

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی (بازنگری اول)

ضابطه شماره ۱۲۴

ویرایش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۰

وزارت نیرو
دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و
دیسپاچینگ برقآبی

waterstandard.wrm.ir

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی

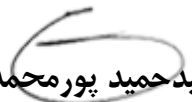
nezamfanni.ir

۱۴۰۵

شماره :	۱۴۰۵/۲۷۸۵۶۹
تاریخ :	۱۴۰۵/۰۶/۱۰
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	

به استناد ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و تبصره ذیل بند (۳-۱) ماده (۴) «سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور»، موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۰۵۴۴/ت/۶۳۷۱۹ هـ مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ هیئت وزیران؛ ضابطه پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و در «سامانه نظام فنی‌و اجرایی کشور» به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود:

عنوان:	مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی (بازنگری اول)
شماره ضابطه:	۱۲۴
نوع ابلاغ:	لازم‌الاجرا (به استناد بند ۲۸ ماده (۱) سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور)
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی و یا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند.
تاریخ اجرا:	۱۴۰۵/۱۰/۰۱ (مهلت بین تاریخ ابلاغ و تاریخ اجرا، به استناد بند ۳-۳ ماده (۴) سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور و به منظور اتخاذ تمهیدات لازم برای اجرای ضابطه و ملاحظات ارجاع کار می‌باشد)
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور» مستقر در وزارت نیرو
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور
مفاد این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۸۲۱۷-۵۶-۱۹۶۶۱/۵-۱ مورخ ۱۳۷۲/۱۰/۱۵ می‌باشد و برای قراردادهایی که قبل از تاریخ اجرای آن منعقد شده‌اند، در صورت توافق طرفین قرارداد، قابل استفاده است.	


 سید حمید پورمحمدی

رونوشت:

معاونت حقوقی ریاست جمهوری - سامانه ملی قوانین و مقررات جمهوری اسلامی ایران
 امور حقوقی قوانین و مقررات
 مرکز روابط عمومی، امور بین‌الملل و مدیریت دانش
 دبیرخانه مرکزی سازمان

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با همکاری دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقایی - شرکت مدیریت منابع آب ایران - وزارت نیرو و با استفاده از نظر کارشناسان برجسته در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است.

نظر به تخصصی بودن موضوع، مسئولیت مطالب تهیه شده، تفسیر و اصلاح آن با مجموعه مرتبط در وزارت نیرو می‌باشد. طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور اعلام خواهد کرد.

با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را منعکس فرمایید. کارشناسان مربوط 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 سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email: nezamfanni@mporg.ir

web: nezamfanni.ir

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور

تهران، خیابان فلسطین شمالی، پایین‌تر از زرتشت، کوچه پرویز روشن، پلاک ۲۷ - شرکت مدیریت منابع آب ایران - دفتر

توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقایی - تلفن: ۰۲۱۴۳۶۸۰۲۶۱ و ۰۲۱۴۳۶۸۰۲۸۹

Email: waterstandard@wrm.ir

web: waterstandard.wrm.ir

پیشگفتار

ضابطه شماره ۱۲۴ با عنوان «مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی» از دیرباز مرجع فنی الزام‌آور در زمینه طراحی، ساخت، آزمایش، بازرسی و راه‌اندازی انواع مخازن آبی بوده است. با توجه به تحولات صورت‌پذیرفته در حوزه استانداردهای بین‌المللی (API، ASME، BS، ISO)، ورود فناوری‌های نوین، کسب تجارب اجرایی و چالش‌های فراوی پروژه‌های اخیر کشور، بازنگری این ضابطه یک ضرورت فنی و راهبردی بود.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب و آبفای وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، بازنگری «مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی (ضابطه ۱۲۴)» را با هماهنگی امور نظام فنی‌و‌اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور 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 سازمان ارسال نمود. این ضابطه پس از بررسی در چارچوب نظام فنی و اجرایی یکپارچه، موضوع ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، تصویب و ابلاغ گردید. علی‌رغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این راهنما از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را منعکس فرمایند. نظرات و پیشنهادهای اصلاحی دریافت شده مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز به اصلاح در متن راهنما، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی‌و‌اجرایی کشور (Nezamfanni.ir) برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهد شد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین تغییرات معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن صفحه نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

تابستان ۱۴۰۵

تهیه و کنترل «مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی (بازنگری اول)»

[ضابطه شماره ۱۲۴]

مجری: شرکت مهندسين مشاور طوس آب

دکترای تخصصی مهندسی مکانیک - حرارت و سیالات

مشاور پروژه: محسن کهرم دانشگاه فردوسی مشهد

اعضای گروه تهیه کننده:

کارشناسی ارشد عمران - سازه	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	علی کدخدایی
کارشناسی ارشد عمران - مکانیک خاک و پی	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	منصوره کدخدایی
کارشناسی ارشد عمران - سازه	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	میثم وقار
کارشناسی ارشد برق - کنترل	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	فرید شایسته کازیانی
کارشناسی برق - مخابرات	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	سعید رجائی
کارشناسی ارشد عمران - سازه های هیدرولیکی	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	مسعود امیدوار تهرانی
کارشناسی ارشد مکانیک - تبدیل انرژی	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	علیرضا اتحادی نیا
کارشناسی ارشد عمران - خاک و پی	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	علی مسلمان زاده
کارشناسی ارشد مکانیک	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	مهدی زارع
کارشناسی ارشد مهندسی شیمی	شرکت پایش انرژی تجهیز آروین	احسان عمارتیان
دکترای عمران - سازه های هیدرولیکی	شرکت مهندسين مشاور طوس آب	منصوره آتشی

اعضای گروه نظارت:

دکترای عمران - مهندسی سازه	شرکت مهندسين مشاور بندآب	محمد رضا عسکری
کارشناسی ارشد مهندسی راه و ساختمان	شرکت مهندسين مشاور بندآب	وحید فریدنی
دکترای عمران - مهندسی سازه	شرکت مهندسين مشاور بندآب	علی حسن خانی
کارشناسی ارشد عمران - سازه های هیدرولیکی	شرکت مهندسين مشاور بندآب	محسن خلدی
کارشناسی مهندسی عمران - آب	شرکت مهندسين مشاور بندآب	عباس یاری
کارشناسی مهندسی عمران	شرکت مهندسين مشاور بندآب	آمنه راستینه
کارشناسی مهندسی عمران	شرکت مهندسين مشاور بندآب	مسعود جابری
کارشناسی مهندسی برق	شرکت مهندسين مشاور بندآب	مهدی پیراعیادی
کارشناسی ارشد مهندسی عمران - محیط زیست	شرکت مدیریت منابع آب ایران	شهیر کنعانی

اعضای گروه تأییدکننده (کمیته تخصصی آب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

