی‌متری	۱۹-۳۸
دانه‌بندی ۷۵ میلی‌متری	۳۸-۷۵
اعداد مندرج در این جدول سر راست شده عددهای نظیر در جدول‌های (۲-۵) و (۴-۵) است.	

۵-۳-۹- نمونه‌برداری و آزمایش

آزمایش و بررسی مصالح سنگی به منظور کنترل کیفیت و مشخصات آنها در مراحل مختلف، هنگام تولید، پس از تولید و هنگام به‌کار بردن باید زیر نظر و کنترل دستگاه نظارت صورت گیرد. نمونه‌برداری پس از تولید یا در مقصد از این حیث که به بهترین نحو معرف سنگ‌دانه‌ای است که واقعا در بتن مصرف می‌شود ارجحیت دارد. حداقل مقدار لازم برای نمونه ماسه برابر ۱۰ کیلوگرم و برای شن به شرح زیر می‌باشد:

بزرگ‌ترین اندازه سنگ‌دانه (mm)	۹/۵	۱۲/۵	۱۹	۲۵	۳۷/۵	۵۰	۶۳	۷۵	۹۰
حداقل وزن نمونه (kg)	۱۰	۱۵	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۱۷۵

پیمانکار باید برنامه و روش‌های اجرایی تهیه مصالح سنگی و کنترل کیفیت را برای بررسی و تصویب و در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد. دستگاه نظارت در مورد بازدید کارگاه، نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌های لازم اقدام می‌کند. پیمانکار باید نیروی انسانی و تسهیلات لازم برای نمونه‌برداری را در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.

۵-۴- آب

آب مصرفی برای شستشوی سنگ‌دانه‌ها، ساختن و عمل آوردن بتن باید تمیز و صاف باشد. باید از مصرف آب حاوی مقدار زیاد از هر نوع ماده قادر به صدمه زدن به بتن یا آرماتور از قبیل روغن‌ها، اسیدها، قلیایی‌ها، املاح، مواد قندی و مواد آلی خودداری کرد. مقدار PH آب مصرفی در بتن نباید از ۵ کم‌تر و از ۸/۵ بیش‌تر باشد. به طور کلی آب آشامیدنی برای ساختن بتن رضایت‌بخش تلقی می‌شود.

آب غیر آشامیدنی مورد تردید را تنها در صورت مطابقت با ضوابط و آزمایش‌های مندرج به شرح زیر می‌توان به‌کار برد.

- حداکثر مقادیر مواد زیان آور در آب از مقادیر مجاز داده شده در جدول (۷-۵) نباید تجاوز کند.
- انتخاب نسبت‌های اختلاط بتن باید بر اساس آبی باشد که در کارگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- مقاومت‌های ۷ و ۲۸ روزه آزمون‌های ملات ساخته شده با آب غیر آشامیدنی باید حداقل معادل ۹۰ درصد مقاومت‌های نظیر آزمون‌های مشابه ساخته شده با آب مقطر باشند.
- زمان‌گیری سیمان با آب غیر آشامیدنی نباید بیش از یک ساعت زودتر تا ۱/۵ ساعت دیرتر از نتیجه به‌دست آمده با آب مقطر باشد.

- آزمایش سلامت سیمان با آب غیرآشامیدنی نباید بیش از میزان مجاز مربوط به آب مقطر باشد. با توجه به اثرات تخریبی مواد شیمیایی، علاوه بر محدودیت‌های بالا در مورد آب مصرفی، مقدار کل مواد زیان آور که با سنگ‌دانه‌ها، آب، مواد افزودنی و سیمان وارد بتن می‌شود باید با محدودیت‌های بند ۵-۷-۳ این نشریه مطابقت کند. هر زمان که دستگاه نظارت صلاح بداند، دستور انجام آزمایش‌های لازم را قبل از مصرف آب صادر می‌نماید.

۵-۵- فولاد (میلگرد)

وضعیت، کیفیت و مشخصات میلگردها که در بتن به کار برده می‌شود، باید مطابق فصل دهم این نشریه باشد.

۵-۶- مواد افزودنی

ماده افزودنی ماده‌ای است به غیر از سیمان پرتلند، سنگ‌دانه و آب که به صورت پودر یا مایع، به‌عنوان یکی از مواد تشکیل‌دهنده بتن و برای اصلاح خواص بتن کمی قبل از اختلاط یا در هنگام اختلاط به آن افزوده می‌شود. مصرف این‌گونه مواد و مقدار آنها جز با تایید دستگاه نظارت مجاز نیست. عملکرد یا موثر بودن مواد افزودنی باید قبل از مصرف و به کمک نمونه‌های مخلوط بتن مورد آزمایش قرار گرفته و مورد تایید باشد. در صورتی که بیش‌تر از یک نوع ماده افزودنی به کار رود، باید سازگاری مواد مصرفی با یکدیگر بر اساس گواهی معتبر به تایید دستگاه نظارت برسد. در سازه‌های بتن مسلح از مواد افزودنی حاوی کلرید کلسیم نباید استفاده نمود.

جدول ۵-۷- حداکثر مقادیر مجاز برای مواد زیان آور در آب مصرفی بتن و روش‌های آزمایش

نوع ماده زیان آور	شرح	حداکثر غلظت مجاز (قسمت در میلیون)
ذرات جامد معلق	بتن مسلح در شرایط محیطی شدید و بتن پیش تنیده بتن مسلح در شرایط محیطی ملایم و بتن بدون آرماتور	۱۰۰۰ ۲۰۰۰
مواد محلول	بتن مسلح در شرایط محیطی شدید و بتن پیش تنیده بتن مسلح در شرایط محیطی ملایم بتن بدون آرماتور و بدون اقلام فلزی مدفون	۱۰۰۰ ۲۰۰۰ ۳۵۰۰۰
کلرید (Cl ⁻)	بتن مسلح در شرایط محیطی شدید، بتن پیش تنیده و بتن عرشه پل‌ها سایر موارد بتن مسلح، در شرایط مرطوب یا دارای مواد آلومینیومی یا فلزات غیر مشابه، یا دارای قالب‌های گالوانیزه دائمی بتن بدون آرماتور و بدون اقلام فلزی مدفون	۵۰۰ ^۱ ۱۰۰۰ ^۱ ۱۰۰۰۰
سولفات (SO ₄ ²⁻)	بتن مسلح و بتن پیش تنیده بتن بدون آرماتور و بدون اقلام فلزی مدفون	۱۰۰۰ ^۱ ۳۰۰۰ ^۲
قلیایی‌های (Na ₂ O+0.658K ₂ O)		۶۰۰
توضیحات:		
۱- مقدار کل یون کلرید قابل حل در آب مخلوط بتن، بر حسب درصد وزنی سیمان، نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول (۶-۳-۳-۶) آیین‌نامه بتن ایران تجاوز کند.		
۲- مقدار کل سولفات قابل حل در آب بر حسب SO ₃ ²⁻ در مخلوط بتن و با احتساب SO ₃ ²⁻ موجود در سیمان نباید از ۴ درصد بیش‌تر باشد و به هر حال مقدار کل سولفات موجود نباید از ۵ درصد وزن سیمان تجاوز کند. و نیز به جدول (۶-۳-۳-۳) آیین‌نامه بتن ایران در مورد بتن در معرض سولفات‌ها در شرایط گوناگون محیطی رجوع شود.		

برخی از مواد افزودنی به دلیل از دست دادن کیفیت خود نباید به مدت طولانی نگهداری شوند. در صورت تردید باید با انجام آزمایش‌های لازم، سلامت آنها تایید شود.

اندازه‌گیری مواد افزودنی باید با دقت انجام پذیرد و لازم است با استفاده از وسایل اندازه‌گیری مدرج به میزان مقادیر از پیش تعیین شده اندازه‌گیری و به مخلوط بتن اضافه شود. رواداری وزنی مواد افزودنی نسبت به وزن تعیین شده در طرح اختلاط مصوب نباید از ۳ درصد تجاوز نماید. در مصرف مواد افزودنی توجه به دستورالعمل‌های کارخانه تولیدکننده ضرورت دارد. مواد افزودنی باید دارای بسته‌بندی مناسب بوده و بر روی آن نام کارخانه سازنده، نام محصول، تاریخ تولید، وزن یا حجم، دستورالعمل‌های نگهداری و کاربرد آن درج شده باشد. به طور کلی مواد افزودنی به دو قسمت عمده شامل افزودنی‌های شیمیایی و معدنی به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۵-۶-۱- انواع مواد افزودنی شیمیایی

مواد افزودنی شیمیایی باید دارای ویژگی‌های مندرج در استاندارد ۲۹۳۰ باشند. متداول‌ترین انواع مواد افزودنی شیمیایی قابل مصرف در بتن به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- مواد افزودنی حباب‌ساز
- مواد افزودنی کاهنده آب
- مواد افزودنی کندگیر کننده
- مواد افزودنی تسریع کننده
- مواد خمیری کننده و روان کننده
- مواد افزودنی متفرقه

۵-۶-۱-۱- مواد افزودنی حباب‌ساز

ماده افزودنی حباب‌ساز ماده‌ای است که در بتن حباب‌های بسیار ریز هوا که به طور یکنواخت در حجم بتن توزیع می‌شوند، ایجاد می‌کند. این حباب‌ها پس از سخت شدن در بتن باقی می‌ماند و پایایی بتن را در برابر رطوبت و تناوب‌های ذوب و انجماد افزایش می‌دهند. همچنین این مواد موجب افزایش کارایی بتن تازه و جلوگیری یا کاهش آب انداختن بتن و جدا شدن مواد متشکله از یکدیگر می‌شود. با به کار بردن مواد حباب‌زا نفوذناپذیری بتن سخت شده به میزان قابل توجهی بیش تر شده و مقاومت آن در برابر پوسته‌شدگی سطحی ناشی از یخ‌زدهای شیمیایی زیاد می‌شود. یادآوری می‌شود که استفاده از مواد حباب‌ساز موجب کاهش مقاومت بتن می‌شوند.

مواد حباب‌ساز باید به صورت محلول و به عنوان قسمتی از آب اختلاط بتن به کار برده شود. وقتی که از مواد حباب‌ساز استفاده می‌شود، مقدار هوای موجود در بتن باید دقیقاً تعیین شده و همواره کنترل شود.

۵-۶-۱-۲- مواد افزودنی کاهنده آب

مواد افزودنی کاهنده آب به منظور تقلیل مقدار آب مصرفی در شرایط یکسان روانی بتن، یا افزایش روانی بتن در شرایط یکسان میزان آب مصرفی به کار می‌رود. با مصرف این مواد، در شرایط یکسان مصرف سیمان و اسلایم بتن، به علت کاهش نسبت آب به سیمان، مقاومت بتن عموماً افزایش می‌یابد. مواد افزودنی کاهنده آب به دو نوع کاهنده معمولی و کاهنده قوی آب تقسیم می‌شود.

۵-۶-۱-۳- مواد افزودنی کندگیر کننده

مواد افزودنی کندگیر کننده به منظور ایجاد تاخیر در گیرش بتن به کار می‌رود. به هنگام بتن‌ریزی در هوای گرم سرعت گیرش بتن افزایش یافته و بتن‌ریزی و پرداخت سطح با مشکل مواجه می‌شود، لذا در چنین مواقعی با استفاده از کندگیر کننده‌ها می‌توان گیرش اولیه بتن را به تعویق انداخت. این مواد به سه نوع کندگیر کننده، کندگیر کننده و کاهنده معمولی آب، کندگیر کننده و کاهنده قوی آب تقسیم می‌شود.

۵-۶-۱-۴- مواد افزودنی تسریع کننده

ماده افزودنی تسریع کننده به منظور تسریع در گیرش بتن، یا تسریع در کسب مقاومت بتن در سن کم‌تر، یا به هر دو منظور به کار می‌رود. در کارهای بتنی در هوای سرد با مصرف این مواد می‌توان زمان لازم برای حفاظت موقت را تقلیل داد یا در سنین اولیه مقاومتی بیش‌تر به دست آورد به طوری که بتوان به سرعت از سازه بهره‌برداری کرد یا قالب‌ها را برای استفاده مجدد با سرعت بیش‌تر آزاد کرد.

کلرید کلسیم متداول‌ترین ماده افزودنی تسریع کننده است که مشخصات آن باید با استاندارد ASTM D98 مطابقت نماید. کلرید کلسیم ماده‌ای ضدیخ نیست و برای کاهش نقطه انجماد بتن نباید از آن استفاده کرد. مقدار مصرف کلرید کلسیم نباید از ۲ درصد وزنی سیمان تجاوز کند. استفاده از کلرید کلسیم در بتن‌های غیر مسلح ساخته شده از سیمان ضد سولفات و هر نوع بتن مسلح مجاز نمی‌باشد.

۵-۶-۱-۵- مواد خمیری کننده و روان کننده

مواد خمیری کننده و روان کننده به منظور بهبود کارایی بتن به ویژه در مواردی از قبیل پرداخت بتن با ماله آهنی، بتن‌ریزی با پمپ یا قیف و لوله، بتن‌ریزی اعضای با تراکم زیاد میلگرد به کار می‌روند. با استفاده از فوق روان کننده، می‌توان بتنی روان تهیه کرد. باید دقت نمود که اثر فوق روان کننده‌ها، عموماً در محدوده زمانی کوتاه ۳۰ تا ۶۰ دقیقه است و بعد از آن کارایی به شدت افت می‌کند. مشخصات مواد افزودنی خمیری کننده و فوق روان کننده‌ها باید با استاندارد ۲۹۳۰ مطابقت داشته باشند.

۵-۶-۲- مواد افزودنی معدنی

مواد افزودنی معدنی به صورت طبیعی یا جزو محصولات فرعی یا زاید کارخانجات صنعتی هستند که به صورت پودر عرضه می‌شوند. این مواد به منظور بهبود خواص فیزیکی، افزایش کارایی، کاهش آب انداختن، کاهش دمای داخلی بتن‌های حجیم، کاستن یا از بین بردن قابلیت انبساط ناشی از واکنش قلیایی سنگ‌دانه‌ها، کاهش دهنده نفوذپذیری بتن در مقابله با محیط‌های مخرب و غیره، در ساخت بتن استفاده می‌شوند. مصرف این مواد باید پس از انجام آزمایشات اولیه و به دستور دستگاه نظارت صورت گیرد. این مواد را می‌توان به شرح زیر تقسیم‌بندی کرد.

۵-۶-۲-۱- پوزولان‌ها

الف - پوزولان‌های طبیعی

پوزولان‌های طبیعی به غیر از خاک‌های دیاتومه، منشاء آتشفشانی دارند، مانند خاکسترهای آتشفشانی یا پامیس‌ها، توف‌ها، چرت‌های اپال و شیل‌ها. مشخصات انواع پوزولان‌های طبیعی یا تکلیس شده^۱ باید با استاندارد ۳۴۳۳ مطابقت نماید.

ب- پوزولان‌های مصنوعی

عبارتند از:

- خاکستر بادی نوع F: خاکستر حاصل از احتراق پودر ذغال‌سنگ در نیروگاه‌های حرارتی است.
- خاکستر بادی نوع C: دارای اکسید کلسیم بیش‌تر بوده و از احتراق لیگنیت^۲ حاصل می‌شود.
- دوده سیلیسی: پوزولان مصنوعی بسیار فعالی است که محصول فرعی کوره‌های الکتریکی در جریان تولید سیلیسیم یا آلیاژهای آن به خصوص فروسیلیس به‌دست می‌آید.

۵-۶-۲-۲- مواد شبه‌سیمانی

موادی هستند که به تنهایی در مجاورت آب خواص سیمانی (گیرش و سخت شدن) از خود نشان می‌دهند. این مواد شامل سرباره کوره آهن‌گدازی نرم آسیاب شده، سیمان‌های طبیعی و آهک آب دیده می‌باشند. مشخصات فنی استاندارد برای سرباره کوره آهن‌گدازی نرم آسیاب شده جهت مصرف در بتن و ملات در ASTM C 989 شرح داده شده است.

1- Natural Calcined Pozzolan

2- Lignite: ذغال‌سنگ قهوه‌ای

۵-۶-۲-۳- مواد پوزولانی سیمانی

سرباره‌های کوره آهن‌گدازی و بعضی خاکسترهای بادی دارای هر دو خاصیت پوزولانی و سیمانی هستند؛ به طور مثال خاکستر بادی نوع C با حدود ۱۵ تا ۳۰ درصد کلسیم در این رده قرار می‌گیرد.

۵-۶-۲-۴- مواد بی‌اثر

از آسیاب کردن سنگ‌های در دسترس یا شن و ماسه طبیعی می‌توان پودر سنگی به‌دست آورد که خاصیت پوزولانی یا سیمانی ندارد. ولی کارایی و بعضی خواص دیگر بتن تازه و سخت شده را بهبود می‌بخشد. زمانی که ماسه مصرفی فاقد ریزدانه مناسب باشد، استفاده از پودر سنگ به جای بخشی از ماسه می‌تواند کارساز باشد.

۵-۷- پایایی (دوام) بتن^۱

بتنی که دارای مقاومت نسبتاً زیاد بوده و به روش صحیح ریخته شده باشد، در شرایط محیطی معمولی پایایی کافی خواهد داشت، اما همان شرایط ممکن است اثرات زیان‌باری بر روی بتن ضعیف داشته و موجب تجزیه و فروپاشی بتن گردد. اثرات آب و هوایی ناشی از پدیده مخرب یخ زدن و آب شدن، تر و خشک شدن متناوب، فعل و انفعالات شیمیایی نامطلوب و سایش و فرسایش از جمله عواملی هستند که پایایی بتن را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برای پوشش بتنی کانال‌ها که غالباً در معرض تر و خشک شدن و یا یخبندان متناوب هستند باید بتنی پایا تامین نمود. عمل‌آوری خوب تاثیر بسزایی در افزایش مقاومت، عدم نفوذپذیری و پایایی بتن دارد.

جهت حصول پایایی مناسب لازم است نسبت آب به سیمان بتن بهینه باشد، مصالح تشکیل دهنده آن سالم باشند، متراکم و خوب ساخته شده و به طور صحیح عمل‌آوری گردد؛ در صورتی که بتن در معرض پدیده یخ زدن و آب شدن باشد بین ۴ تا ۶ درصد حباب هوا داشته و در حالت‌هایی که امکان فعل و انفعالات شیمیایی وجود دارد، اقدامات پیشگیری به شرحی که در زیر خواهد آمد، صورت گیرد.

۵-۷-۱- محدودیت نسبت آب به سیمان

نفوذپذیری کم و آب‌بند بودن بتن برای تامین پایایی بتن ضروری است. انتخاب نسبت کم آب به سیمان، تراکم کافی و عمل‌آوری صحیح که منجر به نفوذپذیری کم در بتن می‌شود، سبب می‌شود که بتن در مقابل یخ زدن و آب شدن و نفوذ آب‌های حاوی مواد واکنش‌زا پایایی خوبی داشته باشد. لذا برای تامین پایایی بتن در شرایط محیطی ویژه لازم است محدودیت‌های نسبت آب به سیمان مطابق جدول (۵-۸) رعایت گردد.

۵-۷-۲- بتن مقاوم در برابر یخ زدگی و نمک‌های یخ زدا

در مناطق دارای شرایط سخت آب و هوایی که قطعات بتنی به دفعات تحت یخ زدن و آب شدن قرار دارند و همچنین در مواردی که جهت یخ زدایی رویه‌های بتنی از مواد یخ‌زدا استفاده می‌شود، لازم است از بتنی استفاده گردد که مقاومت زیادی در مقابل یخ‌زدگی داشته باشد. بتن با سنگ‌دانه‌های خوب، نسبت آب به سیمان در حد مجاز مطابق جدول (۵-۸) و دارای حباب هوا در حدود مقادیر ذکر شده در جدول (۵-۹) به نحو رضایت بخشی در مقابل یخ‌زدن و آب شدن و کاربرد کلرید سدیم یا کلرید کلسیم برای زدودن یخ پایایی خواهد داشت. (یادآوری می‌شود از عوامل یخ‌زدا شامل سولفات آمونیوم یا نیترات آمونیوم به دلیل حملات شیمیایی آنها به بتن اصلاً نباید استفاده کرد). در صورتی که مقاومت فشاری مشخصه بتن از ۳۵ مگاپاسکال بیش‌تر باشد می‌توان مقادیر هوای مندرج در جدول (۵-۹) را به میزان یک درصد کاهش داد. یادآوری می‌شود که در شرایط مساوی نسبت آب به سیمان برای دو نمونه بتن، بتنی که دارای حباب هوای بیش‌تر است مقاومت فشاری کم‌تری خواهد داشت. لذا در حالت استفاده از مواد افزودنی حباب‌ساز لازم است طرح اختلاط بتن با درصد مواد افزودنی مورد نیاز توسط آزمایشگاه تهیه و بتن مربوط به آن مورد آزمایش قرار گیرد، به نحوی که مقاومت مشخصه بتن با الزامات پروژه مطابقت داشته باشد. جهت ارزیابی مقاومت بتن در مقابل یخ‌زدن و آب شدن لازم است از آزمایش (دت ۶۱۸) و یا (دت ۶۱۹) استفاده گردد.

۵-۷-۳- بتن مقاوم در برابر حملات شیمیایی

مقاومت بتن در برابر حملات مخرب شیمیایی عموماً کم‌تر از مقاومت آن در برابر عوامل دیگر است. انواع متداول حملات شیمیایی عبارت است از واکنش سولفات‌ها، آب دریا و آب‌های معدنی اسیدی و خوردگی میلگردها در سازه‌های بتن مسلح.

مقاومت بتن در برابر حمله سولفات‌ها را باید از طریق به‌کار بردن بتن متراکم، نسبت کم آب به سیمان و مصرف سیمان پرتلندی که دارای مقاومت لازم در برابر سولفات‌ها باشد به دست آورد. برای انتخاب نوع سیمان و نسبت آب به سیمان بتنی که در معرض سولفات‌های موجود در خاک یا آب‌های زیرزمینی قرار می‌گیرند، باید از سیمانی که در مشخصات فنی خصوصی توسط طراح توصیه شده است، استفاده نمود. بتنی که در معرض حمله سولفات‌ها قرار می‌گیرد، باید با دقت عمل‌آورده شود. روش عمل‌آوری بتن با کمک رطوبت، مناسب‌تر از انواع دیگر آن است.

شدت حمله شیمیایی سولفات‌ها به بتن در درجه حرارت‌های بالا، فشار زیاد و یا مواردی که بتن در معرض سایش مکانیکی مانند جریان سریع آب و موج‌های آب دریا یا در معرض یخ زدن و آب شدن و تر و خشک شدن‌های متناوب قرار دارد، افزایش می‌یابد. افزودن کلرور کلسیم به بتن با توجه به مندرجات بند (۵-۶-۱-۴) مجاز نبوده و این ماده مقاومت بتن را در برابر حمله سولفات‌ها کاهش می‌دهد. با توجه به این‌که آب دریا حاوی مقدار زیادی سولفات است، اعمال توصیه‌های انجام شده برای جلوگیری از حمله شیمیایی سولفات‌های آب دریا به بتن الزامی خواهد بود.

جدول ۵-۸- الزامات مربوط به شرایط محیطی ویژه

حدائق مقاومت مشخصه (Mpa) بتن با سنگ‌دانه‌های معمولی و سبک‌وزن	حداکثر نسبت آب به سیمان، بتن با سنگ‌دانه‌های معمولی	شرایط محیطی
۲۵	۰/۵ ۰/۴۵	بتن آب‌بند: الف - در معرض آب شیرین ب - در معرض آب شور یا آب دریا
۳۰	۰/۴۵	بتن در معرض یخ زدن و آب شدن در شرایط مرطوب، تر و خشک شدن مکرر یا مواد شیمیایی یخ زدا
۳۵	۰/۴	برای حفاظت در برابر خوردگی در سازه‌های بتن مسلحی که در معرض کلریدهای ناشی از مواد شیمیایی یخ زدا، نمک، آب شور، آب لب‌شور، آب دریا یا ترشح مواد مزبور قرار دارند.

ماخذ: آبا و ACI

جدول ۵-۹- مقدار کل حباب‌های هوا برای بتن مقاوم در برابر یخ زدن و آب شدن

مقدار هوا، درصد ^۱		حداکثر اندازه اسمی سنگ‌دانه میلی‌متر
شرایط محیطی متوسط ^۳	شرایط محیطی شدید ^۲	
۶	۷/۵	۹/۵
۵/۵	۷	۱۲/۵
۵	۶	۱۹/۰
۴/۵	۶	۲۵/۰
۴/۵	۵/۵	۳۸/۰

۱- رواداری مقدار هوا در محل مصرف $\pm 1/5$ درصد است.
 ۲- مقصود از شرایط محیطی شدید آن است که بتن، قبل از یخ زدن در تماس تقریباً مداوم با رطوبت قرارگیرد یا تحت اثر مواد شیمیایی یخ‌زدا باشد. مانند: رویه‌های بتنی، عرشه‌پل‌ها، پیاده‌روها و مخازن آب
 ۳- مقصود از شرایط محیطی متوسط آن است که بتن، قبل از یخ زدن در هوای سرد فقط گاهی در تماس با رطوبت قرارگیرد، یا تحت اثر مواد شیمیایی یخ‌زدا نباشد، مانند بعضی تیرها و دیوارهای خارجی و نیز دال‌هایی که در تماس مستقیم با خاک نباشند.
 ماخذ: آبا

در مواردی که سولفات‌ها همراه مصالح سنگی وارد مخلوط بتن می‌شود، ممکن است اثرات تخریبی آنها در درازمدت (حتی احتمالاً پس از ۵ تا ۱۰ سال) ظاهر شده و به تدریج باعث از هم پاشیدن بتن گردد. در این موارد، لازم است میزان سولفات موجود در مصالح سنگی به $0/1$ درصد وزن مصالح محدود شود و تا حد امکان از مواد پوزولانی طبیعی و خاکستر بادی (به میزان ۱۵ تا ۳۰ درصد وزن سیمان) و دوده سیلیسی (به میزان ۵ تا ۱۰ درصد وزن سیمان) در بتن استفاده شود. نظر به این که مقدار زیاد سولفات موجود در عوامل متشکله بتن نهایتاً سبب انبساط و فروپاشیدگی بتن خواهد شد، لذا مقدار کل سولفات قابل حل در آب مخلوط بتن بر حسب SO_3^{--} نباید از ۴ درصد وزن سیمان بیش‌تر باشد و مقدار کل سولفات موجود نباید از ۵ درصد وزن سیمان در مخلوط تجاوز کند. رعایت محدودیت‌های جداول (۵-۱)، (۵-۳) و (۵-۷) الزامی است.

۵-۷-۴- خوردگی آرماتور در اثر کلریدها^۱

عامل خوردگی میلگردها، کلریدهای محلول در آب هستند و لازم است برای سازه‌های بتن مسلح در معرض رطوبت محدودیت‌های بیش‌تر در نظر گرفت. به منظور حفاظت میلگردها در برابر خوردگی، حداکثر کلرید قابل حل در آب در بتن سخت شده ۲۸ روزه، ناشی از مواد تشکیل دهنده بتن یعنی آب، سنگ‌دانه‌ها، مواد سیمانی و مواد افزودنی نباید از حداکثر مجاز داده شده در جدول (۵-۱۰) که به صورت درصدی از وزن سیمان مصرفی در مخلوط بتن بیان می‌شود تجاوز کند. این جدول برای کلریدهای حاصل از مواد تشکیل دهنده بتن معتبر بوده و برای کلریدهایی که از طریق محیط‌های اطراف بتن وارد می‌شوند اعتبار ندارد. حفاظت ویژه آرماتورها از محیط اطراف نظیر داشتن پوشش بتنی کافی روی آنها، استفاده از میلگردهای اندود شده با اپوکسی از جمله تدابیری هستند که در کاهش یا از بین بردن خوردگی میلگردها موثرند. کنده شدن موضعی پوشش بتنی روی میلگردها و یا ترک‌های ایجاد شده در روی پوشش بتنی میلگردها موجب نفوذ رطوبت و در نتیجه خوردگی میلگردها می‌شوند.

جدول ۵-۱۰- حداکثر مجاز یون کلرید از نظر خوردگی

نوع قطعه بتنی	حداکثر کلرید قابل حل در آب در بتن، درصد نسبت به وزن سیمان
بتن پیش تنیده	۰/۰۶
بتن مسلحی که در زمان بهره‌برداری در معرض رطوبت و کلریدها قرار گیرد.	۰/۱۵
بتن مسلحی که در زمان بهره‌برداری در حالت خشک باشد یا از رطوبت محافظت شود.	۱/۰۰
سایر سازه‌های بتن مسلح	۰/۳۰

۵-۷-۵- بتن مقاوم در مقابل فرسایش و سایش

بتنی که در معرض شرایط سایشی شدید قرار می‌گیرد باید به سایش مقاوم باشد. عوامل سایشی در اثر جریان‌های سریع آب حاوی دانه‌های شن و ماسه در سازه‌های آبی و یا ترافیک سنگین به وجود می‌آید. استفاده از بتن مقاوم در برابر سایش برای رویه سرریز بندهای انحرافی الزامی می‌باشد. رعایت نکات زیر که به حصول بتنی پایا در مقابل سایش منجر می‌شود پس از تایید دستگاه نظارت الزامی است:

الف- مقاومت مناسب برای بتن

در تمام مواردی که بتن در برابر نیروهای سایشی قرار می‌گیرد، مقاومت فشاری آن نباید از ۳۰ مگاپاسکال کم‌تر باشد. برای دست یافتن به مقاومت مناسب لازم است مواردی نظیر نکات زیر رعایت گردد:

- کاهش نسبت آب به سیمان
- دانه‌بندی صحیح سنگ‌دانه‌ها و محدود کردن حداکثر قطر اسمی دانه‌ها به ۲۵ میلی‌متر
- اتخاذ کم‌ترین میزان روانی تا حدی که جا دادن و تراکم بتن مشکل نشود با در نظر گرفتن حداکثر اسلامپ ۷۵ میلی‌متر برای لایه‌های زیرین و ۲۵ میلی‌متر برای لایه رویی که در معرض سایش است.
- داشتن حداقل مقدار هوای موجود در بتن با رعایت شرایط مقاومت بتن در برابر یخ‌زدگی
- استفاده از میکروسیلیس

ب- بهره‌گیری از سنگ‌دانه‌های ویژه

استفاده از سنگ‌دانه‌های بسیار سخت می‌تواند موجب تامین پایایی مناسب برای مقابله با سایش و فرسایش شود. سنگ‌های گرانیته برای این منظور توصیه می‌شود.

ج- پرداخت سطوح

به منظور جلوگیری از ایجاد ملات بسیار خیس و دارای ماسه زیاد بر روی سطح بتن، باید از ماله‌کشی زود هنگام و بیش از اندازه سطح بتن اجتناب گردد. به طور کلی بهتر است پرداخت سطوح تا زمانی که آب سطحی محو شود یا به دقت جمع‌آوری گردد به تعویق افتد. این زمان برای دماهای مختلف، نسبت‌های گوناگون اختلاط و مقادیر مختلف هوای موجود در بتن فرق می‌کند.

د- عمل آوردن بتن

عمل آوردن بتن باید بلافاصله پس از خاتمه پرداخت سطح بتن آغاز شود و بر اساس مندرجات قسمت ۵-۱۳ صورت گیرد، با این تفاوت که در حالت بتن تحت سایش لازم است مدت عمل‌آوری تقریباً دو برابر شود.

ه- لایه بتن با مقاومت زیاد

در مواردی که سایش روی بتن زیاد باشد، ضمن رعایت موارد بالا، لازم است بتن در دو لایه ریخته شود. انتخاب مقاومت فشاری لایه پوشش رویی بیش از ۳۵ مگاپاسکال و حداکثر اندازه مصالح سنگی ۱۲/۵ میلی‌متر یکی از راهکارهای موثر می‌باشد. (یادآوری می‌شود که مقاومت سایشی با افزایش مقاومت فشاری تا حدود ۴۵ مگاپاسکال حدود ۱۰ درصد افزایش یافته و برای مقاومت‌های فشاری بالاتر، افزایش مقاومت سایشی قابل توجه نمی‌باشد.)

۵-۸- طرح اختلاط و انتخاب نوع بتن

۵-۸-۱- مشخصات کلی

- به‌طور کلی، انتخاب مشخصات و طرح اختلاط مصالح بتن به اندازه و شکل قطعات بتنی، مقاومت مورد نظر، مقدار سطوح نمایان بتنی، نوع کار و نظایر آن بستگی دارد. اختلاط مصالح باید به گونه‌ای طرح شود که شرایط زیر موجود باشد:
- بتن تازه مخلوط شده باید دارای کارایی لازم بوده و شرایط لازم برای پرداخت سطحی را داشته باشد.
 - بتن سخت شده باید مقاومت فشاری، مقاومت در مقابل فرسایش و مقاومت در مقابل یخبندان و ذوب متناوب را داشته باشد.
 - بتن باید دارای پایایی کافی، تراکم و نفوذناپذیری لازم باشد.
 - ظاهر بتن باید مناسب و قابل قبول بوده و دارای رنگ یکنواخت باشد.
 - در پوشش‌های بتنی کانال‌ها با ضخامت حداقل ۵۰ میلی‌متر حداکثر اندازه سنگ‌دانه ۱۹ میلی‌متر و برای پوشش‌های ضخیم‌تر حداکثر اندازه سنگ‌دانه ۲۵ میلی‌متر مجاز می‌باشد. برای تامین ضریب زبری در فرمول مانینگ در حدود ۰/۰۱۴ برای قالب‌های ماشینی و ۰/۰۱۵ تا ۰/۰۱۶ برای قالب‌های دستی، حداکثر اندازه سنگ‌دانه ۱۹ میلی‌متر توصیه می‌شود.

۵-۸-۲- رده‌بندی بتن و حداقل عیار سیمان

- رده‌بندی بتن بر اساس مقاومت مشخصه آن انجام می‌گیرد. مقاومت فشاری مشخصه بتن مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد تمامی مقاومت‌های اندازه‌گیری شده برای رده بتن مورد نظر ممکن است کم‌تر از آن باشد.
- رده‌بندی بتن و مقاومت‌های مورد نظر در جدول (۵-۱۱) داده شده است که در آن اعداد در سمت راست حرف «C» بیانگر مقاومت فشاری مشخصه بتن بر حسب مگاپاسکال (نیوتون بر میلی‌مترمربع) می‌باشند. تعیین مقاومت با آزمایش روی نمونه‌های استوانه‌ای استاندارد (ارتفاع ۳۰۰ و قطر ۱۵۰ میلی‌متر) انجام می‌شود. در صورتی که برای تعیین مقاومت از نمونه‌های مکعبی به ابعاد ۱۵۰ یا ۲۰۰ میلی‌متر استفاده شود مقاومت نظیر نمونه استوانه‌ای در مشخصات خصوصی ارائه خواهد شد. در صورتی که در مشخصات خصوصی نحوه تبدیل ارائه نشده باشد مقدار مقاومت نظیر نمونه استوانه‌ای استاندارد پس از تقسیم مقاومت نمونه مکعبی بر ضریب تبدیل ارائه شده در جدول (۵-۱۲) به‌دست خواهد آمد.
- پیمانکار باید برای تعیین نسبت‌های اختلاط به منظور دستیابی به مقاومت میانگین مورد نیاز اقدام کند. نسبت‌های اختلاط باید به تایید دستگاه نظارت برسد. بتن‌هایی که در سازه‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند به دو بخش به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف- بتن ابنیه فنی

این قسمت شامل کلیه سازه‌ها به استثنای پوشش کانال‌ها می‌باشد. در بتن مسلح از بتن رده C16 و بالاتر استفاده می‌گردد.

ب- بتن پوشش کانال‌ها

بتن پوشش کانال‌ها معمولاً غیرمسلح بوده و حالت خمیری آن باید به نحوی باشد که به راحتی ریخته شده و از طرفی بتواند در روی سطح شیب‌دار کانال بایستد. در خصوص محدودیت‌های شرایط محیطی ویژه درج شده در جدول (۸-۵)، فقط محدودیت نسبت آب به سیمان باید رعایت شود. بسته به نوع کانال مشخصات زیر توصیه می‌شود:

۱- کانال‌های درجه ۳:

چنانچه نسبت‌های اختلاط به دلیل کوچک بودن ابعاد کار، از قبل تعیین نشده باشد، می‌توان از توصیه‌های زیر استفاده کرد:

- در مناطقی که دارای آب و هوای نیمه خشک است، حداقل مقدار سیمان باید ۲۵۰ کیلوگرم در مترمکعب بوده و نسبت وزنی آب به سیمان نیز نباید از ۰/۵۵ بیش‌تر باشد.
- در مناطقی که دارای آب و هوای معتدل است، حداقل مقدار سیمان باید ۳۰۰ کیلوگرم در مترمکعب بوده و نسبت وزنی آب به سیمان نیز نباید از ۰/۵ بیش‌تر باشد.

۲- سایر کانال‌ها

- بتن پوشش کانال در هیچ حالت نباید از C16 ضعیف‌تر انتخاب گردد.
- لازم است با توجه به محدودیت‌های مشخصات فنی عمومی، موارد مندرج در مشخصات فنی خصوصی نیز در ساخت بتن پوشش کانال‌ها رعایت گردد.

جدول ۵-۱۱- موارد کاربرد رده‌های مختلف بتن

رده بتن	مقاومت مشخصه (Mpa)	موارد کاربرد
C6	۶	ماده پرکننده
C8	۸	ماده پرکننده - بتن لاغر ^۱ (نظافت)
C10	۱۰	ماده پرکننده، بتن نظافت، بتن ساده (بدون آرماتور)
C12	۱۲	بتن ساده، با مراعات شرایطی، بتن مسلح
C16	۱۶	بتن مسلح - پوشش کانال‌ها (غیرمسلح)
C20	۲۰	بتن مسلح - پوشش کانال‌ها (غیرمسلح)
C25	۲۵	بتن مسلح - بتن پیش‌تنیده
C30	۳۰	بتن مسلح - بتن پیش‌تنیده
C35	۳۵	بتن مسلح - بتن پیش‌تنیده
C40	۴۰	بتن مسلح - بتن پیش‌تنیده
C45	۴۵	بتن مسلح - بتن پیش‌تنیده
C50 ^۱	۵۰	بتن مسلح - بتن پیش‌تنیده

۱- بتن‌های بالاتر از رده ۵۰، بتن خاص محسوب می‌شوند و لازم است ضوابط ویژه آن در مشخصات فنی خصوصی درج شود.
ماخذ: آبا

جدول ۵-۱۲- ضریب تبدیل مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر به مقاومت معادل نمونه استوانه‌ای استاندارد

مقاومت مشخصه نمونه مکعبی (Mpa):	کم‌تر از ۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
ضریب تبدیل:	۱/۲۵	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۳	۱/۱۱	۱/۱۰

۵-۸-۳- طرح اختلاط بتن

مقادیر و نسبت‌های مربوط به سیمان، سنگ‌دانه، آب و مواد افزودنی که در ساخت بتن به کار می‌رود، باید طوری تعیین شود که بتن تهیه شده مطابق کلیه مشخصات مندرج در نقشه‌ها، مشخصات فنی یا دستور دستگاه نظارت باشد. به طور کلی، پیمانکار باید قبل از شروع بتن‌ریزی در مورد تهیه طرح اختلاط بتن توسط آزمایشگاه مورد تایید کارفرما، اقدام نماید. پس از تعیین و تصویب نسبت‌های اختلاط اجزای تشکیل‌دهنده بتن، هیچ‌گونه تغییری در نوع مصالح و نسبت‌های اختلاط مجاز نیست.

۵-۸-۴- میزان آب مصرفی و روانی بتن

الف- مشخصات کلی: در ساخت بتن باید نسبت آب به سیمان به میزانی باشد که بتن حاصل از نظر مقاومت، پایداری، کارایی، پرداخت، نفوذپذیری و سایر مشخصات لازم مورد تصویب دستگاه نظارت قرار گیرد. مقدار آب در بتن شامل مقدار رطوبت سطحی مصالح سنگی نیز می‌باشد. بنابراین، چنانچه مصالح سنگی و مواد افزودنی بتن خشک یا مرطوب باشد، مقدار آب مورد نیاز تغییر خواهد کرد. مقدار آب مصرفی برای ساختن بتن بر اساس مشخصات مورد نیاز، شرایط کار، کارایی مناسب، وضعیت مصالح و نوع مخلوط تعیین می‌شود. اضافه نمودن آب برای کاهش سفتی بتن پس از تکمیل عمل اختلاط مجاز نخواهد بود. حفظ یکنواختی بتن در ساخت‌های متوالی الزامی است.

ب- نسبت آب به سیمان: هنگام اختلاط مصالح بتن، نسبت آب به سیمان یکی از پارامترهای مهم در ایجاد مقاومت بتن است. به طور کلی و در حدود متعارف، مقاومت بتن با نسبت آب به سیمان نسبت معکوس دارد و باید تا آن‌جا که از نظر اجرایی ممکن باشد، نسبت آب به سیمان کاهش داده شود. این امر نفوذناپذیری بتن را نیز بهبود می‌بخشد. توصیه می‌شود تا حد امکان نسبت آب به سیمان از ۰/۴۵ کم‌تر اختیار شود. در این حالت خمیر سیمان دارای حداقل حفرات مویینه خواهد بود. تجربه نشان داده است وقتی نسبت آب به سیمان از ۰/۶۵ بیش‌تر باشد، نفوذپذیری سریعاً افزایش می‌یابد. نسبت آب به سیمان در هر پروژه در مشخصات فنی خصوصی ذکر می‌شود. در غیر این صورت استفاده از ارقام جدول (۵-۱۳) برای بتن معمولی و بتن با حباب هوا توصیه می‌شود. یادآوری می‌شود که در شرایط محیطی ویژه، رعایت الزامات مندرج در جدول (۵-۸) ضروری است.

ج- اسلامپ بتن: کارایی بتن به میزان اسلامپ و روانی بتن ساخته شده بستگی دارد. میزان اسلامپ بر اساس روش استاندارد ۳۲۰۳ اندازه‌گیری می‌شود. اضافه نمودن آب برای بالا بردن اسلامپ بتن پس از ساخت آن مجاز نمی‌باشد و انجام این امر باعث تغییر خواص بتن می‌شود. برای هر قسمت از کار باید حداکثر اسلامپ مجاز بتن بر اساس نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی و یا دستورالعمل دستگاه نظارت تعیین گردد. بتن‌هایی که به هنگام

ریختن، اسلامپ آنها با مشخصات خواسته شده مطابقت ننماید قابل قبول نخواهد بود. میزان اسلامپ برای اعضا و قطعات مختلف بر اساس جدول (۵-۱۴) توصیه می‌شود. بتن پوشش کانال باید حالت خمیری داشته باشد تا به خوبی پخش شده و در جای خود در امتداد سطح شیب‌دار پایدار بماند. بسته به ضخامت پوشش کانال، نوع سنگ‌دانه و درصد هوای موجود در بتن، اسلامپ بتن پوشش کانال متفاوت است که باید با توجه به شرایط کار در مشخصات فنی خصوصی ذکر یا توسط دستگاه نظارت مشخص شود.

۵-۹- ساخت بتن

۵-۹-۱- کلیات

کارگاه ساخت بتن باید برای هر گروه از سنگ‌دانه‌ها و سیمان دارای جایگاه جداگانه‌ای باشد، به نحوی که سنگ‌دانه با اندازه‌های مختلف با یکدیگر مخلوط نشوند. دستگاه بتن‌ساز باید امکانات و تجهیزات کامل برای دریافت و توزین مصالح متناسب با ظرفیت خواسته شده را داشته باشد، به طوری که در اختلاط و تهیه بتن با توجه به برنامه زمان‌بندی پروژه وقفه‌ای ایجاد نگردد. دستگاه بتن‌ساز باید به سیستم‌های خودکار یا نیمه خودکار توزین مجهز باشد تا جریان ورود هر یک از انواع مصالح پس از رسیدن به وزن تعیین شده به موقع متوقف گردد. در مواردی که از سنگ‌دانه‌های مرطوب استفاده می‌شود، باید آب اضافی موجود در آنها در نظر گرفته شود و از مقدار آب اختلاط به تناسب کسر گردد. پیمانکار موظف است ظرفیت، مشخصات و جزییات کار در کارگاه ساخت بتن را مشخص و برای بررسی و تایید در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد. پس از تایید دستگاه نظارت پیمانکار نسبت به تجهیز کارگاه و راه‌اندازی و تولید بتن اقدام خواهد نمود. تغییرات بعدی بدون تایید مجدد دستگاه نظارت مجاز نخواهد بود.

جدول ۵-۱۳- حداکثر نسبت آب به سیمان مجاز برای بتن با مقاومت‌های فشاری مختلف

ردیف	مقاومت فشاری بتن (مگاپاسکال)	بتن معمولی	بتن با حباب هوا
۱	۱۵	۰/۶	-
۲	۲۰	۰/۵۵	۰/۵
۳	۲۵	۰/۵	۰/۴۸
۴	۳۰	۰/۵	۰/۴۵
۵	۳۵	۰/۴۵	۱/۴۰
۶	۴۰	۰/۴۳	-
۷	۴۵	۰/۳۸	-

توضیحات:

- منظور از مقاومت فشاری بتن در جدول فوق، مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و دمای آزمایش $23 \pm 1/7$ درجه سلسیوس است.

- برای بتن با حباب هوا و مقاومت بیش از ۳۲ مگاپاسکال و بتن معمولی با مقاومت ۳۵ مگاپاسکال، باید نسبت آب به سیمان با توجه به طرح اختلاط و توسط آزمایشگاه معتبر مشخص شود.

- حداکثر میزان هوا در بتن نباید از ارقام مندرج در جدول (۵-۹) تجاوز نماید.

- حداکثر اندازه سنگ‌دانه ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر فرض شده که با ثابت بودن نسبت آب و سیمان، مقاومت بتن با کم شدن اندازه سنگ‌دانه زیاد خواهد شد.

جدول ۵-۱۴- میزان اسلامپ برای اعضا و قطعات بتنی

ردیف	نوع عضو یا قطعه بتنی	اسلامپ به میلی متر	
		حداقل	حداکثر*
۱	شالوده‌ها و پی دیوارهای بتن‌آرمه	۲۵	۷۵
۲	شالوده‌های با بتن ساده، صندوقه‌ها و دیوارهای زیر سازه‌ها	۲۵	۷۵
۳	تیرها و دیوارهای بتن‌آرمه	۲۵	۱۰۰
۴	ستون‌ها	۲۵	۱۰۰
۵	دال‌ها و پیاده‌روهای بتنی	۲۵	۷۵
۶	بتن حجیم ^۱	۲۵	۵۰
۷	بتن پوشش کانال‌ها در صورتی که بتن‌ریزی با دست انجام شود.	۵۰	۷۵
۸	بتن پوشش کانال‌ها در صورتی که بتن‌ریزی با ماشین انجام شود.	-	۵۰

* در صورتی که لرزش و ارتعاش با روش‌های دستی انجام شود می‌توان به مقدار حداکثر ۲۵ میلی متر اضافه نمود.

۵-۹-۲- اندازه‌گیری مصالح بتن

۵-۹-۲-۱- کلیات

اندازه‌گیری مصالح بتن و وارد نمودن آنها به دستگاه مخلوط‌کن باید به گونه‌ای باشد که:

- نسبت‌های لازم اختلاط و پیوستگی مصالح تامین شود.
- میزان رواداری مصالح وارد شده به دستگاه مخلوط‌کن در حدود مجاز و مطابق جدول (۵-۱۵) باشد.
- تقدم و تاخر وارد شدن مصالح به دستگاه مخلوط‌کن طبق دستور دستگاه نظارت باشد.
- از نظر مشخصات فیزیکی مانند وزن مخصوص، اسلامپ، میزان هوای موجود، مقاومت و... مخلوط یکنواخت و همگنی به دست آید.

سیستم اندازه‌گیری مصالح باید متناسب با ظرفیت تولید دستگاه بتن‌ساز انتخاب و از قبل به تایید دستگاه نظارت برسد. بنا به مشخصات کار، سیستم اندازه‌گیری مصالح می‌تواند دستی، نیمه خودکار یا کاملاً خودکار باشد. با تایید دستگاه نظارت، سیستم اندازه‌گیری دستی مصالح فقط برای کارهای کوچک تا حداکثر ۳۰۰ لیتر بتن در هر بار مجاز می‌باشد. در دستگاه‌های اندازه‌گیری نیمه خودکار و خودکار، سیستم توزین باید به نحوی باشد که تا زمانی که ترازو به حالت تعادل و صفر برگشته است، دستگاه تغذیه باز نشود. همچنین در این دستگاه‌ها باید امکان نمونه‌برداری از هر یک از مصالح مصرفی در هر زمان فراهم باشد تا در صورتی که مصالح خاصی با مشخصات تعیین شده انطباق نداشت، بتوان آن را به سهولت خارج نمود.

۱- طبق تعریف انجمن بتن آمریکا مخلوط بتن که به صورت احجامی چنان بزرگ ریخته می‌شود که تدابیر و تمهیداتی را برای مقابله با اثرات حرارت و تغییرات حجم ضروری می‌کند تا کم‌ترین ترک در بتن به وجود آید، بتن حجیم خوانده می‌شود.

۵-۹-۲-۲- اندازه‌گیری سیمان

سیمان باید با دستگاه جداگانه و با رعایت رواداری‌های مندرج در جدول (۵-۱۵) توزین شود. سیستم توزین و انتقال سیمان به دستگاه بتن‌ساز باید به نحوی باشد که باعث اتلاف سیمان نشود. در کارگاه‌های بزرگ تهیه بتن، توزین سیمان باید حتماً به صورت کاملاً خودکار انجام شود.

۵-۹-۲-۳- اندازه‌گیری سنگ‌دانه

توزین و اندازه‌گیری سنگ‌دانه‌ها باید به روش وزنی صورت گیرد. استفاده از اندازه‌گیری به روش حجمی مجاز نبوده و فقط در مورد کارهای کوچک پس از دریافت اجازه از دستگاه نظارت امکان‌پذیر خواهد بود. دستگاه‌های اندازه‌گیری باید امکان توزین دقیق و متناسب ساخت را داشته باشد. به روشی که رواداری‌های مندرج در جدول (۵-۱۵) مراعات شود.

۵-۹-۲-۴- اندازه‌گیری مقدار آب و مواد افزودنی

دستگاه بتن‌ساز باید دارای تجهیزات و وسایل لازم اندازه‌گیری آب و مواد افزودنی برای هر نوبت ساخت بتن طبق مشخصات تعیین شده باشد. آب مصرفی را می‌توان به صورت حجمی و یا وزنی اندازه‌گیری کرد. در کارهای بزرگ و با سرعت تولید زیاد باید برای اندازه‌گیری آب و مواد افزودنی از دستگاه‌های توزین خودکار استفاده شود. اضافه نمودن مواد افزودنی باید به صورت مایع و همراه با آب صورت پذیرد و لازم است دقت لازم را داشته به طوری که رواداری‌های مندرج در جدول (۵-۱۵) مراعات شود. در صورتی که بیش از یک نوع ماده افزودنی مورد استفاده قرار گیرد، لازم است مخازن هر کدام از آنها جداگانه بوده و تا مرحله اختلاط بتن جدا باشند. سیستم انتقال آب به داخل مخلوط کن باید آب‌بندی بوده و مکانیزم آن طوری باشد که تا بسته شدن کامل مجرای ورودی، مجرای خروجی باز نشود.

۵-۹-۲-۵- تنظیم مقدار آب با توجه به رطوبت سنگ‌دانه‌ها

برای کنترل مقدار آب مورد نیاز مخلوط، تعیین میزان رطوبت سنگ‌دانه‌ها به ویژه ماسه در موقع ورود به دستگاه بتن‌ساز اهمیت دارد. دستگاه بتن‌ساز باید قابلیت تنظیم وزن شن و ماسه ورودی را بر حسب تغییر رطوبت مصالح داشته باشد. در هر صورت لازم است به هنگام تهیه بتن، رطوبت مصالح مرتباً تعیین و تصحیح لازم در میزان آب مورد نیاز مخلوط انجام گیرد. به نحوی که اسلایپ بتن و نسبت آب به سیمان در محدوده‌های مجاز باشند.

۵-۹-۲-۶- رواداری‌ها در اندازه‌گیری مصالح

لوازم و تجهیزات کارگاه تهیه بتن باید به دستگاه‌های اندازه‌گیری دقیق مجهز باشد، به نحوی که اندازه‌گیری هر یک از اجزای مصالح با رواداری‌های مندرج در جدول (۵-۱۵) امکان‌پذیر شود. دقت این دستگاه‌ها هر از چندگاه توسط دستگاه نظارت کنترل خواهد شد. پیمانکار موظف است وسایل مناسب نظیر وزنه‌های استاندارد و تجهیزات کمکی دیگر را جهت بررسی دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری فراهم نماید.

۵-۹-۲-۷- ثبت ارقام

در کارهای بزرگ و غیر از مواردی که با تایید دستگاه نظارت مستثنی شناخته می‌شود، دستگاه‌های توزین خودکار باید مجهز به دستگاه ثبت‌کننده باشد تا مقدار مصالح مصرفی برای ساخت بتن در هر نوبت تولید را با رسم نمودار یا ثبت اعداد، ضبط کند. سیستم ثبت باید زمان ساخت را نیز مشخص نموده و به نحوی باشد که بتوان با مراجعه به نمودارها یا ارقام ثبت شده معلوم نمود که در هر ساخت بتن از چه مصالحی و به چه مقدار استفاده شده است. پیمانکار باید نوارهای دستگاه ثبت کننده را برای بایگانی در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.

جدول ۵-۱۵- رواداری‌های اندازه‌گیری مصالح متشکله بتن نسبت به وزن هر یک از آنها

ردیف	نوع مصالح	حد مجاز رواداری (درصد)
۱	شن و ماسه	± 2
۲	سیمان	± 1
۳	آب	± 1
۴	مواد افزودنی	± 3

۵-۹-۲-۸- محافظت دستگاه‌های اندازه‌گیری

کلیه وسایل اندازه‌گیری از قبیل ترازوها، دستگاه‌های ثبت‌کننده، دستگاه‌های کنترل و غیره باید به طور کامل در مقابل اثرات مخرب گرد و غبار، رطوبت، ارتعاش و ضربه محافظت و در فواصل معینی تمیز شده و دقت آنها کنترل شود.

۵-۹-۳- اختلاط مصالح و ساخت بتن

۵-۹-۳-۱- کلیات

مصالح بتن باید به طور کامل و به نحوی مخلوط شوند که بتن تهیه شده همگن و یک‌رنگ بوده و کلیه دانه‌ها به طور یکنواخت به خمیر سیمان آغشته شوند. دستگاه بتن‌ساز نباید بیش از اندازه تعیین شده توسط کارخانه سازنده، بارگیری شود و ساخت بتن باید به اندازه‌ای باشد که بلافاصله به کار برده شود. افزودن آب و دوباره مخلوط کردن بتن مجاز نیست. قبل از ورود مصالح به داخل دستگاه برای ساخت بتن جدید، باید اطمینان حاصل شود که تمام بتن ساخته شده قبلی از دستگاه بتن‌ساز تخلیه شده است. پیمانکار قبل از شروع ساخت بتن، باید کلیه وسایل و ماشین‌آلات مربوطه را کاملاً تمیز کند تا عاری از هر گونه ملات یا ماده خارجی شود، به ویژه جام دستگاه بتن‌ساز باید هر روز بازدید شود که از بتن و ملات سخت شده قبلی تمیز شده باشد. سرعت چرخش مخلوط کن باید دقیقاً برابر سرعت تعیین شده توسط کارخانه سازنده آن باشد. دستگاه بتن‌ساز باید بتواند بتن ساخته شده را با کم‌ترین تلفات و بدون آن‌که اجزای بتن از یکدیگر جدا شود، در داخل وسایل نقل و انتقال یا محل‌های مناسب تخلیه کند. دستگاه بتن‌ساز باید مجهز به مکانیزمی باشد که تا قبل از پایان زمان لازم برای اختلاط کامل اجزای بتن، دریچه تخلیه آن باز نشود.

پیمانکار موظف است با توجه به برنامه زمان‌بندی کارها برای ساخت بتن، به تعداد کافی دستگاه بتن‌ساز در کارگاه فراهم سازد تا ساخت بتن بدون وقفه میسر باشد. در صورتی که بازده دستگاه‌های بتن‌ساز رضایت بخش نبوده و یا بتن تهیه شده با مشخصات تعیین شده تطبیق نکند، پیمانکار باید تا تعمیر و مرمت کامل آنها از ادامه کار خودداری کند. به طور کلی، نوع و مشخصات دستگاه‌های بتن‌ساز و همچنین وضعیت روزانه آنها باید مطابق مشخصات و استانداردهای متداول بوده به طوری که نمونه‌های گرفته شده از هر ساخت بتن بر اساس استاندارد (دت ۵۰۱) باید از نظر یکنواختی، تراکم در ابتدا، وسط و انتهای تخلیه یکسان بوده و تغییرات در حدود رواداری‌های مشخصات استاندارد فوق‌الذکر باشد.

۵-۹-۳-۲- اختلاط با دست

به طور کلی، اختلاط با دست فقط با اجازه دستگاه نظارت و در موارد استثنایی و کم اهمیت و برای بتن رده C12 به پایین مجاز می‌باشد. رعایت نکات زیر توسط پیمانکار برای ساخت بتن با دست الزامی است:

- الف- حداکثر حجم بتن برای هر بار ساخت با دست ۳۰۰ لیتر است.
- ب- برای تهیه بتن ابتدا روی یک سطح صاف، تمیز و نفوذناپذیر، یک لایه شن با ضخامت یکنواخت پخش کرده و سپس روی آن ماسه به صورت یکنواخت پخش می‌شود، به طوری که مجموع ضخامت دو لایه فوق از ۳۰ سانتی‌متر تجاوز نکند.
- ج- سیمان خشک به صورت یکنواخت روی سنگ‌دانه‌ها پخش شده و سپس با وسایل مناسب حداقل دو بار به طور کامل مخلوط می‌شود.
- د- پس از اختلاط خشک مصالح، باید روی آن به تدریج به مقدار لازم آب ریخت و حداقل سه بار آن را خوب مخلوط نمود تا بتن همگن به دست آید.
- ه- بتن به دست آمده باید حداکثر ۳۰ دقیقه پس از ساخت مصرف شود.
- و- چنانچه از پیمانانه‌های حجمی استفاده شود، باید وزن مصالح سنگی اشیاع با سطح خشک را قبلاً با روش استاندارد ۴۹۸۲ به دقت اندازه‌گیری کرد تا بر اساس آن، تعداد پیمانانه حجمی مصالح سنگی معلوم شود.

۵-۹-۳-۳- مخلوط‌کن‌های ثابت

مخلوط‌کن‌های ساخت بتن به دو نوع ثابت کارگاهی و یا متحرک نظیر کامیون‌های مخلوط‌کن تقسیم‌بندی می‌شوند. مخلوط‌کن‌های ثابت اعم از بتونیرهای معمولی و بتن‌ساز مرکزی باید بتواند مصالح بتن را در زمان‌های مشخص شده به نحو رضایت بخش مخلوط نماید. مخلوط‌کن‌ها باید مجهز به وسایل کنترل مصالح، زمان اختلاط و تخلیه باشند. پیمانکار موظف است برای مخلوط‌کردن مصالح و تهیه بتن به نکات زیر توجه نماید:

الف- وارد نمودن مصالح به داخل جام مخلوط کن

ابتدا باید قبل از ورود مصالح مقداری از آب مورد نیاز (حدود ۱۰ درصد) به جام وارد شود. سپس ورود یکنواخت و ممتد آب به همراه سایر مصالح طوری تنظیم شود که ۱۰ درصد آب مورد لزوم پس از وارد شدن کلیه مصالح وارد جام

شود. بعد از این که ۱۰ درصد مصالح سنگی وارد جام مخلوط کن شد، سیمان به همراه بقیه مصالح به طور یکنواخت وارد دستگاه می‌شود. مواد افزودنی به صورت مایع همراه با آب و به طور یکنواخت به جام وارد می‌شود. در مواردی که بیش از یک نوع ماده افزودنی به کار می‌رود، باید مواد مذکور به طور جداگانه اندازه‌گیری شود. این مواد قبل از ورود به مخلوط کن نباید با یکدیگر مخلوط شود.

ب- مدت اختلاط

مدت اختلاط لازم برای تهیه بتن یکنواخت، برای هر ساخت بتن بستگی به قدرت مخلوط کن و میزان بتن داشته و رعایت دستورالعمل‌های کارخانه سازنده الزامی است. مدت اختلاط از زمانی شروع می‌شود که تمامی مصالح شن، ماسه و سیمان وارد جام مخلوط کن شود. اضافه شدن قسمت آخر آب نباید بعد از سپری شدن نصف زمان اختلاط باشد. مدت اختلاط باید حداقل ۱/۵ دقیقه پس از ریختن تمامی مواد تشکیل دهنده به داخل مخلوط کن ادامه یابد. حداقل زمان اختلاط قبل از اضافه نمودن ۱۰ درصد مانده آب در جدول (۵-۱۶) داده شده است. در صورتی که نتایج آزمایش‌ها بر روی نمونه‌های برداشت شده در هر ساخت بتن بر اساس مشخصات استاندارد (دت ۵۰۱) از نظر یکنواختی و تراکم در ابتدا، وسط و انتهای تخلیه یکسان نباشد، باید مدت اختلاط را با تایید دستگاه نظارت تغییر داد. مدت تخلیه بتن از دستگاه جزو مدت اختلاط محسوب نخواهد شد.

جدول ۵-۱۶- مدت زمان اختلاط با توجه به حجم مخلوط کن

ظرفیت مخلوط کن (مترمکعب)	زمان اختلاط (دقیقه)
کمتر از ۱/۵	۱/۵
۲	۲
۳	۲/۵
۴	۲/۷۵
۴/۵	۳

۵-۹-۳-۴- مخلوط کن متحرک (کامیون مخلوط کن)^۱

کامیون‌های مخلوط کن یا کامیون‌های هم‌زن باید از نوع دورانی و بدون منفذ بوده، به طوری که با استفاده از آن بتوان بتنی یکنواخت و مطابق مشخصات خواسته شده ساخت. به جز در مواردی که مخلوط نمودن آب به طور مستقیم و قبل از حرکت انجام می‌شود، کامیون مخلوط کن باید مجهز به مخزنی با گنجایش کافی برای حمل آب باشد. کامیون‌های مخلوط کن قادر هستند جام خود را با سرعت هم‌زدن^۲ (معمولاً بین ۲ تا ۶ دور در دقیقه) و یا با سرعت اختلاط^۳ (معمولاً بین ۶ تا ۱۸ دور در دقیقه) به گردش درآورند. لازم است کامیون‌های مخلوط کن برای هر دو نوع گردش گفته شده عقربه شمارش‌گر جداگانه داشته باشند.

1- Track Mixer
2- Agitating Speed
3- Mixing Speed

نحوه اختلاط بتن در کامیون‌های مخلوط کن به یکی از سه روش زیر صورت می‌گیرد:

- ۱- عمل اختلاط کامل در کامیون مخلوط کن انجام می‌شود.
- ۲- عمل اختلاط قسمتی در مخلوط کن ثابت و قسمتی در کامیون مخلوط کن انجام می‌شود. (اختلاط دو مرحله‌ای)
- ۳- سنگ‌دانه‌ها و سیمان و مواد افزودنی توسط کامیون مخلوط کن تا پای کار حمل و اختلاط در محل با افزودن آب انجام می‌شود. (اختلاط خشک)

الف- اختلاط کامل

در صورتی که اختلاط بتن به طور کامل در کامیون مخلوط کن انجام شده و سپس به محل حمل می‌شود رعایت موارد زیر الزامی است:

- حجم مخلوط بتن نباید از ۶۳ درصد حجم جام مخلوط کن تجاوز کند.
- جام کامیون مخلوط کن پس از ورود کلیه مصالح بین ۷۰ تا ۱۰۰ دور با سرعت اختلاط و مطابق مشخصات استاندارد (دت ۵۰۱) چرخانیده شود. گردش بیش از ۱۰۰ دور مجاز نیست.
- بعد از تکمیل عمل اختلاط، لازم است چرخش جام با سرعت دورانی هم‌زدن (تا ۶ دور در دقیقه) صورت گیرد.

ب - اختلاط دو مرحله‌ای

در این روش عمل اختلاط به مدت ۱۵ تا ۳۰ ثانیه در بتن‌ساز ثابت و بقیه تا تکمیل اختلاط در کامیون مخلوط کن انجام می‌شود. مشخصات اختلاط و حجم بتن مانند حالت « الف » بوده، با این تفاوت که زمان اختلاط در کامیون مخلوط کن تا رسیدن به بتنی یکنواخت بر اساس مشخصات استاندارد (دت ۵۰۱) تقلیل خواهد یافت.

ج- اختلاط خشک

در این روش مصالح خشک را به صورت جداگانه در جام ریخته و آب در مخزنی مجزا و خارج از جام اصلی توسط کامیون مخلوط کن تا محل مصرف حمل می‌شود. در محل مصرف آب با فشار از ابتدا تا انتها وارد جام شده و مطابق محدودیت‌های بند «الف» عمل اختلاط انجام می‌شود. این روش برای مواقعی مورد استفاده است که محل مصرف از محل انبار مصالح دور بوده و کار به صورت پراکنده انجام می‌شود. در این صورت لازم است مصالح سنگی وارد شده به جام کاملاً خشک باشد تا عمل آبیگری سیمان شروع نشود.

باید توجه داشت، در صورتی که در هر کدام از روش‌های اختلاط فوق، نمونه‌های برداشته شده حاکی از عدم یکنواختی بتن بر اساس مشخصات استاندارد (دت ۵۰۱) باشد، نباید از آن کامیون مخلوط کن جهت اختلاط استفاده کرد.

۵-۹-۳-۵- بتن آماده

بتن آماده ممکن است به طور کامل در مخلوط کن ثابت تهیه شده، سپس به محل کار حمل شود و یا در مخلوط کن ثابت به طور ناقص مخلوط شده و تکمیل عمل اختلاط در کامیون مخلوط کن صورت گیرد یا بالاخره، ممکن است افزودن آب و تمام عمل اختلاط پس از رسیدن به محل توسط کامیون مخلوط کن صورت گیرد. به منظور جبران کاهش کارایی بتن آماده در هوای گرم، می توان حمل و ریختن بتن را تسریع نمود و نیز با تایید دستگاه نظارت از مواد افزودنی برای کندگیر کردن بتن استفاده کرد.

در هوای گرم، می توان با تایید دستگاه نظارت مقداری از آب بتن را پس از رسیدن کامیون مخلوط کن به محل بتن ریزی به مخلوط اضافه نمود. در این صورت، برای توزیع یکنواخت آب مزبور در مخلوط، تعداد ۳۰ گردش با سرعت اختلاط لازم است.

در مواردی که اسلامپ و کارایی خواسته شده بتن ایجاب کند، باید تمام عمل اختلاط پس از رسیدن مخلوط کن سیار به محل بتن ریزی صورت گیرد، به طوری که مقدار اسلامپ بتن هنگام تخلیه مطابق مشخصات فنی باشد. استفاده از بتن آماده، کیفیت آن، نحوه ریختن و نگهداری و برنامه زمان بندی استفاده از بتن آماده باید مطابق مشخصات و استانداردهای متداول و با تایید قبلی دستگاه نظارت صورت گیرد.

۵-۹-۳-۶- نمونه برداری و آزمایش یکنواختی

به منظور کنترل یکنواختی هر ساخت بتن توسط دستگاه های مخلوط کن، در صورت درخواست دستگاه نظارت، باید از سه نقطه مختلف بتن تازه (ابتدا، وسط و انتهای ساخت)، نمونه برداری شده و آزمایش های لازم انجام شود. نتایج آزمایش باید با مندرجات مشخصات استاندارد (دت ۵۰۱) مطابقت نماید. ساخت های مختلف بتن نیز که توسط دستگاه های مخلوط کن تهیه می شود باید مشابه باشد.

یکنواختی محموله های مختلف را می توان با استفاده از تجربیات و نیز با استفاده از وسایل غلظت سنج که روی مخلوط کن های سیار نصب شده است، انجام داد. در کارهای بزرگ باید یکنواختی مخلوط بتن ساخته شده را توسط آزمایش هایی که از طرف دستگاه نظارت تعیین می شود، اندازه گیری کرد.

۵-۱۰- حمل بتن**۵-۱۰-۱- کلیات**

بتن از محل ساخت تا محل ریختن باید طوری حمل شود که تغییر قابل ملاحظه ای از نظر نسبت آب به سیمان، اسلامپ، میزان هوا و یکنواختی بتن به وجود نیاید. باید به دقت کنترل کرد که یکنواختی بتن در طول اجرای پروژه

حفظ شود. جلوگیری از جدایی درشت‌دانه‌ها از ملات و جدایی آب از سایر مواد الزامی است. بتن باید تا حد امکان در محل نهایی یا نزدیک‌ترین محل به آن تخلیه شود تا نقل و انتقال دوباره و یا جاری شدن آن لازم نباشد. وسایل انتقال و حمل بتن از قبیل وسایل مکانیکی متحرک مانند کامیون مخلوط‌کن، جرثقیل و پمپ بتن باید دارای اندازه و مشخصاتی باشد که با توجه به برنامه اجرایی کارها بتوان با ضریب اطمینانی قابل قبول جریان یکنواخت و ممتد بتن را به محل اجرا تضمین نمود. پیمانکار باید وسایل حمل و نقل بتن را در پایان عملیات بتن‌ریزی هر قسمت از کار و نیز در پایان هر روز کاری کاملاً تمیز و پاکیزه نموده و آنها را برای مرحله بعدی آماده نماید. روش و مشخصات وسایل حمل و نقل بتن باید قبلاً به وسیله پیمانکار به تایید دستگاه نظارت برسد.

۵-۱۰-۲- روش‌های حمل بتن

روش نقل و انتقال بتن با توجه به شرایط کار، مشخصات اجزای مخلوط، نسبت اختلاط، محل ساخت‌بتن، محل و نوع بتن‌ریزی، ظرفیت مورد نیاز و شرایط آب و هوایی، با تایید دستگاه نظارت تعیین خواهد شد. حمل و نقل بتن باید در اسرع وقت صورت گیرد و در هر حال، زمان حمل نباید برای خودروهایی معمولی (با یا بدون هم‌زن) از ۴۵ دقیقه بسته به شرایط آب و هوایی و برای کامیون مخلوط کن از ۹۰ دقیقه تجاوز کند. چنانچه احتمال گیرش سریع‌تر بتن در هوای گرم وجود داشته باشد، باید مدت زمان حمل بتن را کاهش داد یا با تایید دستگاه نظارت از مواد افزودنی کندگیر کننده استفاده نمود.

۵-۱۰-۲-۱- حمل با فرغون، چرخ دستی و دامپر

در کارهای کوچک (۳۰۰ لیتر بتن در هر بار) و در فواصل حمل کوتاه (کم‌تر از ۱۲۰ متر برای دامپر و ۶۰ متر با چرخ دستی بدون موتور) و بتن رده C20 و پایین‌تر، در صورتی که شرایط جوی مساعد بوده و قبلاً تایید دستگاه نظارت کسب شده باشد می‌توان از فرغون، چرخ دستی و دامپر برای جابه‌جایی بتن استفاده کرد. وسایل مزبور باید دارای چرخ‌های لاستیکی بوده و در مسیر نسبتاً صاف، افقی و بدون فراز و نشیب رفت و آمد کنند. سرعت حرکت آنها هم باید طوری تعیین شود که هیچ‌گونه جدایی در اجزای تشکیل دهنده بتن به وجود نیاید.

۵-۱۰-۲-۲- ناوه شیب دار (شوت)

ناوه شیب‌دار باید از جنسی باشد که استحکام کافی برای تحمل وزن بتن را دارا باشد و شیب آن ثابت بوده، به گونه‌ای که هنگام حمل بتن جدایی در اجزای آن ایجاد نشود. کناره‌های ناوه باید به اندازه کافی بلند بوده تا از سرریز شدن بتن به بیرون ممانعت به عمل آید. در انتهای ناوه باید قیف قائم برای تخلیه بتن به قالب پیش‌بینی شود. با توجه به طول ناوه شیب‌دار باید پیش‌بینی‌های لازم توسط پیمانکار در مقابل خشک شدن و کاهش اسلامپ در اثر آفتاب و باد و سایر عوامل جوی صورت گرفته و کنترل مشخصه‌های بتن طبق دستور دستگاه نظارت انجام شود. به هر حال، بتن نباید از ارتفاع بیش از ۰/۹ تا ۱/۲ متر در قالب‌ها ریخته شود.

۵-۱۰-۲-۳- جام (باکت)^۱

باکتهای متداول با تخلیه از پایین به عنوان تجهیزات بتن‌ریزی تلقی گردیده و معمولاً به وسیله جرثقیل جابه‌جا می‌شود. مکانیزم تخلیه باکتهای باید قادر به کنترل تخلیه آهسته بتن و به مقدار مورد نیاز در هر محل باشد. دریاچه تخلیه باکتهای باید درزبندی کامل نسبت به نشت دوغاب را داشته باشند. تخلیه از باکت در حال حرکت به جوانب مختلف که باعث جداشدن دانه‌ها می‌گردد مجاز نخواهد بود.

۵-۱۰-۲-۴- کامیون مخلوط کن

هنگامی که از کامیون مخلوط‌کن برای حمل بتن آماده استفاده می‌شود، لازم است حجم بتن حمل شده از ۸۰ درصد ظرفیت آن تجاوز نکرده و در طول زمان حمل، جام کامیون مخلوط‌کن با سرعت هم‌زدن (تا ۶ دور در دقیقه) چرخش کند. تخلیه بتن حداکثر پس از ۹۰ دقیقه از زمان اضافه کردن آب به سنگ‌دانه و سیمان و قبل از ۳۰۰ دور چرخش جام با سرعت هم‌زدن، هر کدام که زودتر تحقق یابد باید انجام شود.

۵-۱۰-۲-۵- کامیون یا واگن بدون تجهیزات هم‌زن

انتقال بتن به وسیله کامیون یا واگن بدون تجهیزات هم‌زن در صورتی مجاز می‌باشد که اسلامپ بتن ۵۰ میلی‌متر و یا کمتر باشد. تجهیزات حمل و نقل مذکور باید دارای پوشش مناسب بوده و زمان حمل از ۴۵ دقیقه تجاوز ننماید. بدنه کامیون یا واگن‌های فاقد هم‌زن باید فلزی، صاف و ناتراوا بوده و مجهز به دریاچه‌هایی باشند که کنترل و تخلیه سریع بتن را میسر سازند.

۵-۱۰-۲-۶- انتقال بتن با پمپ

به طور کلی، در صورت موافقت دستگاه نظارت، استفاده از پمپ برای انتقال بتن مجاز است و در این حالت باید نوع و مشخصات بتن، وسایل و تجهیزات مربوط به پمپ و نیز روش کار قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد. پیمانکار باید لوازم یدکی کافی در کارگاه فراهم نماید تا در صورت لزوم پمپ سریعاً تعمیر و راه‌اندازی شود. بتن پمپ‌شونده باید حالت خمیری و چسبنده داشته و نباید در اثر انتقال با پمپ، جدایی دانه‌ها اتفاق افتد. در انتقال بتن به وسیله پمپ، حداکثر نسبت اندازه سنگ‌دانه‌ها به کوچک‌ترین قطر داخلی لوله انتقال بتن نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

— ۰/۳۳ برای سنگ‌دانه‌های تیز گوشه

— ۰/۴۰ برای سنگ‌دانه‌های کاملاً گرد گوشه

استفاده از پمپ‌های پنوماتیک یعنی پمپ‌هایی که از هوای فشرده برای حرکت بتن استفاده می‌کنند مجاز نیست مگر با اجازه دستگاه نظارت. همچنین استفاده از لوله‌های آلومینیوم یا آلیاژهای آن به علت واکنش سطح داخلی آنها با قلیایی‌های سیمان و در نتیجه تولید گاز هیدروژن، به عنوان خط لوله پمپاژ مجاز نمی‌باشد.

قبل از آغاز بتن‌ریزی، پمپ باید برای حصول اطمینان از بی‌عیب بودن آن، به طور کامل کنترل شود و اتصالات بین قطعات مختلف لوله انتقال باید کاملاً آب‌بند باشند. برای مواقعی که ممکن است کار پمپ ناگهان متوقف شود، از قبل باید پیش‌بینی‌های احتیاطی لازم به عمل آید. قبل از شروع بتن‌ریزی باید از داخل پمپ و لوله‌های انتقال بتن مقداری بتن فاقد درشت‌دانه عبور داده شود، این بتن صرفاً جهت آماده شدن لوله‌ها برای عملیات پمپاژ به کار رفته و باید دور ریخته شود. سرعت انتقال بتن توسط پمپ باید متناسب با کارهای بتن‌ریزی بوده و لازم است پمپ مورد استفاده، قدرت پمپاژ بتن حاوی سنگ‌دانه با حداکثر اندازه مشخص شده در پروژه را داشته باشد. نمونه‌برداری از بتن برای انجام آزمایش‌ها، می‌تواند طبق نظر دستگاه نظارت از محل تخلیه کامیون مخلوط‌کن به پمپ و یا از محل خروجی لوله پمپ انجام شود.

۵-۱۱- تدارکات و اقدامات اولیه برای بتن‌ریزی

۵-۱۱-۱- مشخصات کلی

به طور کلی، قبل از شروع عملیات بتن‌ریزی، با توجه به ابعاد و شکل قطعات و روش اجرای تایید شده توسط دستگاه نظارت، پیمانکار باید برنامه بتن‌ریزی و نیز کلیه موارد زیر را به تایید دستگاه نظارت برساند.

- حجم و مشخصات مصالح مورد مصرف
- ظرفیت، قدرت و مشخصات دستگاه بتن‌ساز، وسایل حمل بتن، وسایل تخلیه بتن در محل نهایی و سایر تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز
- تعداد نیروی انسانی متخصص و میزان تجربه آنها
- آماده بودن محل بتن‌ریزی
- قالب‌بندی از نقطه نظر ابعاد، رقوم، شیب‌ها، روغن‌کاری داخل قالب‌ها و پرداخت سطوح طبق مندرجات فصل هفتم
- نصب میلگردها از نقطه نظر تعداد، قطر، اندازه، فاصله، شعاع خم و برش بر طبق نقشه‌ها و مشخصات فنی
- نصب لوله و سایر اجزا و قطعات مدفون و تعبیه سوراخ‌ها و جاسازی‌های لازم
- تعبیه درزها مطابق نقشه‌ها و مشخصات
- فراهم بودن امکانات ایمنی
- امکانات عمل‌آوری بتن

۵-۱۱-۲- آماده‌سازی پی و بستر

۵-۱۱-۲-۱- زهکشی پی

قبل از شروع بتن‌ریزی، باید آب موجود در داخل پی خارج شود به طوری که آب موجود در محل به آب بتن اضافه نشود. به عبارت دیگر، هر گونه جریان آب که به محیط پی وارد می‌شود باید با ایجاد چاهک‌هایی زهکشی شده و با پمپ به خارج پی تخلیه شود، به طوری که بتن تازه (قبل از سخت شدن) در معرض جریان آب قرار نگیرد و در مقدار آب موجود آن تغییری حاصل نشود. در بعضی موارد از لوله‌های بتنی یا سفالی سوراخ دار به همراه زهکش‌های شنی برای زهکشی دائم ثقلی محدوده پی استفاده می‌شود. چنین زهکش‌هایی معمولاً به عنوان قسمتی از کار، طراحی شده و همراه نقشه‌ها و مشخصات ارائه می‌شوند. از امتیازات این روش، کاهش فشار برکنش^۱ و زهکشی دائم محدوده پی به هنگام بهره‌برداری است. در صورت امکان، مناسب‌ترین روش برای زهکشی کف کانال‌ها، روش زهکشی ثقلی است.

۵-۱۱-۲-۲- آماده‌سازی بستر پوشش بتنی کانال‌ها

قبل از این که بتن‌ریزی پوشش کانال‌ها شروع شود، بستر پوشش باید به گونه‌ای آماده شود که سطحی صاف، محکم، یکنواخت و عاری از هر گونه مواد زاید داشته و تا تراکم مندرج در نقشه‌ها و مشخصات متراکم گردد. کف و شیب‌های جانبی کانال باید دقیقاً طبق اندازه‌های مشخص شده در نقشه‌ها و بر اساس مندرجات فصل چهارم این نشریه تراشیده و رگلاژ شود. بستر خاکی کانال باید به هنگام بتن‌ریزی رطوبت مناسب داشته باشد تا آب بتن را جذب نکند.

در صورتی که بتن‌ریزی در زیر تراز آب باشد، باید قبل از شروع عملیات رگلاژ نهایی بستر کانال، با زهکشی مناسب نسبت به تثبیت سطح آب زیرزمینی در پایین‌تر از محدوده عمل بتن‌ریزی اطمینان حاصل نمود. مشخصات مصالح زهکشی زیر پوشش بتنی در فصل هشتم تشریح شده است. پیمانکار باید تمهیداتی را که منطبق بر مشخصات ذکر شده و مورد تایید دستگاه نظارت می‌باشد به گونه‌ای فراهم نماید تا زمان سخت شدن بتن، سطح آب زیرزمینی در تراز تعیین شده در زیر پوشش کانال باقی بماند. به هر حال سطح آب زیرزمینی در هنگام بتن‌ریزی باید زیر تراز فیلتر کف کانال و یا حداقل در فاصله ۱۰ سانتی‌متری از بتن کف باشد.

خاک‌برداری‌های اضافی خارج از محدوده هندسی منشور کانال و یا قسمت‌های آسیب دیده زیر پوشش بتنی باید با مصالح مناسب مورد قبول دستگاه نظارت یا با بتن رده C10 تا حد خطوط و شیب یا رقوم نقشه‌ها پر و کوبیده شود. عملیات خاکی کانال با توجه به عرض کف بر اساس مندرجات فصل چهارم این نشریه انجام خواهد شد.

۵-۱۱-۲-۳- آماده‌سازی بستر خاکی برای بتن‌ریزی

بستر شالوده‌ها که در تماس با بتن قرار می‌گیرند باید بر اساس نقشه‌ها و مشخصات آماده شده و ناهمواری‌های آن در جهات مختلف در حدود رواداری‌های مجاز باشد. در صورتی که در قسمت‌هایی از پی مصالح نامناسب باشد لازم است طبق دستور دستگاه نظارت، مصالح نامناسب برداشته شده و جای آن با مصالح مناسب پر شود.

مصالح جدید ریخته شده باید تا رسیدن به تراکم لازم متراکم شود. به منظور پیشگیری از جذب آب بتن توسط خاک، لازم است به‌هنگام بتن‌ریزی بستر خاکی رطوبت مناسبی داشته باشد. رطوبت بیش از اندازه سبب گلی شدن بتن می‌شود که باید از آن احتراز کرد. در صورت دستور دستگاه نظارت، برای جایگزین کردن خاک‌های نامناسب برداشته شده می‌توان از بتن لاغر یا بتن رده C10 استفاده نمود.

کف پی سازه‌ها باید تا تراکم طراحی شده کوبیده و رگلاژ شود. در مواردی که بتن‌ریزی در مجاورت دیوارهای خاکی و بدون قالب‌بندی انجام می‌شود، باید علاوه بر رعایت اصول ایمنی و ممانعت از ریزش‌های احتمالی، با استفاده از روکش‌های عایق نظیر نایلون از ریزش خاک و آلوده شدن بتن جلوگیری به عمل آید.