علیرضا اسد دخت	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست – آب و فاضلاب
محمد رضا جلیلی قاضی زاده	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای مهندسی عمران – مهندسی آب
مجید قنادی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط
شهریز کنعانی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست
رضا مومنی وصالیان	شرکت مدیریت منابع آب ایران	دکترای علوم و مهندسی آبیاری- تأسیسات آبیاری
علی نشاط پور	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	کارشناسی ارشد مهندسی عمران
مهرداد هادی زاده	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	کارشناسی مهندسی عمران- آب
مهدی یزدان شناس	شرکت تر آب ایده مهر	کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
----------------	------------------------------

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل اول - تعاریف و اصطلاحات فنی
۷	فصل دوم - کارهای مقدماتی
۹	۱-۲- مقدمه
۹	۲-۲- تعیین حدود، تملک و حریم عملیات اجرایی
۹	۳-۲- تحویل زمین
۹	۴-۲- تجهیز و آماده نمودن کارگاه
۱۰	۱-۴-۲- اقدامات قبل از تجهیز کارگاه
۱۰	۲-۴-۲- جاده سرویس و راه‌های دسترسی
۱۰	۳-۴-۲- ساختمان‌های اداری
۱۱	۴-۴-۲- مصالح
۱۱	۵-۴-۲- نیروی انسانی و تجهیزات
۱۱	۵-۲- آماده‌سازی محوطه
۱۱	۱-۵-۲- پاک‌سازی محوطه احداث مخزن
۱۱	۲-۵-۲- تسطیح محوطه کارگاه
۱۲	۳-۵-۲- زهکشی محوطه کارگاه
۱۲	۴-۵-۲- تخریب ساختمان‌های موجود
۱۲	۵-۵-۲- حصارکشی اطراف محوطه کارگاه
۱۲	۶-۲- حدود و برنامه‌ریزی کارها
۱۳	۷-۲- میخ‌کوبی و ترازبایی
۱۳	۸-۲- گزارش پیشرفت کار
۱۴	۹-۲- نقشه‌های چون‌ساخت
۱۴	۱۰-۲- برچیدن کارگاه
۱۵	فصل سوم - عملیات خاکی و اجرای زهکشی
۱۷	۱-۳- مقدمه
۱۷	۲-۳- ضوابط عمومی
۱۸	۳-۳- بستر زمین
۱۹	۴-۳- عملیات خاکی و گودبرداری

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۹	۳-۴-۱- خاک برداری
۱۹	۳-۴-۲- گودبرداری
۲۰	۳-۴-۳- خاک ریزی
۲۰	۳-۵- پخش، تسطیح و کوبیدن
۲۱	۳-۶- الزامات اجرایی شبکه‌های زهکشی
۲۳	۳-۷- مشخصات مصالح زهکشی
۲۵	فصل چهارم - عملیات بنایی با سنگ
۲۷	۴-۱- مقدمه
۲۷	۴-۲- مصالح
۲۷	۴-۲-۱- سنگ
۲۷	۴-۲-۲- ملاط مصرفی
۲۸	۴-۲-۳- ملاط‌های پیشنهادی برای دیوارسازی مخازن سنگی
۲۸	۴-۳- بنایی با سنگ
۲۹	۴-۳-۱- دیوارها
۲۹	۴-۳-۲- بستر زیرین دیوارها
۲۹	۴-۴- درزبندی و آب‌بندی
۲۹	۴-۵- توقف عملیات بنایی سنگی
۳۰	۴-۶- محدودیت دمای محیط در عملیات بنایی سنگی
۳۱	فصل پنجم - مشخصات فنی مصالح مصرفی در بتن مسلح و غیر مسلح
۳۳	۵-۱- مقدمه
۳۳	۵-۲- کلیات
۳۳	۵-۳- سیمان
۳۳	۵-۴- سنگ‌دانه
۳۴	۵-۴-۱- سنگ‌دانه‌های غیرمجاز
۳۴	۵-۵- آب مصرفی
۳۴	۵-۶- مواد افزودنی
۳۴	۵-۶-۱- الزامات اجرایی
۳۵	۵-۷- میلگرد
۳۵	۵-۷-۱- مشخصات مکانیکی میلگردها

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۵	۵-۷-۲- الزامات اجرایی میلگردها
۳۶	۵-۷-۳- کاربرد رده‌های مختلف میلگرد
۳۶	۵-۸- نگهداری مصالح
۳۷	۵-۹- کنترل کیفیت
۳۷	۵-۹-۱- کلیات
۳۷	۵-۹-۲- طرح و برنامه کنترل کیفیت
۳۷	۵-۹-۳- تعداد و تواتر نمونه‌برداری
۳۹	فصل ششم - مشخصات فنی بتن مسلح و غیرمسلح
۴۱	۶-۱- مقدمه
۴۱	۶-۲- طرح اختلاط بتن
۴۱	۶-۲-۱- طرح اختلاط «مقاومت محور»
۴۱	۶-۲-۲- طرح اختلاط «دوام محور»
۴۲	۶-۲-۳- وظایف پیمانکار
۴۲	۶-۲-۴- بتن خودتراکم
۴۵	۶-۳- معیارهای انطباق با طرح اختلاط
۴۵	۶-۴- قالب‌بندی و قالب‌برداری
۴۵	۶-۴-۱- الزامات عمومی
۴۵	۶-۴-۲- الزامات مصالح مورد استفاده در قالب‌بندی
۴۶	۶-۴-۳- آماده‌سازی سطوح قالب
۴۶	۶-۴-۴- ترتیب بتن‌ریزی در سطوح وسیع
۴۷	۶-۴-۵- قالب‌بندی درزهای مخازن
۴۷	۶-۴-۶- پایه‌های اطمینان
۴۷	۶-۴-۷- قالب‌برداری
۴۸	۶-۵- میان‌بولت
۴۸	۶-۵-۱- میان‌بولت چدنی
۴۸	۶-۵-۲- میان‌بولت فتری یا فلزی
۴۹	۶-۵-۳- میان‌بولت‌های پلاستیکی
۴۹	۶-۵-۴- مراحل اجرای میان‌بولت
۵۰	۶-۶- میلگردگذاری
۵۰	۶-۶-۱- بریدن و خم کردن میلگرد

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۵۰	۶-۶-۲- الزامات فنی و اجرایی
۵۱	۶-۶-۳- وظایف پیمانکار
۵۱	۶-۷- بتن ریزی
۵۲	۶-۸- عمل آوری بتن و کنترل کیفیت عمل آوری
۵۲	۶-۸-۱- الزامات عمومی عمل آوری
۵۳	۶-۸-۲- مدت عمل آوری
۵۳	۶-۸-۳- پروراندن بتن
۵۳	۶-۹- بتن ریزی در هوای گرم
۵۴	۶-۱۰- بتن ریزی در هوای سرد
۵۴	۶-۱۱- بتن ریزی در شرایط خاص
۵۵	فصل هفتم - آزمایش های استاندارد سنگ دانه ها، میلگرد و بتن
۵۷	۷-۱- مقدمه
۵۷	۷-۲- سنگ دانه
۵۸	۷-۳- سیمان
۵۸	۷-۴- آب
۵۸	۷-۵- افزودنی های بتن
۵۹	۷-۶- میلگرد
۵۹	۷-۷- بتن
۶۱	۷-۸- عمل آوری
۶۱	۷-۹- نوارهای آب بند
۶۳	فصل هشتم - بررسی کیفیت و پایایی بتن
۶۵	۸-۱- مقدمه
۶۵	۸-۲- کلیات
۶۵	۸-۳- شاخص های اصلی بررسی بتن تازه مخازن
۶۵	۸-۳-۱- شاخص کیفیت
۶۶	۸-۳-۲- شاخص مقاومت
۶۶	۸-۳-۳- شاخص دوام
۶۸	۸-۴- رده بندی شرایط محیطی
۶۸	۸-۵- الزامات اجرایی تأمین دوام و پایایی بتن