بستر خاکی شالوده‌ها باید قبل از بتن‌ریزی با یک قشر بتن لاغر (رده C10) به ضخامت ۱۰۰ میلی‌متر و یا مطابق نقشه‌ها پوشیده شود. بتن‌ریزی شالوده باید بعد از گیرش بتن لاغر صورت گیرد.

۵-۱۱-۲-۴- آماده‌سازی بستر سنگی

به‌هنگام حفاری بسترهای سنگی لازم است در حفاری لایه‌های نهایی کنترل دقیق‌تری صورت گرفته، به نحوی که در سنگ‌های باقیمانده درجا، ترک و شکست اضافی ایجاد نشود. در محل‌های سنگی، بستر پی باید کاملاً افقی بوده (عمود بر جهت بارگذاری) و جدارهای آن تا حد امکان قائم باشد.

داخل پی باید عاری از هر گونه مواد خارجی باشد و بلافاصله قبل از بتن‌ریزی به روش‌های مورد قبول دستگاه نظارت از قبیل جارو، هوای فشرده، جت آب و غیره تمیز شود. سطح سنگ‌ها باید عاری از هر گونه آب آزاد سطحی بوده تا در پیوستگی سنگ و بتن تاثیر نگذارد.

در مواردی که بتن‌ریزی روی بستر سنگی انجام می‌شود، به منظور ایجاد چسبندگی لازم و تامین اتصال مطمئن بین بتن و بستر موجود، باید قبل از بتن‌ریزی، یک لایه بتن فاقد درشت‌دانه ریخته شود. عیار سیمان در این بتن ۴۵۰ کیلوگرم در مترمکعب بوده و میزان اسلامپ آن باید از ۱۵۰ میلی‌متر کم‌تر باشد. ضخامت قشر بتن مزبور باید بین ۵۰ تا ۸۰ میلی‌متر بوده و ناهمواری‌های بستر سنگی را به شیوه مورد قبول پر کند.

۵-۱۱-۲-۵- آماده‌سازی سطوح بتن سخت شده برای بتن‌ریزی جدید

در مواردی که بتن تازه در مجاورت و یا روی بتن سخت شده ریخته می‌شود و لازم است پیوستگی دو قسمت تامین شود، پیمانکار باید سطح بتن سخت شده را قبل از بتن‌ریزی آماده و تمیز کند. برای آماده‌سازی باید سطح بتن قدیم

عاری از شیر و خمیر سخت شده بوده و کمی زبر شود. سطح بتن قبلی به دو روش برای بتن‌ریزی بعدی به شرح زیر آماده‌سازی می‌شود:

روش اول: شستن سطح بتن تازه در زمان مناسب قبل از سخت شدن بتن

این روش تنها برای سطوح افقی مناسب بوده و سطح بتن ریخته شده قبل از سخت شدن کامل با آب و هوای فشرده شسته می‌شود تا ملات سیمان از قشر رویی بتن کاملاً زدوده شده و دانه‌های شن نمایان شود. زمان مناسب شستن بستگی به مراحل سخت شدن بتن و مشخصات آن دارد که این خود به عواملی چون دما، مشخصات سیمان، نسبت آب به سیمان و مواد افزودنی به کار رفته دارد. لازم است مهارت کافی به کار رود تا عمل شستن در زمان مناسب انجام شود. اقدام زود هنگام موجب کنده شدن بیش‌تر و اقدام دیر هنگام موجب عدم امکان برداشت به اندازه کافی خواهد بود. معمولاً عمل شستن بین ۴ تا ۱۲ ساعت بعد از بتن‌ریزی (با توجه به متغیرهای ذکر شده) انجام می‌شود. آغاز این عملیات شستشو با دستور دستگاه نظارت خواهد بود.

روش دوم: روش ماسه‌پاشی و جت آب

در این روش‌ها برداشت شیر و ملات نرم رویه بتن با استفاده از ماسه‌پاشی و یا جت آب با فشار بالا صورت می‌گیرد. در استفاده از این روش‌ها لازم است سطح بتن به اندازه کافی زبر شده، به طوری که دانه‌های شن در سطح بتن نمایان گردند. برداشتن زیاد سطح برای نمایان ساختن بیش از اندازه سنگ‌دانه‌های درشت لزومی ندارد. در مواقعی که سطوح آماده‌سازی کوچک بوده و امکان زبر کردن سطوح با روش‌های فوق میسر نباشد، می‌توان با استفاده از چکش‌های دستی نسبت به زبر کردن سطوح اقدام نمود. در این صورت نیز باید دقت شود که فقط ماسه و ملات سطحی برداشته شود. کندن عمیق سطح که ممکن است سبب برداشت یا شکستن سنگ‌دانه‌های درشت شود و بعضاً موجب لق شدن آنها نیز می‌گردد، مجاز نمی‌باشد. بعد از زبر کردن سطوح بتن قدیم و قبل از آغاز بتن‌ریزی جدید، لازم است سطح بتن قدیم کاملاً شسته شده و اشباع شود و سپس با استفاده از هوای فشرده آب‌های سطحی مانده بر روی آن برداشته شود.

۵-۱۱-۳- قطعات مدفون و جاسازی‌های لازم در بتن

قبل از بتن‌ریزی باید میلگردها، میل‌مهاری‌ها، نوارهای آب‌بند، لوله‌ها و سایر ادواتی که در بتن باقی می‌مانند، در موقعیت تعیین شده نصب شده و به طرز اطمینان بخشی محکم بسته شوند. کلیه ادواتی که در بتن باقی می‌مانند باید تمیز و عاری از چربی، رنگ، زنگ، خاک، گل، ملات یا بتن خشک شده و سایر مواد زائد باشند. قطر، تعداد و شکل

میلگردها در داخل قالب و چگونگی بستن آنها به یکدیگر، اندازه و موقعیت قطعاتی که در داخل بتن قرار داده می‌شود و تطبیق همه آنها با نقشه‌ها و مشخصات فنی، باید قبل از بتن‌ریزی به تایید دستگاه نظارت برسد.

در پوشش بتنی کانال‌ها، در صورت لزوم باید پله‌های نجات و همچنین لوله‌های زهکشی و دریچه‌های یک‌طرفه زیر پوشش کانال‌ها، مطابق نقشه‌ها و مشخصات و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت نصب شود. کلیه سوراخ‌ها و فضاهای خالی که لازم است در داخل بتن تعبیه شود، باید برای جلوگیری از ورود بتن به آن به طور موقتی با مصالح مناسب پر گردد. این مصالح باید با مواد مناسبی آغشته شود تا پس از سخت شدن بتن، بتوان آنها را به آسانی خارج کرد.

قطعات آلومینیومی را نباید در داخل بتن گذاشت زیرا قلیائیت بالای بتن ($PH \geq 13$) سبب خوردگی آلومینیوم و ایجاد ترک خوردگی و ورقه‌ورقه شدن آن می‌گردد. در صورتی که کار گذاشتن چنین قطعاتی اجتناب ناپذیر باشد باید قسمت مدفون آن را با مواد اپوکسی یا قیری و یا سایر مواد محافظت‌کننده پوشش نمود.

۵-۱۱-۴- کنترل قالب‌ها

قالب و قالب‌بندی باید با رعایت کامل مفاد فصل هفتم این نشریه انجام شود. قالب‌ها باید تمیز و عاری از مواد زائد بوده و در جای خود به خوبی مهار شده و محکم باشند. قالب‌ها باید از مصالحی ساخته شود که نمای تعیین شده را به بتن بدهد. همچنین، قالب‌ها باید به خوبی روغن‌کاری شوند تا برداشتن آنها به راحتی انجام شود. کیفیت قالب‌بندی و تطبیق آن با نقشه‌ها و مشخصات باید قبل از بتن‌ریزی به تایید کتبی دستگاه نظارت برسد.

۵-۱۱-۵- نظافت و مرطوب نمودن محل بتن‌ریزی

بلافاصله قبل از بتن‌ریزی، کلیه مواد خارجی از قبیل آب، خاک، گل، ماسه، برف، یخ، چربی، روغن، خاک اره، تکه چوب، میخ، سیم، زباله، خرده ریز و غیره باید از داخل محل‌های بتن‌ریزی خارج شده و سطوح مجاور بتن کاملاً تمیز شود. همچنین کلیه سطوحی که با بتن در تماس است و قابلیت جذب آب دارد باید به اندازه کافی و به روش‌های صحیح مورد تایید دستگاه نظارت مرطوب گردد تا موجب جذب آب موجود در بتن نشود.

۵-۱۲- بتن‌ریزی

۵-۱۲-۱- مشخصات کلی

به‌طور کلی، قبل از هر گونه بتن‌ریزی، پیمانکار باید کنترل‌های زیر را انجام دهد:

- آمادگی تجهیزات مورد نیاز بتن‌ریزی و کفایت ظرفیت واقعی آنها
- کفایت مصالح مورد نیاز
- آماده بودن پی
- اندازه نهایی قالب و پایداری قالب در مقابل نیروهای وارده

- قطر، تعداد و موقعیت آرماتورها
- آماده بودن درزهای اجرایی
- نصب نوارهای آببند و سایر قطعات مدفون و کنترل موقعیت آنها
- تمیزکاری نهایی
- انجام کارهای نقشه برداری نهایی
- داشتن طرح اختلاط بتن مورد تایید کتبی دستگاه نظارت
- داشتن روش اجرای تایید شده توسط دستگاه نظارت
- اقدام در مورد سایر موارد مورد نیاز برای کنترل

پس از انجام کنترل‌های بالا، پیمانکار باید مجوز کتبی بتن‌ریزی را از دستگاه نظارت دریافت نماید و پس از مطلع کردن آزمایشگاه، با فاصله زمانی مناسب اقدام به بتن‌ریزی نماید. دستور انجام نمونه‌برداری‌ها و آزمایش‌های لازم توسط دستگاه نظارت صادر خواهد شد.

پس از شروع بتن‌ریزی لازم است دقت کافی به عمل آید تا کیفیت بتن از نقطه نظر نسبت آب به سیمان، اسلامپ، هوای موجود و یکنواختی تعیین شده در طول مدت بتن‌ریزی حفظ شود. بعد از ریختن بتن، عملیات مخلوط کردن برای تامین یکنواختی مجاز نیست. بتن باید قبل از شروع گیرش اولیه در محل نهایی خود در داخل قالب ریخته شده و از به هم خوردن و جابه‌جا شدن بعدی آن جلوگیری شود. روش بتن‌ریزی نباید باعث جدایی ملات سیمان از دانه‌ها، تشکیل خلل و فرج در بتن، تراوش شیره بتن به سطح بالایی و یا ایجاد لرزش در قالب‌ها شود.

بتن‌ریزی در مواقع بارندگی، ریزش برف، وزش باد شدید، درجه حرارت نامناسب و سایر مواردی که وضعیت جوی نامناسب به شمار می‌آیند، جز با رعایت تدابیر لازم و تایید دستگاه نظارت مجاز نیست. قطعات و بست‌هایی که برای تثبیت میلگردها و یا قالب‌ها به کار می‌روند باید هنگامی که دیگر به وجود آنها نیازی نیست برداشته شوند. ولی در صورتی که این قطعات از جنس فلزی یا بتنی باشد و موافقت دستگاه نظارت نیز کسب شده باشد، باقی ماندن آنها در بتن بلا مانع است.

در مواردی که بتن‌ریزی در جنب دیوارهای خاکی صورت می‌گیرد، در صورت ریزش خاک بر روی بتن تازه، باید آن قسمت از بتن که با خاک مخلوط شده خارج گردد و مجدداً با بتن تمیز و مشابه جایگزین شود. عملیات بتن‌ریزی باید در محدوده درزهای تعیین شده به صورت پیوسته و بدون وقفه و با رعایت نکات و اصول فنی ادامه یابد.

کلیه کارهای بتنی معیوب باید تخریب و تجدید گردد و یا طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود. در هر عمل بتن‌ریزی کلیه اطلاعات لازم از قبیل درجه حرارت محیط، تاریخ، مدت بتن‌ریزی، موقعیت و مشخصات قطعه، شماره نمونه‌های آزمایش و غیره باید در گزارش‌های روزانه ثبت شود.

۵-۱۲-۲- انتقال بتن به قالب و تخلیه بتن

انتقال بتن از مخلوط کننده‌ها به محل مصرف یا قالب‌ها باید در اسرع وقت (قبل از آغاز گیرش اولیه) طوری صورت گیرد که از جدا شدن ملات از دانه‌ها و کاهش بیش از حد تعیین شده اسلامپ بتن، جلوگیری به عمل آید. بتن باید تا آنجا که مقدور است در محل نهایی یا نزدیک‌ترین نقطه به آن تخلیه شود. نقل و انتقال مجدد بتن می‌تواند موجب جدایی مصالح تشکیل دهنده آن گردد. به عنوان مثال در اجرای دال‌های بتنی باید بتن‌ریزی را از یک انتهای دال آغاز و هر پیمانانه را روی بتن ریخته شده قبلی تخلیه و پیشروی کرد. بتن را نباید در توده‌های جدا از هم ریخت و سپس با هم تراز کرد. همچنین نباید بتن را در توده‌های بزرگ ریخت و سپس به طور افقی به محل نهایی انتقال داد، زیرا در این صورت به دلیل تمایل ملات به جاری شدن قبل از دانه‌های درشت، ممکن است جدایی روی دهد. بتن‌ریزی در دیوارها باید در لایه‌های افقی با ضخامت یکنواخت صورت گیرد و هر لایه قبل از ریختن لایه بعدی به طور کامل متراکم شود. میزان و سرعت بتن‌ریزی باید چنان باشد که هنگام ریختن لایه جدید، لایه قبلی در حالت خمیری باشد. عدم رعایت این نکته باعث ایجاد اتصال سرد و نهایتاً عدم یکپارچگی بتن خواهد شد.

در بتن‌ریزی حتی‌الامکان باید ارتفاع سقوط آزاد بتن را محدود نمود. این ارتفاع برای جلوگیری از جدا شدن دانه‌ها به ۰/۹ تا ۱/۲ متر محدود می‌شود. در صورتی که بتن به‌طور اجباری از قالب‌های بلند ریخته شود (خصوصاً اگر بتن بدون حباب هوا باشد) برای جلوگیری از آب انداختن بتن توصیه می‌شود از بتن با اسلامپ کم استفاده شود، کاستن از سرعت بتن‌ریزی نیز تا حدود زیادی از آب انداختن بتن جلوگیری می‌نماید. توصیه می‌شود برای جلوگیری از ضایعات ناشی از آب انداختن بتن، ارتفاع ستون ۲۵ میلی‌متر بیش‌تر اختیار و بتن اضافی پس از سخت شدن تخریب شود. به منظور جلوگیری از ترک‌های ناشی از نشست خمیری بتن ستون‌ها و دیوارها، توصیه می‌شود بتن‌ریزی این اجزا حداقل ۲۴ ساعت تا ۴۸ ساعت قبل از بتن‌ریزی شاه تیرها، تیرها و دال‌های مجاور آنها انجام شود. ماهیچه‌ها و سر ستون‌ها باید به صورت یک‌پارچه با ستون ریخته شوند.

۵-۱۲-۳- توقف و شروع مجدد بتن‌ریزی

پیمانکار موظف است تجهیزات ساخت، حمل و ریختن بتن را به نحوی تهیه و کار را چنان برنامه‌ریزی نماید که مجموعه عوامل با ضریب اطمینان کافی قادر به بتن‌ریزی به طور پیوسته و بدون وقفه باشند. بتن‌ریزی باید تا کامل شدن قطعه مورد نظر و تا رسیدن به محل مجاز قطع بتن‌ریزی (درزهای ساختمانی) به طور مداوم ادامه یابد. محل قطع بتن‌ریزی‌ها تا حد امکان در نقاط حداقل تنش‌ها و در مورد پوشش کانال‌ها در محل درزهای انقباض عرضی پوشش یا درزهای ساختمانی مشخص شده در نقشه‌ها صورت گیرد. سطح مقطع بتن در محل قطع بتن‌ریزی باید تا حد امکان عمود بر سطح بتن‌ریزی باشد و در موقع شروع مجدد، برای تامین اتصال کافی در سطوح واریز، اقدامات لازم طبق دستور دستگاه نظارت صورت گیرد. در صورتی که به علت خرابی تجهیزات و یا هر دلیل دیگر وقفه‌ای در بتن‌ریزی پیش بیاید، باید فوراً و تا قبل از گیرش بتن، سطوح واریز به طور یکنواخت و با شیب ثابت تنظیم شود. بتن‌ریزی مجدد در این نوع سطوح باید با رعایت بند ۵-۱۱-۲ صورت گیرد.

بتن کلیه قسمت‌های یک دهانه دال و تیرهای مربوط به آن (تیرهای اصلی و فرعی) باید در یک مرحله (نوبت) ریخته شود. بتن‌ریزی دال‌ها، تیرها یا قطعات مشابه باید فقط پس از این که بتن دیوارها، ستون‌ها و یا تکیه‌گاه‌های مربوطه سخت شد، شروع گردد، ولی این مدت نباید هیچ‌گاه از ۴۸ ساعت کم‌تر باشد، مگر آن که دستگاه نظارت دستور دیگری صادر کند.

۵-۱۲-۴- مراحل و لایه‌های بتن‌ریزی

لازم است به منظور تامین اتصال کافی و پیشگیری از نفوذپذیری بین لایه‌ای، بین بتن تازه و بتن سخت شده، ابتدا یک قشر بتن ریزدانه و یا ملات به ضخامت حدود ۵ تا ۸ سانتی‌متر از همان رده بتن ولی با روانی بیش‌تر روی سطح آماده شده بتن سخت شده ریخته شود. ضرورت دارد قبل از گیرش اولیه این قشر نازک، بتن اصلی روی آن ریخته شده و متراکم گردد. به طوری که دانه‌های بتن اصلی در داخل قشر مزبور فرو رود.

بتن‌ریزی هر مرحله^۱ را باید به طور منظم در لایه‌های یکنواخت ریخته و به طور مناسب با ویبراتور متراکم نمود. ضخامت لایه‌ها بر اساس نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی تعیین شده خواهد بود. در صورت مشخص نبودن ضخامت لایه‌ها در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی خصوصی می‌توان از ارقام جدول (۵-۱۷) استفاده کرد. حداقل فاصله زمانی بین بتن‌ریزی‌های متوالی مراحل مختلف با توجه به شرایط و موقعیت قطعات مطابق مشخصات فنی خصوصی و با تایید دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

جدول ۵-۱۷- حداکثر ضخامت مراحل و لایه‌های بتن‌ریزی

نوع قطعه بتنی	حداکثر ضخامت هر مرحله بتن‌ریزی (متر)	حداکثر ضخامت هر لایه ^۲ (متر)
دیوارها و پایه‌های حجیم	۳	۰/۵
سایر دیوارها و پایه‌ها	۳	۰/۳۵
دال‌ها	ضخامت دال	۰/۳۵

دستگاه نظارت می‌تواند ضخامت لایه‌های بتن‌ریزی را به حدی کاهش دهد تا اطمینان حاصل کند که هر لایه با لایه قبلی در نتیجه خاصیت نفوذی عمل ارتعاش یکپارچه می‌شود.

۵-۱۲-۵- درجه حرارت مخلوط بتن تازه و شرایط جوی بتن‌ریزی

درجه حرارت مخلوط بتن تازه در هیچ حالتی، بلافاصله پس از ریختن، نباید کم‌تر از ۵ درجه و بیش‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد برای بتن‌های معمولی و ۱۵ درجه یا طبق مشخصات فنی خصوصی برای بتن‌های حجیم باشد. بتن‌ریزی در شرایط جوی، برفی، بارانی، یخبندان و توفانی مجاز نیست، مگر در مواردی که پیش‌بینی‌ها و اقدامات حفاظتی مناسب انجام شده و موافقت دستگاه نظارت کسب شده باشد. در مواقعی که بتن‌ریزی در شرایط جوی نامساعد صورت می‌گیرد، باید دقت، کنترل و مراقبت ویژه با تایید قبلی دستگاه نظارت اعمال گردد.

۵-۱۲-۵-۱- بتن‌ریزی در هوای گرم

هوای گرم به دمای زیاد هوا همراه یا بدون باد و رطوبت کم اطلاق می‌شود. بتن‌ریزی در هوای گرم مشکلات فراوانی نسبت به بتن‌ریزی در هوای معتدل در بر دارد. این مشکلات اثری مستقیم بر ویژگی‌های بتن تازه و بتن سخت شده دارند. در بتن تازه، آهنگ‌گیرش سریع بوده و اسلامپ به سرعت کم می‌شود و در بتن سخت شده مقاومت و پایایی کاهش می‌یابد. از مشکلات مهمی که در بتن‌ریزی در هوای گرم به وجود می‌آید امکان بروز ترک‌های خمیری در بتن در اثر تبخیر آب از سطح آن است. عوامل دیگر نظیر رطوبت کم و باد این امکان را افزایش می‌دهند. برای جلوگیری از به وجود آمدن آثار نامطلوب و دستیابی به بتن مناسب با دمای مجاز، پیمانکار باید اقدامات احتیاطی خاصی در موقع نگهداری مصالح بتن و همچنین در هنگام تهیه، حمل، ریختن و عمل آوردن بتن به شرح زیر انجام دهد:

- حفاظت مصالح بتن (سنگ‌دانه و سیمان) از تابش آفتاب
 - حفاظت مخلوط‌کن، کامیون‌های حمل بتن، ناوه، قیف، لوله‌های پمپ و سایر تجهیزات مربوط به بتن‌ریزی از تابش آفتاب و پوشاندن آنها به وسیله گونی مرطوب
 - خنک کردن آب اختلاط و یا جایگزینی بخشی از آب اختلاط با یخ پولکی
 - خنک کردن سنگ‌دانه‌ها
 - استفاده از مواد افزودنی کندگیر کننده و روان‌کننده در تهیه بتن
 - تقلیل مدت اختلاط و نیز به حداقل رسانیدن فاصله زمانی بین اختلاط و ریختن بتن
 - تسریع در عملیات حمل، ریختن تراکم و پرداخت بتن تا حداکثر ممکن
 - خودداری از مصرف سیمان گرم، توضیح این‌که درجه حرارت سیمان هنگام اختلاط نباید از ۶۵ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند.
 - آب پاشی قالب‌ها، آرماتورها و بستر بتن‌ریزی با آب خنک بلافاصله قبل از بتن‌ریزی
 - استفاده از سیمان‌های با حرارت زایی کم‌تر
 - متوقف کردن بتن‌ریزی در گرم‌ترین ساعات روز
 - پیش‌بینی سایه‌بان‌های موقت در هنگام اجرا برای محل‌های بتن‌ریزی
 - ایجاد بادشکن‌های موقت برای کاهش سرعت باد روی سطوح بتن در صورت وجود باد
- عمل آوردن بتن در هوای گرم در مقایسه با شرایط معتدل بحرانی‌تر بوده و توجهی ویژه می‌طلبد. برای رساندن میزان تبخیر به حداقل ممکن، مرطوب نگه‌داشتن بتن باید به مدت زیادتر و حداقل ۷ روز ادامه یابد. نباید استفاده از قالب‌های محافظ درجا را جایگزینی مناسب برای عمل آوردن در هوای گرم تلقی کرد. باید این‌گونه قالب‌ها تا حد امکان به سرعت و قبل از این‌که خسارتی به بتن وارد آید شل شوند و سپس آب رو به پایین به درون قالب‌ها جریان یابد. در هوای گرم، تهیه و حمل نمونه‌های آزمایش باید با مراقبت ویژه صورت گیرد، عملیات نمونه‌برداری باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

درجه حرارت هوا، درجه حرارت بتن، وضعیت هوا (صاف، ابری)، سرعت باد و رطوبت نسبی باید به طور روزانه و مرتب ثبت شود. میزان کاهش اسلامپ و مقدار آب اضافه شده در موقع تخلیه بتن نیز باید ثبت شود.

۵-۱۲-۵-۲- بتن ریزی در هوای سرد

هوای سرد به وضعیتی اطلاق می‌شود که اولاً برای سه روز متوالی دمای متوسط هوا در شبانه روز کم‌تر از ۵ درجه سانتی‌گراد بوده و ثانیاً در مدت سه روز فوق دمای هوا برای بیش‌تر از نصف روز از ۱۰ درجه سانتی‌گراد زیادتر نباشد. پیمانکار باید تدابیر لازم را برای حفاظت بتن در مراحل مختلف ساخت، حمل، ریختن و عمل‌آوری اتخاذ نماید و برای جلوگیری از وقفه در عملیات بتن‌ریزی قبلاً برنامه اجرای کار را به تصویب دستگاه نظارت برساند. رعایت نکات زیر برای بتن‌ریزی در هوای سرد الزامی است:

الف- تدابیر احتیاطی

روش پیشنهادی و تجهیزات پیمانکار باید به گونه‌ای باشد تا اطمینان حاصل شود که بتن تازه ریخته شده دچار یخ زدگی نگردد و بتن سخت شده نیز دارای کیفیت لازم باشد. دمای بتن باید حداقل دو بار در شبانه روز در نقاط مختلف سازه بخصوص در لبه‌ها ثبت گردد تا از وضعیت نگهداری بتن اطمینان کافی حاصل شود.

ب- مصالح مصرفی

انجام تمهیدات زیر پس از تایید دستگاه نظارت ضروری است:

- استفاده از مواد افزودنی زودگیر به منظور سرعت دادن به کسب مقاومت بتن و افزایش حرارت هیدراتاسیون
- استفاده از آب گرم در ساخت بتن. در این حالت لازم است ترتیب ریختن مصالح در مخلوط‌کن به نحوی باشد که از تماس مستقیم آب گرم و سیمان جلوگیری شود.
- سنگ‌دانه‌ها نباید آغشته به یخ و برف باشند. معمولاً ماسه از شن مرطوب‌تر و احتمال وجود یخ در آن بیش‌تر است، بنابراین اغلب گرم کردن ماسه ضرورت پیدا می‌کند.
- حداکثر جذب آب سنگ‌دانه‌های مصرفی در بتن، برای سنگ‌دانه‌های درشت به ۲/۵ درصد و برای سنگ‌دانه‌های ریز به ۳ درصد محدود شود.
- استفاده از مواد حباب‌زا و ساخت بتن با حباب هوا برای بتن‌هایی که در معرض رطوبت و یخ‌زدن و آب شدن‌های متوالی قرار می‌گیرند.

ج- الزامات طرح اختلاط

- نسبت آب به سیمان نباید از ۰/۵ تجاوز کند.
- در صورتی که از مواد روان‌کننده استفاده نشود، اسلامپ بتن نباید از ۵۰ میلی‌متر بیش‌تر باشد.

- برای کاهش میزان آب قابل یخ زدن در بتن و کاهش میزان آب انداختن بتن تازه و تامین کارایی لازم می‌توان از مواد افزودنی خمیری‌کننده و روان‌کننده استفاده کرد.

د- حداقل دمای بتن

رعایت حداقل دمای مجاز بتن به هنگام اختلاط، ریختن و نگهداری و نیز حداکثر مجاز افت تدریجی دما در ۲۴ ساعت اولیه پس از خاتمه دوره حفاظت بتن مطابق بند ۷-۶-۳-۵ آیین‌نامه بتن ایران الزامی است. توصیه می‌شود که هنگام بتن‌ریزی دمای هیچ قسمت از بتن تازه از ۱۰ درجه سانتی‌گراد کم‌تر نباشد، ولی به هر حال این دما نباید از ۵ درجه سانتی‌گراد کم‌تر شود.

ه- عمل آوردن بتن تازه

عمل آوردن بتن تازه باید حداقل ۲۴ ساعت و تا رسیدن بتن به مقاومت ۵ مگاپاسکال ادامه یابد. برای عمل‌آوری و محافظت بتن از یخ زدگی باید اقداماتی نظیر پوشش بتن با پوشش‌های عایق‌دار، گرم کردن بتن و محیط اطراف و سایر روش‌های مورد تایید دستگاه نظارت انجام داد. بتن تازه باید در مقابل وزش باد، به ویژه پس از برداشتن پوشش‌ها محافظت گردد. باید توجه داشت که از تبخیر زیاد آب و کربناتی شدن بتن در اثر احتراق مواد سوختی برای گرم کردن آن جلوگیری شود.

و- محافظت بتن سخت شده

لازم است از یخ‌زدگی بتن اشباع شده‌ای که مقاومت آن به ۹۰ درصد مقاومت اسمی آن نرسیده باشد جلوگیری به عمل آید. باید از روش‌های استاندارد و با تهیه نمونه‌های کارگاهی برای تشخیص رسیدن بتن به مقاومت کافی استفاده نمود. می‌توان با روش‌های غیرمخرب استاندارد شده نیز مقاومت فشاری بتن را تخمین زد.

ز- بازرسی عملیات اجرایی در هوای سرد

تاریخ، زمان، درجه حرارت محیط، درجه حرارت بتن بلافاصله پس از ریخته شدن و وضعیت هوا (آرام، توفانی، صاف، ابری و...) باید ثبت شود. کنترل درجه حرارت باید در نقاط متعدد طبق دستور دستگاه نظارت صورت گیرد تا بالاترین و پایین‌ترین درجه حرارت بتن تعیین شود.

۵-۱۲-۶- اتمام سطوح بتن ریخته شده در هر لایه

با رعایت مندرجات ردیف ۵-۱۱-۲-۵، عملیات آماده‌سازی سطح بتن ریخته شده قشر قبلی، برای بتن‌ریزی قشر بعدی، باید طوری باشد که ضمن ایجاد یکنواختی و یکپارچگی لازم در بتن، سطح نهایی آن دارای زبری کافی برای پیوستگی و چسبندگی با بتن قشر بعدی باشد. لرزانیدن سطح فوقانی بتن ریخته شده قشر قبلی و صاف نمودن بیش از حد آن مجاز

نیست. سطوح نهایی بتن باید مطابق مشخصات خاتمه پذیرند و باید به نحوی پرداخت شوند که رواداری رقوم سطح تمام شده بتن از حد مجاز تجاوز نکند. آب اندازی بتن نباید آن قدر زیاد باشد که باعث تضعیف رویه بتن گردد.

۵-۱۲-۷- بتن ریزی در بتن مسلح

کارایی و روانی بتنی که در بتن مسلح مصرف می شود باید طوری باشد که کاملاً در اطراف میلگردها جاگیر شود. بتن باید گوشه ها و کناره های قالب، اطراف میلگردها و ادوات موجود در محل بتن ریزی را به خوبی پر کند. بتن نباید از بالا و به طور آزاد روی میلگردها، میل مهارها و سایر ادواتی که در بتن باقی می ماند، تخلیه شود. اگر تجمع میلگردها در ارتفاع قابل ملاحظه ای باشد، باید نودان و یا قیف هایی پیش بینی شود که بتن را به ته قالب برساند. اگر تجمع میلگردها در قسمت کف قالب تیرها و تاوه ها زیاد باشد به طوری که فضای کافی برای عبور آزاد بتن وجود نداشته باشد، باید قبل از بتن ریزی، برای آن قسمت از بتن که در بین میلگردها و بین آنها جا می گیرد، طبق دستور دستگاه نظارت از سنگ دانه های ریزتر استفاده شود تا به خوبی تمام سطح قالب را فراگیرد و اطراف میلگردها را پر کند. همچنین برای ریختن بتن باید محل های مناسبی انتخاب شود، به طوری که بتن ریخته شده برای رسیدن به محل نهایی خود احتیاج به جاری شدن نداشته باشد و کلیه زوایا و پیچ و خم های قالب را به آسانی پر کند.

۵-۱۲-۸- بتن ریزی در زیر آب

از بتن ریزی در زیر آب تا آن جا که ممکن است باید پرهیز شود. در صورتی که امکان تخلیه آب از محل بتن ریزی نباشد، با اجازه کتبی دستگاه نظارت عملیات بتن ریزی در زیر آب صورت می گیرد، در این صورت روش کار، مشخصات مخلوط و تجهیزات لازم متناسب با شرایط و ویژگی کار باید مورد تایید دستگاه نظارت باشد. متداول ترین روش ها، روش بتن ریزی با قیف و لوله و بتن ریزی با پمپ بتن است که در زیر شرح داده می شود:

الف- بتن ریزی با قیف و لوله (ترمی)^۱

در این روش باید دقت شود تا در اثر جریان آب، مواد سیمانی شسته نشود و لازم است هنگام بتن ریزی اختلاف فشار هیدرولیکی داخل و خارج قالب از بین رفته و سطح آب در داخل و خارج قالب در یک تراز باشد. در موقع بتن ریزی با قیف و لوله باید همیشه انتهای تحتانی لوله حداقل ۱ تا ۱/۵ متر داخل بتن باشد به طوری که آب نتواند از پایین وارد لوله شود. لوله باید به آرامی همراه با بتن ریزی بالا کشیده شود. بتن ریزی با لوله ترمی باید پیوسته و در یک مرحله تا خاتمه کار اجرا شود، به نحوی که بتن با آب پیرامون خود مخلوط نشود و بتن با کیفیت قابل قبول به دست آید.

مشخصات بتنی که به وسیله قیف و لوله ریخته می شود باید به شرح زیر باشد:

- عیار سیمان نباید از ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب کم تر باشد.

- نسبت آب به سیمان در طرح اختلاط نباید از ۰/۴۵ تجاوز کند.
 - حداکثر اندازه سنگ‌دانه‌ها بیش از ۲۰ میلی‌متر نبوده و ترجیحا از شن و ماسه طبیعی استفاده شود.
 - اسلامپ بتن باید بین ۱۷۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر انتخاب شود.
 - قطر لوله ترمی باید حداقل ۸ برابر قطر بزرگ‌ترین اندازه سنگ‌دانه مصرفی باشد.
- وقتی سطح بتن به حد فوقانی مورد نظر رسید، باید آن قسمت از بتن که با مواد بیرونی در آمیخته و دانه‌های شن و ماسه و شیره بتن از هم جدا شده، جمع‌آوری و بیرون ریخته شود. این کار باید تا رسیدن به بتن خمیری سالم ادامه یابد.

ب- بتن‌ریزی با پمپ

کلیات بتن‌ریزی با پمپ در زیر آب نظیر حالت بتن‌ریزی با لوله و قیف (ترمی) است با این تفاوت که در این حالت نسبت آب به سیمان نباید از ۰/۶ تجاوز کند و لازم است مقدار سیمان نسبتا زیاد باشد (در محدوده ۳۵۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب) تا چسبندگی کافی بتن تامین شود و خطر شسته شدن سیمان از بین برود. استفاده از دانه‌بندی یکنواخت با حداکثر اندازه ۳۸ میلی‌متر و همچنین مقدار کافی ریزدانه ضروری است.

۵-۱۲-۹- بتن‌ریزی پوشش بتنی کانال‌ها^۱

۵-۱۲-۹-۱- کیفیت بتن پوشش کانال

بتن پوشش کانال باید با نسبت و به نحوی مخلوط شود که به اندازه کافی سفت باشد تا روی سطوح شیب‌دار کانال پابرجا بماند. برای سهولت اجرا توصیه می‌شود که اسلامپ بتن برای بتن‌ریزی با دست کم‌تر از ۷/۵ سانتی‌متر و برای اجرای پوشش با قالب‌های لغزنده کم‌تر از ۵ سانتی‌متر باشد.

بتن با این حدود اسلامپ به راحتی روی شیب‌ها قرار می‌گیرد. در شرایط اقلیمی که پوشش بتنی کانال در معرض دوره‌های متناوب ذوب و یخبندان قرار می‌گیرد، باید از بتن هوادار استفاده نمود. در سایر موارد می‌توان از بتن معمولی و یا بتن با حداکثر هوای ۳ درصد استفاده کرد.

۵-۱۲-۹-۲- نحوه بتن‌ریزی

بتن‌ریزی پوشش کانال فقط پس از صدور دستور کتبی دستگاه نظارت مجاز است. قبل از آغاز بتن‌ریزی خاک‌ریز اضافی^۲ توسط ماشین مخصوص یا هر وسیله‌ای که مورد تایید دستگاه نظارت باشد در امتداد خطوط، شیب و رقوم مندرج در نقشه‌ها برداشته می‌شود. در هر دوره بتن‌ریزی، عملیات بتن‌ریزی پوشش کانال در طولی که از طرف دستگاه نظارت معین می‌شود، پس از جمع‌آوری مواد زاید و خاک‌های سست، آب پاشی بستر به اندازه لازم و مرطوب نمودن آن

1- Canal Concrete Lining

2- Over Built

آغاز می‌شود. مدت زمان لازم بین خاتمه عملیات خاک‌برداری قشر محافظ و آغاز پوشش کانال معمولاً ۲۴ ساعت و حداکثر ۷۲ ساعت خواهد بود.

بسته به شرایط کار، افزایش از این مدت‌ها باید با تایید دستگاه نظارت صورت گیرد. پس از آماده شدن بستر برای بتن‌ریزی پوشش بتنی، سطوح در تماس با بتن باید به اندازه‌ای آب پاشی و مرطوب شود تا ضمن این‌که از ایجاد گل و آبدار شدن پی جلوگیری می‌شود، بستر نیز آب بتن را جذب نکند. تمام ضخامت پوشش بتنی کانال باید در یک مرحله بتن‌ریزی شود.

بتن‌ریزی پوشش بتنی کانال‌ها باید از کف کانال شروع و به سمت شیب‌های جانبی ادامه یابد. بتن‌ریزی شیب‌های جانبی باید از پایین‌ترین نقطه شیب شروع شده و به تدریج به سمت بالا ادامه یابد تا در لبه کانال با ایجاد جدول کناری (گوشواره) در طول کانال خاتمه پذیرد. در کانال‌های عمیق، ریختن بتن از بالا و به‌طور آزاد روی شیروانی کانال مجاز نمی‌باشد، پیمانکار باید به کمک ناودان و یا قیف، انتقال بتن به روی شیروانی را به نحوی انجام دهد که جداشدگی دانه‌ها در بتن رخ ندهد.

الف- اجرای پوشش بتنی به روش دستی

در صورت اجرای پوشش بتنی به روش دستی رعایت موارد زیر الزامی است:

- حصول اطمینان از دقت و سلامت شابلون قبل از هر بتن‌ریزی
- رعایت دقیق رقوم استقرار شابلون‌ها منطبق بر مشخصات کانال
- استفاده از ابزار مناسب تثبیت شابلون‌ها
- استفاده از شمشه لرزنده و یا ایجاد ارتعاش و ماله‌کشی
- بتن‌ریزی شیب‌های جانبی کانال از تراز کف به سمت بالا
- بتن‌ریزی مداوم و بدون انقطاع هر پانل

ب- اجرای پوشش بتنی با استفاده از قالب لغزنده

چنانچه پوشش بتنی با استفاده از قالب لغزنده اجرا می‌شود، لازم است موارد زیر با نظر دستگاه نظارت رعایت شود:

۱- اجرای پوشش بتنی با استفاده از قالب لغزنده در کانال‌های کوچک

قالب‌های لغزنده در کانال‌های با شیب شیروانی ۱:۱، عرض کف ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر و حداقل و حداکثر عمق به ترتیب ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر و یا کانال‌های با شیب شیروانی ۱/۵ به ۱، عرض کف ۶۰ سانتی‌متر و حداقل و حداکثر عمق ۶۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر می‌تواند به کمک نیروی انسانی و یا ماشینی عمل نماید. این قالب‌ها می‌تواند مستقیماً بر روی کف کانال بلغزد و یا به کمک چرخ‌ها در طرفین کانال حرکت نماید. ساخت و کارایی این قالب‌ها باید به تایید دستگاه نظارت برسد و به‌هنگام بتن‌ریزی شرایط زیر رعایت شود.

- تراز دقیق کف به گونه‌ای که رقوم کف بتن در حد رواداری مجاز باشد.
 - تراز دقیق مسیر حرکت چرخ‌های قالب‌لغزنده (در نوع چرخ‌دار آن) در دو سمت کانال
 - حرکت یکنواخت قالب به جلو
 - اطمینان از کفایت حجم بتن در دو کفه قالب به صورتی که هیچ‌گونه ناهمسانی به دنبال قالب باقی نماند.
 - لرزش متناسب با حرکت قالب
- نسبت آب به سیمان و اسلامپ بتن با تایید دستگاه نظارت باید به گونه‌ای انتخاب شود که عملیات پوشش با قالب لغزنده با سرعت مناسب انجام گیرد.

۲- اجرای پوشش بتنی با استفاده از قالب لغزنده در کانال‌های بزرگ

قالب لغزنده در کانال‌های بزرگ معمولاً ماشینی است. مشخصات ماشین و ابعاد قالب‌های موجود پیمانکار و یا سفارش خرید آن برای عملیات پوشش کانال باید با ابعاد کانال و جزییات آن و مشخصات خاک‌ریز کانال انطباق داشته باشد. این مشخصات شامل موارد زیر است:

- ضخامت پوشش
 - شیب شیروانی
 - عرض کف و عمق پوشش بتنی کانال
 - سکوی بتنی
 - عرض خاک‌ریزها در طرفین کانال و رقوم آنها
 - تمهیدات لازم برای حرکت چرخ ماشین در کف کانال‌های بزرگ
- پیمانکار باید با توجه به سرعت عمل این نوع دستگاه‌ها، بتن لازم و راهکارهای تامین، انتقال و تخلیه به داخل دستگاه قالب‌های لغزنده را منطبق بر مشخصات اعلام شده فراهم نماید. انتقال دستگاه به داخل کانال و نصب آن و بتن‌ریزی با این نوع ماشین نباید باعث تخریب کف و یا سکوی خاکی کانال گردد. در صورت ایجاد هرگونه تخریب، پیمانکار باید با مصالح و روش مورد تایید دستگاه نظارت نسبت به ترمیم موقعیت‌های آسیب‌دیده اقدام نماید.
- موقعیت‌هایی از کانال در نزدیکی سازه‌های ساخته شده و یا آبشارها، تندآب‌ها و ... که امکان پوشش با قالب لغزنده مکانیزه نمی‌باشد، باید به صورت دستی و منطبق بر مشخصات اعلام شده اجرا شود.
- در صورت قطع عملیات بتن‌ریزی به هر علتی، بتن‌ریزی باید در امتداد درزهای عرضی و طولی پوشش در سطحی عمود بر سطح بستر پوشش قطع شود.
- در صورتی که به هر علتی به بتن ریخته شده آسیب وارد شود، یا این که بتن ریخته شده بشکند یا ترک بردارد، محدوده آسیب دیده به دستور دستگاه نظارت باید برداشته شده و دوباره بتن‌ریزی شود.
- درزهای عرضی و طولی کانال باید بر اساس مشخصات مندرج در بند ۵-۱۴ اجرا شود.

ج- خاکریزی مجاور لبه‌های پوشش بتنی کانال

پس از بتن‌ریزی پوشش کانال، دستک و کناره‌های بالایی پوشش باید طبق خطوط و شیب‌های مندرج در نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت با مصالح خاکی پوشانده شود. ریختن مصالح خاکی باید بین ۱ تا ۲ هفته (پس از کسب حدود ۷۰ درصد مقاومت بتن) پس از بتن‌ریزی پوشش انجام شود. مصالح مزبور باید غیرقابل نفوذ بوده و کلوخه و سایر ذرات بزرگ‌تر از ۲۵ میلی‌متر نداشته باشد. قبل از خاکریزی، مصالح مذکور باید مرطوب شده و در محل با وسایل مورد تایید دستگاه نظارت تخلیه و پروفیله شود و با کوبنده‌های دستی تا تراکم جسم کانال کوبیده گردد. به‌جای استفاده از خاکریزی، در صورت تایید دستگاه نظارت می‌توان از شفته آهک با خاک محل نیز استفاده نمود.

۵-۱۲-۱۰- پخی^۱

به منظور تامین نمای زیباتر برای سازه‌ها و نیز جلوگیری از شکستن گوشه‌های تیز آنها در مقابل ضربه، با نظر دستگاه نظارت می‌توان گوشه‌های خارجی قطعات بتنی را به اندازه ۲ تا ۵ میلی‌متر پخ کرد.

۵-۱۲-۱۱- ماهیچه^۲

در صورت تصویب دستگاه نظارت و به منظور افزایش مقاومت، پرهیز از تمرکز تنش و یا تسهیل عملیات بتن‌ریزی باید در گوشه داخلی سازه‌ها با بتن ماهیچه ساخت، در مواردی که اندازه این ماهیچه‌ها در گوشه داخلی سازه و یا در پای قائم دیوارها، در نقشه‌ها و مشخصات تعیین نشده باشد، توصیه می‌شود که با نظر دستگاه نظارت از جدول (۵-۱۸) استفاده شود.

جدول ۵-۱۸- اندازه ماهیچه‌ها

ارتفاع آزاد دیوار (متر)	اندازه داخلی سازه (متر)	اندازه ماهیچه (میلی‌متر)
-	تا ۱/۲	۵۰×۵۰
تا ۲/۵	۱/۲ تا ۲	۷۰×۷۰
۲/۵ تا ۴	۲ تا ۳	۱۰۰×۱۰۰
بیش از ۴	بیش از ۳	۱۵۰×۱۵۰

1- Chamfer

2- Fillet

۵-۱۲-۱۲- نصب دریچه‌های زهکشی در کف و بدنه کانال

پیمانکار باید تمهیدات لازم بتن‌ریزی کف و دیواره کانال‌ها را در شرایط وجود لوله زهکشی و یا دریچه یک‌طرفه به نحوی فراهم نماید که به هنگام عملیات بتن‌ریزی آسیبی به دریچه و فیلتر اطراف آن وارد نشود. دریچه باید دقیقاً در رقوم مشخص شده نصب گردد و وجود دریچه نباید باعث غیر یکنواختی پوشش کانال گردد. باید مراقبت شود که شیره بتن به داخل و یا اطراف لوله مشبک و یا درون فیلتر نشت ننماید.

۵-۱۲-۱۳- متراکم کردن بتن - لرزاندن

پیمانکار باید بتن را پس از ریختن در محل با وسایل مناسب متراکم کند، به نحوی که هوای محبوس داخل بتن خارج شده و بتن به صورت یکپارچه درآید و اطراف میلگردها و سایر قطعات مدفون در بتن و نیز کلیه زوایای قالب را پر کند. در حالت استفاده از مواد افزودنی حباب‌زا باید دقت کرد که عمل تراکم، حباب‌های به عمد ایجاد شده در بتن را از بین نبرد.

لرزاندن بتن موثرترین و مناسب‌ترین روش متراکم نمودن آن است. برای تراکم بتن مسلح باید از ویراتور استفاده کرد. چنانچه ارتعاش بتن با ویراتور انجام شود، کاربرد تعداد کافی از این وسایل در فواصل مناسب از یکدیگر در داخل بتن به نحوی که سبب جدا شدن سنگ‌دانه‌ها نگردد مانعی ندارد.

در بتن‌ریزی اعضای قائم نظیر دیوارها و ستون‌ها، تقویت قالب‌بندی برای تحمل فشار و ویراتور ضروری است. (در صورتی که با اجازه دستگاه نظارت به کاربردن و ویراتور ضروری نباشد، برای تامین تراکم لازم باید از تخماق دستی استفاده شود).

با توجه به این که دستگاه‌های ویراتور به‌طور مکرر در کار خراب شده و از کار می‌افتند، پیمانکار باید به‌هنگام استفاده از یک یا دو دستگاه ویراتور، حداقل یک دستگاه دیگر نیز به عنوان ذخیره آماده به کار داشته باشد. در کارهای بزرگ لازم است تعداد بیش‌تری ویراتور به صورت آماده به کار فراهم شود.

الف- مشخصات ویراتور غوطه‌ور (لرزاندن درونی)

ویراتورهای غوطه‌ور با نفوذ کردن در داخل بتن آن را متراکم می‌کنند. برای این که ویراتور غوطه‌ور قابلیت متراکم کردن بتن را داشته باشد، باید شعاع عمل کافی، قابلیت فرو رفتن در بتن و تخلیه سریع هوای حبس شده در بتن را داشته باشد. همچنین ویراتور باید در مجموع و به طور نسبی از نقطه نظر عملکرد قابل اطمینان بوده و سبک وزن باشد، به سهولت جابه‌جا شود و در مقابل فرسایش مقاوم باشد. تاثیر یک ویراتور غوطه‌ور بستگی به قطر خرطوم، فرکانس لرزشی و دامنه نوسان آن دارد. شکل، طول، قطر و وزن کل خرطوم و ویراتور، لنگر چرخشی آن، فرکانس لرزشی و دامنه نوسان دستگاه باید مطابق مشخصات از پیش تعیین شده و مورد تایید دستگاه نظارت باشد. کاتالوگ ویراتور باید حاوی

کلیه مشخصات و اطلاعات لازم مربوط به دستگاه از قبیل فرکانس در هوا، فرکانس تقریبی در داخل بتن، لنگر چرخشی دستگاه در این دو فرکانس و نیز ولتاژ برق مصرفی، اندازه قطر سیم و غیره باشد.

فرکانس لرزشی مورد نیاز دستگاه و ویراتور غوطه‌ور در هنگام کار در داخل بتن، با توجه به نوع بتن‌ریزی، مقدار اسلامپ بتن و قطر خرطوم، با تایید دستگاه نظارت تعیین می‌شود و میزان آن نباید از ۴۰۰۰ دور در دقیقه کم‌تر باشد.

ب- روش کار با ویراتور

ویراتور باید به وسیله کارگران مجرب مورد استفاده قرار گیرد. ویراتورهای غوطه‌ور باید تا حد امکان در وضع قائم نگاه داشته شده، در امتداد محورشان جابه‌جا شده و در اثر وزن خود در بتن فرو برده شوند. از اعمال فشار اضافی خارجی به آنها برای فرو رفتن در بتن باید خودداری شود. داخل و خارج کردن ویراتور باید در هنگام لرزاندن و به آرامی (با سرعت حدود ۸ سانتی‌متر در ثانیه) صورت بگیرد و از تماس آن با قالب جلوگیری شود. شعاع عمل و نیز فواصل فرو بردن ویراتور علاوه بر مشخصات ویراتور به کارایی بتن نیز بستگی دارد. فواصل ورود ویراتور باید ۱/۵ برابر شعاع عمل آن و یا به نحوی اختیار شود که مناطق نفوذ آن به اندازه چند سانتی‌متر یکدیگر را بپوشانند تا تمام بتن تحت اثر ویراتور قرار گیرد. از ویراتور نباید برای جابه‌جایی بتن به فاصله زیاد استفاده کرد.

در هنگام لرزاندن بتن لایه رویی، باید ویراتور حداقل ۱۵۰ میلی‌متر در لایه زیرین که هنوز حالت خمیری دارد فرو رود.

ج- مدت زمان لرزاندن

ویراتور باید تا موقعی که تراکم لازم به دست آید و قبل از ظاهر شدن شیره بتن (معمولا در حدود ۵ تا ۱۵ ثانیه) به طور ثابت در بتن نگاه داشته شود. لرزاندن بیش از اندازه بتن که باعث تفکیک دانه‌ها شود، خصوصا در مواردی که بتن روان باشد، مجاز نیست. لرزاندن باید در حدی باشد که سنگ‌دانه‌های درشت در ملات احاطه شده ولی کاملا ناپدید نگردند. مدت نگهداری ویراتور در بتن به میزان اسلامپ بتن بستگی دارد، بتن روان‌تر به لرزاندن کم‌تری نیاز دارد. تخمین اولیه مدت زمانی که لازم است بتن با میزان اسلامپ معین لرزنده شود به صورت راهنما در جدول (۵-۱۹) ارائه شده است.

حد کفایت تراکم بتن به وسیله ظاهر آن ارزیابی می‌شود. مشخصه‌های اصلی بتنی که به نحو مطلوب متراکم شده باشد، عبارت است از:

- فرورفتن دانه‌های درشت تا حد رویه آنها، مسطح شدن کلی سطح بتن، درخشیدن بتن در سطح و نمایان

شدن خمیر سیمان در محل‌های تماس بتن و قالب

- متوقف شدن خروج حباب‌های بزرگ هوای حبس شده به سطح بتن

گاهی صدا یا تن ویراتور راهنمای مفیدی است، وقتی که ویراتور وارد بتن می‌شود، معمولا فرکانس آن کاهش می‌یابد و

پس از مدتی فرکانس دوباره بالا می‌رود و در نهایت هنگامی که بتن عاری از هوا می‌شود صدای ویراتور یکنواخت و ثابت می‌شود. کارگر مجرب از طریق اثر و عمل ویراتور احساس می‌کند که چه موقع بتن کاملا متراکم شده است.

د- لرزاندن مجدد بتن

لرزش مجدد بتن متراکم شده اگر در زمان مناسب که ویبراتور هنوز تحت وزن خود بتواند داخل بتن فرو رفته و آن را بیش‌تر متراکم کند، سودمند خواهد بود. لرزش مجدد بتن سبب بهبود مقاومت، بهبود پیوستگی آرماتورهای افقی با بتن (با حذف حفره‌های آب زیر میلگردها)، خروج حفره‌های آب و هوا و حذف ترک‌های ناشی از نشست بتن در محل اتصال اعضای قائم و افقی نظیر دیوار و دال خواهد گردید. لرزاندن مجدد بتن در صورت وجود شرایط مناسب، باید با نظر دستگاه نظارت انجام شود.

ه- متراکم کردن پوشش بتنی کانال‌ها

پوشش بتنی کانال‌ها در هنگام اجرا توسط ویبراتور نصب شده روی شمشه یا راه‌های مناسب دیگر مورد تایید، به صورت سطحی لرزانده می‌شود. در حالتی که پوشش بتنی کانال‌ها با ماشین مخصوص انجام می‌شود، تجهیزات لرزاندن بتن باید بر روی این دستگاه نصب شده و با سرعت موثر و طبق توصیه‌های کارخانه سازنده کار کند. تجهیزات مذکور باید کاملاً از نقطه نظر نتیجه مورد نظر دستگاه نظارت، رضایت بخش بوده و عملکرد آن روی مخلوط بتن قابل اطمینان باشد. در صورتی که نتیجه کار دستگاه از نقطه نظر عمل لرزاندن مورد قبول دستگاه نظارت نباشد، باید فوراً تجهیزات لرزاندن اصلاح شود. در مواردی که بتن پوشش کانال‌ها با استفاده از قالب‌های لغزنده اجرا می‌شود، لرزاندن بتن باید هنگام بتن‌ریزی روی شیب جانبی کانال در شرایطی که قالب‌ها یا شمشه‌های لرزانده از پایین به بالا کشیده می‌شود، صورت‌گیرد. لرزاندن بتن ریخته شده روی نیمرخ منشور کانال‌ها در هیچ شرایطی مجاز نیست. در هر حالت، پس از پرداخت سطح بتن عمل لرزاندن بتن مجاز نمی‌باشد.

جدول ۵-۱۹- مدت زمان لرزاندن بتن با توجه به اسلامپ آن

مدت لرزاندن (ثانیه)	اسلامپ بتن (میلی‌متر)	روائی بتن
۱۸ تا ۳۲	-	فوق العاده خشک
۱۰ تا ۱۸	-	خیلی سفت
۵ تا ۱۰	۰ تا ۲۵	سفت
۳ تا ۵	۲۵ تا ۵۰	سفت خمیری
۰ تا ۳	۷۵ تا ۱۰۰	خمیری
-	۱۲۵ تا ۱۷۵	روان

مدت لرزاندن به‌عنوان راهنما ارائه شده و مدت آن باید با نظر دستگاه نظارت به نحوی تعیین شود که مدت لرزاندن نه آن قدر طولانی باشد که باعث تفکیک دانه‌ها بشود و نه آن قدر کوتاه باشد که عمل تراکم انجام نشود.

۵-۱۳- عمل آوردن بتن^۱

۵-۱۳-۱- کلیات

عمل آوردن فرایندی است که طی آن از افت رطوبت بتن جلوگیری و دمای بتن در حد رضایت بخش حفظ می‌شود. عمل آوردن بتن بر ویژگی‌های بتن سخت شده از قبیل میزان نفوذپذیری و مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن اثری به سزا دارد. عمل آوردن باید بلافاصله پس از گیرش بتن آغاز شود تا بتن در برابر عوامل زیان‌بار مورد حفاظت قرارگیرد. عمل آوردن بتن از مراقبت، محافظت و پروراندن مطابق توضیحات زیر تشکیل می‌شود:

- مراقبت: مراقبت به مجموعه تدابیری گفته می‌شود که باعث شود سیمان موجود در بتن به مدت کافی مرطوب بماند، به طوری که حداکثر میزان آبرگیری آن، چه در لایه‌های سطحی دانه‌ها و چه در حجم آنها میسر باشد.
- محافظت: به مجموعه تدابیری اطلاق می‌شود که به موجب آنها از اثر نامطلوب عوامل بیرونی مانند شسته شدن به وسیله باران یا آب جاری، اثر بادهای گرم و خشک، سرد شدن سریع یا یخبندان، لرزش و ضربه خوردن بتن جوان جلوگیری شود.
- پروراندن: منظور از پروراندن بتن سرعت بخشیدن به گرفتن و سخت شدن آن به کمک حرارت می‌باشد.

۵-۱۳-۲- مراقبت بتن

در صورتی که تمهیداتی برای جلوگیری از تبخیر آب موجود در بتن (به خصوص در نواحی سطحی) صورت نگیرد عمل هیدراتاسیون بتن متوقف شده و با خشک شدن آن انقباض (جمع شدگی) به وجود می‌آید. اگر خشک شدن در هنگامی رخ دهد که مقاومت بتن ناچیز باشد، در آن ترک ایجاد می‌شود. به علاوه از آنجایی که خشک شدن ابتدا در سطح بتن به وجود می‌آید، سیمان لایه سطحی هیدراته نشده و بعد از خشک شدن به صورت پودر در سطح بتن در می‌آید که هیچ‌گونه مقاومتی برای یک پارچه نگه داشتن دانه‌های سطحی نخواهد داشت. اگر دمای بتن بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد، خطر بزرگی وجود دارد که آب مخلوط بتن به سرعت تبخیر شود و لذا در هوای گرم باید توجه کاملاً ویژه‌ای به مراقبت از بتن داشت. در دمای پایین‌تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد عمل‌گیرش اولیه دچار اختلال می‌گردد. در دمای کم‌تر از ۵ درجه خصوصاً حدود صفر درجه، گیرش دچار اختلال شدید شده و تقریباً متوقف می‌شود و برای این‌که روند کسب مقاومت بتن تسریع گردد، پوشش مناسب بتن ضروری است.

چنین پوششی از سرد شدن بیش‌تر در اثر تبخیر آب سطحی نیز پیشگیری خواهد کرد. در فرایندهای عادی عمل‌آوری بتن باید سعی شود که با حضور دائمی رطوبت سطحی، بتن به طور مرتب مرطوب نگه داشته شود. خشک و

مرطوب شدن متوالی می‌تواند باعث صدمات بیش‌تری گردد. برای پیش‌گیری از تبخیر آب بتن لازم است پیمانکار با استفاده از روش‌های عمل‌آوری به شرح زیر اقدام نماید. روش مراقبت با توجه به نوع و مشخصات پروژه، شرایط محل اجرا و مصالح موجود برای عمل‌آوری توسط دستگاه نظارت تعیین و به پیمانکار ابلاغ می‌شود.

۵-۱۳-۲-۱- عمل‌آوری به وسیله آب

در این روش نگهداری بتن به وسیله آب و به شرح روش‌های زیر صورت می‌گیرد:

الف- روش آب راکد

در حالت عمل‌آوری عناصر بتنی با سطوح افقی نظیر دال‌ها، کف‌ها، پیاده‌روها می‌توان از این روش استفاده کرد. در این روش توسط خاک یا سیمان، لبه پیرامونی با ارتفاع خیلی کم ایجاد می‌کنند، به طوری که بتوان برکه‌ای از آب با ضخامت حدود ۲ سانتی‌متر روی سطح بتن ایجاد نمود. برای جلوگیری از بروز ترک به علت تنش‌های سطحی، توصیه می‌شود که اختلاف دمای بتن در حال گیرش با آب از ۱۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز نکند.

ب- روش آب پاشی

در این روش سطح بتن به طور دائم توسط افشانک‌هایی آب پاشی می‌شود. باید دقت نمود که فشار آب در حدی نباشد که سبب فرسایش بتن در مراحل اولیه کسب مقاومت گردد. در شرایط هوای سرد که امکان یخ‌بندان وجود داشته باشد استفاده از این روش مجاز نیست. در سدهای بتنی، دیوارهای حائل و پایه‌های بلند، یک سیستم افشانک در لبه تحتانی قالب تعبیه می‌شود که با جریان آب به داخل آنها، سطوح زیرین همواره مرطوب نگه داشته می‌شوند.

ج- روش استفاده از پوشینه‌های مراقبت^۱

در این روش، سطوح بتن با استفاده از مصالحی نظیر گونی، حصیر، کاه، ماسه و خاک اره پوشانده شده و با مرطوب کردن آنها سطوح بتن مرطوب نگه داشته می‌شود. قبل از پهن کردن پوشش‌ها، باید بتن به اندازه کافی سخت شده و سطح آن آسیب نبیند. گونی و پارچه‌های مشابه آن باید قبلاً شسته شود تا از ایجاد لک روی سطح بتن جلوگیری شود. گونی‌های مصرفی باید به حد کافی ضخیم بوده و مرتباً مرطوب شوند. خاک اره و ماسه باید از مواد مضر برای بتن و دانه‌های درشت‌تر از ۲۵ میلی‌متر عاری باشد. استفاده از خاک اره چوب‌هایی نظیر چوب بلوط که دارای مقداری جوهر مازو^۲ است، مجاز نیست. ضخامت پوشش با این روش‌ها حداقل ۵ سانتی‌متر بوده و این مواد باید به طور یکنواخت پخش شده و مرتب خیس شوند.

1- Curing Blanket

2- Tannic Acid

گاه یا علف خیس و مرطوب باید در لایه‌ای به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر پخش شده و با وسایلی نظیر تور سیمی در برابر وزش باد محافظت شوند. استفاده از لحاف‌های پنبه‌ای فشرده بین دو لایه گونی، به خاطر قدرت زیاد جذب آب از روش‌های مناسب دیگر است.

۵-۱۳-۲- روش استفاده از پوشش‌های نفوذناپذیر

در این روش بدون استفاده از آب با ایجاد یک سطح نفوذناپذیر و عایق، از تبخیر آب سطحی بتن جلوگیری می‌شود. پس از آن که بتن به اندازه کافی سخت شد، سطح آن را به نحوی که آسیب نبیند کاملاً مرطوب نموده و با پوشش نفوذناپذیر می‌پوشانند. سابقاً از ورق‌های کاغذی ضخیم با یک لایه قیری و یا قیرگونی در وسط استفاده می‌شد ولی امروزه با پیشرفت صنعت پلاستیک‌سازی استفاده از ورق‌های نازک پلی‌اتیلن (نایلون) متداول است. پوشش نایلونی باید مطابق مشخصات استاندارد ASTM C 171 به ضخامت حداقل ۰/۱ میلی‌متر بوده که لازم است پس از مرطوب کردن سطح بتن مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این روش در بتن‌های نمایان توصیه نمی‌شود.

۵-۱۳-۲-۳ پوشش‌های پاشیدنی (ترکیبات عمل آورنده)^۱

پس از بتن‌ریزی و گذشت زمان گیرش اولیه، مایع عایق رطوبت با دستور دستگاه نظارت به کار برده می‌شود. مواد مصرفی باید از جنسی باشد که آب بتن را جذب نکند. این مواد باید واکنش مضر با بتن نداشته و فاقد اثرات زیان‌آور زیست محیطی باشد. همین‌طور لازم است این مواد تجزیه‌پذیر بوده و حداکثر ظرف سه ماه تجزیه شود.

به کار بردن این مواد باعث ایجاد یک پوسته (فیلم) نازک غیرقابل نفوذ روی سطوح بتنی می‌شود که مانع تبخیر شدید شده و رطوبت بتن را حفظ می‌کند.

مشخصات مواد مصرفی باید از قبل به تایید دستگاه نظارت برسد. این مواد به رنگ‌های سفید، خاکستری، سیاه و بی‌رنگ ساخته می‌شود و اغلب از نوع بی‌رنگ یا خاکستری آن استفاده می‌شود. در نقاط بسیار گرم و با تابش زیاد آفتاب، استفاده از نوع سفیدرنگ آن توصیه می‌شود. هر کدام از قوطی‌ها و همچنین کلیه محموله‌های این مواد باید غیر سمی و دارای غلظت و کیفیت یکنواخت باشد. قبل از کاربرد این مواد، باید نمونه آن و گواهی کارخانه سازنده، همراه با نتایج آزمایش‌های فنی و نیز کلیه مشخصات لازم برای تصویب در اختیار دستگاه نظارت قرار داده شود. استعمال این مواد قبل از تصویب دستگاه نظارت مجاز نیست. در صورت لزوم دستگاه نظارت می‌تواند راساً به آزمایش‌های لازم اقدام کند.

کنترل کیفیت این مواد، بازده و کارایی آن براساس مشخصات استاندارد ۸۲۸۸ یا استاندارد ASTM C309 صورت خواهد گرفت. در کلیه موارد در هنگام پخش باید مایع را به‌طور مرتب با وسایل مکانیکی به هم زد. پخش مایع روی سطوح بتنی با آب زیاد و یا در مواقع بارندگی و ریزش برف مجاز نیست. اگر سطوح در هنگام قالب‌برداری خشک شده

باشد، باید قبل از پاشیدن مواد، مرطوب گردد. پاشیدن این مواد روی سطوح جانبی و کف کانال‌ها باید به طور جداگانه صورت گیرد، مگر این که کلیه سطوح مذکور به طور هم‌زمان آماده پاشیدن مواد ذکر شده باشد.

مواد عایق باید به طور یک‌دست پاشیده شود تا یک پوسته آب‌بندی یکنواخت به وجود آید. باید به قدر کافی دقت شود که لبه‌ها، گوشه‌ها و ناهمواری‌های سطوح قالب‌بندی شده به خوبی به وسیله مواد مزبور پوشانده شود. حدود میزان مصرف این مواد برای هر مترمربع سطح بتنی در سطوح افقی معادل ۰/۲ لیتر و در سطوح قائم تا ۰/۳ لیتر است که باید مطابق مشخصات فنی کارخانه سازنده تدقیق شود. دستگاه نظارت می‌تواند برای تحصیل پوسته آب‌بندی مطابق مشخصات و با توجه به ویژگی‌های کار، مقدار مصرف این مواد را افزایش دهد و همچنین می‌تواند دستور پاشیدن دو قشر از این مواد را صادر کند که در این صورت، قشر دوم باید در جهت عمود بر جهت قشر اول پاشیده شود.

تجهیزات پاشیدن مواد عمل آورنده باید قبلاً آزمایش شده و به تایید دستگاه نظارت برسد. موقعی که این تجهیزات برای پاشیدن مواد روی پوشش بتنی کانال‌ها استفاده می‌شود باید به نحوی باشد که سر لوله‌های پخش بتواند هنگام حرکت دستگاه به جلو به سهولت حرکت کند و هر کدام از سطوح شیب‌دار و کف کانال را به طور جداگانه پوشش نماید. عملیات مربوط به تعمیر بتن باید پس از پاشیدن مواد عایق رطوبت و خشک و سخت شدن این مواد صورت گیرد.

در مواردی که در پاشیدن مواد عمل آورنده تاخیر ایجاد شده یا عملیات قطع شود، باید سطوح مطابق دستور دستگاه نظارت آبیاری و مرطوب شود تا عملیات پاشیدن مواد آغاز شده و یا دوباره از سر گرفته شود. مواد مصرفی باید دارای چنان خواصی باشد که ۳۰ دقیقه پس از مصرف، پوسته نازکی از آن روی سطح بتن ایجاد شود.

انواع مواد عمل آورنده باید در حرارت بیش از ۵ درجه سانتی‌گراد قابل پخش با وسایل مکانیکی تحت فشار باشد. در صورتی که پوسته ایجاد شده روی بتن به هر دلیلی زودتر از ۲۸ روز بعد از ریختن بتن آسیب ببیند، قسمت آسیب دیده باید طبق دستور دستگاه نظارت فوری با پاشیدن مایع اضافی ترمیم شود. عبور و مرور وسایل نقلیه و تجهیزات کار از روی سطوح بتنی که توسط مواد ذکر شده پوشانده شده است برای مدت حداقل ۲۸ روز بعد از پاشیدن مواد مذکور مجاز نیست. مواد عایق رطوبت را می‌توان هم برای سطوح افقی و هم برای سطوح عمودی به کار برد. استفاده از این مواد در سطوحی که بعداً بتن، رنگ، کاشی و یا مصالح دیگر روی آنها خواهد آمد، در شرایطی مجاز خواهد بود که اطمینان از تجزیه آنها حاصل شود و قبل از اجرای مصالح بعدی نسبت به تمیز کردن سطح بتن از باقیمانده این مواد اقدام شود.

۵-۱۳-۲-۴- مدت مراقبت

مدت مراقبت به عواملی نظیر نوع سیمان، شرایط محیطی، دمای بتن، ابعاد و شکل قطعه و نسبت سطوح نمایان به حجم بستگی دارد و طی آن، دمای هیچ قسمت از سطح بتن نباید از ۵ درجه سانتی‌گراد کم‌تر شود. در دال‌های بتنی و پوشش بتنی کانال‌ها به علت زیاد بودن سطح نسبت به حجم بتن، تبخیر سطحی به‌هنگام گیرش اولیه بسیار زیاد است و در صورت عدم رعایت اصول صحیح نگهداری، ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی پلاستیک در سطح بتن ایجاد می‌شود. در هنگامی که بتن روی بستر خاکی ریخته می‌شود، برای جلوگیری از جذب آب بتن باید سطح زیر دال قبلاً کوبیده شده و

آب پاشی شود. به طور کلی مدت زمان لازم مراقبت بتن با توجه به عوامل فوق الذکر توسط دستگاه نظارت معین می شود. توصیه می شود که در دمای محیط بالاتر از ۵ درجه سانتی گراد مدت مراقبت از کمترین دو مقدار زیر کم تر نباشد:

- هفت روز

- زمان لازم برای کسب ۷۰ درصد مقاومت فشاری یا خمشی تعیین شده بتن

در صورتی که دمای محیط کم تر از ۵ درجه سانتی گراد باشد، باید نکات مندرج در قسمت «بتن ریزی در هوای سرد» ملاک عمل قرار گیرد. آیین نامه بتن ایران حداقل زمان عمل آوردن بتن را با توجه به نوع سیمان و شرایط محیطی پس از ریختن بتن در قالب، مطابق جدول (۷-۵-۳) آیین نامه مذکور تعیین کرده است. یادآوری می شود که مدت های مندرج در جدول حداقل دوره عمل آوری بوده و دستگاه نظارت با توجه به عوامل دیگر و اهمیت سازه، زمان عمل آوری را تعیین و به پیمانکار ابلاغ خواهد کرد.

۵-۱۳-۳- محافظت از بتن

پیمانکار باید کلیه محل های بتن ریزی و همچنین بتن های ریخته شده را در برابر عوامل خارجی و شرایط جوی نامناسب نظیر جریان شدید آب، مواد شیمیایی مضر، لرزش، ضربه و مشابه آنها به شیوه ای مناسب و مورد قبول دستگاه نظارت محافظت کند. عبور و مرور افراد از روی بتن تازه ریخته شده حداقل تا ۲۴ ساعت بعد از اتمام بتن ریزی به هیچ وجه مجاز نیست. پیمانکار باید تدابیر لازم را برای عبور و مرور کارگران فراهم نماید. هر گونه آسیب دیدگی که به هر دلیلی در قطعاتی از بتن ایجاد شود باید طبق دستور دستگاه نظارت برطرف شود.

در طول مدت محافظت بتن، باید اقدامات و پیشگیری های لازم برای محافظت بتن در مقابل آسیب هایی از قبیل بارگذاری غیر مجاز، لرزش و یا ضربه شدید به عمل آید. کلیه سطوح تمام شده بتنی باید در مقابل آسیب های ناشی از عملیات ساختمانی و کارهای مربوط به مراقبت بتن محافظت شود. قطعه بتنی حداقل به مدت ۷۲ ساعت بعد از ریختن نباید در دمایی کم تر از ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شود. در فصل پاییز و زمستان و مواقعی که احتمال یخبندان وجود دارد و ممکن است درجه حرارت محیط به کم تر از ۵ درجه سانتی گراد برسد، باید طبق دستور دستگاه نظارت پیش بینی ها و اقدامات لازم به منظور محافظت بتن تازه ریخته شده در مقابل خطر یخبندان به عمل آید.

۵-۱۳-۴- قیراندود کردن و عایق کاری جدارهای بتنی

به منظور عایق کاری و مراقبت سطوح بتنی در مقابل آب های حاوی سولفات، پیمانکار باید تمام سطوح بتنی در تماس با این گونه آب ها را طبق دستور دستگاه نظارت عایق کاری نماید. برای این منظور می توان سطوح مذکور را قیراندود کرد. نوع و مشخصات قیر و سایر مصالح که برای این قبیل کارها باید به مصرف برسد، طبق نقشه یا دستور دستگاه نظارت تعیین می شود. این قبیل عایق کاری ها برای پی ها، شمع ها و نظایر آن به کار می رود. قبل از عایق کاری باید

سطح کار کاملاً صاف، بدون گرد و خاک و خشک باشد و لازم است سطح کار با دو دست اندود قیری عایق شود. عایق‌کاری در هوای بارانی و دمای کم‌تر از ۵ درجه سانتی‌گراد مجاز نیست.

۵-۱۳-۵- پروراندن بتن

در مواردی که کسب مقاومت اولیه در مدت زمان کم از اهمیت زیادی برخوردار بوده و همچنین در کارگاه‌های تولید قطعات پیش‌ساخته نظیر کارخانه‌های لوله‌سازی و غیره و یا در هوای سرد که گرمای بیش‌تری برای تسریع عمل هیدراتاسیون سیمان مورد نظر است، برای عمل‌آوردن بتن می‌توان از بخار آب استفاده نمود. عمل‌آوری با بخار آب به دو صورت عمل‌آوردن تحت فشار اتمسفر و عمل‌آوردن با فشار زیاد انجام می‌شود. در هر حال شیوه عمل‌آوری باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

۵-۱۳-۵-۱- عمل‌آوردن با بخار در فشار اتمسفر

در این روش با توجه به مشخصات سازه و شرایط محیط، مراحل عمل‌آوری به شرح زیر طی می‌شود:

- **گیرش اولیه:** پس از ریختن و متراکم کردن بتن، اجازه داده می‌شود که قطعه در هوای آزاد خود را بگیرد. در این مدت باید از خشک شدن بتن جلوگیری نمود و در صورت نیاز آن را مرطوب نمود. در هوای سرد لازم است درجه حرارت را بالای ۱۵ درجه حفظ کرد. پس از گیرش بتن که ممکن است تا حدود پنج ساعت طول بکشد قطعه به خیمه بخار^۱ حمل می‌شود.
- **دوره افزایش دما:** طی این دوره قطعه در خیمه بخار محبوس شده و به آن بخار داده می‌شود. بر حسب ابعاد و مشخصات قطعه، سرعت افزایش دما ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر ساعت می‌باشد و در این مرحله تا رسیدن به دمای حداکثر مورد نظر به قطعه بخار داده می‌شود.
- **دوره حداکثر دما:** برای این که قطعه مقاومت لازم را کسب کند لازم است دمای خیمه به مدت چند ساعت در مقدار حداکثر خود حفظ شود. دمای حداکثر نباید از ۸۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند. مدت نگهداری قطعه در این دوره حدود ۶ تا ۱۲ ساعت و یا در صورت نیاز بیش‌تر خواهد بود.
- **دوره کاهش دما:** وقتی دوره نگهداری قطعه در دمای بالا خاتمه یافت، بخار قطع می‌گردد و قطعه درون خیمه به صورت خیس رها می‌شود تا درجه حرارت آن کاهش یابد. با باز کردن در خیمه، با سرعت مناسبی اجازه داده می‌شود که قطعه خنک شده و دمای آن به دمای محیط برسد. سرعت خنک شدن نیز بستگی به شکل و اندازه قطعه داشته و نباید از ۲۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت تجاوز کند.

۵-۱۳-۲- عمل آوری با بخار پرفشار

استفاده از بخار پرفشار برای عمل آوری اکثر محصولات بتنی امکان‌پذیر است، ولی از آن معمولاً برای عمل آوری لوله‌های بتنی، آجرها و بلوک‌های سیمانی که باید قالب‌برداری سریع انجام شود، استفاده می‌شود. برای عمل آوری توسط بخار پرفشار نیاز به اتوکلاو است؛ زیرا در دوره‌ای از عمل آوری نیاز به بخار خشک با درجه حرارت ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این روش پس از دوره گیرش اولیه که در آن قطعه به مدت ۲ تا ۵ ساعت در دمای معمول محیط گیرش خود را انجام داده است، قطعه به داخل اتوکلاو هدایت می‌شود. در یک دوره حدوداً ۳ ساعته درجه حرارت به وسیله بخار اشباع به حدود ۱۸۰ درجه و فشار به حدود ۱۰ اتمسفر رسانده می‌شود. در ۲۰ تا ۳۰ دقیقه آخر فشار کاهش یافته و محفظه به سرعت خنک می‌شود. بر حسب شرایط تولید می‌توان از فشار کم‌تر با مدت بیش‌تر و یا فشار بیش‌تر با مدت کم‌تر استفاده نمود.

۵-۱۴- درزهای قطعات بتنی

محل، فواصل، ضخامت، عمق، نحوه ساخت، قالب‌بندی و چگونگی پر نمودن (در صورت ضرورت) درزهای قطعات بتنی باید مطابق نقشه‌ها و با تایید دستگاه نظارت باشد. انواع درزهایی که در سازه‌های آبی، بندهای انحرافی، دیوارهای بتنی و پوشش بتنی کانال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت است از:

- درزهای اجرایی
- درزهای انقباض
- درزهای انبساط

۵-۱۴-۱- درزهای اجرایی^۱

۵-۱۴-۱-۱- درزهای اجرایی سازه‌ها

این‌گونه درزها به‌علت توقف بتن‌ریزی در یک مرحله کاری (یا یک روز کاری) و در محل‌هایی تعبیه می‌شود که به تشخیص دستگاه نظارت یا براساس نقشه‌های پیمان مناسب است. در درزهای اجرایی بتن تازه در مجاورت و یا روی بتن سخت شده ریخته می‌شود و لازم است برای تامین پیوستگی، سطح بتن قبلی زبر و یا مضرس شده و پس از تمیز کردن و مرطوب نمودن فصل مشترک، بتن جدید ریخته شود. تعداد درزهای اجرایی باید در کم‌ترین حد لازم جهت انجام کار باشد و در صورتی که موقعیت آنها در نقشه‌ها مشخص نشده باشد به‌وسیله دستگاه نظارت در کارگاه تعیین خواهد شد.

در هر حال موقعیت درزهای اجرایی باید قبل از بتن‌ریزی تعیین شده و نباید به زمان بتن‌ریزی موکول گردد. درزهای اجرایی را باید در مقاطعی پیش‌بینی کرد که در آنها نیروها به ویژه نیروهای برشی کم‌ترین مقدار را دارند، از نظر ظاهری کم‌ترین اثر را داشته و تاثیر آن در نقصان مقاومت قطعه حداقل باشد. ایجاد درزهای اجرایی قائم باید با استفاده از قالب مناسب انجام شود. درزهای اجرایی نباید بدون شکل بوده بلکه باید امتدادی عمود بر امتداد تنش‌های اصلی داشته باشد. درزهای اجرایی در دال‌ها و تیرها باید در ثلث میانی دهانه دال‌ها و تیرها واقع شوند. در تیرهای اصلی فاصله هر درز اجرایی تا تیر فرعی متقاطع با آنها نباید از دو برابر عرض تیر فرعی کم‌تر باشد. کلیه میلگردها باید در محل درزهای اجرایی ادامه یابد و در صورت لزوم برای اتصال محکم‌تر باید از میلگرد دوخت و یا کام و زبانه بتنی استفاده شود. جزییات این قبیل کارها باید قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد.

در محل اتصال دیوار به کف، قسمت پای دیوار به ارتفاع حداقل ۱۵ سانتی‌متر و یا طبق دستور دستگاه نظارت باید به‌طور یکپارچه و هم‌زمان با تاوله کف بتن‌ریزی شود. تیرها یا دال‌های متکی به سرستون‌ها یا دیوارها را تا زمانی که این اعضای قائم حالت خمیری دارند، نباید بتن‌ریزی کرد. بتن تیرها و سرستون‌ها را باید به‌صورت یکپارچه با بتن دال ریخت، مگر این‌که در نقشه‌ها یا مشخصات فنی خصوصی به‌ترتیب دیگری مشخص شده باشد.

۵-۱۴-۲- درزهای اجرایی پوشش کانال

درزهای اجرایی پوشش کانال در موقعیت‌های مکانی مناسب به هنگام عملیات بتن‌ریزی در نظر گرفته می‌شود. در صورت پوشش با ماشین، موقعیت‌های توقف عملیات پوشش و یا محل‌های پیش‌بینی شده سازه‌های مسیر کانال، درزهای اجرایی تشکیل می‌گردد. در عملیات پوشش دستی، اجرای تناوبی پوشش عملاً منجر به ایجاد درز در فواصل مشخص می‌شود. درزهای اجرایی در محل درزهای انقباض عرضی پیش‌بینی می‌گردد.

۵-۱۴-۲- درزهای انقباض^۱

این درزها برای کنترل ترک‌های عرضی ناشی از جمع‌شدن بتن در دوره تغییر حجم (در هنگام گرفتن) و یا به علت افت دما و رطوبت که در قطعات بتنی به‌وجود می‌آید تعبیه می‌شود. این‌گونه درزها معمولاً به‌وسیله ایجاد یک مقطع ضعیف در مقطع بتنی ساخته می‌شود.

درزهای انقباض در دیوارها باید حداقل به عمق حدود ۱۰ درصد ضخامت دیوار در دو وجه دیوار و به فاصله حدود ارتفاع دیوار در دیوارهای بلند و سه برابر ارتفاع دیوار در دیوارهای کوتاه از یکدیگر ایجاد شوند. فاصله توصیه شده برای درزهای انقباض در سازه‌های بتن مسلح حدود ۹ تا ۱۲ متر و در بتن غیر مسلح ۳ تا ۴/۵ متر می‌باشد که باید طبق نقشه‌های اجرایی و دستور دستگاه نظارت اجرا شود. درزهای انقباض در دال‌های کف که روی زمین قرار می‌گیرند باید در دو جهت و به فاصله یکسان طبق نقشه‌ها و مشخصات تعبیه شود. در پوشش بتنی کانال‌ها و روسازی کف‌ها، درزهای

انقباض به شکل شیاری به عرض ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر در یک سوم بالای ضخامت پوشش تعبیه می‌شود. شیار را می‌توان با قرار دادن یک شمشه فلزی مدتی بعد از بتن‌ریزی در زمانی که بتن هنوز حالت نسبتاً خمیری دارد ایجاد کرده و سپس اطراف آن را پرداخت نمود. پس از سخت شدن بتن شمشه به آرامی برداشته شده و محل درز با مواد آب‌بند پر می‌گردد. روش دیگر ایجاد شیار، برش بتن با اهر الماسی بعد از سخت شدن آن است. زمان اهر کردن بسیار مهم و بحرانی است. زمان مناسب موقعی است که در اثر اهر کردن بتن، سطح آن جدا نشود و نیز قبل از ترک خوردن بتن باشد. این زمان ممکن است بین ۸ تا ۴۸ ساعت بعد از خاتمه بتن‌ریزی بوده و لازم است زمان آن به تایید دستگاه نظارت برسد. هنگامی که ایجاد ترک محتمل باشد، بهتر است درزها را یک در میان برید و درزهای وسط را بعداً ایجاد کرد. اهر ویژه برش بتن باید به نحو مطلوب مهار شود تا شیار اهر شده به عمق مورد نظر در تمام طول، امتداد و تراز تعیین شده ایجاد شود. شیارها باید در امتدادهای عرضی و طولی مستقیم و در یک راستا تعبیه شده و تا خاتمه ماهیچه بتنی دو لبه پوشش ادامه یابد و با مواد آب‌بند و پرکننده درزها که قبلاً به تایید دستگاه نظارت رسیده است، آب‌بند و پر شود. در پوشش بتنی کانال‌ها دو نوع درز انقباض وجود دارد، درز انقباض عرضی و درز انقباض طولی.