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۷۱	فصل نهم - مشخصات فنی درزها
۷۳	۹-۱- مقدمه
۷۳	۹-۲- انواع درزهای مخازن
۷۳	۹-۳- الزامات اجرایی درزها
۷۶	۹-۴- مواد پرکننده درزها
۷۷	۹-۵- نوارهای آببند
۷۸	۹-۶- نگهداری آببندها
۷۸	۹-۷- جزییات اجرایی
۸۰	۹-۷-۱- جزییات نصب آببندها
۸۱	۹-۸- درزهای اجرایی
۸۱	۹-۹- درزهای انبساطی
۸۱	۹-۱۰- آزمون‌های آببندی مخازن
۸۲	۹-۱۰-۱- آزمایش آببندی کف و دیوارهای مخازن
۸۴	۹-۱۰-۲- آزمایش آببندی سقف مخازن
۸۴	۹-۱۰-۳- اقدامات بعد از آزمون آببندی
۸۵	فصل دهم - مشخصات فنی پوشش‌ها
۸۷	۱۰-۱- مقدمه
۸۷	۱۰-۲- پوشش‌های داخلی
۸۷	۱۰-۲-۱- رنگ اپوکسی و مواد چسباننده
۸۷	۱۰-۲-۲- الزامات اجرایی رنگ اپوکسی
۸۹	۱۰-۲-۳- فایبرگلاس (GFRP)
۹۰	۱۰-۲-۴- ملاط‌های پلیمری (PC و PCC)
۹۰	۱۰-۲-۵- نکات حفاظت و ایمنی
۹۱	۱۰-۳- پوشش‌های خارجی
۹۱	۱۰-۳-۱- مصالح متداول پوشش‌های خارجی
۹۱	۱۰-۳-۲- الزامات عمومی عایق‌کاری
۹۲	۱۰-۳-۳- عایق‌کاری با قیرگونی
۹۲	۱۰-۳-۴- عایق‌کاری با عایق رطوبتی پیش‌ساخته
۹۵	فصل یازدهم - اجرای دیوارهای موج‌گیر و جلوگیری از بروز نقاط مرده جریان در مخزن

فهرست مطالب

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
۱-۱۱- مقدمه	۹۷
۱۱-۲- استهلاك جریان آب ورودی مخزن	۹۷
۱۱-۳- جانمایی نقاط ورود و خروج جریان برای کم کردن نقاط مرده مخزن	۹۷
۱۱-۴- نحوه بهره‌برداری از مخزن برای کم کردن نقاط مرده مخزن	۹۸
۱۱-۵- راهکارهای سازه‌ای و تجهیزاتی برای کنترل نقاط مرده مخزن	۹۸
فصل دوازدهم - اجرای تجهیزات مکانیکی	۱۰۱
۱-۱۲- مقدمه	۱۰۳
۱۲-۲- نکات عمومی اجرای لوله‌ها	۱۰۳
۱۲-۲-۱- لوله‌های فولادی	۱۰۳
۱۲-۲-۲- لوله‌های چدنی نشکن	۱۰۷
۱۲-۲-۳- پوشش لوله‌های چدنی	۱۰۷
۱۲-۳- اجرای لوله‌های ورودی مخازن	۱۰۸
۱۲-۴- اجرای لوله‌های خروجی مخازن	۱۰۸
۱۲-۵- اجرای حوضچه‌های شیرآلات ورودی، خروجی و شستشوی مخازن	۱۰۹
۱۲-۶- اجرای تجهیزات سرریز	۱۱۰
۱۲-۷- نکات اجرایی شیرآلات در لوله‌کشی مخازن	۱۱۱
۱۲-۸- محرک‌های برقی و بادی	۱۱۲
۱۲-۹- نکات اجرایی سیستم تهویه هوای مخازن	۱۱۳
فصل سیزدهم - اجرای تجهیزات برقی و کنترلی	۱۱۵
۱-۱۳- مقدمه	۱۱۷
۱۳-۲- ترانسفورماتور توزیع	۱۱۷
۱۳-۳- تابلوهای فشارضعیف	۱۱۸
۱۳-۳-۱- لوازم و تجهیزات تابلوهای برق فشارضعیف	۱۱۸
۱۳-۳-۲- مشخصات ساخت تابلو	۱۱۹
۱۳-۴- سیستم روشنایی	۱۲۰
۱۳-۵- کلید و پریز	۱۲۰
۱۳-۶- سیستم اتصال زمین	۱۲۱
۱۳-۷- کابل‌های فشارضعیف	۱۲۲

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۲۳	۱۳-۷-۱- اصول و روش های نصب کابل ها
۱۲۳	۱۳-۸- تجهیزات کنترل و ابزار دقیق در مخازن آب زمینی
۱۲۴	۱۳-۸-۱- سنسورهای اندازه گیری سطح آب مخازن
۱۲۴	۱۳-۸-۲- دبی سنج ها
۱۲۴	۱۳-۸-۳- سنسور اندازه گیری کلر باقی مانده
۱۲۵	۱۳-۸-۴- سیستم مانیتورینگ و اسکادا
۱۲۵	۱۳-۸-۵- تابلوهای کنترل مخازن
۱۲۶	۱۳-۸-۶- منبع برق بدون وقفه (UPS)
۱۲۷	۱۳-۹- الزامات حفاظتی در طول دوره ساخت
۱۲۷	۱۳-۹-۱- فنس های الکترونیک
۱۲۹	فصل چهاردهم - روش های اجرایی بازسازی، ترمیم و مقاوم سازی
۱۳۱	۱۴-۱- مقدمه
۱۳۱	۱۴-۲- رویکردهای متداول در بازسازی، مرمت و مقاوم سازی
۱۳۱	۱۴-۲-۱- حفاظت در برابر نفوذ عوامل خورنده
۱۳۱	۱۴-۲-۲- بازسازی بتن آسیب دیده
۱۳۱	۱۴-۲-۳- مقاوم سازی اعضای باربر سازه ای
۱۳۲	۱۴-۲-۴- افزایش مقاومت در برابر مواد شیمیایی
۱۳۲	۱۴-۲-۵- کنترل و حفاظت کاتدی
۱۳۲	۱۴-۲-۶- کنترل مناطق آندی
۱۳۲	۱۴-۳- روش های متداول و پیشنهادی
۱۳۵	فصل پانزدهم - مصالح و روش های کلی ترمیم
۱۳۷	۱۵-۱- مقدمه
۱۳۷	۱۵-۲- مواد جایگزین بتن آسیب دیده در ترمیم
۱۳۷	۱۵-۲-۱- مواد ترمیمی
۱۳۸	۱۵-۲-۲- تقویت کننده ها
۱۳۹	۱۵-۳- عوامل تاثیرگذار در انتخاب مواد ترمیمی
۱۳۹	۱۵-۴- روش های جایگذاری مواد ترمیمی
۱۴۱	فصل شانزدهم - بازسازی بتن
۱۴۳	۱۶-۱- مقدمه

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۴۳	۱۶-۲- بازسازی سطوح بتنی آسیب‌دیده
۱۴۳	۱۶-۲-۱- آماده‌سازی سطح بتن
۱۴۴	۱۶-۲-۲- جایگزینی بتن آسیب‌دیده
۱۴۷	۱۶-۳- پرکردن ترک‌ها
۱۴۷	۱۶-۴- مصالح محافظتی یا پوشش‌ها
۱۴۸	۱۶-۵- کاشت میلگرد و پیچ
۱۴۸	۱۶-۵-۱- کاشت با استفاده از مواد پایه سیمانی
۱۴۹	۱۶-۵-۲- کاشت با استفاده از مواد اپوکسی
۱۵۰	۱۶-۵-۳- کاشت به کمک مهار مکانیکی
۱۵۰	۱۶-۶- اجرای FRP
۱۵۱	۱۶-۷- جایگزینی اعضا
۱۵۳	فصل هفدهم - آزمایش‌های لازم برای کنترل صحت عملیات ترمیم پوشش مخزن بتنی
۱۵۵	۱۷-۱- مقدمه
۱۵۵	۱۷-۲- الزامات عمومی کنترل کیفیت
۱۵۶	۱۷-۳- آزمایش‌های کنترل کیفیت در مراحل مختلف
۱۵۶	۱۷-۳-۱- آماده‌سازی سطح
۱۵۶	۱۷-۳-۲- آزمون‌های حین اجرا
۱۵۶	۱۷-۳-۳- آزمون‌های پس از اجرا
۱۵۷	۱۷-۴- حدود پذیرش و معیارهای قبول
۱۵۷	۱۷-۵- مستندسازی و گزارش‌دهی
۱۵۹	فصل هجدهم - کنترل‌های لازم پس از بهسازی و در زمان بهره‌برداری
۱۶۱	۱۸-۱- مقدمه
۱۶۲	۱۸-۲- اجرای سامانه‌های پایش بر پایه حس‌گر
۱۶۲	۱۸-۳- پایش رفتار سازه مخازن
۱۶۲	۱۸-۴- شاخص‌های مهم بررسی رفتار بتن مخازن
۱۶۳	۱۸-۵- پایش رفتار خوردگی میلگردها
۱۶۵	فصل نوزدهم - مسائل حفاظتی و ایمنی
۱۶۷	۱۹-۱- مقدمه

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۶۸	۱۹-۲- ایمنی
۱۶۸	۱۹-۲-۱- کلیات
۱۶۹	۱۹-۲-۲- حفاظت فیزیکی حین کار
۱۶۹	۱۹-۲-۳- تخریب
۱۷۰	۱۹-۲-۴- حریق، سوختگی و برق گرفتگی
۱۷۱	۱۹-۲-۵- وسایل موتوری نقل و انتقال، خاکبرداری و جابه جایی مصالح ساختمانی
۱۷۱	۱۹-۲-۶- گودبرداری
۱۷۲	۱۹-۳- بهداشت محیط
۱۷۳	۱۹-۴- محیط زیست
۱۷۳	۱۹-۵- ایمنی در حین بهره برداری
۱۷۴	۱۹-۶- بازدیدهای دوره ای HSE
۱۷۴	۱۹-۶-۱- بازدید دوره ای از دریچه های ورودی مخزن
۱۷۴	۱۹-۶-۲- بازدید دوره ای از محوطه مخزن
۱۷۴	۱۹-۶-۳- بازدید از تجهیزات جانبی و دریچه های مخزن
۱۷۵	۱۹-۶-۴- بازدید از سیستم تخلیه
۱۷۵	۱۹-۷- مسائل حفاظتی مخازن
۱۷۷	فصل ۲۰- عملیات بهره برداری و نگهداری از مخازن - روش های اجرایی، چک لیست ها و ملاحظات بهداشتی
۱۷۹	۲۰-۱- مقدمه
۱۷۹	۲۰-۲- دستورالعمل آماده سازی و بهره برداری مخازن
۱۷۹	۲۰-۳- شست و شو، رسوب زدایی و ضد عفونی کردن
۱۷۹	۲۰-۳-۱- آماده سازی اولیه
۱۷۹	۲۰-۳-۲- تهیه لوازم ایمنی و لوازم تمیز سازی مخزن
۱۸۰	۲۰-۳-۳- دستورالعمل پاک سازی اولیه
۱۸۱	۲۰-۳-۴- روش های کلر زنی و ضد عفونی کردن مخازن
۱۸۲	۲۰-۳-۵- زمان ماند
۱۸۲	۲۰-۳-۶- مقدار مجاز کلر باقیمانده ازاد در آب
۱۸۳	۲۰-۳-۷- مدیریت آب کلر زنی شده بعد از برقراردن زمان ماند
۱۸۳	۲۰-۴- نمونه برداری و آزمایش ها
۱۸۳	۲۰-۴-۱- آزمایش کلر باقیمانده