۵-۱۴-۲-۱- درزهای انقباض عرضی

در اجرای پوشش بتنی به صورت غیر ماشینی، عملاً درزهای اجرایی، همان درزهای انقباضی عرضی خواهد بود. در صورت اجرای ماشینی، لازم است در فواصل معین با کمک شابلون‌های مناسب و مورد تایید دستگاه نظارت شیارهای انقباض عرضی، بلافاصله بعد از عملیات بتن‌ریزی و قبل از سفت‌شدن بتن ایجاد گردد. شیارهای مربوط به درزهای انقباض عرضی باید در تمام مقطع عرضی کانال ایجاد شود. این شیارها باید مستقیم و دقیق باشد و رواداری آن نسبت به محور شیار از ۱۵ میلی‌متر در هر ۳/۵ متر تجاوز نکند. همچنین سطوح این شیارها باید صاف و یکنواخت باشد. ناهمواری سطح مزبور نباید بیش از ۳ میلی‌متر باشد. نمای این شیارها باید مشابه یک سطح ماله‌کشی شده باشد. در صورتی که در نقشه‌ها و مشخصات فواصل درزهای انقباض عرضی در پوشش بتنی کانال‌ها تعیین نشده باشد می‌توان با نظر دستگاه نظارت از جدول (۵-۲۰) استفاده کرد.

جدول ۵-۲۰- فاصله درزهای انقباض عرضی در پوشش بتنی کانال‌ها

ضخامت پوشش (میلی‌متر)	فاصله درزها (متر)
۵۰ تا ۶۵	۳
۷۵ تا ۱۰۰	۳/۰ تا ۴/۰
۱۰۰ تا ۱۲۰	۴/۰ تا ۴/۵

۵-۱۴-۲-۲- درزهای انقباض طولی

این‌گونه درزها برای کنترل ترک‌های طولی غیرمنظم در پوشش بتنی کانال‌ها ایجاد می‌شود. تعبیه درزهای طولی در کانال‌های دارای محیط پوشش تا ۹ متر، ضرورت ندارد مگر به تشخیص دستگاه نظارت. ولی به‌طور کلی و در صورت نیاز، محل و فاصله درزها باید با توجه به نقشه‌ها، شرایط اقلیمی، دما و مشخصات پوشش طبق مشخصات فنی خصوصی و با دستور دستگاه نظارت عمل شود. در صورتی که چنین مشخصاتی وجود نداشته باشد با نظر دستگاه نظارت به شرح زیر عمل می‌شود:

در کانال با پوشش بتنی غیر مسلح که محیط پوشش آنها حداقل ۹ متر می‌باشد، درزهای انقباض طولی در هر یک از دیواره‌های جانبی و به فاصله ۳۰ سانتی‌متر بالای کف کانال لازم خواهد بود. در مواردی که عرض کف کانال بیش از ۴ متر باشد، یک درز انقباض طولی در وسط کف کانال و در صورتی که طول دیواره شیب‌دار کانال (شیروانی کانال) در هر طرف بیش از ۴ متر باشد یک درز انقباض طولی دیگر در وسط حدفاصل لبه بتنی کانال تا درز انقباض بالای کف کانال توصیه می‌شود. حداکثر فاصله درزهای انقباض طولی در دیواره‌های جانبی کانال ۲/۵ تا ۴/۵ متر می‌باشد که بر این اساس موقعیت درزهای مورد نیاز مشخص می‌گردد. (شکل ۵-۱)

۵-۱۴-۳- درزهای انبساط

درز انبساط در قطعات بتنی به منظور تامین انبساط یکپارچه حجم معینی از قطعه بتنی پیش‌بینی می‌شود. این‌گونه درزها باید طوری ساخته شود که هیچ‌گونه اتصالی بین بتن دو طرف درز وجود نداشته باشد و فاصله بین دو قطعه بتنی حدود ۲ سانتی‌متر باشد. فاصله توصیه شده برای درزهای انبساط ۲۰ تا ۴۰ متر می‌باشد که باید در محل‌های تعیین شده در نقشه‌ها و مطابق با مندرجات این نشریه و در خط مستقیم ساخته شود. روش ایجاد درز انبساط باید مورد تایید دستگاه نظارت باشد. برای تعبیه درز انبساط روش‌های متعددی از جمله دو روش زیر وجود دارد:

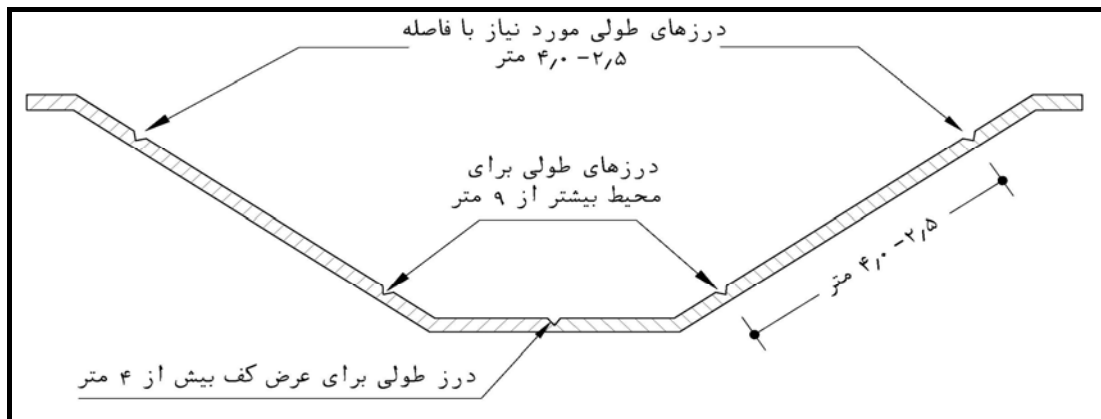
روش اول (با استفاده از قالب‌بندی): بعد از سخت شدن بتن یک سمت درز، نوارهایی از نوع چوب، فلز و یا از دیگر مصالح قابل قبول دستگاه نظارت در محل درز قرار داده می‌شود. پس از ریختن و سخت شدن بتن سمت دیگر درز، این نوارها برداشته می‌شود. به هنگام قرار دادن و برداشتن این نوارها باید دقت شود که گوشه یا کناره‌های بتن شکسته نشود. پس از تعبیه درز انبساط محل آن طبق مشخصات و دستور دستگاه نظارت، به وسیله موادی که دارای خاصیت ارتجاعی (الاستیک) باشد، پر می‌شود.

روش دوم: در محل درز از ابتدا مواد ارتجاعی مثل ورق‌های پلاستوفوم^۱ قرار داده شده و سپس بتن هر دو سمت ریخته می‌شود.

میلگردها نباید درز انبساط را قطع کند، چنانچه میلگرد یا آهن مهاری اجباری در محل درزها ادامه پیدا کند، به منظور اجتناب از چسبندگی، انتهای میلگردها باید با مواد عایق اندود شود، یا این که روی آن با کاغذ و لفاف مخصوص پوشانیده شود تا هیچ‌گونه اتصالی با بتن سمت دیگر درز پیدا نکند. پس از ایجاد درز انبساط باید آن را کاملاً تمیز و با مواد قابل ارتجاع که مورد تایید دستگاه نظارت باشد، پر کرد. درزهای انبساط در پوشش بتنی کانال‌ها باید با توجه به شرایط منطقه مطابق نقشه‌ها و مشخصات و در محل‌های تعیین شده ایجاد شود. معمولاً درزهای انقباضی که به صورت اصولی اجرا شده و پیرامون آن با مواد آب‌بند، آب‌بندی و پر شده باشند در مقابل انبساط بتن پوشش کانال که جزئی می‌باشد خوب عمل خواهند کرد. پیش‌بینی و اجرای درز انبساط در حد فاصل سازه‌های مسیر و پوشش بتنی کانال‌های آبیاری خصوصاً در مناطقی با اقلیم گرم و خشک الزامی است. مشخصات

1- Expanded PolyStyrene (EPS)

درز اجرایی در محل اتصال از نظر عرض، مشابه درز انقباض است. اما به جهت عمقی بودن درز و امکان فرار آب از محل اتصال، پیمانکار باید محل درز را با مواد آببندی کاملاً پر و از پیوستگی آن در محل اتصال، اطمینان حاصل نماید.



شکل ۵-۱- درزهای پوشش بتنی کانال

۵-۱۴-۴- مواد پرکننده درزها (مواد درزبندی)

در مواردی که نقشه‌ها و یا دستورالعمل‌ها تعیین می‌کند، باید درزهای قطعات بتنی با مواد مناسب پر شود. نوع، روش اجرا، تجهیزات و کاربرد این مواد باید با تایید قبلی دستگاه نظارت باشد.

۵-۱۴-۴-۱- مصالح

مواد درزبندی باید قابل ارتجاع و چسبنده بوده و قابلیت درزبندی موثر درزهای قطعات بتنی در مقابل نفوذ رطوبت را در تمام دوره‌های مکرر انبساط و انقباض داشته باشد.

خاصیت ارتجاعی (الاستیک) مواد درزبندی باید در تغییرات درجه حرارت از ۱۰- درجه سانتی‌گراد تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد، بدون تغییر شکل زیاد و شکنندگی حفظ شود.

مواد درزبندی به دو بخش به شرح زیر تفکیک می‌شود:

۱- **مصالح پرکننده:** این مصالح نسبت به مصالح آب‌بند از کیفیت و قیمت پایین‌تری برخوردار است و قسمت زیاد عمق درز انبساط توسط آن پر می‌شود.

۲- **مصالح آب‌بند:** این مصالح دارای قابلیت انعطاف و خاصیت آب‌بندی است و محل درز را آب‌بند می‌کند. در سازه‌های آبی ضخامت این مصالح بسته به مورد و طبق نظر دستگاه نظارت، بین ۲۰ تا ۵۰ میلی‌متر در انتها و پیرامون محل درز خواهد بود.

نوع مواد درزبندی، ترکیب مصالح، غلظت و تراکم، نفوذپذیری و درجه حرارت آن در هنگام مصرف باید مورد تایید دستگاه نظارت باشد. قبل از سفارش و استفاده از مواد مذکور، باید مقدار کافی از این مواد به عنوان نمونه همراه با مشخصات و گواهی کارخانه سازنده برای تایید در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد. کارخانه سازنده مواد درزبندی باید تجربه کافی در تهیه و روش

کاربرد این مواد را داشته باشد. در صورت لزوم، دستگاه نظارت می‌تواند راسا به انجام آزمایش این مواد اقدام کند. روش آزمون موادی که برای پرکردن درزهای قطعات بتنی به کار می‌رود، مطابق استاندارد شماره ۵۸۲ ایران است.

۵-۱۴-۴-۲- کاربرد مواد درزبندی

قبل از اجرای مواد درزبندی، کلیه مواد زاید از قبیل خرده بتن، ملات، خرده ریز، گرد و خاک، لجن، روغن، چربی‌ها و ... باید از محل درزها برداشته شده و درزها توسط فشار هوا یا پاشیدن ماسه تحت فشار کاملا تمیز شود. درزها باید بلافاصله پس از خاتمه دوره مراقبت یا به محض این که شرایط جوی اجازه دهد، طبق دستورالعمل مربوطه پر شود. در موقع کاربرد مواد درزبندی شرایط زیر باید برقرار باشد:

- درزها باید کاملا تمیز بوده و سطوح آنها توسط حرارت یا سایر روش‌های متداول مورد قبول خشک شده باشد.
- وضعیت درزها توسط دستگاه نظارت بازدید شده و مورد تایید قرار گرفته باشد.
- درجه حرارت بتن و محیط از ۱۰ درجه سانتی‌گراد کمتر نباشد.
- درجه حرارت مواد درزبندی در موقع استفاده نباید از ۱۰ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد. در صورت لزوم، باید با وسایل مناسبی (به غیر از استفاده از شعله مستقیم) که مورد تایید دستگاه نظارت باشد، درجه حرارت مواد بالا برده شود.
- روش و تجهیزات اختلاط و ریختن مواد درزبندی، باید مطابق مشخصات توصیه شده به وسیله کارخانه سازنده باشد و قبلا به تایید دستگاه نظارت برسد. مواد درزبندی باید به‌طور ممتد و بدون این که حباب‌های هوا در آنها تشکیل شده و حل شود، از پایین به بالای درز ریخته شود. در صورتی که مواد درزبندی به نحو مورد قبول ریخته نشود، طبق دستور دستگاه نظارت باید درزها از این مواد تخلیه و کاملا تمیز شده و دوباره به طرز رضایت بخش پر شود. در شکل (۵-۲) نحوه کلی آب‌بندی درزهای پوشش بتنی کانال‌ها ارائه شده است که با نظر دستگاه نظارت می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۱۴-۵- آب‌بندها در اینیه

آب‌بندها نوارهای نرمی هستند که برای آب‌بندی کامل و غیرقابل نفوذ کردن درزها، در محل درزهای سازه‌های آبی به کار برده می‌شوند. آب‌بند باید در درزها و محل‌هایی که در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی خصوصی مشخص شده، نصب گردد. محل، ابعاد و روش نصب آب‌بند باید مطابق مشخصات و مورد تایید دستگاه نظارت باشد.

۵-۱۴-۵-۱- مصالح

مصالح آب‌بند باید از نوع لاستیکی، پلاستیکی (مانند پلی‌وینیل کلراید) و یا در موارد خاص از انواع فلزی (مانند ورق مس) باشد و به تایید دستگاه نظارت برسد. آب‌بند نباید در معرض اشعه مستقیم خورشید و نیز در تماس با روغن یا چربی قرار گیرد. آب‌بند باید مترآمک، یکنواخت و عاری از سوراخ، بریدگی و سایر عیوب باشد و هنگام انتخاب باید نوعی را انتخاب کرد که در کم‌ترین دمای بهره‌برداری مورد انتظار، انعطاف‌پذیری بیش‌تری را داشته باشد. تاب کششی، تغییر شکل زمانی، نتایج آزمایش تاثیر

مواد قلیایی روی نمونه‌های آب‌بند و دیگر خواص آن و روش آزمایش‌های مزبور باید مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد. ضرورت دارد آب‌بندها مطابق استانداردهای مندرج در جدول (۵-۲۱) مورد آزمایش و مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد.

جدول ۵-۲۱- آزمایش‌های مورد نیاز برای کنترل نوارهای آب‌بند

آزمایش		روش آزمایش
مقاومت کششی در جهت طول		ASTM D412
مقاومت کششی در جهت عرض		
ازدیاد طول در جهت طول		
ازدیاد طول در جهت عرض		
وزن مخصوص		ASTM D792
سختی		ASTM D2240
جذب آب		ASTM D570
مقاومت در برابر خمش		ASTM D747
مقاومت در برابر پارگی		ASTM D624
تغییر وزن در محیط قلیایی		CRD-C572 (USACE)
تغییر سختی در محیط قلیایی		
Accelerated Extraction	تغییر مقاومت کششی در جهت طول	
	تغییر مقاومت کششی در جهت عرض	
	تغییر ازدیاد طول در جهت طول	
	تغییر ازدیاد طول در جهت عرض	

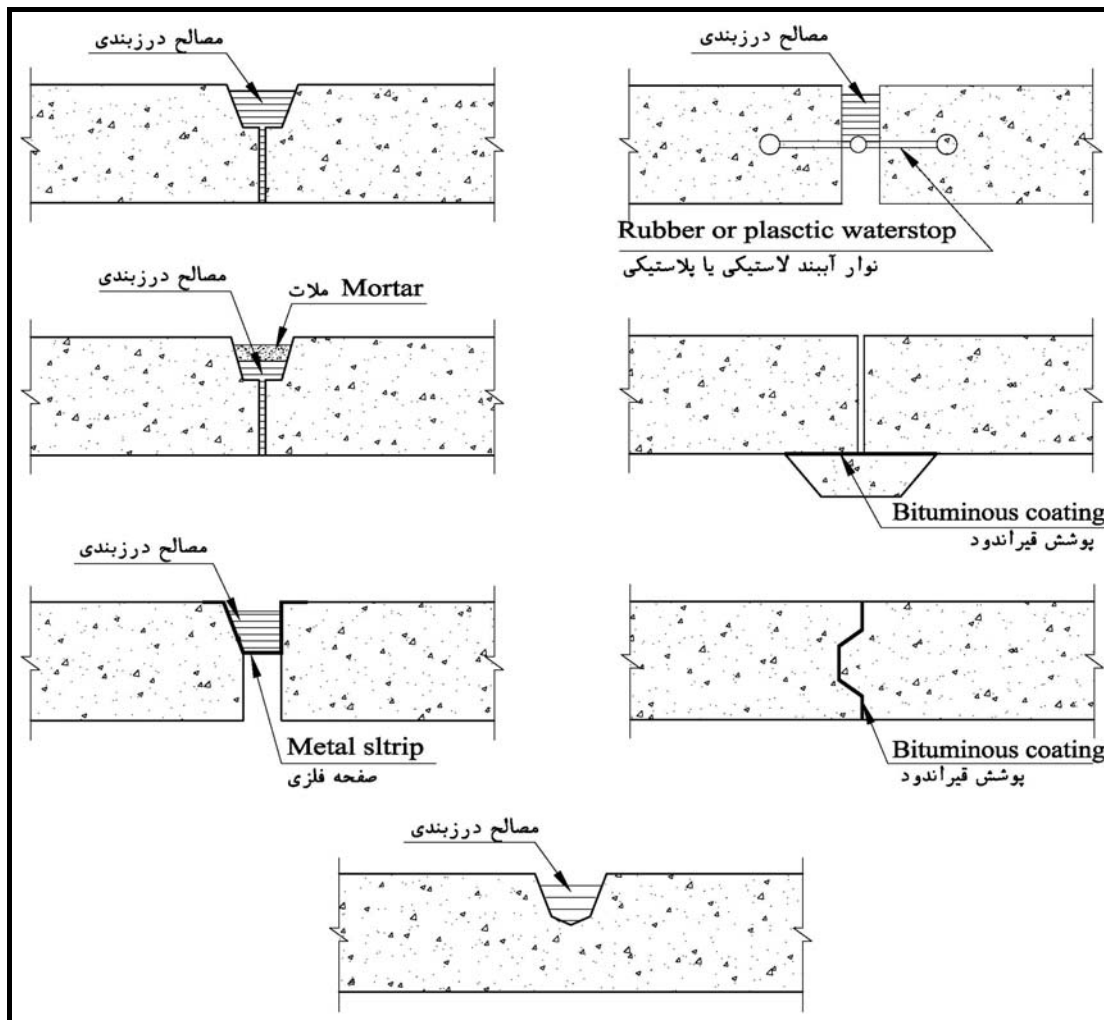
۵-۱۴-۲- وصله نمودن

وصله نمودن آب‌بند در کارگاه باید مطابق توصیه کارخانه سازنده باشد و با نظر دستگاه نظارت انجام شود. در مورد مصالحی از قبیل پی‌وی‌سی این عمل باید به‌وسیله اتصال گرم صورت گیرد. عمل گرم کردن نوارهای آب‌بند باید با گرمکن‌های مجهز به ترموستات صورت گیرد تا حرارت بیش از اندازه موجب سوختن مصالح نشود. مقاومت کششی وصله نباید از ۷۵ درصد مقاومت قسمت‌های وصله نشده کم‌تر باشد.

۵-۱۴-۳- نصب

آب‌بند باید به نحوی نصب شود که تغییر حجم بتن در اثر انبساط و انقباض باعث تضعیف و یا از بین رفتن خاصیت آب‌بندی نشود. آب‌بند باید به نحوی کار گذاشته شود که محور آب‌بند منطبق بر محور درز قرار گیرد تا در هر دو طرف درز یک دیافراگم ممتد آب‌بندی ایجاد کند. در هنگام ریختن و متراکم نمودن بتن در حوالی آب‌بند باید به اندازه کافی دقت شود تا زیر و اطراف آب‌بند با بتن متراکم شده به خوبی پر شود و اتصال کامل بین بتن و تمام محیط طرفین آب‌بند به‌وجود آید. در صورت وارد شدن آسیب به آب‌بند در هنگام کار، باید آن را طبق دستور دستگاه نظارت مرمت یا تعویض کرد. چنانچه پس از بتن‌ریزی، آب‌بند در موقعیت یا محل تعیین شده قرار نداشت، طبق دستور دستگاه نظارت باید بتن اطراف آن تخلیه شده و آب‌بند دوباره تنظیم و بتن‌ریزی شود. پس از نصب آب‌بند، قسمت نمایان آن باید از تابش آفتاب و سایر عوامل جوی و مخرب محافظت شود. میلگردهایی که برای مهار نمودن آب‌بند به کار برده می‌شود، باید توسط سیم

و سایر روش‌های مورد قبول دستگاه نظارت در جای خود تثبیت شود. برای مهار نمودن آب‌بندها می‌توان از گیره‌های نگه‌دارنده مخصوص این کار استفاده کرد و هرگز نباید آنها را سوراخ نمود.



شکل ۵-۲- آب‌بندی درزهای پوشش کانال

ابعاد درز و عمق، پرکردن آن با مصالح آب‌بندی متناسب با ضخامت پوشش و یا عضو بتنی بوده که ابعاد آن باید طبق نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و یا دستور دستگاه نظارت باشد.

۵-۱۴-۶- آب‌بندها در پوشش بتنی کانال

آب‌بندها و پرکننده‌ها در محل درزهای اجرایی، انقباضی و انبساط پوشش کانال‌ها مطابق نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی تهیه و اجرا می‌شود. در کانال‌ها معمولاً آب‌بند و پرکننده یکسان بوده و از انواع آن ماستیک برپایه مواد ترکیبی

قیر و لاستیک^۱ می‌باشد. این مصالح مطابق با استاندارد ASTM D 1190 و ASTM D 5329 تولید می‌گردد و دارای حداقل مشخصات زیر است:

- مقاوم در برابر رشد میکرو ارگانیزم‌های آبی
- چسبندگی کافی
- انعطاف‌پذیر، دارای تغییر حجم و تغییر شکل کنترل‌شده در شرایط محیطی منطقه
- عدم شره تا دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد

- حفظ خصوصیات خود در طول عمر مفید کانال و عدم فرسایش توسط آب کانال و محیط اطراف

این مصالح با حرارت غیرمستقیم تا دمای بالای ۱۶۰ تا ۱۸۰ درجه گرم می‌شود و پس از حصول روانی لازم با روش‌های مناسب و مورد تایید دستگاه نظارت درزبندی صورت می‌گیرد. از آنجایی که کارایی مصالح درزبندی در هنگام اجرا به دمای محیط بستگی دارد لازم است کارخانه سازنده، دمای محیط برای اجرای این مصالح را ارائه نماید. این مواد باید کلا درز را پر کرده و به دیواره‌های شیار بچسبد و سطح آن هم‌تراز با سطح پوشش بتنی باشد. درزبندی به صورت یکپارچه و هم‌زمان در هر مقطع اجرا می‌شود. استفاده از قیر آکندی داخل درز و پرکردن شیار با ماسه آسفالت صرفاً در صورت تایید این روش و مصالح مورد استفاده توسط دستگاه نظارت قابل اجرا است.

۵-۱۵- بتن‌های ویژه

۵-۱۵-۱- کلیات

به بتن‌هایی که دارای کاربرد یا مشخصاتی ویژه باشد بتن‌های ویژه اطلاق می‌شود. مشخصات و روش تهیه مصالح، ساخت بتن، ریختن و عمل‌آوردن بتن‌های ویژه در هر پروژه باید در مشخصات فنی خصوصی ذکر شود. بعضی از بتن‌های ویژه که دارای کاربرد بیش‌تری هستند عبارتند از:

۵-۱۵-۲- بتن پاشیدنی^۲

۵-۱۵-۲-۱- کلیات

بتن پاشیدنی بتنی است که به وسیله دستگاه‌های بتن‌پاش به کمک هوای تحت فشار به سطح کار پاشیدنی می‌شود تا لایه‌ای متراکم و برابر ایجاد گردد. جهت تثبیت مقاطع حفاری‌شده زیرزمینی، پیشگیری از هوازدگی و تثبیت شیروانی‌ها استفاده از بتن پاشیدنی راه‌حل موثری است. موقعی که اندازه بزرگ‌ترین سنگ‌دانه بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر

1- Rubber Bituminous Compound

2- Shotcrete

باشد اصطلاح بتن پاشیدنی در غیر این صورت از اصطلاح ملات پاشیده^۱ استفاده می‌شود. در اجرای بتن پاشیدنی لازم است استاندارد ACI 506 رعایت شود. اجرای بتن پاشیدنی به دو صورت «بتن پاشیدنی خشک» و «بتن پاشیدنی تر» صورت می‌گیرد. در روش بتن پاشیدنی خشک، سیمان و سنگ‌دانه‌ها به صورت خشک به کمک هوای تحت فشار تا افشانه^۲ رانده شده و در آن جا با آب تحت فشار مخلوط و سپس با سرعت زیاد به سطح کار پاشیدنی می‌شود. در روش بتن پاشیدنی تر مخلوط بتن تر به محفظه دستگاه ریخته شده و دستگاه بتن پاش بتن را با سرعت از سرشیلنگی خارج و بر سطح مورد نظر می‌پاشد. لازم است قبل از اجرای بتن پاشیدنی طرح اختلاط آن به تایید دستگاه نظارت برسد. از آن جایی که اجرای بتن پاشیدنی به روش خشک نیاز به مهارت زیادی دارد، استفاده از این روش فقط با تایید دستگاه نظارت و اجرای آزمایشی مورد تایید دستگاه نظارت قابل قبول خواهد بود.

۵-۱۵-۲-۲- مصالح

برای کنترل کیفیت مصالح مورد مصرف در ساخت بتن پاشیدنی عینا مانند بتن‌های معمولی عمل می‌گردد. بیشترین اندازه سنگ‌دانه جهت استفاده در بتن پاشیدنی ۲۰ میلی‌متر و دانه‌بندی آن مطابق استاندارد ۱۲۸۲۰ خواهد بود.

۵-۱۵-۲-۳- مشخصات بتن پاشیدنی

برای حصول اطمینان از چسبندگی مناسب و خواص فیزیکی مطلوب، لازم است در تهیه طرح اختلاط بتن پاشیدنی دقت ویژه معمول گردد. به‌طور معمول نسبت‌های اختلاط بتن پاشیدنی در محدوده‌های زیر قرار دارد، ولی در هر صورت لازم است با انجام آزمایش‌ها با دستگاه‌های موجود در کارگاه، طرح اختلاط نهایی گردیده و به تایید دستگاه نظارت برسد.

- عیار سیمان (کیلوگرم در مترمکعب) ۳۰۰ تا ۴۵۰

- نسبت آب به سیمان ۰/۳۵ تا ۰/۵

با استفاده از افزودنی‌های شیمیایی و معدنی می‌توان کارایی، مقاومت و روند کسب مقاومت بتن پاشیدنی را بهبود بخشید. مشخصات افزودنی‌ها و مقدار استفاده از آن در طرح اختلاط باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

۵-۱۵-۲-۴- تجهیزات

مشخصات دستگاه بتن پاش باید مورد تایید دستگاه نظارت قرارگیرد. در حالت استفاده از دستگاه بتن پاشیدنی خشک، لازم است آب بدون آلودگی و با فشار یکنواخت (حدود ۴ بار) به سر شیلنگی برسد. هوای فشرده مورد نیاز دستگاه نیز باید تمیز و عاری از روغن و با فشار مشخص شده در مشخصات دستگاه (حدود ۵ تا ۶ بار) تامین گردد.

در عملیات بتن‌پاشی مغارها و یا تونل‌ها، به‌منظور پیشگیری از خطرات ریزش سنگ و تصادم آن با کارگر بتن‌پاش، لازم است دستگاه‌های بتن‌پاش دارای بازوی مکانیکی^۱ بوده به‌طوری‌که به‌هنگام پاشیدن بتن، کارگر در فاصله امنی قرار گیرد.

۵-۱۵-۲-۵- آماده‌سازی سطح

برای آماده‌سازی سطح، لازم است ابتدا قطعات سنگی لق و ناپایدار برداشته شده و سپس سطح مورد نظر با مخلوطی از آب و هوای فشرده تمیز گردد. موقعی که آب‌های زیرزمینی از سطوح کار جاری می‌شوند به‌طوری‌که مانع از چسبندگی بتن پاشیدنی می‌گردند، لازم است پیمانکار طبق دستورالعمل دستگاه نظارت اقدام به زهکشی و یا تزریق نموده، به نحوی که از جاری شدن آب در سطح کار پیشگیری گردد. سطح کار باید تمیز، مرطوب و عاری از آثار روغن و سایر آلودگی‌ها باشد. موقعی که بتن بر روی یک لایه بتن پاشیدنی قبلی پاشیده می‌شود لازم است اجازه داده شود تا بتن قبلی گیرش خود را انجام داده و سخت شود و سپس سطح آن از دانه‌های سست به وسیله جارو تمیز شده و پس از اخذ اجازه از دستگاه نظارت اقدام به پاشش بتن گردد.

۵-۱۵-۲-۶- اجرای بتن پاشیدنی

اجرای بتن پاشیدنی باید توسط کارگران فنی مجرب و آشنا به این امر صورت گیرد. باید دقت شود که حفره‌ای در سطح کار باقی نمانده و تمام سطح با حداقل ضخامت مورد نظر پوشش شود. لازم است بتن‌های ریخته شده روی زمین در اثر کمانه کردن سنگ‌دانه‌ها، به هیچ عنوان مورد استفاده مجدد قرار نگرفته و آنها را به وسیله هوای فشرده از محدوده کاری دور کرد. ضخامت لایه بتن پاشیدنی باید طبق نقشه‌ها و دستورالعمل دستگاه نظارت باشد. موقعی که ضخامت بتن پاشیدنی زیاد بوده به نحوی که امکان اجرای آن در یک مرحله میسر نباشد لازم است پیمانکار طبق دستورالعمل دستگاه نظارت آن را در دو یا چند مرحله اجرا نماید. قبل از اجرای هر لایه، پیمانکار باید سطح کار را آماده کرده و پس از اخذ تایید از دستگاه نظارت نسبت به اجرای لایه بعدی اقدام کند. بتن پاشیدنی باید به مدت ۷ روز مرطوب نگهداری شود.

۵-۱۵-۳- بتن کم مایه (لاغر)^۲

بتن لاغر به بتن‌های رده C10 و پایین‌تر اطلاق می‌شود. قبل از اجرای پی‌های بتن مسلح و پس از رگلاژ سطح بستر خاکی باید یک قشر بتن لاغر ریخته، پخش و رگلاژ شود. ضخامت این قشر مطابق نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی می‌باشد. چنانچه این ضخامت در منابع فوق درج نشده باشد باید آن را حداقل ۷ سانتی‌متر اختیار نمود. از بتن لاغر C8 یا C6 با اجازه کتبی دستگاه نظارت می‌توان برای پرکردن محل خاک‌برداری‌های اضافی در مقطع کانال‌ها یا موارد مشابه استفاده کرد.

1- Boom

2- Lean Concrete

۵-۱۵-۴- بتن پیش ساخته

به منظور تامین سرعت عمل بیشتر در اجرای قطعات بتنی دارای تشابه نظیر دال‌های پوشش کانال‌ها، لوله‌ها، بلوک‌ها، تیرچه و یا تمام یا بخشی از یک سازه از بتن پیش ساخته استفاده می‌شود. جزییات دانه‌بندی مصالح، نسبت آب به سیمان، مواد افزودنی، نحوه قالب‌بندی، عمل‌آوری و حمل و ذخیره‌سازی باید قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد. هنگام جابه‌جایی قطعات باید نهایت دقت به عمل آید تا تنش‌های زود هنگام موجب خرابی آنها نشود. ساخت و حمل قطعات باید براساس مندرجات مشخصات فنی خصوصی و تحت نظر مستقیم دستگاه نظارت صورت گیرد.

۵-۱۵-۵- بتن غیر قابل نفوذ

در موارد پیش‌بینی شده برای تهیه بتن غیر قابل نفوذ، ضمن رعایت نکات مربوط به تهیه بتن ناتراوا (نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۵، دقت در نسبت‌های اختلاط مصالح سنگی و ریختن و عمل آوردن)، باید از مواد غیر قابل نفوذ کننده طبق مشخصات و دستورالعمل کارخانه سازنده در مخلوط بتن استفاده نمود. نوع، ترکیب و روش استفاده از این مواد باید مطابق دستورالعمل‌های دستگاه نظارت باشد.

۵-۱۵-۶- پر کردن زیر و پشت ورق‌های فلزی (با استفاده از مواد منبسط شونده)

در تهیه ملاتی که زیر و پشت ورق‌ها ریخته می‌شود، باید ماسه نرم به کار برده شود. نسبت وزنی سیمان به ماسه در این نوع ملات باید معادل ۱ به ۲ بوده و نسبت وزنی آب به سیمان از ۰/۵۵ کمتر نباشد. برای ملات زیر پایه‌های فلزی ماشین‌آلات، دریچه‌های کشویی، آستانه دریچه‌های قطعی در کف و هادی آنها در دیوارها و سایر ملات‌ریزی‌های اطراف کارهای فلزی، باید پودر آلومینیوم به نسبت وزنی ۰/۰۵ تا ۰/۰۲ درصد با سیمان مخلوط شده و سپس آب به آن اضافه شود. عمل اختلاط باید تا موقعی ادامه یابد که مخلوط ملات کاملاً نرم و عاری از کلوخه است، ولی این مدت در هیچ حالتی نباید از سه دقیقه کمتر باشد. ملاتی که ظرف مدت ۴۵ دقیقه پس از اختلاط مصرف نگردد، مردود شناخته می‌شود. سطوح بتنی که روی آن ملات ریخته می‌شود باید تمیز بوده و به وسیله چتایی، کرباس یا نظایر آن پوشیده شود و برای مدت ۲۴ ساعت قبل از ریختن ملات دائماً مرطوب نگه داشته شود. در محل‌هایی که شرایط ایجاب می‌کند، باید قالب نصب شود تا ملات در هنگام ریخته شدن از محل تعیین شده خارج نشود. همچنین باید دقت شود تا ملات تمام فضای زیر ورق‌ها را پر کند و هیچ‌گونه فضای خالی باقی نگذارد. موقعی که گیرش ملات صورت گرفت باید قالب‌ها را برداشت و پس از تراشیدن ملات اضافی، سطوح نمایان ملات را پرداخت کرد. سطوح نمایان ملات باید توسط پارچه کرباس پوشیده شده و برای مدت حداقل سه روز خیس نگهداری شود. به طور کلی، نوع و مشخصات مصالح مصرفی، نسبت‌های اختلاط، مشخصات قالب‌بندی، نحوه ریختن و روش مراقبت ملات باید مطابق دستورالعمل و تایید قبلی دستگاه نظارت باشد.

۵-۱۵-۷- بتن ثانویه

بتن ثانویه معمولاً به منظور پر کردن فضای بین بتن اولیه و قطعات ثابت دریچه‌ها و تیرک‌های آب‌بند به کار می‌رود. پیمانکار باید هماهنگی‌های اجرایی لازم را جهت نصب تجهیزات هیدرومکانیکی در خصوص تمیزکاری سطوح شیارها، قالب‌بندی‌های مورد نیاز، بتن‌ریزی‌های ثانویه و... به عمل آورد. بتن‌های ثانویه از نوع C25 با حداکثر قطر سنگ‌دانه ۱۹ میلی‌متر و یا کم‌تر می‌باشد. روانی این بتن باید در حدی باشد که بتواند تمام خلل و فرج بین بتن‌ریزی مرحله اول و قالب‌های بتن ثانویه و سطح قطعات ثابت تجهیزات را به‌طور کامل پر کند. قالب‌بندی آنها باید طوری انجام شود که بتن مرحله دوم با بتن مرحله اول یکپارچه شود. لازم است صفحات فلزی با ابعاد مشخص شده در نقشه‌ها در محل شیارها کارگذاری شده تا با جوش دادن میلگرد و یا سایر قطعات مهاری اتصال کامل بین بتن اولیه و ثانویه صورت پذیرد. سطح بتن‌ریزی‌های ثانویه باید صاف بوده و احتیاج به پرداخت نداشته باشد.

۵-۱۵-۸- تزریق دوغاب اطراف میل مهارها**۵-۱۵-۸-۱- کلیات**

در مواردی که لازم است بتن یا شبکه آرماتور به سنگ بستر دوخته شود، از میل مهارها استفاده می‌شود. میل مهارها با قطرهای مختلف از میلگرد آجدار تا قطر ۳۶ میلی‌متر از نوع فولاد S400 (تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال) طراحی و نصب می‌شوند. با توجه به این که طول پیوستگی مهاری در طراحی تعیین‌کننده است، استفاده از فولادهای با مقاومت بالاتر ضروری نمی‌باشد.

برای نصب میل مهارها ابتدا گمانه‌هایی تا عمق لازم مطابق نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی یا دستور دستگاه نظارت حفر می‌شوند. قطر گمانه‌ها باید تقریباً ۲۰ میلی‌متر بزرگ‌تر از اندازه میل مهار باشد. حفاری گمانه‌ها با استفاده از دستگاه حفاری دورانی یا ضربه‌ای انجام می‌شود. پس از حفاری، گمانه‌ها با استفاده از آب و فشار هوا شسته می‌شود. شستشوی گمانه‌ها باید تا آنجا ادامه یابد که آب خروجی زلال و عاری از خرده سنگ باشد. بعد از شستشوی کامل گمانه‌ها، دهانه آنها برای جلوگیری از ورود مواد خارجی مسدود می‌گردد. بلافاصله قبل از جاگذاری میل مهارها، بایستی آب به کمک هوای فشرده به‌طور کامل از گمانه‌ها خارج شود. تزریق دوغاب سیمان را می‌توان بلافاصله قبل یا پس از جاگذاری میل مهار در داخل گمانه انجام داد. میل مهارها باید قبل از جاگذاری تمیز شوند.

در مواردی ممکن است به‌جای دوغاب سیمان از رزین‌های اپوکسی برای نصب میل مهارها استفاده کرد. در این صورت لازم است، قطر گمانه و سایر مشخصات نصب مطابق دستورالعمل‌های کارخانه تولیدکننده و دستگاه نظارت باشد.

۵-۱۵-۸-۲- دوغاب تزریق

دوغاب باید فقط از سیمان و آب تشکیل شود. معمولاً نسبت وزن آب به سیمان بین ۰/۵ تا ۰/۷ می‌باشد. مقاومت فشاری ۷ روزه نمونه‌های مکعبی ۱۰۰ میلی‌متری دوغاب سیمان که ۲۴ ساعت در هوای مرطوب و سپس در آب

نگهداری شده باشد، نباید از ۱۷ مگاپاسکال کم‌تر باشد. مصرف مواد روان‌کننده، دیرگیرکننده و منبسط‌کننده با موافقت دستگاه نظارت مطابق با دستورالعمل تولیدکننده مواد و پس از آزمایش تاثیر این مواد بر کیفیت دوغاب، تا حدود ۲ درصد وزن سیمان مجاز است. این‌گونه مواد نباید حاوی کلرایدها، نیترات‌ها، سولفات‌ها و یا سولفیدها باشد و انبساط دوغاب هم نباید از ۱۰ درصد تجاوز کند.

مقدار آب جدا شده از دوغاب بعد از ۳ ساعت نباید بیش از ۲ درصد باشد. در موارد استثنایی و با تایید دستگاه نظارت این رقم می‌تواند تا ۴ درصد نیز افزایش یابد. اندازه‌گیری باید در حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد و در استوانه‌های سر بسته به قطر ۱۰۰ میلی‌متر و با ارتفاع حدود ۱۰۰ میلی‌متر برای دوغاب انجام گیرد. آب جدا شده باید بعد از ۲۴ ساعت دوباره جذب دوغاب شود. هنگام تهیه دوغاب برای تزریق، چنانچه ذرات کوچکی روی صافی باقی بماند، علامت کهنه بودن سیمان است و نباید دوغاب را مصرف کرد.

۵-۱۵-۸-۳- تهیه و تزریق دوغاب سیمان در گمانه‌ها

کلیه عملیات تهیه و تزریق دوغاب باید توسط متخصصان آموزش دیده و کارآزموده انجام شود. عملیات تزریق باید طبق بند ۵-۱۵-۸-۵ انجام شود. کلیه گمانه‌ها باید قبل از تزریق کاملاً تمیز باشد. آزمون عدم گرفتگی آنها معمولاً با هوای فشرده انجام می‌شود.

۵-۱۵-۸-۴- وسایل تهیه و تزریق دوغاب

دستگاه تهیه دوغاب باید دوغابی کاملاً همگن تولید کند و قادر باشد بدون وقفه دوغاب مورد نیاز وسایل تزریقی را تامین نماید. در دستگاه تهیه دوغاب، ابتدا آب و سپس سیمان وارد می‌شود و وقتی این دو کاملاً مخلوط شد، ماده افزودنی در صورت نیاز اضافه می‌گردد. به هم زدن دوغاب باید با مخلوط‌کن برقی انجام شود و تا هنگام به دست آمدن دوغابی همگن ادامه یابد. وسایل تزریق دوغاب باید بتوانند بدون وقفه و بدون نوسان فشار، کار کنند و مجهز به سیستمی باشند که وقتی تزریق انجام نمی‌گیرد، دوغاب را برگردانند. شیلنگ‌های پمپ تزریق باید تا حد امکان دارای حداقل تعداد خم، شیر و تغییر قطر باشد. کلیه ورودی‌های پمپ باید به صافی یا سوراخ‌های حداکثر ۲ میلی‌متری مجهز باشند. بعد از هر سری عملیات تزریق و همچنین در پایان هر روز کار، کلیه وسایل، خصوصاً شیلنگ‌ها باید با آب تمیز کاملاً شستشو شود. وسایل تزریق باید قادر به نگاه داشتن فشار در گمانه‌های پر از دوغاب بوده و مجهز به شیرهایی باشند که بدون ایجاد افت فشار در گمانه، بسته شوند.

۵-۱۵-۸-۵- عملیات تزریق

تزریق باید در اولین فرصت پس از نصب میل‌مهری‌ها و پس از دریافت اجازه کتبی از دستگاه نظارت انجام گیرد. تزریق دوغاب باید بدون وقفه ولی با آهستگی صورت گیرد تا از جدا شدن آب و سیمان جلوگیری شود. تزریق دوغاب باید به نحوی انجام شود که گمانه کاملاً پر شده و فولاد توسط دوغاب کاملاً احاطه شود. دریچه‌هایی که در طول غلاف

شیلنگ‌های تخلیه پیش‌بینی شده است، به ترتیب در جهت حرکت دوغاب زمانی بسته می‌شود که غلظت دوغاب خارج شده از آنها به اندازه غلظت دوغاب مصرفی باشد. لوله خروج دوغاب در انتهای گمانه نیز باید فقط زمانی بسته شود که غلظت دوغاب خروجی به اندازه دوغاب ورودی باشد.

شیلنگ‌های تزریق باید تحت فشار بسته شود. گمانه پر شده تا ۲۴ ساعت پس از تزریق نباید در معرض لرزاندن قرار گیرد. دو روز پس از تزریق باید از شیلنگ‌های تزریق و تخلیه هوا بازدید به عمل آید تا در صورت لزوم دوباره پر شود. در زمان عملیات تزریق دوغاب سیمان و تا ۴۸ ساعت پس از آن، درجه حرارت قطعه مورد نظر نباید از ۵ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر باشد. گرم کردن محیط اطراف قطعه به منظور انجام عملیات تزریق مجاز می‌باشد. پیمانکار موظف است از تهیه و تزریق دوغاب گزارش‌های کاملی شامل تاریخ تزریق هر گمانه، نسبت آب به سیمان، مواد افزودنی مصرف شده احتمالی، فشار تزریق و جزییات امر از قبیل وقفه و تزریق دوباره را حداکثر تا ۳ روز بعد از انجام عملیات تزریق در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.

۵-۱۶- کنترل کارهای بتنی

۵-۱۶-۱- مشخصات کلی

به‌طور کلی، در تمام کارهای بتنی و نیز در عملیات مقدماتی آن، باید قبلاً نقشه‌های کارگاهی توسط پیمانکار تهیه شده و به تایید دستگاه نظارت برسد و مجوزهای لازم کسب شود. همچنین، در مورد مصرف مصالح ویژه و نیز سیستم‌های ویژه اجرایی باید قبلاً موافقت دستگاه نظارت گرفته شود. نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی، مقاومت مشخصه بتن‌های مصرفی را به‌وضوح مشخص می‌نمایند.

کلیه مصالح، تجهیزات، روش و برنامه اجرای کارهای بتنی در طول اجرای کار و به‌طور مستمر توسط نمایندگان دستگاه نظارت مورد کنترل و بازرسی دقیق قرار می‌گیرد تا کارها از هر لحاظ مطابق مشخصات، نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها باشد. نسبت اختلاط مصالح بتن باید مطابق مفاد مندرج در بند ۵-۸ این مشخصات فنی باشد و قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد. هرگونه عملیات تهیه بتن، فقط پس از صدور تاییدیه کتبی دستگاه نظارت در مورد مصالح و نسبت اختلاط مصالح بتن مجاز خواهد بود. تمام نمونه‌برداری‌ها و آزمایش‌های لازم باید مطابق مشخصات و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت صورت گیرد. کیفیت نهایی بتن و کیفیت سازه‌های بتنی اجرا شده باید مطابق مشخصات و در حد رواداری‌های مجاز و مورد تایید دستگاه نظارت باشد. در کلیه موارد، کیفیت و مشخصات مصالح، مشخصات و کارایی تجهیزات و ابزار کار، مهارت و صلاحیت کارکنان، روش و برنامه اجرای کارهای بتنی، کیفیت بتن و کیفیت سازه‌های بتنی اجرا شده، نتایج آزمایش‌ها و سایر موارد مربوط به کارهای بتنی باید مطابق مشخصات و نقشه‌ها باشد و مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد. کلیه مصالح بتن و عملیات بتنی باید در طول مدت اجرای کار، از نظر مطابقت با مندرجات این مشخصات فنی عمومی و مشخصات فنی خصوصی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت مورد آزمایش و بازرسی قرار گیرد.

۵-۱۶-۲- رواداری کارهای بتنی در سازه‌های آبی

رواداری کارهای بتنی متعارف در جدول (۷-۱) ذکر شده است. منظور از رواداری کارهای بتنی، انحراف‌های مجاز از خطوط، رقوم و ابعاد سازه‌های بتنی است. رواداری در جهت کاهش در انحراف‌های مورد قبول هیچ‌گاه نباید از ۵ درصد طول یا سطح هر سازه، بسته به مورد، تجاوز کند. سازه‌های بتنی که رواداری اجرای آن خارج از محدوده‌های ارائه شده در این نشریه باشد، مردود است و دستگاه نظارت دستور تخریب آنها را صادر خواهد کرد. با توجه به نوع سازه، رواداری مجاز سازه‌های مورد استفاده در سامانه‌های آبیاری و زهکشی به شرح زیر می‌باشد:

الف- پوشش بتنی کانال‌ها

- ۱- حد مجاز خروج از مسیر مشخص شده:
در محور اتصال قوس‌ها: ۲۵ میلی‌متر در ۳۰ متر طول و حداکثر ۵۰ میلی‌متر
در قوس‌ها: ۵۰ میلی‌متر در ۳۰ متر طول و حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر
- ۲- حد مجاز خروج از پروفیل‌های مشخص شده:
۲۵ میلی‌متر در هر ۳۰ متر طول و حداکثر ۲۵ میلی‌متر
- ۳- تقلیل در ضخامت پوشش بتنی:
در سرتاسر پوشش کمتر از ۱۰ درصد ضخامت پوشش
- ۴- انحراف مجاز از عرض مقطع در هر ارتفاع:
۰/۲۵ درصد به اضافه ۲۵ میلی‌متر
- ۵- انحراف مجاز از ارتفاع پوشش بتنی:
۰/۵ درصد به اضافه ۲۵ میلی‌متر
- ۶- انحراف در سطح:
در کف کانال: ۶ میلی‌متر در ۳ متر
در شیروانی‌های کانال: ۱۲ میلی‌متر در ۳ متر

ب- نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته

- ۱- طول نیم‌لوله: ± 5 میلی‌متر
- ۲- دهانه نیم‌لوله: ± 0.05 اندازه اسمی
- ۳- ضخامت پوسته: ± 0.05 مقادیر اسمی
- ۴- انحراف افقی نسبت به امتداد محور: ۵ میلی‌متر
- ۵- انحراف مجاز در سطوح داخلی و خارجی در ۱۰ سانتی‌متری انتهای نیم‌لوله‌ها که در مجاورت درز روی پایه قرار می‌گیرند: ۲ میلی‌متر
- ۶- حداکثر خیز پس از نصب بر روی پایه: ۵ میلی‌متر

ج- سیفون‌ها و آبروهای صندوقه‌ای ریخته شده در جا

- ۱- انحراف از مسیر مشخص شده: ۲۵ میلی‌متر

- ۲- انحراف از پروفیل‌های مشخص شده: ۲۵ میلی‌متر
- ۳- انحراف از ضخامت‌ها، در هر نقطه:
- در جهت کاهش: ۲/۵ درصد یا ۶ میلی‌متر، هر کدام که بزرگ‌تر باشد
- در جهت افزایش: ۵ درصد یا ۱۲ میلی‌متر، هر کدام که بزرگ‌تر باشد
- ۴- انحراف از ابعاد داخلی تعیین شده: ۰/۵ درصد
- ۵- انحراف در سطح
- در محل کف: ۶ میلی‌متر در ۳ متر
- در دیوارهای کناری: ۱۲ میلی‌متر در ۳ متر
- د- پل‌ها، تندآب‌ها، کنترل‌ها، آبگیرها، ساختمان دهانه آبگیر، آبشار و سازه‌های مشابه
- ۱- انحراف از مسیر مشخص شده: ۲۵ میلی‌متر
- ۲- انحراف از رقوم مشخص شده: ۲۵ میلی‌متر
- ۳- انحراف از سطوح شیب‌دار ستون‌ها، پایه‌ها و دیوارها
- سطح در معرض دید: ۱۲ میلی‌متر در طول ۳ متر
- سطح با پوشش: ۲۵ میلی‌متر در طول ۳ متر
- ۴- انحراف از رقوم و خطوط نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی در دال‌ها، تیرها، محل فاق (کام) و محل نصب ریل‌ها
- سطح در معرض دید: ۱۲ میلی‌متر در طول ۳ متر
- سطح با پوشش: ۲۵ میلی‌متر در طول ۳ متر
- ۵- انحراف از ابعاد مقطع، ستون، پایه‌ها، دال‌ها، دیوارها، تیرها و قطعات مشابه
- در جهت کاهش: ۶ میلی‌متر
- در جهت افزایش: ۱۲ میلی‌متر
- ۶- انحراف از ابعاد افقی بتن پایه، تیرک‌های محل شیار در محل پایه یا دیوارها
- در جهت کاهش: ۱۰ میلی‌متر
- در جهت افزایش: ۱۵ میلی‌متر

ه- دال پل‌ها

- ۱- انحراف از ضخامت دال
- در جهت کاهش: ۳ میلی‌متر
- در جهت افزایش: ۶ میلی‌متر
- ۲- انحراف از عرض مشخص شده در محل جدول‌ها: ۶ میلی‌متر

و - پی‌ها، پی ستون‌ها، دیوارها و پایه‌ها

- ۱- انحراف از ابعاد افقی
- در جهت کاهش: ۱۲ میلی‌متر
- در جهت افزایش: ۵۰ میلی‌متر
- ۲- حد انحراف از رقوم‌های مشخص شده
- در جهت کاهش: ۱۲ میلی‌متر
- در جهت افزایش: ۲۵ میلی‌متر
- ۳- انحراف در محل استقرار مرکز ثقل
- ۲ درصد از عرض پی در مسیر انحراف و حداکثر ۵۰ میلی‌متر

ز- نشیمن‌گاه و دیوار محل نصب دریچه‌های قطاعی و اتصالات مشابه آب‌بندی

- ۱- انحراف از رقوم و شیب‌ها:
- در طول ۳ متر، حداکثر ۳ میلی‌متر

۵-۱۶-۳- نمونه‌برداری و آزمایش‌های بتن (کنترل کیفیت)

کارهای بتنی فقط در صورتی قابل قبول خواهد بود که مورد آزمایش قرار گرفته و از مطابقت آن با مشخصات اطمینان حاصل شده باشد. ولی قابل قبول بودن نتیجه آزمایش‌ها رافع مسوولیت پیمانکار در جهت رفع نواقص نخواهد بود و دستگاه نظارت هر موقع که صلاح بداند نسبت به انجام آزمایش‌های مورد نیاز اقدام خواهد نمود و پیمانکار موظف به همکاری در این موارد خواهد بود. آزمایش‌های استاندارد که برای کنترل کیفیت مصالح، بتن تازه و بتن سخت شده صورت می‌گیرد باید مطابق استانداردهای ذکر شده در این فصل و یا هر استاندارد دیگری که دستگاه نظارت دستور دهد باشد و توسط آزمایشگاه ذیصلاح انجام گیرد. در صورت لزوم دستگاه نظارت می‌تواند تعداد نمونه‌ها را افزایش دهد و نیز می‌تواند آزمایش‌ها را تکرار نماید.

۵-۱۶-۴- تواتر نمونه‌برداری از بتن

نمونه‌هایی که به‌منظور انجام آزمایش مقاومت بتن تهیه می‌شوند باید از بتن مصرفی و از محل نهایی مصرف برداشته شوند. نمونه‌برداری باید به نحو یکنواخت در طول مدت تهیه و مصرف بتن توزیع شوند. مقصود از هر نمونه‌برداری از بتن، تهیه دو نمونه از آن است که آزمایش فشاری آنها در سن ۲۸ روز یا هر سن مقرر شده دیگری (مطابق مشخصات فنی خصوصی یا دستور دستگاه نظارت) انجام می‌پذیرد و متوسط مقاومت‌های فشاری به‌دست آمده به‌عنوان نتیجه نهایی آزمایش منظور می‌شود. برای ارزیابی کیفیت بتن قبل از موعد مقرر می‌توان دو نمونه دیگر هم به‌منظور انجام آزمایش مقاومت فشاری تهیه کرد. دستگاه نظارت می‌تواند دستور تهیه دو نمونه دیگر به‌عنوان شاهد را صادر نماید.

نمونه‌برداری مطابق استاندارد شماره ۱-۳۲۰۱ صورت گرفته و تواتر نمونه‌برداری به‌ترتیب زیر می‌باشد:

- ۱- در صورتی که حجم هر اختلاط بتن بیش‌تر از یک مترمکعب باشد:

- الف- برای دالها و دیوارها، یک نمونه برداری از هر ۳۰ متر مکعب بتن یا ۱۵۰ مترمربع سطح
- ب- برای تیرها و کلافها، در صورتی که جدا از قطعات دیگر بتن ریزی می شوند، یک نمونه برداری از هر ۱۰۰ متر طول
- ج- برای ستونها، یک نمونه برداری از هر ۵۰ متر طول
- ۲- در صورتی که حجم هر اختلاط بتن کمتر از یک مترمکعب باشد، می توان مقادیر مذکور در ردیف فوق را به همان نسبت تقلیل داد.
- ۳- حداقل یک نمونه برداری از هر رده بتن در هر روز الزامی است.
- ۴- حداقل ۶ نمونه برداری از کل هر سازه الزامی است.
- ۵- در صورتی که کل حجم بتن ریخته شده در کارگاه از ۳۰ مترمکعب کمتر باشد، می توان از نمونه برداری و آزمایش مقاومت صرف نظر کرد مشروط بر آن که به تشخیص دستگاه نظارت دلیلی برای رضایت بخش نبودن کیفیت بتن موجود نباشد.

۵-۱۶-۵- ضوابط پذیرش مقاومتی بتن

۵-۱۶-۵-۱- بتن قابل قبول

مشخصات بتن در صورتی منطبق بر رده مورد نظر و قابل قبول تلقی می شود که یکی از شرایط زیر برقرار باشد:

الف- در آزمایش مقاومت فشاری سه نمونه برداری متوالی (هر نمونه متوسط نتیجه دو آزمون استوانه ای استاندارد است)، مقاومت هیچ کدام کمتر از مقاومت مشخصه (f'_c) نباشد.

$$X_{1,2,3} \geq f'_c$$

ب- متوسط مقاومت های سه نمونه برداری متوالی، حداقل ۱/۵ مگاپاسکال بیش تر از مقاومت مشخصه باشد و کوچک ترین مقاومت آنها از مقاومت مشخصه منهای ۴ مگاپاسکال کمتر نباشد.

$$\bar{X}_3 > f'_c + 1.50$$

$$X_{\min} \geq f'_c - 4$$

۵-۱۶-۵-۲- بتن غیر قابل قبول

مشخصات بتن در صورتی غیر قابل قبول است که متوسط سه نمونه برداری متوالی از مقاومت مشخصه کمتر باشد یا کوچک ترین مقاومت نمونه ها از مقاومت مشخصه منهای ۴ مگاپاسکال کمتر باشد.

$$\bar{X}_3 < f'_c \quad \text{یا} \quad X_{\min} < f'_c - 4$$

۵-۱۶-۳- بتن مشروط

بتنی را که حدفاصل بتن قابل قبول و بتن غیر قابل قبول قرار دارد (نه قابل قبول است و نه غیرقابل قبول) می‌توان به تشخیص طراح، بدون بررسی بیش‌تر از نظر سازه‌ای قابل قبول تلقی کرد. در غیر این صورت لازم است پیمانکار طبق نظر دستگاه نظارت اقداماتی مطابق بند ۶-۶ آیین‌نامه بتن ایران (آبا) انجام دهد. نحوه برخورد با بتن مشروط و جرایم مربوطه مطابق مندرجات شرایط خصوصی پیمان خواهد بود.

۵-۱۶-۴- شرایط انطباق بتن بر رده مورد نظر

در کنترل شرایط انطباق بتن بر رده مورد نظر، نباید از نتیجه آزمایش هیچ‌کدام از نمونه‌ها صرف‌نظر شود مگر آن‌که با دلایل کافی ثابت شود خطای عمده‌ای در نمونه‌برداری، نگهداری، حمل، عمل آوردن یا آزمایش روی داده است.

۵-۱۶-۶- ضوابط کنترل روش عمل آوردن و محافظت بتن

دستگاه نظارت می‌تواند برای کنترل کیفیت عمل آوردن و مراقبت بتن در سازه یا پوشش بتنی کانال‌ها، انجام آزمایش‌های مقاومت روی نمونه‌های عمل آمده و مراقبت شده در شرایط کارگاهی را درخواست کند. عمل آوردن نمونه‌ها در شرایط کارگاهی باید مطابق استاندارد ۳۲۰۵ صورت گرفته و نمونه‌ها باید در همان زمان و از همان بتنی نمونه‌برداری شوند که نمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه تهیه می‌شوند. در صورتی روش عمل آوردن و مراقبت بتن رضایت بخش تلقی می‌شود که مقاومت فشاری نمونه‌های کارگاهی در سن مشخص شده برای مقاومت مشخصه، حداقل معادل 0.85 مقاومت نظیر نمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه یا به اندازه ۴ مگاپاسکال بیش‌تر از مقاومت مشخصه باشد. در غیر این صورت باید اقداماتی برای بهبود روش‌های محافظت و مراقبت بتن صورت گیرد.

۵-۱۶-۷- آزمون‌های آگاهی

در صورتی که آگاهی از کیفیت بتن در مواعدهای خاصی مانند زمان باز کردن قالب‌ها و غیره ضرورت داشته باشد، علاوه بر آزمون‌های متعارف ارزیابی مقاومت و روش عمل آوردن و مراقبت بتن (بندهای ۴-۱۶-۵ و ۵-۱۶-۶) آزمون‌هایی از بتن گرفته می‌شوند و در مواعدهای مورد نظر تحت آزمایش قرار می‌گیرند. این «آزمون‌ها به آزمون‌های آگاهی موسومند».

۵-۱۶-۸- معیارهای پذیرش بتن بر مبنای پایایی

به منظور پیشگیری از خرابی‌های زودرس و افزایش پایایی سازه‌های بتن مسلح در مناطق حاشیه خلیج فارس و دریای عمان و شرایط اقلیمی مشابه، علاوه بر معیارهای پذیرش ذکر شده در بندهای فوق و سایر ضوابط مندرج در

مشخصات فنی خصوصی، لازم است معیارهای مندرج در جدول (۵-۲۲) برآورده شود. انجام آزمایش جذب آب و نفوذ آب برای تمام پروژه‌های حاشیه خلیج فارس و دریای عمان الزامی است. انجام آزمایش مقاومت در مقابل نفوذ یون کلرید برای تمام سازه‌های دریایی و سازه‌هایی که در معرض مستقیم آب دریا و سایر سازه‌هایی که تا فاصله ۵۰۰ متر از حاشیه ساحل قرار دارند و یا در معرض شرایط محیطی مشابه و بسیار مهاجم قرار دارند الزامی است و در سایر موارد باید با تشخیص دستگاه نظارت عمل شود.

جدول ۵-۲۲- معیارهای پذیرش بتن بر مبنای پایایی

ردیف	عنوان آزمایش	حداکثر مقادیر مجاز در سن ۲۸ روز
۱	آزمایش جذب آب	۲ درصد
۲	آزمایش نفوذ آب	۱۰ میلی‌متر
۳	آزمایش مقاومت در مقابل نفوذ یون کلرید با روش الکتریکی	۲۰۰۰ کولمب

۵-۱۶-۹- کنترل تراوایی از بتن پوشش کانال

به هنگام تهیه مصالح، طرح اختلاط، حمل و بتن‌ریزی، عمل‌آوری و نگهداری بتن و همچنین اجرای درزهای ساختمانی و انقباض عرضی و طولی باید تمهیدات لازم برای تامین حداکثر نفوذناپذیری کانال پوشش شده فراهم شود. به گونه‌ای که به هنگام تحویل موقت کانال، حداکثر نشت از بتن از ۳۰ لیتر در مترمربع در ۲۴ ساعت تجاوز ننماید. در صورت نشت بیش‌تر، پیمانکار موظف به برطرف کردن دلایل اصلی نشت می‌باشد. در صورتی که کنترل نشت به جهت انتخاب ناصحیح مصالح، عمل‌آوری و نگهداری کانال باشد، دستگاه نظارت در مورد میزان جریمه (براساس مشخصات فنی خصوصی) و یا تخریب پانل‌های معیوب تصمیم می‌گیرد و پیمانکار ملزم به قبول و اجرای آن می‌باشد.

۵-۱۷-۱۷- اجرای دیوارهای بتنی آب‌بند

دیوارهای زیرزمینی به دو منظور آب‌بندی و یا باربری ساخته می‌شوند. مصالح دیوارهای آب‌بند می‌تواند از بتن پلاستیک یا بتن معمولی C16 باشد. قسمت فوقانی دیوار آب‌بند می‌تواند با بتن مسلح C30 ساخته شود. دیوارهای باربر از نوع بتن مسلح ساخته می‌شوند. در این قسمت مشخصات دیوارهای آب‌بند ذکر می‌گردد که می‌توان در صورت لزوم از آن برای دیوارهای باربر نیز استفاده نمود.

۵-۱۷-۱- اجرای دیوار آب‌بند بتنی با استفاده از ماشین‌آلات متعارف (بیل مکانیکی)

این روش فقط برای دیوارهای کم عمق قابل اجرا می‌باشد. در این روش، در شرایط ایستایی کامل سطوح ترانشه در طول مدت اجرا، حفر ترانشه با استفاده از بیل مکانیکی انجام شده و بتن‌ریزی به صورت معمول و یا به صورت اجرا در زیر تراز آب (با استفاده از لوله ترمی) انجام خواهد گردید و دیوارهای ترانشه نقش قالب بتن را خواهند داشت.

۵-۱۷-۲- اجرای دیوار آب‌بند بتنی با استفاده از ماشین‌آلات ویژه حفاری^۱

۵-۱۷-۲-۱- دامنه کار

حفاری دیوارهای آب‌بند عمیق و یا دیوارهای کم عمق در زمین‌های ریزشی، در زیر تراز آب زیرزمینی و یا در شرایط بدون آب زیرزمینی، به‌طور عموم به‌صورت حفر ترانشه با استفاده از چنگک^۲ و گل حفاری و در قطعات^۳ مجاور هم با طول محدود، انجام می‌گردد. پایداری دیواره‌های ترانشه با فشار گل حفاری و طول کوتاه قطعات و در اثر عملکرد قوسی خاک در طول این قطعات، تامین می‌گردد. این نوع روش اجرا به بارت معروف می‌باشد. گل حفاری فقط در صورت ریزشی بودن خاک استفاده می‌شود.

با توجه به عملکرد هم‌زمان این عوامل، پیمانکار باید مشخصات و ابعاد ترانشه‌ها را طوری انتخاب نماید که از ریزش دیواره‌های ترانشه در هنگام حفاری جلوگیری شود. پس از حفر کامل ترانشه هر قطعه، ترانشه از کف با استفاده از لوله ترمی بتن‌ریزی شده و در صورت استفاده از گل حفاری در اثر حرکت رو به بالای بتن، گل حفاری از داخل ترانشه خالی خواهد شد. بتن مورد استفاده از نوع بتن پلاستیک و یا بتن معمولی مطابق مشخصات فنی خصوصی پروژه خواهد بود. پیمانکار باید برنامه‌ریزی، تهیه نقشه‌های کارگاهی، تدارک ماشین‌آلات، تجهیزات، مصالح و نیروی انسانی متخصص و کارآمد، اجرا و کنترل عملیات دیوار آب‌بند بتنی را به گونه‌ای انجام دهد که ضمن رعایت مشخصات مندرج در این مجموعه، نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و دستورات دستگاه نظارت، بتوان از اجرای صحیح کار اطمینان حاصل نماید.

۵-۱۷-۲-۲- حفاری

در اجرای حفاری دیوار آب‌بند با استفاده از ماشین‌آلات ویژه، رعایت موارد کلی زیر ضروری می‌باشد:

- محل دیوار آب‌بند از روی سکویی که تراز آن براساس تراز فوقانی دیوار آب‌بند مشخص می‌شود، باید حفاری شود. این تراز باید حداقل ۱ تا ۱/۵ متر از سطح آب زیرزمینی مرتفع‌تر باشد. دیوار آب‌بند در بین دیوارهای هدایت^۴ که به ابعاد مناسب و پایدار و از بتن مسلح، در قطعات کنار هم با طول محدود (حدود ۲ تا ۳ متر) مطابق نقشه‌ها و یا دستورات دستگاه نظارت اجرا خواهد شد. ضخامت دیوار آب‌بند با عرض چنگک یکسان بوده و معمولاً معادل ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد.
- حفاری قطعات دیوار آب‌بند باید به صورت یک در میان انجام شود و حفاری قطعات ثانویه پس از بتن‌ریزی و سخت شدن قطعات اولیه انجام شود.

1- Trepan, Grab Bucket
2- Grab
3- Panel
4: Guide Wall

- دیوارهای هدایت پس از خاتمه بتن‌ریزی دیوار آب‌بند، باید با احتیاط کامل تخریب و برداشته شوند، به طوری که کوچک‌ترین صدمه‌ای به دیوار آب‌بند وارد نگردد.
- پیمانکار باید قبل از ساختن دیواره‌های هدایت و شروع حفاری، نسبت به میخ‌کوبی و ترازبایی و پیاده نمودن محور دقیق دیوار آب‌بند اقدام نموده و وضعیت آن را با ابعاد و راستای سازه‌هایی که دیوار آب‌بند در نهایت طبق نقشه‌ها به آنها متصل خواهد گردید، به طور دقیق تطبیق دهد.
- گل حفاری یا بنتونیت^۱ مورد استفاده در حفاری باید به گونه‌ای مورد استفاده قرار گیرد که در طول حفاری تراز سطح بنتونیت داخل ترانشه حداقل ۱ و ۱/۵ متر به ترتیب برای خاک‌های چسبنده و دانه‌ای بالاتر از سطح آب زیرزمینی قرار گیرد.
- در شرایطی که برای خرد کردن قطعات سنگ استفاده از چکش^۲ ضروری باشد، باید چکش از نوع استاندارد و با وزن کافی و با تایید دستگاه نظارت مورد استفاده قرار گیرد، به طوری که مقدار ریزش به حداقل برسد.

۵-۱۷-۲-۳- بتن‌ریزی

- اجرای بتن‌ریزی دیوار آب‌بند باید با رعایت موارد کلی زیر صورت گیرد و پیمانکار قبل از شروع بتن‌ریزی، تجهیزات و مصالح تدارک دیده شده، برنامه‌زمانی، نقشه‌ها و روش کار را به تایید دستگاه نظارت برساند.
- دیوار آب‌بند از اجرای چند قطعه در کنار یکدیگر به وجود می‌آید. محل اتصال قطعه‌های بتن‌ریزی شده، به منظور ایجاد درزهای کام و زبانه‌ای با نصب لوله‌های درز انقطاع اجرا می‌شود. این لوله‌ها پس از انجام بتن‌ریزی و قبل از گیرش کامل بتن، توسط جک‌های مخصوص بیرون کشیده می‌شوند. در صورتی که پیمانکار برای اتصال قطعات مجاور هم روش دیگری مد نظر داشته باشد، این روش باید به تایید دستگاه نظارت برسد.
 - پس از اتمام حفر ترانشه‌ها باید ابعاد آن شامل امتداد محور، عمق، عرض ترانشه‌ها و انحراف آنها به طور کامل کنترل شود. همچنین پس از پایان حفاری و قبل از بتن‌ریزی باید گل حفاری درون ترانشه به لحاظ درصد ماسه کنترل و اندازه‌گیری گردد. مقدار ماسه در گل حفاری باید کم‌تر از ۴ درصد باشد. در صورتی که میزان ماسه از ۴ درصد تجاوز کند، بتن‌ریزی مجاز نیست و باید قبل از بتن‌ریزی، نسبت به تصفیه و ماسه‌گیری گل حفاری با روش‌های گریز از مرکز اقدام شود.
 - پیمانکار باید همواره انحراف جدار حفاری از وضعیت قائم را کنترل نموده تا در صورت لزوم، تصمیمات لازم را اتخاذ و پس از تایید دستگاه نظارت به مرحله اجرا درآورد. رواداری مجاز برای انحراف قائم دیوار یک درصد ارتفاع دیوار می‌باشد که در موارد خاص با تایید دستگاه نظارت انحراف تا دو درصد نیز می‌تواند مورد قبول باشد. در هنگام حفاری باید مشخصات ترانشه طراحی شده را به طور مرتب کنترل نمود و مشکلاتی را که

1- Bentonite

2- Trepan

- ممکن است پیش آمده باشد رفع کرد. در فرآیند حفاری، عمق و تغییرات لایه‌ها باید یادداشت شود و در صورت روبه‌رو شدن با تغییر لایه‌ها، پیش‌بینی لازم و موثر برای جلوگیری از انحراف حفاری به عمل آید.
- علاوه بر نقاط نشانه و میخ‌کوبی و پیاده‌نمودن دقیق محور دیوار در مرحله حفاری، لازم است به هنگام بتن‌ریزی و جاگذاری قفسه آرماتور، محور کار تدقیق تا نحوه اتصال دیوار به سازه‌های فوقانی دچار مشکل نشود.
 - پیمانکار باید تمهیدات لازم را برای جلوگیری از جابه‌جایی قفسه آرماتور پیش‌بینی نماید. پیمانکار همچنین باید نسبت به حفظ پوشش بتنی پیش‌بینی شده بر روی آرماتورها اقدامات لازم را به عمل آورد.
 - عملیات بتن‌ریزی باید به نحوی صورت گیرد که تمامی گوشه‌ها و کف قطعات حفاری شده به خوبی بتن‌ریزی شده و ضوابط عمومی مندرج در این فصل (بند ۵-۱۲-۸، بتن‌ریزی در زیر تراز آب) باید در این مورد رعایت گردد.
 - بتن‌ریزی با استفاده از لوله ترمی و در زیر گل حفاری صورت می‌گیرد. این لوله باید کاملاً آب‌بند بوده و قطر داخلی آن با نظر دستگاه نظارت بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر باشد. به عنوان یک راهنمای کلی قطر لوله ترمی باید حدود ۸ برابر قطر بزرگ‌ترین سنگ‌دانه باشد. حداکثر طول یک قطعه برای بتن‌ریزی ۴/۵ متر می‌باشد، در صورتی که طول هر قطعه بیش‌تر از ۴/۵ متر باشد باید به طور هم‌زمان از تعداد لوله ترمی بیش‌تر برای بتن‌ریزی استفاده شود. انتهای لوله ابتدا در پایین ترانشه قرار داده می‌شود و با ادامه بتن‌ریزی به تدریج بالا کشیده می‌شود، به طوری که سطح بتن در داخل ترانشه همواره حداقل یک متر بالاتر از انتهای لوله (خروجی لوله ترمی) قرار داشته باشد. به هر حال بتن‌ریزی در هر قطعه باید به صورت ممتد انجام شود.
 - بتن مصرفی در دیوار آب‌بند باید با شن و ماسه گرد گوشه غیر شکسته (رودخانه‌ای)، دارای دانه‌بندی حداکثر ۲۵ میلی‌متر و اسلامپ بین ۱۵ تا ۲۳ سانتی‌متر باشد. در صورت لزوم و تایید دستگاه نظارت از مواد افزودنی روان‌کننده و آب‌بند بتن استفاده می‌شود.
 - بر حسب شرایط، لازم است بتن‌ریزی تا حدود ۵۰ سانتی‌متر بالاتر از حد پیش‌بینی شده در نقشه‌ها اجرا گردد، تا از کیفیت بتن در مقطع فوقانی، اطمینان حاصل شود. این مقدار اضافی پس از اتمام بتن‌ریزی و قبل از سخت شدن آن به آرامی برداشته می‌شود.
 - چگالی گل حفاری مورد استفاده باید بین ۱/۱۲ تا ۱/۲۰ گرم در سانتی‌متر مکعب در داخل ترانشه باشد که با ترکیبی از آب و بنتونیت و همراه با ماده اضافی که تمایل رس به لخته شدن را کاهش می‌دهد به دست می‌آید. به هر حال دست‌یابی به ترکیب مناسب گل حفاری، روش سعی و خطایی است که باید در آزمایشگاه انجام شود تا این‌که چگالی مورد نظر به دست آید. مقدار چگالی گل حفاری در محل ساخت و در داخل ترانشه باید به طور مرتب توسط پیمانکار و زیر نظر دستگاه نظارت آزمایش و کنترل گردد.
 - اندازه‌گیری لزجت گل حفاری (مخلوط آب و بنتونیت) در محل ساخت آن و محل حفاری شده ضروری است، لزجت باید به وسیله قیف مارش (زمان لازم برای خارج شدن ۹۴۶ میلی‌لیتر گل حفاری از قیف استاندارد مارش) زیر نظر دستگاه نظارت اندازه‌گیری شود. لزجت گل حفاری باید ۳۲ تا ۵۰ ثانیه باشد.

- گل حفاری باید برای استفاده دوباره تصفیه و بازیابی شود. اضافه کردن آب به گل حفاری در داخل ترانشه حفاری شده مجاز نیست. در مدت توقف حفاری ترانشه، گل حفاری داخل آن باید به طور مرتب و به آرامی مخلوط شود.

۵-۱۷-۲-۴- ملاحظات اجرایی

قطعات دیوار آب‌بند باید شماره‌گذاری شده و یک فیش که موارد زیر در آن ذکر شده باشد توسط پیمانکار طبق نظر دستگاه نظارت تهیه گردد:

- تاریخ عملیات و شرایط مختلف اجرای کار در مراحل مختلف.
 - تشریح نظری مصالح حاصل از حفاری در هنگام انجام حفاری.
 - تراز آب زیرزمینی، تراز سطح گل حفاری (دوگاب بنتونیت) در داخل ترانشه، عمق حفاری، سرعت پیشرفت کار و حجم بتن ریخته شده در عمق‌های مختلف، هر قطعه و اسلامپ و سایر مشخصات بتن.
 - مشخصات بنتونیت در طول حفاری و تغییرات آن مانند چگالی، لزجت، pH، درصد ماسه و غیره.
- به منظور به حداقل رسیدن مدت تماس بنتونیت با بتن در صورت لزوم باید عملیات بتن‌ریزی هم‌زمان توسط دو لوله ترمی انجام شود. به هر حال پیمانکار باید قبل از شروع بتن‌ریزی هر قطعه، برنامه‌ریزی لازم در مورد تدارک کامیون مخلوط‌کن به تعداد کافی، ساخت مداوم بتن و غیره را بنماید، به طوری که از قطع بتن در هر قطعه جلوگیری به عمل آید.

فصل ۶

کارهای بنایی، حفاظتی و استحکامی

۶-۱- کلیات

عملیات موضوع این فصل شامل مشخصات فنی تهیه مصالح و اجرای کارهای بنایی با سنگ، آجر، بلوک سیمانی، خشکه چینی با سنگ، شفته و تورسیم می باشد. پیمانکار باید کلیه کارهای بنایی، حفاظتی و استحکامی را بر طبق نقشه های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت و با رعایت مندرجات این فصل اجرا کند. در انجام عملیات موضوع این فصل، استانداردهای ایرانی موجود مبنای کار خواهد بود. چنانچه استاندارد ایرانی در برخی موارد تدوین نشده باشد در درجه اول استانداردهای سازمان بین المللی استاندارد (ISO) معتبر خواهد بود و در صورت نبودن استاندارد مذکور به ترتیب استانداردهای ASTM، BS و DIN ملاک عمل قرار خواهد گرفت.

۶-۲- کارهای بنایی سنگی

در نشریه شماره ۹۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، مشخصات فنی سنگ های مورد استفاده در ساخت دیوارهای بنایی سنگی و همچنین روش ساخت این نوع دیوارها ارائه شده است. مواردی که در این مشخصات فنی عمومی به آن اشاره نشده باشد لازم است از ضوابط مندرج در نشریه فوق استفاده شود.

بنایی سنگی شامل بنایی با سنگ و ملات، تورسیم و خشکه چین می باشد. خشکه چین به منظور جلوگیری از فرسایش بستر ناشی از جریان آب در اطراف سازه های آبیاری و زهکشی استفاده می شود.

۶-۲-۱- مشخصات کلی

سنگ بنایی باید تمیز، محکم، با دوام، متجانس، بدون رگه و در مقابل یخبندان مقاوم بوده و نیز عاری از خاک و مواد آلی باشد. سنگ باید از معدن سنگ و از بهترین برشها به دست آمده باشد. سنگ مورد مصرف باید دور از حد فاصل دو رگه معدن استخراج شده و یکنواخت، بدون شکاف و بدون رگه های خاکی باشد. سنگ های سست، متخلخل، مطبق و سنگ های خارج از استاندارد و اندازه های ذکر شده در نقشه ها یا مشخصات فنی خصوصی نباید به مصرف برسند. سنگ ها را باید آبپاشی کرد تا به هنگام بنایی مرطوب باشند، هر بار که بنایی دوباره شروع می شود، باید سطح بنایی قبلی را آبپاشی کرد. درز سنگ ها باید کاملاً با ملات پر و آب بند شود. قبل از به کار بردن سنگ ها باید آنها را از مواد آلوده و مواد زاید پاک کرد و با آب شست. قبل از این که هر رج روی رج زیرین چیده شود، رج زیرین را باید تمیز و مرطوب کرد. در کارهای بنایی رج دار، سنگ ها باید دارای رج های افقی و درزهای قائم باشند.

سنگ هایی که در کار مصرف می شود باید از نظر جنس، رنگ، نقش و سایر مشخصات با نمونه های تصویب شده مطابقت داشته باشد. مصرف سنگ های کرمو که با ملات ماسه سیمان لکه گیری و ترمیم شود، مجاز نیست.

در محل قرضه سنگی تعدادی نمونه اخذ و بر روی آنها آزمایش های مورد نیاز انجام می شود. براساس نتایج این آزمایش ها، محل قرضه مناسب، مشخص و در اسناد پیمان معرفی می شود. پیمانکار باید توجه داشته باشد که سنگ های

قرضه ممکن است دارای کیفیت و اندازه‌های متغیر بوده و بنابراین ممکن است فقط از محل‌های محدودی از قرضه، سنگ‌های مناسب قابل استحصال باشد. لازم به یادآوری است که مشخصات و کیفیت و کمیت مورد اشاره در مشخصات فنی خصوصی برای قرضه مشخص، ممکن است در عمل تغییر نماید و سنگ‌های حفاری شده دارای مشخصات نامناسب باشند. پیمانکار مسوول انتخاب سنگ‌های مناسب بوده و در صورت نامناسب بودن معدن قرضه، باید نسبت به بررسی و انتخاب معدن مناسب (با هماهنگی و تایید دستگاه نظارت) اقدام نماید. پیمانکار باید طبق دستورکار دستگاه نظارت نسبت به اخذ نمونه طبق روش آشتو T-2 به تعداد کافی در محل معدن سنگ و یا در سنگ‌های تحویلی به کارگاه اقدام نموده و طبق ردیف ۶-۲-۲ آزمایش شود و نتایج آن در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد تا در صورت تایید اجازه مصرف داده شود. تایید مقداری از نمونه‌های سنگ در یک معدن به معنی تایید تمامی سنگ‌های حفاری شده در معدن نمی‌باشد و پیمانکار مسوول کیفیت و دانه‌بندی سنگ‌های مصرفی خواهد بود. تمامی سنگ‌هایی که براساس آزمایش‌ها و یا بازرسی‌ها، این مشخصات را برآورده ننماید، مردود بوده و قابل استفاده نخواهد بود. تمامی سنگ‌های مردود اعلام شده باید توسط پیمانکار و با روش مورد تایید دستگاه نظارت از کارگاه خارج شوند.

۶-۲-۲- مشخصات فنی سنگ‌های طبیعی

مشخصات فنی سنگ‌های طبیعی مورد مصرف در کارهای بنایی و خشکه‌چینی به شرح زیر است و در صورت لزوم، جزییات بیش‌تر از طرف دستگاه نظارت اعلام خواهد شد:

الف- بافت سنگ طبیعی

بافت سنگ طبیعی باید سالم باشد یعنی:

- بدون شیار، ترک و رگه‌های سست باشد. (کرمو نباشد)
- بدون هر گونه خلل و فرج باشد.
- هوازدگی نداشته باشد.
- یک‌دست (یکنواخت و همگن) باشد.

ب- جذب آب

سنگ طبیعی نباید آب زیاد جذب کند یعنی:

- تمام یا قسمتی از آن نباید بیش از ۸ درصد وزن خود آب بمکد.
- نباید در آب و یا حل شود.

ج- پاکیزگی

سنگ طبیعی نباید به مواد مضرآلوده باشد.

د- پایداری در برابر عوامل جوی

سنگ طبیعی باید در برابر عوامل جوی مقاومت کند یعنی:

- در برابر یخزدگی پایدار باشد (پوسته پوسته نشده و یا نترکد)
- افت وزنی آن در آزمایش سلامت با سولفات سدیم (طبق استاندارد ۴۴۹ ایران) از ۱۰ درصد تجاوز نکند.