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۸۴	۲۰-۴-۲- روش نمونه‌بردای از مخزن
۱۸۶	۲۰-۵- ابزار دقیق
۱۸۶	۲۰-۶- فرم‌ها و چک‌لیست‌های لازم برای ثبت اطلاعات و مستندسازی
۱۸۶	۲۰-۶-۱- بازرسی بصری محیط
۱۸۷	۲۰-۶-۲- بازرسی چشمی مخزن
۱۸۷	۲۰-۶-۳- آزمایش‌های فیزیک‌وشیمیایی و بیولوژیکی
۱۸۸	۲۰-۶-۴- شست‌وشو رسوب زدایی و ضدعفونی
۱۸۹	فصل بیست و یکم - ملاحظات پدافند غیرعامل
۱۹۱	۲۱-۱- کلیات
۱۹۲	۲۱-۲- حصارکشی پیرامونی
۱۹۴	۲۱-۳- دیوارکشی پیرامونی
۱۹۴	۲۱-۳-۱- مشخصات هندسی دیوار پیرامونی
۱۹۴	۲۱-۳-۲- مشخصات سازه‌ای دیوار پیرامون
۱۹۴	۲۱-۴- نقاط ورود به تأسیسات
۱۹۶	۲۱-۵- زیرساخت‌های خدماتی تأسیسات
۱۹۶	۲۱-۶- روشنایی
۱۹۷	۲۱-۷- تابلوگذاری
۱۹۷	۲۱-۸- موانع و ستونک‌ها
۱۹۹	پیوست ۱ - کلیدواژه‌ها
۲۰۵	منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۲	شکل ۱-۳- جزئیات اجرایی برای زهکشی‌های زیر مخازن
۲۲	شکل ۲-۳- جزئیات اجرایی برای زهکشی‌های پیرامون مخازن
۴۴	شکل ۱-۶- بتن‌ریزی از قسمت پایین قالب‌های ستون و دیوار
۴۷	شکل ۲-۶- نحوه بتن‌ریزی در سطوح وسیع
۴۸	شکل ۳-۶- انواع متداول میان‌بالت از نظر جنس
۴۹	شکل ۴-۶- میان‌بالت کار گذاشته شده در داخل دیوار بتنی
۵۰	شکل ۵-۶- مراحل نصب میان‌بالت‌های پلاستیکی
۷۳	شکل ۱-۹- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انبساط در کف مخازن
۷۴	شکل ۲-۹- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انبساط در دیوار مخازن
۷۴	شکل ۳-۹- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز اجرایی در کف مخازن
۷۵	شکل ۴-۹- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز اجرایی در دیوار مخازن
۷۵	شکل ۵-۹- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انقباض در کف مخازن
۷۶	شکل ۶-۹- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انقباض در دیوار مخازن
۷۹	شکل ۷-۹- نحوه اتصال نوارهای آب‌بند
۸۰	شکل ۸-۹- روش اتصال نوارهای آب‌بند
۸۰	شکل ۹-۹- نمونه اجرایی حفاظت آب‌بند در هنگام بتن‌ریزی
۸۱	شکل ۱۰-۹- نحوه جلوگیری از تراوش شیره بتن از محل آب‌بند
۹۹	شکل ۱-۱۱- نمونه‌ای از اجرای پرده موج‌گیر با فاصله از کف و سقف
۱۰۰	شکل ۲-۱۱- نمونه دیوار موج‌گیر با ورق FRP
۱۴۸	شکل ۱-۱۶- مراحل اجرای میخچه پایه سیمانی
۱۴۹	شکل ۲-۱۶- مراحل کاشت با استفاده از مواد اپوکسی

فهرست جدول‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۱-۱- اصطلاحات فنی	۵
جدول ۱-۳- دانه‌بندی پیشنهادی برای مصالح فیلتر زهکش زیر مخزن	۲۳
جدول ۱-۴- نسبت اختلاط مصالح مورد استفاده در ملات ماسه و سیمان	۲۸
جدول ۱-۷- استانداردهای سنگ‌دانه	۵۷
جدول ۲-۷- استانداردهای سیمان مصرفی	۵۸
جدول ۳-۷- استانداردهای آب مصرفی	۵۸
جدول ۴-۷- استانداردهای مواد افزودنی بتن	۵۹
جدول ۵-۷- استانداردهای میلگرد مصرفی	۵۹
جدول ۶-۷- استانداردهای بتن مصرفی و ماشین‌آلات	۵۹
جدول ۷-۷- استانداردهای عمل‌آوری بتن	۶۱
جدول ۸-۷- استانداردهای نوارهای آب‌بند	۶۱
جدول ۱-۸- آزمایش‌های پایایی و تعیین شاخص دوام	۶۷
جدول ۱-۹- الزامات نوارهای آب‌بند مورد استفاده در مخازن مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۲۷۷-۲	۷۷
جدول ۲-۹- مشخصات و کیفیت آب برای آزمایش آب‌بندی مخازن بتنی	۸۲
جدول ۳-۹- ارزیابی نوع نشی آب مخازن و راهکارهای پیشنهادی	۸۳
جدول ۱-۱۲- حداکثر افت فشار مجاز در پایان مدت‌زمان آزمایش	۱۰۳
جدول ۱-۱۴- روش‌های متداول و پیشنهادی برای بازسازی، ترمیم و آب‌بندی مخازن	۱۳۲
جدول ۱-۱۶- روش‌های متداول آماده‌سازی سطح و دامنه کاربرد	۱۴۳
جدول ۲-۱۶- محاسبه ابعاد سوراخ برای استقرار پیچ و یا میلگرد	۱۴۹
جدول ۳-۱۶- محاسبه زمان عمل‌آوری بر اساس درجه حرارت محیط	۱۵۰
جدول ۱-۱۷- نمونه ITP پوشش بتن	۱۵۷
جدول ۱-۲۰- مقدار مواد شیمیایی مورد نیاز برای خنثی کردن کلر باقیمانده در ۱۰۰ متر مکعب آب	۱۸۳

مقدمه

با توجه به روند فزاینده توسعه شهری و صنعتی در کشور، یکپارچه‌سازی روش‌های طراحی، ساخت و نگهداری مخازن آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر این اساس، ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی در «ضابطه شماره ۱۲۳» و دستورالعمل‌ها و اصول اجرایی مرتبط با ساخت و نگهداری این مخازن، در «بازنگری نشریه ۱۲۴» با عنوان «مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی» ارائه گردیده است. این ضابطه در راستای بروزرسانی و بازنگری نشریه ۱۲۴، مطابق با آخرین ویرایش استانداردهای ملی و بین‌المللی تدوین شده است.

– اهداف

تدوین این ضابطه با اهداف زیر صورت پذیرفته است:

الف- ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طرح و اجرای پروژه‌های ساخت مخازن آب زمینی در سراسر کشور.

ب- رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرایی متناسب و سازگار با امکانات و شرایط اقلیمی مختلف.

پ- ارتقای فناوری ساخت و اجرای مخازن آب.

ت- افزایش عمر مفید و بهبود عملکرد فرآیندی مخازن آب.

ث- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری در دوران بهره‌برداری.

ج- رعایت اصول حفاظتی و ملاحظات ایمنی در مخازن.

چ- ارائه روش‌های بهسازی برای مخازن موجود.

شایان ذکر است به منظور ارتقای دانش فنی و اجرایی کلیه دست‌اندرکاران پروژه‌های مخازن آب زمینی (شامل پیمانکاران، مهندسان مشاور و بهره‌داران)، در مقایسه با ویرایش پیشین، فصول جدیدی با عناوین «تجهیزات مکانیکی، برقی و سیستم‌های کنترل»، «عملیات بهره‌برداری و نگهداری»، «پدافند غیرعامل»، «بهسازی مخازن» و «مسائل حفاظتی و ایمنی» به این ضابطه افزوده شده است.

– دامنه کاربرد

این ضابطه برای مخازن آب زمینی ساخته‌شده از بتن مسلح یا مصالح سنگی تهیه شده است. سیال ذخیره‌شده در مخزن، مایعاتی مشابه آب شرب است که در دمای معمولی نگهداری می‌شود. کاربرد اصلی این مخازن، برای سازه‌های مرتبط با امور مهندسی بهداشت آب و به منظور ذخیره‌سازی آب مصرفی پیش‌بینی شده است. برای سایر سیالات یا دماهای غیرمتعارف، در صورت نبود مستندات تخصصی دیگر، اصول کلی مندرج در این ضابطه قابل استفاده است، با این حال لازم است ضوابط مربوط به پایایی بتن مسلح، جلوگیری از احتمال خوردگی میلگردها توسط سیالات خورنده، اثرات دمای غیرمتداول بر رفتار مخزن و سایر ملاحظات فنی، با توجه به شرایط خاص سیال داخل مخزن، مورد توجه قرار گیرد. با عنایت به تفاوت‌های اساسی در عملکرد سازه و تجهیزات مورد نیاز در مخازن زمینی و هوایی، ضوابط و معیارهای اجرایی

مربوط به مخازن هوایی، موضوع شمول این ضابطه نیست.