ه- مقاومت فشاری

مقاومت فشاری سنگ‌ها به روش ASTM C170 یا استاندارد شماره ۶۱۷ نباید کمتر از اندازه مشخص شده در نقشه‌ها و مشخصات بوده و در هر حال نباید کمتر از ۱۵ مگاپاسکال باشد. ضریب نرم شدن (نسبت مقاومت فشاری در شرایط خشک به شرایط اشباع) باید دست کم ۷۰٪ باشد.

و- مقاومت در برابر سایش

مقاومت در برابر سایش با آزمایش لوس آنجلس (طبق استاندارد ۴۴۸ ایران) اندازه‌گیری می‌شود. نتیجه به دست آمده از آزمایش نباید از ۵۰ درصد تجاوز نماید.

پس از انجام آزمایش‌های بالا و حصول اطمینان از کیفیت سنگ، استخراج و تهیه قطعات سنگ مورد نیاز مجاز خواهد بود. سنگ‌های مورد مصرف باید با ابعاد و اشکالی تهیه گردد که پس از مصرف، بنای حاصله یک استخوان‌بندی منسجمی را تشکیل دهد که در مقابل بارهای وارده مقاومت کافی داشته باشد. دقت در انتخاب سنگ مصرفی می‌تواند سبب کاهش فضای خالی بین قطعات سنگ و در نتیجه موجب صرفه‌جویی در مصرف ملات گردد.

۶-۲-۳- انواع سنگ‌های مورد مصرف در کارهای سنگی

قطعات سنگ، برحسب مورد مصرف و نقش آنها در استحکام بنا، به اشکال و ابعادی تهیه می‌گردند که به شرح مندرج در زیر تعریف می‌شوند:

- سنگ کله: قطعه سنگی است که طول اصلی آن در داخل بنا قرار گرفته و چون ریشه در داخل بنا دارد، سبب استحکام آن می‌گردد.

- سنگ راسته: قطعه سنگی است که طول اصلی آن در امتداد نمای بنا قرار می‌گیرد.

- سنگ دو کله و یا سرتاسری: قطعه سنگی است که تمام ضخامت بنا را در بر می‌گیرد.

قطعات سنگ بر حسب محل کارگذاری آنها در بنا نیز به اشکال و ابعادی تهیه می‌گردند که به شرح زیر تعریف می‌شوند:

- سنگ نما: قطعه سنگی است که در نمای بنا به کار برده می‌شود. این قطعه باید دارای ریشه کافی باشد تا ضمن مقاومت در برابر عوامل جوی، استحکام بنا را هم تامین نماید.

- سنگ پشت کار: قطعه سنگی است که در پشت نما به کار می‌رود و به‌طور مستقیم در برابر عوامل جوی قرار ندارد.

- سنگ توکار: قطعه سنگی است که در داخل بنا به کار برده می‌شود.
 - سنگ نبش: قطعه سنگی است که در گوشه بنا به کار برده می‌شود.
- انواع متداول سنگ‌هایی که در بنایی‌های سنگی مصرف می‌شوند، عبارتند از سنگ‌های رودخانه‌ای و سنگ‌های کوهی.

الف- سنگ‌های رودخانه‌ای

این سنگ‌ها در جریان حرکت و غلتیدن در مسیر رودخانه و برخورد با یکدیگر و بر اثر عمل فرسایش آب بر روی آنها، گوشه‌های تیز و لبه‌دارشان ساییده شده و سطح آنها به صورت صاف درآمده است. سنگ قلوه، سنگی رودخانه‌ای است که قطر آن از ۵ سانتی‌متر بیشتر باشد. کوچک‌ترین اندازه سنگ قلوه که در سطوح خارجی دیوارسازی سنگی مصرف می‌شود، باید ۱۵ سانتی‌متر باشد. قلوه سنگ‌های با قطر کوچک‌تر از ۱۵ سانتی‌متر می‌تواند به‌عنوان سنگ‌های پرکننده در میان دیوار مصرف شود.

ب- سنگ‌های کوهی

این سنگ‌ها بیش‌تر تیز گوشه بوده و مستقیم از معدن و رگه کوه استخراج می‌شود. عملیات استخراج به شیوه‌های گوناگون انجام می‌گیرد، مانند استفاده از مواد سوزا (منفجره)، پتک و قلم‌های بزرگ و یا چکش‌های ضربه‌ای بادی و یا چکش هیدرولیکی^۱. اگر سنگی که بدین شیوه از معدن استخراج می‌شود دارای حجم بزرگ باشد، اصطلاحاً سنگ قلوه نامیده می‌شود. چنین سنگ‌هایی طبق دستور دستگاه نظارت در معدن و یا در کارگاه ساختمانی به اندازه‌های لازم قواره می‌شود. انواع سنگ‌های کوهی عبارت است از: سنگ لاشه، سنگ قواره، سنگ بادبر یا رگه‌ای، سنگ مکعبی، سنگ تمام تراش، سنگ چند وجهی نامنظم، سنگ تخته‌ای (لایه لایه).

۶-۲-۴- بنایی با سنگ

پیمانکار باید با پیش‌بینی‌های لازم، سنگ‌های مورد نظر را با قواره و اندازه‌های نشان داده شده در نقشه‌ها و مشخصات، در کارگاه انبار کند تا اجرای عملیات به صورتی پیوسته امکان‌پذیر بوده و وقفه‌ای در کار ایجاد نشود. مصالح حمل‌شده به پای کار باید از جهت ظاهری و مشخصات فنی با نمونه‌های آزمایش شده و مصوب کاملاً مطابقت نماید. مصرف مصالحی که در مقابل عوامل جوی مشخصات خود را از دست داده باشد مجاز نخواهد بود، ولو این‌که نتایج تمام آزمایش‌های مشروح در بند ۶-۲-۲ در محدوده‌های قید شده باشد.

دیوارها و سازه‌های سنگی باید کاملاً شاغولی بوده و قطعات سنگ در رج‌های مختلف با توجه به مشخصات با دقت و یکنواختی کامل چیده شوند. برای اجرای بنایی سنگی طبق رقوم، خطوط و شیب‌های نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت، رعایت نکات زیر ضروری است:

1- Jackhammer

پیکور: چکش هیدرولیکی نصب شده به جای جام بیل مکانیکی

الف- وزن سنگ

وزن یک قطعه سنگ طبیعی که برای ساختن سازه سنگی انتخاب می‌شود باید در حدودی باشد که یک نفر بتواند به آسانی آن را برداشته و در جای خود قرار دهد.

ب- نحوه استقرار سنگ

سنگ باید به نحوی چیده شود که راستای نیروهای وارده بر روی هر قطعه سنگ ساختمانی، عمود بر رگه یا لایه‌بندی طبیعی آن باشد. این مساله در مورد سنگ‌های لایه لایه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

ج- نمای سنگ

نمای سنگ، باید، از بر تقریباً صاف و سالم سنگ با رعایت اصول مندرج در این بخش انتخاب شود.

د- قفل و بست سنگ‌ها

سنگ‌چینی باید کاملاً منطبق بر ترازها و ابعاد مندرج در نقشه‌های اجرایی بوده و روش کارگذاری قفل و بست و ضخامت لایه ملات در بندهای افقی و قائم نیز باید بر اساس نقشه‌ها و مشخصات باشد. در دیوارسازی سنگی، باید با استفاده مناسب از سنگ‌های کوتاه ریشه (راسته) و بلند ریشه (کله و عمقی)، قفل و بست لازم ایجاد شود. ریشه سنگ در دیوار نباید از ۱۵ سانتی‌متر کم‌تر باشد. به طور کلی باید به ازای هر دو سنگ راسته حداقل یک سنگ کله و در هر مترمربع نمای دیوار حداقل یک سنگ کله به کار رود و در هر رج، یک‌سوم سنگ‌ها باید سنگ کله باشد. در دیوارها بهتر است اندازه ریشه سنگ‌های کله به اندازه دو سوم کلفتی دیوار و نه بیش‌تر در نظر گرفته شود. پشت سنگ کله به نسبت ضخامت دیوار باید یک سنگ راسته یا یک سنگ کله قرار گیرد. در صورت تصویب دستگاه نظارت می‌توان از سنگ کله با ضخامتی برابر کلفتی دیوار (تا ۶۰ سانتی‌متر) استفاده کرد.

ه- ضخامت دیوار

ضخامت دیوار سنگی برای دیوارهای اصلی سازه‌های آبیاری و زهکشی نباید از ۴۰ سانتی‌متر کم‌تر باشد، مگر این‌که در نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت ترتیب دیگری مقرر شده باشد. ضخامت دیوارهای مقسم و کف سازه‌ها طبق نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت خواهد بود.

و- عدم تماس سنگ‌ها

در دیوارهای سنگی که با ملات ساخته می‌شود، به منظور انتقال بهتر نیروها لازم است هیچ سنگی مستقیم با سنگ دیگر در تماس نباشد. رابطه بین دو سنگ باید حتماً از طریق ملات انجام گیرد یعنی دور تا دور سنگ‌ها، به جز در نما، باید توسط لایه‌ای از ملات احاطه شده باشد.

ز- بنای رگ اول

در رگ زیرین (سنگ‌هایی که بلافاصله بر روی پی، یا زیرسازی قرار می‌گیرند) دیوارهای سنگی، به ویژه دیوارهایی که به صورت خشکه‌چین بنا می‌شود، باید از سنگ‌های بزرگ بلند ریشه (کله و عمقی) استفاده شود. در گوشه‌ها و محل‌های تقاطع دیوارها نیز باید از این سنگ‌ها مصرف شود. بهتر است ارتفاع این سنگ‌ها، حدوداً ۲ برابر ارتفاع سنگ‌های سایر رگ‌ها باشد. در دیوارهای سنگی برای استقرار سنگ‌های رگ اول، باید سنگ‌ها را با فشار دست یا کوبیدن با تیشه، بر روی ملات مستقر کرد تا ملات در زیر سنگ پخش شده و تمام قسمت‌ها را پر کند. درزهای قائم را نیز باید با کمچه از ملات پر کرد تا محل عبور و تجمع آب باران و یا لانه حشرات نشود.

ح- نصب سنگ (در دیوارسازی)

هنگام عملیات بنایی، نباید سنگ بر روی دیوار در حال ساختمان پرتاب و یا کشیده شود، بلکه باید با دقت در محل مورد نظر نصب گردد تا سنگ‌های کار گذاشته شده جابه‌جا نشوند. سنگ‌چینی باید به طور یکنواخت انجام شود، به نحوی که هیچ قسمت بنا بیش از یک رج از قسمت‌های دیگر آن بالاتر نباشد.

ط- بنایی در سرما

انجام هر گونه بنایی با سنگ در مواقعی که برودت هوای محل کار و یا دمای مصالح مصرفی از $+5$ درجه سلسیوس کم‌تر باشد، مجاز نیست، مگر این‌که وسایل کافی برای گرم نگاه‌داشتن محل و مصالح مصرفی پیش‌بینی شده باشد تا دما از مقدار ذکر شده کم‌تر نشود.

ی- بند افقی سراسری

در بیش‌تر دیوارها با نمای درهم (بدون رگ و نامرتب) باید در هر $1/5$ متر ارتفاع، یک بند افقی سراسری در ضخامت دیوار ایجاد شود. این کار برای محدود کردن درهم ریختگی نما و مهم‌تر از آن متعادل کردن دیوار برای انتقال بهتر نیروهای قائم به طرف پایین و پی دیوار انجام می‌شود.

ک- بافت دیوار

قفل و بست سنگ‌ها باید، هم در نما و هم در ضخامت دیوار، رعایت شود.

ل- بندها

در سطح جلو و پشت، بافت افقی و بافت قائم دیوار، هرگز نباید بیش‌تر از سه درز (محل اتصال دو سنگ توسط ملات) به هم برخورد کنند؛ یعنی هیچ‌گاه نباید یک درز چهارراهی تشکیل شود. در نمای دیوار، طول درزهای قائم نباید از مجموع ارتفاع دو سنگ که بر روی هم قرار گرفته است، بیش‌تر باشد.

م- همگنی

برای همگنی بیش تر در دیوارها، فاصله افقی بین دو درز قائم، در دو رج متوالی سنگها، باید حداقل برابر با نصف ارتفاع رجها باشد. ولی این اندازه در هیچ حالتی نباید از ۱۰ سانتی متر برای سنگهای قواره و بادبر و از ۱۵ سانتی متر برای سنگهای گونیا شده و یا سنگهایی که نمای مربع شکل دارد کم تر باشد.

ن- محافظت

پس از نصب سنگ در دیوار، تا گیرش و سخت شدن ملات نباید ضربه ای به سنگ وارد شود. باید توجه داشت که هر گونه تیشه داری، قلم کاری و نماسازی حتما قبل از نصب سنگ در دیوار انجام شود. محافظت از سنگ در برابر عوامل جوی، به ویژه یخ زدگی باید در کلیه مراحل استفاده از سنگ یعنی از لحظه رسیدن سنگ به کارگاه تا پایان عملیات بنایی به خوبی انجام گیرد.

س- رفع آلودگی

قبل از استفاده از سنگ در دیوار، باید کلیه آلودگی های آن را پاک کرد و در صورت لزوم سنگ را شست.

ع- مرطوب کردن و تثبیت قطعات سنگی بر روی ملات

در هنگام بنایی، باید نخست سنگها را مرطوب و سپس از آنها استفاده کرد. به علاوه، قبل از این که یک سنگ کار گذاشته شود، سطح رویی سنگهای رگ زیرین را باید تا آنجا که ممکن است تمیز کرد، کمی آب روی آن پاشید و سپس ملات را بر روی آن پخش کرد. دیوار تمام شده نیز باید متناسب با اقلیم و فصل تا مدتی پس از بنایی مرطوب نگاه داشته شود.

قطعات سنگ موقعی بر روی ملات کاملا تثبیت می شود که قسمتی از ملات از اطراف قطعات خارج شود. به منظور حفظ تعادل، هر قطعه سنگ را باید فقط از قسمت مسطح آن بر روی قشر ملات قرار داد. تمام قطعات باید کاملا در داخل ملات قرار گیرند. وجود فضای خالی در هیچ قسمت از کارهای بنایی مجاز نخواهد بود. عملیات باید به نحوی اجرا شود که پشت کار به دست آمده مسطح باشد.

تا حد امکان باید از جابه جایی سنگ و جداسدن آن از ملات خودداری شود. در صورت نیاز باید سنگ جابه جا شده قبل از مصرف دوباره کاملا تمیز شده و ملات چسبیده به آن به نحو مناسبی پاک شود. ملات قدیمی در تماس با سنگ نیز باید تراشیده شده و ملات تازه جانشین آن گردد.

در مواقع لازم باید وسیله مهار (از جمله میل مهارها) به اندازه های مشخص شده در نقشه ها در داخل سنگ چینی کارگذاشته شده و در محل تثبیت گردد. سوراخهای لازم برای قرار دادن مهارها، قبل از نصب سنگ باید به نحوی تعبیه گردد که سوراخها، پس از قرار دادن سنگها بر روی هم، در یک امتداد قرار گیرند.

ف- بسترسازی

برای جلوگیری از نشست نامساوی و شکست‌های احتمالی در دیوارهای سنگی لازم است بستر دیوارها از صلبیت کامل برخوردار بوده و با اتخاذ تدابیری توزیع بار به بستر پی به صورت یکنواخت امکان‌پذیر باشد. در صورتی که پی از جنس ریزدانه با نشست‌پذیری زیاد باشد، پی دیوارها از بتن مسلح یا سایر مصالح مورد تایید دستگاه نظارت ساخته شود.

ص- ملات مصرفی

ملات مصرفی در کارهای بنایی باید بر اساس مشخصات و مندرجات بند ۶-۶ فصل حاضر باشد.

ق- توقف عملیات

با توجه به پیش‌بینی‌های لازم از نظر مصالح و نیروی انسانی، پیمانکار باید تا حد امکان سعی نماید که عملیات ساختمانی در پایان کار روزانه در محل‌های پیش‌بینی شده (درزهای ساختمانی) به اتمام برسد. برای شروع دوباره کار بنایی باید کار قبلی کاملاً آبپاشی شده و در فاصله توقف و شروع دوباره، سطح کار کاملاً پوشیده و محفوظ بماند تا هیچ‌گونه صدمه‌ای به اتصال وارد نگردد. در صورت بروز یخبندان تمام عملیات انجام شده باید به طور مطلوب نگهداری گردد.

۶-۲-۵- انواع بنایی با سنگ

عملیات بنایی با سنگ برحسب نماسازی آنها به پنج گروه به شرح زیر طبقه بندی می‌شود:

۱- بنایی با سنگ قواره و نماسازی غیر منظم (نماسازی با سنگ لاشه موزاییکی)

۲- بنایی با سنگ قواره‌ای بادبر و نماسازی منظم

۳- بنایی با سنگ قواره‌ای سرتراش و نماسازی منظم

۴- بنایی با سنگ قواره‌ای نیم تراش و نماسازی منظم

۵- بنایی با سنگ قواره‌ای تمام تراش

۶-۲-۵-۱- بنایی با سنگ قواره غیر منظم

در این نوع بنایی، سنگ‌ها بعد از شکستن گوشه‌های تیز آنها، بدون تیشه‌داری به مصرف می‌رسند، مشروط بر این‌که اشکال و ابعاد سنگ‌های مصرفی با اشکال و ابعاد قید شده در این بند مطابقت داشته باشد.

حداقل ارتفاع سنگ قواره در نما ۱۵ سانتی‌متر است. ارتفاع سنگ‌ها در نما نباید از عرض و ریشه آن بیش‌تر باشد. حداقل طول ریشه سنگ‌ها برای سنگ‌های کله ۴۰ سانتی‌متر، برای سنگ‌های راسته برابر ارتفاع سنگ و برای سنگ‌های دو کله یا سرتاسری، در صورتی که ضخامت دیوار کافی باشد، ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد. وزن و حجم سنگ مورد مصرف به ترتیب نباید از ۱۵ کیلوگرم و ۰/۰۰۶ مترمکعب کم‌تر باشد.

سنگ‌های قواره‌ای که در نما به مصرف می‌رسد باید کاملا ریشه‌دار بوده و به ازای هر مترمربع نما، یک سنگ سرتاسری باید به کار رود. چنانچه ضخامت دیوار از ۵۰ سانتی‌متر بیش‌تر باشد، به جای سنگ دو کله یا سرتاسری می‌توان از دو سنگ کله مقابل هم استفاده نمود به نحوی که حداقل ۱۵ سانتی‌متر همدیگر را بپوشانند. از به‌کار بردن سنگ‌های کوچک در نما باید جدا خودداری نمود. سنگ‌ها باید طوری کارگذارده شوند که بندهای قائم رج‌های متوالی در یک امتداد قرار نگیرند.

سنگ‌های نبشی باید به طور کله و راسته، به‌صورت متوالی روی هم در گوشه بنا قرار گیرد. در بنایی با سنگ قواره غیرمنظم، کف هر قطعه‌سنگ باید به شکل افقی و طرفین قطعه تقریبا قائم باشد و باید دقت شود که کلیه سنگ‌ها تقریبا به وضعی که در معدن قرار داشته‌اند روی یکدیگر قرار گیرند.

در این نوع بنایی، ضخامت درزها را معمولا ۲/۵ سانتی‌متر انتخاب می‌نمایند. در موارد استثنایی این ضخامت تا ۴ سانتی‌متر قابل افزایش خواهد بود. به‌کار بردن خرده سنگ در داخل درزها مجاز نخواهد بود.

۶-۲-۵-۲- بنايي با سنگ بادبر و نماسازی منظم

در این نوع بنایی، سنگ‌ها به ردیف‌های افقی بر روی هم قرار گرفته و در نما دارای درزهای افقی و قائم می‌باشند. سنگی که در نما به‌کار برده می‌شود باید به وسیله چکش‌های بزرگ نوک تیز به ابعاد تقریبا مکعب مستطیل درآمده و سطحی که در نما قرار می‌گیرد باید به طور ناهموار با چکش، تیشه‌داری شود که اصطلاحا بادبر نامیده می‌شود. ناهمواری‌های سطح بادبر (بار سنگ)، نسبت به لبه قطعه‌سنگ نباید از ۴ سانتی‌متر تجاوز نماید. در این نوع بنایی، در حالی که سنگ‌های نما باید تیشه‌داری شوند، سنگ‌های مصرفی در پشت و توی کار منحصرأ به صورت قواره نامنظم به‌کار برده می‌شوند.

سنگ‌های نما با سنگ‌های پشت و توی کار باید با به‌کار بردن سنگ‌های کله، راسته و دو کله یا سرتاسری قفل و بست شوند. سنگ‌هایی که در گوشه‌های بنا به‌کار برده می‌شوند باید کاملا در دو سطح تیشه‌داری شده و به طور کله و راسته، به‌صورت متوالی در گوشه بنا روی یکدیگر قرار گیرند.

حداقل ۲۰ درصد سطح نما باید شامل کله‌هایی باشد که دارای ریشه در داخل بنا باشند. طول این ریشه باید ۲ برابر ضخامت هر قطعه سنگ کله باشد. حداقل طول و عرض هر سنگ کله به ترتیب برابر ۴۰ و ۲۰ سانتی‌متر و حداقل طول و عرض هر سنگ راسته برابر ۲۰ سانتی‌متر و حداقل طول هر سنگ دو کله، در صورت وجود عرض کافی دیوار، برابر با ۵۰ سانتی‌متر باشد. به‌کار بردن خرده سنگ‌های کوچک در نما مجاز نخواهد بود.

کارهای بنایی با سنگ بادبر باید با ردیف‌های افقی و با ارتفاع مساوی در یک ردیف و یا با ارتفاع مساوی در تمام ردیف‌ها انجام شود. در هر ردیف به ازای هر سنگ کله یک سنگ دو کله به‌کار برده می‌شود. در صورتی که ضخامت دیوار

از ۵۰ سانتی‌متر تجاوز نماید، به جای سنگ سرتاسری، می‌توان از ۲ سنگ کله مقابل هم که حداقل ۱۵ سانتی‌متر همدیگر را بپوشانند، استفاده نمود. این دو سنگ یکی در نما و دیگری در پشت کار نصب می‌گردد.

نما و پشت کار در هر ردیف باید هم‌زمان در یک تراز ساخته شود؛ بنابراین ارتفاع سنگ‌های مصرفی در نما و پشت کار در هر ردیف باید برابر و هم‌تراز باشند.

درزهای بین سنگ‌های نما، افقی و قائم بوده و نباید کم‌تر از ۱ سانتی‌متر و بیش از دو سانتی‌متر باشد. لبه درزها باید مستقیم و گونیا باشد. درزهای قائم در ردیف‌های متوالی باید در وسط سنگ‌های ردیف زیرین قرار گیرند. فاصله افقی دو درز قائم در دو ردیف متوالی حداقل باید برابر با ۱۰ سانتی‌متر باشد.

قطعات سنگ موقعی در جای خود کاملاً قرار می‌گیرند که قسمتی از ملات از لابه‌لای سنگ‌ها رو بزند. سنگ‌هایی که تقریباً به شکل مکعب مستطیل درآمده است باید در گوشه‌ها و در انتهای بنا قرار گیرند.

۶-۲-۵-۳- بنایی با سنگ قواره‌ای سرتراش و نماسازی منظم

در این نوع بنایی، سنگ‌ها طبق اندازه و ابعاد مندرج در نقشه‌های اجرایی و مشروح در این فصل تقریباً به شکل مکعب مستطیل، که در نما به شکل مربع و یا مستطیل نمودار شود، تهیه می‌گردند. قسمتی از سطوح جانبی هر قطعه سنگ که در کار قرار می‌گیرد با چکش تراش می‌شود. حداقل عمق این تراش باید در سطح فوقانی و تحتانی ۱۵ سانتی‌متر و در سطوح طرفین ۸ سانتی‌متر باشد. سنگ‌های نما به وسیله چکش صاف و منظم خواهد شد. برجستگی سطح نمای سنگ‌ها نباید از ۱۵ میلی‌متر تجاوز نماید. این سنگ‌ها دارای قلم درز به عرض ۱۵ میلی‌متر خواهد بود. در این نوع بنایی، سنگ‌های مصرفی در پشت‌کار و توکار منحصرأ به صورت قواره غیر منظم می‌باشد.

سنگ‌ها به ردیف‌های افقی بر روی هم قرار می‌گیرند. در حالی که ارتفاع سنگ‌ها در هر ردیف باید برابر باشند، ارتفاع سنگ‌ها در ردیف‌های مختلف را می‌توان نابرابر انتخاب نمود. حداقل ارتفاع هر ردیف ۱۸ سانتی‌متر است، ولی اختلاف ارتفاع سنگ‌های دو ردیف متوالی نباید از یک پنجم ارتفاع متوسط ردیف‌ها تجاوز نماید.

درزهای بین سنگ‌ها در نما، باید افقی و قائم بوده و عرض این درزها نباید کم‌تر از یک سانتی‌متر و بیش‌تر از ۱/۵ سانتی‌متر باشد. درزهای قائم یکی در میان قرار خواهند گرفت، به این معنی که سنگ‌های یک ردیف، درزهای ردیف تحتانی را می‌پوشاند و فاصله افقی بین درزهای قائم یک ردیف با درزهای قائم ردیف زیرین باید حداقل ۱۵ سانتی‌متر باشد.

۶-۲-۵-۴- بنایی با سنگ نیم‌تراش

در این نوع بنایی سنگ‌ها در تمام نما تراشیده شده و برگشت گونیا در ریشه سنگ باید حداقل ۱۵ سانتی‌متر باشد. برآمدگی نمای سنگ (بار سنگ) نباید از ۱۰ میلی‌متر تجاوز نماید. این سنگ‌ها دارای قلم درز به عرض ۲ سانتی‌متر خواهد بود. ضخامت درزهای سنگ‌ها در نما نباید از ۱۲ میلی‌متر تجاوز کند. در این نوع بنایی، سنگ‌های مصرفی درشت و توکار منحصرأ به صورت قواره غیر منظم می‌باشد.

بنایی با سنگ نیم تراش در ردیف‌های افقی با ارتفاع مساوی انجام می‌گردد. اختلاف ارتفاع بین دو ردیف نباید از ۲ سانتی‌متر تجاوز نماید. درزهای قائم در نما یک در میان طوری باید تعبیه شوند که فاصله دو درز قائم در دو ردیف متوالی از یک سوم طول سنگ کم‌تر نباشد.

۶-۲-۵-۵- بنايي با سنگ قواره‌ای تمام تراش

در این نوع بنایی که اکثراً در قوس‌ها، ورودی تونل‌ها، گالری‌ها، بالای آبروها و پل‌ها انجام می‌شود، سنگ‌ها از بهترین طبقه معدن تهیه شده و باید یکنواخت و عاری از هر گونه عیب و نقص و منفذ باشند. در این نوع بنایی، کلیه سطوح هر قطعه سنگ باید با قلم حجاری صاف و تیشه‌داری گردد. اطراف سنگ‌ها مسطح و بدون اعوجاج تهیه خواهد شد. سنگ‌های تمام تراش باید طبق اندازه‌های مندرج در نقشه‌های اجرایی تراشیده شوند. لبه سنگ‌ها باید تیز بوده و در آنها آثار شکستگی و شکاف دیده نشود. خطوط مرئی و نبش سنگ‌ها نباید لب پریده باشد. دستگاه نظارت می‌تواند دستور دهد که در دور سطح مرئی هر قطعه سنگ، حاشیه‌ای به عرض ۲ و یا ۳ سانتی‌متر با قلم حجاری شود. درزهای سنگ‌ها در نما بر یکدیگر عمود و عرض هر درز نباید از ۱۰ میلی‌متر متجاوز باشد.

۶-۳- کارهای بنایی با بلوک سیمانی

عملیات بنایی با بلوک باید بر اساس نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و مندرجات این بخش صورت پذیرد. پیمانکار موظف است تمامی پیش‌بینی‌های لازم از نظر تهیه مصالح و انبار کردن آن در کارگاه، نیروی انسانی، ماشین‌آلات و ابزار لازم برای اجرای مداوم و بدون وقفه را به عمل آورد تا اجرای کار بر اساس برنامه زمان‌بندی میسر باشد. بلوک‌های سیمانی ساده باید مکعب مستطیل و کاملاً سالم و بدون عیب بوده و سطوح آن طوری باشد که در صورت اندودکاری چسبندگی و گیر کافی با اندود ایجاد نماید. قبل از مصرف، بلوک‌ها باید کاملاً آبخور شود تا آب ملات را جذب نکند. کلیه سطوح زیرین که کارهای بنایی بر روی آن آغاز می‌شود باید کاملاً تمیز شده و ملات در سطح بستر زیرین و همچنین روی جدارهای قائم بلوک پخش گردد. ملات را نباید بیش از اندازه لازم زودتر از موقع کار گذاشتن بلوک‌ها، پخش نمود تا قبل از قراردادن بلوک‌های سیمانی، ملات سفت نگردد. ملات سخت شده که از روی داربست، کف و یا از محل‌های دیگر برداشته شده باشد نباید مورد استفاده قرار گیرد.

به جز در مواردی که ضخامت دیوار برای بلوک چینی به ترتیب کله و راسته کافی است، بلوک چینی باید با بلوک‌هایی صورت گیرد که عرض آن مساوی ضخامت دیوار باشد. بلوک باید کاملاً تراز چیده شود، به طوری که جدار و فضای خالی آن قائم باشد و درز قائم رج‌های متوالی یک در میان در یک امتداد قرار گیرد. کار حاصله باید کاملاً شاغول و مطابق با ابعاد، جهت و محورهای نشان داده شده در نقشه‌ها باشد. انتها و گوشه دیوار را باید قبل از قسمت‌های میانی چید به طوری که پیوسته ۴ یا ۵ رج بالاتر از رج‌های میانی باشند. بلوک چینی باید به طور یکنواخت انجام شود به طوری که در هر

زمان هیچ قسمت از یک دیوار بیش از یک متر از قسمت‌های دیگر آن بالاتر نباشد. بلوک نصب شده نباید پس از سخت شدن و یا حتی گیرش اولیه ملات از جای خود حرکت داده شود. جایگزینی نهایی بلوک باید در زمانی صورت گیرد که ملات هنوز کاملاً شل است. بلوک چینی نیمه تمام باید در حالتی قطع شود که ایجاد قفل و بست با بلوک چینی بعدی ممکن باشد. قبل از آن که بلوک چینی ردیف بعدی شروع گردد باید کلیه ملات اضافی برداشته شود و بندهای سطحی باید کاملاً با آب خیس گردند.

کلیه درزهای قائم باید کاملاً با ملات پر شود. درزهای بین بلوک‌های نما که به هنگام بلوک‌چینی بندکشی نشده باشد باید کاملاً پاک و سپس با ملات بندکشی پرگردند. ملات باید کاملاً داخل درزها رفته و هنگامی که هنوز خمیری است با ابزار مناسب به طور مقعر بندکشی شود. داخل کلیه دیوارها که بعداً پوشیده و یا نماسازی می‌شوند باید به عمق کافی از ملات خالی و تمیز گردد.

در صورت لزوم و با استفاده از ورق‌های پلاستیکی و یا پوشش‌های قابل قبول دیگر بنایی، بلوک سیمانی باید در مقابل برف و سرما و هر گونه عوارض جوی دیگر محافظت گردد. در هوای سرد که احتمال یخبندان می‌رود کارهای بلوک سیمانی باید پوشانیده شده و در صورت لزوم به آن حرارت داده شود، به طوری که دمای حداقل ۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت پس از بلوک‌چینی تامین گردد. در هوای گرم، کارهای بلوک سیمانی باید به مدت ۷ روز مرطوب نگاه داشته شود. باید از خرد کردن و قطعه کردن بلوک خودداری و در صورت نیاز به نیم بلوک از اره یا وسایل مشابه استفاده شود.

۶-۳-۱- مشخصات بلوک سیمانی

الف- ابعاد

ابعاد بلوک‌های سیمانی توخالی باید از لحاظ حمل و نقل و کاربرد آن طبق استاندارد ایران یکی از اندازه‌های مندرج در جدول (۶-۱) باشد. در صورت تایید دستگاه نظارت، بلوک سیمانی را می‌توان با اندازه‌های دیگری غیر از این اندازه‌ها ساخت.

ب- نسبت ابعاد

در انتخاب اندازه بلوک سیمانی توخالی باید نسبت‌های زیر رعایت شود:

- مجموع اندازه‌های قسمت‌های توخالی بلوک از $\frac{2}{3}$ طول کل در همان جهت نباید بیش تر باشد. به عبارت دیگر، مجموع اندازه قسمت‌های پر یا ضخامت دیواره‌های بلوک از $\frac{1}{3}$ طول کل بلوک در همان جهت نباید کم‌تر در نظر گرفته شود.
- سطح قسمت‌های توخالی هر بلوک نباید بیش از ۴۵ درصد سطح کل آن باشد.
- ضخامت جدارهای داخلی و خارجی در بلوک‌های بزرگ و متوسط نباید کم‌تر از ۴ سانتی‌متر و در بلوک‌های کوچک نباید کم‌تر از ۳ سانتی‌متر باشد.

جدول ۶-۱- اندازه ابعاد بلوک‌های سیمانی

نوع	اندازه واقعی (سانتی‌متر)			اندازه اسمی (سانتی‌متر)		
	ارتفاع	عرض	طول	ارتفاع	عرض	طول
بزرگ	۱۹	۳۰	۳۹	۲۰	۳۰	۴۰
متوسط	۱۹	۲۰	۳۹	۲۰	۲۰	۴۰
کوچک	۱۹	۱۰	۳۹	۲۰	۱۰	۴۰

۶-۳-۲- رواداری در ابعاد خارجی

حداکثر تغییر اندازه‌های مجاز به شرح زیر است:

- برای ارتفاع و عرض $\pm 1/5$ میلی‌متر
- برای طول ± 3 میلی‌متر

۶-۳-۳- مصالح

مصالح مصرفی در ساخت بلوک‌های بتنی شامل سیمان، مصالح سنگی و آب باید مطابق مشخصات مندرج در فصل ۵ این نشریه باشد. علاوه بر این، مصالح سنگی مورد مصرف در بلوک‌های بتنی از دو نوع ریزدانه و درشت‌دانه تشکیل شده است. حداکثر درشتی بزرگ‌ترین دانه‌ها نباید از یک دوم ضخامت نازک‌ترین دیواره بلوک بتنی بیش‌تر باشد. در هر حال کلیه مصالح باید از الک $\frac{1}{4}$ اینچ رد شود.

۶-۳-۴- نمای خارجی

از آنجایی که روی سطح دیوارهای سازه‌های فنی مجاور آب که با بلوک ساخته می‌شود -به‌منظور کاهش نشست آب- اندود خواهد شد، باید نمای ظاهری بلوک دارای بافت خشن باشد تا اندود به‌خوبی روی آن بچسبند. سطح اندود شده باید کاملاً صاف، پرداخت و صیقلی شود و طبق دستور دستگاه نظارت تا مدت لازم آبپاشی شده و مرطوب نگاه داشته شود.

۶-۳-۵- مخلوط بتن مورد مصرف در بلوک

مخلوط بتن باید از یک پیمانانه سیمان، $\frac{3}{5}$ پیمانانه شن و $\frac{2}{5}$ پیمانانه ماسه تشکیل شود. مقدار آب مخلوط برای بتن لرزانده شده معادل ۱۵۰-۱۳۰ لیتر و برای بتن لرزانده نشده برابر با ۱۸۰-۱۶۰ لیتر برای هر مترمکعب بتن خواهد بود. در صورت لزوم با نظر دستگاه نظارت و با توجه به مصالح مصرفی می‌توان مقدار مناسب آب را به طوری که مقاومت لازم به‌دست آید، به وسیله آزمایش تعیین کرد. نظر به این‌که بلوک‌های ساخته شده به طریق بالا دارای نمای خشن بوده و در مقابل نشست آب غیر قابل نفوذ نیست، دیواره‌های خارجی بنا حتماً باید با اندود ماسه سیمان نرم، نماسازی شود. طبق استاندارد شماره ۳۰۰ ایران، اندود باید ترکیبی از یک پیمانانه سیمان و سه پیمانانه ماسه ریزدانه (صد درصد آن از الک

شماره ۸، حداکثر ۲۵ درصد آن از الک شماره ۱۰۰ و حداکثر ۱۰ درصد آن از الک شماره ۲۰۰ بگذرد) بوده و ضخامت آن از یک سانتی‌متر کم‌تر نباشد.

۶-۳-۶- مخلوط کردن

مخلوط کردن مصالح باید قبل از اضافه نمودن آب صورت گرفته و از وسایل مکانیکی برای این منظور استفاده شود. عمل مخلوط کردن و به هم زدن عوامل متشکله باید تا پخش و توزیع یک‌دست مواد ادامه یابد و توده از لحاظ رنگ و محتوا یکنواخت شود، ولی در هیچ حالت نباید مدت مخلوط کردن از دو دقیقه کم‌تر باشد. چنانچه با تایید دستگاه نظارت، عمل مخلوط کردن بدون وسیله مکانیکی و با دست انجام می‌گیرد، توده مخلوط باید در روی سکویی که مانع دخول و نفوذ آب باشد ریخته شود. عمل اختلاط باید تا حصول نتیجه خوب و اطمینان از یکنواخت شدن رنگ مخلوط ادامه یابد.

۶-۳-۷- چگونگی تهیه و ساختن بلوک‌های سیمانی

در صورتی که ساختن بلوک با وسایل دستی انجام می‌گیرد، مخلوط باید در قشرهای ۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر به دفعات در قالب ریخته شده و هر قشر جداگانه کوبیده و سفت شود تا قالب پر گردد و آن‌گاه روی قالب به وسیله ماله صاف و هم سطح شود. در صورت ساختن بلوک با وسایل مکانیکی، قالب باید تا ارتفاع معین بالاتر از سطح آن کاملاً پر شده و به وسیله دستگاه لرزاننده (ویبراتور) لرزانده شود. سپس باید با وسیله مکانیکی آن را کوبید و سطح را صاف کرد. بلافاصله بعد از قالب‌زدن، باید بلوک‌ها را از قالب جدا کرد و روی صفحات چوبی در انبار سرپوشیده دور از آفتاب و باد شدید قرار داد تا مواد متشکله به حد کافی هم‌گیر شده و بلوک‌ها سخت شود تا در موقع جابه‌جا کردن خطر شکستن وجود نداشته باشد. در هر حال مدت زمان این مراقبت نباید کم‌تر از ۱۲ ساعت باشد.

۶-۳-۸- زمان لازم برای نگهداری بلوک‌ها در آب (آب دادن)

بلوک‌های تهیه شده را پس از سخت شدن باید از روی صفحات چوبی برداشت و مدت ۷ روز داخل مخزنی از آب به طوری قرار داد که تمام بلوک‌ها در آب غوطه‌ور باشند. برای آب‌دادن بلوک‌ها می‌توان آنها را به جای مخزن آب در محوطه مسطح فرش شده‌ای که به سکوه‌های ۴ تا ۵ مترمربع تقسیم شده است قرار داد و توسط لوله‌هایی که اطراف آن سوراخ شده است آب را دائماً با فشار کم روی بلوک‌ها پاشید و برای مدت ۲۱ روز آنها را کاملاً مرطوب نگاه داشت. این روش برای محل‌هایی مناسب است که آب فراوان و مخزن تحت فشار آب وجود داشته باشد.

۶-۳-۹- خشک کردن

پس از آن‌که بلوک ۷ روز در مخزن آب و یا ۲۱ روز در زیر فواره آب ماند باید در مدت ۲۸ روز آب خود را به تدریج پس دهد و بعداً مصرف شود. برای خشک کردن بلوک‌ها باید آنها را طوری قرار داد که هوا به راحتی از داخل آنها عبور

کند. بدین ترتیب که بلوک‌ها به صورت افقی قرار داده شود تا هوا از داخل حفره‌ها رد شده و آنها را به طور یکنواخت خشک کند. بلوک‌ها باید قبل از مصرف به طور کامل خشک شوند.

۶-۳-۱۰- مشخصات فیزیکی

حداقل تاب فشاری بلوک‌های سیمانی در موقع تحویل پای کار باید ۲۸۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع برای سطح مقطع پر باشد. برای آزمایش تاب فشاری، بلوک‌ها باید خوب خشک شده باشد، به طوری که نسبت وزن آب باقی‌مانده در آنها به وزن هر مترمکعب بلوک بیش از مقادیر زیر نباشد:

- ۲ درصد برای بلوک‌هایی با وزن مخصوص متوسط مساوی یا بیش‌تر از ۱۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب
 - ۵ درصد برای بلوک‌هایی با وزن مخصوص متوسط کم‌تر از ۱۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب
- منظور از وزن مخصوص متوسط بلوک وزن یک مترمکعب با در نظر گرفتن فضای خالی داخل آن است.

۶-۳-۱۱- بازدید ظاهری

تمام بلوک‌ها باید سالم، بدون شکستگی و نواقص دیگری که باعث ضعف بلوک در کار می‌شود، باشد. از این لحاظ باید یک یک بلوک‌ها را هنگام مصرف مورد کنترل قرار داد و از مصرف بلوک‌های معیوب خودداری کرد.

۶-۳-۱۲- نمونه برداری و علامت‌گذاری

هنگام آزمایش بلوک‌ها، لازم است آنها را به گروه‌های ۱۰۰ تایی تقسیم کرده و از هر گروه ۲۱ بلوک به عنوان نمونه جدا شود. از مجموع نمونه‌های به‌دست آمده دوباره ۲۱ بلوک جدا شود تا مورد آزمایش قرار گیرد. یک نسخه از نتیجه آزمایش‌ها تسلیم دستگاه نظارت می‌شود. چنانچه دستگاه نظارت لازم بداند، دستور تجدید و یا اضافه کردن آزمایش‌ها را صادر می‌کند. شرایط انجام آزمایش‌های لازم و جزییات مربوط به آزمایش‌ها بر طبق استاندارد شماره ۷۰ ایران می‌باشد.

۶-۴- بنایی با آجر

عملیات آجرکاری شامل انتخاب نوع آجر، ملات مصرفی و روش اجرای کار باید براساس مشخصات، نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت صورت گیرد. آجر مصرفی در بنا از نوع توپر و یا مجوف می‌باشد. نوع توپر ممکن است فشاری و یا ماشینی باشد. نوع ملات مصرفی برای آجر ماشینی منحصراً ماسه سیمان خواهد بود.

پیمانکار موظف است با توجه به برنامه زمان‌بندی اجرای عملیات نسبت به تدارک و انبار کردن آجر اقدام نماید. محل انبار کردن و نحوه انبار کردن آجر باید با نظر دستگاه نظارت و در محل‌های مناسب کارگاه پیش‌بینی گردد و تخلیه آجر با دقت انجام شود تا باعث شکسته شدن آنها نگردد.

آجر باید محکم و بدون ترک و در مقابل یخبندان مقاوم بوده و دارای شکل منظم هندسی باشد. ضربه دو آجر به یکدیگر باید طنین زنگ داشته باشد. آجر شکسته و له شده و تابیده قابل قبول نیست. آجر باید دارای ترکیب یکنواخت و عاری از دانه‌های آهکی و گچی باشد. مصرف آجرهایی که بر اثر نفوذ آب ترکیده و یا آلونک زده و یا خرد شده باشند، مجاز نخواهد بود. مصرف آجرهای قرمز و سیاه رنگ که کاملاً پخته نباشد مجاز نیست.

آجرها، قبل از مصرف باید مورد بازدید دستگاه نظارت قرار گیرند و نتایج آزمایشگاهی در مورد آنها باید رضایت‌بخش باشد. آجر باید قبل از به‌کار بردن مرطوب شده و گرد و خاک آن گرفته شود. آجری که بر اثر نفوذ آب بترکد و یا آلونک کند، قابل مصرف نیست. حالت خمیری ملات باید طوری باشد که آجر کاملاً روی ملات بنشیند. برای چیدن آجر باید با چکش بنایی آجر را به حدی روی ملات کوبید تا فاصله بندها مطابق مشخصات درآید. آجری که ضمن کار ترک بردارد یا خرد شود باید از جا برداشته شده و محل آن با آجر سالم و ملات تازه پر شود.

در قسمت‌های مختلف بنا، ارتفاع آجرکاری ضمن کار نباید بیش از یک‌متر از سایر قسمت‌ها تجاوز نماید. در محل نبش‌ها یک در میان باید قفل و بست کامل ایجاد نمود. در صورتی که بنای آجری در مجاورت بنای بتنی و یا سنگی قرار گیرد، اتصال آنها به یکدیگر ضروری می‌باشد. در هر متر ارتفاع، حداقل باید یک قفل و بست بین این دو نوع مصالح بنایی ایجاد گردد. ضخامت بندها عموماً ۱۰ میلی‌متر است و در هر حال نباید از ۱۲ میلی‌متر تجاوز کند. درزهای قائم بین آجرها باید قبل از چیدن رج بعدی با ملات پر شود. درزهای قائم دو ردیف آجرکاری متوالی هیچ‌گاه نباید در امتداد هم قرار گیرد. در صورتی که بنا به تشخیص دستگاه نظارت در سازه‌های آبیاری و زهکشی کوچک و پوشش کانال‌ها آجر مصرف شود، باید بدون انجام بندکشی روی آن با ملات ماسه سیمان به ضخامتی که از ۲/۵ سانتی‌متر کم‌تر نباشد اندود شده و سطح اندود با ماله فولادی پرداخت و صیقلی شود تا آب در آن نشت نکند. قبل از اجرای اندود، باید علاوه بر مرطوب کردن سطح کار، بند آجرها خالی شود تا قفل و بست آجر با ملات به خوبی صورت گیرد. اندود ملات باید به مدت لازم به دستور دستگاه نظارت آبیاری و مرطوب نگاه داشته شود.

آن قسمت از دیوار آجری که با خاک تماس مستقیم و دائم دارد، باید با آجری ساخته شود که خاصیت جذب آب آن خیلی کم باشد، لذا در این موارد می‌توان از آجرهای توپر ماشینی استفاده کرد.

آجرهایی که در نما به‌کار برده می‌شوند باید از بین منظم‌ترین آجرها و آنهایی که کم‌تر خلل و فرج دارند انتخاب گردند. در صورتی که آجر مجوف به‌کار برده شود، مساحت مقطع خالص که بار تحمل می‌نماید باید حداقل برابر ۷۵ درصد مساحت مقطع کل بوده و محیط هیچ سوراخی نباید کم‌تر از ۱۹ میلی‌متر از بر آجر فاصله داشته باشد. از به‌کار بردن آجرهایی که بین دو سوراخ آن فاصله جداری موجود نباشد باید خودداری نمود.

آجر ماشینی مورد مصرف در کارهای آبیاری و زهکشی باید از نوع مرغوب با مقطع یکنواخت بوده و پاسخ‌گوی آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی مندرج در استانداردهای ایران به شرح زیر باشد:

- مقاومت فشاری

- جذب آب پس از ۵ ساعت نگهداری در آب جوش

- جذب آب پس از ۲۴ ساعت نگهداری در آب سرد
- ضریب اشباع (نسبت جذب آب پس از ۲۴ ساعت نگهداری در آب سرد به جذب آب پس از ۵ ساعت نگهداری در آب جوش)
- تنش حد گسیختگی (در آزمایش خمشی)
- مقاومت در مقابل یخبندان
- جذب آب اولیه
- شوره
- اندازه گیری ابعاد
- اندازه گیری تاب خوردگی

نتایج حاصل از چهار آزمایش نخست باید با معیارهای مندرج در جدول (۶-۲) مطابقت داشته باشد.

آجرهای حمل شده به پای کار باید عینا مانند نمونه‌هایی که قبلا مورد تایید دستگاه نظارت قرار گرفته است، باشد. آجرکاری در دمای کم‌تر از ۵ درجه سانتی‌گراد مجاز نیست. در شرایط آب و هوایی سرد، دیوارهای چیده شده باید با پوشاندن و گرم کردن محافظت شوند. در شرایط متعارف، آجرکاری با ملات ماسه سیمان یا ملات باتارد باید حداقل ۳ روز مرطوب نگه داشته شود.

جدول ۶-۲- مشخصات فنی آجرهای ماشینی

مشخصات	حداقل هر نمونه	متوسط ۵ نمونه
حداقل مقاومت فشاری (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	۱۵۵	۱۷۵
حداکثر جذب آب پس از ۵ ساعت در آب جوش (درصد)	۲۵	۲۲
حداکثر ضریب اشباع	۰/۹	۰/۸۸

۶-۵- بندکشی

بندکشی نما در بنایی سنگی، بلوک سیمانی و آجری، به نوع مقاومت سنگ، بلوک، آجر و همچنین نوع و مقاومت ملات، محل ساخت سازه، ناماسازی و شرایط اقلیمی محل بستگی دارد. بعد از اتمام کامل بنایی، تمام نما باید از ریخت و پاش ملات و غیره تمیز شود. درزها و بندها باید به عمق ۱/۵ سانتی‌متر خالی شود. سپس درزها و بندهای خالی شده باید مرطوب شده و با ملات بندکشی با فشار پر و بعد با قلم بندکشی صاف شود. عیار سیمان ملات بندکشی باید مطابق عیار ملاتی باشد که در ساختمان بنایی سنگی به کار رفته است ولی ماسه آن باید ریزتر باشد. پس از انجام بندکشی باید آن را مدت ۵ روز متوالی مرطوب نگاه داشت. دستورات مربوط به بندکشی هر نوع ساختمان سنگی، بلوک سیمانی و آجری، جداگانه از طرف دستگاه نظارت صادر خواهد شد. چنانچه بر اثر یخبندان یا عوامل دیگر، ملات بندکشی ریخته شود، بندکشی باید دوباره صورت گیرد.

۶-۶-۶- ملات‌ها

۶-۶-۶-۱- کلیات

ملات‌ها از نقطه نظر گیرش به دو دسته هوایی و آبی گروه‌بندی می‌شوند. ملات هوایی ملاتی است که در هوا می‌گیرد و سفت و سخت می‌شود، مانند ملات آهک هوایی و ملات گچ. ملات آبی ماده‌ای است که زیر آب یا در هوا به طریق شیمیایی می‌گیرد و سفت و سخت می‌ماند. ملات‌های سیمانی و گل آهک از جمله این ملات‌ها هستند.

۶-۶-۶-۲- مصالح چسباننده

عمده مصالح چسباننده که در ساختن ملات‌ها به کار می‌روند عبارتند از:

- خمیر گل رس
- خمیر گل آهک
- خمیر گچ
- خمیر انواع سیمان (پرتلند نوع ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵، سیمان‌های سفید و رنگی، سیمان‌های طبیعی، سیمان‌های آمیخته با سرباره و مواد پوزولانی طبیعی و مصنوعی و سیمان بنایی)

۶-۶-۶-۳- مصالح پرکننده

مصالح پرکننده متداول در ملات‌ها عبارتند از:

- مصالح سنگی طبیعی با وزن ویژه متعارف شامل سنگ‌دانه‌های آبرفتی گردگوشه و غلتیده یا شکسته با دانه‌بندی از صفر تا حدود ۵ میلی‌متر.
- سنگ‌دانه‌های سبک طبیعی یا مصنوعی شامل پوک‌های طبیعی و مصنوعی (مانند پوک رسی و پرلیت) خاک سنگ، نرمه سنگ و گردسنگ سفید و رنگی و خاکستر که بیش‌تر در ملات‌های رویه و بندکشی‌ها به مصرف می‌رسند.

۶-۶-۶-۴- مواد افزودنی

شامل مواد حباب‌ساز هوا، روان‌کننده‌ها، تندگیرکننده‌ها برای کار در فصول سرد و جلوگیری از یخ زدن ملات، مواد نگه‌دارنده آب برای بالابردن کارایی، مواد پوزولانی برای جلوگیری از حمله سولفات‌ها و آب‌بندی نسبی ملات، مواد آب‌بندکننده برای آب‌بندکردن ملات و مواد رنگی برای تولید ملات رنگی مصرفی در رویه و بندکشی. برای مصرف هر یک از این مواد باید موافقت دستگاه نظارت کسب شده باشد.

۶-۶-۵- انواع ملات‌ها

ملات‌های مورد استفاده در کارهای سامانه‌های آبیاری و زهکشی عبارتند از:

الف- ملات گل آهک

گل آهک ملاتی است آبی و برای گرفتن، نیازی به دی‌اکسید کربن ندارد. سیلیس و آلومین خاک رس در صورت وجود آب با آهک ترکیب شده و سیلیکات و آلومینات کلسیم به وجود می‌آید که در برابر آب‌شستگی و وارفتن مقاوم هستند. از این رو برای این که ملات گل‌آهک خوب به عمل آید، باید مرطوب بماند. ملات گل‌آهک در بعضی جاها، ملات حرام‌زاده یا گل حرام‌زاده نامیده شده است. این ملات چون آبی است برای فرش کردن، آجرکاری و سنگ‌کاری مناسب می‌باشد.

ب- ملات ماسه سیمان

ماده چسباننده این ملات، سیمان پرتلند و ماده پرکننده آن، ماسه است. این ملات از نوع آبی و دارای مقاومت خوبی به ویژه در سنین اولیه است. برای زودگیر کردن ملات سیمانی هیچ‌گاه نباید به آن گچ افزوده شود، زیرا چنین ملات و اندودی پس از مدتی متلاشی می‌شود. وجود خاک رس در ماسه ملات سبب می‌شود که دور دانه‌های ماسه، دوغابی از خاک رس درست شود و سیمان نتواند به خوبی به آن بچسبد. وجود برخی مواد آلی در ملات، باعث دیرگیر شدن آن می‌شود. مواد سولفاتی موجود در ماسه و یا آب باعث از هم گسیختگی ملات می‌شود.

در مواقعی که خطر حمله سولفات‌ها مطرح است، باید از سیمان نوع ۲ یا ۵ یا سیمان پوزولانی استفاده شود. برای شمشه‌گیری ملات‌های سیمان، هرگز نباید از گچ استفاده کرد؛ زیرا این دو ملات، به ویژه در صورت وجود رطوبت با یکدیگر ترکیب شده و متلاشی می‌شوند.

ج- ملات‌های ماسه - سیمان - آهک (باتارد)

مقاومت ملات‌های سیمانی بیش از مقادیری است که در کار بنایی لازم است. لذا برای این که با مصرف سیمان کم‌تر، کارایی ملات کاهش نیابد، می‌توان مقداری آهک جانشین سیمان نمود.

ملات‌های ماسه-سیمان-آهک با نسبت‌های مختلفی از سیمان و آهک و ماسه ساخته می‌شوند که متداول‌ترین آنها ۶:۱:۱ (یک حجم سیمان و یک حجم آهک و ۶ حجم ماسه) و آب به مقدار کافی می‌باشد. حجم ماده پرکننده ملات، باید حدود ۲/۲۵ تا ۳ برابر ماده چسباننده باشد و نمی‌تواند از این حدود تجاوز کند.

ملات‌های ماسه-سیمان-آهک در ایران به باتارد مشهور هستند که لفظی فرانسوی است. علاوه بر ملات باتارد ۶:۱:۱ (نسبت‌های حجمی سیمان به آهک به ماسه) از ملات‌های ۱:۲:۹ و ۱:۳:۱۲ نیز می‌توان در کارهای کم اهمیت‌تر استفاده کرد، ولی در هر حال نسبت جمع مواد چسباننده به ماده پرکننده نباید از $\frac{1}{3}$ کم‌تر باشد.

د- ملات سیمان بنایی

سیمان بنایی محصولی است که در کشورهای صنعتی به مقدار زیاد تولید شده و در کارهای بنایی که مقاومت زیاد مورد نظر نیست، مصرف می‌شود. سیمان بنایی از اختلاط سیمان پرتلند معمولی با جسم پرکننده بی‌اثری (از نظر شیمیایی) مانند گرد سنگ آهک و مواد افزودنی حباب‌ساز، مرطوب‌کننده و دافع آب به دست می‌آید. بعضی سیمان‌های بنایی آمیخته‌ای از سیمان پرتلند، آهک و مواد مضاف هستند. در ملات سیمانی نیز می‌توان به جای آهک، سیمان بنایی افزود.

ه- ملات‌های سیمان - پوزولان و آهک - پوزولان

این ملات‌ها در برابر حمله مواد شیمیایی به خصوص سولفات‌ها پایدار هستند. نمونه‌ای از این ملات‌ها از مخلوط کردن گرد آجر و آهک در کشورهای شرقی، ساخته و مصرف می‌شده است که در ایران به نام سرخی معروف بوده است. ملات‌های سیمان - پوزولان و آهک - پوزولان، دیرگیر بوده و دارای مقاومت چندان زیادی نیستند ولی برای مصرف در نقاطی که احتمال حمله سولفات‌ها موجود باشد، مناسبند.

و- ملات ماسه آهک

ماده پرکننده این ملات، ماسه و ماده چسباننده آن، آهک است. ملات ماسه آهک ملاتی است هوایی و برای گرفتن و سخت شدن به دی اکسید کربن موجود در هوا نیاز دارد. این ملات برای مصرف لای جز مناسب نیست، زیرا دی‌اکسید کربن لازم نمی‌تواند به داخل آن نفوذ کند و فقط سطح رویی آن کربناتی می‌شود. از این رو ملات برای اندود سطوح مناسب است. این ملات برای گرفتن و سخت شدن باید مرطوب بماند، زیرا در غیاب آب عمل کربناتی شدن انجام نمی‌شود.

۶-۶-۶- کاربرد و اجرا

الف- ساختن و مصرف ملات‌ها

ساختن ملات‌ها، با وسایل دستی مانند بیل، کمچه و ماله و حتی دست در روی زمین یا داخل ظروف ملات‌سازی آهنی (اسلامبولی) یا پلاستیکی و روی تخته ملات به مقادیر کم صورت می‌گیرد. همچنین ممکن است در ساختن ملات از وسایل مکانیکی استفاده کرد. در ساخت ملات لازم است ابتدا مصالح چسباننده (سیمان، آهک، ...) و ماسه را با یکدیگر مخلوط کرده و سپس، قبل از مصرف، آب ملات را به آن اضافه کنند. زمان اختلاط ملات، حداقل ۳ دقیقه و حداکثر ۱۰ دقیقه خواهد بود. بهترین روش اندازه‌گیری مواد، توزین آنها است، ولی این کار در کارگاه عملاً با اشکالاتی مواجه می‌شود. استفاده از بیل و کمچه برای پیمانه کردن صحیح نیست و باید حتماً از پیمانه‌ای با حجم معین استفاده گردد. در پیمانه کردن ماسه، باید به مساله تغییر حجم ناشی از رطوبت توجه شود. باید مراقبت کرد که بتاها و کارگران برای لوزدار کردن ملات‌های سیمانی، از افزودن خاک به ملات خودداری کنند.

مخلوط کردن ملات با دست فقط برای کارهای کوچک مجاز بوده و برای تولید ملات با حجم زیاد نظیر ملات مورد نیاز در کارهای بنایی با سنگ استفاده از مخلوط کن ماشینی ضروری می‌باشد. افزودن آب به ملات‌هایی که به علت از دست دادن مقداری از آب خود، سفت و سخت شده‌اند، هر چند مرتبه که لازم باشد، مجاز دانسته شده تا از این طریق به روانی مطلوب خود برسند. مطابق استاندارد ۱۹۰۳ ایران، مصرف ملات تا حداکثر ۲ ساعت پس از ساختن مجاز است. در مورد ملات‌های سیمانی، نباید مدت زمان سپری شده از هنگام اختلاط تا مصرف ملات از حداقل زمان گیرش بیش‌تر باشد. افزودن آب به ملات‌های مانده باید با اضافه کردن ماده چسباننده همراه بوده و با اجازه دستگاه نظارت باشد.

ب- انتخاب ملات برای کار در هوای سرد

در هوای سرد می‌توان از ملات‌های ماسه سیمان و باتارد استفاده کرد. ملات ماسه سیمان با نسبت ۳:۱ و باتارد با نسبت ۶:۱:۱ مناسب است. برای جلوگیری از یخ‌زدن بهتر است از کلرور کلسیم یا مواد حاوی آن استفاده نشود، زیرا وجود کلرور کلسیم باعث زنگ‌زدگی قطعات فلزی کارگذارده شده و شوره‌زدگی آجرکاری می‌شود.

ج- انتخاب ملات برای کار در هوای گرم

آب ملات به محض تماس با مصالح بنایی جذب و کشیده می‌شود. روند جذب آب بسته به نوع مصالح بنایی متغیر است. از دست‌رفتن مقدار زیادی آب به ویژه در هوای گرم و خشک، ممکن است قابلیت کاربرد ملات را کاهش دهد، به حدی که ملات قادر به تامین الصاق کامل با ردیف بعدی مصالح نباشد. در طرح اختلاط ملات، باید کارایی و آب‌نگهداری ملات متناسب با جذب آب مصالح بنایی و اوضاع جوی مورد توجه قرار گیرد. در بعضی موارد ممکن است استفاده از مواد افزودنی نگه‌دارنده آب و کندگیرکننده و ضد تبخیر توصیه شود که در این صورت مصرف این مواد باید با احتیاط صورت گیرد.

۶-۷- شفته آهکی

۶-۷-۱- دامنه کاربرد

مندرجات این بند شامل الزاماتی جهت ساخت، حمل، ریختن و عمل آوردن شفته آهکی است. شفته آهکی مخلوطی از خاک، آهک زنده یا شکفته و آب است. شفته آهکی در سامانه‌های آبیاری و زهکشی، کاربردهای متنوعی دارد، که در نقشه‌ها و اسناد پیمان ارائه شده و یا در زمان عملیات اجرایی بسته به مورد ابلاغ می‌شود. عمده‌ترین موارد آن، عبارتند از:

- تثبیت پی بناها
- پرکردن شکاف‌ها و گودی‌های بستر مسیر کانال
- پرکردن و تثبیت کف و شیروانی‌های کانال‌ها برای تنظیم بستر پوشش کانال‌ها
- پرکردن پشت ابنیه فنی به‌خصوص در زیر تراز آب زیرزمینی

۶-۷-۲- مصالح

الف- آهک

آهک از پختن سنگ آهک (CaCO_3) در حرارت ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید. آهک با یک واحد آب ترکیب شده و به Ca(OH)_2 یا آهک شکفته مبدل می‌شود. برای به دست آوردن گرد آهک شکفته، آهک زنده را باید به مقدار کافی آبیاری کرد. رطوبت حاصل از این آبیاری باید برای تمام مدتی که آهک زنده عمل شکفته شدن را انجام می‌دهد، حفظ شود. آهک آبدیده، قبل از مصرف، باید ده روز تمام برای شکفته شدن کامل در انبار بماند. آهک آبدیده را باید طوری نگهداری نمود که در معرض آفتاب و خشکیدن قرار نگیرد. زیرا، در این صورت، با جذب انیدرید کربنیک (CO_2) از هوا، تبدیل به سنگ آهک می‌شود.

برای تهیه خمیر آهک، آهک پس از شکفته شدن، در حوضچه‌های مخصوص با مقدار آب کافی مخلوط می‌شود. پس از آن که مخلوط آب و آهک در حوضچه‌ها به صورت خمیر درآمد، خمیر آهک باید به وسیله روپوش مناسب، از حرارت آفتاب حفظ شود. خمیر آهک حداقل تا ۲ هفته باید در حوضچه‌ها نگهداری شود. تا زمانی که ترک‌هایی در سطح خمیر آهک پیدا نشده و تا هنگامی که چسبندگی آن به درجه مطلوب نرسیده باشد، خمیر آهک را نباید برای ساختن ملات به مصرف رساند. قبل از ساختن ملات، از گرد آهک مورد مصرف باید طبق روش آشتو T-218 نمونه‌گیری به عمل آید و ترکیبات شیمیایی و دانه‌بندی نمونه‌های اخذ شده با روش آشتو T-219 مورد آزمایش قرار گیرد. نتایج حاصل از آزمایش باید با مشخصات فنی داده شده در آشتو M-216 مطابقت داشته باشد.

ب- خاک

خاک مصرفی در شفته آهکی باید از موقعیت‌های تعیین شده در اسناد پیمان و یا با نظر دستگاه نظارت تامین شود. خاک مورد استفاده باید عاری از مواد قلیایی، اسیدی، فسادپذیر و ریشه و شاخ و برگ درختان و یا دیگر مواد آلی باشد. قطعات سنگی بزرگ‌تر از اندازه‌های تعریف شده، باید قبل از عملیات ساخت شفته از خاک خارج شود.

ج- آب

آب مصرفی باید پاکیزه و عاری از مقادیر غیرمجاز مواد روغنی، اسیدی، قلیایی، آلی و دیگر مواد مضر باشد. آب قابل شرب بهترین آب برای ساخت شفته آهکی است.

۶-۷-۳- ابزار و ادوات حمل و اختلاط

تمامی ابزار و ادوات لازم برای عمل‌آوری شفته باید قبل از شروع عملیات در محل وجود داشته و آماده به کار باشند. روش عمل‌آوری و ابزار و ادوات مورد نیاز در صورتی که در اسناد پیمان قید نشده باشد، باید با نظر و تایید دستگاه نظارت

تعیین گردد. آهک حمل شده به محل کار باید در مخزن سرپوشیده و یا پوشانده شده باشد تا مشکلات گرد آهک در مسیر حمل ایجاد نشود.

۴-۷-۶- آماده‌سازی محل کار

پیمانکار باید مصالح ترکیب شفته را آماده و در محل‌های نشان داده شده در نقشه ترکیب نموده و الزامات حفاظتی را معمول نماید، قبل از اجرای شفته، خاک نباتی و دیگر مواد زاید باید برداشته و تسطیح لازم صورت پذیرد.

۵-۷-۶- کمیت و کیفیت مصالح در شفته آهکی

کمیت و کیفیت مصالح مصرفی شامل آهک، خاک و آب با توجه به شرایط منطقه از نظر دسترسی به مصالح و نوع نیاز در مشخصات فنی خصوصی ارائه می‌گردد. پیمانکار موظف است تدابیر لازم برای تهیه مصالح، ساخت و پروردن صحیح شفته آهکی منطبق بر نقشه‌ها و دستورالعمل دستگاه نظارت را به عمل آورد. در ساخت شفته آهکی معمولاً از دوغاب آهک استفاده می‌شود. اندازه آهک لازم برای ساختن شفته آهکی بستگی به موارد زیر دارد:

- نوع و درصد ریزدانه‌های رسی: هر چه نوع ذرات رسی موجود در خاک از رس‌های با خاصیت خمیری زیاد و ابعاد ریزتر باشد (مانند مونت‌موریونیت در مقایسه با کائولینیت) و هر اندازه درصد وزنی بخش ریزدانه خاک بزرگ‌تر باشد، مقدار آهک لازم و مناسب برای ساخت شفته بیشتر خواهد بود.
- مقدار اکسید کلسیم (Cao) موجود در آهک: هر قدر مقدار Cao آهک بیشتر باشد و یا به عبارت دیگر ناخالصی‌های آن کمتر باشد، اندازه آهک لازم برای شفته کاهش می‌یابد.
- درصد وزنی دانه‌های درشت آهک: هر اندازه نسبت دانه‌های درشت آهک بیشتر باشد میزان آهک لازم برای ساخت شفته بیشتر خواهد بود.

معمولاً حدود ۱۴۰ کیلوگرم آهک زنده و یا ۱۸۷ کیلوگرم آهک شکفته، هر دو با درجه خلوص صد درصد، برای ساختن یک مترمکعب «خاک دان» به وزن حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم کفایت می‌کند. در روش سنتی ساخت شفته آهکی به علت وجود ناخالصی‌ها و درشت‌دانه‌بودن آهک‌هایی که در کوره‌های سنتی تولید می‌شوند، نسبت وزنی متداول گرد آهک شکفته به خاک ۱ به ۳ بوده است.

۶-۷-۶- ساخت شفته آهک

مواد متشکله شفته را باید به خوبی درهم آمیخت. بهتر است شفته در لایه‌های به ضخامت حداکثر ۵۰ سانتی‌متر ریخته شود. پس از ریختن هر لایه می‌توان تا حدود ۵۰٪ حجم لایه، قلوه‌سنگ یا سنگ لاشه به آن اضافه نمود. عملیات

شفته‌ریزی در دمای کم‌تر از ۵ درجه سانتیگراد مجاز نبوده و دمای هوا تا ۲۴ ساعت پس از اجرای شفته نیز نباید به زیر ۵ درجه کاهش یابد. همچنین اجرای شفته در شرایط وزش باد تند مجاز نمی‌باشد.

استفاده از آهک زنده برای ساخت شفته مستلزم رعایت مسایل ایمنی است که از آن جمله می‌توان به لزوم حمل آهک توسط کارگران آزموده و مجرب، جلوگیری از آلوده شدن منطقه کارگاه به وسیله آهک زنده و لزوم استفاده از دستکش و ماسک به هنگام کار با آهک تاکید نمود.

۶-۷-۷- عمل آوری

پس از اجرای شفته لازم است عملیات عمل آوری از شفته صورت پذیرد. هر چه هوا گرم‌تر باشد شفته زودتر مقاومت کسب می‌کند و هر چه میزان رطوبت هوا بیش‌تر باشد مراقبت از شفته آسان‌تر است. در هوای خشک باید سطح شفته را حداقل به مدت دو هفته مرطوب نگه داشت. مقاومت نهایی شفته تولید شده در هم‌زن بیش‌تر از شفته ساخته شده در محل است.

۶-۸-۸- حفاظت شیروانی‌ها

شیروانی خاک‌ریزها و خاک‌برداری‌ها و یا کف و دیوارهای کانال‌ها باید طبق نقشه‌ها و دستور دستگاه نظارت حفاظت شود. حفاظت شیروانی‌ها به روش‌های مختلف صورت می‌پذیرد که لازم است مشخصات فنی هر روش دقیقاً رعایت گردد. روش‌های زیر معمول‌ترین روش‌ها می‌باشند که باید مشخصات زیر در اجرای آنها رعایت گردند.

۶-۸-۱- پوشش ساده یا خشکه‌چین

برای این که پیوستگی کامل به دست آید، سنگ‌ها روی بستری از خرده سنگ معدن و یا مخلوط شن و ماسه که روی سطح شیب‌دار ایجاد می‌شود، قرار می‌گیرند و هر دانه سنگ با چکش کوبیده می‌شود تا خوب روی قشر زیرین بنشیند. سنگ‌ها باید سطح نشیمن خوب داشته و قشرهای سنگ‌چین نیز با هم موازی و عمود بر سطح شیروانی قرار گیرد.

۶-۸-۲- پوشش با بلوک‌های بتنی

این نوع پوشش را می‌توان با دال‌های بتنی به ضخامت ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر از نوع بتن C16 بر روی فیلتر متراکم طبق دستور دستگاه نظارت و نقشه‌ها اجرا نمود. در این روش درز دال‌های بتنی نباید در یک امتداد باشد.

۶-۸-۳- پوشش با خاک نباتی

پوشش با خاک نباتی با ضخامت حداقل ۱۵ سانتی‌متر بر روی سطح شیروانی‌ها و در مناطق مرطوب صورت می‌گیرد. پخش خاک باید یکنواخت باشد.

۶-۸-۴- پوشش گیاهی

در این روش از اثرات هیدرومکانیکی گیاه‌کاری و درخت‌نشانی برای مسلح کردن و تثبیت خاک به وسیله ریشه گیاهان استفاده می‌شود. رعایت برخی اصول در زمان عملیات کاشت و داشت لازم است. خاک‌برداری و یا جابه‌جایی خاک در زمان درختکاری در شیروانی‌ها باید به صورتی انجام گیرد که باعث درهم ریختگی شیب مجاز نگردد. در آبرسانی و آبیاری درختان نیز رعایت شیب مجاز بسیار با اهمیت است. آبیاری و یا سرریز آب نباید باعث تخریب شیب و فرسایش دیواره شود. پیمانکار موظف است کلیه تمهیدات لازم را فراهم نماید تا زمان استقرار کامل گیاهان موارد فوق‌الذکر حادث نگردد.

۶-۸-۵- روش استفاده از الیاف مصنوعی^۱

الیاف مصنوعی به‌طور عمده از محصولات پلیمری می‌باشند، اگرچه فایبرگلاس، لاستیک و مواد معدنی نیز در تولید آنها به‌کار برده می‌شود. تولیدات آن در بازار انواع گوناگونی دارد که گسترده‌ترین آنها از جنس پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و پی‌وی‌سی می‌باشد. برای تثبیت شیب شیروانی از نوع توری و مشبک^۲ و همچنین زمین‌بافت^۳ به صورت‌های مختلف استفاده می‌شود. از این الیاف برای تثبیت، تسلیح و کنترل فرسایش شیروانی‌های خاکی و بدنه خاک‌ریز راه‌ها و کانال‌های آبیاری در محدوده‌های آسیب‌پذیر از جریانات جوی و دریاچه‌ها استفاده می‌شود. نوع ویژه این الیاف را - که به صورت لحاف دوجداره تولید می‌شود - با تزریق بتن مابین جدار به منظور پوشش کانال‌های در دست بهره‌برداری و یا حفاظت رودخانه‌های پرآب استفاده می‌کنند. نوع دیگری از آن نیز به صورت کیسه‌های معمولی تولید می‌شود که با پرکردن شن و ماسه در جهت تثبیت شیب کاربرد دارد. ضوابط و معیارهای فنی این محصولات منطبق بر استانداردهای ایران و در غیاب آن بر اساس استانداردهای ASTM و یا ISO می‌باشد که در مشخصات فنی خصوصی ارائه می‌شود.

۶-۹- سنگ‌چین‌های حفاظتی

در بالادست و پایین‌دست سازه‌های هیدرولیکی ساخته شده در مجاری خاکی و بندهای انحرافی برای حفاظت در مقابل فرسایش معمولاً از سنگ‌چین حفاظتی مطابق نقشه‌های اجرایی استفاده می‌شود. سنگ‌های مصرفی در سنگ‌چین حفاظتی باید از نوع سنگ لاشه بوده و مشخصات فنی آنها باید مطابق بند ۶-۲-۲ باشد. سنگ‌های مصرفی برای حفاظت با سنگ‌چین باید شامل قطعاتی از سنگ‌های بادوام و بدون ترک باشد و با توجه به مشخصات عمومی سنگ‌ها که در بخش بنایی سنگی آمده است، از معادن مورد قبول دستگاه نظارت تهیه شود.

1- Geosynthetic
2- Geonet & Geogrid
3- Geotextile

ابعاد سنگ‌ها به ضخامت لایه‌هایی بستگی دارد که باید طبق نقشه چیده شود. برای یک لایه سنگ‌چینی به ضخامت فرضی T متر، حداقل ۵۰ درصد وزنی قطعات سنگ به کار رفته باید دارای چنان ابعادی باشد که وزن هر قطعه به کیلوگرم معادل و یا بیش‌تر از ۶۲۵ برابر مکعبی به ابعاد T (یا $T^3 \times 625$) بشود. این مصالح سنگی باید دارای دانه‌بندی پیوسته بوده و بزرگ‌ترین بعد یک سنگ نباید بیش‌تر از ۳ برابر کوچک‌ترین بعد همان سنگ باشد. سنگ‌های شکسته کم‌تر از یک کیلوگرم نباید بیش‌تر از ۱۰ درصد وزنی کل مصالح را تشکیل دهد. حداکثر ابعاد بزرگ‌ترین قطعه در امتداد ضخامت لایه نباید از سه چهارم ضخامت لایه بیش‌تر باشد. همچنین اندازه سنگ از جداول راهنمای ۳-۶ و ۴-۶ یا طبق دستورات دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

در هنگام سنگ‌چینی، سنگ‌های بزرگ‌تر باید در پی و سنگ‌های کوچک‌تر در پشت کار به مصرف برسند. سنگ‌ها باید با کمک بیل مکانیکی و با اهرم مناسب و با دست طوری چیده شوند که فضای خالی بین آنها در کم‌ترین حد باشد. سنگ‌چینی‌هایی که نمای خارجی دارد و یا سنگ‌چینی‌هایی که تکیه‌گاه دیواره‌های خشکه‌چین را تشکیل می‌دهد باید به دقت با دست مرتب شود، به طوری که یک جسم نسبتاً توپر و به هم پیوسته را تشکیل دهد.

ابعاد سنگ‌های حمل شده از معدن به محل کار باید در دامنه انتخابی قرار داشته باشد و حمل سنگ‌های با ابعاد کوچک‌تر از ۵ تا ۱۰ درصد ابعاد تعیین شده نباید بیش‌تر از ۲۰ درصد سنگ‌های حمل شده باشد. کنترل دانه‌بندی پوشش سنگی به صورت چشمی خواهد بود. قبل از شروع عملیات سنگ‌چینی حجم مشخصی (۴/۵ تا ۹ تن) از توده سنگ با دانه‌بندی معین به عنوان نمونه در محل معدن نگهداری و در محل کار در موقعیت مشخصی اجرا می‌شود تا به عنوان شاخص دانه‌بندی و چیدمان مورد نظر و راهنمای قضاوت چگونگی انجام کار قرار گیرد.

جدول ۳-۶- دامنه دانه‌بندی سنگ‌های پوشش سنگ‌چین

تغییرات اندازه سنگ‌ها نسبت به اندازه D_{50} (متر)	تغییرات وزن سنگ‌ها نسبت به وزن W_{50} (کیلوگرم)	درصد دانه‌های کوچک‌تر از
۱/۵-۱/۷	۳-۵	۱۰۰
۱/۲-۱/۴	۲-۲/۷۵	۸۵
۱-۱/۴	۱-۱/۵	۵۰
۰/۴-۰/۵	۰/۱-۰/۲	۱۵

مرجع: HEC11-USACE

بسترسازی برای سنگ‌چین حفاظتی باید براساس ترازها و خطوط و ضخامت‌های مشخص شده در نقشه‌ها و یا دستور دستگاه نظارت صورت پذیرد. در صورتی که سنگ‌چین بر روی خاک درشت‌دانه اجرا می‌گردد، به بستر شنی نیازی نخواهد بود. مصالح بستر شنی سنگ‌چین باید مخلوطی از شن، ماسه و قلوه سنگ با دانه‌بندی یکنواخت و با دانه‌بندی از $\frac{3}{16}$ اینچ تا ۶ اینچ باشد. این مصالح ممکن است مقادیری کوچک‌تر از $\frac{3}{16}$ اینچ نیز در برداشته باشند که این مقدار نباید به اندازه‌ای باشد که بتواند فضای خالی بین دانه‌های بزرگ‌تر را پر نماید. در صورتی که این مصالح حاوی دانه‌های بزرگ‌تر از ۶ اینچ باشند، این دانه‌ها باید توسط پیمانکار در محل قرضه یا در محل اجرا از سایر مصالح جدا شود. نیازی به

کوبیدن بستر شنی نیست ولی این مصالح باید طوری ریخته شوند که اول این که مصالح به صورت یکنواخت در سطح توزیع شود و دوم ضخامت مندرج در اسناد پیمان تامین گردد.

جدول ۶-۴- دانه بندی سنگ در طبقه های مختلف حفاظتی

درصد دانه های کوچک تر از	اندازه سنگ دانه (کیلوگرم)	اندازه سنگ (متر)	طبقه
۱۰۰	۹۱	۰/۴	روکش سنگی ^۱
۵۰	۳۴	۰/۲۹	
۱۰	۲/۳	۰/۱۲	
۱۰۰	۲۲۷	۰/۵۵	روکش سنگی سبک ^۲
۵۰	۹۱	۰/۴۰	
۱۰	۲/۳	۰/۱۲	
۱۰۰	۴۵۴	۰/۶۸	۰/۲۳ تن
۵۰	۲۲۷	۰/۵۵	
۱۰	۳۴	۰/۲۹	
۱۰۰	۹۰۷	۰/۸۷	۰/۴۵ تن
۵۰	۴۵۴	۰/۶۸	
۱۰	۲۲۷	۰/۵۵	
۱۰۰	۱۸۱۴	۱/۱	۰/۹۱ تن
۵۰	۹۰۷	۰/۸۷	
۱۰	۴۵۴	۰/۶۸	
۱۰۰	۳۶۲۹	۱/۳۷	۱/۸۱ تن
۵۰	۱۸۱۴	۱/۱	
۱۰	۹۰۷	۰/۸۷	

مرجع: HEC11-USACE

۶-۱۰- سازه های تورسنگی^۳ (گابیون چینی)

۶-۱۰-۱- کلیات

به منظور تنظیم مجرای رودخانه، حفاظت پایه پل ها و سازه های آبی در مقابل جریان آب و تقویت بدنه خاک ریزها و سازه های آبی ممکن است در اسناد پیمان استفاده از تورسنگی پیش بینی شده باشد. عملیاتی که ممکن است به صورت تورسنگی انجام شود عبارتند از:

- بندهای عمودی موقت در مقابل جریان آب
- بندهای طولی برای حفاظت در برابر طغیان آب
- اتصال بندهای طولی به کناره ها
- موج شکن ها

1- Facing
2- Light
3- Gabion

- پوشش دامنه خاک‌ریز

- سایر

رایج‌ترین شکل تورسنگ‌ها، قفسه تورسنگ^۱ است که متشکل از تورسیمی مکعب مستطیل شکل به عرض یک متر، طول ۱/۵، ۲، ۳ و ۴ متر و ارتفاع یا ضخامت ۰/۵ و ۱/۰ متر به صورت تجارتي موجود می‌باشند. در این نوع سازه قطعات مختلف تورسنگ به صورت صفحه به محل کار حمل شده و در آن جا سوار می‌شود. علاوه بر این می‌توان با استفاده از تورسیمی در محل اجرا، قفسه تورسنگ را به ابعاد مندرج در نقشه‌ها ساخت.

۶-۱۰-۲- مشخصات تورسیمی

تورسیمی مصرفی در سازه‌های تورسنگی از فولاد با پوشش گالوانیزه و یا PVC می‌باشد. شبکه فلزی مصرفی توری دو و یا سه بار بافته‌شده با چشمه‌های ۶ وجهی می‌باشد که سطح آن جهت جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی دارای پوشش گالوانیزه و یا PVC می‌باشد. قطر سیم‌های توری ۲ تا ۳ میلی‌متر توصیه می‌شود که با پیچاندن هر جفت سیم به اندازه سه نیم دور، چشمه‌توری شکل می‌گیرد. اندازه متداول چشمه‌های توری به سه صورت ۶×۸ و ۸×۱۰ و ۱۰×۱۲ سانتی‌متر می‌باشد که در مشخصات فنی خصوصی و یا نقشه‌های اجرایی ابعاد مورد نیاز تعیین می‌گردد. در جداول (۶-۵) تا (۶-۷) مشخصات کلی تعدادی از توری‌های متداول به عنوان راهنما ارائه شده است که در صورت تایید دستگاه نظارت می‌تواند انتخاب شود.

سیم‌های مهاری و سیم‌های دوخت قفسه‌ها باید با مشخصات آیین‌نامه BS1052 مطابقت داشته باشد. این سیم‌ها از فولاد نرمه با مقاومت جاری شدن حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشند. آزمایش کشش سیم‌ها باید بر روی نمونه‌هایی به طول ۳۰ سانتی‌متر انجام گیرد. تغییر طول نسبی نمونه‌ها در حد تسلیم نباید کم‌تر از ۱۲ درصد باشد. براساس این آیین‌نامه چسبندگی پوشش سیم‌ها باید در حدی باشد که چنانچه هر سیم دارای پوشش گالوانیزه، شش بار دور استوانه‌ای به قطر چهار برابر قطر سیم پیچانده شود، پوشش گالوانیزه آن ترک نخورده و یا به حدی ورقه-ورقه نشود که پوشش گالوانیزه در اثر مالش با انگشتان دست، از روی سیم جدا گردد.