- اولویت رعایت ضوابط

مشخصات فنی عمومی ارائه شده در این ضابطه، بخشی تفکیک‌ناپذیر از اسناد پیمان طرح‌های ساخت مخازن آب زمینی محسوب شده و رعایت کامل مفاد آن توسط کلیه دستگاه‌های اجرایی، مهندسین مشاور، پیمانکاران، بهره‌برداران و سایر عوامل دخیل، ضروری است. هیچ‌یک از مندرجات این ضابطه، ناقض مفاد و شرایط پیمان نیست و از تعهدات پیمانکار نمی‌کاهد.

رعایت مندرجات «مشخصات فنی خصوصی»، «نقشه‌های پیمان» و «دستورالعمل‌های مهندس مشاور»، بر رعایت مفاد این «مشخصات فنی عمومی» اولویت دارد. آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهایی که در متن این مشخصات فنی عمومی به آن‌ها ارجاع داده شده است، لازم‌الاجرا می‌باشند. در مواردی که بین استانداردهای مذکور و مندرجات این ضابطه مغایرتی مشاهده شود، رعایت مفاد این ضابطه در اولویت قرار دارد. در مورد مسائلی که در این مشخصات فنی عمومی به آن اشاره‌ای نشده است، لازم است به استانداردهای ملی مرتبط مراجعه شود. در صورت عدم وجود استاندارد داخلی مرتبط، استفاده از استانداردهای معتبر بین‌المللی بلامانع است. چنانچه موردی در این ضابطه و یا سایر استانداردهای مرجع ذکر نگردیده باشد، لازم است «دستورالعمل‌های مهندس مشاور» ملاک عمل قرار گیرد.

فصل ۱

تعاریف و اصطلاحات فنی

تعاریف، عبارات و اصطلاحات فنی به کار رفته در این ضابطه، با اصطلاحات نشریات شماره ۱۲۰ و ۱۳۷ سازمان برنامه و بودجه به ترتیب با عنوان «آیین‌نامه بتن ایران» و «راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب شهری» مطابقت دارد. در صورت وجود ابهام در اصطلاحات و عبارات به کار رفته در این ضابطه، لازم است به منابع علمی داخلی و بین‌المللی معتبر مراجعه گردد. برخی از تعاریف مورد استفاده در این ضابطه به شرح جدول (۱-۱) است.

جدول ۱-۱- اصطلاحات فنی

عبارت فارسی	عبارت انگلیسی	توضیح
آرماتور	Reinforcement	میلگرد یا سیم‌های فولادی جاگذاری شده در بتن که با مشخصات فصل ۵ تطابق داشته باشند.
ارتفاع مفید مخزن	Height_Top_Base	حداکثر ارتفاع از سرریز تا کف
الزامات اجرایی	Compliance Requirement	الزامات مربوط به مرحله ساخت که معمولاً در مدارک طرح، توسط مهندس مشاور به پیمانکار ابلاغ می‌شوند.
بتن معمولی	Concrete, Normal Weight	بتن با سنگ‌دانه‌های معمولی، با چگالی بین ۲۱۵۰ تا ۲۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب.
پایه اطمینان	Reshoring	شمعی که در مرحله قالب‌برداری، زیر دال و یا اعضای سازه باقی‌مانده و یا پس از قالب‌برداری و برداشتن پایه‌ها مجدداً نصب می‌شود. تعداد و موقعیت این پایه‌ها، بر کنترل افتادگی (خیز) عضو خمشی تأثیرگذار است.
پوشش بتنی میلگرد	Cover, Specified Concrete	ناحیه بین سطح بیرونی میلگرد و نزدیک‌ترین رویه خارجی بتن.
پوشش داخلی مخزن	Inner_Cover	پوشش استفاده شده در سطح داخلی مخزن بر روی بتن یا مصالح سنگی
حجم مفید	Volume_Useful	مقدار حجم از مخزن که در بهره‌برداری از آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.
حجم کل	Volume_All	حجم کل سازه متناسب با ابعاد آن
حصارکشی	Fence	مانع پیرامونی مخزن با اهداف پدافند غیرعامل که مطابق دستورالعمل وزارت نیرو طراحی و اجرا می‌گردد.
داربست قالب	Scaffold	سکوی کار موقت که برای استقرار کارگران و نگهداشتن ابزار و مصالح در ارتفاع استفاده می‌شود. از اجزای داربست می‌توان به شمع‌بندی و پایه‌های قائم، صفحات افقی، زیرسری‌ها، بادبندها و وسایل تنظیم ارتفاع اشاره نمود.
دال بتن آرمه	Slab, Reinforced Concrete	صفحه بتن آرمه به عضوی اطلاق می‌شود که یکی از ابعاد آن (ضخامت)، به طور قابل ملاحظه‌ای کوچک‌تر از دو بعد دیگر باشد.
درز انقباض	Contraction Joint	شیاری که در عضو بتنی برای تثبیت محل ترک‌خوردگی‌های ناشی از کاهش دما و یا جمع‌شدگی بتن ایجاد می‌شود.
دوام، پایداری	Durability	توانایی سازه یا عضو برای مقابله با شرایط محیطی که موجب ایجاد خسارت، اختلال در بهره‌برداری و یا کاهش طول عمر مفید می‌گردند.
دیوار	Wall	اعضای قائم با نسبت طول افقی به ضخامت بیش‌تر از ۳ که برای بار محوری، بار جانبی یا هر دو طراحی می‌شوند.
دیوار حائل	Retaining Wall	دیواری که برای مقابله با فشار خاک یا مایع ساخته می‌شود.
دیوار سازه‌ای	Structural Wall	دیواری که در میان صفحه خود زیر اثر بار و آثار ناشی از آن قرار دارد. دیوار برشی یک دیوار سازه‌ای است.
دیوار حائل با پشت‌بند	Retaining Wall, Counter Fort	دیوار حائلی که در سمت خاک، در فواصل معین، دارای دیوارهایی عمود بر صفحه دیوار است. دیوارهای متعامد برای کاهش ضخامت دیوار حائل به کار برده می‌شوند و عموماً در کشش کار می‌کنند.
قالب‌بندی	Shuttering, Formwork	اجزای سازه نگهدارنده بتن تازه تا زمان گیرش آن که شامل رویه (بخشی از قالب که در تماس با بتن است)، بدنه، شمع، پشت‌بند، کلاف، تیر و سایر موارد است.
سال ساخت	Construction Year	تاریخ تحویل قطعی مخزن به کارفرما
سنگ‌دانه	Aggregate	مصالح دانه‌ای مانند شن، ماسه یا سرباره کوره آهن‌گدازی که به همراه سیمان و آب برای بتن به کار برده

عبارت فارسی	عبارت انگلیسی	توضیح
		می شوند.
شمع (پایه)	Shore, Pile	اعضای عمودی یا مورب که برای تحمل بارهای زنده حین ساخت، وزن قالب و بتن استفاده می شوند.
شیب بندی کف مخزن	Floor Slope	شیب بندی کف مخزن با هدف حرکت سریع و آسان آب به سمت لوله تخلیه کف هنگام شستشوی مخزن و موارد مشابه
طول بیرون کشیدگی	Stretch Length	طول از مهار که در تماس با بتن نیست و تحت کشش کامل قرار دارد.
طول جاگذاری	Embedment Length	طول آرماتور جاگذاری شده فراتر از مقطع بحرانی.
طول گیرایی	Development Length	طول لازم برای انتقال نیروی نظیر مقاومت طراحی، از میلگرد به بتن، از محل مقطع بحرانی.
عملکرد	Operation	
کلید برشی	Shear Key	بیرون زدگی یا فرورفتگی در قطعه بتنی که برای انتقال برش یا ممانعت از لغزش بر روی قطعه مجاور آن اجرا می شود. از نمونه های آن می توان به اتصال دیوار حائل به شالوده و یا محل نشیمن عرشه پل بر روی پایه ها اشاره نمود.
لوله های جاگذاری شده	Embedments, Pipe	لوله ها و غلاف های جای گذاری شده در بتن.
مخزن آب	Reservoir	سازه ای که جهت ذخیره و نگهداری آب ساخته می شود.
مدارک ساخت	Construction Documents	مدارک و نقشه های مربوط به محل، طراحی، مصالح و خصوصیات فیزیکی اعضا در یک طرح که برای گرفتن مجوز ساخت لازم هستند.
مقاومت فشاری مشخصه بتن	Concrete Strength	مقاومت فشاری بتن که در طراحی مورد استفاده قرار می گیرد و بر اساس ضوابط فصل ۳ نشریه ۱۲۰-۲ ارزیابی می شود.
مواد سیمانی	Cementitious Materials	موادی که در بتن، ملات یا گروت ارزش سیمانی (چسبانندگی) دارند؛ مانند سیمان پرتلند، سیمان های هیدرولیکی آمیخته، سیمان انبساطی به تنهایی یا در ترکیب با خاکستر بادی، پوزولان های طبیعی خام یا کلسینه، دوده سیلیسی و سیمان سرباره ای.
لوله تخلیه	Discharge Pipe Dim	لوله قرار داده شده در کف مخزن با هدف تخلیه کامل مخزن هنگام شستشوی و موارد مشابه
نسبت آب به مواد سیمانی	Water-Cementitious	نسبت وزن آب، به جز آب جذب شده توسط دانه ها، به وزن مواد سیمانی در مخلوط
نشیمن	Bracket And Corbel	دستکی که برای نشیمن انتهای تیر یا دال بر روی ستون یا دیوار پیش بینی می شود.
نوار آب بند	Water Stop	نوارهایی که در محل درزها تعبیه شده و مانع انتقال آب بین دو قسمت تر و خشک مخزن می گردد. بیشتر این نوارها از جنس PVC هستند.
حفاظت سقف	Roof Protection	نوع حفاظت روی سقف مخزن
وضعیت مخزن	Reservoir Status	وضعیت مخزن از نظر بهره برداری

فصل ۲

کارهای مقدماتی

۲-۱- مقدمه

قبل از شروع مرحله ساخت مخازن آب زمینی، لازم است اقداماتی مانند تحویل، تجهیز و آماده‌سازی کارگاه انجام شود. در این فصل، به اقدامات اولیه پیش از ساخت مخازن، اشاره شده و در ادامه اسناد فنی، حقوقی و مدیریتی مورد نیاز برای ساخت مخازن آب زمینی شرح داده می‌شود.

۲-۲- تعیین حدود، تملک و حریم عملیات اجرایی

پیش از آغاز مرحله ساخت، لازم است کارفرما نسبت به تملک زمین موضوع اجرای پیمان، رفع معارض، تهیه و پرداخت عوارض قانونی ادارات و سازمان‌های مختلف، حق ریشه و موارد مشابه دیگر اقدام نماید. همچنین لازم است پیمانکار قبل از تحویل زمین، استعلامات انجام‌شده موضوع پیمان را بررسی نموده و از صحت اسناد و عدم تعارض آن‌ها با نحوه انجام کار، اطمینان حاصل نماید.

۲-۳- تحویل زمین

کارفرما موظف است پس از مبادله پیمان، تاریخ دقیق تحویل کارگاه را طی نامه‌ای به صورت رسمی به پیمانکار ابلاغ نماید. تاریخ تحویل کارگاه باید مطابق شرایط مندرج در قرارداد باشد. پیمانکار باید در زمان تحویل زمین، حدود و موقعیت زمین محل اجرای موضوع پیمان، نقاط نشانه، تأسیسات موجود و محل تهیه و نگهداری مصالح را با هماهنگی کارفرما مشخص نموده و طی صورت‌مجلسی به تأیید کارفرما و دستگاه نظارت برساند. نحوه تحویل کارگاه باید مطابق شرایط خصوصی پیمان انجام گیرد و در صورت عدم درج نحوه تحویل کارگاه در شرایط خصوصی پیمان، فصل سوم شرایط عمومی پیمان ملاک عمل است. در صورت اختلاف در رقوم ارتفاعی محل‌های تحویلی، پیمانکار باید مطابق ماده ۱۹ شرایط عمومی پیمان اقدام نماید.

۲-۴- تجهیز و آماده نمودن کارگاه

تجهیز کارگاه عبارت است از عملیات، اقدام‌ها و تدارکاتی که باید به صورت موقت برای دوره اجرا انجام شود، تا آغاز و انجام دادن عملیات موضوع پیمان، طبق اسناد و مدارک پیمان، میسر شود. از جمله این اقدامات می‌توان به تأمین ساختمان‌ها، تأسیسات و راه‌هایی اشاره کرد که به صورت موقت و برای دوره اجرا در نظر گرفته می‌شوند. تجهیز کارگاه باید مطابق مشخصات فنی و برنامه زمان‌بندی ضمیمه شده به اسناد پیمان انجام شود. در صورت تطابق برخی از تأسیسات جانبی یا زیربنایی دوره بهره‌برداری با تأسیسات مورد نیاز در زمان اجرا، پیمانکار می‌تواند به منظور کاهش هزینه‌های تجهیز کارگاه، تأسیسات یادشده را با اولویت اجرا نموده و از آن‌ها برای تجهیز کارگاه استفاده نماید.

۲-۴-۱- اقدامات قبل از تجهیز کارگاه

پیمانکار موظف است قبل از آغاز تجهیز کارگاه، نقشه جانمایی ساختمان‌ها و تأسیسات مورد نیاز در تجهیز کارگاه را تهیه نموده و به تأیید دستگاه نظارت برساند. لازم است نقشه فوق با مقیاس مورد تأیید مهندس ناظر تهیه شده و با ضوابط نشریه شماره ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور، مقررات بهداشت محیط زیست و محیط کار، ماده ۲۳ شرایط عمومی پیمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران (آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله) تطابق داشته باشد.