کلیه سیم‌هایی که در سازه تورسنگی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید دارای پوشش گالوانیزه و یا پوشش PVC باشند. براساس آیین‌نامه BS 443 وزن پوشش گالوانیزه باید از مقادیر زیر پیروی نماید.

قطر اسمی سیم (میلی‌متر)	حداقل وزن پوشش (gr/m^2)
۲/۲	۲۴۰
۲/۷	۲۶۰
۳/۴	۲۷۵

کلیه لبه‌ها، دیافراگم‌ها و وجوه انتهایی تورسنگ‌ها باید دارای قاب تقویتی کناری باشند تا از باز شدن توری جلوگیری نموده و در عین حال مقاومت مکانیکی و اسکلت شبکه را تامین نماید. قطر هسته سیم فولادی که برای قاب‌بندی فولادی تورسنگ به کار می‌رود باید بیش‌تر از قطر سیم قفسه تورسنگ باشد. براساس آیین‌نامه BS برای توری با ابعاد چشمه 10×12 سانتی‌متر و قطر سیم $2/7$ میلی‌متر، سیم قاب‌بندی باید با قطر حداقل $3/4$ میلی‌متر مورد استفاده قرار گیرد.

۶-۱۰-۳- مصالح سنگی

قطعات سنگ قبل از قرار گرفتن در قفسه باید انتخاب، دانه‌بندی و تمیز شوند. باید از سنگ‌هایی استفاده شود که سخت بوده و در مقابل هوازدگی دوام زیاد دارند. لازم است مشخصات فنی سنگ‌ها مطابق ردیف ۶-۲-۲ این نشریه باشد. ابعاد قطعات سنگ باید به نسبت ابعاد روزنه‌های تورسنگ به گونه‌ای انتخاب شوند که این سنگ‌ها از توری سازه شسته نشوند. حداقل ابعاد قطعه سنگ‌ها، خصوصاً در لایه‌های خارجی، باید $1/5$ برابر ابعاد روزنه‌ها باشد. برای جلوگیری از پاره‌شدن و یا سائیدگی تورهای سیمی بهتر است به جای سنگ‌های تیزگوشه، از سنگ‌های گرد گوشه استفاده شود.

۶-۱۰-۴- رواداری‌ها

رواداری‌های مجاز برای قطرهای مختلف سیم‌های مصرفی و برای ابعاد قفسه‌های تورسنگ به‌شرح جدول (۶-۷) می‌باشد. با توجه به این رواداری‌ها، وزن توری‌ها دارای رواداری $\pm 0.5\%$ خواهد بود.

جدول ۶-۵- مشخصات تورسنگ با پوشش گالوانیزه

وزن تقریبی هر جعبه (کیلوگرم)										ابعاد (متر)		
نوع 6×8 سانتی‌متر		نوع 8×10 سانتی‌متر				نوع 10×12 سانتی‌متر				ارتفاع	عرض	طول
قطر سیم $2/7$ میلی‌متر		قطر سیم $3/0$ میلی‌متر		قطر سیم $2/7$ میلی‌متر		قطر سیم $3/0$ میلی‌متر		قطر سیم $2/7$ میلی‌متر				
با دیافراگم	بدون دیافراگم	با دیافراگم	بدون دیافراگم	با دیافراگم	بدون دیافراگم	با دیافراگم	بدون دیافراگم	با دیافراگم	بدون دیافراگم			
۱۵/۲	۱۳/۵	۱۵/۰	۱۴/۳	۱۲/۵	۱۱/۵	۱۳/۵	۱۲/۲	۱۱/۰	۱۰/۰	۰/۵	۱	۲
۲۲/۰	۱۹/۲	۲۱/۵	۱۹/۴	۱۷/۵	۱۵/۷	۱۹/۵	۱۶/۷	۱۵/۳	۱۴/۰	۰/۵	۱	۳
۲۹/۰	-	۲۸/۰	۲۴/۶	۲۳/۰	۲۰/۲	۲۴/۵	۲۱/۲	۱۹/۳	۱۷/۳	۰/۵	۱	۴
-	۱۵/۰	-	۱۵/۵	-	۱۲/۸	-	۱۳/۸	-	۱۱/۶	۱	۱	۱/۵
۲۰/۶	۱۸/۵	۲۱/۰	۱۹/۲	۱۷/۰	۱۵/۷	۱۸/۰	۱۶/۶	۱۵/۰	۱۳/۶	۱	۱	۲
۲۹/۳	۲۵/۲	۳۰/۰	۲۶/۰	۲۴/۵	۲۱/۳	۲۶/۰	۲۲/۵	۲۰/۵	۱۸/۵	۱	۱	۳
۳۶/۷۵	-	۳۸/۵	۳۲/۴	۳۱/۵	۲۷/۰	۳۳/۵	۲۸/۵	۲۷/۰	۲۳/۵	۱	۱	۴

جدول ۶-۶- مشخصات تورسنگ تشکی^۱ با پوشش گالوانیزه

نوع ۶×۸ سانتی‌متر					نوع ۵×۷ سانتی‌متر				
وزن تقریبی - کیلوگرم		ابعاد (متر)			وزن تقریبی - کیلوگرم		ابعاد (متر)		
کیلوگرم بر مترمربع	وزن واحد	ارتفاع	عرض	طول	کیلوگرم در مترمربع	وزن هر واحد	ارتفاع	عرض	طول
۳/۳	۲۶/۵	۰/۲۳	۲	۴	۳/۳	۲۶/۵	۰/۱۵	۲	۴
۳/۲	۳۲	۰/۲۳	۲	۵	۳/۲	۳۲	۰/۱۵	۲	۵
۳/۱	۳۷	۰/۲۳	۲	۶	۳/۱	۳۷	۰/۱۵	۲	۶
۳/۵	۲۸	۰/۳۰	۲	۴	۳/۵	۲۸	۰/۲۵	۲	۴
۳/۴۵	۳۴	۰/۳۰	۲	۵	۳/۴۵	۳۴	۰/۲۵	۲	۵
۳/۴	۴۱	۰/۳۰	۲	۶	۳/۴	۴۱	۰/۲۵	۲	۶

جدول ۶-۷- مشخصات تورسنگ‌های تشکی بزرگ با پوشش گالوانیزه

وزن تقریبی هر جعبه (کیلوگرم)				ابعاد (متر)		
نوع ۸×۱۰ سانتی‌متر		نوع ۱۰×۱۲ سانتی‌متر		ارتفاع	عرض	طول
قطر سیم ۳/۰ میلی‌متر	قطر سیم ۲/۷ میلی‌متر	قطر سیم ۳/۰ میلی‌متر	قطر سیم ۲/۷ میلی‌متر			
۳۹/۰	۳۰/۵	۳۳/۰	۲۶/۵	۰/۵	۲	۳
۵۰/۵	۴۰/۰	۴۳/۰	۳۵/۰	۰/۵	۲	۴
۶۱/۰	۴۹/۰	۵۳/۰	۳۴/۰	۰/۵	۲	۵
۴۹/۰	۴۱/۵	۴۳/۰	۳۶/۰	۱	۲	۳
۶۵/۰	۵۴/۵	۵۶/۰	۴۷/۰	۱	۲	۴
۸۰/۰	۶۷/۰	۶۸/۰	۵۸/۰	۱	۲	۵

۶-۱۰-۵- ملاحظات اجرایی

- در ساخت قفسه‌های تورسنگ (گابیون) ملاحظات اجرایی زیر باید مراعات شوند:
- قفسه‌های خالی با ابعاد معین باید خارج از محل استقرار، شکل داده شود. سیم قاب‌بندی تا حد امکان مستقیم بوده و فاصله سیم‌های مهاري حداکثر ۱۵ سانتی‌متر باشد.
 - در دیواره‌های قائم، انحراف به سمت رودخانه به هیچ‌وجه مجاز نیست. اما به سمت بیرون رودخانه تا ۲ درصد مجاز می‌باشد.
 - پس از استقرار قفسه آماده شده بر روی کف و یا ردیف‌های اجرا شده، مهار کردن قفسه باید در حالت کشش در طول و عرض باشد و عملیات مهار کردن در تمامی جوانب کف و کناره‌ها باشد.

- در قفسه‌های با ارتفاع بیش از ۵۰ سانتی‌متر، مهار دو وجه مقابل هم در جلو و عقب قفسه تورسنگ ضروری است. این مهارها پس از چیدن سنگ به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری اجرا می‌شود. این سیم‌های مهار به صورت متقاطع اجرا می‌شوند. دو انتهای سیم باید دور دو چشمه پیچیده شده و سر سیم مهار به حداقل ۵ دور تاب در اطراف مهار را داشته باشد.
- سطح پی گابیون باید بدون حفره و پستی و بلندی باشد. قبل از اجرای هر نوع فیلتر و نصب قفسه، پی آماده شده باید بازدید شده و تایید دستگاه نظارت را داشته باشد.
- مصالح سنگی باید کاملاً قفسه تورسنگ را پر نموده و فضای خالی بین سنگ‌ها باید حداقل باشد. پر کردن فضای خالی بین سنگ‌ها با مصالح خاکی نظیر شن، ماسه و یا سنگ‌های خرد شده مجاز نمی‌باشد.
- قراردادن سنگ‌ها در داخل توری قفسه‌ها به صورت دستی و ماشینی امکان‌پذیر است. قراردادن سنگ‌ها در تورسنگ‌های تشکی باید به روش دستی صورت گیرد. در روش‌های ماشینی باید سنگ‌ها تا حد امکان در محل نهایی‌شان قرار داده شده و از جابه‌جا کردن سنگ‌ها اجتناب شود. علاوه بر این سنگ‌ها نباید از ارتفاع زیاد به داخل تورسنگ ریخته شوند. استقرار مناسب و جاگذاری سنگ‌ها با روش ماشینی نیز بی‌نیاز از عملیات دستی نمی‌باشد.
- قفسه‌های تورسنگی مجاور باید توسط سیم به یکدیگر متصل گردند.
- جهت حفاظت خاک از شسته شدن، تورسنگ‌ها، باید بر روی یک لایه فیلتر گذاشته شوند. دانه‌بندی فیلتر بر اساس دانه‌بندی خاک محل و اندازه دانه‌های تورسنگ با توجه به معیارهای دانه‌بندی فیلتر انتخاب می‌شود.
- به منظور احتراز از نشست‌های نسبی زیاد، باید خاک‌های سست و دست‌خورده و یا لجن موجود در پی و یا پاشنه سازه تورسنگی را تا حصول یک بستر نسبتاً مقاوم و یکنواخت، خاک‌برداری نمود.
- لایه‌های مختلف سازه‌های تورسنگی باید به نحوی روی هم چیده شوند که درز بین قفسه در دو لایه مجاور در یک امتداد قرار نگیرند.
- وجهی از قفسه که نمای سازه را تشکیل می‌دهد، چیدمان سنگ باید به صورت دستی و با دقت انجام گیرد تا نمای یک دست و منظمی در منظر عمومی ایجاد شود.
- اجرای لایه نهایی تشکیل دهنده وجه فوقانی قفسه باید یکنواخت و مسطح باشد.
- گابیون‌های آسیب دیده با نظر دستگاه نظارت و مطابق مشخصات کارخانه ترمیم می‌شود. در غیر این صورت باید تعویض شود.
- به هنگام تکمیل هر صندوقه تورسنگی، انتهای سیم‌های مهار باید به سمت داخل گابیون برگردانده شود، به گونه‌ای که هیچ خطری متوجه افراد و اشیا در تماس با آن نباشد.

جدول ۶-۸- رواداری‌های مجاز برای قطر سیم و ابعاد قفسه تورسنگ‌ها

قطر سیم (میلی‌متر)	رواداری مجاز	بعد قفسه	رواداری مجاز
۲/۲	±/۶	طول	±/۳
۲/۷	±/۸	عرض	±/۵
۳/۴	±/۱۰	ارتفاع	±/۵

۶-۱۱- دیوارهای حایل سنگی

سنگ‌چینی دیوارهای حایل سنگی باید کاملاً منطبق بر ترازها و ابعاد مندرج در نقشه‌های اجرایی بوده و روش کارگذاری، قفل و بست و ضخامت لایه ملات در بندهای افقی و قائم نیز باید براساس نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی باشد. برای اجرای پشت و تو کار دیوارهای پای ترانشه‌ها و یا پای خاکریز کانال‌ها معمولاً از سنگ قواره نامنظم و برای نماسازی این دیوارها از انواع نماهای موزاییکی، بادبر و یا سرتراش استفاده می‌شود. عملیات بنایی با سنگ دیوارهای حایل باید مطابق مندرجات بند ۶-۲ این فصل باشد.

در عرض دیوارهای حایل سنگی، در صورت احتمال وجود آب پشت دیوار باید از سوراخ‌های زهکشی به قطر حداقل ۷/۵ سانتی‌متر استفاده شود. برای جلوگیری از مسدود شدن لوله‌های زهکش، باید در ورودی لوله‌ها توده شنی و مصالح فیلتر تعبیه گردد. به طور معمول فاصله سوراخ زهکش‌ها به صورت قائم و افقی نباید بیش از ۳ متر باشد. در اجرای این سوراخ‌ها باید نکات ذکر شده در انتهای بند ۱۵-۸ رعایت گردد.

فصل ۷

قالب بندی

۱-۷- کلیات

این فصل شامل سه بخش زیر بوده و پیمانکار ملزم به رعایت مفاد آن به همراه مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت می‌باشد:

- قالب و قالب بندی بتن
- نماپردازی بتن
- رواداری کارهای بتنی

۲-۷- قالب و قالب بندی بتن

۱-۲-۷- مشخصات کلی

مجموعه قالب و داربست که شامل رویه قالب، پشت‌بندها، حایل‌ها، چپ و راست‌ها و پایه‌های قائم و افقی است باید بتن را در شکل مورد نظر در محدوده رواداری‌های مجاز نگه داشته، نمایی مطابق مشخصات را به سطح بتن بدهد و وزن بتن را تا زمان سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل نماید. قالب باید بتن را در برابر صدمات مکانیکی حفظ کند، از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری نماید، عایقی مناسب در برابر سرما و گرمای محیط باشد، میلگردها و سایر اجزا و قطعاتی که داخل بتن قرار می‌گیرند را در محل مورد نظر نگاه دارد؛ در برابر نیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت کند و بدون آسیب رساندن به بتن از آن جدا شود.

گرچه قالب سازه‌ای موقت است، ولی این به معنای کم اهمیت بودن آن نیست و لازم است طبق اندازه و مشخصات داده شده و قابل قبول دستگاه نظارت ساخته و در تمام طول مدت کار به‌خوبی محافظت و نگهداری شود. قالب‌ها باید پس از هر بار مصرف تمیز شده و در محلی دور از تاثیر سوء عوامل جوی و صدمات مکانیکی نگهداری شوند. مقاومت قالب‌ها باید کافی باشد، به طوری که علاوه بر نیروهای ذکر شده، بارهای زنده و سربارهایی را که احتمالاً هنگام بتن‌ریزی به آن وارد خواهد آمد را نیز به‌خوبی تحمل کند. برای محدود کردن فشارهای وارد به قالب‌ها، لازم است مقدار بتن‌ریزی در هر مرحله عیناً طبق مشخصات و مقادیر تعیین شده در نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها باشد. به‌طور کلی کارهای بتنی، به جز موارد زیر، باید با استفاده از قالب بندی صورت گیرد:

الف- به‌منظور پرهیز از خاک‌ریزی پشت سازه‌ها و کاهش مشکلات اجرایی و مسایل بعدی و در صورت تایید دستگاه نظارت، می‌توان قالب بندی پشت دیوارهای سازه‌های فنی را که در مجاورت زمین طبیعی یا خاکریز کوبیده شده، قرار دارد (با شرط این که محل گودبرداری تقریباً صاف، بدون ریزش و منطبق بر سطح نهایی سازه باشد) اجرا نکرد. در این حالت باید به وسیله ورق‌های پلاستیکی مقاوم و غیرقابل نفوذ (نظیر نایلون) از جذب آب بتن توسط خاک مجاور ممانعت شود.

ب- سطوح بالایی اعضا و قطعات شیب‌دار با شیب ملایم‌تر از ۱ به ۱/۵ (۱ قائم، ۱/۵ افقی).

ج- سایر موارد به تشخیص و دستور دستگاه نظارت.

نوع و روش قالب‌بندی در کارهای ویژه از قبیل بتن پیش‌ساخته، بتن‌ریزی در آب و... باید مطابق مشخصات فنی خصوصی و با تایید قبلی دستگاه نظارت باشد. به‌طور کلی در تهیه و بستن قالب‌ها باید نکات مندرج در آیین‌نامه بتن ایران رعایت شود.

۷-۲-۲- نقشه قالب‌بندی

مطالعه و طرح قالب و داربست‌ها شامل انجام محاسبات لازم و تهیه نقشه‌های مربوطه به عهده پیمانکار است. طراحی قالب‌ها پس از تهیه توسط پیمانکار، در صورت ضرورت باید توسط مشاور تایید گردد. در طراحی‌های قالب باید بارگذاری‌های زیر دقیقاً مورد توجه قرار گیرند:

- بارهای قائم زنده و مرده شامل وزن قالب‌ها و پشت‌بندها، وزن بتن تازه، وزن آرماتورها و سایر اقلام مدفون در بتن، وزن افراد، وسایل کار، سکوی کار، بارهای موقت حاصل از انبار کردن مصالح و فشار رو به بالای باد.
 - بارهای جانبی شامل رانش بتن تازه، فشار و مکش باد و بارهای ناشی از تغییرات دما.
 - بارهای ویژه شامل بار ناشی از بتن‌ریزی نامتقارن، ضربه حاصل از ماشین‌آلات و پمپ بتن، نیروهای رو به بالا در قالب‌ها و اقلام مدفون در بتن، اثرهای دینامیکی نظیر اثر تخلیه بتن از جام حمل بتن، بارهای حاصل از نشست نامتقارن تکیه‌گاه‌های قالب، بارهای ناشی از لرزاندن و متراکم کردن بتن.
- قالب‌ها باید طوری طرح شوند که ریختن و لرزاندن صحیح بتن ممکن باشد. قالب‌ها نباید جلوی انقباض بتن را بگیرند و بدین ترتیب باعث ظهور ترک در سطوح بتن گردند.

۷-۲-۳- مصالح

مصالح مناسب برای قالب‌بندی باید با توجه به ملاحظات اقتصادی، ایمنی و سطح تمام شده مورد نظر انتخاب شود. مشخصه‌های فیزیکی و مکانیکی مصالح باید در ساخت قسمت‌های مختلف مانند بدنه، رویه، ملحقات، اجزای نگه‌دارنده قالب و نظایر آن مورد توجه قرار گیرند.

چوب مورد مصرف در قالب بتن باید صاف، بدون پیچ و تاب، سالم و بدون گره از نوع صمغ‌دار باشد. چنانچه ضخامت تخته در بدنه قالب، روی نقشه‌ها مشخص نشده باشد حداقل ضخامت برای قالب سطوح زیرین ۳ سانتی‌متر و برای قالب سطوح قائم ۲/۵ سانتی‌متر خواهد بود.

برای پایه‌های داربست باید تا حد امکان چوب راست و بدون ترک به‌کار رود. قطر متوسط چوب گرد مصرفی در پایه‌ها نباید از ۱۰ سانتی‌متر کمتر باشد. حداقل بعد در چهار تراش‌ها ۸ سانتی‌متر است.

پایه‌های چوبی تا ارتفاع چهار متر حداقل در یک ردیف باید توسط قیدهایی به‌صورت چپ و راست به یکدیگر کلاف شوند. از ارتفاع چهار متر به بالا به ازای هر دو متر اضافه یک ردیف کلاف اضافه منظور خواهد شد. برای انتقال بار بخش‌های فوقانی به زمین، تخته‌هایی به ضخامت کافی به‌نام زیر سری گذاشته می‌شود. سطح زیر سری باید چنان باشد که فشار وارد بر زمین از ظرفیت مجاز باربری زمین تجاوز ننماید.

در حالت قطعات بتنی با هندسه ثابت با تکرار زیاد و یا امکان استفاده از قالب‌های پانلی (مدولار)، قالب‌های فولادی به‌لحاظ سرعت قالب‌بندی و بهره‌دهی از مزیت بالایی نسبت به قالب‌های چوبی برخوردارند. در به‌کارگیری سایر مصالح نظیر فلزات دیگر، فایبرگلاس، لاستیک‌ها و پلاستیک‌ها و... باید مساله سازگاری مصالح با بتن تازه قبلاً مورد بررسی و به تایید دستگاه نظارت برسد.

۷-۲-۴- نکات اجرایی

به‌طور کلی مجموعه قالب‌بندی باید از هر نظر دارای ایمنی کافی باشد. در مورد قطعات بتنی که احتمال بروز نیروی رو به بالا و یا پیچش وجود داشته باشد باید اتصال کافی بین پایه‌ها و قالب تامین شود. درزها، گوشه‌ها و اتصال قالب باید به اندازه کافی آب‌بندی شده باشد تا مانع خروج شیره بتن شود.

در کلیه لبه‌ها، گوشه‌ها و برآمدگی‌ها، قالب باید پخ‌دار اجرا گردد تا برداشتن قالب آسان و بدون صدمه دیدن بتن صورت گیرد. در قالب‌های عمیق و باریک که دسترسی به کف قالب‌ها دشوار و یا غیر ممکن است، باید با تعبیه دریچه‌های بازدید و کف‌شورهای مناسب امکان تمیزکردن داخل قالب قبل از بتن‌ریزی را فراهم کرد. این دریچه‌ها باید قبل از بتن‌ریزی به دقت بسته شود.

چنانچه شیب سطوح فوقانی قطعات بتنی بیش‌تر از ۱: ۱/۵ (۱ قائم، ۱/۵ افقی) باشد توصیه می‌شود که چنین سطوحی قالب‌بندی شود. به‌رحال تعبیه قالب برای سطح فوقانی با شیب بیش‌تر از ۱: ۱ الزامی است. در صورتی که کیفیت سطح تمام شده بتن حائز اهمیت باشد، نباید از قطعات قالب‌های صدمه دیده در مراحل قبلی استفاده کرد.

۷-۲-۵- تدابیر ایمنی

در طرح و اجرای قالب‌بندی، باید تمام آیین‌نامه‌ها و مقررات ایمنی جاری رعایت شود. پیمانکار متعهد است علاوه بر رعایت نکات ایمنی در طراحی قالب‌بندی، بر ساخت و برپایی قالب‌بندی نظارت دقیق و بازرسی پیوسته به‌عمل آورد. عملیات ساخت و برپایی قالب باید از قبل برنامه‌ریزی شود تا از ایمنی کارکنان و سلامت سازه تمام شده اطمینان حاصل شود. برخی از تدابیر ایمنی که طبق دستور دستگاه نظارت باید رعایت شوند، عبارتند از:

- الف- نصب علائم و موانع ایمنی جهت دور نگهداشتن افراد غیرمجاز از منطقه برپایی قالب، بتن‌ریزی یا قالب‌برداری
- ب- به‌کار گماردن سرکارگران مجرب قالب‌بندی در هنگام عملیات بتن‌ریزی جهت اطمینان از تشخیص زودرس جابه‌جایی احتمالی یا شکست قالب‌بندی.
- ج- آماده نگه‌داشتن شمع‌های اضافی یا مصالح و تجهیزات دیگر جهت دسترسی سریع در حالت اضطراری.
- د- فراهم نمودن روشنایی کافی برای قالب‌بندی.
- ه- در نظر گرفتن نقاط مخصوص بلندکردن در طراحی و جزییات قالب‌هایی که با جرثقیل جابه‌جا می‌شود به‌ویژه قالب‌های بالارونده.

- و- در نظر گرفتن داربست‌ها، سکوها، کار و نرده‌های ایمنی در طرح قالب‌بندی.
 - ز- برنامه‌ریزی برای بازرسی کارگاهی از نظر ایمنی قالب‌بندی.
- همچنین رعایت نکات ایمنی ارائه شده در فصل دوم این مشخصات فنی عمومی ضروری است.

۷-۲-۶- بازرسی و دقت قالب‌بندی

قالب‌ها باید به نحوی ساخته و نصب شوند که اجزای سازه آبی پس از ریختن بتن و سخت شدن آن، دقیقاً و با رعایت رواداری‌های مجاز طبق خطوط و تراز تعیین شده، اجرا شده باشد. قالب‌بندی قبل از بتن‌ریزی، در هنگام آن و بعد از خاتمه آن توسط دستگاه نظارت مورد بازدید قرار می‌گیرد. در صورت لزوم، پیمانکار موظف است در مورد تنظیم و اصلاح قالب‌ها اقدام کند. قبل از هرگونه بتن‌ریزی، باید تایید کتبی دستگاه نظارت مبنی بر بازرسی قالب‌ها و مجموعه قالب‌بندی صادر شود.

۷-۲-۷- بست‌های قالب

اتصالاتی که قالب را در مقابل فشارهای هیدرواستاتیکی بتن تازه و همچنین سایر نیروهای وارده نگهداری کرده و شکل آن را حفظ می‌نماید، بست قالب نامیده می‌شود. بست‌ها باید برای نگهداری و جلوگیری از تغییر شکل اجزای قالب، به‌ویژه در مورد کارهای سنگین و حجیم دارای مقاومت کافی باشد. در مورد نوع، تعداد، محل بست قالب‌ها و روش بستن آنها باید موافقت دستگاه نظارت قبلاً کسب شده باشد. از تراوش شیره بتن از محل بست‌ها باید جلوگیری شود. بست‌ها و میل‌مهری‌های داخل قالب‌بندی باید به شکلی ساخته شود که پس از ریختن بتن بتوان آنها را به آسانی و بدون آسیب رساندن به بتن خارج نمود. میله‌های نگهدارنده قالب که در بتن باقی می‌مانند باید به نحوی قطع گردند که حداقل ۵۰ میلی‌متر از دو طرف با سطح بتن آزاد فاصله داشته باشند. قطعاتی که در دو طرف میله‌های قالب در بتن قرار می‌گیرند باید دارای شکل هندسی منظمی باشند تا پس از برداشتن آنها، حفره‌های ایجاد شده وضعیت مناسبی داشته باشند. این حفرات باید با مصالح مناسب و طبق دستورالعمل دستگاه نظارت پر شوند. بست و یا مهار سیمی را فقط در مواردی می‌توان مورد استفاده قرار داد که سیم مصرفی در اثر فشار خم نشده و سطح قالب را ناهموار نکند. در صورتی که به کار بردن مهار سیمی مجاز باشد، پس از برداشتن قالب باید انتهای این سیم‌ها را تا عمق حداقل یک سانتی‌متر از سطح بتن برید و خارج کرد.

۷-۲-۸- تمیز کردن و روغن زدن سطح قالب‌ها

قبل از بتن‌ریزی در قالب‌ها، سطح قالب را باید از هرگونه زنگ‌زدگی، بقایای شیره بتن، خاشاک، تراشه و هر نوع مواد خارجی که موجب آلودگی بتن شود و یا مشخصات سطوح را از نظر سطح تمام شده بعد از برداشتن قالب‌ها برهم زند، زدود. برای جلوگیری از چسبندگی خمیر سیمان به جدار قالب‌ها، پس از تمیز کردن آنها و قبل از کار گذاشتن میلگردها و بتن‌ریزی، سطوح قالب‌ها باید از یک قشر نازک مواد رها ساز به نحوی پوشیده شود که هیچ نوع لکه و اثری روی سطح بتن باقی نگذارد. نوع مواد رها ساز باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد.

در صورتی که از روغن به عنوان ماده رها ساز قالب استفاده شود باید دقت نمود که روغن به داخل بتن سرایت نکرده و نیز میلگردها را آلوده نکند. در مواردی که سطح بتن رنگ آمیزی می شود باید از مواد رها سازی استفاده شود که از لحاظ ترکیبات شیمیایی با رنگ واکنش نداشته باشد.

۷-۲-۹- رواداری ها

قالب بندی باید قبل، ضمن و بعد از بتن ریزی به دقت زیر نظر قرار گرفته شده و در مراحل مختلف به منظور حفظ مجموعه قالب و داربست در محدوده رواداری های تعیین شده تنظیم شود. حدود رواداری های قالب ها برای ساختمان ها و قطعات متداول بتن مسلح در جدول (۷-۱) درج شده اند.

۷-۲-۱۰- قالب برداری

۷-۲-۱۰-۱- کلیات

باز نمودن قالب ها باید با تایید کتبی دستگاه نظارت و با دقت لازم صورت گیرد. قالب باید موقعی برداشته شود که بتن بتواند تنش های موثر را تحمل کند و تغییر شکل آن از تغییر شکل های پیش بینی شده تجاوز نکند. پایه ها و قالب های باربر نباید قبل از آن که اعضا و قطعات بتنی مقاومت کافی را برای تحمل وزن خود و بارهای وارد کسب کنند، برچیده شوند. عملیات قالب برداری و برچیدن پایه ها باید گام به گام، بدون ضربه زدن، به نحوی صورت گیرد که اعضا و قطعات بتنی تحت اثر بارهای ناگهانی قرار نگرفته و بتن صدمه نبیند. در صورتی که قالب برداری قبل از پایان دوره مراقبت انجام پذیرد، باید تدابیری برای مراقبت بتن پس از قالب برداری اتخاذ کرد. چنانچه پس از برداشتن قالب ها قسمتی از سطح بتن معیوب باشد، پیمانکار باید بلافاصله موضوع را به دستگاه نظارت اطلاع دهد تا پس از بازدید، عملیات ترمیم طبق نظر دستگاه نظارت انجام شود.

۷-۲-۱۰-۲- زمان قالب برداری

در صورتی که زمان قالب برداری در اسناد پیمان تعیین و تصریح نشده باشد باید زمان های داده شده در جدول (۷-۲) را به عنوان حداقل زمان لازم برای برچیدن قالب ها و پایه ها ملاک عمل قرار داد. برچیدن قالب ها و پایه ها در مدتی کم تر از زمان های داده شده در جدول (۷-۲) فقط به شرط آزمایش قبلی و تایید دستگاه نظارت مجاز خواهد بود. در صورتی که آزمایش های آزمون های آگاهی (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به حداقل ۷۰ درصد مقاومت مشخصه مورد نظر باشد، می توان قالب های سطوح زیرین را برداشت ولی برچیدن پایه های اطمینان فقط در صورتی مجاز است که علاوه بر مراعات تمامی محدودیت ها، بتن به مقاومت مشخصه مورد نظر رسیده باشد.

۷-۲-۱۰-۳- برداشتن پایه‌های اطمینان

هنگام برداشتن قالب سطوح زیرین قطعات بتن مسلح باید پایه‌هایی به‌عنوان پایه‌های اطمینان در زیر سطوح باقی گذاشت تا از بروز تغییر شکل‌های تابع زمان جلوگیری شود. پیش‌بینی پایه‌های اطمینان برای تیرهای با دهانه بزرگ‌تر از ۵ متر، تیرهای کنسول به‌طول بیش‌تر از ۲/۵ متر، دال‌های با دهانه بزرگ‌تر از ۳ متر، و دال‌های کنسول به‌طول بیش‌تر از ۱/۵ متر اجباری است. تعداد پایه‌های اطمینان باید طوری باشد که فاصله آنها به هر حال از ۳ متر تجاوز نکند. برای تیرهای با دهانه تا ۷ متر، برداشتن کل قالب و داربست و زدن پایه‌های اطمینان مجاز است، ولی برای دهانه‌های بزرگ‌تر از ۷ متر، طرح و تنظیم قالب و داربست باید طوری باشد که برداشتن قالب بدون جابه‌جایی پایه‌های اطمینان میسر باشد. برای سازه‌های متشکل از دیوارها و دال‌های بتن مسلح، نظیر سازه‌هایی که با قالب‌های تونلی یا قالب‌واره‌های به ابعاد بزرگ ساخته می‌شوند، می‌توان برچیدن پایه‌های اطمینان و برپایی مجدد آنها را تا دهانه ۱۰ متر مجاز دانست مشروط بر آن‌که زدن پایه‌های اطمینان بلافاصله پس از برداشتن قالب باشد و در عمل اطمینان حاصل شود که هیچ نوع ترک یا تغییر شکل نامطلوب بروز نخواهد کرد.

جدول ۷-۱- رواداری سازه‌های بتنی متعارف (ماخذ آبا)

ردیف	شرح		رواداری
۱	انحراف از امتداد قائم	الف در لبه و سطح ستون‌ها، پایه‌ها، دیوارها، نبش‌ها و کنج‌ها	۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول حداکثر ۲۵ میلی‌متر در کل طول
		ب برای گوشه نمایان ستون‌ها، درزهای کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته، نمایان و مهم	۶ میلی‌متر در هر ۶ متر طول حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول
۲	انحراف از سطوح یا ترازهای مشخص شده در نقشه‌ها	الف در سطح زیرین دال‌ها، سقف‌ها، سطح زیرین تیرها، نبش‌ها و کنج‌ها قبل از برچیدن حایل‌ها	۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول ۹ میلی‌متر در هر چشمه یا هر ۶ متر طول حداکثر ۱۹ میلی‌متر در کل طول
		ب در نعل درگاه‌ها، زیرسری‌ها، جان پناه‌های نمایان، شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته، نمایان و مهم	۶ میلی‌متر در هر ۶ متر طول حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول
۳	انحراف ستون‌ها، دیوارها و تیغه‌های جداکننده از موقعیت مشخص شده در پلان ساختمان	در هر چشمه	۱۲ میلی‌متر
		در هر شش متر طول	۱۲ میلی‌متر
		حداکثر در کل طول	۲۵ میلی‌متر
۴	انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کف و دیوار و غلاف‌ها		±۶ میلی‌متر
۵	اختلاف در ابعاد مقطع عرضی ستون‌ها و تیرها و ضخامت دال‌ها و دیوارها	الف در جهت نقصانی	۶ میلی‌متر
		ب در جهت اضافی	۱۲ میلی‌متر
۶	شالوده‌ها	الف اختلاف اندازه‌ها در پلان	۱۲ میلی‌متر ۵۰ میلی‌متر
		ب جابه‌جایی یا خروج از مرکز	دو درصد عرض شالوده در امتداد طول مورد نظر مشروط بر آن‌که بیش از ۵۰ میلی‌متر نباشد
۷	پله‌ها	پ ضخامت	کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده
		الف در تعداد پله معدودی پله	ارتفاع پله کف پله
۷	پله‌ها	ب در پله‌های متوالی	ارتفاع پله کف پله
			±۳ میلی‌متر

جدول ۷-۲- حداقل زمان لازم برای برداشتن قالب

دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)				شرح	نوع قالب بندی
۰	۸	۱۶	۲۴ و بیش تر		
۳۰	۱۸	۱۲	۹		قالب های قائم، ساعت
۱۰	۶	۴	۳		قالب زیرین، شبانه روز
۲۵	۱۵	۱۰	۷		پایه های اطمینان، شبانه روز
۲۵	۱۵	۱۰	۷		قالب زیرین، شبانه روز
۳۶	۲۱	۱۴	۱۰		پایه های اطمینان، شبانه روز
<p>* زمان های داده شده با رعایت نکات مشروح زیر معتبرند:</p> <p>- بتن با سیمان پرتلند معمولی نوع یک یا دو یا سایر سیمان هایی که روند کسب مقاومت مشابه دارند، ساخته شده باشد.</p> <p>- در صورتی که ضمن سخت شدن بتن دمای محیط به کم تر از صفر درجه سلسیوس تنزل کند زمان های داده شده را باید با توجه به شرایط بتن ریزی در هوای سرد اصلاح کرد.</p> <p>- در صورت استفاده از سیمان پرتلند نوع سه یا مواد تسریع کننده می توان زمان های داده شده را کاهش داد.</p> <p>- در صورت استفاده از مواد کندگیر کننده، سیمان پرتلند نوع پنج یا سیمان هایی که روند کسب مقاومت مشابه دارند، باید زمان های داده شده را افزایش داد.</p> <p>- در صورتی که ملاحظات خاصی برای جلوگیری از ترک ها (به خصوص در اعضا و قطعات با ضخامت هایی متفاوت یا در معرض دماهای مختلف)، یا تقلیل تغییر شکل های ناشی از وارفنگی مورد نظر باشد، باید زمان های داده شده را افزایش داد.</p> <p>- در صورتی که عمل آوری تسریع شده یا قالب بندی خاصی مورد نظر باشد تقلیل زمان های داده شده امکان پذیر است.</p>					

به طور کلی در صورتی که قطعه مورد نظر جزئی از سیستمی پیوسته باشد، موقعی می توان پایه های اطمینان را برداشت که تمامی قطعات مجاور آن هم بتن ریزی شده باشد. در صورتی که تیر یا دال به صورت یکسره طراحی شده باشد، نمی توان پایه های اطمینان دهانه ای را برچید مگر آن که دهانه های طرفین آن بتن ریزی شده باشند و بتن آن نیز مقاومت لازم را به دست آورده باشد.

در مورد سازه های طبقاتی، در صورت تکیه کردن مجموعه قالب بندی طبقه فوقانی روی طبقه تحتانی، فقط وقتی می توان پایه های اطمینان طبقه زیرین را برچید که بتن طبقه بالا مقاومت لازم را به دست آورده باشد. توصیه می شود پایه های اطمینان همیشه در دو طبقه متوالی وجود داشته باشند و تا حد امکان هر دو پایه اطمینان نظیر در دو طبقه، روی هم و در امتداد واحدی قرار گیرند.

برداشتن پایه های اطمینان باید بدون اعمال فشار و ضربه و طوری باشد که بار به تدریج از روی آنها حذف شود (در دهانه های بزرگ از وسط دهانه به سمت تکیه گاه ها و در کنسول ها از لبه به طرف تکیه گاه). برداشتن بار از روی پایه های اطمینان در دهانه های بزرگ و قطعاتی که نقش سازه ای حساسی دارند، باید با وسایل قابل کنترل انجام پذیرد به طوری که در صورت لزوم در هر لحظه بتوان باربرداری از روی پایه ها را متوقف کرد.

۷-۲-۱۱- قالب لغزان برای سطوح شیب دار و پوشش کانال ها

بتن پوشش کانال با ضخامت یکنواخت طبق خطوط و رقوم و شیب مشخص شده در نقشه ها به وسیله یک قالب لغزان یا ماشین مخصوص پوشش اجرا می شود. قالب باید به طور ممتد و با سرعت ثابت و یکنواخت حرکت داده شود. سرعت حرکت قالب باید با سرعت بتن ریزی هماهنگ باشد. ماشین آلات و روش اجرای قالب لغزان باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد.

۷-۲-۱۲- ماشین متحرک پوشش بتنی^۱

ماشین مخصوص پوشش بتنی کانال به وسیله چرخ بر روی ریل‌ها نصب شده، در دو طرف حد پوشش بتنی کانال و یا با چرخ زنجیری و به کمک کابل‌های هدایت حرکت می‌کند. برای اجرای مشخصات و تامین پوشش کاملاً یکنواخت می‌توان از این ماشین‌آلات با اجازه و تایید دستگاه نظارت استفاده کرد.

برای اجرای یکنواخت پوشش در امتداد مسیر و شیب کانال، ماشین باید به وسیله دو رشته کابل قوی که در فواصل متناسب (حداکثر ۷/۵ متر) روی پایه‌ها مهار شده است، هدایت شود. در سرپیچ‌ها، این مهارها باید در چنان فواصلی به کار برده شود که تغییراتی در اجرا نسبت به مسیر مستقیم به وجود نیاید.

از کابل‌های راهنما می‌توان برای هدایت ماشین نیمرخ‌ساز نیز استفاده کرد. کابل راهنما باید به دقت و به‌طور مستمر در محل صحیح خود در طول اجرای عملیات، تنظیم و کنترل شود. تجهیزات مربوط به کار کابل‌های راهنما نباید موقعیت کابل را برهم زند. روی ماشین پوشش در امتداد کابل‌های راهنما باید نقاط نشانه یا شاخص ثابتی تامین شود تا بتوان به‌طور دائم موقعیت ماشین را نسبت به خط مسیر و شیب کنترل نمود.

این ماشین‌ها دارای یک اسکلت فولادی شامل قیف دریافت‌کننده، لرزاننده‌ها و ماله با پوشش فولادی هستند. ماشین باید قادر باشد بتن مقطع کانال را با اندازه‌های (عرض و عمق) مختلف و به ضخامت تعیین‌شده در نقشه‌ها، همراه با لرزاندن بریزد و با سرعتی که از طرف دستگاه سازنده معین شده است، به جلو حرکت کند. پیمانکار باید در فرصت کافی که به برنامه‌زمانی اجرای کارها لطمه وارد نیاورد (ترجیحاً در دوره تجهیز کارگاه) و قبل از استفاده از ماشین‌های نیمرخ‌ساز و یا ماشین‌های پخش پوشش بتنی، موافقت دستگاه نظارت را در مورد مشخصات فنی ماشین‌های مذکور به دست آورد. همچنین پیمانکار باید نیروی انسانی کافی و ماهر برای دوران اجرا و بهره‌برداری از ماشین‌های مذکور تربیت و آماده کند. پیمانکار باید نهایت کوشش خود را برای نیمرخ‌سازی کانال‌ها و پوشش بتنی، به طوری که عیناً بر طبق خطوط، رقوم و شیب‌های مندرج در نقشه‌ها و مشخصات تعریف شده در این نشریه و مشخصات فنی خصوصی باشد، به کار برد.

۷-۳- نماپردازی (پرداخت سطوح بتنی در سازه‌های آبی)

۷-۳-۱- مشخصات کلی

کلیه سطوح قابل رویت بتنی با قالب و بدون قالب‌بندی، باید با استفاده از مصالح و روش مورد تایید دستگاه نظارت نماسازی شود. نماپردازی یا پرداخت سطوح بتنی باید با قالب‌بندی صاف و دقیق و توسط کارگران ماهر و ورزیده صورت گیرد. بعد از قالب‌بندی و قالب‌برداری، دستگاه نظارت از نزدیک سطوح را مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که طبق نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت عمل شده است.

رواداری و انحراف مجاز از خطوط و پروفیل‌های تعیین شده، زوایا و ابعاد، براساس نقشه‌های اجرایی در قسمت ۵-۱۶-۲ زیر عنوان «رواداری کارهای بتنی در سازه‌های آبی» ارائه شده است. در این مبحث، ناهمواری سطوح بتنی بسته به محل اجرا و با توجه به اهمیت کار مورد توجه و بحث است. نوع پرداخت سطوح مختلف بتنی طبق مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌های اجرایی و مندرجات این بخش صورت می‌گیرد. ناهمواری‌های سطحی که در اثر جابه‌جایی قالب‌ها و شل‌شدن میخ‌ها و بست‌ها حاصل می‌شود، ناهمواری‌های تند نامیده می‌شود که به‌سهولت قابل رویت و اندازه‌گیری مستقیم است. به سایر ناهمواری‌ها، ناهمواری‌های ملایم می‌گویند که اندازه‌گیری آنها به وسیله شمشه یا خط‌کش صافی در امتداد سطح صورت می‌گیرد. برای اندازه‌گیری ناهمواری‌های تند و ملایم، طول شمشه برای سطوح قالب‌بندی شده $1/5$ متر و برای سطوح بدون قالب‌بندی ۳ متر است و میزان رواداری در طول شمشه‌ها براساس مندرجات این فصل قابل قبول می‌باشد.

۷-۳-۲- سطوح بتنی قالب‌بندی شده

نماپردازی سطوح بتنی قالب‌بندی شده به ۵ طبقه F1 تا F5 تقسیم می‌شود. ناهمواری‌های تند و ملایم برای سطوح مختلف در بند ۷-۳-۱ و جدول (۷-۳) ارائه شده است.

پرداخت این سطوح توسط سنگ‌زدن یا ماسه‌پاشی تحت فشار مجاز نیست. در صورتی که در کارهای مخصوص و در مورد سازه‌هایی که سرعت جریان آب در آنها زیاد است، به تدابیر خاص نیاز باشد، این کار باید طبق مشخصات فنی خصوصی انجام شود. موارد کاربرد هر یک از نماپردازی‌ها به شرح زیر است:

طبقه F1: سطح‌پردازی این طبقه در مورد سطوحی است که در معرض دید قرار ندارند نظیر بالادست سدها یا سطوحی که غالباً به‌صورت غرقاب است و زبری سطح بتن مشکلی در امر بهره‌برداری به‌وجود نمی‌آورد یا سطوحی که پشت آنها خاک‌ریزی یا بتن‌ریزی می‌شود. تصحیح لازم برای سطوح‌پردازی این طبقه، پرکردن انحنای سطوح، گودی‌ها و سوراخ‌های باقی‌مانده در محل بست‌ها با عمق بیش‌تر از ۲۵ میلی‌متر می‌باشد.

طبقه F2: سطح‌پردازی این طبقه برای سطوحی است که غالباً به‌صورت نمایان نبوده و سایر سطح‌پردازی‌ها برای آنها توصیه نشده باشد. مانند سازه‌های فنی شامل سطوح داخلی آبروهای صندوقه‌ای، زیرگذرها، سطوح سازه‌های تخلیه (به‌جز در مواردی که سرعت جریان در آنها زیاد است و باید از طبقه F4 استفاده شود)، تلمبه‌خانه‌های کوچک، پل‌ها و دیوارهای حایل که عموماً در معرض دید عموم نیست و بالاخره سدهای بتنی (به‌جز در مواردی که طبقه F1 برای سطوح بالادست آن توصیه می‌شود). برای قالب‌بندی این سطوح از قالب فلزی یا تخته سه‌لایی استفاده می‌شود.

طبقه F3: سطح‌پردازی این طبقه مشخصاً در مورد سطوحی است که در معرض دید بوده و شکل ظاهری آن مهم است. سطح‌پردازی این طبقه شامل قسمت‌های بالایی سازه‌های تلمبه‌خانه‌ها، بتن‌های تزئینی سدها، پل‌ها و ساختمان‌های دائمی است. برای دستیابی به این طبقه غالباً از تخته با کام و زبانه یا تخته سه‌لایی استفاده شده و باید در قالب‌بندی دقت کافی به‌عمل آید. در محل درزهای ساختمانی باید قالب کاملاً محکم و بدون حرکت کار گذاشته شده و اجرا شود.

طبقه F4: پرداخت سطوح مطابق مندرجات این قسمت در مورد سطوحی انجام می‌گیرد که سازه آبی باید دارای مسیر کاملاً دقیق باشد و در برابر اثرات تخریبی آب کاملاً محفوظ بماند. سطوحی نظیر خروجی‌ها، تونل‌ها، سرریز سدها و پایین دست دریچه‌ها جزو این طبقه هستند. باید توجه شود که قالب‌ها کاملاً محکم بوده و با بست‌ها و پشت‌بند‌های مناسب در محل‌های خواسته شده نصب شوند. این طبقه از کیفیت سطح بتن باید الزامات طبقه F3 را برآورده نماید. نامنظمی‌های ناگهانی سطوح در امتداد عمود بر جهت جریان آب باید تا رسیدن به شیب ۱ عمود بر امتداد جریان به ۵۰ در امتداد جریان سائیده شود. نامنظمی‌های بزرگ‌تر از ۳ میلی‌متر در جهت جریان آب نیز باید تا رسیدن به شیب ۱ عمودی به ۱۰ افقی ساییده شود.

طبقه F5: سطح‌پردازی این طبقه برای سطوحی است که روی سطح بتن توسط ملات یا گچ پوشیده می‌شود. به‌منظور ایجاد قفل و بست بیش‌تر بین سطح بتن و لایه رویه، می‌توان از قالب رنده نشده استفاده کرد. به‌کارگیری قالب فلزی یا روغن زدن به قالب مجاز نیست.

۷-۳-۳- سطوح بتنی بدون قالب‌بندی

نماینده‌ی سطوح بتنی قالب‌بندی نشده به ۴ طبقه U1 تا U4 تقسیم می‌شود. با توجه به مندرجات بند ۷-۲-۱، میزان ناهمواری‌های مجاز در جدول (۷-۳) ارائه شده است. سطوح قالب‌بندی نشده که در معرض هوا قرار می‌گیرد یا مرتباً شستشو می‌شود، باید طبق نقشه‌ها و یا دستورالعمل‌های دستگاه نظارت برای تخلیه آب‌های سطحی شیب‌دار ساخته شوند. چنانچه شیب دیگری در نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها مشخص نشده باشد، مقادیر شیب‌ها به شرح زیر می‌باشد.

- سطوح باریک (مانند بالای دیوارها و جدول‌ها)، در حدود ۳ درصد

- سطوح پهن‌تر (مانند پیاده‌روها، خیابان‌ها، سکوها و کف‌ها) در حدود ۲ درصد

موارد کاربرد هر یک از این طبقات به شرح زیر است:

طبقه U1: سطح‌پردازی این طبقه برای سازه‌هایی نظیر سکوه‌های بهره‌برداری استفاده می‌شود که بعداً توسط خاک‌ریزی یا بتن پوشیده می‌شود. همچنین این طبقه برای اولین مرحله سطح‌پردازی طبقات U3 و U4 نیز پذیرفته می‌شود. این سطح‌پردازی شامل تراز کردن و شمشه‌کشی روی سطح کار می‌باشد. بتن‌های اضافی باید فوراً پس از لرزاندن و جا اندازی بتن، از سطح کار حذف شود.

طبقه U2: سطح‌پردازی این طبقه شامل بتن کف آبروها و فلوم‌ها، کف سازه‌های فنی، حوضچه‌های ته‌نشینی، سطوح خارجی سکوها در تلمبه‌خانه‌ها، کف گالری‌های عبور و مرور و بهره‌برداری، آبروهای موقت، کوله پل‌ها و دیوارها (به‌جز در مواردی که نمای بتن در معرض دید است)، کف آبروها، پیاده‌روها، کف دال‌ها (که روی آن عایق کاری صورت می‌گیرد) و کف پل‌ها می‌باشد. این سطح‌پردازی توسط دست یا وسایل مکانیکی انجام می‌شود. شروع کار هنگامی است که سطح بتن به اندازه کافی سخت شده باشد. چنانچه سطح‌پردازی طبقه U3 مورد نظر باشد، عمل بالا تا هنگامی که مقدار کمی ملات بدون آب اضافی به سطح آورده شود، ادامه می‌یابد.

طبقه U3: سطح‌پردازی این طبقه از طریق ماله‌کشی برای دال‌های بتنی خارج ساختمان (به‌جز در مواردی که سطح بتن با موزاییک پوشیده می‌شود)، قسمت بالای دیوارهای جداکننده و سطوحی انجام می‌گیرد که سرعت جریان آب در آنها زیاد است. به‌کارگیری ماله فلزی تا هنگامی که رطوبت سطح بتن از بین نرفته یا بتن شروع به سخت‌شدن نکرده است، مجاز نیست. ماله‌کشی باید با فشار کافی برای تامین یک سطح صاف انجام شود. ماله‌کشی با فشار کم برای سطوحی که بعداً پوشش شده یا عایق‌کاری می‌شود، مجاز است.

طبقه U4: این طبقه برای سطوح بتنی کانال‌های اصلی و فرعی مورد استفاده است. سطح این طبقه عیناً مشابه سطح ماله‌کشی شده با ماله طویل توسط کارگران ماهر خواهد بود. چنانچه عملیات پوشش کانال با ماشین انجام شود، سطح‌پردازی دیگری مورد نیاز نخواهد بود. چنانچه پس از اجرای عملیات پوشش در سطح بتن لکه‌های ریز مشاهده شود، پرکردن این لکه‌ها توسط کارگر و با دست مجاز نیست.

جدول ۷-۳- رواداری‌های اختلاف سطوح بتنی

طبقه	حداکثر رواداری (میلی‌متر)		
	خط و تراز	نامنظمی ناگهانی	نامنظمی تدریجی
U1	±۱۵	۶	±۱۵
U2	±۶	۳	±۶
U3	±۶	۰	±۶
F1	±۱۵	۱۰	±۱۵، -۶، +۱۲
F2	±۸	۵	±۸، -۶، +۱۲
F3	±۶	۱۳	±۶
F4	±۳	۲۰	±۵، ±۶
F5	+۶	۶	+۶، -

۱- با موافقت دستگاه نظارت، نامنظمی‌های ناگهانی موازی با جریان آب می‌تواند حداکثر ۶ میلی‌متر باشد.
 ۲- الزامات خاص این طبقه از کیفیت سطح بتن در بند ۷-۲-۲ آورده شده است.
 ۳- حداکثر ناهمواری در طبقه U4 (کف کانال) ۶ میلی‌متر و برای بدنه شیب‌دار ۱۲ میلی‌متر می‌باشد.

فصل ۸

زهکشی

۸-۱- کلیات

به منظور هدایت و خارج کردن آب‌های ناشی از بارندگی، تثبیت و کنترل سطح آب زیرزمینی در عمق معین، برای حفاظت از عملیات ساختمانی در هنگام اجرای کار و پس از پایان قطعی کارها، زهکش‌ها طراحی و ساخته می‌شوند. فصل حاضر شامل مشخصاتی است که پیمانکار باید در اجرای زهکش‌های زیرزمینی، زهکش‌های روباز، زهکش‌های زیر پوشش کانال، پشت ابنیه فنی و... رعایت نماید.

۸-۲- دامنه کار

محدوده کار عبارت است از سامانه‌های زهکشی زیرزمینی اراضی، زهکش‌های زیر پوشش کانال‌ها و کف و پیرامون سازه‌ها و موارد مشابهی که از طرف دستگاه نظارت ابلاغ می‌شود. پیمانکار باید نیروی کار مناسب، تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز و مصالح کافی برای انجام عملیات زهکشی را فراهم نماید. این عملیات شامل تمام یا بخش‌هایی از موارد زیر می‌باشد:

- برنامه‌ریزی و انجام عملیات نقشه‌برداری طبق مختصات، ابعاد و رقوم‌های ارائه شده
- مشخص کردن و نشانه‌گذاری محل سازه‌های پیش‌بینی شده در طول مسیر
- تامین منابع لازم طبق اسناد پیمان
- اجرای زهکش‌های روباز طبق مشخصات و نقشه‌های اجرایی
- حفر ترانشه و آماده کردن بستر لوله‌های زهکش زیرزمینی
- فیلترریزی یا اجرای زهکش مصنوعی دور لوله، کارگذاری لوله‌های زهکشی، دریچه‌های یک‌طرفه و خاک‌ریزی روی لوله‌ها
- ساخت چاهک‌های آدم‌رو در مسیر لوله‌های زهکش‌های زیرزمینی
- ساخت سازه‌های حفاظتی، کارگذاری لوله‌های انتهایی زهکش، شبکه فلزی و دریچه‌های یک‌طرفه عمودی و افقی
- ساخت کلیه آبروها طبق مشخصات و نقشه‌های اجرایی
- اجرای زهکش زیرپوشش بتنی کانال‌ها، کف و پیرامون سازه‌ها طبق مشخصات و نقشه‌های اجرایی
- سایر عملیات که به نظر دستگاه نظارت در قالب کارهای موضوع پیمان برای جمع‌آوری و هدایت آب مازاد لازم باشد.

۸-۳- تعاریف

اصطلاحات مورد استفاده در این فصل از گزارش به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- سامانه زهکشی زیرزمینی: سامانه‌ای متشکل از مجاری روباز، زیرزمینی افقی یا عمودی و یا بخشی از آنها که برای کنترل سطح آب زیرزمینی در اراضی و یا پیرامون سازه‌های هیدرولیکی و جاده‌ها اجرا می‌گردد.
- زهکش روباز: مجرای حفر شده روباز در سطح زمین است که وظیفه جمع‌آوری و تخلیه رواناب‌ها و زه‌آب‌های اراضی و کنترل رقوم سطح آب زیرزمینی را به‌عهده دارد.
- لوله زهکش زیرزمینی: لوله‌های سوراخ‌دار یا شکاف‌داری هستند که در زیرزمین کار گذاشته می‌شود و زه‌آب اراضی وارد آنها شده و از طریق این لوله‌ها به زهکش‌های جمع‌کننده سطحی یا زیرزمینی تخلیه می‌گردد. اجزای زهکش زیرزمینی شامل ترانشه، لوله‌های سوراخ‌دار و یا شکاف‌دار و فیلتر پوششی لوله از جنس مصالح طبیعی و یا مصنوعی نفوذپذیر می‌باشد. لوله زهکش زیرزمینی انواع مختلفی دارد که رایج‌ترین آنها لوله‌های پلاستیکی، سفالی و بتنی می‌باشد.
- آبرو یا آبگذر: سازه‌ای است که در مسیر زهکش و در محل تلاقی با جاده، کانال یا دیگر تاسیسات متقاطع ساخته می‌شود و آب زهکش به وسیله این سازه از زیر مستحدمات فوق عبور می‌کند.
- زهکش‌های جمع‌کننده^۱: این زهکش‌ها به منظور جمع‌آوری جریان حاصل از زهکش‌های زیرزمینی و یا رواناب‌های سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسته به شرایط پروژه، زهکش‌های جمع‌کننده، زهکش‌های روباز یا لوله مدفون خواهند بود.
- زهکش زیر پوشش کانال: زهکش زیر پوشش کانال برای هدایت و تخلیه آب زیرزمینی یا آب نفوذی به پشت پوشش سخت (پوشش‌های بتنی، سنگی، آسفالتی و پلیمری) به کار می‌رود. اجرای این نوع زهکش شکل‌های مختلفی دارد از جمله آنها:
 - فیلتر و مجاری تخلیه زه‌آب به داخل کانال با و یا بدون دریچه یک‌طرفه
 - فیلتر و لوله‌های مشبک برای هدایت و تخلیه آب در محل آبشارها به داخل کانال و یا به خروجی مناسب دیگر
 - فیلتر و درزهای ایجادشده در پوشش کانال
- چاهک بازدید^۲: در مسیر زهکش‌های زیرزمینی جهت بازرسی و دسترسی به لوله نصب‌شده در ترانشه، در فواصل مناسب و یا در محل تخلیه زهکش‌های زیرزمینی روبسته به جمع‌کننده‌های روبسته، چاهک‌های بازدید ساخته می‌شود که آدمرو یا چاهک بازدید نامیده می‌شود.
- زهکش سازه‌های هیدرولیکی: جهت کنترل و کاهش فشار آب در زیر دال کف و پشت دیوارهای سازه‌های هیدرولیکی، مجرای تخلیه زه‌آب به همراه فیلتر مطابق نقشه‌های اجرایی و یا دستورالعمل دستگاه نظارت ساخته می‌شود.

- ماشین‌های حفاری پیوسته: ماشین‌هایی هستند که زهکش مزرعه را از ابتدا تا انتها بدون انقطاع و با یک سرعت مناسب حفاری نموده و ضمن لوله‌گذاری، پوشش اطراف آن را نیز هم‌زمان اجرا می‌کنند، که از جمله آنها دستگاه لوله‌گذار^۱، دستگاه حفر ترانشه و لوله‌گذار^۲ و دستگاه حفار مجرا (ساخت زهکش لانه‌موشی^۳) را می‌توان نام برد.
- دستگاه لوله‌گذار: دستگاه پیشرفته خودکار با قابلیت تنظیم با کنترل‌کننده‌های لیزری قادر به حفاری، لوله‌گذاری همراه با پوشش مصنوعی، آلی یا معدنی بدون حفر ترانشه و با دقت قابل قبول و راندمان کاری بالا است.
- دستگاه حفار ترانشه و لوله‌گذار: دستگاه معمول برای حفر ترانشه است که قابلیت تجهیز به کنترل‌کننده‌های لیزری و علاوه بر حفر ترانشه، امکان لوله‌گذاری هم‌زمان با اجرای پوشش را نیز دارد.
- دستگاه حفار مجرا: حفر مجرا در این روش اساساً به وسیله خیش حفاری مخصوص که به دنباله آن یک گشادکننده متصل است و مجرا را قطورتر و مستحکم‌تر می‌سازد، انجام می‌گیرد. معمولاً قطر این مجرا بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر است و در عمق ۰/۴ تا ۰/۶ متری اجرا می‌شود. نیروی محرکه آن، معمولاً تراکتور سنگین با توان بالا است.
- ماشین حفاری ناپیوسته: این ماشین‌ها در مواردی که عملیات خاک‌برداری و تخلیه خاک به صورت هم‌زمان نمی‌باشد و عملیات خاک‌برداری به صورت متناوب انجام می‌شود، به کار می‌رود. کنترل این ماشین‌ها دستی بوده و مهارت راننده نقش عمده‌ای در میزان دقت عملیات دارد. از جمله این ماشین‌ها می‌توان بیل مکانیکی و حفار کابل‌دار^۴ را نام برد.
- بیل مکانیکی: ماشین بسیار رایج در اکثر عملیات ساخت زهکش می‌باشد. کنترل آن دستی و شعاع عمل مناسبی دارد. برای حفر ترانشه‌ها با عرض کم، جام‌های کوچکی ساخته شده است که در عملیات حفر ترانشه کاربرد دارد.
- حفار کابل‌دار: ماشین مناسبی برای حفر زهکش‌های بزرگ سطحی در اراضی لجنی و لایروبی زهکش‌ها بوده و دارای شعاع عمل گسترده‌ای است و دقت عمل خاک‌برداری آن کم‌تر از بیل مکانیکی است.
- کنترل‌کننده لیزری: دستگاه‌هایی هستند که با نور چرخان لیزر، صفحه نور مرجع^۵ را به صورت افقی یا شیب‌دار بر فراز منطقه کار به نوعی ایجاد می‌کنند که گیرنده‌های فتوالکتریکی نصب شده بر دیرک‌های مخصوص ماشین حفار به کمک آن می‌توانند حفاری با شیب طراحی را با دقت خوب انجام دهند.

1- Trench less Machine
 2- Trencher Machine
 3- Moler
 4- Dragline
 5- Reference Light Plane

۸-۴- زهکش روباز

حفر کانال‌های زهکش روباز (زهکش‌های اصلی و فرعی) باید با رعایت مشخصات مندرج در فصل عملیات خاکی و تایید دستگاه نظارت انجام شود.

۸-۵- زهکش زیرزمینی

۸-۵-۱- برنامه‌ریزی اجرای زهکش زیرزمینی

زهکش‌ها باید از محل تخلیه (انتها) به سمت بالادست ساخته شوند. این قاعده در کلیه زهکش‌ها صادق بوده و دلیل آن حصول نتایج مثبت از عملیات زهکشی و کارایی مناسب ماشین‌آلات می‌باشد. با اجرای زهکش‌های اصلی و تخلیه‌کننده آب مازاد اراضی، شرایط بهتری برای اجرای عملیات در زهکش‌های بالادستی فراهم می‌شود. لذا پیمانکار موظف است این سلسله مراتب را در برنامه زمان‌بندی عملیاتی خود ملحوظ نماید و قبل از شروع عملیات اجرایی، سامانه تخلیه را اجرا یا آماده بهره‌برداری نماید.

در صورتی که بخشی از سامانه زهکشی پایین‌دست در برنامه پیمان نباشد، قبل از شروع عملیات اجرایی، حصول اطمینان از تخلیه زهکش در دست اقدام، ضروری است. در صورت وجود مشکلات تخلیه و یا بنا به دلایل توجیه‌پذیر، تاخیر در اجرای زهکش پایین‌دست، پیمانکار موظف است طبق دستورالعمل دستگاه نظارت نسبت به انجام تمهیدات لازم از جمله پیش‌بینی پمپاژ موقت آب زهکش اقدام نماید.

تداوم عملیات حفاری، لوله‌گذاری، پوشش اطراف لوله (فیلتر)، خاک‌ریزی و دیگر اقدامات لازم، در یک فاصله زمانی و مکانی معین از اصول اجرای زهکش‌ها می‌باشد. پیمانکار متعهد و موظف است تداوم عملیات را با اتخاذ تمهیدات لازم، رعایت نماید.

۸-۵-۲- پیاده کردن و آماده‌سازی مسیر زهکش‌ها

مسیر زهکش‌ها، محل تغییر قطر لوله‌های زهکش، محل چاهک‌های بازدید و سایر سازه‌ها براساس مشخصات ارائه شده در نقشه‌های اجرایی، باید بر روی زمین مشخص شده و علامت‌گذاری شود. لازم است قبل از پیاده‌کردن مسیر زهکش، نی و گیاهان ساقه‌بلند مانع دید، تراشیده شده و درختچه‌ها و درختان ریشه‌کن شوند. پستی و بلندی مسیر از جمله انهار و مرزهای مزارع و کپه‌های خاک یا گودال‌های موضعی با نظر دستگاه نظارت به‌گونه‌ای هموار شود که موجب افزایش دقت حفاری ماشین حفر ترانشه گردد.

رقوم خروجی زهکش‌ها و کف زهکش جمع‌کننده، کنترل شده و پس از حصول اطمینان از وجود اختلاف ارتفاع لازم برای تخلیه زهکش، عملیات حفاری می‌تواند با نظر دستگاه نظارت شروع گردد.

در صورت استفاده از ترنچ‌هایی که مجهز به دستگاه لیزر نمی‌باشند، پیمانکار باید نشانه‌هایی به ارتفاع ۱ تا ۱/۵ متر را به فواصل ۳۰ تا ۴۰ متری در مسیر حفاری به گونه‌ای نصب نماید که راننده و ماشین حفاری بتواند با نشانه‌روی بر روی علامت مشخص شده بر روی آن، حفاری کف ترانشه را در حد دقت مورد نظر اجرا نماید.

در صورتی که ماشین حفاری مجهز به دستگاه تراز یاب لیزری باشد، پیمانکار رویه عملی توصیه شده جهت کاربرد تجهیزات لیزری به شرح زیر را باید رعایت نماید:

- سه پایه فرستنده لیزری باید بدون تاثیر ارتعاش یا اثرات مشابه در جای خود به طور محکم نصب شود. در زمین‌های نرم، مثل خاک پیت، در صورت امکان باید فرستنده خارج از محدوده تاثیر گذار کار ماشین‌آلات قرار گیرد.
 - در صورت وجود خطوط انتقال و توزیع نیرو و حساسیت وسایل نسبت به آن، باید از نصب دستگاه لیزری در زیر خطوط انتقال جریان برق اجتناب گردد تا از تاثیر آن بر امواج لیزری کاسته شود.
 - در صورت بروز تاثیر رادار و در صورت حساس بودن وسایل نسبت به آن، کار زهکشی در زمانی که رادار خاموش است می‌تواند ادامه یابد. در صورت نیاز، پیمانکار موظف است برنامه کاری خود را با تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما با مسوولین واحد عمل کننده رادار هماهنگ نماید.
 - حداکثر فاصله از فرستنده لیزری در شرایط آب و هوایی مناسب ۳۰۰ متر است. در خلال بادهای شدید، حداکثر فاصله به ۲۰۰ متر کاهش داده می‌شود. به هنگام وزش بادهای خیلی تند و در شرایط مه‌گرفتگی نباید کار ادامه یابد. سرعت ماشین ساخت زهکش باید با شرایط اجرا تطبیق داده شود.
 - هنگام نصب تجهیزات لیزری اقدامات لازم برای کاهش تاثیرات باد ضروری است.
 - مطابقت تراز نصب شده و تراز واقعی اشعه لیزر ضروری است و در خلال حفر و نصب زهکش‌ها این کنترل باید تکرار شود.
 - عملکرد دستگاه لیزر باید به طور دوره‌ای و دقیق، کنترل و بازبینی شود.
- پیمانکار موظف است با بررسی شرایط محل، نوع ماشین‌آلات خود، مهارت راننده، روش فوق‌الذکر و یا هر روش پیشنهادی دیگر را برای حفاری به تایید دستگاه نظارت رسانده و عملیات را انجام دهد.

۸-۵-۳- حفاری ترانشه، رگلاژ کف و لوله‌گذاری

الف- حفاری با بیل مکانیکی: حفاری با بیل مکانیکی با استفاده از نشانه‌ها، دقت کمی دارد و جهت حفظ دقت لازم، حضور مستمر اکیپ نقشه‌برداری برای کنترل راستا و کف ترانشه الزامی است. در هر حال آماده‌سازی کف ترانشه (قبل از پخش مواد پوشش) مطابق نقشه‌ها و اسناد پیمان و یا دستور دستگاه نظارت به‌عهده پیمانکار است. برداشت اضافه‌تر از آنچه در نقشه‌ها مشخص شده است باید با دستورالعمل دستگاه نظارت، توسط پیمانکار ترمیم شود و بستر لوله‌گذاری با مصالح مناسب تنظیم گردد. در صورتی که پوشش از نوع مواد معدنی باشد،

تنظیم شیب با مصالح بسترسازی و حفظ حداقل ضخامت پوشش (فیلتر) در کف ترانشه انجام می‌شود. در صورت استفاده از پوشش‌های مصنوعی (ژئوسنتتیک)، یکنواختی کف و انطباق آن با شیب ارائه شده در نقشه‌ها و تراکم حداقل اعلام شده در مشخصات فنی خصوصی الزامی است.

لوله‌ها باید در امتداد و شیب مشخص شده، نصب گردد. حداکثر انحراف از رقوم‌های تعیین شده برای کف لوله (منوط به رعایت شیب طولی) ۳ سانتی‌متر بوده و شیب منفی در هر قسمت از لوله مسیر زهکش زیرزمینی به هیچ‌وجه مجاز نیست. قبل از کارگذاری لوله لازم است حداقل عمق کارگذاری لوله در طول مسیر کنترل گردد. برای کارگذاری لوله‌های زهکشی ابتدا کف ترانشه مطابق نقشه‌های اجرایی و یا حداقل قشری به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر از مواد پوشش قرار داده شده و پس از تنظیم کف، لوله‌های زهکش بر روی این مواد کار گذاشته می‌شود. در هر صورت لوله زهکشی باید کاملاً مستقیم و بدون انحراف‌های عمودی و افقی کارگذاری شود.

در مواردی که با تایید دستگاه نظارت، از تنبوشه‌های سفالی و یا بتنی با پیش‌بینی فاصله بین قطعات استفاده می‌شود، قبل از کارگذاری باید لوله‌ها در کنار ترانشه به همان ترتیب که قرار است کارگذاری شوند، ریسه‌گردد و در هنگام کارگذاری، لوله‌های متوالی به شکلی استقرار یابند که ورود جریان به‌داخل آنها امکان‌پذیر بوده و در عین حال از ورود ذرات خاک، شن و ماسه به داخل لوله جلوگیری شود. حداکثر فاصله بین لوله‌های متوالی نباید از ۳ میلی‌متر تجاوز کند. در زمین‌های ناپایدار که دارای ماسه روان است، لوله‌ها باید تا حد امکان به یکدیگر چفت شده و طبق دستور دستگاه نظارت به طریقی از ورود ماسه‌های روان به‌داخل لوله جلوگیری شود. استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن و یا لوله‌های آزیست سیمانی (نوع فاضلابی) با همان قطر و همراه با قفل و بست کامل و بدون شکاف در مسیرهای حاوی ماسه روان بلامانع می‌باشد.

در محل قوس مسیر، وقتی درز بین لوله‌ها در قسمت خارجی قوس بیش‌تر از حدود مجاز باشد، محل درز باید به وسیله قطعات شکسته شده لوله و یا مصالح مناسب دیگر محافظت و پوشش شود.

در مواردی که لوله زهکش از زیر مجاری آب بدون پوشش (نهر خاکی) عبور می‌کند، باید از لوله‌های مناسب طبق نقشه‌های اجرایی و یا دستور دستگاه نظارت استفاده شود. در موقع کارگذاری، داخل لوله‌ها باید کاملاً تمیز باشد و کلیه مواد زاید، خاک و خاشاک داخل لوله‌ها با دقت تخلیه و جدار داخلی تمیز شود. در پایان هر روز کاری و یا در مواقعی که لوله‌گذاری به‌طور موقت تعطیل می‌شود، دهانه لوله انتهایی باید برای جلوگیری از ورود خاک و خاشاک ناشی از بارندگی یا وزش باد مسدود و حفاظت شود.

پس از کارگذاری لوله‌ها و متعاقب بازدید و تایید دستگاه نظارت، مواد پوششی در اطراف و روی لوله‌ها مطابق ابعاد مشخص شده در نقشه‌ها ریخته می‌شود. در این عملیات باید نهایت دقت برای مهار کردن لوله‌ها و جلوگیری از جابه‌جا شدن آنها معمول گردد. ترانشه‌های حفاری شده، باید در همان روز رگلاژ، فیلترریزی، لوله‌گذاری و خاک‌ریزی گردد. در هر شرایط قبل از ریختن قشر فیلتر، لوله‌ها باید در امتداد یکدیگر بوده و فاصله بین لوله‌های متوالی از حدود مجاز تجاوز نکند.

ب- حفاری با ماشین‌های حفاری پیوسته: ماشین‌های حفاری پیوسته قادر به انجام کار در محل اتصال زهکش‌های زیرزمینی به جمع‌کننده‌ها نمی‌باشند. لذا ضروری است ابتدای خط توسط بیل مکانیکی حفاری و ادامه کار با ماشین حفاری پیوسته اجرا شود. پیمانکار در صورت استفاده از دستگاه لوله‌گذار خودکار نیازمند استفاده از سیستم کنترلی لیزری می‌باشد. به دلیل سرعت بالای این دستگاه، پیمانکار قبل از شروع عملیات باید نسبت به ارائه مشخصات کامل دستگاه، برنامه و سیستم کنترلی لازم، اقدام و همچنین راننده ماهر هدایت‌کننده دستگاه را به دستگاه نظارت معرفی و تایید لازم را دریافت نماید. پیمانکار متعهد به اجرای لوله‌گذاری در رقوم ارائه شده در نقشه‌ها می‌باشد و استفاده از دستگاه خودکار رافع مسوولیت‌های او نخواهد بود.

به منظور کاهش تخریب ساختمان خاک، باید سرعت پیشروی ماشین زهکشی تنظیم شود. انتخاب سرعت مناسب برای ماشین در هنگام کار از طریق مشاهده وضعیت خاک‌های حاصل از حفاری و با تایید دستگاه نظارت انجام می‌شود. سرعت ماشین تا اندازه‌ای مجاز است که ساختمان خاک حفظ شود و خاک‌های حاصل از حفاری به صورت روان در نیاید.

دیواره‌های ترانشه به هنگام عملیات حفاری نباید صیقلی شده و باعث کاهش هدایت هیدرولیکی آن قسمت از خاک گردد. این عمل در شرایط خیس بودن زمین اتفاق می‌افتد. لذا عملیات حفاری در چنین وضعیتی مجاز نبوده و پیمانکار باید خشک نمودن این مسیرها را از قبل در برنامه زمانی خود گنجانیده باشد.

۸-۵-۴- تخلیه آب زیرزمینی

کنترل رقوم کف و اجرای صحیح زهکش‌های زیرزمینی در شرایطی که سطح آب زیرزمینی در ترانشه بالا باشد، دارای مشکلاتی می‌باشد. اجرای زهکش‌های پایین‌دست و شبکه زهکش‌های محدوده عملیات، باعث کاهش رقوم سطح آب می‌گردد. در صورتی که شبکه زهکشی قادر به پایین انداختن کامل سطح آب نباشد، پیمانکار باید با پمپاژهای موضعی نسبت به پایین انداختن سطح آب زیرزمینی تا حد خالی شدن آب کف ترانشه و امکان اجرای پوشش زهکش زیرزمینی در رقوم پیش‌بینی شده اقدام نماید.

لوله‌گذاری در زیر تراز آب زیرزمینی در شرایط خاص و با تایید دستگاه نظارت مجاز خواهد بود. در لوله‌گذاری در چنین شرایطی باید دقت لازم به عمل آید تا در اثر بهم خوردن خاک اشباع پیرامون لوله، ظرفیت نفوذپذیری پوشش و لوله کاهش پیدا نکند. یا در شرایطی که جنس خاک دیواره ترانشه، ماسه ریز و سیلت باشد، پیمانکار باید با تمهیدات مورد تایید دستگاه نظارت، نسبت به تثبیت دیواره‌ها و امکان کارگذاری و پوشش صحیح لوله اقدام نماید.

۸-۵-۵- پرکردن ترانشه

در هنگام پرکردن ترانشه پیمانکار موظف است تمهیدات لازم را برای جلوگیری از مخلوط شدن خاک و فیلتر روی لوله و یا جابه‌جایی لوله در اثر خاک‌ریزی را فراهم نماید. فیلترریزی باید با وسیله‌ای مناسب و با دقت لازم انجام شود.

خاک‌ریزی بر روی فیلتر در اعماق و پر کردن ترانشه باید با ماشین‌آلات مناسب و تدریجی انجام شود، به‌گونه‌ای که وزن خاک تخلیه شده به داخل ترانشه باعث نشست یا جابه‌جایی لوله نگردد. پر کردن ترانشه و اتمام کار نصب زهکش باید متضمن حداقل نشست بعدی زمین و از بین رفتن امکان زیرشویی خاک باشد. لازم است ترانشه و درز شکاف ناشی از حفاری، به طور مناسب و زیر نظر دستگاه نظارت پر شود.

پر کردن و تحکیم شکاف‌های ایجاد شده با ماشین حفاری خودکار، با بازگشت ماشین به ابتدای خط بعدی و عبور چرخ‌های دستگاه از روی مسیر لوله‌گذاری شده تا حدودی عملی است. در خاک‌های خشک، مرطوب نمودن آن به وسیله آبیاری زمین یا هر روش دیگر با تایید دستگاه نظارت، به شرطی که دیواره‌های خاک‌برداری شده ترانشه صیقلی نگردد، مجاز است.

پس از پر کردن ترانشه مطابق دستورالعمل ارائه شده، عبور دادن چرخ تراکتور یا گریدر از روی خاک‌ریز ترانشه به تراکم قسمت فوقانی خاک ترانشه کمک می‌کند. با خاک‌ریزی و عبور چرخ تراکتور باید شرایط مورد نظر که همان حفظ نفوذپذیری خاک‌های روی لوله زهکش و متراکم شدن خاک بالای ترانشه است حاصل شود. این عملیات در صورت تایید آن توسط دستگاه نظارت مجاز است.

تا قبل از پایدار شدن خاک ترانشه، زهکش‌ها نباید تحت فشار بار سنگین یا آبیاری غرقابی قرار گیرند. در صورت ناگزیر بودن، باید محافظت لازم را به وسیله ایجاد پشته خاک در طرفین ترانشه به عمل آورد.

خاک‌ریزی اطراف چاهک‌های بازدید و سایر سازه‌های واقع در مسیر زهکش‌ها، باید در لایه‌های ۲۰ سانتی‌متری با استفاده از مصالح درشت‌دانه و با متراکم‌کننده‌های دستی در حد تراکم اعلام شده در اسناد پیمان انجام شوند و یا آن‌که حسب مورد و طبق دستور دستگاه نظارت با شفته آهکی پر گردد.

۸-۵-۶- کنترل و بررسی لوله‌های نصب شده

جهت کنترل و بازرسی لوله‌های زهکش زیرزمینی نصب شده، موارد زیر باید مد نظر قرار گیرد:

- ترانشه باز: در شرایط اجرای خط لوله زهکش زیرزمینی در ترانشه روباز، کنترل رقوم و یکنواختی شیب کف ترانشه، فیلتر زیر لوله، لوله و فیلتر روی لوله، زیر نظر دستگاه نظارت انجام و پس از تایید آن عملیات خاک‌ریزی صورت می‌گیرد.

- ترانشه بسته: در شرایط اجرای خط لوله زهکش زیرزمینی بدون حفر ترانشه، لوله‌گذاری قابل رویت نیست. در صورتی که ابزار و روش‌های کنترل در مشخصات فنی خصوصی پیش‌بینی نشده باشد، دستگاه نظارت روش کنترلی لازم را اعلام و پیمانکار موظف به انجام آن می‌باشد. این روش‌ها می‌تواند به قرار زیر باشد:

- کنترل عملکرد ماشین در هنگام نصب
- روش بازگشایی بخش‌هایی از ترانشه، به میزان حداقل ۵ درصد طول لوله در بازه‌های مختلف مورد نظر دستگاه نظارت

- ردیابی لوله در فواصل مناسب به روش میل زنی
- روش‌های الکتریکی و کنترل کننده داخل لوله

کف ترانشه در رقوم مورد نظر باید هموار بوده و بستر مناسبی برای لوله گذاری باشد. لوله‌های زهکش به هیچ وجه نباید بر روی سنگلاخ قرار گیرد. چنانچه کف ترانشه در رقوم پیش‌بینی شده دارای قلوه‌سنگ و یا مواد سیمانته شده باشد، باید کف ترانشه را حداقل تا عمق ۱۵ سانتی‌متر زیر رقوم مورد نظر برداشته و جای آن مخلوط شن و ماسه و یا خاک سرند شده و یا مصالح دیگر مورد قبول دستگاه نظارت ریخته و در حد مناسبی متراکم گردد.

۸-۵-۷- شستشوی زهکش‌های زیرزمینی

در هنگام حمل و نصب لوله‌های زهکشی و پرکردن ترانشه مربوطه و پس از اولین آبیاری، احتمالاً مقداری رسوب از قبیل لای و ماسه‌ریز به داخل لوله وارد و در آن ته‌نشین می‌شود. پیمانکار موظف است پس از انجام مراحل اجرایی و قبل از تحویل زهکش‌های زیرزمینی، مبادرت به شستشوی کامل شبکه زهکشی اعم از زهکش‌های فرعی، جمع‌کننده‌ها و آدم‌روها نماید. برای این منظور پیمانکار باید ابزار و وسایل مورد نیاز از جمله تجهیزات شستشوی زهکش‌های زیرزمینی^۱ و تانکر آب مناسب را فراهم نماید.

شستشو از بالادست‌ترین آدم‌رو موجود در امتداد هر یک از لوله‌های زهکش‌های زیرزمینی (لاترال‌ها) به سمت قطعه پایین‌دست لوله‌های زهکشی زیرزمینی انجام می‌گردد. رسوبات موجود در داخل لوله از طریق جریان و فشار آب به داخل آدم‌رو هدایت می‌شود و از آنجا با استفاده از نیروی کارگر یا پمپ‌های لجن‌کش تخلیه می‌شود. لوله‌ها و آدم‌روها در جمع‌کننده‌ها نیز به همین طریق شستشو می‌شوند.

در هنگام شستشو و آزمایش هر قسمت از زهکش‌ها باید دقت شود که جریان آب در لوله زهکش به صورت آزاد باشد تا فشار داخلی در لوله موجب جریان معکوس از لوله به ترانشه نشود. چنین جریانی می‌تواند منجر به جابه‌جایی یا به هم خوردن دانه‌بندی فیلتر (پوشش) اطراف لوله گردد.

۸-۶- زهکش زیر پوشش بتنی کانال‌ها و سازه‌ها

۸-۶-۱- زهکش زیر پوشش کانال

در زیر پوشش کانال‌ها، در محل‌هایی که سطح آب زیرزمینی بالاست یا احتمال بالا آمدن آن وجود داشته و یا در حالتی که کانال در خاک‌ریز ریزدانه ساخته می‌شود، به منظور جلوگیری از تخریب احتمالی پوشش کانال در اثر زیر فشار

آب، طبق نقشه‌ها و دستورالعمل دستگاه نظارت، زهکش زیر پوشش کانال ساخته می‌شود. زهکشی زیر پوشش به اشکال مختلف صورت می‌گیرد:

الف- روش جمع‌آوری آب در لایه‌های زهکش

با کارگذاری لایه‌ای از جنس مصنوعات کارخانه‌ای (ژئوسنتتیک) و یا معدنی (از مصالح شن و ماسه)، آب زیرزمینی به سمت این لایه‌ها هدایت می‌شود. آب جمع‌شده و جاری در این لایه در محل‌های مناسب به داخل کانال و یا به خارج از آن تخلیه می‌شود. نحوه کارگذاری لایه‌ها بسته به مورد به روش‌های زیر امکان‌پذیر است:

- پیوسته در کف و شیروانی کانال
- پیوسته در کف
- پیوسته در کف و تا ارتفاعی از شیروانی
- پیوسته در کف و تناوبی در شیروانی

ب- روش تخلیه

روش‌های تخلیه در نقشه‌های اجرایی ارائه می‌شود. در مواردی که نقشه‌ها فاقد مشخصات لازم باشد، روش تخلیه توسط دستگاه نظارت ابلاغ می‌شود که می‌تواند شامل یکی از روش‌های زیر باشد:

- جمع‌آوری به وسیله لوله‌های زهکشی مشبک زیرزمینی مستقر در لایه‌ای از فیلتر که از طریق دریچه‌های یک‌طرفه به داخل کانال و یا در کانال‌های با شیب تند در محل آبشارها به داخل حوضچه آرامش تخلیه می‌شود. این لوله می‌تواند در طرفین کف و یا وسط کانال اجرا شود.
- جمع‌آوری موضعی و تخلیه توسط دریچه‌های یک‌طرفه در داخل کانال.
- جمع‌آوری به وسیله لوله‌های زهکشی مشبک و پمپاژ به خارج محدوده کانال

۸-۶-۲- زهکشی سازه‌های هیدرولیکی

در محل‌هایی که سطح آب زیرزمینی بالاست یا احتمال بالا آمدن آن وجود داشته و یا محل‌هایی که نفوذ آب‌های سطحی می‌تواند منجر به ایجاد فشار آب در پشت و یا زیر سازه‌های هیدرولیکی و یا دیوارهای حفاظتی شود، طبق نقشه‌ها و دستورالعمل دستگاه نظارت اجرای لایه زهکشی و لوله هدایت آب^۱ ضروری خواهد بود. اجرای این تمهیدات بخصوص در پشت دیوارهای مجاور رودخانه، دیوارهای هادی بندهای انحرافی و زیر حوضچه آرامش سازه‌های هیدرولیکی نظیر آبشارها، تندآب‌ها، بندهای انحرافی که در معرض زیرفشار آب می‌باشند با هماهنگی دستگاه نظارت ضروری است. لوله هدایت آب معمولاً به قطر ۱۰۰ میلی‌متر بوده و در قسمت ابتدایی (در مجاورت خاک) باید یک لایه زهکش و فیلتر

اجرا شود. در زیر حوضچه‌های آرامش بندهای انحرافی، اجرای لایه زهکش-فیلتر در سرتاسر زیر دال بتنی حوضچه آرامش مطابق نقشه‌ها ضروری بوده و لوله هدایت آب باید به صورت شبکه‌ای و به فواصل ۲ تا ۴ متر اجرا شود. در دیوارها بسته به ارتفاع دیوار، اجرای لوله در قسمت تحتانی و میانی دیوار توصیه می‌گردد.

۸-۶-۳- برنامه عملیات

اجرای عملیات زهکشی تابع عملیات پوشش کانال‌ها است (بند ۴-۲-۱-پ). پیمانکار به‌هنگام ارائه برنامه زمان‌بندی تفصیلی، محدودیت‌های موجود در خاک‌برداری، رگلاژ، سطح آب زیرزمینی و پوشش بتنی کانال را مدنظر قرار داده و برنامه عملیاتی تهیه مصالح، ماشین‌آلات و نیروی انسانی لازم را در برنامه می‌گنجانند. بالا بودن سطح آب زیرزمینی محدودیت قابل توجهی می‌باشد در چنین شرایطی، لازم است با اجرای زهکش زیرزمینی موقت و یا پمپاژ موضعی و تخلیه آن به خارج از محدوده عملیات، نسبت به تثبیت سطح آب در زیر رقوم فیلترریزی، اقدام شود.

۸-۶-۴- آماده‌سازی بستر و خاک‌برداری

آماده‌سازی بستر کانال برای اجرای پوشش، بستگی به نوع پوشش و روش‌های جمع‌آوری و تخلیه آب زیر پوشش دارد. این اقدامات شامل مراحل طبق بند ۴-۲-۱-ح و یا دستورالعمل دستگاه نظارت خواهد بود. قبل از شروع نیمرخ‌سازی جدار کانال، لازم است نصب لوله‌های افقی و یا قائم و دریچه‌های یک‌طرفه مطابق نقشه‌ها با شیب و اندازه و رقوم تعیین شده و با تایید دستگاه نظارت و با توجه به شرایط خاک‌برداری موضوع بند ۴-۲-۱ این مشخصات فنی صورت گیرد.

۸-۶-۵- تخلیه آب زیرزمینی

قبل از اجرای فیلتر زیرپوشش، خصوصاً در کف کانال‌هایی که رقوم آنها پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی است و یا به هر دلیلی آب در سطح آن جمع می‌شود، باید نسبت به تثبیت سطح آب در رقومی پایین‌تر از کف فیلترریزی اقدام شود. تعیین رقوم تثبیت و عمق کارگذاری زهکش با توجه به نوع زهکشی پیش‌بینی شده و جنس خاک، با دستگاه نظارت خواهد بود. اجرای فیلتر در زمین‌های لجنی و اشباع که باعث گل‌آلود شدن فیلتر می‌گردد، مجاز نمی‌باشد. پیمانکار باید طبق دستورالعمل دستگاه نظارت نسبت به زهکشی مستمر و تخلیه آب مازاد تا زمان اتمام عملیات فیلترگذاری، نصب لوله‌های زهکشی با و یا بدون دریچه‌های یک‌طرفه، پوشش بتنی و پرکردن درزهای طولی و عرضی پوشش کانال اقدام نماید. مشخصات مصالح لازم برای بهره‌برداری و نگهداری این زهکش با نظر دستگاه نظارت خواهد بود.

۸-۶-۶- نصب لوله‌ها، دریچه‌های یک‌طرفه و فیلترریزی

تامین، تهیه، پخش مصالح و نصب لوله‌ها، دریچه‌های یک‌طرفه و فیلترریزی دقیقاً در محل‌های تعیین شده و با مشخصات و محدودیت‌های اعلام شده در نقشه‌ها صورت می‌گیرد. پیمانکار باید در اجرای عملیات به موارد زیر توجه نماید و برنامه اجرایی عملیات و هر نوع تغییر نقشه‌ها را قبلاً به اطلاع دستگاه نظارت برساند.

- رقوم کف لوله‌گذاری و شیب و رقوم تخلیه
- تداخل احتمالی با سازه‌های مسیر و پیش‌بینی‌های لازم
- اتصال به سازه‌های محل تخلیه
- فیلترریزی متوالی قائم یا افقی و رعایت مشخصات اعلام شده
- مراحل نصب دریچه‌های یک‌طرفه و حفاظت از لوله‌های قائم آن
- ابعاد و عمق محل دریچه یک‌طرفه در جسم پوشش بتنی کانال

عمق نصب لوله در یک سانتی‌متری از سطح پوشش بتنی کانال می‌باشد. قطر لوله‌های قائم حدود ۵ سانتی‌متر بوده و قسمت انتهایی آن که داخل فیلتر قرار می‌گیرد باید مشبک باشد. برای مشبک نمودن لوله باید شیارهایی به عرض ۲ میلی‌متر و به فاصله ۲ سانتی‌متری از هم در پیرامون لوله، و به اندازه حدود ۶ سانتی‌متری در طول لوله در ردیف‌های متناوب ایجاد گردد. این مشخصات در صورت عدم مشخص شدن در نقشه‌ها و مشخصات خصوصی پیمان، با تایید دستگاه نظارت قابل اجرا خواهد بود.

۸-۶-۷- اقدامات احتیاطی

پیمانکار موظف به حفاظت از سلامت و عملکرد دریچه‌های یک‌طرفه می‌باشد. موارد زیر از جمله مسایلی است که باید مورد توجه قرار گیرد:

- نصب دریچه‌ها به گونه‌ای که امکان کندن و خارج کردن آن به راحتی عملی نباشد.
 - مراقبت‌های احتیاطی و ممانعت از مسدود شدن لوله‌ها به‌هنگام عملیات فیلترریزی و اجرای پوشش بتنی
 - مراقبت از دریچه‌ها به‌هنگام تمیزکاری کف کانال
 - حفاظت از قطعات دریچه از عوامل جوی و انسانی و تحرک ماشین‌آلات
- راهکارهای ارائه شده حفاظتی پیمانکار به هیچ عنوان نباید باعث عملکرد نامناسب این دریچه‌ها گردد و روش‌های حفاظتی در هر صورت باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

۸-۶-۸- آزمایش عملکرد زهکشی

برای حصول اطمینان از کارکرد دریچه‌های یک‌طرفه و یا مجاری بدون دریچه تخلیه زه‌آب، بعد از نصب باید مورد آزمون قرار گیرند. در صورتی که سطح آب زیرزمینی بالاتر از کف کانال باشد، عملکرد زهکش‌ها به سهولت قابل ارزیابی

است. در صورت عدم وجود چنین شرایطی، روش‌های آزمایش عملکرد با توجه به شرایط منطقه بررسی و توسط دستگاه نظارت برای اجرا به پیمانکار ابلاغ می‌شود.

۸-۷- مصالح مصرفی زهکشی

۸-۷-۱- کلیات

مشخصات و کیفیت مصالح مصرفی در زهکشی عمقی و زیرزمینی، نقش اساسی در عملکرد دراز مدت تاسیسات زهکشی دارد و به طور کلی باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

الف- از ورود ذرات خاک به داخل فیلتر و زهکش‌های زیرزمینی جلوگیری نموده تا زه‌آب‌ها به راحتی از آن عبور کرده و وارد زهکش‌ها بشوند.

ب- از نظر شیمیایی - فیزیکی و در شرایط محیطی پروژه مقاوم و با دوام باشند.

ج- مقاومت کافی سازه‌ای در برابر بارهای وارده و تغییر شکل‌های ناشی از آن را داشته باشند.

د- با معیارهای مندرج در این فصل یا استانداردهای مشابه منطبق باشند.

ه- در ابعاد و اندازه‌هایی باشند، تا بتوانند حجم آب مورد نظر و محاسبه شده در پروژه را جمع‌آوری و تخلیه کنند.

اجزا اصلی سیستم زهکشی عبارتند از:

- لوله‌های زهکشی زیرزمینی و جمع‌کننده‌ها

- مواد و مصالح فیلتر دور لوله

- لوله‌های آبگذر

- چاهک‌های بازدید (آدم‌روها)

- سازه‌های تخلیه جمع‌کننده‌ها به زهکش‌های روباز

به طور کلی جنس و مشخصات مصالح باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

۸-۷-۲- لوله‌های زهکش زیرزمینی

لوله‌های معمول مورد کاربرد در زهکش‌های زیرزمینی به شرح زیر است:

- لوله‌های پلاستیکی

- تنبوشه‌های سفالی و بتنی

- لوله‌های بتنی و آریست سیمان فاضلابی

کیفیت و مشخصات هر یک از لوله‌های ذکر شده باید با ضوابط و استانداردهای مربوطه تطبیق نماید و پیمانکار باید

قبل از تهیه و به کار بردن آنها، تایید دستگاه نظارت را دریافت نماید.

۸-۷-۲-۱- لوله‌های پلاستیکی

لوله‌های پلاستیکی کنگره‌دار زهکشی عمدتاً در دو نوع لوله پلی‌اتیلن و پی‌وی‌سی تولید و عرضه می‌شود. منافذ پیش‌بینی شده در محل فرورفتگی‌های لوله تعبیه می‌شود و به طور معمول منافذ به شکل شکاف‌های مستطیلی هستند، در برخی مصنوعات شکاف‌های دایره‌ای نیز در لوله‌ها تعبیه می‌شود.

قبل از تشریفات خرید، پیمانکار باید گواهی کیفیت منطبق بر استانداردهای مورد نظر را به تایید دستگاه نظارت برساند. لوله‌های پلاستیکی زهکشی باید به صورت کلاف‌های حداقل ۵۰ متری بسته‌بندی شده و دارای برکه کیفیت کالا با حداقل مشخصات، نوع لوله، قطر لوله، تاریخ تولید و نام شرکت تولیدکننده باشد.

بسته‌بندی کلاف باید به قدر کافی محکم باشد. به نحوی که در حمل و نقل و جابه‌جایی در جای خود پایدار باشد. لوله‌های پلاستیکی با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه، حساسیت‌های مختلفی دارند. پیمانکار باید برای حفاظت لوله‌ها، مراقبت‌های لازم را به عمل آورد.

لوله‌های پی‌وی‌سی نسبت به اشعه ماوراء بنفش خورشید حساس هستند. لذا در مناطق گرمسیری، نباید لوله را بدون روکش در معرض تابش مستقیم قرار داد. حمل و نقل لوله‌ها به صورت روباز مجاز نمی‌باشد. برای انبار کردن لوله‌ها نیز رعایت شرایط فوق الزامی است. این نوع لوله در درجه حرارت کم‌تر از ۳ درجه سانتی‌گراد نیز آسیب‌پذیر بوده و نباید در این شرایط نگهداری، جابه‌جا و یا نصب گردد. دستگاه نظارت می‌تواند تمام یا قسمتی از لوله‌هایی را که به نظر می‌رسد تحت تاثیر تشعشع مستقیم نور آسیب دیده‌اند، نپذیرد. لوله‌های PVC در درجه حرارت پایین شکننده‌تر از لوله‌های پلی‌اتیلن می‌باشند. عدم رعایت شرایط خاص هر لوله در انبار کردن آنها می‌تواند ضایعاتی را برای لوله در پی داشته باشد.

لوله‌های پلاستیکی تولیدی مورد مصرف باید مطابق مشخصات فنی و استاندارد اعلام شده در اسناد پیمان باشد. در غیاب این اعلام، استاندارد ایرانی موجود معتبر می‌باشد. در غیر این صورت، با تایید دستگاه نظارت یکی از استانداردهای زیر قابل قبول است:

- لوله‌های پی‌وی‌سی SCS 606 یا Din 1187
- لوله‌های پی‌وی‌سی موجدار^۱ و اتصالات ASTM F800
- لوله‌های پلی‌اتیلن موجدار و اتصالات (۱۵۰-۷۵ میلی‌متر) ASTM F405
- لوله‌های پلی‌اتیلن موجدار و اتصالات (۶۱۰-۲۰۰ میلی‌متر) ASTM F667

به طور کلی این نوع لوله‌ها باید در تمام طول، دارای مشخصات یکنواخت و همگن بوده و عاری از مواد خارجی و عیوب قابل رویت باشد.

این لوله‌ها باید در موارد کلی زیر نیز کنترل شده و تاییدیه دستگاه نظارت را کسب نماید.

- وضعیت ظاهری: با بررسی سطوح داخلی و خارجی، باید اطمینان حاصل شود که لوله عاری از خراشیدگی است. انتهای لوله کاملاً مدور و صاف بریده شده باشد و تغییر رنگ لوله ناشی از آفتاب‌زدگی، خشک‌شدگی و شکنندگی نباشد.
- طول اسمی: لوله‌هایی تا قطر ۲۰۰ میلی‌متر به صورت کلافی و حداقل طول آن ۲۰ متر و طول آن مضرپی از ۵ متر باشد. لوله‌هایی با قطر بیش از ۲۰۰ میلی‌متر به صورت شاخه‌ای با طول بیش از ۳ متر، با طول مضرپی از ۴ متر باشد.
- دایره‌ای بودن لوله: لوله‌های مصرفی از نظر مدور بودن مورد آزمایش قرار می‌گیرند و باید تفاوت حداکثر و حداقل اندازه قطر هر مقطع بیش از ۱۰ درصد نباشد.
- سوراخ‌ها: با انتخاب یک متر از طول لوله زهکشی موارد زیر کنترل می‌شود:
 - توزیع سوراخ‌ها: توزیع سوراخ‌ها در سطح لوله باید یکنواخت باشد. تعداد ردیف‌ها در طول یک متر نباید از ۴ ردیف کم‌تر بوده و نیز در هر ۱۰ سانتی‌متر طول لوله حداقل ۲ سوراخ وجود داشته باشد.
 - عرض اسمی سوراخ‌ها: عرض اسمی سوراخ‌ها باید بین ۱/۰ تا ۲/۳ میلی‌متر باشد. متوسط انحراف عرض سوراخ‌ها از مقادیر اسمی نباید از ۰/۲ میلی‌متر بیش‌تر باشد. عرض یک سوراخ نباید از مقدار اسمی آن بیش‌تر از ۰/۴ میلی‌متر انحراف داشته باشد.
 - مساحت سوراخ‌ها: مساحت سوراخ‌ها به‌طور معمول باید ۱ تا ۲ درصد مساحت جانبی لوله باشد.
 - تعداد سوراخ‌های معیوب باید کم‌تر از ۱۰ درصد سوراخ‌ها باشد.
 - در صورتی که ابعاد سوراخ‌ها شرایط بالا را پوشش ندهد، لوله معیوب و غیرقابل قبول به شمار می‌رود.

۸-۷-۲-۲- تنبوشه‌های سفالی

لوله‌های سفالی باید با استفاده از مصالح خاکی مرغوب عاری از مواد شنی و ماسه‌ای و نیز ترکیبات شیمیایی نامناسب و محلول در آب نظیر آهک و گچ، تهیه‌شده و مشخصات آن با استاندارد ASTM C4 و یا استاندارد مشابه مورد قبول دستگاه نظارت، تطبیق نماید. به‌طور کلی تنبوشه‌ها باید دارای جدار داخلی صاف، عاری از ترک‌خوردگی، اندازه‌های ثابت و لبه‌های منظم بوده و از استحکام و مقاومت کافی برخوردار باشد. حداکثر طول لوله‌ها نباید از ۴۰ سانتی‌متر تجاوز نماید. مقطع تنبوشه‌ها باید دایره کامل بوده و مقاطع انتهایی آن کاملاً عمود بر محور طولی تنبوشه باشد. کلیه قطعات تنبوشه‌ها بایستی از یک‌طرف دارای مادگی باشند به‌صورتی که امکان درگیر شدن دو قطعه تنبوشه مجاور هم را به‌خوبی میسر و از انحراف و جابه‌جایی آنها در موقع نصب جلوگیری نماید. حداکثر فاصله بین لوله‌ها، با توجه به جنس خاک تعیین می‌شود و نباید بیش از ۳ میلی‌متر باشد.

۸-۷-۲-۳- تنبوشه‌های بتنی

مشخصات لوله‌های بتنی مورد استفاده برای زهکش‌های زیرزمینی باید با استاندارد ASTM C412 و لوله‌های بتنی مورد استفاده زهکش‌های جمع‌کننده با استاندارد ASTM C118 و یا استانداردهای مشابه مورد قبول دستگاه نظارت تطبیق نماید. این لوله‌ها به طور کلی باید دارای جدار داخلی صاف، اندازه‌های ثابت، لبه‌های منظم و استحکام کافی بوده و در صورت وجود سولفات در آب زیرزمینی، برای تهیه آنها از سیمان ضد سولفات استفاده شده باشد. حداکثر طول لوله‌ها برای زهکش زیرزمینی (تنبوشه) از ۴۰ سانتی‌متر نباید تجاوز کند.

پیمانکار موظف است اطلاعات مورد نیاز دستگاه نظارت در زمینه مشخصات فنی مصالح بتن مورد استفاده در تنبوشه‌های بتنی را قبل از این‌که در اجرای کار از آنها استفاده نماید، تسلیم نموده و تایید دستگاه نظارت را برای به‌کارگیری آنها کسب نماید.

استفاده از لوله‌های معیوب و یا مصالحی که به هر عنوان با مشخصات مورد قبول دستگاه نظارت تطبیق ننماید، مجاز نمی‌باشد.

لوله‌های زهکشی پس از تولید نباید در زمین مرطوب و نمدار و یا محل‌هایی که در معرض سیل و یا آبیاری است دپو و نگهداری شود. چنانچه لوله‌ها در شرایط یخبندان فصلی ساخته و یا انبار می‌شود باید در مقابل صدمات ناشی از یخبندان محافظت گردد. محل اتصال تنبوشه‌های بتنی مشابه سفالی است، اما محل اتصال لوله‌های جمع‌کننده باید با ملات ماسه و سیمان (۳ماسه-۱سیمان) پر شود.

۸-۷-۳- مصالح و مواد پوشش

مواد پوششی مورد استفاده برای محافظت زهکش‌های زیرزمینی شامل مواد متخلخلی است که از نظر فنی و اقتصادی بنا به تشخیص دستگاه نظارت قابل استفاده در پروژه می‌باشد. در صورتی که در مشخصات فنی خصوصی و نقشه‌های پروژه، مشخصات فیلتر پوشش دور لوله‌های زهکش زیرزمینی ارائه نشده باشد، نوع و مشخصات پوشش با تایید دستگاه نظارت و طبق فصل ۵ نشریه ۳۶۸ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور با عنوان «ضوابط طراحی و انتخاب مواد و مصالح برای زهکش‌های زیرزمینی» تعیین می‌شود. مواد فیلتر دور لوله به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- پوشش‌های معدنی دانه‌ای

- پوشش‌های آلی

- پوشش‌های مصنوعی

استفاده از هر کدام از پوشش‌های فوق طبق مشخصات اعلام شده در اسناد پیمان و تایید دستگاه نظارت خواهد بود.

۸-۷-۳-۱- پوشش معدنی دانه‌ای

مصالح این نوع پوشش از شن و ماسه رودخانه‌ای و یا مصالح تولید شده در کارگاه سنگ‌شکن تامین می‌شود. این مصالح باید تمیز، سخت و عاری از مواد آلی و یا مواد سست و کم مقاومت باشد. شکل ذرات شن تا حد امکان نزدیک به کروی بوده و دانه‌های پهن (دانه‌های پهن دانه‌هایی هستند که نسبت عرض به ضخامت آن از ۳ بزرگ‌تر باشد) از حداکثر ۱۵ درصد وزنی مصالح فیلتر نباید تجاوز نماید.

کیفیت مصالح فیلتر در عملکرد زهکش‌ها نقش بسیار عمده‌ای دارند و از این جهت در انتخاب دانه‌بندی مصالح فیلتر باید موارد زیر رعایت گردد. در روابط زیر F معرف مصالح فیلتر، B معرف مصالح پایه (خاکی که باید در مقابل شسته شدن محافظت شود)، D_{85} ، D_{60} ، D_{50} ، D_{15} ، D_{10} نشانه اندازه دانه‌ای است که به ترتیب ۱۰ تا ۸۵ درصد دانه‌ها از آن کوچک‌تر می‌باشند.

الف- جهت تامین نفوذپذیری کافی مصالح فیلتر جهت هدایت آب به سمت لوله‌زهکشی باید $\frac{D_{15}^F}{D_{15}^B} > 4$ باشد.

ب- جهت جلوگیری از جابه‌جایی و شسته شدن خاک پایه به داخل فیلتر باید

$$\frac{D_{15}^F}{D_{85}^B} \leq 5 \quad \text{و} \quad \frac{D_{50}^F}{D_{50}^B} \leq 25 \quad \text{و} \quad \frac{D_{15}^F}{D_{15}^B} \leq 20$$

برای خاک‌های اطراف با یکنواختی زیاد یعنی $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} < 1.5$ نسبت $\frac{D_{15}^F}{D_{85}^B}$ را می‌توان تا ۶ افزایش داد و برای

خاک‌های اطراف با یکنواختی کم یعنی $C_u > 4$ نسبت $\frac{D_{15}^F}{D_{15}^B}$ را می‌توان تا ۴۰ افزایش داد.

ج- برای جلوگیری از حرکت و شسته شدن و ورود ذرات فیلتر به لوله‌های زهکشی باید:

$$\frac{D_{87}^F}{\text{عرض شکاف یا قطر سوراخ‌های لوله زهکش}} > 2$$

این مصالح باید معیارهای فیلتر ذکر شده در بالا را نسبت به خاک اطراف برآورده نمایند. در بسیاری از مواقع برای حصول این شرایط نیاز به فیلترهای چند لایه‌ای می‌باشد.

د- حداکثر اندازه ذرات جهت جلوگیری از جداسازی دانه‌ها در هنگام اجرا، باید به ۷۵ میلی‌متر محدود گردد و

همچنین جهت حفظ آبگذری مناسب درصد ذرات عبوری از الک نمره ۲۰۰ نباید بیش‌تر از ۵ درصد باشد.

پیمانکار موظف است در تهیه و کاربرد فیلترهای زهکشی خصوصاً در شرایط استفاده از ماشین‌های مخصوص حفاری

دقت کافی به عمل آورد تا علاوه بر جلوگیری از مخلوط شدن خاک با فیلتر، در هنگام بارگیری و باراندازی از محل دپو تا

محل نصب زهکش‌ها، موارد زیر رعایت گردد:

- دستگاه حفر ترانشه باید کاملاً تنظیم گردد تا قشر فیلتر با ضخامت یکسان در اطراف لوله‌ها ریخته شود.

- در هنگام حمل و نقل، بارگیری، دیپو و فیلترریزی از جداسدگی دانه‌ها (ریز یا درشت) جلوگیری گردد.
 - فیلتر باید خوب دانه‌بندی شود و عاری از بقایای گیاهی، رس و سایر مواد مضر که هدایت هیدرولیکی پوشش دور لوله را تحت تاثیر قرار دهد، باشد.
- دستگاه نظارت می‌تواند معیارهای فوق‌الذکر یا یکی از معیارهای ارائه شده در نشریه ۲۶۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور را مبنا قرار داده و جهت اجرا به پیمانکار ابلاغ نماید.
- به‌طور کلی در اجرای فیلتر و زهکش (دور لوله یا زیر پوشش بتنی کانال و ...)، جهت کنترل دانه‌بندی باید حداقل به ازای هر ۲۰۰ مترمکعب اجرای زهکش یا فیلتر، یک آزمایش دانه‌بندی انجام پذیرد.

۸-۷-۳-۲- پوشش آلی

پوشش آلی از مواد زاید کشاورزی مانند کاه، بقایای برنج، گندم، کتان، برگ گیاه سدر، نی، چوب بلال، تراشه چوب، جارو، کتان خرد شده و... تشکیل می‌شود. این نوع مواد می‌توانند در هنگام اجرا استفاده شوند و یا این‌که قبلاً به دور لوله زهکش پیچیده شوند.

در صورت پیشنهاد چنین پوششی، پیمانکار موظف است طبق دستورالعمل دستگاه نظارت نسبت به تهیه مصالح مورد نظر با مشخصات اعلام شده، اقدام نموده و این پوشش را اجرا نماید. مشخصات فنی لازم در مشخصات فنی خصوصی ارائه می‌شود، در غیر این صورت دستگاه نظارت می‌تواند یکی از انواع مصالح و روش‌های ارائه شده در نشریه ۳۶۸ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور را برای اجرا ابلاغ نماید.

۸-۷-۳-۳- پوشش‌های مصنوعی

پوشش‌های مصنوعی که به زمین پارچه‌ها^۱ معروف می‌باشند، شامل مواد مختلف پلیمری هستند. این مواد می‌تواند از جنس پلی‌آمید^۲، پلی‌استر^۳، پلی‌اتیلن^۴ و یا پلی‌پروپیلن^۵ باشد. این مواد مصنوعی معمولاً توسط شرکت‌های تخصصی و یا کارخانه‌های سازنده دور لوله‌های زهکش پیچیده می‌شوند. این نوع تولیدات باید به اندازه کافی در مقابل حمل و نقل و نصب، مقاومت داشته باشد به نحوی که هیچ‌گونه آسیبی به آنها وارد نگردد.

معیارهای پوشش‌های مصنوعی طبق بند ۳-۴ نشریه ۲۶۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور بوده و در صورت تایید دستگاه نظارت معیارهای زیر به عنوان راهنمای کاربرد ژئوتکستایل که از معمول‌ترین پوشش‌های مصنوعی در زهکش‌های زیرزمینی می‌باشند، باید رعایت شود:

- 1- Geotextile
- 2- Polyamide
- 3- Polyester Pylene (PETP)
- 4- Polyethylene (PE)
- 5- Polypropylene

الف - اندازه سوراخ‌ها

- وقتی که خاک پایه (خاک مزرعه) کم‌تر از ۵۰ درصد مواد رد شده از الک ۲۰۰ داشته باشد، اندازه ظاهری روزنه ژئوتکستایل، باید کم‌تر از ۰/۶ میلی‌متر (بزرگ‌تر از الک شماره ۳۰) باشد.
- وقتی که خاک پایه بیش‌تر از ۵۰ درصد مواد رد شده از الک ۲۰۰ داشته باشد، اندازه ظاهری روزنه ژئوتکستایل باید کوچک‌تر از ۰/۳ میلی‌متر باشد. (بزرگ‌تر از الک شماره ۵۰)
- وقتی که خاک پایه از مصالح ۲۵-۰ میلی‌متر باشد، برای انتخاب اندازه ظاهری باید مصالح رد شده از الک شماره ۴ یعنی ۴/۷۵ میلی‌متر را مبنا قرار داد.

ب - تراوایی پوشش

- در شرایط عادی تراوایی (هدایت هیدرولیکی) زمین پارچه، باید مساوی و یا بزرگ‌تر از تراوایی خاک پایه باشد.
- در شرایط بحرانی، ضریب تراوایی زمین پارچه باید حداقل ۱۰ برابر تراوایی خاک پایه باشد.

ج - ضخامت پوشش

گرچه عموماً پوشش‌های ضخیم عملکرد بهتری داشته‌اند، اما ضخامت مبنا نبوده و عملکرد هر پوشش مبنای انتخاب خواهد بود. اما آنچه باید در عمل مورد توجه قرار گیرد، تغییرات ضخامت پوشش در طول خط لوله می‌باشد. لذا متوسط ضخامت هر نمونه مورد آزمایش نباید انحرافی کم‌تر یا بیش‌تر از ۲۵ درصد مقدار اعلام شده توسط کارخانه سازنده، داشته باشد.

د - جرم واحد سطح

جهت اطمینان از یکنواختی قابل قبول، جرم واحد سطح نباید بیش‌تر از ۲۵ درصد مقدار اعلام شده توسط کارخانه سازنده باشد.

ه - اندازه روزنه‌ها و معیارهای نگهداری

- $1 \leq O_{90} / d_{90} \leq 2.5$ برای پوشش‌های با ضخامت مساوی یا کم‌تر از یک میلی‌متر
- $1 \leq O_{90} / d_{90} \leq 3$ برای پوشش‌های با ضخامت بین ۱ و ۳ میلی‌متر
- $1 \leq O_{90} / d_{90} \leq 4$ برای پوشش‌های با ضخامت بین ۳ و ۵ میلی‌متر
- $1 \leq O_{90} / d_{90} \leq 5$ برای پوشش‌های با ضخامت مساوی یا بیش از ۵ میلی‌متر

معیار $O_{90} / d_{90} \geq 1$ به منظور به حداقل رساندن خطر گرفتگی ثانویه مصالح معدنی می‌باشد. توصیه می‌شود، پوشش‌هایی استفاده شوند که دارای نسبت‌های O_{90} / d_{90} نزدیک به حد بالای پیشنهاد شده باشد.

در روابط فوق O_{90} پوشش زهکش عبارتست از اندازه روزنه‌ای که ۹۰ درصد روزنه‌ها از آن کوچک‌ترند و d_{90} عبارتست از قطر ذراتی از خاک در تماس با پوشش (خاک پایه) که ۹۰ درصد وزنی ذرات خاک از آن کوچک‌ترند.

و- مشخصات مکانیکی

قابلیت فشردگی پوشش‌های تراکم‌پذیر، مهم‌ترین عامل موثر بر روی مشخصه اندازه روزنه‌ها و هدایت هیدرولیکی می‌باشد. یکی دیگر از مسایل پوشش‌ها، سائیدگی و یا پاره‌شدن قسمت‌هایی از پوشش لوله‌ها به هنگام حمل و نقل می‌باشد. پوشش‌هایی که بر اثر تراکم، نفوذپذیری قابل قبول خود را از دست می‌دهند نباید در زهکش‌های زیرزمینی مزارع استفاده شوند. همچنین استفاده از لوله‌های زهکشی با پوشش آسیب‌دیده مجاز نمی‌باشد. در صورتی که مرمت پوشش‌های آسیب‌دیده عملی بوده و مورد تایید دستگاه نظارت باشد، ترمیم آن بلامانع است.

بر حسب این که زمین پارچه در چه شرایطی مورد مصرف قرار می‌گیرد، ویژگی‌های آن در مقابل پارگی و گسیختگی و غیره باید مطابق استانداردهای مرتبط باشد. در این مورد استانداردهای ایران به شرح زیر تدوین شده است که در زمان اجرا آخرین بازنگری آنها مورد عمل خواهد بود.

اندازه‌گیری جرم در واحد سطح	استاندارد شماره ۷۲۱۹
اندازه‌گیری ضخامت تحت فشار	استاندارد شماره ۷۲۲۰
اندازه‌گیری ضخامت یک لایه از چند لایه	استاندارد شماره ۲-۷۲۲۰
اندازه‌گیری خواص کششی	استاندارد شماره ۷۲۲۱
مقاومت در برابر سوراخ شدن	استاندارد شماره ۷۲۲۲

در غیاب استانداردهای ملی، دستگاه نظارت می‌تواند به ترتیب، استانداردهای سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)، استاندارد اروپایی و یا ASTM را مبنای ارزیابی قرار دهد.

ز- حمل و انبار کردن

این مصنوعات پلیمری قبل از استفاده باید در محلی خشک، تمیز، دور از تابش مستقیم خورشید و تغییرات غیر مجاز دما که منجر به تغییر شکل‌های غیر قابل قبول می‌شود انبار شود. حمل این مصنوعات باید به نحوی انجام شود که در هنگام حمل صدمه‌ای به آن وارد نشود و از کارخانه سالم تحویل انبار شود، حمل و نقل، انبار کردن و کاربرد آن در محل مصرف باید طبق استاندارد ASTM D4873 باشد.

ح- بسترسازی

بستری که لایه پلیمری بر روی آن استقرار می‌یابد، باید طبق نقشه‌ها صاف و تمیز باشد. سطح مورد نظر باید طبق تایید دستگاه نظارت عاری از خرده سنگ، کلوخه، سوراخ و فرورفتگی، برآمدگی بوده و شرایط بستر نباید لجنی و یا دارای آب جاری و یا راکد باشد. مگر آن که در نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی توصیه‌ای دیگر شده باشد.

۸-۸-۸- آبروها (آبگذرها)

آبروها، سازه‌های هیدرولیکی برقراری بدون خسارت جریان آب آبراهه‌ها، مسیل‌ها و زهکش‌ها در محل تقاطع جاده، کانال و سایر تاسیسات مسیر می‌باشند. این سازه‌ها به اشکال مختلف لوله‌ای، صندوقه‌ای، بیضوی و یا مجاری قوس‌دار و منطبق بر مشخصات و نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل دستگاه نظارت احداث می‌گردند.

اجرای آبروها طبق برنامه‌ای مشخص و با انجام تمهیدات لازم برای هدایت اصولی جریان‌های مخرب و جاری و با تایید دستگاه نظارت انجام می‌شود. لذا باید قبل از شروع عملیات خاکی و به منظور پیشگیری از فرسایش، تخریب و آسیب‌دیدگی ابنیه فنی، خاک‌ریزی‌ها و شیب شیروانی‌ها، تمهیدات لازم برای جمع‌آوری، انحراف و تخلیه صحیح رواناب‌ها صورت گیرد.

به هنگام عملیات اجرایی، باید همواره مراقبت خاص به عمل آید تا به کانال‌ها، آبروها و مجاری هدایت آب به آبروها، هیچ‌گونه آسیبی وارد نشود.

این مجاری باید همواره عاری از مصالح و مواد زاید بوده تا مانع عبور جریان آب نگردد. قبل از ساخت این‌گونه مجاری زهکشی، باید تمهیدات لازم برای ورود و خروج آزاد آب تامین گردد.

۸-۸-۸-۱- آبروهای لوله‌ای بتنی پیش‌ساخته

لوله‌های بتنی ساده و یا مسلح مصرفی در آبروها را می‌توان در کارخانه و یا در محل با وسایل ماشینی مخصوص، به صورت پیش‌ساخته تهیه نمود. اندازه و نوع لوله‌ها باید با جزییات مندرج در نقشه‌ها و یا مشخصات استاندارد آشتو از جمله M170-86 (لوله‌های بتنی مسلح) و آشتو M86-87 (لوله‌های بتنی غیر مسلح) منطبق باشند. به طور کلی لوله‌های تا قطر ۶۰ سانتی‌متر به صورت غیر مسلح و لوله‌های با قطر بیش‌تر از ۶۰ سانتی‌متر از بتن مسلح ساخته می‌شود.

سطح درونی لوله‌ها باید کاملاً مستقیم و اختلاف مجاز آن با ابعاد واقعی، از ۱/۵ درصد بیش‌تر نباشد. حد رواداری در قطر لوله یک سانتی‌متر است. ضخامت جدار لوله می‌تواند حداکثر ۵ درصد بیش‌تر از اندازه پیش‌بینی شده در نقشه‌های پروژه باشد. لوله‌ها ممکن است از نوع نر و ماده و یا انواع زبانه و شیار باشند، ولی به هر حال باید با نوع مشخص شده در نقشه‌ها برابری نمایند.

بتن لوله‌ها باید از رده C25 تهیه شود و عیار سیمان لوله‌های بتنی مسلح و غیرمسلح هیچ‌گاه نباید کم‌تر از ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب بتن باشد. نوع سیمان، شن، ماسه، نسبت آب به سیمان و همچنین کلیه عملیات مربوط به تهیه، اختلاط، حمل، ریختن بتن، ارتعاش و نگهداری باید با مندرجات فصل پنجم تطبیق نماید. نوع دیوارهای انتهایی و نوع بتن آنها با توجه به شرایط محلی در مشخصات فنی خصوصی قید می‌شود. لوله‌های بتنی ساده و یا مسلح نباید قبل از به دست آوردن مقاومت ۲۸ روزه و یا زودتر از ۲۸ روز حمل و به مصرف برسد.

۸-۸-۲- آبگذرهای تاوه‌ای

آبروهای تاوه‌ای شامل تاوه‌های پیش‌ساخته مسلح و یا ریخته‌شده در محل (درجا) می‌باشد. اندازه این نوع آبروها باید با اندازه‌های مشخص شده در نقشه‌ها برابری نماید. بتن مصرفی در تاوه‌ها از C20 یا C25 و نوع بتن دیوارها می‌تواند از C16، C20 یا C25 باشد. سایر عملیات بتنی و بنایی باید با مندرجات فصل‌های پنجم و ششم تطبیق نماید.

۸-۸-۳- آبگذرهای مدور و غیر مدور با مصالح مختلف

استفاده از این نوع آبگذرها باید با نظر مهندس مشاور انتخاب و اجرا شود. در صورت پیشنهاد، پیمانکار موظف است طبق دستورالعمل دستگاه نظارت نسبت به تهیه لوله‌های مورد نظر با مشخصات اعلام شده، اقدام نماید. مشخصات فنی لازم در مشخصات فنی خصوصی ارائه می‌شود، در غیر این صورت دستگاه نظارت می‌تواند با توجه به سهولت دسترسی یکی از موارد زیر را با شرح کامل عملیات آماده‌کردن محل آبرو، نصب و خاک‌ریزی برای اجرا ابلاغ نماید.

الف- لوله‌های قوسی از بتن مسلح AASHTO-M206

ب- لوله‌های بیضی شکل از بتن مسلح AASHTO-M2078

ج- لوله‌های آهنی یا فولادی گالوانیزه موجدار AASHTO-M218

د- لوله‌های آزبست سیمانی ASTM428-ISOR881

ه- لوله‌های جی.آر.پی ASTM-D3262

و- لوله دو جداره پلی اتیلنی DIN 16961- ISO 9969

ز- مقاطع جعبه‌ای بتنی درجا

۸-۸-۴- پی‌کنی آبگذرها و لوله‌ها

الف- پی‌کنی آبروها و لوله‌ها باید طبق اندازه‌های تعیین شده در نقشه‌ها و برابر دستور دستگاه نظارت انجام گیرد. پی‌کنی‌ها باید به عرضی باشد که سهولت کار را فراهم و از لحاظ عملیات ساختمانی مقرون به صرفه باشد. پی‌کنی در بستر زیرین آبروها و لوله‌ها باید با دقت کامل و منطبق با تراز مشخص شده در نقشه و در خاک بکر و دست نخورده در سراسر طول آبرو، انجام گیرد. در صورتی که تراز قسمت زیرین پایین‌تر از حدود مورد نظر بوده و یا بستر با شیب صحیح شکل نگرفته باشد، باید آن را با مصالح بنایی و یا بتن ضعیف اصلاح نمود.

ب- تعویض خاک نامناسب و سست بستر زیرین لوله‌ها با مصالح قابل قبول موجود و تا عمق لازم، باید با دستورالعمل دستگاه نظارت انجام شود. مصالح جایگزین شده باید تا حصول تراکم نسبی ۹۵ درصد به روش پراکتور استاندارد کوبیده شود.

ج- برای لوله‌گذاری در زمین‌های سنگی یا سخت، باید کف بستر تا ۱۵ سانتی‌متر پایین‌تر از قسمت تحتانی لوله کنده شده و سپس با ماسه و یا شن ریز پر و متراکم گردد.

د- هرگاه به تشخیص دستگاه نظارت، در پی کنی آبروها و لوله‌ها، سپرکوبی، حایل‌بندی و پمپاژ لازم باشد، پیمانکار باید به این امر اقدام نموده و پس از خاتمه کار این حایل‌ها و پشت‌بندها را از محل کار خارج نماید.

۸-۸-۵- نصب لوله‌ها

الف- لوله‌ها باید با خط و شیب صحیح مندرج در نقشه‌ها، در روی کف آماده شده و بستر هموار و مستحکم، نصب شود. زبانه هر لوله باید در شیار لوله مجاور قرار گیرد و کلیه لوله‌های نصب شده در تمام طول آبرو باید دقیقاً هم‌مرکز باشند. درز بین دو لوله باید کاملاً با ملات سیمانی پر شود. سپس یک قالب دو درز ساخته شده و داخل آن به‌گونه‌ای با بتن پر گردد که تشکیل یک طوقه کامل دهد. اندود سیمان باید با گونی مرطوب و یا وسیله مشابه پوشیده شده و حداقل ۲۴ ساعت بعد از اندود کردن نیز مرطوب نگاه داشته شود. در خصوص لوله‌های ساخت کارخانه که از درزهای کام و زبانه و نوار آب‌بند لاستیکی تشکیل شده است، استفاده از ملات و بتن برای آب‌بندی درز ضروری نمی‌باشد.

ب- چاهک و چاه‌های بازدید باید طبق دستورات دستگاه نظارت و نقشه‌های اجرایی در محل ساخته شوند. انتهای کلیه لوله‌ها باید مطابق نقشه در بتن قرار داده شده و با ملات سیمانی نوع یک اندود گردد.

ج- دور لوله‌ها باید در محل‌هایی که در نقشه‌های اجرایی نشان داده شده و یا مناطقی که دستگاه نظارت تعیین می‌کند، برابر ابعاد و اندازه‌های مشخص شده، با بتن محصور گردد. بتن باید با احتیاط کامل زیر، طرفین و روی لوله‌ها ریخته شود، به‌گونه‌ای که زیر و اطراف لوله‌ها از بتن پر شده و بستری مسطح و مستحکم به‌وجود آید. سپس طبق دستور دستگاه نظارت، بتن ریخته شده، ویبره و در نهایت سطح فوقانی آن با شمشه تسطیح و پرداخت گردد.

د- در مواردی که تمام یا قسمتی از لوله‌گذاری در خاک‌ریزی صورت می‌گیرد، باید ابتدا عملیات خاک‌ریزی را با منظور نمودن ضخامت زیرسازی لوله تا ارتفاعی که حداقل ۶۰ سانتی‌متر پوشش خاکی روی لوله را تامین کرده و بلندی آن از ۲/۵ متر تجاوز نکند، طبق مشخصات مندرج در فصل عملیات خاکی اجرا، سپس ترانشه محل لوله‌گذاری را با دیوارهای نسبتاً قائم خاک‌برداری و لوله را داخل ترانشه، نصب کرد.

۸-۸-۶- خاک‌ریزی فضای خالی اطراف لوله‌ها و آبروها

پر کردن فضای خالی اطراف لوله‌ها و یا مجاری مستطیلی باید بعد از پاک کردن کامل درون لوله‌ها و آبروها و طرفین دیوارها از مصالح اضافی و بازدید و تایید دستگاه نظارت انجام گیرد. این فضای خالی باید در لایه‌هایی به ضخامت حداکثر ۱۵ سانتی‌متر با مصالح مناسب یا مصالح منتخب و یا مصالح ویژه از نوع خرده‌سنگی (مصالح زهکش) که دانه‌بندی آنها در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی تعیین شده، پر شود. لایه‌های اولیه خاک‌ریز روی لوله‌ها باید عاری از سنگ و کلوخه بوده و مصالح در هنگام اجرا روی لوله‌ها پرتاب نشود.

تراکم نسبی خاک‌ریزی‌ها نسبت به تراکم پراکتور استاندارد، باید حداقل ۹۵ درصد باشد مگر آن که در مشخصات فنی خصوصی رقم دیگری برای آن تصریح شده باشد. عملیات خاک‌ریزی و کوبیدن باید به طریقی صورت گیرد که تراز طرفین آبروهای صندوقه‌ای و لوله‌ها در هر زمان یکسان بوده و در هنگام انجام کار، به لوله‌ها و دیوارها آسیبی وارد نشود. قطعات سپرها و حایل‌ها نباید در محل کار باقی بماند ولی برای پر کردن محل‌هایی که در آن سپرکوبی و حایل‌بندی به کار رفته باید ترتیبی اتخاذ شود تا در هنگام کوبیدن مصالح، از ریزش کناره‌ها جلوگیری به عمل آید.

۸-۹- آزمایش لوله‌های جمع‌کننده و آبروها

- لوله‌های زهکش جمع‌کننده باید مورد آزمایش قرار گیرند. به این منظور در صورتی که در حد فاصل ابتدا و انتهای این لوله‌ها چاهک باشد، باید مسیر خط لوله قطعه به قطعه بین چاهک‌های بازدید آزمایش شود. این آزمایش از طریق آب تحت فشار مشخصی که حداقل و حداکثر آن توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد، انجام خواهد شد. ضمن آزمایش، آب باید در لوله‌ها باقی بماند و نشت آب از لوله‌ها، قابل قبول نخواهد بود. لوله‌هایی که در این آزمایش معیوب تشخیص داده شوند باید جمع‌آوری و با لوله‌های سالم تعویض شوند. قبل از آزمایش و تایید کتبی دستگاه نظارت، پیمانکار مجاز به مدفون کردن لوله‌ها نمی‌باشد.
- عملکرد آبروهای زیر جاده‌ها، کانال‌ها و آبروهایی با طول کوتاه که معمولاً جریان آزاد آب در آنها برقرار می‌شود و وضعیت ظاهری آنها به سهولت قابل رویت است، به هنگام برقراری جریان آب در آنها مورد آزمایش قرار می‌گیرد و نقایص آن توسط پیمانکار مرتفع می‌شود. آبروهای مدفون که جریان آزاد یا تحت فشار دارند نیز باید مورد آزمایش قرار گیرند. به این منظور باید در صورت امکان از نظر ظاهری مورد بازدید قرار گرفته و همچنین با برقرار نمودن جریان آب در این آبروها، عدم وجود نشتی در آنها کنترل شود.

فصل ٩

قنات

۹-۱- مشخصات کلی

این فصل از مشخصات فنی عمومی، شامل الزاماتی است که در راستای شرایط عمومی پیمان، باید توسط پیمانکار در ساخت، ترمیم و حفاظت مجاری زیرزمینی (قنات) و چاه‌های مرتبط با این مجاری در شرایط دایر و یا متروکه به کار گرفته شود.

در این مشخصات فنی، منظور از قنات یا مجرای انتقال آب، مجرای با ابعاد مشابه قنات سنتی ایران که قابل حفر با نیروی انسانی در زمین‌های آبرفتی و ریزدانه و یا با تجهیزات تسهیل‌کننده مانند کمپرسور و یا آتشباری محدود در مصالح دج و سنگی می‌باشد. شکل این مجاری معمولاً سهموی و یا نعل اسبی و حداکثر قطر نهایی مورد انتظار برای حفاری ۲ متر است.

۹-۲- تعاریف

- قنات: قنات یا کاریز مجموعه مجرای زیرزمینی (کوره) و میله‌چاه‌ها، جهت انتقال آب زیرزمینی به سطح زمین برای مصارف شرب و کشاورزی است.
- قنات متروک: قناتی است که خشک و غیرقابل استفاده بوده و متروکه بودن آن توسط کارفرما تایید می‌شود.
- کوره: مجرای انتقال آب که به صورت دستی حفر شده و می‌تواند خشک بوده یا آب در آن جریان داشته باشد.
- سطح جانبی کوره: سطح جانبی بر اساس خط پیرامونی مقطع کوره قبل از پوشش و با رواداری اعلام شده در این مشخصات فنی خواهد بود.
- چاه دستی: منظور از چاه دستی، چاهی است که با استفاده از نیروی بدنی و با استفاده از وسایل بنایی مانند کلنگ، بیلچه و یا ابزار برقی از قبیل بالابر، چکش بادی و غیره حفر می‌شود.
- میله‌چاه: چاه‌هایی که در طول مسیر کوره قنات و بر روی آن حفر شده و از آن برای ورود و خروج مقنی، وسایل و ابزارآلات مورد نیاز، تهویه کوره و نهایتاً خارج ساختن مواد خاک‌برداری شده از آنها استفاده می‌شود.
- کول: کول قطعه‌ای است بتنی که شکل تخم مرغی، بیضوی و دایره‌ای و به صورت مسلح و یا غیرمسلح با ابعاد مختلف ساخته شده و برای جلوگیری از ریزش دیواره میله‌چاه‌ها و یا سقف و دیواره‌های کوره قنات به کار می‌رود. کول می‌تواند با استفاده از مصالح دیگری نیز که همین وظیفه را انجام دهند ساخته شود.

۹-۳- عملیات اجرای کوره به روش حفر قنات

۹-۳-۱- دامنه کاربرد

عملیات حفر کوره عموماً، شامل حفر میله‌چاه، میله‌چاه‌های خاص دسترسی، ورودی، مسیر و خروجی کوره می‌گردد. پیمانکار موظف است نیروی انسانی، مصالح، تجهیزات، ابزار و ادوات و ماشین‌آلات مناسب حفاری چاه و کوره و همچنین حمل و نقل مصالح حفاری شده و مصالح مورد نیاز برای پوشش قنات را تامین نماید.

۹-۳-۲- سازمان و روش اجرا

پیمانکار ظرف مهلت مشخص شده در اسناد پیمان، جزییات برنامه، روش‌های اجرا و نحوه هم‌زمانی (منطبق بر نقشه‌ها، مشخصات فنی خصوصی) و برنامه تفصیلی خود مشتمل بر موارد زیر را به دستگاه نظارت اعلام می‌نماید.

- ترکیب تیم حفاری و ابزار و ادوات مورد نیاز و برنامه کاری
- تامین ابزار و لوازم نقشه‌برداری خاص قنات
- تعیین موقعیت میله‌چاه‌ها و راستای حفر کوره و رقوم خط پروژه در هر میله‌چاه
- روش حفاظت خاک‌های ریزشی اطراف میله‌چاه
- اقدامات لازم برای جلوگیری از ریزش دیواره چاه‌ها
- اقدامات حفاظتی و ممانعت از ورود رواناب‌های جاری و رواناب‌های حاصل از بارندگی‌ها
- ابزار و ادوات و وسایل انتقال خاک به بیرون از کوره، روش نصب و تضمین‌های لازم برای استحکام آن
- نوع ماشین‌آلات و ابزار و ادوات مورد استفاده در کوره، میله‌چاه و خارج از چاه
- آبکشی مستمر و تخلیه آب با امکانات مناسب موتوری
- سیستم روشنایی و تهویه

۹-۳-۳- تدابیر ایمنی

پیمانکار مسوول ایمنی کلیه عملیات حفاری چاه، کوره و ورودی و خروجی آن است. پیمانکار باید، به طور منظم و برنامه‌ریزی شده، بازرسی و مراقبت‌های لازم از حفاظ اطراف میله‌چاه‌ها، مصالح ریزشی دیواره چاه‌ها و کوره را انجام داده و اقدامات مقاوم‌سازی با تایید دستگاه نظارت معمول نماید.

قبل از شروع عملیات حفر میله‌چاه‌ها، پیمانکار باید اقدامات لازم برای مقابله با ورود سیلاب‌ها و رواناب‌های احتمالی به داخل چاه را انجام داده و تدابیر ایمنی حفاظت کارگران حفر درون چاه را به تایید دستگاه نظارت برساند. به‌منظور تامین روشنایی داخل چاه و کوره لازم است از سیستم کابل‌کشی و چراغ‌های عایق ضد آب و یا برق مستقیم (غیرمتناوب) استفاده شود.

با توجه به شرایط محیطی محدوده کار و قبل از شروع عملیات اجرایی حفر چاه‌ها، باید علایم هشداردهنده لازم نصب گردیده و اقدامات لازم برای جلوگیری از ورود احشام و حیوانات وحشی به محدوده چاه‌ها فراهم گردد. همچنین پیمانکار موظف است پس از تعطیل کار روزانه، هفتگی، دوره‌ای و یا یک بخش از پیمان تا زمان تحویل موقت نسبت به نصب درپوش‌های مطمئن برای ممانعت از سقوط اجسام خارجی به داخل چاه اقدام نماید.

قبل از حفاری چاه و یا کوره، اطلاع از موقعیت دقیق تاسیسات زیرزمینی آن منطقه ضروری است. کارفرما اقدامات لازم جهت اعمال هماهنگی‌های لازم بین پیمانکار و ادارات مسوول این مستحذات جهت قطعیت موقعیت آنها را انجام خواهد داد. پیمانکار مسوول انجام اقدامات لازم برای حفظ عملکرد و کارایی مستحذات واقع در محدوده عملیات اجرایی قنات در حد وضع موجود آنها و جلوگیری از وارد شدن خسارات ناشی از اجرای قنات به آن مستحذات بوده و جبران هر نوع خسارت بر عهده وی می‌باشد.

۹-۳-۴- تهویه

وجود میله‌چاه‌ها و کمک آنها به تهویه هوا به هیچ عنوان رافع مسوولیت‌های پیمانکار در مقابل حفظ سلامت کلیه افراد عمل کننده و بازدیدکننده نخواهد بود. پیمانکار باید نسبت به تامین و نصب بادبزن‌ها^۱ و خطوط لوله انتقال هوا با ابعاد و ظرفیت کافی اقدام نماید.

پیمانکار باید با در نظر گرفتن جبهه‌های کار، نوع فضاهای زیرزمینی اعم از میله‌چاه‌ها یا کوره‌ها، روش‌های حفاری و عملیات اجرای پوشش، روش‌های نگهداری و ماشین آلات مورد استفاده در داخل کوره، طرح تهویه را تهیه و قبل از اجرا به دستگاه نظارت ارائه نماید. پیمانکار همچنین باید کلیه روش‌های کاهش منابع آلودگی هوای محیط را پیش‌بینی کرده و به دستگاه نظارت ارائه نماید.

پیمانکار باید در حفاری‌های زیرزمینی تا زمان نصب سیستم تهویه مورد تایید، از وجود تهویه کافی به هنگام عملیات حفاری مطمئن باشد. در حفاری‌های زیرزمینی برای به حداقل رساندن گرد و غبار باید با تایید دستگاه نظارت تمهیدات لازم برای جلوگیری از آلودگی هوای محیط کار به عمل آید. در عملیات حفاری و انجام پوشش، استفاده از ماشین‌آلاتی که با سوخت فسیلی کار می‌کنند در داخل کوره مجاز نمی‌باشد.

پیمانکار باید غلظت گازهای زیان‌بار را حداقل هفته‌ای یک‌بار و در صورت لزوم در فواصل زمانی کوتاه‌تر، بنا بر تشخیص دستگاه نظارت اندازه‌گیری نماید. این گازها می‌توانند از طریق ماشین‌آلات، ابزار و ادوات مورد استفاده کارگران تولید شده و یا به دلیل عبور مجاری حفاری از محدوده آب‌های معدنی با گازهای مضر حاصل شده باشد.

سیستم تهویه مورد استفاده باید بتواند در تمام مدت عملیات اجرایی، همواره غلظت حجمی اکسیژن را به حداقل ۲۰ درصد برساند. در ضمن، پیمانکار باید در محاسبات تهویه، افت فشار هوا را در مجاری تهویه مد نظر قرار دهد. ابزار ثبت میزان گازهای زیان‌بار و گرد و غبار باید همواره با شرایط مناسب در دسترس باشد. این ابزار باید در مدت عملیات حفاری زیرزمینی توسط پیمانکار به کار گرفته شود. اطلاعات ثبت شده باید به صورت هفتگی یا مطابق دستورالعمل دستگاه نظارت تهیه و به دستگاه نظارت ارائه شود. مسوولیت بهره‌برداری از سیستم تهویه در حفاری‌های زیرزمینی تا پایان کلیه عملیات اجرایی به عهده پیمانکار است.

سیستم تهویه باید قابلیت تامین مقادیر حداقل هوای مورد نیاز به شرح زیر را داشته باشد:

- ۶ مترمکعب در دقیقه به ازای هر نفر که در فضاهای زیرزمینی مشغول به کار هستند.
- ۶ مترمکعب در دقیقه به ازای هر کیلووات قدرت دستگاه‌های دیزلی و یا سایر تجهیزات با سوخت فسیلی که به ناگزیر و با تأیید دستگاه نظارت در فضاهای زیرزمینی کار می‌کنند.
- سرعت متوسط جریان هوا در کلیه مجاری زیرزمینی نباید کم‌تر از $0/3$ متر در ثانیه باشد.
- در جبهه کار باید حداقل ۷ مترمکعب در دقیقه هوای تازه تامین گردد.

پیمانکار باید کلیه دستگاه‌ها و مجاری تهویه را در وضعیت مطلوب نگهداری نماید و هر گونه آسیب دیدگی مجاری تهویه باید در اسرع وقت ترمیم گردد.

چنانچه میزان غلظت گازهای سمی از حدود مشخص شده تجاوز نماید، پیمانکار باید بلافاصله موتورهای دیزلی را متوقف، میزان تهویه را افزایش و یا اقدامات قابل قبول دیگری را با تأیید دستگاه نظارت به عمل آورد.

پیمانکار باید متناسب با انواع فعالیت‌های مورد نظر نظیر تزریق، بتن‌ریزی، بتن‌پاشی، اصلاحاتی در سیستم تهویه به عمل آورد. سیستم تهویه باید قابلیت کنترل دمای مورد نیاز را نیز داشته باشد و شرایط مناسب برای محیط کار در داخل قنات را فراهم سازد. پیمانکار باید برای اندازه‌گیری گازها و رعایت مشخصات فنی، تجهیزات و وسایل اندازه‌گیری مورد نیاز را در وضعیت مطلوب نگهداری نماید.

لوله‌های تهویه مورد استفاده جهت انتقال هوا باید به گونه‌ای باشد که افت فشار در آن به حداقل برسد. جنس لوله‌های تهویه باید از مواد غیر قابل اشتعال باشد. پیمانکار باید کلیه قرائت‌های انجام شده را ثبت و به صورت هفتگی به دستگاه نظارت ارائه نماید. پیمانکار باید محل نصب بادبزن‌ها را به تأیید دستگاه نظارت برساند.

۹-۳-۵- روشنایی، کابل کشی و تلفن

تمام کارهای زیرزمینی باید به اندازه کافی جهت دسترسی، انجام صحیح کار، بازرسی، نصب و غیره به‌وسیله نیروی برق روشن شوند. محل کار زیرزمینی باید به قدری روشن باشد تا انجام کارهای معمولی به خطر نیفتد. وسایل روشنایی باید در مقابل حوادث محافظت شوند. شدت روشنایی در کلیه نقاط فضاهای زیرزمینی نباید کم‌تر از ۵ شمع (هر شمع برابر است با ۱۰/۷۶ لوکس) باشد.

در کارهایی که در سطح پایین انجام می‌شود روشنایی باید برحسب احتیاج برآورده شود. ولتاژ برق سیستم روشنایی در کلیه کارهای زیرزمینی نباید از ۱۱۰ ولت سه فاز بیش‌تر شود. حداکثر فاصله چراغ‌ها از هم حدود ۱۰ متر باشد. مدار سیستم روشنایی باید جدا از بقیه کابل‌کشی‌ها باشد و جهت مواقع اضطراری باطری برای آن در نظر گرفته شده باشد. تمام افراد داخل قنات باید به کلاه چراغ‌دار مجهز باشند که هر کدام باطری مستقل خود را داشته باشند. کابل‌کشی برق جهت روشنایی به نقاط مختلف، باید به درستی انجام شود و در محل تثبیت گردد.

پیمانکار باید سیستم تلفن را به نوعی احداث نماید که امکان برقراری تماس از دفتر محل کارگاه با واحدهای عملیاتی زیرزمین یا دفاتر اصلی و دفتر دستگاه نظارت وجود داشته باشد. در صورت وجود خط تلفن در محل، شبکه تلفن کارگاه باید با شبکه تلفن عمومی متصل باشد و در صورت نیاز بنا به تشخیص دستگاه نظارت سیستم بیسیم جهت مهندسیین کارگاه تهیه شود.

۹-۳-۶- مسیر و امتداد کوره

پیمانکار موظف است قبل از شروع عملیات اجرایی، پروفیل زمین در مسیر کوره را برداشت نماید و در صورتی که در کدهای اجرایی نقشه‌ها تغییراتی وجود داشته باشد به اطلاع دستگاه نظارت برساند تا در صورت نیاز نقشه‌های اصلاحی و جزییات مورد نظر از طرف دستگاه نظارت تهیه و ابلاغ گردد.

پیمانکار ابزار و ادوات مورد نیاز تعیین رقوم دقیق و هدایت عملیات حفاری چاه و کوره را فراهم نموده و برنامه پیاده کردن مسیر و هدایت عملیات را به تایید دستگاه نظارت می‌رساند. متناسب با شرایط مسیر کوره و زمین طبیعی مسیر کوره، پیمانکار به تعداد کافی نقاط نشانه کمکی ایجاد می‌نماید تا کنترل مسیر به سهولت امکان‌پذیر باشد. نقاط نشانه باید در موقعیتی نصب گردد که در اثر فعالیت‌های حفاری و حمل و نقل خاک و مصالح، تا پایان پیمان آسیب نبیند. روش انتخابی برای کنترل و تنظیم محور کوره و میله‌چاه‌ها باید مورد تایید دستگاه نظارت باشد. پیمانکار باید وسایل و امکانات لازم برای بررسی محور را برای دستگاه نظارت فراهم نماید.

حداکثر خطا در رواداری مابین دو میله‌چاه برای کوره به شرح زیر است:

- محور کوره ± 75 میلی‌متر

- شکل نیم‌رخ ± 30 میلی‌متر

در هنگام عملیات حفر کوره، پیمانکار موظف است هر گونه خطایی که از حدود قید شده در بالا بیش‌تر باشد را اصلاح نماید. دستگاه نظارت می‌تواند تا زمانی که اصلاحات انجام نشده، مجوز شروع بقیه عملیات حفاری را صادر نکند.

۹-۳-۷- حفاری میله‌چاه و کوره

۹-۳-۷-۱- کلیات

اصولا حفر مجرای زیرزمینی به روش مقنی در مناطقی توصیه می‌گردد که میل‌چاه‌ها و کوره‌ها عمدتاً از مناطق غیر سنگی عبور نماید. این‌گونه عملیات در خاک‌هایی که بافت آنها بیش‌تر رسی، ماسه‌ای، شنی، قلوه‌سنگی، رگه‌های مخلوط شن و ماسه که با ملات رسی به هم چسبیده و همچنین سنگ‌های شکسته و از هم جدا باشد، صورت می‌گیرد. در این زمین‌ها به‌طور کلی ماشین‌آلات معمولی که برای حفاری در خاک به کار می‌روند، کفایت می‌نماید و حفاری در خاک منظور می‌گردد، ولی در زمین‌های سخت و سنگی به تشخیص دستگاه نظارت نیاز به تجهیزات خاص و مواد سوزا می‌باشد که پیمانکار باید با توجه به شناخت کامل از منطقه و ابعاد و مشخصات کار، کلیه ماشین‌آلات و لوازم مورد نیاز را قبل از عملیات تهیه نموده و تمهیدات راه‌اندازی آنها در کارگاه و محل میل‌چاه‌ها را فراهم نماید.

۹-۳-۷-۲- حفر میله‌چاه

میله‌چاه‌ها به‌منظور دسترسی به مسیر کوره و با اهداف زیر و یا دستور دستگاه نظارت حفر می‌گردند:

- برقراری جریان هوا در داخل کوره برای امکان انجام عملیات
 - تخلیه خاک ناشی از حفاری کوره
 - انتقال مصالح لازم برای پوشش
 - تخلیه آب زیرزمینی در صورتی که چندین بازه مستقل از هم فعال باشد.
- برای قنات‌های در عمق بیش از ۱۰ متر، فاصله میله‌چاه‌ها ۲۰ تا ۳۰ متر انتخاب می‌شود که با توجه به عمق، لایه‌های زمین‌شناسی و آب زیرزمینی متغیر می‌باشد و در نقشه‌های اجرایی مشخص خواهد شد. در انتخاب و آرایش میله‌چاه‌ها باید توجه شود که در محل نقاط شکست مسیر (PI) کوره، حتماً میله‌چاه احداث گردد.
- افزایش فاصله میله‌چاه‌ها با ارائه روش مورد تایید برای تهویه مناسب و بدون بار مالی اضافی بابت آبکشی، حمل و تخلیه مصالح حاصل از خاک‌برداری و انتقال مصالح پوشش به داخل کوره و کلیه عملیات اجرایی مربوطه فقط با تایید دستگاه نظارت قابل قبول خواهد بود.
- دهانه میله‌چاه‌ها باید به نحو مطمئن تثبیت گردد. به‌طوری‌که در مقابل عملیات تخلیه خاک از چاه و انتقال مصالح ورود و خروج نیروی انسانی خطرناک نبوده و ریزش نکند. طوقه‌چینی دهانه چاه باید طبق نقشه‌های اجرایی انجام شود. در میله‌چاه‌های موقت پیمانکار می‌تواند، روش‌های مطمئن حفاظت را جهت اظهار نظر دستگاه نظارت پیشنهاد نماید که پس از تایید مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در هر شرایطی پیمانکار مسوول حفاظت سلامت کارگران در مقابل ریزش، تخریب و یا سقوط اجسام می‌باشد. دهانه میله‌چاه بعد از پوشش نباید کم‌تر از ۷۵ سانتی‌متر باشد و تمهیدات لازم برای سهولت و ایمنی ورود و خروج کارگران فراهم باشد.

۹-۳-۷-۳- حفاری کوره

حفاری کوره‌ها بهتر است از انتها آغاز شود و در ادامه کوره، کانال یا آبراهه مناسب برای تخلیه جریان آب زیرزمینی احتمالی پیش‌بینی شود. حفاری کوره از نقطه مرکزی هر میله‌چاه در دو جهت مخالف بالادست و پایین‌دست در امتدادهای تعیین شده انجام می‌شود. طول حفاری کوره در هر جهت حدود ۱۰ تا ۱۵ متر است. حفاری مقطع تعیین شده با توجه به قطر کوره، جنس زمین از نظر میزان پایداری و شرایط آب زیرزمینی طبق برنامه تایید شده توسط دستگاه نظارت در چند مرحله انجام می‌شود. در صورتی که طبق برنامه طوقه‌چینی و پوشش بلافاصله انجام نمی‌گیرد و فاصله زمانی آن بیش از ۷۲ ساعت و یا زمانی که دستگاه نظارت تعیین می‌کند باشد، باید حفاری مقطع به صورت کامل صورت نگرفته و یک قشر ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری برای برداشت قبل از اجرای پوشش باقی بماند. در صورت حفاری مقطع نهایی، پیمانکار باید دقت کافی را به عمل آورده و باعث تخریب مصالح بستر، سقف و دیواره‌ها نگردد.

تخریب کف یا برداشت اضافی از بستر باید با نظر دستگاه نظارت با بتن لاغر (بتن رده C-6) یا شفته آهکی ترمیم شده و یا با مصالح مورد تایید و با تراکم ۹۵ درصد پراکتور استاندارد کوبیده شود. امتداد کوره در حد فاصل دو میله در حد رواداری مجاز باید مستقیم باشد (رواداری بند ۹-۳-۴).

۹-۴-۷-۳- ورودی و خروجی کوره

ورودی و خروجی کوره بر اساس نقشه اجرایی، تعیین موقعیت شده و عملیات اجرایی ترانشه باز از آن نقطه به بعد تا رسیدن به کانال، آبراهه و یا رقوم تعیین شده ادامه می‌یابد. سازه بتنی یا بنایی سنگی و یا هر نوعی که در نقشه‌های اجرایی برای ورودی و خروجی کوره ارائه شده است، ابتدا اجرا شده و پیشانی ورودی و خروجی تثبیت می‌گردد و سپس عملیات حفاری کوره از این قسمت‌ها شروع می‌شود.

۹-۵-۷-۳- حفاری در خاک‌های ناپایدار

کوره‌های حفر شده در اعماق کم‌تر از ۵ متر معمولاً از پایداری نسبتاً کم‌تری برخوردار است. افزایش عمق کوره و حفظ شکل سهموی و یا نعل اسبی آن، ضریب پایداری را افزایش می‌دهد. شرایط ریزشی بودن با انجام عملیات ژئوتکنیک و آزمایشگاه مکانیک خاک تعیین و اعلام می‌گردد. وجود لندهایی از خاک‌های مساله‌دار در طول مسیر که در طرح مهندس مشاور مسکوت مانده باشد، بعید نیست. پیمانکار موظف است به طور مستمر نسبت به بازدید و تهیه گزارش زمین شناسی روزانه مسیر متناسب با پیشرفت کار اقدام و این گزارشات را جهت اقدامات مورد نیاز تحویل دستگاه نظارت نماید.

پیش‌بینی‌های احتیاطی لازم توسط پیمانکار انجام و برای ادامه عملیات به تایید دستگاه نظارت می‌رسد.

جهت مقابله با ریزش سقف و دیواره‌ها و یا دفع مواد زاید، پیمانکار پیشنهاد خود را ارائه و پس از تایید آن توسط دستگاه نظارت نسبت به تثبیت دیواره و یا دفع مواد و جایگزینی آن اقدام می‌شود.

میل‌چاه‌های حفر شده در مسیرهای آبرفتی و در اعماق کم‌تر از ۵ متر معمولاً ناپایدار و در معرض ریزش است. در این‌گونه موارد علاوه بر طوقه‌چینی دهانه چاه لازم است دیواره‌های ریزشی با بتن‌پاشی و یا هر وسیله و یا روش دیگر تثبیت گردد.

۹-۳-۸- انتقال خاک و چگونگی پخش

به جهت ایمنی بسیار پایین چرخ‌های دستی، پیمانکار مجاز به استفاده از این نوع وسیله در بالا کشیدن خاک و انتقال مصالح نمی‌باشد. لازم است با استفاده از برق موجود در مسیر، از جراثقال‌ها و بالابرها و مطمئن و استاندارد استفاده شود. جام‌های حمل مصالح، قلاب‌ها، کابل فلزی و قفل‌های ایمنی باید به تایید دستگاه نظارت رسیده و به صورت مستمر بازدید شده و از سلامت آنها اطمینان حاصل شود.

خاک حفاری به عنوان حفاظ به صورت منظم و یکنواخت و با نظر دستگاه نظارت اطراف چاه و یا در محل تعیین شده در نقشه‌های اجرایی تخلیه می‌گردد. فاصله خاک‌ریز دپوشده اطراف چاه تحت هیچ شرایطی نباید کم‌تر از دو متر تا لبه چاه باشد و پیمانکار باید تمهیدات حفاظتی جهت مقابله با لغزش و سقوط شن و ماسه و سنگ به درون میله‌چاه را فراهم نماید.

۹-۴- پوشش داخلی کوره

عملیات پوشش داخل کوره به دلایل مختلف زیر انجام می‌شود:

۶- پایدارسازی مقطع و جلوگیری از ریزش دیواره‌ها و سقف و فرسایش کف

۷- افزایش ظرفیت انتقال جریان یا کنترل آن

۸- جلوگیری از تلفات آب انتقالی در محدوده خشک

پوشش کوره باید به‌گونه‌ای اجرا شود که تسهیلات لازم برای جمع‌آوری و انتقال آب زیرزمینی از داخل کوره در محدوده آبدار فراهم گردد. در قنوات مخصوص شرب و آبیاری که با هدف جمع‌آوری و انتقال آب زیرزمینی بازسازی و یا احداث می‌گردند و یا در صورتی که کوره انتقال آب به ناگزیر از لایه‌های آبدار عبور نماید، پوشش کوره باید با انجام تمهیدات لازم از جمله فیلترگذاری پیرامون کوره و نصب دریچه‌های تخلیه آب، شرایط جریان آب به داخل کوره را فراهم نماید. مگر در شرایطی که کیفیت آب لایه آبدار نامناسب بوده و طبق مشخصات ارائه شده در نقشه‌های اجرایی و دستور دستگاه نظارت تمهیدات خاص برای مقابله با ورود آن به داخل کوره اتخاذ گردد. مشخصات زهکشی باید منطبق بر ضوابط و معیارهای اعلام‌شده در اسناد پیمان و فصل هشتم این نشریه باشد. پوشش داخلی کوره به اشکال مختلف از قبیل بتن مسلح، بنایی سنگی، بتن پاششی، لوله و... انجام می‌شود.

۹-۴-۱- پوشش بتنی مسلح

مشخصات بتن، آرماتور و قالببندی طبق نقشه‌های اجرایی و مفاد مندرج در فصول ۵، ۷ و ۱۰ این نشریه خواهد بود. قالب‌های لازم، آرماتور و دیگر مصالح مورد نیاز از طریق ابتدا و انتهای کوره و یا میله‌چاه‌ها به داخل کوره منتقل می‌شود. بتن با مشخصات مورد تایید دستگاه نظارت توسط پمپ بتن و لوله انتقال به پشت یا میان قالب‌ها تزریق می‌گردد. پیمانکار باید از نشت بتن به داخل مجرا ممانعت به عمل آورد و پس از انجام عملیات و قبل از گیرش بتن، مجرای عبور آب را کاملاً تمیز نماید.

۹-۴-۲- پوشش بنایی سنگی

نوع سنگ، ملات و مصالح مورد نیاز طبق نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی و مشخصات اعلام شده در فصل ۶ این نشریه خواهد بود.

عمدتاً انتقال مصالح از طریق میله‌چاه‌ها صورت می‌گیرد. در انتقال مصالح به داخل کوره باید مشخصات فنی آنها حفظ شود. سنگ‌ها در خارج از میله‌چاه تراش خورده و با ابعاد اعلام شده به داخل چاه منتقل و به‌کار گرفته شود. پیمانکار از به‌کار بردن مصالح معیوب و غیر قابل قبول اجتناب کرده و همچنین بقایای بتن اضافی از کف و دیواره‌ها را جمع‌آوری و تمامی آنها را از داخل کوره خارج نماید، به‌گونه‌ای که مقطع مجرا بدون مانع باشد.

۹-۴-۳- پوشش لوله‌ای

مشخصات فنی لوله‌های مورد استفاده از طرف کارخانه سازنده اعلام می‌شود. پس از تایید و انطباق آن با نقشه‌ها و تایید آن توسط دستگاه نظارت، پیمانکار موظف به حفر برخی از میله‌چاه‌ها با قطر بیش‌تر برای انتقال لوله به کوره است. کلیه تمهیدات لازم برای انتقال سالم و بدون نقص لوله‌ها به کوره، جابه‌جایی آن داخل کوره و نصب و آزمایش آنها طبق مشخصات فنی خصوصی به عهده پیمانکار است.

۹-۵- نحوه اصلاح و حفاظت قنات‌ها و کوره‌های موجود در مسیر کانال‌های آب

قنات‌ها در طولی که تحت تاثیر عملیات ساخت کانال و زهکش قرار می‌گیرند حفاظت و نگهداری می‌شوند. لازم است قبل از شروع عملیات اجرایی مسیر کانال و زهکش، موقعیت قنات‌های موجود در مسیر شناسایی شده، موقعیت دقیق میله‌چاه‌ها، عمق کوره از زمین طبیعی و از کف کانال و امتداد آن بر روی نقشه مسیر کانال تعیین گردد. نحوه حفاظت و اصلاح قنات‌ها باید براساس نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت باشد. برنامه عملیاتی حفاظت از قنات‌ها باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

۹-۵-۱- حفاظت کوره

چنانچه کوره قنات در عمق کم‌تر از ۵ متر از سطح زمین طبیعی قرار گرفته باشد، در مسیر کوره باید لوله‌های بتن مسلح به قطر حداقل ۸۰ سانتی‌متر و به طول حداقل برابر حریم کانال و زهکش به گونه‌ای استقرار یابد که جریان آب قنات قبل و بعد از استقرار لوله، قطع نشده و باعث پس زدگی آب نشود. زیرسازی و حفاظت اطراف لوله طبق نظر دستگاه نظارت انجام خواهد شد.

چنانچه عمق کوره بین ۵ تا ۱۰ متر باشد، دیواره قنات، برای جلوگیری از ریزش در محدوده حریم کانال، با قطعات بتنی مسلح پوشش می‌شود. با توجه به شرایط زمین شناسی و وضعیت پایداری کوره، پیمانکار روش محافظت و اجرای آن را به تایید دستگاه نظارت می‌رساند. چنانچه کوره قنات در عمقی بیش از ۱۰ متر واقع شده باشد، بنا به موقعیت محلی می‌توان قنات را بدون حفاظ باقی گذاشت و یا بنا به دستور دستگاه نظارت حفاظت نمود. برای حفاظت بخش انتهایی قنات‌های دایر که به صورت مجرای زیرزمینی نبوده و در خاک برداری قرار می‌گیرند، با توجه به شرایط تقاطع کانال با قنات و برای حفظ جریان آب جاری، دستگاه نظارت روش اجرایی را به پیمانکار ابلاغ می‌کند.

۹-۵-۲- حفاظت میله‌چاه

چنانچه میله‌چاه‌های قنات دایر در داخل حریم و محدوده اجرای کانال و زهکش قرار گیرد (کوره قنات در هر عمقی که قرار داشته باشد) باید میله‌چاه بالای کوره مسدود شده و به جای آن میله‌چاهی در مرز حریم کانال، حفاری و با نظر دستگاه نظارت دهانه آن طوقه‌چینی شده و با بنایی سنگی و یا مصالح مناسب دیگر تا ارتفاع حداقل یک متر بالاتر از زمین طبیعی ادامه یافته و پوشانده شود.

دهانه میله‌چاه‌های خارج حریم که برای لوله‌گذاری و حفاظت کوره زیر کانال مورد استفاده قرار می‌گیرد باید طوقه چینی شده و عملیات انتقال لوله و مصالح و نیروی انسانی به داخل کوره با رعایت تمام مشخصات اعلام شده در ساخت میله‌چاه‌ها صورت گیرد. پس از اتمام عملیات حفاظت کوره، دهانه میله‌چاه‌ها مسدود می‌گردد. پیمانکار به‌هنگام عملیات اجرایی نباید خاک‌ریز حفاظ اطراف میله‌چاه را تخریب کند. در زمان عملیات تحکیم کوره زیر کانال، در صورت نیاز و با تایید دستگاه نظارت و با در نظر گرفتن تمهیدات احتیاطی لازم برای ممانعت از ورود سیلاب و رواناب مزرعه به داخل میله‌چاه، پیمانکار می‌تواند بخشی از حفاظ را برداشته و بلافاصله پس از انجام عملیات آن را ترمیم نماید.

۹-۵-۳- پر کردن میله‌چاه‌های محدوده حریم

برای پر کردن میله‌چاه‌های زیر مقطع بتنی کانال در عمق کم‌تر از ۱۰ متر، پس از لوله‌گذاری مسیر کوره، در محدوده حریم کانال، فضای بین لوله و کوره موجود باید با شفته آهک عیار ۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب شفته کاملاً پر شود. در صورت نیاز به بتن‌ریزی فضای خالی بین لوله و جدار کوره در محدوده کانال، اجرای بتن‌ریزی باید کلاً توسط پمپ بتن و لوله‌های ناقل بتن انجام شود. با توجه به این‌که بتن مورد نیاز فاقد خصوصیات مقاومتی بالا می‌باشد و صرفاً به‌عنوان

پرکننده مصرف می‌گردد باید دارای روانی کافی بوده لذا اسلامپ تا حدود ۱۰ سانتی‌متر نیز قابل قبول می‌باشد. پیمانکار باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از خروج شفته آهک سیال و یا بتن با مشخصات فوق از محدوده پیش‌بینی شده را مدنظر قرار داده و مانع کاهش مقطع مجرای کوره و یا انسداد آن در طرفین محل لوله‌گذاری گردد. پس از اطمینان از آب‌بندی مجرای ایجاد شده در کوره محدوده کانال، میله‌چاه با شفته آهک عیار ۲۰۰ کیلوگرم پر می‌شود. در شرایطی که عمق کوره زیر کف کانال بیش از ۱۰ متر و پایداری میله‌چاه و کوره مورد تایید باشد پس از تکمیل عملیات لوله‌گذاری و یا نصب قطعات بتن مسلح پوشش دهنده، فضای بین لوله و یا پوشش بتنی و کوره به یکی از روش‌های فوق پر و آب‌بندی می‌شود. داخل میله‌چاه نیز با نظر دستگاه نظارت با مصالح رودخانه‌ای و یا شفته آهک پر می‌شود. در شرایطی که عمق کوره کم‌تر از ۵ متر و محدوده ریزشی باشد و در صورت امکان کوبیدن مصالح، پس از لوله‌گذاری و حفاظت روی لوله می‌توان با نظر دستگاه نظارت با استفاده از مصالح مخلوط رودخانه‌ای، روی لوله را خاک‌ریزی نمود. در این صورت باید این مصالح لایه لایه ریخته شده و با تراکم حدود ۹۰ درصد پراکتور استاندارد کوبیده شود.

۹-۵-۴- اصلاح مسیر قنات دایر

در مواردی که قنات، مسیر کانال را به طور مایل قطع کند، در صورت لزوم و طبق نظر دستگاه نظارت می‌توان مسیر قنات را عمود بر مسیر منحرف نمود. همچنین در صورتی که هر قسمت از قنات منحرف شده جدید، نیاز به پوشش داشته باشد، این کار باید طبق نظر دستگاه نظارت انجام گیرد و قنات قدیمی که در زیر مسیر به صورت مایل قرار گرفته است، طبق دستور دستگاه نظارت کاملاً پر شود. کار پوشش قنات‌ها باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات فنی انجام گیرد.

۹-۶- نحوه پر کردن کوره و چاه متروک

پر کردن کوره‌ها و چاه‌های تا عمق ۱۰ متر، مطابق مشخصات بند ۹-۵-۳ انجام می‌شود. پر کردن کوره‌های متروک با عمق کم‌تر از ۵ متر با نظر دستگاه نظارت انجام می‌شود. در صورت ریزشی بودن کوره و وجود مقطع تخریب شده و عدم امکان پر کردن مطمئن آن با بتن و یا شفته آهک، باید روباره کوره برداشته شود و خاک‌ریزی با مشخصات خاک‌ریز کانال تا کف بتن کانال اجرا شود.

کوره‌های با عمق بیش‌تر از ۱۰ متر با نظر دستگاه نظارت پر می‌شود. ته میله‌چاه‌ها و محدوده مجرای آب‌گذر این نوع کوره‌ها حداقل به ارتفاع ۱/۵ متر و تا بسته شدن کامل کوره با سنگ لاشه پر شده و سپس خاک‌ریزی می‌گردد. در صورتی که این گونه چاه‌ها نیز زیر مقطع کانال باشد، باید بسترسازی مناسبی حداقل تا یک متر زیر پوشش کانال انجام گرفته و قبل از انجام پوشش از عدم نشست‌های احتمالی اطمینان حاصل شود. دستگاه نظارت می‌تواند دستور اجرای پوشش قنات به صورت مسلح را برای انجام ابلاغ نماید.

۹-۷- چاه‌های آزمایش و کنترل

در صورتی که برای پیدا کردن مسیر قنات‌های قدیمی لازم باشد که چاه‌های بازرسی آزمایشی حفر شود، چاه‌های حفر شده باید پس از انجام آزمایش‌ها کاملاً پر شده و مطابق مشخصات کوبیده شود. بهتر است این چاه‌ها در دو طرف مسیر حفر شده و روی آنها با کپه‌های خاک علامت‌گذاری شود. اگر در این عملیات به قنات‌های قدیمی دایر صدمه‌ای وارد شود، پیمانکار باید آنها را تعمیر کند.

۹-۸- قنات‌های موجود در مجاورت مسیرهای در دست اجرا

از جابه‌جایی و برداشتن خاک‌های اطراف میله‌چاه‌ها که خارج از حریم مسیرها قرار گرفته‌اند، باید خودداری شود. هرگونه خسارتی که به قنات‌های دایر وارد شود، باید به وسیله پیمانکار فوراً تعمیر شود.

فصل ۱۰

میلگرد گذاری بتن و کارهای فلزی

متفرقه

۱-۱۰-۱ میلگردگذاری بتن

مشخصات و ضوابط مندرج در این قسمت حداقل ضوابط حاکم بر تهیه، حمل، انبار کردن و جاگذاری میلگردهای بتن مسلح می‌باشد. علاوه بر آن رعایت نکات و دستورالعمل‌های مندرج در آیین‌نامه بتن ایران در مورد بتن مسلح اجباری است. در صورت نیاز، دستگاه نظارت می‌تواند با استفاده از سایر استانداردهای معتبر نسبت به کنترل این بخش از کار اقدام نماید.

۱-۱-۱۰-۱ مشخصات کلی

قطر، شکل، اندازه، تعداد و محل نصب میلگردها باید بر اساس نقشه‌های کارگاهی و سایر مندرجات پیمان و دستورالعمل‌های این نشریه باشد. قبل از شروع بتن‌ریزی، اتمام عملیات میلگردگذاری باید کتبا به اطلاع دستگاه نظارت رسد. این اعلام باید حداقل ۲۴ ساعت قبل از بتن‌ریزی صورت پذیرد تا دستگاه نظارت فرصت کافی برای کنترل داشته باشد. بتن‌ریزی قبل از کسب اجازه کتبی از دستگاه نظارت مجاز نمی‌باشد. میلگردگذاری یا جابه‌جایی میلگردها هنگام اجرای بتن‌ریزی تحت هیچ شرایطی مجاز نیست. مواردی نظیر بتن‌ریزی با استفاده از قالب‌های لغزان که در آن میلگردگذاری و بتن‌ریزی به‌طور هم‌زمان انجام می‌شود، از این قاعده مستثنی است.

۱-۱-۱۰-۲ تعاریف

الف - تنش تسلیم فولاد f_y و مقاومت مشخصه فولاد f_{yk}

مقاومت مشخصه فولاد بر اساس تنش تسلیم آن تعیین می‌شود و معادل مقداری است که حداکثر ۵ درصد مقادیر اندازه‌گیری شده برای حد تسلیم ممکن است کم‌تر از آن باشد. در مواردی که تنش تسلیم فولاد به وضوح مشخص نباشد مقدار آن معادل تنش نظیر ۰/۲ درصد تغییر شکل نسبی ماندگار اختیار می‌شود.

ب - طبقه‌بندی میلگردها

میلگردهای فولادی براساس مقاومت مشخصه طبقه‌بندی می‌شوند، طبقه‌بندی میلگردهای مصرفی در بتن مسلح بر حسب نوع فولاد به صورت زیر می‌باشد:

S220 S300 S350 S400 S500

اعداد بعد از S بیانگر حداقل مقاومت مشخصه میلگرد بر حسب مگاپاسکال (نیوتن بر میلی‌متر مربع) می‌باشند. در مورد میلگردهای خاص و یا وارداتی، می‌توان طبقاتی در حد فاصل طبقات فوق در نظر گرفت.

ج - قطر اسمی

قطر اسمی میلگرد ساده قطری است که در برگ شناسایی ذکر می‌شود و معادل قطر دایره هم مساحت با مقطع عرضی نظری (تئوریک) میلگرد بر حسب میلی‌متر است.

قطر اسمی، سطح رویه اسمی و سطح مقطع اسمی میلگردهای آجدار به ترتیب برابر است با قطر، سطح رویه و سطح مقطع میلگردهای ساده صاف هم وزن آنها. در اجرای سازه‌های بتن مسلح ترجیحا از میلگردهای با قطرهای اسمی به شرح زیر استفاده می‌شود:

5 , 6 , 8 , 10 , 12 , 16 , 20 , 25 , 32 , 40 , 50

مزیت قطرهای یاد شده در آن است که تشخیص قطرهای مختلف میلگردها از همدیگر در هنگام اجرا آسان‌تر و در عین حال مجموع سطح مقطع هر دو شماره متوالی تقریبا برابر با سطح مقطع میلگرد شماره بالاتر می‌باشد.

د- وزن مخصوص

در محاسبات، جرم واحد حجم میلگردها معادل ۷۸۵۰ کیلوگرم در مترمکعب ملاک عمل قرار می‌گیرد.

۱۰-۱-۳- نمونه برداری و آزمایش میلگرد

مقاومت و سایر مشخصه‌های میلگردها بر اساس نتایج آزمایش نمونه‌های بریده شده از آنها تعیین می‌شوند. در هر نمونه‌برداری باید یک نمونه به طول یک متر بریده و آزمونه‌ها از این نمونه جدا شود.

تعداد و تواتر نمونه‌ها باید طوری باشد که ارزیابی کیفیتی کل میلگرد مصرفی ممکن شود. برای این منظور باید از هر پنجاه تن و کسر آن، از هر قطر و هر نوع فولاد حداقل پنج نمونه برداشته شود. در صورت موافقت دستگاه نظارت می‌توان از هر سه دسته (بندل) ۵ تنی میلگردهای مشابه، یک نمونه انتخاب کرد.

انجام آزمایش کشش به منظور تعیین تنش تسلیم، تنش گسیختگی و ازدیاد طول نسبی برای تمامی میلگردها مطابق تواتر فوق الزامی است. در مورد میلگردهای سرد اصلاح شده علاوه بر آزمایش‌های فوق، انجام آزمایش خم و باز کردن خم و یا آزمایش تاشدگی با زاویه ۱۸۰ درجه نیز الزامی می‌باشد. در صورتی که طبق دستور دستگاه نظارت آزمایشات دیگری نیز لازم باشد، این آزمایش‌ها هم باید انجام شود.

برای انجام آزمایش‌های مختلف روی نمونه‌های میلگردهای فولادی باید از استانداردهای زیر استفاده شود:

- آزمایش کشش میلگرد (دت ۷۰۱)
- آزمایش تاشدگی به زاویه ۱۸۰ درجه (دت ۷۰۳)
- آزمایش خم کردن و بازکردن خم میلگرد (دت ۷۰۳)
- آزمایش کششی بعد از خم کردن و بازکردن خم میلگردها و سیم‌های با قطر کم‌تر از ۹ میلی‌متر (دت ۷۰۲)
- آزمایش پیوستگی میلگرد با بتن (دت ۷۰۴) و (دت ۷۰۵)
- آزمایش وصله‌های جوش شده میلگرد (دت ۷۰۶)
- آزمایش خستگی میلگرد (دت ۷۰۷)

۱۰-۱-۴- ضوابط پذیرش میلگردها (یا فولاد)

مقاومت مشخصه فولاد وقتی منطبق بر طبقه مورد نظر و قابل قبول تلقی می‌شود که موارد سه گانه زیر برقرار باشد:

الف- در هر نمونه که تحت کشش قرار می‌گیرد روابط زیر باید برقرار باشد:

$$f_{su} \geq 1.18 f_{y,obs} \quad , \quad f_{su} \geq 1.25 f_y \quad (1-10)$$

که در روابط فوق:

f_{su} : مقاومت کششی (مقاومت نهایی)

f_y : تنش تسلیم

$f_{y,obs}$: تنش تسلیم نظیر کرنش ۰/۲ درصد

ب- ازدیاد طول نسبی گسیختگی در آزمایش کشش از ۸ درصد روی ده برابر قطر و ۱۲ درصد روی ۵ برابر قطر میلگرد کم‌تر نباشد. (کنترل شکل پذیری)

ج- در میان نتایج آزمایش‌های کششی ۵ نمونه، حد تسلیم هیچ‌کدام از نمونه‌ها کم‌تر از مقاومت مشخصه فولاد نباشد. در صورت برآورده نشدن این شرط لازم است پنج نمونه دیگر نیز مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج به‌دست آمده از کل ده نمونه باید در رابطه زیر صدق کند:

$$f_{ym} \geq f_y + 0.6S_{10} \quad (2-10)$$

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

$$f_{ym} = (f_{y1} + f_{y2} + \dots + f_{y10}) / 10 \quad (3-10)$$

$$S_{10} = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} 10(f_{ym} - f_{yi})^2} / 9 \quad (4-10)$$

در صورت برآورده نشدن شرایط فوق مقاومت مشخصه فولاد از نظر انطباق با طبقه مورد نظر، قابل قبول نخواهد بود.

۱۰-۱-۵- جوش پذیری

تمامی میلگردهای گرم نورد شده با ترکیب شیمیایی متعارف، دارای خاصیت جوش‌پذیری مطلوب می‌باشند. میلگردهای سرد اصلاح شده و گرم عمل آمده، به حرارت جوش حساسیت بسیار دارند و با روش‌های معمول جوش‌پذیر نیستند. وصله جوشی این گونه میلگردها با رعایت ضوابطی خاص میسر است. رعایت محدودیت‌های بند ۸-۲-۵-۳ آیین نامه بتن ایران الزامی است.

۱۰-۱-۶- انبار کردن و نگهداری میلگردها

میلگردهای فولادی را باید در محل‌های تمیز و عاری از رطوبت انبار کرد تا از زنگ‌زدگی و کثیف شدن سطح آنها جلوگیری شود. میلگردها نباید با خاک یا سایر مصالحی که رطوبت را در خود نگه می‌دارند تماس داشته باشند و عموماً برای مدت طولانی در معرض باران و برف و هوای مرطوب قرار گیرند. میلگردها را باید بر حسب نوع و قطر آنها تفکیک و

در کارگاه انبار کرد. در صورت وجود میلگردهای هم قطر با مقاومت‌های متفاوت، باید آنها را در محل‌های جداگانه انبار کرد و نوک آنها را رنگ زد تا کاملاً از هم متمایز شوند. در صورت تردید در نوع میلگرد باید بر اساس دستور کار دستگاه نظارت، آزمایش کشش به عمل آید.

میلگردهای مصرفی در بتن باید بدون خم‌شدگی تحویل کارگاه شوند. معمولاً میلگردهای به قطر ۶ میلی‌متر و کم‌تر به صورت کلاف تحویل می‌شوند. مصرف میلگردها با قطرهای بالاتر به صورت کلاف مجاز نیست، مگر این‌که با تایید دستگاه نظارت وسیله مناسبی برای باز کردن کلاف‌ها در کارگاه موجود بوده و قطر کلاف بیش از ۲۰۰ برابر قطر میلگرد باشد. به‌هنگام حمل و تخلیه باید دقت شود که میلگردها خصوصاً شبکه‌های جوش شده از صدمات مکانیکی یا تغییر شکل‌های خمیری، ضربه ناشی از پرتاب از ارتفاع و غیره مصون بوده و از گسیختگی جوش‌ها در شبکه‌های جوش شده جلوگیری شود.

۱۰-۱-۷- نقشه‌های اجرایی

نقشه‌های اجرایی شامل جزییات میلگردگذاری سازه‌ها، به نحوی است که کلیه میلگردگذاری‌ها در آن کاملاً مشخص می‌باشد. پیمانکار باید برای سهولت اجرا اقدام به تهیه نقشه‌های اجرایی کارگاهی^۱ شامل جزییات کامل میلگردگذاری نظیر قطر، طول، شکل، اندازه و جزییات خم‌ها و جدول میلگردگذاری^۲ نماید. این نقشه‌ها بر اساس نقشه‌های اصلی پیمان تهیه شده و شامل جزییات بیش‌تری در ارتباط با نحوه اجرا، خم کردن، محل دقیق و تعداد میلگردها، نوع میلگردها و سایر اطلاعات لازم که به نحوی در درک بهتر جزییات موثرند می‌باشد. قبل از اجرای عملیات بتن‌ریزی و با اطلاع قبلی پیمانکار، جزییات و نحوه استقرار میلگردها جهت مطابقت با نقشه‌های اجرایی مورد بازدید دستگاه نظارت قرار گرفته و سپس دستور بتن‌ریزی صادر خواهد شد.

۱۰-۱-۸- نوع و مشخصات میلگردهای مصرفی در بتن

میلگردهای مصرفی باید نو، تمیز و بدون هیچ‌گونه آلودگی به هر نوع عامل و اثر زیان‌بار از قبیل گل، روغن، قیر، دوغاب سیمان خشک شده، رنگ یا مواد زاید دیگر باشد. میلگردهایی که به علت زنگ زدگی زیاد دارای مقاطع تضعیف شده بوده و زنگ روی آنها پوسته می‌شود، به شرطی قابل مصرف در بتن خواهند بود که اولاً میلگرد پس از برس زدن حداکثر ۰/۵ میلی‌متر کاهش قطر داشته و ثانیاً تمیز کردن آنها در حد حذف پوسته زنگ انجام شود.

کلیه میلگردهای مصرفی در بتن به غیر از خاموت‌ها آجدار بوده و بدون تایید دستگاه نظارت و یا صراحت اسناد پیمان استفاده از میلگردهای ساده (به استثنای خاموت‌ها) در بتن مجاز نمی‌باشد. ضریب ارتجاعی کلیه میلگردهای فولادی برابر $10^5 \times 2$ مگاپاسکال و ضریب انبساط حرارتی آنها $10^{-5} \times 1$ به ازای هر درجه سانتی‌گراد منظور می‌شود. مشخصات میلگردهای مصرفی بر اساس مندرجات جدول (۱-۱۰) می‌باشد.

جدول ۱۰-۱- مشخصات میلگردهای مصرفی در بتن مسلح

میلگرد	نوع میلگرد	ویژگی میلگرد	حداقل مقاومت تسلیم (مگاپاسکال)	حداقل مقاومت گسیختگی (مگاپاسکال)	حداقل ازدیاد طول نسبی هنگام گسیختگی (%)
S-220 (A-I)	نرم	-	۲۲۰	۳۴۰	۲۲
S-300 (A-II)	نیمه سخت	الف: با سختی طبیعی ب: با سختی اصلاح شده	۳۰۰	۵۰۰	۱۹ ۱۶
S-400 (A-III)	سخت	الف: با سختی طبیعی ب: با سختی اصلاح شده	۴۰۰	۵۰۰	۱۴ ۱۲
S-500 (A-IV)	سخت	حداکثر قطر مصرفی ۱۶ میلی‌متر	۵۰۰	۵۵۰	۱۰

توضیح:
استاندارد A-I و نظیر آن استاندارد کارخانه ذوب آهن اصفهان می‌باشد.
ازدیاد طول نسبی میلگردهای قطورتر از ۱۰ میلی‌متر روی ۲۰۰ میلی‌متر و برای میلگردهای کوچک‌تر روی ده برابر قطر اندازه‌گیری می‌شود.
فولاد نرم به فولادی اطلاق می‌شود که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم مشهود باشد.
فولاد نیمه سخت به فولادی اطلاق می‌شود که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم خیلی محدود باشد.
فولاد سخت به فولادی اطلاق می‌شود که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی آن فاقد پله تسلیم باشد.
طبقه میلگرد بر اساس مقاومت مشخصه فولاد تعیین می‌شود.

۱۰-۱-۹- مفتول‌های پیش‌تنیدگی

مفتول‌های پیش‌تنیدگی که جهت پیش‌تنیده کردن کانال‌ها و سایر قطعات پیش‌ساخته مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید با مشخصات ASTM-A421 تطبیق نماید. مفتول‌های پیش‌تنیدگی باید از نوع BA بوده و حداقل مقاومت گسیختگی آنها نباید از ۱۶۸۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع کم‌تر باشد. در صورتی که با تایید دستگاه نظارت، پیمانکار جهت مهار نمودن انتهای مفتول‌های پیش‌تنیدگی از مهره یا گیره انگشتی استفاده کند، می‌تواند از مفتول‌های نوع WA استفاده نماید. در این صورت حداقل مقاومت کششی مفتول‌های پیش‌تنیده نباید از ۱۷۶۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع کم‌تر باشد. حداقل مقاومت تسلیم مفتول‌های مورد استفاده، نباید از ۸۰ درصد مقاومت گسیختگی و تغییر طول نسبی در موقع گسیختگی نباید از ۴ درصد کم‌تر باشد.

پیمانکار باید از روش مناسبی جهت مهار نمودن انتهای مفتول‌های پیش‌تنیدگی استفاده نماید. مهار مذکور باید قادر به تحمل نیروی مجاز گسیختگی هر مفتول باشد و نباید هیچ‌گونه افت تنش اضافی ناشی از جابه‌جایی مهارها و وادادگی آنها در مفتول‌ها ایجاد شود. در تمام طول، مقطع عرضی مفتول باید کاملاً به صورت دایره بوده و خارج از دایره بودن آن نباید بیش‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر باشد. همچنین قطر هر مفتول نباید بیش از ۰/۰۵ میلی‌متر نسبت به قطر اسمی آن تفاوت داشته باشد.

مفتول‌های مورد استفاده باید هرگونه پیچیدگی، گره و ناصافی باشد. همچنین در سطح آنها نباید کوچک‌ترین اثری از زنگ‌زدگی مشاهده گردد و باید عاری از هرگونه آلودگی اعم از روغن، گریس، گل و ... باشد.

مفتول‌ها باید در کلاف‌های کاملاً محکم بسته‌بندی شده و به کارگاه حمل شوند. قطر داخلی کلاف‌های مذکور نباید از ۱۲۰ سانتی‌متر کم‌تر باشد. هر کلاف باید دارای برجستگی باشد که مشخص‌کننده نام کارخانه سازنده، نوع، قطر، طول مفتول و شماره پخت باشد. برای انجام آزمایش‌های مذکور از هر ۱۰ کلاف موجود در یک محموله باید یک سری نمونه انتخاب شود و مورد آزمایش قرار گیرد. مفتول‌های پیش‌تنیدگی که با مشخصات و استاندارد ASTM-A421 تطبیق نمایند غیرقابل مصرف بوده و نباید مورد استفاده قرار گیرند مگر این‌که تدابیر خاصی اتخاذ شود که مورد تایید کارفرما و یا دستگاه نظارت قرار گیرد.

طول مفید، تعداد و محل قرار گرفتن مفتول‌ها در نقشه‌های اجرایی نشان داده می‌شود. چنانچه بنا به دلایل فنی در مشخصات پیش‌تنیدگی تغییراتی انجام شود، این تغییرات قبل از اعمال باید به تایید دستگاه نظارت برسد و چنانچه بدون موافقت کتبی دستگاه نظارت مبادرت به این کار گردد قطعات تولید شده قابل مصرف نبوده و مردود خواهد بود. باید مراقبت نمود که مفتول‌های پیش‌تنیدگی در هنگام حمل و استفاده آسیب مکانیکی ندیده، خشک و شکننده نشده و حرارت نبیند. آنها را باید بالاتر از سطح زمین انبار کرد و در برابر عوامل جوی و پاشیده شدن مصالح دیگر روی آنها محافظت نمود. هنگامی که مفتول پیش‌تنیدگی برای مدت زیادی در کارگاه انبار شده است، به وسیله انجام آزمایش‌ها باید مطمئن شد که از کیفیت فولاد به علت زنگ‌زدگی، کم شدن سطح مقطع و یا تغییراتی در خواص مکانیکی، کاسته نشده باشد. اگر این مدت در مشخصات فنی خصوصی تعیین نشده باشد، توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد. جرقه و ذرات ناشی از برش با گاز اکسی‌استیلن و یا جوشکاری نباید روی فولاد پاشیده شود. فولاد پیش‌تنیدگی را نمی‌توان به هیچ‌وجه جوش داد، گرم کرد یا گالوانیزه نمود. سطح فولاد باید تمیز بوده و در هنگام قرار گرفتن در قالب، عاری از زنگ‌زدگی عمقی، زنگ‌زدگی‌های قابل‌کنده شدن و سایر پوسته‌های کنده‌شدنی باشد. مفتول‌های فولادی در هنگام بازکردن کلاف‌ها باید راست و بدون انحنا باشند. هرگونه تنظیم و تغییرات مختصر جهت راست نمودن که در محل کار لازم باشد باید با دست و زیر نظر دستگاه نظارت انجام شود. از مفتول‌هایی که در قسمت رزوه شدن‌شان خم شده‌اند نباید استفاده شود.

بریدن مفتول‌ها باید به وسیله سنگ‌برش با سرعت زیاد، اهر اصطکاکی و یا هر روش مکانیکی دیگری که مورد تایید دستگاه نظارت باشد انجام شود. برش با مشعل اکسی‌استیلن با اکسیژن اضافی نیز که (اثر برشی داشته باشد نه ذوب‌کننده) مجاز می‌باشد. در این صورت باید دقت شود که شعله مشعل و یا جرقه‌ها و ذرات ناشی از برش با گیره‌ها یا فولاد پیش‌تنیدگی تماس پیدا نکند. کلیه مفتول‌هایی که در یک عمل کشش کشیده خواهند شد باید تا حد امکان از یک کلاف فولاد انتخاب گردد.

۱۰-۱-۱۰- بریدن و خم کردن میلگردها

بریدن و خم کردن میلگردها باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات در کارگاه یا کارخانه تولیدکننده انجام شود. میلگردها باید با وسایل مکانیکی بریده شود، استفاده از روش‌های دیگر نیاز به تایید دستگاه نظارت دارد. بریدن میلگردها باید با در نظر داشتن رواداری‌های مجاز نسبت به طول تعیین شده انجام شود.

تجهیزات مربوط به خم کردن میلگردها، قطر فلکه خم کن، شعاع انحنای میلگردها و سرعت خم کردن باید قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد. تمامی میلگردها باید به صورت سرد خم شوند، استفاده از حرارت برای خم کردن میلگردها مجاز نیست. سرعت خم کردن میلگردها باید متناسب با نوع فولاد و دمای محیط اختیار شود. هر اندازه دمای محیط کم‌تر باشد سرعت خم کردن باید کاهش یابد. سرعت خم کردن میلگردهای سرد اصلاح شده با روش تجربی به دست می‌آید. در شرایطی که دمای میلگردها از ۵ درجه سانتی‌گراد کم‌تر باشد، باید از خم کردن آنها خودداری شود.

خم کردن میلگردها تا حد امکان باید به طور مکانیکی به وسیله ماشین مجهز به فلکه خم‌کن و با یک عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد، به طوری که قسمت خم شده دارای شعاع انحنای ثابتی باشد. برای خم کردن میلگردها باید از فلکه‌هایی استفاده شود که قطر آنها متناسب با نوع فولاد و قطر میلگرد است و باید قطر فلکه‌ها به نحوی انتخاب شود که حداقل قطر داخلی خم‌ها با اعداد مندرج در جدول (۱۰-۲) مطابقت نماید. قطر داخلی خم‌ها برای خاموت‌ها نباید از مقادیر مندرج در جدول (۱۰-۳) کم‌تر باشد.

باز و بسته کردن خم‌ها به منظور شکل دادن دوباره به میلگردها مجاز نیست، مگر در موارد استثنایی که دستگاه نظارت اجازه دهد. در این صورت تمامی میلگردها باید از نظر ترک خوردگی مورد بازرسی و نتایج مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد. خم کردن و باز کردن میلگردهایی که یک سر آنها در بتن قرار دارد (نظیر میلگردهای انتظار) مجاز نیست مگر آن‌که در مشخصات فنی خصوصی پروژه مشخص شده باشد یا دستگاه نظارت اجازه دهد.

جدول ۱۰-۲- حداقل قطر خم‌ها

حداقل قطر خم			قطر میلگرد
S400 , S500	S300 , S350	S220	
6d _b	5d _b	5d _b	کم‌تر از ۲۸ میلی‌متر
8d _b	6d _b	5d _b	۲۸ تا ۳۴ میلی‌متر
10d _b	10d _b	7d _b	۳۶ تا ۵۵ میلی‌متر *
*: برای خم کردن میلگردهای به قطر ۳۶ میلی‌متر و بیش‌تر و با زاویه بیش‌تر از ۹۰ درجه به روش‌های خاصی نیاز است.			

جدول ۱۰-۳- حداقل قطر خم‌ها برای خاموت‌ها

حداقل قطر خم			قطر میلگرد
S400 , S500	S300 , S350	S220	
4d _b	4d _b	2.5 d _b	۱۶ میلی‌متر و کم‌تر
6d _b	5d _b	5d _b	بیش‌تر از ۱۶ میلی‌متر

۱۰-۱-۱۱- جاگذاری و بستن میلگردها

میلگردها در موقع نصب باید هیچ‌گونه آلودگی نداشته باشد؛ ملات، گرد و خاک، گل، روغن، زنگ پوسته‌شده و سایر عوامل زیان‌بار که مانع اتصال و چسبندگی کامل بین بتن و میلگرد می‌شود، باید از روی میلگردها زدوده شود. میلگردها باید از شروع تا خاتمه کارهای بتن‌ریزی تمیز نگهداری شود. در مواردی که بتن‌ریزی در مراحل مختلف انجام می‌شود، میلگردهای نصب شده آغشته به ملاتی که خشک شده است باید قبل از مرحله بعدی بتن‌ریزی کاملاً تمیز شود.

کلیه میلگردها با توجه به قطر، طول و شکل نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی، باید در جای خود قرار گیرند و طوری بسته و نگهداری شوند که از جابه‌جایی آنها خارج از رواداری‌های داده شده در مشخصات فنی خصوصی جلوگیری شود. در صورت نبود رواداری‌ها، رعایت رواداری‌های مندرج در بند ۱۰-۱-۱۵ در این بخش الزامی است.

به‌منظور تامین پوشش بتن روی میلگردها، با تایید دستگاه نظارت باید از قطعات بتنی (لقمه) یا خرک فلزی به ابعاد، تعداد و مقاومت لازم استفاده شود. لقمه‌های بتنی باید دارای مفتول بوده و با استفاده از آنها به خوبی میلگردهای اصلی بسته شوند. ابعاد و فاصله لقمه‌ها باید طوری باشد که ضمن تثبیت موقعیت میلگردها در جای صحیح خود، مانعی در برابر ریختن بتن و نقطه ضعیفی در مقاومت و پایایی قطعه نشوند. استفاده از قطعه سنگ، لوله‌های فلزی و قطعه چوب برای نگهداری میلگردها در محل خود، مجاز نمی‌باشد. بست‌ها و خرک‌های فلزی نباید تا سطح خارجی بتن ادامه یابد و باعث تغییر رنگ و یا ایجاد زنگ روی سطح بتن شود.

میلگردها باید در کلیه تقاطع‌ها به یکدیگر بسته شوند. در صورتی که فاصله میلگردها در هر جهت کمتر از ۳۰ سانتی‌متر باشد می‌توان آنها را یک در میان بست. مجموعه میلگردبندی قطعه باید به نحوی بسته و مهار شود که در هنگام بتن‌ریزی خطر جابه‌جا شدن مجموعه یا دور شدن میلگردها از همدیگر نباشد. تنظیم میلگردها در هنگام بتن‌ریزی مجاز نیست. استفاده از جوشکاری برای بستن میلگردهای متقاطع فقط برای فولادهای جوش‌پذیر و با تایید دستگاه نظارت مجاز می‌باشد. در این صورت جوش نباید باعث کاهش سطح مقطع میلگرد و ایجاد زدگی در آن شود.

نحوه کارگذاری شبکه‌های جوش شده، بر طبق مشخصات و تایید دستگاه نظارت، به یکی از دو روش زیر انجام می‌شود:

روش اول: ابتدا شبکه کارگذاری و مهار شده، سپس بتن‌ریزی به طور کامل انجام گردد.

روش دوم: ابتدا بتن‌ریزی لایه زیر شبکه انجام شده و بلافاصله شبکه روی بتن تازه قرار داده شود سپس بتن‌ریزی

لایه روی شبکه صورت گیرد.

۱۰-۱-۱۲- محدودیت‌های فاصله میلگردها

به‌طور کلی، فواصل میلگردها از یکدیگر باید مطابق نقشه‌های اجرایی و بنا به تشخیص دستگاه نظارت به اندازه‌ای باشد که انجام صحیح عملیات ریختن، جا دادن و لرزاندن بتن میسر باشد. در تعیین فواصل میلگردها موارد زیر باید رعایت شود، مگر این‌که در نقشه‌ها و یا دستورالعمل‌های دستگاه نظارت طور دیگری مشخص شده باشد.

الف- فاصله آزاد بین هر دو میلگرد موازی واقع در یک سفره نباید از هیچ‌یک از مقادیر زیر کمتر باشد:

- قطر میلگرد بزرگتر

- ۲۵ میلی‌متر

- ۱/۳۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگدانه بتن

ب- در صورتی که میلگردهای موازی در چند سفره قرار گیرند، میلگردهای سفره فوقانی باید طوری بالای میلگردهای سفره تحتانی واقع شوند که معبر بتن تنگ نشود، فاصله آزاد بین هر دو سفره نباید از ۲۵ میلی‌متر و از قطر بزرگترین میلگرد کم‌تر باشد.

ج- در اعضای فشاری با خاموت‌های بسته یا مارپیچ، فاصله آزاد بین هر دو میلگرد طولی نباید از ۱/۵ برابر قطر بزرگترین میلگرد و از ۴۰ میلی‌متر، کم‌تر باشد.

د- در دیوارها و دال‌ها به استثنای دال‌های نازک دارای تیرچه‌های بتنی، فاصله بین میلگردهای خمشی نباید از ۱/۵ برابر ضخامت دال یا دیوار و ۳۰۰ میلی‌متر بیش‌تر باشد.

ه- محدودیت‌های مربوط به فواصل آزاد بین میلگردها به شرح فوق‌الذکر باید در مورد فاصله آزاد وصله‌های پوششی با وصله‌ها یا میلگردهای مجاور نیز رعایت شوند.

۱۰-۱-۱۳- وصله کردن میلگردها

تا آن‌جا که ممکن است باید میلگردهای مصرفی به صورت یک پارچه و به طول نشان داده شده در نقشه‌ها باشد. تمام اتصالات میلگردها باید روی نقشه‌های کارگاهی منعکس شده و باید سعی شود که تعداد اتصالات به حداقل ممکن کاهش یابد. در صورتی که وجود اتصال اجتناب ناپذیر باشد، این اتصالات باید در مقاطعی قرار داده شوند که تنش عضو یا قطعه بتنی حداکثر نباشد و از تمرکز قابل ملاحظه وصله‌ها در یک مقطع باید پرهیز شود. وصله کردن میلگردها باید به روش‌های پوششی^۱، اتکایی، جوشی، مکانیکی و مرکب، مطابق ضوابط آیین‌نامه بتن ایران و تایید دستگاه نظارت انجام شود. وصله پوششی تنها در مورد میلگردهای با قطر کم‌تر از ۳۶ میلی‌متر مجاز می‌باشد. در صورت استفاده از فولاد ساده در کارهای بتنی، طول وصله حداقل دو برابر طول وصله مشابه در میلگردهای آجدار خواهد بود. در وصله‌های پوششی ضوابط کلی زیر باید رعایت شوند.

۱- در وصله‌های پوششی باید دو میلگرد در انتهای مورد نظر مشخص شده در نقشه‌های اجرایی در کنار هم قرار گیرند. در وصله‌های پوششی تماسی، دو میلگرد در تماس کامل با هم قرار می‌گیرند، ولی در وصله‌های پوششی غیر تماسی می‌توان دو میلگرد را به فاصله‌ای حداکثر معادل مقادیر زیر قرار داد:

- در اعضای خمشی، فاصله محور تا محور دو میلگرد وصله شونده نباید از ۲۰ درصد طول لازم برای وصله پوششی و ۱۵۰ میلی‌متر، بیش‌تر باشد.
- در سایر اعضا، فاصله محور تا محور دو میلگرد وصله شونده نباید از ۵ برابر قطر میلگرد کوچک‌تر، بیش‌تر باشد.
- ۲- در وصله‌های پوششی میلگردهای ساده در کشش، باید انتهای آنها را به صورت یکی از انواع قلاب‌های استاندارد با زاویه بیش‌تر از ۱۳۵ درجه خم کرد.
- ۳- وصله‌های پوششی غیر تماسی باید با میلگردهای عرضی عمود بر میلگردهای وصله شونده محصور شوند.

۱۰-۱-۱۴- اتصال میلگردها به وسیله جوش

اتصال میلگردها به وسیله جوشکاری باید با دستور و موافقت قبلی دستگاه نظارت انجام شود. روش‌های متداول برای وصله‌های جوشی عبارتند از: اتصال جوشی نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی) و اتصال جوشی ذوبی با الکتروود (جوش با قوس الکتریکی). اتصال جوشی نوک به نوک خمیری فقط در شرایط کارخانه‌ای و در صورتی مجاز است که قطر میلگردها از ۱۰ میلی‌متر برای فولادهای گرم نورد شده یا ۱۴ میلی‌متر برای فولادهای سرد اصلاح شده کم‌تر نباشد و نسبت سطح مقطع دو میلگرد وصله شونده از ۱/۵ تجاوز نکند. اتصال جوشی ذوبی با الکتروود در صورتی مجاز است که برای هر نوع فولاد، از الکتروود و روش مناسب آن استفاده شود.

به‌طور کلی در انجام اتصالات جوشی رعایت ضوابط و مندرجات آیین‌نامه بتن ایران الزامی و لازم است روش جوشکاری، نوع جوش، مشخصات دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد.

۱۰-۱-۱۵- ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها

پوشش بتنی میلگردها حداقل فاصله رویه میلگرد اعم از طولی و عرضی تا نزدیک‌ترین سطح بتن تعریف می‌شود. نظر به اهمیت پوشش در حفظ و نگهداری میلگردها و نهایتاً عمر مفید سازه بتنی، پیمانکار باید نهایت دقت را در نصب میلگردها و نیز ریختن و متراکم کردن بتن به عمل آورد تا باعث جابه‌جایی و کاهش ضخامت قشر پوشش بتنی میلگردها نگردد. در صورتی که ضخامت پوشش در نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها داده نشده باشد رعایت مندرجات این قسمت الزامی است.

الف- ضخامت پوشش بتنی نباید از قطر میلگردهای مصرفی کم‌تر اختیار شود. در مورد گروه میلگردها بدین ترتیب عمل می‌شود که یک گروه میلگرد به‌صورت یک میلگرد فرضی با سطح مقطع معادل کل گروه فرض می‌شود. در این حالت ضخامت پوشش بتن از خارجی‌ترین سطح گروه میلگرد و در جهت مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود.

ب- ضخامت پوشش نباید از بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگ‌دانه‌های تا ۳۲ میلی‌متر، یا ۵ میلی‌متر بیش‌تر از بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگ‌دانه‌های بزرگ‌تر از ۳۲ میلی‌متر، کم‌تر باشد.

ج- ضخامت پوشش با توجه به شرایط محیطی و نوع قطعه مورد نظر نباید از مقادیر مندرج در جدول (۱۰-۴) کم‌تر اختیار شود.

د- اگر سطح بتن نقش دار باشد، ضخامت پوشش از عمق فرورفتگی اندازه گیری می شود.

جدول ۱۰-۴- مقادیر حداقل پوشش بتن (میلی متر) *

نوع شرایط محیطی **					نوع قطعه
فوق العاده شدید	بسیار شدید	شدید	متوسط	ملايم	
۷۵	۶۵	۵۰	۴۵	۳۵	تیرها و ستونها
۶۰	۵۰	۳۵	۳۰	۲۰	دالها، دیوارها و تیرچهها
۵۵	۴۵	۳۰	۲۵	۲۰	پوستهها و صفحات پلیسه‌ای
۹۰	۷۵	۶۰	۵۰	۴۰	شالودهها
* مقادیر داده شده در جدول را می توان به استثنای شرایط محیطی بسیار شدید و فوق العاده شدید به اندازه ۵ میلی متر برای بتن های رده C35 و C40 یا ۱۰ میلی متر برای بتن های رده بالاتر کاهش داد، مشروط بر آن که ضخامت پوشش به هر حال از ۲۰ میلی متر کم تر نشود. مقادیر جدول را باید برای میلگردهای با قطر بیش تر از ۳۶ میلی متر به اندازه ۱۰ میلی متر افزایش داد. در صورتی که بتن در جوار دیواره خاکی بدون قالب بندی ریخته شود و به طور دائم با آن در تماس باشد، ضخامت پوشش نباید کمتر از ۷۵ میلی متر اختیار شود.					
** شرایط محیطی مطابق تعاریف بند ۸-۲-۹-۲ آیین نامه بتن ایران می باشد.					

۱۰-۱-۱۶- رواداری ها در بریدن و کار گذاشتن میلگردها

بریدن و کار گذاردن میلگردها باید در حد رواداری های مندرج در مشخصات فنی خصوصی و سایر مدارک قرارداد صورت گیرد. در صورت نبود این دستورالعمل ها باید با مراعات رواداری های زیر اقدام نمود.

الف- رواداری های بریدن میلگردها

طول میلگرد	-	± 25 میلی متر
مجموع ابعاد خاموت	-	± 12 میلی متر
خمها	-	± 25 میلی متر

ب- رواداری پوشش بتنی محافظ میلگردها

کاهش ضخامت قشر پوشش نسبت به مقادیر تعیین شده حداکثر ۸ میلی متر است و در هیچ مورد نباید ضخامت پوشش از دو سوم میزان تعیین شده کم تر باشد.

ج- رواداری های بستن و کار گذاشتن میلگردها

انحراف موقعیت میلگردها نسبت به محل های تعیین شده در نقشه ها با توجه به اندازه ارتفاع مقطع اعضای خمشی، ضخامت دیوارها و یا کوچک ترین بعد ستون ها به شرح زیر است:

برای $h \leq 200$ میلی متر	-	± 8 میلی متر
برای $200 < h < 600$ میلی متر	-	± 12 میلی متر
برای $h \geq 600$ میلی متر	-	± 20 میلی متر

- انحراف فاصله جانبی بین میلگردها ± 30 میلی‌متر
- انحراف موقعیت طولی خم‌ها و انتهای میلگردها در انتهای ناپیوسته قطعات ± 20 میلی‌متر
- انحراف موقعیت طولی خم‌ها و انتهای میلگردها در سایر موارد ± 50 میلی‌متر

۱۰-۱-۱۷- بازرسی و نظارت

بعد از نصب و جاگذاری میلگردها، دستگاه نظارت قالب‌ها را از نظر ابعاد، محل و رقوم و همچنین میلگردگذاری را از نقطه نظر قطر، تعداد، طول، شکل، فواصل نسبت به یکدیگر و استحکام با توجه به ضوابط و رواداری‌های مجاز مورد بازرسی و کنترل قرار خواهد داد. پس از اطمینان از اجرای صحیح و تمیز بودن درون قالب و میلگردها، مجوز بتن‌ریزی صادر خواهد شد. رعایت مندرجات آیین‌نامه بتن ایران در مورد بازرسی و نظارت بر عملیات تهیه، حمل و نصب میلگردها در کارهای بتن مسلح الزامی است. یادآوری می‌شود که اندازه‌گیری فاصله میلگردها از یکدیگر براساس فاصله محورهای آنها صورت گرفته ولی در مورد ضخامت پوشش روی میلگرد، از سطح خارجی میلگرد تا رویه بتن اندازه‌گیری خواهد شد.

۱۰-۱-۱۸- شبکه‌های جوش شده^۱

۱۰-۱-۱۸-۱- کلیات

شبکه‌های جوش‌شده از یک‌سری میلگردهای طولی و عرضی سرد کشیده شده^۲ که به صورت عمود نسبت به یکدیگر قرار گرفته و تشکیل چشمه‌های مربع یا مربع مستطیل را می‌دهند، ساخته می‌شود. در ساخت شبکه‌های جوش‌شده از میلگردهای با قطر بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر استفاده می‌شود. میلگردها در محل تقاطع توسط جوش نقطه‌ای به روش مقاومت الکتریکی با مکانیزم ذوب و فشار به هم متصل می‌گردند. شبکه‌ها به صورت ورقه‌های مسطح و یا حلقه‌پیچ^۳ به بازار عرضه می‌شوند.

شبکه‌ها باید به وسیله دستگاه‌های خودکار و یا ماشین‌های مناسب ساخته شده به نحوی که محور میلگردها در راستای مستقیم قرار گیرند و فواصل آنها از همدیگر یکسان باشد. کلیه خم‌کاری‌ها و شکل دادن شبکه‌های جوش‌شده باید به روش سرد و با سرعت تدریجی یکنواخت انجام شود و لازم است شکل نهایی آنها پس از خم کردن مطابق نقشه‌های اجرایی و مورد تایید دستگاه نظارت باشد.

1- Welded Wire Reinforcement (WWR)

2- Cold Drawn Steel Wire

3- Roll

۱۰-۱-۱۸-۲- کنترل کیفیت شبکه‌های جوش شده

در ساخت شبکه‌ها از میلگرد نوع S500 استفاده می‌شود و به طور کلی کنترل مشخصات شبکه‌ها باید بر اساس استاندارد ASTM A185 انجام گیرد. لازم است مشخصات شبکه‌ها قبل از استفاده کنترل شده و به تایید دستگاه نظارت برسد. آزمایش‌های زیر باید برای تایید مشخصات انجام شود.

الف- آزمایش مقاومت کششی

از هر ۷۰۰۰ مترمربع شبکه و یا کسری از آن باید یک نمونه تهیه و تحت آزمایش کشش قرار گیرد. نتیجه به دست آمده از این آزمایش نباید کم‌تر از مقاومت مشخصه میلگرد مورد استفاده (S500) شود. در صورتی که نتیجه حاصله کم‌تر از مقاومت مورد نظر باشد باید دو نمونه دیگر از همان شبکه گرفته شده و تحت آزمایش کشش قرار گیرند. نتایج به دست آمده وقتی مورد قبول واقع می‌شود که متوسط نتایج سه نمونه، از مقاومت مشخصه میلگرد مصرفی کم‌تر نبوده و علاوه بر آن مقاومت هیچ یک از نمونه‌ها کم‌تر از ۸۰ درصد مقاومت مشخصه نباشد.

جهت انجام آزمایش مقاومت کششی، نمونه با طول کافی و به نحوی انتخاب می‌شود که یک گره در وسط طول آن قرار داشته باشد. میلگرد عمود بر نمونه‌ها در هر طرف، در فاصله حدود ۲۵ میلی‌متر از محل گره باید قطع شود.

ب- آزمایش خم کردن

از هر ۷۰۰۰ متر مربع شبکه و یا کسری از آن یک نمونه برای انجام آزمایش خم کردن تهیه و مورد آزمایش قرار می‌گیرد. آزمایش با خم کردن نمونه به صورت سرد حول فلکه به میزان ۱۸۰ درجه انجام می‌شود. برای میلگردهای به قطر کم‌تر از ۸ میلی‌متر قطر فلکه برابر قطر میلگرد و برای قطرهای بزرگ‌تر، قطر فلکه ۲ برابر قطر میلگرد می‌باشد. در پایان آزمایش خم کردن لازم است هیچ‌گونه ترک، شکاف و بریدگی در نمونه به وجود نیاید. در صورتی که نتیجه اولین آزمایش مورد قبول نباشد، باید ۲ نمونه دیگر از همان شبکه گرفته و آزمایش مذکور روی آنها انجام گیرد. نتیجه هر دو نمونه اخیر باید مورد قبول واقع شود.

ج- آزمایش کنترل مقاومت برشی جوش

از آنجایی که جوش‌های شبکه در تامین مهاریه میلگردها در بتن سهیم می‌باشند، لذا لازم است آزمایش مقاومت برشی برای پذیرش جوش انجام گیرد. از هر ۲۸۰۰۰ مترمربع شبکه وارد شده به کارگاه و یا کسری از آن یک نمونه برای انجام آزمایش کنترل مقاومت جوش مطابق مشخصات ASTM A185 تهیه و مطابق بند ۱۱ استاندارد مذکور آزمایش می‌شود.

حداقل نیروی برشی بر حسب نیوتن نباید از حاصل ضرب سطح مقطع اسمی میلگرد دارای قطر بزرگ‌تر شبکه بر حسب میلی‌متر مربع در عدد ۲۴۱ کم‌تر باشد. در غیر این صورت باید چهار نمونه دیگر از چهار شبکه مجزا گرفته شده

و آزمایش شود. در صورتی که متوسط نتایج همه آزمایشات برشی جوش کم‌تر از حداقل مورد لزوم باشد، آن محموله قابل قبول نخواهد بود.

۱۰-۱-۱۸-۳- رواداری در شبکه‌های جوش شده

در صورتی که پروژه فاقد مشخصات فنی خصوصی در مورد شبکه‌های جوش شده باشد، لازم است پیمانکار مشخصات مندرج در این نشریه را رعایت نماید. مشخصات شبکه‌های جوش شده باید مطابق با نقشه‌ها بوده و انحراف مجاز در ساخت شبکه‌ها باید در محدوده زیر باشد:

- انحراف مجاز در قطر میلگردها

- الف- میلگرد با قطر کم‌تر از ۶ میلی‌متر انحراف مجاز ۰/۰۸ میلی‌متر
ب- میلگرد با قطر بزرگ‌تر از ۶ میلی‌متر و کم‌تر از ۱۰ میلی‌متر انحراف مجاز ۰/۱ میلی‌متر

- انحراف مجاز در ابعاد شبکه

- الف- انحراف در عرض شبکه: عرض شبکه عبارت است از فاصله محور تا محور میلگردهای طولی کناری و انحراف مجاز در آن حداکثر برابر ± ۱۳ میلی‌متر می‌باشد. عرض کل شبکه برابر طول میلگردهای عرضی شبکه و انحراف مجاز آن حداکثر ± ۲۵ میلی‌متر می‌باشد.
ب- انحراف در طول شبکه: انحراف مجاز در طول میلگردهای طولی شبکه نباید از ± ۲۵ میلی‌متر و یا ۱ درصد طول هرکدام که بزرگ‌تر است بیش‌تر باشد.
ج- فاصله انتهایی میلگردهای عرضی از محور میلگردهای طولی کناری شبکه نباید بیش‌تر از ۲۵ میلی‌متر باشد.
د- فاصله محور تا محور دو میلگرد عرضی و یا دو میلگرد طولی نسبت به فاصله مشخص شده در نقشه‌ها نباید تغییراتی بیش از ۶ میلی‌متر داشته باشد.

- تعداد جوش‌های پاره شده

اتصالات جوشی باید در موقع حمل و نقل، خم کردن و جاگذاری مقاومت کافی داشته و پاره نشوند. با این وجود شکسته بودن تعدادی از جوش‌های یک شبکه نمی‌تواند عامل غیرقابل قبول بودن آن شبکه باشد، مگر این‌که تعداد آنها بیش‌تر از ۱ درصد کل گره‌های آن شبکه بوده و یا این‌که بیش از ۰/۵ درصد تعداد گره‌های شکسته شده روی یک میلگرد قرار داشته باشد.

۱۰-۲- کارهای فلزی متفرقه

۱۰-۲-۱- کلیات

تهیه نقشه‌های کارگاهی بر اساس نقشه‌های اسناد پیمان، تهیه کلیه مصالح فلزی، حمل، انبار نمودن، ساخت، نصب، آزمایش و رنگ‌آمیزی کلیه کارهای فلزی طبق مشخصات مشروحه در این نشریه و اطلاعات مندرج در نقشه‌های تفصیلی ساختمانی، مشخصات فنی خصوصی یا دستورات صادره دستگاه نظارت، به عهده پیمانکار است. اقلام عمده کارهای مورد نظر شامل نرده‌های جان پناه، نرده‌های حفاظ، نردبان حفاظتی کانال‌ها و ابنیه خواهد بود.

پیمانکار موظف است جزییات ساخت، تهیه مصالح و حمل، نصب، آزمایش و رنگ‌آمیزی کلیه کارهای فلزی را به تایید دستگاه نظارت برساند. سازه فلزی باید طبق نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی با رعایت استانداردهای ارائه شده توسط سازنده واجد شرایط که قبلاً مورد تایید دستگاه نظارت قرار گرفته است، تهیه شود.

۱۰-۲-۲- نقشه‌های منضم به پیمان

نقشه‌هایی که از طرف مهندس مشاور برای کارهای فلزی داده می‌شود می‌تواند بسته به مورد شامل نقشه‌های کامل اجرایی نظیر نرده‌ها باشد و یا شامل مشخصات کلی تجهیزات نظیر دریچه‌های هیدرومکانیکال باشد. در حالت اخیر، نقشه تنها شامل ابعاد و اطلاعات کلی تجهیزات و نیز شرایط و ضرورت‌های اختصاصی این تجهیزات خواهد بود.

۱۰-۲-۳- نقشه‌های کارگاهی ساخت

جزئیات نحوه تهیه و ارائه نقشه‌های کارگاهی ساخت تجهیزات فلزی مکانیکی موضوع کارهای این فصل - که از طرف پیمانکار تهیه می‌شود - در مشخصات فنی خصوصی قید شده و یا از طرف دستگاه نظارت اعلام خواهد شد. به طور کلی، این نقشه‌ها باید دربر دارنده نکات زیر باشد:

- ۱- ترتیب و ترکیب کلی اجزای کارها
- ۲- پلان‌ها
- ۳- مقاطع و نماها
- ۴- جزییات کارهای بتنی
- ۵- جزییات نصب
- ۶- مشخصات کلیه مصالح مورد استفاده
- ۷- رعایت رواداری‌های ساخت و نصب شامل قائم، موازی و افقی بودن و همچنین حفظ فواصل

۸- مشخص بودن محل اتصال‌های کارگاهی^۱ که پس از حمل به محل نصب انجام می‌گیرد، شامل نوع جوش

کارگاهی، نحوه تنظیم و محل پیچ‌های مونتاژ

۹- شکل، طول، ضخامت و وزن قطعات

۱۰-۲-۴- مصالح و نحوه انجام کار

الف- کلیه تجهیزات باید نو بوده و کیفیتی مناسب برای شرایط جوی محلی داشته باشد و یا این‌که در مقابل این‌گونه عوامل به خوبی حفاظت شود.

ب- کلیه مصالح مصرفی باید دارای کیفیتی قابل قبول بوده و از هر گونه عیب و نقص عاری باشد. تمام مصالح مورد استفاده باید با تایید قبلی دستگاه نظارت و مطابق استانداردهای ایران باشد.

۱۰-۲-۵- اجرای کارهای فلزی

قبل از شروع ساخت و نصب قطعات فلزی، اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها باید به منظور انطباق کامل در موقع نصب با دقت کنترل شود. در صورت برخورد به بی تناسبی و یا اختلاف در اندازه‌ها، پیمانکار باید با نظر دستگاه نظارت اصلاحات لازم را انجام دهد.

قطعاتی که قرار است در محل کار نصب شود، باید قبلاً در کارگاه با دقت لازم آماده شده و طبق نقشه‌های کارگاهی شماره‌گذاری شود تا در هنگام نصب هیچ‌گونه اشتباهی بروز نکند.

الف- بریدن و سوراخ کردن

قطعات فلزی باید به ابعاد و شکل‌های لازم ارائه شده در نقشه‌ها، به دقت بریده شده و در محل‌های لازم سوراخ شود. در صورتی که با موافقت دستگاه نظارت برش یا جوش انجام می‌شود، محل‌های بریده شده یا جوش داده شده باید سنگ خورده و کاملاً صاف شود. سوراخ‌های پیچ باید به وسیله مته یا منگنه در محل دقیق خود به قطر ۱/۵ میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پیچ یا پرچ ایجاد شود. در صورت امکان، قطعاتی که پیچ می‌شوند باید پس از علامت‌گذاری به وسیله خال‌جوش به هم متصل گردیده و سپس با هم سوراخ شود. هنگام نصب، سوراخ‌ها باید کاملاً بر هم منطبق باشند.

ب- اتصالات با پیچ و مهره

در اتصالات با پیچ و مهره باید بین مهره و صفحات اتصال، واشر فولادی و فنری بسته به مورد به‌کار رود. طول پیچ و تعداد دانه‌های آن باید طوری باشد که بعد از محکم شدن مهره حداقل ۴ دندانه پیچ از مهره بیرون آید. در محل‌هایی که سفت کردن مهره مجاز نیست، برای جلوگیری از بازشدن آن باید از مهره‌های اشبیل‌دار استفاده شود.

ج- سنبه‌زنی

پس از این که سطوح قسمت‌ها و عضوها به دقت روی یکدیگر منطبق شده و با پیچ و مهره کاملاً به یکدیگر محکم شد، می‌توان سوراخ‌هایی که با منگنه یا مته قدری تنگ‌تر ایجاد شده است را به وسیله سنبه‌زنی فراخ‌تر کرد.

د- اتصال لب به لب

این‌گونه اتصالات باید مقابل یکدیگر و در یک تراز قرار داده شود. پس از اتصال، فاصله آزاد بین دو عضو یا دو قسمت مجاور نباید از ۴ میلی‌متر تجاوز کند.

ه- چدن و فولاد ریخته

چدن و فولاد باید از نظر شکل و ابعاد دقیقاً مطابق نقشه‌ها بوده و عاری از هرگونه نقص زیان‌بخش ریخته‌گری، ترک و تغییر شکل باشد. نمای سطوح قطعات ریخته شده باید صاف بوده و دقیقاً مطابق نقشه‌ها باشد.

و- جوشکاری

جوشکاری باید طبق نقشه‌های کارگاهی، دستورالعمل‌های دستگاه نظارت و همچنین ضوابط مندرج در نشریه‌های شماره ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴ و ۲۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور انجام شود. کنترل کیفیت بر طبق نشریه شماره ۲۳ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور انجام می‌گیرد.

۱۰-۲-۶- نرده‌های حفاظ و نردبان نجات کانال

نوع نرده و نردبان، عمل و نصب آنها، طبق نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی و نظر دستگاه نظارت خواهد بود. مواردی از کارهای فلزی حفاظتی که فاقد نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی باشد، باید با نظر دستگاه نظارت و منطبق بر ضوابط و معیارهای اعلام شده در نقشه‌های تیپ سازه‌های فنی ارائه شده در آخرین ویرایش نشریه شماره ۱۰۷ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور صورت گیرد.

مصالح فلزی که در داخل بتن قرار می‌گیرند، باید قبل از نصب کاملاً تمیز و عاری از هرگونه مواد خارجی باشند. مهارهای نصب صفحات فلزی، پلکان نردبان‌ها و پایه نرده‌های حفاظتی باید به‌گونه‌ای در جایگاه مشخص شده قرار گرفته و آنچنان محکم و تثبیت گردند که عملیات بتن‌ریزی و عمل‌آوری بتن با لرزاندن باعث جابه‌جایی آنها نگردد.

۱۰-۲-۷- بازرسی و آزمایش

بازرسی‌های زیر باید در کارخانه یا کارگاه و در حضور نماینده دستگاه نظارت انجام شود:

الف- بازرسی عملیات مونتاژ

پیش از رنگ‌آمیزی، پس از خاتمه مونتاژ در کارخانه و قبل از حمل لوازم و ادوات، کلیه قسمت‌هایی که در بتن جاگذاری می‌شود باید مورد بازرسی قرار گیرد، انطباق آنها با مشخصات خواسته شده، کنترل و تاییدیه دستگاه نظارت صادر شود.

ب- بازرسی جوشکاری، پرچ، پیچ و مهره

کلیه اتصالات در هنگام اجرا و بعد از آن از طرف دستگاه نظارت و طبق معیارهای مورد قبول دستگاه نظارت مورد بازرسی و آزمایش قرار خواهد گرفت.

ج- رنگ‌آمیزی

رنگ‌آمیزی باید طبق استانداردهای مندرج در فصل یازدهم این نشریه و طبق مندرجات مشخصات فنی خصوصی اجرا شود.

د- کنترل

در دوره عملیات اجرایی و پس از خاتمه آن، حسن اجرای نصب مصالح فلزی منطبق بر استانداردها و نقشه‌های اجرایی توسط دستگاه نظارت کنترل می‌شود. در صورت عدم انطباق، پیمانکار موظف به تخریب و خارج‌سازی موارد معیوب و اجرای مجدد و مورد تایید دستگاه نظارت می‌باشد.

فصل ۱۱

رنگ آمیزی

۱۱-۱- کلیات

این فصل از مشخصات فنی عمومی، شامل الزاماتی است که تحت شرایط عمومی پیمان، باید توسط پیمانکار در مورد تامین مصالح، ماشین‌آلات، ابزار و ادوات آماده‌سازی و رنگ‌آمیزی کارهای فلزی و بتنی رعایت شود. معیارهای انطباق مصالح و عملیات اجرایی آماده‌سازی و رنگ‌آمیزی نیز در این فصل ذکر شده است.

۱۱-۱-۱- دامنه کاربرد

مشخصات فنی عمومی رنگ‌آمیزی کارهای ساختمانی، منطبق بر نشریه شماره ۵۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور خواهد بود. این فصل در مورد مشخصات فنی عمومی رنگ‌آمیزی دریچه‌ها، لوله‌های فلزی و کارهای فلزی متفرقه و بتنی می‌باشد که شامل تامین کلیه مواد و مصالح رنگ‌آمیزی طبق استانداردهای اعلام شده، آماده‌سازی محل، اجرای رنگ‌آمیزی و آزمایش‌های مربوطه است.

۱۱-۱-۲- استانداردها

رنگ‌های مورد مصرف در هر پروژه باید از نقطه نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، رنگ^۱ و دیگر مشخصه‌های ظاهری با آنچه در نقشه‌ها، دستور کارها، مشخصات فنی خصوصی و سایر مدارک پیمان ذکر شده است، منطبق باشد. نمونه رنگ‌های مصرفی چه از نقطه نظر تعیین کارخانه سازنده مواد و چه به لحاظ رنگ‌بندی و عناصر تشکیل‌دهنده رنگ باید طبق مشخصات فنی قرارداد بوده و توسط دستگاه نظارت تایید شود. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی فرآورده‌های رنگی و روش‌های آزمایش آنها باید مطابق آخرین ویرایش استانداردهای ایرانی زیر باشد.

- رنگ‌ها و جلاها- واژه‌ها و اصطلاحات- استاندارد شماره ۹۲۱۸
- ویژگی‌های رنگ آلومینیومی آماده مصرف - استاندارد شماره ۱۱۷۶
- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون رنگ‌سیاه آماده مصرف با پایه قیری عاری از سرب و مقاوم در برابر اسید- قلیا- آب- حرارت - استاندارد شماره ۱۳۳۳
- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون رنگ پوشش زیرین بر پایه رزین الکید- استاندارد شماره ۱۶۹۷
- استاندارد رنگ - ویژگی‌ها و روش آزمون رنگ آستری بر پایه رزین الکید و اکسید آهن- استاندارد شماره ۴۸۱۷
- رنگ آستری بر پایه رزین اتیل سیلیکات - ویژگی‌ها - استاندارد شماره ۶۴۵۸
- رنگ برهای بر پایه حلال-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون - استاندارد شماره ۲۰۴۷
- روش‌های آزمون رنگ‌های اپوکسی پلی‌آمید - استاندارد شماره ۲۹۱۹

- ویژگی‌های رنگ‌های اپوکسی پلی‌آمید - استاندارد شماره ۲۹۲۰

تا زمانی که استاندارد ایرانی در پاره‌ای از موارد تدوین نشده باشد با نظر دستگاه نظارت می‌توان از استانداردهای زیر استفاده نمود:

- 1- SSPC (Steel structures Painting Council)
- 2- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- 3- UFS (U.S. Federal Standards) Sec.PPP-P-1892
- 4- ANSI (American National Standards Institute- Sec . Z 12915. BSI (British Standard Institution)- Sec. 381C
- 5- IPS (Iranian Petroleum Standards)- Sec. IPS-ETP (Paints)

۱۱-۲- مصالح رنگ

۱۱-۲-۱- موارد کاربرد رنگ

رنگ، ترکیبی از صمغ^۱، رنگ‌دانه^۲، حلال و مواد افزودنی مختلف می‌باشد و به صورت ترکیبات مختلف جهت اهداف خاصی که مهم‌ترین آن شامل: حفاظت در مقابل خوردگی، زیبایی سطوح، بهداشت و پاکیزگی، نورافشانی، بهبود کارایی (کم کردن افت انرژی در آبراهه‌ها)، بهبود بینایی در علائم هشداردهنده، روی سطوح مناسب پاشیده و سخت می‌شود. رنگ‌ها معمولاً به صورت مایع و یا پودر بر روی سطوح پاشیده شده و معمولاً به طریق زیر سخت می‌گردد:

- تبخیر حلال‌ها

- واکنش‌های تراکمی و یا واکنش‌های شیمیایی

- واکنش با هوا

- واکنش‌ها در حرارت

مهم‌ترین مورد کاربرد در صنعت آب، جلوگیری از خوردگی به خصوص خوردگی فلزات آهنی می‌باشد.

۱۱-۲-۲- سیستم‌های رنگ

سطوح مختلف اعم از فلزی و غیرفلزی، در شرایط خوردگی شدید ناشی از انتقال آب با محلول نمک، اسید و بازهای خورنده و همچنین مواد ساینده مثل ماسه و غیره، نیاز مبرم به حفاظت توسط پوشش‌های اختصاصی دارند. انتخاب نوع پوشش باید دقیقاً توسط مهندس مشاور با توجه به نوع مواد خورنده و شرایط فیزیکی مثل درجه حرارت، رطوبت نسبی و... با توجه به استانداردهای معتبر و کارخانه‌های سازنده رنگ انتخاب گردد. حفاظت توسط رنگ معمولاً در لایه‌های مختلف با جنس‌های مختلف مقدور می‌باشد. جنس لایه‌ها ممکن است از سه نوع تشکیل شود. (لایه آستر، لایه میانی، لایه نهایی) حداقل ضخامت لایه‌ها توسط

1- Resin
2- Pigment

کارخانه سازنده پیشنهاد می‌گردد، ولی دستگاه نظارت می‌تواند با توجه به شرایط خاص آن را افزایش دهد. ضخامت لایه‌ها به‌خصوص ضخامت نهایی رنگ، باید در مشخصات فنی خصوصی تعیین گردد. در صورت وجود شرایط خاص در محل کاربرد رنگ، مثل درجه حرارت بالا و یا پایین و تغییرات شدید درجه حرارت، محدودیت در کاربرد عناصر سمی در رنگ و غیره باید در مشخصات فنی خصوصی تعیین گردد. پیمانکار باید پس از عقد پیمان، با توجه به مشخصات فنی خصوصی نسبت به تهیه کاتالوگ، بروشور و نمونه رنگ از سازنده‌های مختلف رنگ و ارائه آن به دستگاه نظارت اقدام نماید. کاتالوگ و بروشورها باید شامل تعیین عناصر موجود در رنگ، تاییدیه‌های خواص و آزمایش‌های انجام شده بر روی رنگ بر اساس مشخصات فنی خصوصی از آزمایشگاه معتبر، دستورالعمل اجرای رنگ شامل شرایط محیطی مناسب جهت اجرای عملیات (حداقل و حداکثر درجه حرارت محیط و لوله یا جسمی که رنگ زده می‌شود، سرعت باد و رطوبت نسبی) باشد.

قبل از شروع رنگ‌آمیزی، پیمانکار باید روش کامل آماده‌سازی سطوح، بروشورهای کارخانجات سازنده رنگ، نوع و تعداد لایه رنگ مورد نیاز جهت دستیابی به ضخامت مورد نیاز مطابق با مشخصات فنی خصوصی با شماره رنگ جهت تصویب به دستگاه نظارت ارائه نماید. بازرسی‌های مورد نیاز که در این مرحله توسط دستگاه نظارت صورت می‌گیرد، به شرح زیر است:

بررسی بروشور، کاتالوگ و دستورالعمل‌های کارخانجات سازنده رنگ که در برگیرنده منابع خام، طبیعت حلال‌ها، مواد فرار، تعداد عناصر و اجزای تشکیل دهنده رنگ، نوع پوشش، فاصله زمانی بین پوشش‌ها، تعداد پوشش‌ها، خواص سمی، خواص فیزیکی، مدت زمان مجاز نگهداری در انبار، مقاومت در مقابل مواد شیمیایی، مقاومت در مقابل ازن، مطابقت با استاندارد آب آشامیدنی (در صورت نیاز و بنا به تشخیص دستگاه نظارت). شرایط محیطی مناسب جهت رنگ‌آمیزی شامل درجه حرارت، رطوبت نسبی و ابزار مناسب جهت رنگ‌آمیزی و ضخامت لایه‌های مختلف باشد. حداقل مشخصات فنی ارائه شده توسط کارخانه سازنده رنگ باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

- درصد حجمی
- لزجت
- وزن مخصوص
- چسبندگی
- ضربه‌پذیری
- نرمی ذرات
- براقیت
- پایایی^۱
- عمر انتظار^۲

1- Shelf Life
2- Pot Life

مدت زمانی که رنگ پس از اختلاط با حلال و یا سایر مواد، قابل استفاده می‌باشد.

- زمان خشک شدن
- مشخصات سخت‌کننده^۱ در صورت نیاز
- مشخصات حلال
- مشخصات ابزار رنگ

۱۱-۳- ویژگی‌ها و حداقل قابل قبول

مواد رنگی مصرفی باید از نظر شکل ظاهری، سالم و عاری از موادی باشد که در اثر عوامل جوی و هوازدهی خراب می‌شوند و به کیفیت آنها صدمه می‌زنند. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، بهداشتی و دوام مواد رنگی، نباید با آنچه که در نقشه‌ها و مشخصات تعیین شده، مغایرت داشته باشد. اثر گرما، پرتوهای خورشیدی، بخارها و گازهای مختلف از جمله بخار آب، مایعات گوناگون و نظیر این موارد، باید با استانداردهای مربوطه مطابقت داشته باشد. میزان رنگ‌پریدگی، هوازدهی و تجزیه مواد رنگی که در معرض نور خورشید و عوامل جوی دیگر قرار می‌گیرند (مانند رنگ‌های خارجی روی سطوح مختلف) نیز اهمیت ویژه‌ای دارد که باید مورد توجه قرار گیرد.

رنگ‌های ساخته شده مصرفی باید در کارخانه‌های معتبر رنگ‌سازی و مطابق استانداردهای مربوط ساخته شده و در ظروف سالمی که در آن باز نشده و دارای برچسب ویژه سازنده است به کارگاه تحویل گردد. در مواردی که مواد رنگی در کارخانه تهیه نمی‌شود و به ناچار باید در کارگاه ساخته شود، قبل از شروع به کار باید مواد اولیه آنها، تهیه و به تایید دستگاه نظارت برسد. تهیه رنگ، حلال و مواد سخت‌کننده باید از یک کارخانه صورت پذیرد.

رنگ داخل ظروف قبل از مصرف، باید به دقت به هم زده شود تا محتویات آن به صورت کاملاً یکنواخت درآید. چنانچه در سطح رنگ پوسته‌ای تشکیل شده باشد، باید قبل از آمیختن آن را جدا نمود. مواد رنگی ساخته شده آماده مصرف، باید مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده به کار روند و جز در مواردی که سازنده مواد توصیه نموده است، از رقیق کردن رنگ خودداری گردد. در صورت رقیق کردن باید از مواد مورد نظر کارخانه سازنده استفاده شود. مصرف رنگ‌های متفرقه و کهنه به هیچ وجه مجاز نبوده و پیمانکار موظف به جمع‌آوری و حمل آنها به خارج از کارگاه می‌باشد. چنانچه رنگ نیاز به سخت‌کننده داشته باشد، حداکثر فاصله زمانی مصرف پس از مخلوط شدن، طبق بروشور سازنده باید رعایت گردد. دستگاه نظارت جهت حصول اطمینان از مشخصات رنگ تصویب شده می‌تواند به تناوب نمونه‌ها را به آزمایشگاه معتبر ارائه و نتایج آزمایش را با مشخصات فنی ارائه شده اولیه مقایسه نماید.

۱۱-۴- آماده‌سازی محل رنگ‌آمیزی لوله و کارهای فلزی

قبل از رنگ‌آمیزی، سطوح سخت فولاد باید از هر گونه گرد و غبار، رطوبت، گل، رنگ، قیر، روغن، گریس، پلیسه آهن و سرباره‌های جوشکاری و هر ماده خارجی دیگر پاک گردد. پوشش رنگی مناسب، با توجه به موقعیت استقرار لوله و

آسیب پذیری های گوناگون، انتخاب می شود. در صورتی که این شرایط و رنگ انتخابی و میزان دقت آماده سازی بستر در مشخصات فنی خصوصی مشخص نشده باشد، با نظر دستگاه نظارت اقدامات و روش های زیر برای انجام کار انتخاب و برای اجرا به پیمانکار ابلاغ می شود.

۱۱-۴-۱- مرمت سطح و کناره ها

نخستین گام در آماده سازی هر سطحی برای رنگ کاری، عبارت از اصلاح هرگونه ضایعه فلزی در طول مسیر خط لوله و کارهای فلزی است. از جمله مواردی که معمولا نیازمند ترمیم است به قرار زیر خواهد بود:

- گرفتن تیزی گوشه
- پوسته شدگی
- برجستگی های تیز محل جوش

۱۱-۴-۲- تمیز کاری مقدماتی

پاک کردن سطوح فلزی از مواد خارجی با استفاده از حلال ها تنها پس از تایید دستگاه نظارت و بر اساس استاندارد SSPC-SPI (انجمن رنگ کاری سازه های فولادی آمریکا- مشخصات فنی شماره ۱ آماده سازی سطوح- پاک کردن با استفاده از حلال ها) مجاز می باشد. حلال مورد استفاده نباید هیچ گونه رسوبی باقی بگذارد. بنزین و تینر رنگ کاری، حلال های مناسبی می باشند ولی استفاده از نفت سفید مجاز نمی باشد. از بین بردن گریس، روغن، آب یا یخ و ... با استفاده از حرارت دادن هنگامی مجاز است که جهت جلوگیری از تغییر فرم قطعه، تمام سطوح به طور یکنواخت حرارت داده شوند. روش های آماده سازی سطوح بر اساس استاندارد SSPC به شرح جدول زیر می باشد.

جدول ۱۱-۱- روش های آماده سازی سطوح براساس استاندارد SSPC

شرح	معادل استاندارد بین المللی ISO	مشخصات
پاک کردن روغن، چربی، خاک، املاح و آلودگی ها، به وسیله تمیز کردن با حلال، بخار، مواد قلیایی، تعلیق ساز با بخار	--	SP1: تمیز کاری با حلال
پاک کردن چربی، پوسته اکسیدی و رنگ از بین رفته، تا حد مورد نظر با دست سابی، خراشیدن، ماسه پاشی	St2	SP2: تمیز کاری با ابزار
پاک کردن چربی، پوسته اکسیدی و رنگ از بین رفته، تا حد مورد نیاز با ابزار ساینده، خراشنده، ماسه پاشی، برس سیمی و سایش	St3	SP3: تمیز کاری با ابزار غیر دستی
پاک کردن تمام چربی های قابل مشاهده، پوسته اکسیدی، رنگ و مواد خارجی با ماسه پاشی به وسیله چرخ یا ... (خشک یا تر) با استفاده از ماسه، شن یا ساچمه (در محیط های بسیار خورنده که تمیز کاری زیاد مورد انتظار است).	Sa3	SP5: تمیز کاری با ماسه پاشی تا رسیدن به فلز سفید
تمیز کاری با شن پاشی تا جایی که دست کم دو سوم سطح، از تمام آلودگی های قابل مشاهده پاک شود (در مواقعی که در معرض شرایط بدتری است)	Sa2	SP6: تمیز کاری تجارتي با ماسه پاشی
تمیز کاری همه پوسته های اکسیدی، چربی ها و پوشش ها، رگه های فراوان و مشهود فلز زیرین که به طور یکنواخت توزیع شده است، به جز آلودگی هایی که محکم چسبیده اند.	Sa1	SP7: تمیز کاری و زدایش با استفاده از ماسه پاشی
پاک کردن کامل چربی و پوسته اکسیدی به وسیله اسیدشویی، با الکترولیت.	---	SP8: اسیدشویی
پاک کردن با ماسه پاشی تقریبا تا رسیدن به تمیزی فلز سفید، یا تا جایی که دست کم ۹۵ درصد سطح از تمام آلودگی های قابل مشاهده پاک شود (رطوبت زیاد، محیط های شیمیایی، محیط دریایی یا محیط های خورنده دیگر).	Sa2.5	SP10: تمیز کاری با ماسه پاشی تا رسیدن به فلز تقریبا سفید

لازم به توضیح است که لوله‌هایی که قطر آنها از ۲۴ اینچ و یا ۶۱۰ میلی‌متر کم‌تر باشد، به دلیل عدم امکان بازرسی و تعمیر، سطح داخلی لوله باید از طریق اسیدشویی زنگ‌زدایی و آماده رنگ‌آمیزی گردد.

۱۱-۴-۳- تمیز کاری پاششی

به‌منظور زنگ‌زدایی، صاف شدن سطح فلز و آمادگی آن برای تامین اتصال خوب با پوشش، تمیزکاری پاششی انجام می‌شود. تمیزکاری با استفاده از ماسه معدنی و یا ماسه فولادی (ساجمه)^۱ انجام می‌شود. پیش از تمیزکاری با این روش، هر گونه لایه‌های ضخیم زنگ باید با تراشیدن برداشته شود. کثیفی، چربی و روغن مشهود نیز باید حذف گردد. پس از تمیزکاری به روش پاششی، سطح باید از گرد و خاک و آثار آن پاک شود.

نیاز به تمیزکاری به روش پاششی جهت آمادگی سطح، در اسناد پیمان ذکر می‌شود، در غیر این صورت با دستور دستگاه نظارت انجام می‌شود. در این روش رعایت موارد زیر با نظر دستگاه نظارت الزامی است:

- شرایط مناسب و فضای کار لازم برای انجام عملیات.
 - هماهنگی‌های لازم از نظر شرایط مساعد رنگ‌آمیزی بعد از تکمیل عملیات.
 - در موقع تمیزکاری پاششی باید هوا و سطوح فولادی کاملاً خشک باشد.
 - هوای فشرده مصرفی باید عاری از هرگونه مواد زائد نظیر روغن و آب بوده و دستگاه آن باید به جداکننده و صافی مجهز باشد.
 - میزان ناهمواری سطوح پس از تمیزکاری باید در حدودی باشد که زبانی به رنگ‌بندی وارد نسازد.
 - حد زنگ‌زدایی نیز به طور مرتب توسط دستگاه نظارت با حد SA2.5 یا هر آنچه در مشخصات فنی آمده مقایسه می‌گردد. در عملیات ماسه‌پاشی^۲ باید موارد زیر رعایت شود:
 - ماسه باید فاقد خاک و رطوبت باشد.
 - بزرگ‌ترین قطر دانه‌های ماسه نباید از ۰/۸ میلی‌متر تجاوز نماید.
 - مصالح ماسه‌پاشی نباید حاوی کلرید قابل حل در آب بوده و عاری از رس، گچ و سایر مواد خارجی باشد.
 - کاربرد ماسه کوارتزی به دلیل مسایل ایمنی ممنوع می‌باشد.
- در صورت عدم امکان تهیه مصالح با مشخصات فوق، پیمانکار ماسه پیشنهادی خود را به دستگاه نظارت اعلام و پس از تایید آن و با مسوولیت پیمانکار، ماسه جدید به کار برده می‌شود. در هر صورت سطح نهایی آماده شده بعد از ماسه‌پاشی و تمیز کردن نهایی باید به تایید دستگاه نظارت برسد.
- در عملیات ساجمه‌زنی^۳ باید موارد زیر رعایت شود:

1- Grit
2- Sand Blast
3- Shot Blast

- ساچمه زنی با استفاده از گریت انجام می‌شود که از جنس کربن استیل مطابق BS 7079 و از نوع زاویه‌دار و مخلوطی از دو اندازه مختلف بوده و قبل از شروع کار باید از مخلوط گریت نمونه‌برداری شده و مورد آزمایش دانه‌بندی قرار گیرد. حدود قابل قبول اندازه و مشخصات گریت به صورت زیر می‌باشد:
- ۹۸ تا ۱۰۰ درصد گریت باید بتواند از الک با چشمه‌های ۱/۶ میلی‌متر عبور نماید.
- حداکثر ۱۶ درصد از گریت باید بتواند از الک با چشمه‌های ۰/۴۲ میلی‌متر عبور نماید.
- مقاومت نهایی گریت‌ها ۱۶۰۰۰-۱۸۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع باشد.
- در انتهای هر شیفت کاری، گریت جدید به گریت استفاده شده قبلی اضافه شود.

۱۱-۴-۴- تمیزکاری با دست یا ابزار مکانیکی

سایش مکانیکی با برس سیمی، سمباده زدن و سایر روش‌های دستی و یا با کمک ابزار مکانیکی معمولاً برای کارهای فلزی که در معرض آسیب‌های کم‌تری قرار داشته و مدفون در خاک و غرق در آب نمی‌باشند، انجام می‌گیرد. در آماده‌سازی با این روش، ابزار و ادوات و روش کار باید با تایید دستگاه نظارت و زیر نظر این دستگاه صورت گیرد.

۱۱-۴-۵- غبارزدایی

پس از اتمام عملیات آماده‌سازی سطح فلز، از هر روشی که انجام گیرد، لازم است گرد و غبار موجود در سطح فلز با استفاده از هوای فشرده تمیز شود. فاصله بین آماده‌سازی و رنگ‌آمیزی بستگی به شرایط محیطی دارد. در شرایط مرطوب بلافاصله پس از آماده‌سازی و غبارزدایی باید عملیات رنگ‌آمیزی انجام شود.

۱۱-۵- عملیات پوشش

۱۱-۵-۱- کلیات

قبل از شروع عملیات، پیمانکار باید روش کامل آماده‌سازی سطح، کاتالوگ و بروشورهای کارخانه سازنده مواد، تعداد و ضخامت لایه‌ها و ضخامت نهایی کار را به تصویب دستگاه نظارت برساند. بازرسی‌های مورد نیاز دستگاه نظارت در این مرحله به شرح زیر است:

- بررسی بروشورها و مطابقت آن با مشخصات فنی خصوصی و یا استانداردهای معتبر.
- بررسی نحوه آماده‌سازی سطح.
- ضخامت لایه‌ها و مقایسه آن با مشخصات فنی.

۱۱-۵-۲- اجرای رنگ آمیزی

پس از تصویب رنگ‌ها، سخت‌کننده‌ها، حلال و ابزار رنگ‌زنی، اجرای رنگ‌آمیزی باید بر اساس مشخصات فنی خصوصی صورت گیرد (بدیهی است رنگ‌آمیزی سطح باید بلافاصله پس از آماده‌سازی سطح انجام پذیرد، در صورتی که فاصله زمانی از حد مشخص شده در مشخصات خصوصی و یا بنا به تشخیص دستگاه نظارت تجاوز نماید، پیمانکار باید نسبت به تجدید عملیات آماده‌سازی سطح اقدام نماید).

توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده رنگ در رابطه با نسبت ترکیبات رنگ با سخت‌کننده و حلال، حداقل و حداکثر درجه حرارت محیط و قطعه، رطوبت نسبی و نقطه شبنم و حداکثر سرعت باد و غبار ضروری است. هر پوشش باید عاری از منفذهای ریز، خلل و فرج، پخش شدن (شره‌کردن) و آماس باشد. فواصل زمانی بین دو پوشش با توجه به سفت شدن پوشش زیرین تعیین می‌شود. لایه‌هایی که در اثر بارگیری، حمل، جوشکاری صدمه دیده‌اند باید دوباره با روش‌های ارائه شده در این فصل رنگ‌آمیزی شوند.

۱۱-۶- کنترل کیفیت

مصالح رنگ‌آمیزی در کارخانه سازنده و یا در محل اجرای کار به وسیله دستگاه نظارت، نمونه‌برداری و کنترل می‌شود. محتویات ظرفی که از آن نمونه گرفته می‌شود باید خوب به هم خورده باشد تا بتواند نمونه‌ای واقعی از ماده رنگین مصرفی به حساب آید. این مصالح باید توسط پیمانکار و بر اساس درخواست دستگاه نظارت در هر موقع و در هر محل در اختیار قرار گیرد. انجام آزمایش‌ها باید بر اساس استانداردهای اعلام شده صورت گیرد. پیمانکار موظف است بر اساس درخواست دستگاه نظارت و توسط آزمایشگاه معتبر مورد تایید، آزمایش‌های لازم را انجام دهد و نتایج را در اختیار دستگاه نظارت بگذارد. دستگاه نظارت نیز موظف است در صورت لزوم راساً کنترل آزمایش‌ها را انجام دهد و در صورت عدم انطباق، مراتب را برای رفع نقص به پیمانکار اعلام کند.

۱۱-۷- حمل و نقل و نگهداری

بارگیری، حمل و باراندازی مواد رنگی باید با دقت انجام گیرد و از آلوده شدن محیط به مواد سمی جلوگیری به عمل آید. انواع مختلف مواد رنگی باید جداگانه دسته‌بندی و انبار شوند. مواد رنگی باید در انبارهای تمیز و سرپوشیده نگهداری شده و از آلودگی آنها به مواد مضر، آب، یخ و برف جلوگیری شود. انبارهای بسته باید پیوسته تهویه شوند تا از تجمع گازهای قابل اشتعال در آنها جلوگیری شود. انبارهای مواد رنگی باید دور از آتش و مواد قابل اشتعال بوده و برای اعلام و اطفای حریق احتمالی در آنها تدابیر لازم گرفته شود. درجه حرارت انبار باید مناسب با مواد رنگی انبار شده و بر طبق دستورالعمل کارخانه سازنده مواد باشد. برای کنترل و بازرسی انبار مواد رنگی نباید از چراغ شعله‌ای و مشعل استفاده نمود.

انبار برخی مواد رنگی که ممکن است مورد حمله موجودات زنده قرار گیرد، در صورت نیاز هر چند وقت یک بار با مواد ضدعفونی کننده سمپاشی شود. ظروف مواد آسیب دیده و تاریخ منقضی باید از کارگاه خارج شود.

۱۱-۸- اقدامات حفاظتی

جهت حفظ سلامت و ایمنی رنگ کاران و افراد مرتبط با کار، پیمانکار باید تمهیدات لازم را به گونه‌ای فراهم نماید که افراد از خطرات احتمالی آتش‌سوزی و مسموم‌کننده‌های تنفسی و پوستی در امان باشند. مراقبت‌های معمول عبارتند از: تهویه مناسب، دورنگه‌داشتن شعله و جرقه از مواد آتش‌گیر، اجتناب از استنشاق زیاد غبارهای حاصله از ماسه‌پاشی و یا بخارهای مواد مربوط به عملیات رنگ‌آمیزی و کوتاه کردن مدت تماس پوست با مواد رنگین. هم کارگران و هم سرپرستان آنها باید از شرایط خاص فیزیکی که محیط را برای حادثه‌های اسفبار مهیا می‌کند (مثل رنگ‌کاری در فضای بسته) آگاه باشند.

معمولا سازندگان رنگ، هشدارهای لازم را درباره خطرات مربوط به هر محصول ارائه می‌دهند. پیمانکار باید این موارد را به دقت مورد توجه قرار داده و افراد مرتبط با رنگ‌کاری را موظف به رعایت آنها نماید. آموزش لازم را برای رعایت نکات ایمنی ارائه کرده و لباس حفاظتی، ماسک و نظایر اینها را تامین نماید. با توجه به نوع خطرات احتمالی، کمک‌های اولیه و ضروریات مقابله را تامین و در دسترس قرار دهد.

عمل ماسه‌پاشی با ماسه کوارتزی به دلیل مسایل ایمنی نباید انجام شود.

باید کارگاه‌های رنگ به خصوص ماسه‌پاشی به دلیل ایجاد غبار زیاد به دور از منطقه مسکونی ایجاد شود. در صورتی که عملیات رنگ‌کاری در محیط بسته انجام می‌شود، کارگاه باید به سیستم تهویه و سیستم اطفای حریق اتوماتیک مجهز گردد.

۱۱-۹- روش عمل در کارگاه

پس از عقد قرارداد پیمانکار باید سریعا مشخصات فنی رنگ، نحوه اجرا، شامل؛ آماده‌سازی سطوح، ضخامت لایه‌ها و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز جهت تایید به کارفرما و یا نماینده ایشان (دستگاه نظارت) ارسال نماید. در ادامه، برگ‌های نمونه از این نوع مشخصات، به‌عنوان راهنما ارائه شده است.

۱۱-۱۰- برگ نمونه رنگ آمیزی

فرم شماره ۱

موضوع: دستورالعمل رنگ آمیزی	تاریخ :
<p>مشخصات رنگ آمیزی (Painting System) تجهیزات هیدرومکانیک سامانه آبیاری و زهکشی ... - کلیات این مدرک به عنوان راهنمای آماده‌سازی و رنگ آمیزی تجهیزات هیدرومکانیکی سامانه‌های آبیاری و زهکشی تهیه شده و پس از تایید دستگاه نظارت در کلیه مراحل رنگ آمیزی، هنگام ساخت و نصب به کار گرفته خواهد شد. روش‌های ارائه شده در ادامه، منطبق بر مفاد مشخصات فنی تجهیزات هیدرومکانیکی قرارداد بوده و باید در کنار کلیه مطالب و کلیات مشخصات فنی مزبور مورد استفاده قرار گیرد. - انواع سطوح و نحوه پوشش آن سطوح گالوانیزه، زنگ‌نزن، برنزی، آلومینیومی، میله‌های مهاری و سطوح ماشین‌کاری شده، نباید رنگ آمیزی شوند. کلیه سطوحی که در بتن مدفون می‌شوند، سطوحی که در لبه‌هایی قرار دارد که در ساختگاه جوش می‌شوند و سطوحی که مطابق این دستورالعمل نیاز به رنگ آمیزی ندارند باید قبل از نصب مطابق SSPC-SP1, SP2 or SP3 عملیات آماده‌سازی بر روی آنها انجام شود. سطوح به فاصله حدود ۱۰۰ میلی‌متر از لبه‌هایی که باید در محل جوشکاری شوند، رنگ آمیزی نمی‌شوند و بعداً در محل مطابق روش شرح داده شده در جداول و پس از جوشکاری در محل، رنگ آمیزی می‌گردند. روش رنگ آمیزی سایر سطوح مطابق دستورالعمل ارائه شده انجام خواهد شد. در مواردی که قطعه در محل ساخته و رنگ می‌شود، برای جلوگیری از صدمه دیدن هنگام جابه‌جایی، انبار و نصب، می‌توان از تخته‌های چوبی برای محافظت استفاده کرد و سطحی که در هنگام حمل و نقل یا نصب دچار صدمه شد باید دوباره مطابق دستورالعمل رنگ آمیزی شود. - نکات قابل توجه در هنگام رنگ آمیزی سطوحی که قرار است رنگ آمیزی شوند، باید کاملاً عاری از هرگونه برآمدگی و ناصافی باشند. این موضوع چشمی و لمسی کنترل می‌گردد. گرد و خاک روی سطوح توسط عملیات ماسه‌پاشی (Sand blast) و سطوح چرب و روغنی توسط محلول‌های مناسب تمیز و توسط باد خشک می‌شوند. استفاده از حلال‌ها و مواد پاک‌کننده مطابق با استاندارد SSPC-SP1 انجام می‌شود. سطوح ماشین‌کاری شده و نیز سطوحی که احتیاج به رنگ ندارند باید با پوششی از واکس یا روغن محافظت شوند. پیچ و مهره‌ها باید روغن‌کاری شده و در کاغذ ضد رطوبت پیچیده شوند. سطوح داخلی لوله‌ها باید قبل از آن که مورد آزمایش قرار گیرند، رنگ شوند. در صورتی که حمل از طریق دریا باشد باید از پوشش‌های محافظتی که در برابر نمک مقاوم هستند استفاده شود. این پوشش باید از جنسی باشد که در موقع لزوم به راحتی پاک شود. برای رنگ آمیزی لایه دوم باید از خشک بودن لایه اول اطمینان حاصل کرد. زمان توقف بین هر دست‌رنگ آمیزی باید مطابق مشخصات فنی کارخانه سازنده رنگ تعریف گردد. به هر حال این زمان نباید از ۱۲ ساعت کمتر باشد. ضخامت نهایی رنگ در هیچ صورت نباید کمتر از مقادیر ذکر شده در مشخصات فنی خصوصی باشد. لایه نهایی رنگ باید دارای فام متفاوت از رنگ‌های دستی قبلی باشد تا تشخیص آن به سهولت امکان‌پذیر باشد. - کیفیت مواد و تست پوشش تمامی مواد مربوطه از کارخانه‌های مورد تایید دستگاه نظارت خریداری می‌شوند. همچنین مشخصات فنی رنگ‌ها قبل از خرید باید به تایید دستگاه نظارت برسد. آزمایش‌های لازم بر روی مواد به تشخیص و دستور دستگاه نظارت و یا کارفرما انجام می‌پذیرد. ضخامت هر دست رنگ آمیزی توسط دستگاه مناسب اندازه‌گیری می‌شود. این عملیات حداقل برای ۵ نقطه در هر مترمربع انجام می‌گیرد و نتایج مربوطه ثبت می‌گردد. جدول ثبت رنگ آمیزی به پیوست است. - فرم‌ها در هر مرحله عملیات آماده‌سازی و رنگ آمیزی لازم است که فرم‌های مرتبط از طرف پیمانکار جهت تایید به دستگاه نظارت ارائه گردد. (فرم‌های نمونه شماره ۲ و ۳).</p>	
کنترل توسط:	تهیه کننده:

۱۱-۱۱- برگ نمونه تایید ماسه پاشی

فرم شماره ۲

نام پیمانکار:		تایید ماسه پاشی (Sand blast)	
		تاریخ:	پروژه:
مجموعه/قطعه فوق دارای تاییدیه مراحل قبلی می باشد.		بلی	خیر
نام مجموعه/قطعه:			
شماره نقشه مرجع:			
تعداد:			
جنس مجموعه/قطعه:			
ابعاد کلی:			
شماره استاندارد:			
جنس ذرات ماسه پاشی:			
فشار کمپرسور:			
شماره نازل:			
شرایط محیط (دما و رطوبت):			
وضعیت کلی و توضیحات:			
دستگاه بازرسی (کارفرما):		کنترل کیفی کارگاه ساخت:	
تاریخ:		تاریخ:	
امضاء:		امضاء:	
		اجرای رنگ بلامانع می باشد	

۱۱-۱۲- برگ نمونه تایید پوشش رنگ

فرم شماره ۳

نام پیمانکار:		تایید پوشش رنگ		فرم شماره (۳)	
		پروژه:		تاریخ:	
مجموعه/قطعه فوق دارای تاییدیه مراحل قبلی می‌باشد. <input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر					
نام مجموعه/قطعه: شماره نقشه مرجع: تعداد: جنس مجموعه/قطعه: ابعاد کلی: شماره استاندارد: شرایط محیط در زمان اجرای رنگ (دما/رطوبت): کارخانه تولیدکننده رنگ:					
فام رنگ	ضخامت متوسط اندازه‌گیری (میکرون)	تعداد نقاط اندازه‌گیری	ضخامت خواسته شده (میکرون)	نوع رنگ	
					لایه اول داخلی
					لایه دوم داخلی
					لایه سوم داخلی
					لایه خارجی
وضعیت کلی و توضیحات:					
کنترل کیفی کارگاه ساخت: <input type="checkbox"/> دستگاه بازرسی (کارفرما): <input type="checkbox"/> تاریخ: _____ امضاء: _____ تاریخ: _____ امضاء: _____					

فصل ۱۲

مصالح رویه شنی جاده‌های سرویس

(بهره‌برداری)

۱۲-۱- مشخصات کلی

فصل حاضر، مشخصات فنی رویه‌های شنی جاده‌های دسترسی و سرویس (بهره‌برداری) سامانه آبیاری و زهکشی شامل تهیه، حمل، پخش، کوبیدن و کنترل کیفیت مصالح این رویه‌ها را ارائه می‌کند.

«مصالح دانه‌ای» و یا به عبارت دیگر «شن و ماسه» مورد استفاده برای ساخت رویه‌های شنی از قرصه‌ها و یا معادن پیش‌بینی شده در نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی تهیه می‌شود. قرصه‌های جایگزین مناسب‌تر و یا در صورت نیاز، قرصه‌های تکمیلی را می‌توان به پیشنهاد پیمانکار و پس از تایید دستگاه نظارت مورد استفاده قرار داد. قرصه‌های جایگزین باید از لحاظ فنی و یا اقتصادی نسبت به قرصه‌های پیش‌بینی شده اولیه بهتر باشند. پیشنهاد پیمانکار برای استفاده از قرصه‌های جایگزین باید همراه نتایج آزمایش‌های ضروری حداقل سه ماه قبل از تاریخ پیش‌بینی شده برای مصرف مصالح به دستگاه نظارت ارائه شود.

راه‌های سامانه‌های آبیاری و زهکشی شامل؛ جاده سرویس کانال، زهکش و خط لوله به موازات محور آنها و جاده سرویس مزرعه که در حاشیه مزارع احداث خواهد شد، می‌باشد. مشخصات این راه‌ها از نظر عرض، ضخامت رویه شنی، شیب طولی و جانبی و قوس‌ها مطابق مشخصات مندرج در نقشه‌ها و اسناد پیمان خواهد بود و در صورت عدم وجود آن در اسناد پیمان در هنگام عملیات اجرایی از طرف دستگاه نظارت ابلاغ می‌گردد.

۱۲-۲- دامنه کاربرد

مندرجات این فصل شامل مشخصات فنی رویه شنی راه‌های ارتباطی، دسترسی به مزارع و راه‌های بهره‌برداری و نگهداری (جاده سرویس) کانال‌ها، خطوط لوله و زهکش‌ها می‌باشد.

۱۲-۳- مصالح رویه شنی

مصالح شنی رویه باید دارای دانه‌بندی پیوسته بوده و پس از اختلاط و کوبیدن، بستر پایدار و مقاومی را برای عبور و مرور وسایل نقلیه پیش‌بینی شده فراهم نماید. این مصالح باید عاری از مواد آلی، مواد زاید و نخاله باشد. مصالح شنی می‌تواند از مخلوط‌های طبیعی رودخانه‌ای^۱ یا واریزه‌های باشد و یا طبق نظر دستگاه نظارت آن را پس از سرند کردن و جدا نمودن سنگ‌دانه‌های درشت از قرصه‌ها و معادن شن و ماسه و در صورت عدم دسترسی به منابع مزبور از معادن سنگ کوهی و مصالح تولید شده به وسیله دستگاه سنگ شکن تهیه نمود.

در صورتی که درصد وزنی و ترکیب ابعاد قلوه سنگ‌ها و قطعه سنگ‌های موجود در مصالح قرصه به گونه‌ای باشد که جدا کردن آنها به وسیله کارگر برای پیمانکار ارزان‌تر از سرند کردن باشد، و چنانچه پیشنهاد پیمانکار به تایید دستگاه نظارت برسد، می‌توان قطعه سنگ‌ها را در محل قرصه و قلوه سنگ‌ها را در محل اجرا جدا نمود. در این حالت، درصد وزنی سنگ‌هایی که جداسازی آنها در محل اجرای راه انجام می‌پذیرد نباید بیش‌تر از ۵ درصد مصالح حمل شده، باشد. پیشنهاد پیمانکار باید چگونگی و محل انباشت موقت و دائمی سنگ‌های جدا شده در محل را نیز در برگیرد. در هنگام پخش و تسطیح رویه شنی، دانه‌های درشت‌تر از میزان تعیین شده در مشخصات فنی را می‌توان با تیغه‌گریدر در یک طرف راه ریشه نمود.

توزیع دانه‌بندی مصالح رویه شنی در هر قطعه معین از راه باید طبق یکی از محدوده‌های دانه‌بندی مندرج در جدول (۱۲-۱) باشد. این دانه‌بندی باید قبل از حمل به محل مصرف تنظیم شده باشد. در شرایط یکسان از لحاظ اقتصادی و اجرایی، ترتیب الویت فنی برای سه نوع دانه‌بندی مندرج در جدول (۱۲-۱) عبارتند از: الویت اول، دانه‌بندی II، اولویت دوم، دانه‌بندی I و الویت سوم، دانه‌بندی III.

جدول ۱۲-۱- محدوده‌های مجاز توزیع دانه‌بندی مصالح رویه‌های شنی

درصد وزنی رد شده از الک			اندازه الک
دانه‌بندی نوع III	دانه‌بندی نوع II	دانه‌بندی نوع I	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ)
۹۵-۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۶۵-۹۵	۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ)
۷۰-۹۰	۵۵-۸۰	۳۵-۷۰	۹/۵ میلی‌متر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۵۵-۸۰	۳۵-۶۵	۲۵-۵۵	۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)
۴۰-۶۵	۲۵-۵۰	۱۵-۴۰	۲ میلی‌متر (شماره ۱۰)
۲۰-۴۰	۱۰-۲۵	۸-۲۰	۰/۴۲۵ میلی‌متر (شماره ۴۰)
۸-۲۰	۵-۱۵	۵-۱۲	۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)

درصد ساییدگی مصالح رویه شنی در آزمایش لوس‌آنجلس (طبق ASTM D2419) نباید بیش‌تر از ۵۰، ارزش ماسه‌ای (SE) آن (طبق ASTM D43) نباید کم‌تر از ۳۰ درصد و CBR آن با روش ASTM D1883 در آزمایشگاه بر روی نمونه‌های با تراکم ۱۰۰ درصد پراکتور استاندارد، نباید از ۲۵ درصد کم‌تر باشد.

۱۲-۴- آماده‌سازی بستر و اجرای رویه شنی

قبل از اجرای عملیات، بستر روسازی باید عاری از هرگونه مواد زاید و اضافی بوده و طبق پروفیل‌های عرضی و طولی آماده شده باشد. در انجام این عملیات لازم است شیب عرضی راه در بستر و زیر رویه شنی با دقت لازم ایجاد شود. ناهمواری‌های این بستر - که با شمشه ۴ متری کنترل می‌شود - نباید بیش‌تر از ۴۰ میلی‌متر باشد.

رویه شنی باید به ضخامتی که در نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی درج شده یا آنچه دستگاه نظارت کتبی دستور می‌دهد اجرا شود. ضخامت هر لایه پس از کوبیده شدن باید مطابق با مشخصات هندسی مندرج در نقشه‌ها بوده و در هر حال نباید پس از کوبیده شدن از ۲۰ سانتی‌متر تجاوز کند. مصالح باید به طور یکنواخت مخلوط و پخش گردد و به هنگام پخش نباید دانه‌های درشت و ریز از هم جدا شوند.

پس از پخش، تسطیح و تنظیم مصالح، آبپاشی به وسیله ماشین آبپاش با فشار یکنواخت آغاز می‌گردد. آبپاشی باید به گونه‌ای انجام شود که تمام دانه‌های مصالح به طور یکنواخت مرطوب گردد. توقف آبپاش به هنگام آبپاشی مجاز نمی‌باشد. آبپاشی نباید به نحوی صورت گیرد که به بدنه خاکی راه صدمه وارد شود.

مقدار آب لازم برای آبپاشی بر مبنای درصد رطوبت بهینه پراکتور استاندارد (با روش آستو T99) در آزمایشگاه به دست می‌آید و رطوبت طبیعی مصالح پخش شده تعیین می‌گردد. حداکثر تفاوت مجاز آب مصرفی +۲ درصد نسبت به رطوبت بهینه می‌باشد.

پس از آبپاشی، بلافاصله غلتک‌زنی با استفاده از غلتک‌های ویبره ۱۰ تا ۱۵ تنی صاف آغاز می‌شود. عملیات تراکم تا حصول تراکم نسبی مندرج در مشخصات فنی خصوصی ادامه می‌یابد. در هر صورت تعداد عبور غلتک (با لرزش) از هر نقطه رویه نباید کم‌تر از ۶ بار باشد. می‌توان از غلتک‌های چرخ لاستیکی نیز برای غلتک ویبره استفاده نمود.

تراکم رویه شنی، بر پایه آزمایش وزن مخصوص درجا (آستو T191)، باید حداقل برابر ۹۸ درصد وزن مخصوص خشک (γ_d) بهینه همان مصالح باشد که در آزمایشگاه با روش (آستو ASTM D698-T99) به دست می‌آید. ناهمواری‌های سطح تمام شده رویه شنی، در کنترل با شمشه ۴ متری، نباید در هر امتداد بیش‌تر از ۲ سانتی‌متر باشد.

۱۲-۵- آزمایش‌های کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح و کارهای اجرا شده، انجام آزمایش‌های زیر ضروری است:

- الف- به ازای هر ۵۰۰ مترمکعب مصالحی که روی راه پخش می‌شود، یک آزمایش دانه‌بندی با الک، یک آزمایش ارزش ماسه‌ای و یک آزمایش تراکم آزمایشگاهی
- ب- به ازای هر ۵۰ تا ۱۰۰ متر طول راه، یک آزمایش تعیین دانسیته در محل و یک آزمایش تعیین رطوبت
- ج- در صورتی که دستگاه نظارت لازم بداند به ازای هر ۵۰۰ متر طول راه، یک آزمایش CBR آزمایشگاهی
- د- سایر آزمایش‌های مندرج در مشخصات فنی خصوصی

۱۲-۶- قرضه‌های انتخاب شده

در مشخصات فنی خصوصی قرضه یا معدن مورد استفاده برای تهیه مصالح رویه شنی هر قطعه از راه و نوع دانه‌بندی (طبق جدول ۱۲-۱) آن قطعه قید می‌گردد. برای قطعاتی که ارائه این اطلاعات برای آنها به بررسی‌های هنگام اجرا موکول می‌شود، چگونگی این بررسی‌ها و زمان‌بندی انجام آنها در مشخصات فنی خصوصی ارائه خواهد شد. مشاور طراح می‌تواند در صورت کمبود منابع قرضه مناسب و یا پرهزینه بودن دسترسی به این نوع منابع، محدوده‌های دانه‌بندی دیگری را با بررسی‌های لازم انتخاب کند. پیمانکار حق تغییر قرضه‌های پیش‌بینی شده را جز با تایید کتبی دستگاه نظارت نخواهد داشت.

فصل ۱۳

ساخت، حمل و نصب قطعات

کانال‌های پیش‌ساخته

۱۳-۱- کلیات

این فصل از مشخصات فنی شامل الزاماتی است که پیمانکار باید در مورد تامین مصالح برای تهیه بتن، طرح اختلاط بتن، کنترل کیفیت در ارتباط با مخلوط کردن، ساخت، عمل‌آوری و رواداری‌ها، حمل و نصب قطعات بتنی کانال‌های پیش‌ساخته رعایت نماید. الزامات مندرج در فصول اول، دوم، سوم، پنجم (عملیات بتنی)، هفتم (قالب‌بندی) و دهم (میلگردگذاری) مبانی عام این فصل بوده و در این فصل شرایط اختصاصی کانال‌های بتنی پیش‌ساخته اعلام می‌گردد و پیمانکار ملزم به رعایت آن می‌باشد.

۱۳-۲- تعاریف

قطعات پیش‌ساخته نیم‌لوله یا نیم‌بیضی و متعلقات آنها جهت احداث کانال‌های آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سیستم کلیه قطعات پیش‌ساخته بوده و پس از ساخت در کارگاه مرکزی (که از این پس کارگاه نامیده می‌شود) به محل، حمل و نصب می‌شوند. سیستم تولید، به‌صورت انبوه با کیفیت بالا می‌باشد، بنابراین پیمانکار باید دارای امکانات فنی لازم، برنامه‌ریزی و دقت کافی جهت تولید انبوه قطعات بر طبق این مشخصات و نقشه‌های اجرایی، با حجم تولید مورد نیاز پروژه باشد. قطعات پیش‌ساخته بتنی که در این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از:

- نیم‌لوله‌های بتنی: منظور از نیم‌لوله‌های بتنی، کانال‌های پیش‌ساخته با مقطع نیم‌دایره یا نیم‌بیضی می‌باشد که به‌صورت بتنی مسلح معمولی یا پیش‌تنیده ساخته می‌شود.
- زین‌های (بالستک) بتن مسلح: زین‌ها به‌عنوان تکیه‌گاه نیم‌لوله‌ها در برگیرنده درز انبساط و همچنین تسهیل‌کننده آب‌بندی میان دو نیم‌لوله، واقع در دو دهانه مجاور عمل می‌نمایند.
- پایه‌های بتن مسلح: پایه‌ها وظیفه تامین ارتفاع مورد نیاز کانال، برطبق خط پروژه و انتقال نیروها به پی را عهده‌دار می‌باشند.
- کفشک‌های بتنی: کفشک‌ها جهت تامین گیرداری پایه در پایین و انتقال نیروها به خاک، در حد تنش مجاز خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۳-۳- دامنه کار

برنامه کار ساخت، حمل و نصب کانال‌های پیش‌ساخته و متعلقات آن باید شامل موارد زیر باشد:

- انتخاب محل مناسب برای کارگاه.
- انتخاب ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز برای تولید کانال‌ها و متعلقات و تامین و حمل و نصب آنها.
- برنامه‌ریزی و اجرای عملیات تامین، حمل و ذخیره‌سازی مصالح مورد نیاز اعم از آب، شن و ماسه، میلگرد و سیمان.

- طراحی و راه‌اندازی خط تولید کانال و متعلقات مربوطه به نحوی که از نظر کیفیت و کمیت تولید پاسخ‌گوی نیازهای اجرایی پروژه باشد.
- برنامه‌ریزی و اجرای عملیات حمل تولیدات به محل نصب و ریشه کردن آنها در طول مسیر کانال‌ها.
- برنامه‌ریزی و اجرای عملیات آماده‌سازی و پیاده کردن مسیر و محل پایه‌ها.
- برنامه‌ریزی و اجرای عملیات نصب متعلقات و کانال‌ها.
- برنامه‌ریزی و اجرای عملیات کنترل کیفیت تولیدات و جداسازی قطعات نامناسب.

۱۳-۴- مشخصات کارگاه

نقشه‌های جانمایی و اجرایی تجهیز کارگاه و مشخصات اجزای کارگاه باید قبلاً تهیه و به تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما برسد.

۱۳-۴-۱- موقعیت کارگاه

محل کارگاه باید دارای فاصله مناسب از محل تامین مصالح و آب مورد نیاز و محل نصب نیم‌لوله‌ها و متعلقات در شبکه آبیاری مورد نظر باشد. تعیین موقعیت و تحویل آن طبق شرایط عمومی پیمان خواهد بود.

۱۳-۴-۲- داشتن فضای کافی

کارگاه باید دارای فضای کافی برای اجزای مربوطه از قبیل محل انباشت شن و ماسه، سیلوهای سیمان، انبارهای میلگرد، محل ساخت بتن، سالن اصلی خط تولید کانال، سالن تولید متعلقات، قسمت تهیه شبکه و قفسه‌های میلگردها، قسمت بتن‌ریزی و تراکم بتن، محل تولید و به‌کارگیری بخار آب و یا استخرهای عمل‌آوری و یا هر دو محل (بسته به روش عمل‌آوری بتن)، محل و فضای لازم برای حمل مصالح و بتن تولید شده و همچنین قطعات کانال و متعلقات در حال ساخت، محل نگهداری تولیدات، اماکن اداری، آزمایشگاه، ماشین‌آلات و فضای لازم برای باراندازی و بارگیری تولیدات باشد. پیمانکار تولید قطعات پیش‌ساخته، باید پیش‌بینی تمهیدات لازم برای انبار کردن و نگهداری مناسب از تولیدات، در صورت ایجاد اختلال در روند حمل و نصب قطعات را به‌عمل آورد.

۱۳-۵- برنامه کار ساخت و نصب

پیمانکار علاوه بر رعایت مفاد بند ۱-۳ فصل اول (کلیات) باید موارد زیر را در برنامه‌ریزی کار خود رعایت نماید.

۱۳-۵-۱- برنامه‌ریزی کار

تهیه برنامه تفصیلی کار ساخت، حمل و نصب کانال‌های پیش‌ساخته و متعلقات آن از تعهدات اصلی پیمانکار محسوب می‌گردد و پیمانکار متعهد است که طراحی و راه‌اندازی کارگاه، برنامه‌ریزی و اجرای روند تولید، حمل و نقل تولیدات را به نحوی انجام دهد که از نظر کیفیت کار، مدت زمان اجرا و هزینه‌های تمام شده، عملیات از دامنه تغییرات مجاز پیش‌بینی شده و تایید شده توسط دستگاه نظارت، خارج نشود.

۱۳-۵-۲- تعیین و تصویب برنامه کار

برنامه کار تفصیلی تولید و حمل قطعات پیش‌ساخته، آماده‌سازی مسیر و بستر و نصب متعلقات و کانال‌های پیش‌ساخته باید در مهلت تعیین شده در اسناد پیمان توسط پیمانکار تهیه و به تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما برسد.

۱۳-۶- تولید کانال پیش‌ساخته و متعلقات**۱۳-۶-۱- مشخصات فنی بتن**

بتن مصرفی در کانال‌های پیش‌ساخته و متعلقات آن باید دارای مشخصات لازم از قبیل تراکم‌پذیری زیاد، قابلیت نفوذ کم، تشکیل سطح صاف و صیقلی، مقاومت لازم، کارایی مناسب و... باشد که مشخصات فنی آنها در فصل پنجم به صورت مشروح ارائه شده است.

۱۳-۶-۲- سالن تولید

تولید کانال‌های پیش‌ساخته و متعلقات مربوطه، پس از مراحل تهیه و حمل بتن باید در داخل سالن تولید سرپوشیده صورت گیرد. این سالن باید دارای فضای لازم و کافی برای تهیه شبکه میلگردها، باز و بسته کردن قالب‌ها و جاگذاری شبکه میلگردها در داخل قالب‌ها، انتقال بتن، بتن‌ریزی، تراکم بتن، عمل‌آوری و انتقال قطعات ساخته شده باشد. کلیه مراحل فوق باید در فضای سرپوشیده صورت گیرد تا تابش آفتاب و همچنین سایر عوامل جوی از قبیل باد و باران و تغییرات شدید دما در روند تولید تاثیرگذار نباشد.

۱۳-۶-۳- حمل بتن

اصول فنی حمل بتن در بند ۵-۱۰ ارائه شده است. پیمانکار برای حمل بتن در این کارگاه باید از مناسب‌ترین روش‌ها استفاده نماید. به‌طور مثال یکی از روش‌ها عبارت است از به‌کارگیری جام‌های مخصوص حمل بتن که بر روی ریل هوایی حرکت و بتن را از محل بتن‌ساز مرکزی به محل ساخت قطعات منتقل می‌کند، می‌باشد. در این روش جام‌ها از پایین باز و بسته شده و بتن را به داخل قالب‌های کانال پیش‌ساخته و قطعات مربوطه (زین، پایه و کفشک) که در روی میز ویبره

قرار گرفته‌اند، تخلیه می‌نماید. روش دیگر استفاده از تسمه نقاله در حال حرکت در داخل قالب در حال چرخش کانال (ساخت به روش سانتریفوژ) به جای میز ویبره است.

۱۳-۶-۴- بتن ریزی

- مشخصات عمومی بتن ریزی در بند ۵-۱۲ تشریح شده است که ضرورت دارد موارد مرتبط با آن در بتن ریزی قطعات پیش ساخته رعایت شود. علاوه بر موارد ذکر شده مزبور، رعایت موارد زیر نیز الزامی است:
- بتن ریزی باید به تدریج و به صورت یکنواخت در طول کانال و قطعات - که در حال ارتعاش می‌باشند - به نحوی صورت گیرد که دانه‌ها از هم جدا نشود و حباب‌های هوا امکان خارج شدن را داشته باشند.
 - بتن همیشه باید به صورت قائم داخل قیف بتن و داخل قالب‌ها ریخته شود و هنگام ریختن بتن از جریان یافتن آن به صورت مایل جلوگیری شود.
 - ارتفاع ریختن بتن هیچ‌گاه نباید از یک متر بیش تر باشد.

۱۳-۶-۵- متراکم کردن بتن

روش مناسب متراکم کردن بتن نیم‌لوله‌ها باید توسط پیمانکار ارائه و به تایید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما برسد. با توجه به این که نوع و شکل قالب‌ها، نحوه اتصال و تنظیم فواصل میلگردها از یکدیگر و از قالب، محکم کردن اجزای و قطعات برای جلوگیری از هر نوع تغییر شکل و جابه‌جایی شبکه میلگردها و قالب‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است، ضرورت دارد برای تثبیت شبکه فلزی و جلوگیری از جابه‌جایی آن در هنگام ارتعاش یا چرخش قطعه در حال ساخت، جداکننده‌هایی (لقمه‌ها) از نوع بتن و با کیفیت یکسان با بتن همان قطعه، طبق نقشه‌های از قبل تایید شده در داخل قالب قرار داده شود.

مدت زمان بهینه ارتعاش یا چرخش باید به دقت تعیین و به تایید دستگاه نظارت برسد. همچنین با توجه به محدود بودن زمان گیرش بتن لازم است فاصله زمان اختلاط تا خاتمه ویبره که باید مدت محدودی باشد، تعیین و به تایید دستگاه نظارت برسد. در رابطه با زمان ارتعاش موارد زیر می‌تواند به عنوان راهنما مورد توجه قرار گیرد. مدت زمان بهینه ارتعاش ۳-۵ دقیقه و فرکانس ارتعاش حداقل ۴۰۰۰ دور در دقیقه می‌باشد.

۱۳-۶-۶- عمل آوردن بتن

روش‌های مختلف عمل‌آوری بتن در بند ۵-۱۳ فصل پنجم (عملیات بتنی) و زیر بندهای ۵-۱۳-۲ و ۵-۱۳-۵ آورده شده است و در صورتی که مشخصات ویژه‌ای در مشخصات فنی خصوصی ارائه نشده باشد، روش عمل‌آوری کانال‌های پیش ساخته باید با مندرجات بند مزبور مطابقت داشته و به تایید دستگاه نظارت برسد.

سرعت کار در مرحله عمل‌آوری بتن در روند تولید کانال‌های پیش ساخته از اهمیت زیادی برخوردار است و برای سرعت بخشیدن به سخت شدن بتن تازه ریخته شده و خارج کردن نیم‌لوله‌ها از داخل قالب روش‌های مختلف از قبیل

به‌کارگیری سیستم بخاردهی و سپس استفاده از استخر آب، شناور نمودن در آب گرم، نگهداری در فضای گرم و نمدار با استفاده از بخار آب تحت فشار و مواد شیمیایی به شرط به‌دست آوردن بتن با مشخصات فنی مورد نظر، می‌تواند با تایید دستگاه نظارت مورد استفاده قرار گیرد.

۱۳-۷- آرما توربندی

مشخصات فنی میلگردها و نحوه آرما توربندی - که در فصل دهم تشریح شده است - در ساخت کانال‌های پیش‌ساخته نیم‌بیضی، پایه‌ها، زین‌ها و کفشک‌های کانال‌های پیش‌ساخته مورد استفاده خواهد بود. مشخصات فنی میلگردهای پیش‌تنیده - که در ساخت نیم‌لوله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد - در بند ۱۰-۱-۹ فصل دهم (میلگردها) ارائه شده و چنان‌که در مشخصات فنی خصوصی، مشخصات دیگری آورده نشده باشد، پیمانکار باید از مشخصات مزبور استفاده نماید.

۱۳-۸- قالب‌ها

پیمانکار باید کلیه قالب‌های لازم برای قطعات پیش‌ساخته را، به‌تعدادی که برای تولید هر بخش لازم بوده و کمیت تولید هر قطعه را با توجه به برنامه‌زمانی اجرای کارهای پروژه تضمین می‌نماید، تامین کند. قالب‌ها باید از هر جهت مطابق اشکال، ابعاد و زوایا و سایر مشخصات اجزای پیش‌ساخته مندرج در نقشه‌های تصویب شده و مورد تایید دستگاه نظارت باشد. قالب‌ها باید از ورقه‌های فولادی به ضخامت ۳ تا ۴ میلی‌متر ساخته شود و دقت لازم مبذول گردد که به اندازه کافی، با تقویت‌کننده‌های مختلف، به نحوی مستحکم گردد که تحت فشار بتن تازه ریخته شده و زیر تنش‌های ناشی از فشار بتن در مواقع چرخش و مرتعش کردن قطعه هیچ‌گونه تغییر شکل، پیچش و انحرافی در آنها به‌وجود نیاید. قالب‌ها باید قادر به تحمل ضربه‌های عادی در مراحل مختلف تولید، حمل و خارج کردن قطعات از قالب باشد. قالب هر قطعه باید به نحو مشخص و قابل رویت دارای شماره تیپ و شماره سری به‌منظور اجتناب از اشتباهات محتمل باشد. قسمت‌های مختلف قالب‌ها باید به وسیله گیره به یکدیگر متصل شود. استفاده از پیچ و مهره و یا مهره‌های پره‌دار که با دست محکم می‌شوند (پیچ و مهره‌های خروسکی) مجاز نمی‌باشد و دقت خاص لازم است تا قسمت‌های مختلف قالب‌ها به نحوی آب‌بند و چفت باشد که از تراوش شیره بتن و آب به بیرون از قالب جلوگیری به‌عمل آید. قالب‌های نیم‌لوله‌ها باید به طریقی ساخته شود که کلیه سطوح آن به‌ویژه سطوح داخلی و آن قسمت از سطوح خارجی که در محل تکیه‌گاه‌ها قرار داشته و بر روی زین قرار می‌گیرد کاملاً صاف و عاری از هرگونه ناهمواری و انحراف نسبت به منحنی تئوریک باشد. این شرط باید در مورد سطوح داخلی زین‌ها نیز به دقت ملحوظ گردد.

دستگاه نظارت در مراحل مختلف زمانی، قالب‌ها را بررسی نموده و ادامه استفاده از هر نوع قالب منوط به موافقت دستگاه نظارت می‌باشد. دستگاه نظارت ممکن است از پیمانکار بخواهد که قالب‌ها را مورد تعمیر قراردادده و یا اصولاً آنها

را اوراق نموده و به نحوی که صلاح بداند قالب‌های نو بسازد. کنترل قالب‌ها با اندازه‌گیری دهانه آنها صورت می‌گیرد که تغییرات نباید بیش‌تر از $\frac{1}{4}$ فاصله دهانه اسمی مربوطه باشد. قبل از ریختن بتن در هر قالب، سطوح داخلی قالب باید با روغن یا رنگ تجارتي که مورد تایید دستگاه نظارت باشد و مانع چسبیدن بتن به سطوح داخلی قالب گردد، آغشته شود. در هنگام بتن‌ریزی در قالب‌ها، سطوح آنها باید عاری از هرگونه جسم زاید از بتن و یا سایر مواد خارجی باشد. قالب‌های قطعات پیش‌ساخته باید طوری تعبیه شود که خطای ابعاد قطعات ساخته شده، در هر مورد از مقادیر مجاز تجاوز ننماید.

۱۳-۹- واشرهای آب‌بندی

نوع و قطر واشر آب‌بندی باید به نحوی انتخاب شود که دارای مطابقت لازم با مشخصات قطعات پیش‌ساخته بوده و بتواند اهداف زیر را برآورده نماید:

- آب‌بندی در محل زین را به‌طور کامل تامین نماید.
 - از نظر هیدرولیکی تاثیر نامطلوبی در جریان یکنواخت داخل کانال ایجاد ننماید.
 - دارای دوام کافی مطابق مشخصات مورد نظر بوده و در طول زمان مقرر خراب نشود.
 - از انتقال تنش بین دو قطعه مجاور جلوگیری به‌عمل آورد.
 - پهنای درز در وسط عرض زین را در حد نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی آب‌بند نماید.
- پیمانکار باید قبل از استفاده از واشرها، مشخصات کامل ساخت و استانداردهای مورد نظر کارخانه سازنده و روش‌های کنترل هنگام ساخت و نصب را به دستگاه نظارت ارائه و پس از تایید آن اقدام به استفاده از آنها نماید.
- واشرهای آب‌بندی دارای انواع مختلف می‌باشند؛ از جمله لوله‌های پلاستیکی، طناب لاستیکی (مقطع دایره‌ای توپر)، طناب کنفی قیراندود، طناب آزیستی قیراندود، نواری از انواع مواد پلاستیکی غیر روان که بسته به نوع انتخابی باید کنترل‌های لازم از نظر انطباق با استانداردهای معتبر مربوطه صورت گیرد. از جمله مقاومت کششی و فشردگی و مقاومت به کهنگی و فرسودگی، درجه سختی و ازدیاد حجم واشرها، لاستیکی، میزان جذب آب، مقاومت در مقابل تأثیرات هوا و مقاومت در مقابل فشار واشرها کنفی قیراندود با انجام آزمایش‌های لازم کنترل و با استانداردهای مربوطه، مطابقت داشته باشد. قطر این واشرها باید به نحوی انتخاب شود که پس از نصب نیم‌لوله، فاصله‌ای را که بین منحنی داخلی زین تکیه‌گاه و منحنی خارجی دو سر نیم‌لوله ایجاد می‌شود به خوبی پر نماید. در زیر مشخصات دو نوع مهم این واشرها تشریح می‌گردد.

۱۳-۹-۱- مشخصات واشرهای لاستیکی

در صورت استفاده از واشرهای لاستیکی جهت آب‌بندی و تکیه‌گاه نیم‌لوله، باید جنس آنها دارای مشخصات و ویژگی‌های زیر باشد:

- الف- درجه سختی: سختی لاستیک مورد مصرف، که بر طبق استاندارد شماره ۶۵۴ ایران^۱ (روش اندازه‌گیری سختی لاستیک ولکانیزه^۲) تعیین می‌گردد باید برابر 50 ± 5 IRHD^۳ باشد.
- ب- مقاومت کششی: حداقل مقاومت کششی، که بر طبق استاندارد شماره ۷۶۴ (اندازه‌گیری استحکام کششی لاستیک‌های ولکانیزه) تعیین می‌گردد، نباید از ۱۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع کمتر باشد.
- ج- ازدیاد طول در نقطه پارگی: حداقل ازدیاد طول واشرهای لاستیکی در نقطه پارگی که بر طبق استاندارد شماره ۷۶۴ تعیین می‌گردد، نباید از ۳۵۰ درصد کمتر باشد.
- د- مقاومت به فشردگی: حداکثر مقاومت به فشردگی، که بر طبق استاندارد شماره ۱۹۸۸ (ویژگی‌ها و روش آزمون واشرهای لاستیکی برای آب‌بندی لوله‌های آب، بخار، گاز، فاضلاب و هیدروکربورهای مایع) تعیین می‌گردد، در حرارت نرمال آزمایشگاه (۲۳ درجه سانتی‌گراد) از ده درصد و در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد از ۲۰ درصد نباید تجاوز نماید.
- ه- ازدیاد حجم: چنانچه واشرهای لاستیکی طبق بند ۱۳-۱ استاندارد شماره ۱۶۵۰ (روش‌های نمونه‌برداری و آزمون لوله‌های لاستیکی) در آب 70 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶۸ ساعت غوطه‌ور شوند؛ ازدیاد حجم واشر نباید از ۸۰ درصد تجاوز نماید.
- و- مقاومت به کهنگی و فرسودگی: برای انجام این آزمایش ابتدا نمونه را به مدت ۱۶۸ ساعت در داخل اتوکلاو در درجه حرارت 70 ± 1 درجه سانتی‌گراد قرار داده، سپس از اتوکلاو خارج کرده و در حرارت 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد قرار داده می‌شود؛ پس از آن آزمایش‌های ردیف الف، ب و ج فوق‌الذکر بر روی نمونه انجام می‌گیرد. حداکثر تغییر مشخصات نمونه نسبت به مقادیر اولیه نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:
- درجه سختی ۰ تا +۸ درجه بین‌المللی
- مقاومت کششی ± 25 درصد مقاومت اولیه
- ازدیاد طول در نقطه پارگی +۱۰ و -۲۵ درصد مقدار اولیه
- همچنین چنانچه واشر در ± 1 درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۰ ساعت نگهداری شود، سختی آن نباید بیش از ۵ واحد بین‌المللی با سختی اندازه‌گیری شده در ۲۳ درجه سانتی‌گراد اختلاف داشته باشد.

۱- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

2- Vulcanized or thermoplastic

۳- درجه سختی بین‌المللی: درجه سختی به گونه‌ای تعریف می‌شود که عدد صفر نشان دهنده سختی جسمی است که مدول یانگ آن صفر باشد و عدد صد نمایانگر سختی جسمی با مدول یانگ نامحدود است.

۱۳-۹-۲- مشخصات واشره‌های کنفی قیراندود

اصولا امکان استفاده از واشره‌های از نوع طناب کنفی قیراندود، به علت اقتصادی بودن و امکان دسترسی بهتر، بیش‌تر می‌باشد. در صورت استفاده از این نوع واشر، الیاف طناب کنفی مورد استفاده باید از بهترین جنس، پیوسته، یکنواخت و با طول کافی باشد و ابتدا تار و پود آن توسط مواد قیری کاملا اشباع شده و سپس دور تا دور آن، به صورت غلاف، قیراندود شود. قطر طناب کنفی اولیه نباید از $\frac{2}{3}$ قطر نهایی واشر قیراندود شده کم‌تر باشد. قبل از مصرف واشره‌های کنفی قیراندود شده باید آزمایش‌های زیر بر روی آنها انجام شود و در صورت مثبت بودن نتایج آزمایش، با تایید دستگاه نظارت، کاربرد آنها مجاز می‌باشد.

الف- آزمایش جذب آب: قطعه‌ای به طول ۱۰۰ میلی‌متر از واشر آب‌بندی مورد نظر را که کاملا خشک باشد، به‌طور نمونه برداشته و با یک ترازوی حساس با دقت ۰/۱ گرم وزن می‌نماییم سپس آن را به صورت افقی در یک ظرف آب مقطر، به نحوی که بر روی نمونه حدود ۲۵ میلی‌متر آب قرار داشته باشد، در اتاقی با درجه حرارت 21 ± 3 درجه سانتی‌گراد، قرار می‌دهیم. پس از ۲۴ ساعت نمونه را از آب خارج کرده و بلافاصله آن را وزن می‌نماییم. افزایش وزن نمونه نسبت به وزن اولیه نباید از ۴ درصد تجاوز نماید.

ب- آزمایش مقاومت در مقابل نرم شدن مواد قیری: ۱۰۰ میلی‌متر از واشر آب‌بندی را از یک قاب آویزان نموده و آن را داخل یک اتوکلاو قرار می‌دهیم. درجه حرارت اتوکلاو را به وسیله ترموستات در حد 80 ± 5 درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌نماییم. پس از ۲۴ ساعت آن را از اتوکلاو خارج نموده و وضعیت ظاهری آن را دقیقا بررسی می‌کنیم. هیچ‌گونه نرمی، شره، ریزش و یا تغییر شکلی که با چشم قابل رویت باشد، نباید در واشر مورد آزمون ایجاد شده باشد.

ج- آزمایش مقاومت در مقابل تاثیرات هوا: یک نمونه به طول ۱۰۰ میلی‌متر از واشر آب‌بندی تهیه نموده و آن را به مدت ۷ روز در اتاقی با درجه حرارت 74 درجه سانتی‌گراد قرار می‌دهیم. سپس آن را به مدت ۲۴ ساعت به حالت غوطه‌ور در داخل ظرف آبی در درجه حرارت معمولی محیط قرار می‌دهیم. سپس نمونه را به‌طور عمودی در داخل ظرفی که با ارتفاع ۵۰ میلی‌متر (نصف طول لوله) داخل آن آب ریخته شده قرار داده و با وسایل مناسبی آن را در وضعیت مذکور ثابت می‌نماییم. سپس ظرف و نمونه - که نیمی از آن در داخل آب قرار دارد - را در فریزری که درجه آن حدود 15 ± 5 - درجه سانتی‌گراد باشد، به مدت کافی قرار می‌دهیم تا آب درون ظرف کاملا یخ بزند. پس از آن نمونه را خارج کرده و در اتاقی که درجه حرارت آن در حد 28 ± 10 درجه سانتی‌گراد است، قرار می‌دهیم. پس از این‌که یخ درون ظرف نمونه کاملا آب شد، اولین سیکل آزمایش تمام شده است. سیکل فوق را ۱۰ بار تکرار می‌نماییم. پس از ۱۰ بار آزمایش، نمونه را از ظرف خارج نموده و به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت معمولی اتاق قرار داده و سپس نمونه را به دقت مورد بررسی قرار می‌دهیم. هیچ‌گونه ترک، شکاف، تکه و جداشدنی نباید در نمونه پدید آمده باشد و باید کاملا وضعیت طبیعی اولیه آن حفظ شده باشد.

د- آزمایش مقاومت در مقابل فشار: قطعه مستقیمی به طول ۱۰۰ میلی‌متر از واشر آب‌بندی را انتخاب نموده و آن را در درجه حرارت 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد به نحوی که کاملاً به‌حالت افقی قرار گرفته باشد، تحت نیروی فشاری یکنواخت قرار می‌دهیم. نیروی فشاری را به‌طور تدریجی به نحوی که در هر دقیقه ایجاد ۰/۵ میلی‌متر فشردگی در قطر واشر در جهت اثر فشار نماید، اضافه می‌نماییم تا میزان فشردگی قطر واشر در جهت اثر بار ۵۰ درصد مقدار اولیه شود. در این لحظه مقدار فشار وارده نباید از ۲ کیلوگرم به ازای هر سانتی‌متر طول و هر میلی‌متر قطر واشر کم‌تر باشد.

۱۳-۱۰- کنترل کیفیت

به‌منظور کنترل ابعاد مقاطع تیپ کانال‌های پیش‌بینی‌شده در هر پروژه باید شابلون مقطع کانال با مقیاس ۱:۱ توسط پیمانکار تهیه و قطعات تولید شده توسط آنها کنترل گردد. ضخامت پوسته کانال به‌هیچ‌وجه نباید کم‌تر از مقادیر مشخص شده در نقشه‌ها پس از منظور نمودن رواداری‌های مجاز باشد. کلیه سطوح جداره داخلی نیم‌لوله‌ها، باید کاملاً صاف بوده و فاقد هرگونه زبری و ناصافی باشد. ضریب زبری عامل بسیار مهمی در تولید نیم‌لوله‌ها می‌باشد و در آزمایش مربوط به تعیین زبری، نباید از میزان پیش‌بینی شده در نقشه‌ها یا مشخصات فنی خصوصی تجاوز نماید.

در موقع باز نمودن قالب باید دقت شود که در سطوح بتنی، چه در قسمت‌های داخلی و چه در قسمت‌های خارجی کانال، هیچ‌گونه ترک، لب‌پریدگی، شکستگی و شکافی به‌وجود نیاید. در صورت وجود این نوع نقایص، نباید محل‌های مورد نظر را با رنگ یا تعمیر، به وسیله ملات یا مصالح دیگر پوشاند و آن را محو نمود. این نوع بتن‌ها و یا بتن‌هایی که کرمو بوده و آرماتور آن از قطعات بیرون زده باشد و یا قابل رویت باشد به‌هیچ‌وجه قابل قبول نبوده و باید از رده خارج شود. در موقع جدا نمودن قالب‌ها از بتن، باید دقت نمود که قالب‌ها به‌راحتی از بتن جدا شده و از زدن ضربه و یا وارد آوردن فشار و حرکاتی از این نوع - که به بتن تازه ریخته شده صدمه وارد می‌کند - خودداری گردد. بتنی که به این ترتیب از قالب جدا می‌شود باید کاملاً متراکم، بدون نقص و مطابق با مشخصات فنی و ابعاد اسمی مورد نظر باشد از این قطعات تا زمان حمل و نصب باید به‌خوبی محافظت شود. مقاومت و مشخصات هندسی کلیه نیم‌لوله‌های تولید شده باید منطبق با مشخصات فنی مورد نظر و نقشه‌های اجرایی بوده و قطعات تولید شده، با انجام آزمایش و اندازه‌گیری‌های لازم، مورد تایید دستگاه نظارت واقع شود. استفاده از ملات یا مصالح دیگر جهت رفع عیوب نیم‌لوله‌ها مجاز و قابل قبول نمی‌باشد. مخصوصاً اگر این نقایص در قسمت تکیه‌گاه نیم‌لوله باشد.

در روی کلیه قطعات پیش‌ساخته باید شماره تیپ، تاریخ تولید و همچنین شماره ردیف قطعه تولید شده، به‌طوری که به‌راحتی قابل رویت باشد و به نحوی که نتوان آن را پاک نمود و از بین برد، حک کرد.

کلیه کانال‌های پیش‌ساخته و متعلقات آنها، باید قبل از خروج از محل تولید، از نظر کیفیت ساخت و مشخصات فنی، مورد بررسی قرار گرفته و به تایید دستگاه نظارت برسد. همچنین قطعات مختلف قبل از نصب باید مورد تایید دستگاه نظارت قرار گیرد و از نصب قطعات آسیب‌دیده غیرقابل قبول دستگاه نظارت خودداری شود.

۱۳-۱۰-۱- کنترل خمش طولی کانال‌ها

نیم‌لوله‌های تولیدی باید از نظر خمش طولی مورد آزمایش قرار گیرد. روش آزمایش و مبانی کنترل باید قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد.

۱۳-۱۰-۲- کنترل خمش عرضی کانال‌ها

خمشی عرضی کانال‌های پیش‌ساخته باید توسط پیمانکار و با نظارت دستگاه نظارت و براساس روش و مبانی کنترل که قبلاً توسط دستگاه نظارت تایید شده است، به‌طور مستمر کنترل شود.

۱۳-۱۰-۳- کنترل ضریب زبری جدار کانال‌ها

سطوح داخلی نیم‌لوله‌های تازه تولید شده، که از کارگاه تولید جهت نصب خارج می‌گردد، باید صاف، نرم و بدون عیب و به میزان معقولی عاری از فرورفتگی‌های ناشی از حباب‌های هوا باشد. به نحوی که در آزمایش‌های کنترل کیفیت، ضریب زبری مربوط به فرمول مانینگ از مقدار مورد نظر (که توسط کارخانه تولیدکننده کانال تعیین شده است) تجاوز ننماید. روش آزمایش ضریب زبری و مبانی کنترل آن باید قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد.

۱۳-۱۰-۴- رواداری ساخت نیم‌لوله کانال‌ها

رواداری‌های مجاز نیم‌لوله‌ها با توجه به ابعاد، ضخامت و سایر مشخصات آنها در مشخصات فنی خصوصی تعیین می‌گردد. به‌عنوان راهنما رواداری‌های نیم‌لوله‌های ۵ و ۷ متری در این قسمت آورده شده است که در صورت نیاز و تایید دستگاه نظارت مبنای کنترل قطعات تولیدی خواهد بود.

طول نیم‌لوله $\pm 0/1$ درصد

دهانه نیم‌لوله $\frac{1}{200}$ اندازه اسمی

ضخامت پوسته $\pm 0/05$ مقادیر اسمی

انحراف افقی نسبت به امتداد محور $\pm 0/1$ درصد

همچنین میلگردهای مصرف‌شده در شبکه جوش شده نباید بیش از ۷ میلی‌متر از محل واقعی خود طبق نقشه جابه‌جا شود. حداکثر انحراف مجاز در سطوح داخلی و خارجی نیم‌لوله در ۱۰ سانتی‌متر انتهایی آنها، که در مجاورت درز

روی پایه قرار می‌گیرند ۲ میلی‌متر می‌باشد. پایین‌ترین خط زیر نیم‌لوله‌ها در طول آن، پس از نصب بر روی پایه‌ها، نباید در هیچ نقطه‌ای دارای خیز بیش از ۵ میلی‌متر باشد.

۱۳-۱۰-۵- کنترل کیفیت متعلقات کانال‌های پیش‌ساخته

- کیفیت تولید، ابعاد و مشخصات قطعات تولید شده باید به‌طور مستمر مورد بررسی و کنترل قرار گیرد. روش و مبانی کنترل باید توسط پیمانکار تهیه و به تایید دستگاه نظارت برسد. توجه به اصول کلی زیر در کنترل قطعات لازم است.
- کلیه متعلقات باید براساس ابعاد و مشخصات مورد نظر که در نقشه‌های اجرایی ارائه می‌شود تولید شود. میزان انحراف مجاز در ابعاد و آرماتوربندی پایه‌ها و کفشک‌ها نسبت به ابعاد اسمی ۵ میلی‌متر می‌باشد.
 - هنگام باز کردن قالب نباید هیچ‌گونه صدمه‌ای به قطعه بتنی وارد آید و بتن باید مقاومت کافی را جهت جابه‌جایی کسب کرده باشد.
 - اتصال قطعات به یکدیگر (استقرار پایه روی کفشک، زین روی پایه، نیم‌لوله روی زین و واشر بین نیم‌لوله و زین) و آب‌بند شدن کامل کانال پیش‌ساخته باید با برنامه از پیش تدوین شده - که توسط پیمانکار تهیه و به تایید دستگاه نظارت می‌رسد - به‌صورت مستمر کنترل شود.

۱۳-۱۱- نگهداری قطعات پیش‌ساخته

کلیه نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته پس از تولید باید در مکان مناسبی که جهت انباشت نمودن آنها، در محوطه کارگاه پیش‌بینی می‌شود، نگهداری گردد و حداقل در طول ۷ روز اول با توجه به شرایط محیطی، به نحو مناسبی آبپاشی شوند. محل انباشت قطعات باید کاملاً صاف، مسطح، متراکم و فاقد هرگونه عوارض یا آلودگی باشد و وسعت آن برای نگهداری کلیه قطعات تولید شده تا قبل از حمل به محل نصب کافی باشد. در صورتی که بستر محل انباشت قطعات، خاکی باشد نباید درصد سولفات موجود در آن با توجه به نوع سیمان مصرفی، از مقادیر مجاز مندرج در جداول (۳-۳-۳-۶) الف تا آیین‌نامه بتن ایران (آبا) تجاوز نماید.

محل نگهداری و انبار نمودن قطعات نباید در معرض آب‌گرفتگی باشد و به هیچ‌وجه آب‌های جاری اطراف و یا آب باران نباید در اطراف قطعات پیش‌ساخته جمع‌شوند. همچنین آب‌های اضافی محوطه انبار نیز باید به روش مناسب تخلیه گردد. هنگام انباشت نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته، باید هر کدام بر روی ۲ بالشک چوبی یا بتنی مناسب و به صورت رو به بالا قرار گیرند. محل قرار گرفتن بالشک‌های مذکور باید به فاصله ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر از دو سر نیم‌لوله باشد. ابعاد و شکل بالشک‌ها باید طوری باشد که کاملاً تعادل نیم‌لوله را حفظ نموده و در تمام حالات، قادر به نگهداری و حفظ پایداری نیم‌لوله‌ها - که به روی هم قرار می‌گیرند، بدون این‌که هیچ‌گونه صدمه‌ای ببینند - باشد. انبار نمودن تا ۵ شاخه نیم‌لوله، برای تیپ‌های کوچک با نظر دستگاه نظارت و تا ۳ شاخه نیم‌لوله برای تیپ‌های بزرگ، بر روی هم مجاز می‌باشد.

مشروط بر این که کلیه بالشتک‌های هر سمت نیم‌لوله کاملاً در یک امتداد قائم قرار گرفته و نیم‌لوله‌ها با یکدیگر هیچ‌گونه نقطه تماسی نداشته باشند و زمین محل انبار دارای باربری لازم باشد. در این حالت قسمتی از سطح رویی بالشتک‌های نیم‌لوله‌های ردیف دوم به بالا باید قوسی شکل بوده و دقیقاً با منحنی داخلی همان تیپ نیم‌لوله در کف منطبق باشد. قطعات مختلف، هر کدام به طور جداگانه و به ترتیب شماره تولید باید نگهداری شوند، به نحوی که در هر زمان امکان دسترسی به هر نوع قطعه تولید شده موجود در کارگاه باشد و بارگیری و حمل قطعات به سهولت و ترتیب زمان ساخت آنها بتواند انجام گیرد.

۱۳-۱۲- بارگیری و حمل و باراندازی قطعات تولید شده

کلیه قطعات باید در پایان دوره عمل‌آوری و پس از تایید توسط دستگاه نظارت بر طبق نوبت تولید، جهت نصب به محل احداث کانال‌های آبیاری پیش‌ساخته منتقل گردند.

کلیه قطعات پیش‌ساخته دیگر باید با توجه به وسایلی که جهت حمل و نقل در محوطه کارگاه و یا بارگیری آنها پیش‌بینی شده است به نحو مناسب و با تایید دستگاه نظارت انباشت و نگهداری گردند. انبار نمودن و نگهداری کلیه قطعات باید به نحوی انجام گیرد که هیچ‌گونه آسیبی به آنها وارد نشود.

نوع و مشخصات وسایل بارگیری، حمل و باراندازی و نصب با توجه به خصوصیات محل اجرای پروژه، طول و مشخصات راه دسترسی، نوع و تعداد قطعات پیش‌ساخته و مسایل اقتصادی توسط پیمانکار تعیین می‌گردد و به تایید دستگاه نظارت می‌رسد. انتخاب وسایل و تجهیزات لازم باید آنچنان باشد که بارگیری، حمل و نصب به راحتی و در طول مدت پیش‌بینی شده و براساس قوانین و ضوابط حمل و نقل جاده‌ای انجام شده و بارگیری، باراندازی و مهار قطعات در روی وسایل نقلیه با رعایت کامل مسایل ایمنی و حفاظتی و با نصب علائم هشدار دهنده صورت گیرد و باعث ایجاد هیچ‌گونه عوارض سوء مالی و جانی نگردد. کفشک‌ها، پایه‌ها و زین‌های پیش‌ساخته باید قبلاً به محل نصب، حمل و در طول مسیر ریشه شوند. باید تا حد امکان سعی شود نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته وقتی به محل نصب حمل شوند که قبلاً حفر پی، نصب کفشک‌ها، پایه‌ها و زین‌ها کاملاً انجام شده و واشرهای آب‌بندی طبق مشخصات تهیه شده باشند و بدین لحاظ بتوان مستقیماً نیم‌لوله را در محل خود قرار داده و از باراندازی و بارگیری مجدد آن جهت نصب در مرحله بعد جلوگیری به عمل آید. در صورتی که در موقع حمل نیم‌لوله به محل نصب به هر دلیل شرایط مذکور فراهم نباشد و پیمانکار مجبور به ریشه نمودن نیم‌لوله‌ها در مجاورت طول مسیر کانال گردد، باید نیم‌لوله‌ها توسط بالشتک‌های چوبی یا بتنی برطبق مشخصات ذکر شده در بند ۱۳-۱۱ روی زمین قرار داده شوند.

کامیون یا تریلرهایی که جهت حمل نیم‌لوله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مجهز به بالشتک‌های چوبی یا لاستیک و وسایل نگه‌دارنده مناسب باشند. نیم‌لوله‌ها و وسایل نگه‌دارنده آنها در موقع حمل باید به طور کاملاً محکم در جای خود تثبیت گردند و به هیچ‌وجه در اثر تکان‌های وارده و یا وجود دست‌انداز در مسیر نباید از جای خود تکان بخورند.

۱۳-۱۳- نصب کانال‌ها و متعلقات

۱۳-۱۳-۱- پیاده‌کردن مسیر و آماده‌سازی محل پایه‌ها

پیمانکار باید قبل از هرگونه عملیات نسبت به پیاده نمودن دقیق محور مسیر کانال‌ها طبق نقشه‌های اجرایی و براساس نقاط مبنای مسطحاتی نقشه‌برداری، که دارای مشخصات تایید شده توسط دستگاه نظارت می‌باشد، اقدام نماید. همچنین پیمانکار باید در طول مسیر کانال‌ها، نقاط مبنای ارتفاعی به تعداد و دقت کافی، جهت کنترل دقیق رقوم‌های پی، روی پایه و کف کانال نصب نماید.

عملیات نصب در تمام طول شبکه باید براساس امتداد، طول، اندازه، تیپ، ارتفاع، شیب و سایر اطلاعات مندرج در نقشه‌ها و مشخصات و با تایید دستگاه نظارت انجام شود. زاویه مجاز انحراف بین دو کانال متوالی در محل قوس‌ها که با توجه به عرض زین و محل نصب واشرهای آب‌بندی و قطر کانال‌ها، در نقشه‌های اجرایی یا در مشخصات فنی خصوصی و یا توسط دستگاه نظارت تعیین شده است، باید توسط پیمانکار رعایت گردد. برای زوایای تغییر مسیر بیش‌تر از حد مجاز، طبق نقشه‌های اجرایی یا دستور دستگاه نظارت، از سازه‌های زاویه انحراف یا حوضچه‌های تغییر مسیر استفاده شود. در هر حال نصب کانال‌ها بر روی دیواره حوضچه‌ها در محل تغییر مسیرها باید به نحوی صورت گیرد که محل اتصالات کاملاً آب‌بندی شده باشد.

۱۳-۱۳-۲- پی‌کنی و نصب کفشک‌ها

پیمانکار باید طبق مشخصات فنی مورد نظر و نقشه‌های اجرایی نسبت به پی‌کنی، ریختن بتن مگر و نصب کفشک‌ها اقدام نماید. عمق پی‌کنی با توجه به نوع و جنس خاک محل و عمق یخبندان در نقشه‌های پیمان یا مشخصات فنی خصوصی مشخص می‌گردد. در غیر این صورت عمق پی‌کنی با تایید دستگاه نظارت تعیین می‌گردد. کفشک‌های هر پایه باید به طور دقیق در محل خود و به موازات هم نصب شوند به نحوی که محور طولی مجموعه کفشک‌های هر پایه کاملاً عمود بر محور مسیر کانال بوده و فاصله آن تا محور مجموعه کفشک‌های پایه‌های مجاور دقیقاً برابر طول نیم‌لوله‌ها باشد. جزییات اجرایی و نحوه قرار گرفتن کفشک‌ها در کنار یکدیگر که در نقشه‌های اجرایی نشان داده می‌شود، باید به دقت توسط پیمانکار رعایت گردد.

۱۳-۱۳-۳- نصب پایه، زین و نیم‌لوله

نصب پایه، زین و نیم‌لوله‌ها باید طبق مشخصات نقشه‌های اجرایی صورت گیرد و روش نصب آنها به تایید دستگاه نظارت برسد.

- طول اتکا هر کانال روی زین‌های دو طرف باید برابر و نحوه قرار گرفتن کانال‌های متوالی روی زین مشترک باید قرینه باشد. حداقل طول اتکا کانال روی زین نباید از یک چهارم عرض زین کم‌تر باشد.

- فاصله بین لبه‌های دو کانال روی زین برای کانال‌های ۷ متری، ۲ سانتی‌متر و برای کانال‌های ۵ متری، ۱ سانتی‌متر باشد.
- چنانچه نیاز باشد، جهت رگلاژ و تنظیم زین برای تامین رقوم دقیق کف کانال می‌توان از لایه ملات ماسه و سیمان به نسبت ۱ به ۳ در بین سطح تکیه‌گاه‌های زیرین و سطح بالای پایه استفاده نمود. ضخامت این لایه نباید از ۰/۵ سانتی‌متر کم‌تر و از ۲ سانتی‌متر بیش‌تر باشد.
- فاصله بین دو نیم‌لوله در محل هر پایه تا لبه سطوح داخلی باید با مواد مناسب کاملاً پر شود تا در محل درز ایجاد تلاطم هیدرولیکی ننماید. این مواد باید موجب انتقال تنش از یک نیم‌لوله به نیم‌لوله دیگر نشود و در مقابل انقباض و انبساط بتن کانال‌ها انعطاف لازم را داشته باشد. مشخصات این مصالح در فصل پنجم بند ۵-۱۴-۴ آورده شده است.
- برای اتصال کانال‌های نیم‌لوله به سازه‌های بتن مسلح درجا، مجرای هم‌شکل با زین مربوطه در بدنه سازه مزبور در محل ورودی و خروجی کانال نیم‌لوله ایجاد می‌گردد و یک شیار هم‌اندازه با شیار روی زین در این مجرا تعبیه می‌شود و پس از قراردادن واشر آب‌بندی در این شیار کانال نیم‌لوله بر روی این مجرا مستقر می‌گردد. مناسب بودن نحوه استقرار و آب‌بندی در این محل باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

۱۳-۱۳-۴- خطای مجاز نصب قطعات

پیمانکار باید کمال دقت را در اجرای عملیات نصب قطعات پیش‌ساخته جهت تطبیق کامل با نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی مربوطه به عمل آورد و به‌هیچ‌وجه خطای اجرای عملیات نباید از خطای مجاز که در زیر مشخص شده است، تجاوز نماید.

- اختلاف ارتفاع کف کانال پس از نصب نسبت به رقوم خط پروژه ± 5 میلی‌متر
- انحراف محور کانال نسبت به محور میخ‌کوبی شده بر طبق پلان مسیر ± 10 میلی‌متر
- اختلاف سطح کف دو نیم‌لوله مجاور در محل درز مشترک ۲ میلی‌متر
- انحراف بالای پایه نسبت به قاعده آن از امتداد شاقولی ۰/۵ درصد ارتفاع پایه
- تغییرات مجاز عرض درزهای بین دو نیم‌لوله متوالی ± 5 میلی‌متر
- انحراف افقی نسبت به امتداد محور ± 7 میلی‌متر
- در محل درز نباید هیچ‌گونه نشستی ملاحظه شود.

۱۳-۱۴- تایید کیفیت شبکه تکمیل شده

پس از نصب نیم‌لوله‌ها بر روی پایه‌ها و پایان یافتن کلیه عملیات پیش‌بینی‌شده در پیمان، اجزای شبکه کانال‌های پیش‌ساخته، مورد بررسی دستگاه نظارت قرار خواهد گرفت. در صورت وجود هرگونه عیب و نقصی، پیمانکار باید طبق

نظر دستگاه نظارت نسبت به رفع کلیه آنها سریعاً اقدام نماید. سپس در یک مسیر از نیم‌لوله‌ها با برقراری جریان آب، خصوصیات هیدرولیکی و آب‌بندی آنها مورد آزمایش قرار گیرد. نیم‌لوله‌ها در هنگام آزمایش مذکور نباید هیچ‌گونه نشتی داشته و خصوصیات جریان آب در آنها مطابق با مشخصات مورد نظر در نقشه‌های اجرایی و طرح نهایی باشد. هرگونه نشت آب و یا سایر عیوب که در آزمایش هیدرولیکی معلوم گردد، باید مطابق نظر دستگاه نظارت مرتفع شود و نیم‌لوله‌ها دوباره آزمایش شده تا از هر نظر مورد قبول دستگاه نظارت قرار گیرد.

آزمایش‌های کنترل کیفیت نهایی نیم‌لوله‌های نصب شده بنابر نظر دستگاه نظارت ممکن است در شاخه‌های مجزا و یا در تمام شبکه به صورت هم‌زمان انجام گیرد.

۱۳-۱۵- سازه‌های بتنی پیش‌ساخته

بخشی از قطعات بتنی مورد استفاده در سامانه آبیاری و زهکشی به صورت متمرکز در یک کارگاه تولید و پس از تایید کیفی به محل حمل گردیده و نصب می‌شود. این سازه‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

۱- درپوش بتنی حوضچه‌های شیرآلات، تقسیم آب و ...

۲- پل عابر پیاده در کانال‌های کوچک

۳- لوله‌های بتنی مسلح و غیر مسلح کارگاهی

۴- قطعات حفاظتی شامل قطعات بتنی پوشش شیروانی کانال و دیواره خاک‌ریز، بلوک‌های حفاظ و ...

علاوه بر قطعات فوق‌الذکر، در برخی مواقع بنا به دلایل زیر و با تقاضای کتبی پیمانکار و تایید دستگاه نظارت و با هدف تسریع در انجام کار، ارتقا کیفی سازه بتنی، عدم امکان ساخت در محل در شرایط نامساعد جوی، می‌توان سازه‌های هیدرولیکی در مسیر کانال را نیز به صورت متمرکز در کارگاه تولید نمود. ابعاد و وزن این سازه‌ها که عمده‌ترین آنها شامل موارد زیر است باید با ماشین‌آلات ذی‌ربط پیش‌بینی شده در اسناد پیمان متناسب باشد و در صورت نیاز و با دستور دستگاه نظارت تامین گردد.

۱- آبیگر

۲- مقسم

۳- سرریز

۴- پارشال فلوم

۵- پل عابر

مشخصات کارگاه، برنامه کار ساخت و نصب، مشخصات فنی بتن، سالن تولید، حمل بتن، بتن‌ریزی، متراکم کردن بتن، عمل‌آوری، مشخصات قالب و قالب‌بندی، کنترل کیفیت و نگهداری، مشابه کانال‌های پیش‌ساخته بوده و پیمانکار ملزم به رعایت آنها است.

بارگیری، حمل و نصب سازه‌های هیدرولیکی باید منطبق بر برنامه احداث خاکریز، کانال‌کنی و پوشش کانال باشد. موقعیت دقیق سازه از نظر مختصاتی و رقوم مشخص گردیده و پس از تمهیدات لازم و بسترسازی، سازه جای‌گذاری می‌شود. بستر باید طبق نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی آماده شود و پس از تایید مشخصات بستر از نظر رقوم، یکنواختی سطح و استحکام، سازه پیش‌ساخته در محل نصب شود.

برآمدگی یا نشست نسبت به ترازهای پیش‌بینی‌شده یا جابه‌جایی سازه پذیرفته نیست و در صورت وقوع آن پیمانکار موظف است طبق دستور دستگاه نظارت، مراحل اجرایی فوق را دوباره تکرار نموده و شرایط اعلام شده در نقشه‌ها را تامین نماید.

پیوست ۱

تمهیدات ویژه در خاک‌های مساله‌ساز

پ.۱-۱- کلیات

در صورتی که مسیر کانال الزاما در محدوده‌های دارای خاک‌های مساله‌ساز مانند خاک‌های انحلال‌پذیر، خاک‌های متورم و منقبض شونده، خاک‌های فرسایش‌پذیر، خاک‌های حاوی مواد مضر برای بتن، خاک‌های حساس در مقابل یخبندان عبور کند، اصلاح این خاک‌ها برای دستیابی به یک بستر مناسب و یا انتخاب تمهیدات اجرایی دیگر باید بر اساس مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌های اجرایی و یا چنانچه در مشخصات فنی خصوصی پیش‌بینی نشده بود، طبق دستورات دستگاه نظارت صورت می‌گیرد. در این موارد بسته به این که خاک بستر و یا خاک مورد استفاده در ساخت خاک‌ریز مساله‌ساز باشد، راهکارهای ذیل براساس نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی و تایید دستگاه نظارت قابل بررسی می‌باشد.

پ.۱-۲- خاک‌های تورم‌پذیر

خاک‌های تورم‌پذیر به‌عنوان بستر کانال‌های پوشش‌شده، پی سازه‌های سبک (بسته به فشار تورمی خاک) و خاک‌ریز بدنه جاده با پوشش آسفالتی، موجب تخریب و خسارت می‌شود. دستگاه نظارت براساس پتانسیل تورم‌پذیری خاک مسیر کانال، مصالح مناسب و مصالح و مواد اصلاح‌کننده قابل دسترس و شرایط کانال از نظر ابعاد، میزان اهمیت کانال در دست ساختمان در کل شبکه، عمق خاک‌برداری، ارتفاع خاک‌ریزی، نوع پوشش پیش‌بینی شده در پروژه، شرایط آب زیرزمینی و دیگر ابعاد و مشخصات پروژه، می‌تواند یک یا ترکیبی از راهکارهای زیر را تایید و جهت اجرا ابلاغ کند. جهت دستیابی به مناسب‌ترین راه حل، پیمانکار همکاری‌های لازم را معمول می‌دارد:

- اختلاط خاک تورم‌پذیر با خاک معمولی.
- کاهش میزان تراکم خاک.
- افزایش رطوبت تراکم (۲ تا ۳ درصد بیش‌تر از رطوبت بهینه).
- عایق‌بندی زیر پوشش کانال به‌منظور جلوگیری از نشت رطوبت به خاک بستر.
- اصلاح خاک تورم‌پذیر با افزودن مواد افزودنی، مانند آهک به آن.
- عدم استفاده از پوشش‌های سخت و استفاده از پوشش‌های انعطاف‌پذیر (غشای نفوذناپذیر).
- تعویض خاک با ضخامت مناسب
- بررسی پوشش کانال از نظر ضخامت و درزهای پیش‌بینی شده و ارائه طریق اصلاحی لازم.
- بررسی پوشش بتنی کانال و مسلح کردن در محدوده‌های مساله‌دار.
- تعویض خاک بستر تا عمق مورد نیاز برای کانال‌های واقع در خاک‌برداری.
- احداث زهکش‌های حائل در فاصله‌ای مناسب برای مقابله با نفوذ رواناب‌های بالادست و جریان‌های زیرزمینی.

پ.۱-۳- خاک‌های واگرا

خاک واگرا جزو خاک‌هایی است که با انجام تمهیداتی می‌تواند در مسیر کانال چه به لحاظ بستر و چه به لحاظ خاک‌ریز مورد استفاده قرار گیرد. در مناطقی که گزینه دیگر وجود ندارد و یا بنا به تشخیص دستگاه نظارت منابع قرضه دورتر مقرون به صرفه نمی‌باشد، براساس بررسی‌های آزمایشگاهی و تایید دستگاه نظارت اقداماتی به شرح زیر قابل اجرا می‌باشد:

- اجرای لایه زهکش و فیلتر مناسب در زیر پوشش بتنی کانال
 - اجرای زهکش‌های سطحی یا زیرزمینی برای تثبیت سطح آب زیرزمینی در تراز معین
 - اصلاح خاک واگرا به کمک اختلاط آن با مواد افزودنی مانند آهک
 - استفاده از غشای نفوذناپذیر^۱ در زیر پوشش بتنی و یا به صورت مستقل
- در اصلاح خاک با آهک، نسبت آهک به وزن خشک خاک بین ۱ تا ۴ درصد می‌باشد. مقدار آهک مورد نیاز براساس بررسی‌های آزمایشگاهی به دست خواهد آمد. در هر حال در جهت جبران خطاهای اجرایی و عدم اختلاط کامل آهک با خاک باید بین ۰/۵ تا ۱ درصد به آهک مورد نیاز حاصل از این نتایج اضافه نمود.

پ.۱-۴- خاک‌های گچ دار

خاک‌های حاوی گچ به عنوان بستر کانال و زهکش مساله‌ساز بوده و برای مصرف این نوع خاک‌ها برای بستر و بدنه در مواردی که درصد گچ بیش از مقدار مجاز باشد و در مشخصات فنی خصوصی یا نقشه‌های اجرایی در این مورد سکوت شده باشد، دستگاه نظارت می‌تواند بر اساس بررسی‌های آزمایشگاهی یک یا ترکیبی از روش‌های زیر را برای اجرا به پیمانکار ابلاغ نماید:

- تعویض خاک مسیر با خاک نفوذناپذیر حداقل به عمق نیم متر در کف و در شیروانی‌های کانال با عرض اجرایی لازم برای کوبیدن خاک.
- استفاده از لایه غشای نفوذناپذیر با ضخامت کم برای زیر پوشش کانال‌ها.
- جایگزینی پوشش کانال با غشای نفوذناپذیر پلیمری با ضخامت مناسب به عنوان پوشش انعطاف‌پذیر.
- در شرایطی که مسیر کانال در محدوده حاوی گچ به میزان غیرمجاز، کلا در خاک‌برداری باشد و عملیات شستشوی بلند مدت قبل از اجرای پوشش با توجه به مدت پیمان عملی باشد، مقطع کانال آب اندازی شده و پس از دوره معین نسبت به رگلاژ کف و بسترسازی و پرکردن حفره‌ها و ناهمواری‌ها با بتن لاغر و یا مصالح مورد تایید دستگاه نظارت، نسبت به اجرای پوشش اقدام می‌گردد.
- مسلح نمودن پوشش کانال به منظور کنترل نشت متمرکز

- در برخورد به این نوع خاک‌ها در کانال‌ها و زهکش‌ها باید احتیاط زیادی انجام داد. به خصوص در خاک‌ریزی‌هایی که آبراهه‌های طبیعی را قطع می‌نمایند باید سازه تخلیه آب‌های آبراهه‌ها را در فواصل کوتاه‌تری همراه با زهکش حائل مطمئن پیش‌بینی نمود تا بار آبی و نشت حاصل از تجمع آب پشت خاک‌ریز موجب انحلال گچ موجود در خاک نگردد.

پ.۱-۵- خاک‌های آلی

غیرقابل استفاده بودن خاک توسط دستگاه نظارت تشخیص داده می‌شود. استفاده از خاک‌هایی با بیش از ۲ درصد مواد آلی در خاک‌ریز کانال‌های با پوشش سخت مجاز نمی‌باشد. در صورت تایید دستگاه نظارت، خاک‌هایی که کم‌تر از ۵ درصد مواد آلی داشته باشند به‌عنوان بستر کانال‌های پوشش‌نشده قابل قبول می‌باشد.

پ.۱-۶- خاک‌های روان‌گرا^۱

خاک‌های روان‌گرا عمدتاً از مصالح ماسه‌ای با تراکم کم تشکیل شده‌اند. این خاک‌ها در حالت اشباع ممکن است در اثر بارهای دینامیکی ناشی از زلزله به صورت مایع لزجی درآیند که مقاومت برشی خود را از دست می‌دهند. این پدیده هنگام تراکم ماسه در اثر اعمال بار دینامیکی و عدم امکان زهکشی سریع آب موجود در این مصالح به‌وجود خواهد آمد. برای ارزیابی پتانسیل روانگرایی مصالح، تعیین میزان تراکم خاک مورد نیاز می‌باشد که استفاده از آزمایش‌های SPT و CPT با توجه به روابط تجربی موجود، مفید می‌باشد. عمق مورد نیاز برای بررسی این پدیده تا محدوده اضافه تنش کم‌تر از ۱۰ درصد (حدوداً تا عمق ۲/۵ تا ۳ برابر عرض پی) می‌باشد.

برای مقابله با این پدیده می‌توان به متراکم نمودن خاک به‌روش دینامیکی، تراکم لرزه‌ای عمقی همراه با اشباع^۲، کاهش سطح آب زیرزمینی و احداث چاه‌های زهکشی اشاره نمود. البته باید توجه داشت که روش‌های فوق پرهزینه بوده، غالباً برای سازه‌های متمرکز اقتصادی می‌باشد و برای سازه‌های خطی ممکن است روانگرایی در خاک هنگام زلزله در صورت عدم ایجاد خسارات مالی زیاد و یا عدم ایجاد خسارات جانی پذیرفته شود. به‌رحال در صورتی که به خاک‌های با پتانسیل روانگرایی بالا برخورد شود باید مطالعات جامعی صورت پذیرد.

1- Liquefiable Soil

2- Vibroflotation

منابع و مراجع

- 1- Building Code Requirements For Structural Concrete (ACI 318-02)
 - 2- ACI Committees reports
 - 3- Euro Design Handbook Concrete Structures
 - 4- BS 8110, Structural Use Of Concrete
 - 5- American Association of State Highway and Transportation Officials(AASHTO)
 - 6- Construction Safety Standard- USBR
 - 7- American Society For Testing And Materials (ASTM)
 - 8- Earth manual – USBR
 - 9- Design of small dams- USBR
- ۱۰- ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: مشخصات فنی و عمومی، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، نشریه شماره ۱۰۸، سال ۱۳۶۸
- ۱۱- مشخصات فنی عمومی راه، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، نشریه شماره ۱۰۱، سال ۱۳۸۲
- ۱۲- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، نشریه شماره ۵۵، سال ۱۳۸۳
- ۱۳- مشخصات فنی عمومی سدها، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، ۲۴۸-الف، ۱۳۸۶
- ۱۴- دستورالعمل حفاظت و ایمنی در کارگاه‌های سدسازی، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، نشریه ۲۴۷، سال ۱۳۸۱
- ۱۵- شرایط عمومی پیمان، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
- ۱۶- مقررات ملی ساختمان، مبحث دوازدهم (ایمنی و حفاظت در کار در حین اجرا)
- ۱۷- فهرست بهای واحد پایه آبیاری و زهکشی، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
- ۱۸- آیین نامه بتن ایران (آبا)، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، نشریه شماره ۱۲۰
- ۱۹- راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه های آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی سال ۱۳۸۱
- ۲۰- دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های سازمان حفاظت از محیط زیست
- ۲۱- انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
- ۲۲- انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۲۳- انتشارات دفتر طرح استاندارد مهندسی آب کشور
- ۲۴- انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی در مورد زهکش‌ها
- ۲۵- مشخصات فنی ساخت، بارگیری، حمل، نصب و دستورالعمل کیفیت کانال‌های نیم لوله پیش ساخته، اداره کل مهندسی زراعی
- ۲۶- محدودیت ساخت کانال‌ها، مجموعه مقالات کمیته ملی آبیاری و زهکشی، سال ۱۳۷۹

۲۷- مشخصات فنی عمومی شبکه آبیاری بهبهان، مشاور هارزا

۲۸- مشخصات فنی خصوصی شبکه آبیاری مغان، ACE

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی nezamfanni.ir قابل دستیابی می‌باشد.

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

**Review of General Technical
Specification for Irrigation and
Drainage Systems**

No.108
(First Revision)

Office of Deputy for Strategic Supervision

Department of Technical Affaris

nezamfanni.ir

Ministry of Energy

Bureau of Engineering and Technical
Criteria for Water and Wastewater

<http://seso.moe.org.ir>

2013

این نشریه

با عنوان «بازنگری مشخصات فنی عمومی کارهای سامانه‌های آبیاری و زهکشی» به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای سامانه‌های آبیاری و زهکشی کشور، تهیه و تدوین شده است.

این مجموعه شامل سیزده فصل بوده و براساس استانداردها، آیین‌نامه‌ها و نشریات داخلی و خارجی به رشته تحریر درآمده است.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی الزامی است.