بررسی عدم تعرض به حریم‌های موجود (حریم دکل‌های برق فشارقوی، رودخانه و...) مقایسه با نقشه جانمایی و محل ساختمان‌های موقت، به عهده پیمانکار است. بدیهی است شروع عملیات تجهیز کارگاه، منوط به تأیید مهندس ناظر خواهد بود.

۲-۴-۲- جاده سرویس و راه‌های دسترسی

انواع راه‌هایی که در کارگاه‌های مخازن آب زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت است از:

- الف- راه دسترسی: راهی است که یکی از راه‌های موجود کشور را به کارگاه متصل کند.
- ب- راه سرویس: راهی است که برای دستیابی به محل اجرای عملیات، احداث شود.
- پ- راه ارتباطی: راهی است که معادن مصالح، منابع آب، محل قرضه، انبار مواد منفجره و مانند آن را، به طور مستقیم یا با واسطه راه‌های دیگر، به محل اجرای عملیات متصل می‌کند.
- ت- راه انحرافی: راهی است که برای تامین تردد وسایل نقلیه عمومی که قبلاً از مسیر موجود انجام می‌شد، اما به علت انجام عملیات موضوع پیمان قطع شده است، احداث می‌شود.

۲-۴-۳- ساختمان‌های اداری

جانمایی، تأمین و تجهیز ساختمان‌های اداری مربوط به دفتر کار پیمانکار و دستگاه نظارت و دفتر آزمایشگاه، باید مطابق مشخصات فنی خصوصی صورت پذیرد. توصیه می‌شود دفترهای مربوط به مهندس ناظر و پیمانکار، در محدوده نزدیک به یکدیگر ولی دور از محیط کارگاه احداث گردند. پیمانکار طرح جامع تجهیز کارگاه (سایت پلان) را مطابق تعهدات قراردادی و در راستای اجرای کامل عملیات موضوع پیمان، باید تهیه و ارائه نماید. در طرح جامع تجهیز کارگاه (سایت پلان) تمام جزییات و نقشه‌های ساختمان‌ها و فضاهای مورد نیاز و تجهیزات شامل نحوه تامین آب و برق، سوخت، مخابرات، اینترنت، راه‌های کارگاهی، محل‌های دپو، تأسیسات تولید شن و ماسه و ... را مشخص نماید. لازم است طرح جامع تجهیز کارگاه (سایت پلان) قبل از شروع عملیات اجرایی به تصویب دستگاه نظارت برسد.

در شرایطی که تجهیز کارگاه در کم‌ترین زمان ممکن مورد نظر باشد، تأمین ساختمان‌های مسکونی و دفاتر از طریق تهیه کانکس، کاروان خودرویی و ساختمان‌های پیش‌ساخته نیز امکان‌پذیر است. کانکس، کاروان خودرویی و ساختمان‌های پیش‌ساخته باید دارای مشخصات استاندارد بوده و تهیه و احداث آن مورد تأیید کارفرما باشد. همچنین لازم است سامانه‌های

گرمایش و سرمایش، آب، برق، مخابرات، آبدارخانه و سرویس‌های بهداشتی، در این سازه‌ها پیش‌بینی گردند.

۲-۴-۴- مصالح

محل تهیه مصالح باید توسط پیمانکار به مهندس ناظر اعلام شود و استفاده از آن، مشروط به تأیید مهندس ناظر است. پیش از دپوی مصالح در کارگاه، لازم است پیمانکار آزمایش‌های مورد نیاز را انجام داده و نتیجه آزمایش‌ها را به تأیید مهندس ناظر برساند. محل دپوی مصالح ساختمانی نظیر آجر، سیمان، شن، ماسه و آهن‌آلات باید در نقشه جانمایی کارگاه مشخص شود. کالاهای بسته‌بندی شده (مانند افزودنی‌ها، واتراستاپ و...) باید در محل‌های سرپوشیده و انبارهای مناسب، نگهداری و دپو شوند.

پیمانکار موظف است با توجه به برنامه زمان‌بندی و حجم عملیات بتنی مخازن آب، سامانه مناسب بتن‌ریزی را انتخاب نماید. جزییات تأسیسات، تجهیزات لازم و روش حمل بتن، باید با مفاد بند ۶-۷ این ضابطه تطابق داشته باشد.

۲-۴-۵- نیروی انسانی و تجهیزات

پیمانکار موظف است فهرست کاملی از نیروی انسانی، ماشین‌آلات و تجهیزات لازم را برای عملیات اجرایی موضوع پیمان، تهیه نموده و برای کسب تأیید به مهندس مشاور ارسال نماید. لیست ماشین‌آلات و تجهیزات باید شامل تعداد، نوع، مشخصات، ظرفیت، مدل، ساعت کارکرد و شماره موتور ماشین‌آلات مختلف باشد. ماشین‌آلات و تجهیزات لازم برای اجرای هر قسمت، باید قبل از شروع عملیات اجرایی، در پای کار حاضر باشند.

خروج ماشین‌آلات و تجهیزات از کارگاه و یا انتقال آن‌ها به محل دیگر، منوط به اجازه کتبی از مهندس ناظر است. در صورت فرسودگی و یا نیاز به تعمیر ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز کارگاه، پیمانکار باید در اسرع وقت نسبت به تعمیر و یا تعویض آن‌ها اقدام نماید، به نحوی که در زمان‌بندی اجرای پروژه خللی ایجاد نگردد.

۲-۵- آمادگی محوطه

آمادگی محوطه شامل پاک‌سازی محوطه احداث مخزن، تسطیح، زهکشی، تخریب ساختمان‌های موجود و فنس‌کشی است.

۲-۵-۱- پاک‌سازی محوطه احداث مخزن

برای پاک‌سازی محوطه احداث مخزن، لازم است درخت‌ها و پوشش گیاهی موجود تا فاصله حداقل ۱۰ متر از زهکش‌های پیرامون مخزن و محل احداث مخزن، با هماهنگی مهندس ناظر ریشه‌کن گردند.

۲-۵-۲- تسطیح محوطه کارگاه

منظور از تسطیح محوطه، رفع پستی، بلندی و ناهمواری‌های موجود در محوطه تا رسیدن به تراز مورد نظر برای شروع کارهای

ساختمانی است. پیمانکار باید مطابق ضوابط جلد دوم نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور نسبت به برداشت خاک نباتی اقدام نماید. در صورت لزوم جهت ذخیره و نگهداری خاک‌های نباتی برای مصارف بعدی، پیمانکار باید این کار را در محل‌های مورد تأیید مهندس ناظر انجام دهد. سپس عملیات تسطیح باید بر اساس نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت انجام شود. عملیات پی‌کنی و گودبرداری محل سازه‌ها و ابنیه فنی، پس از تسطیح محوطه اجرا می‌شود.

۲-۵-۳- زهکشی محوطه کارگاه

زهکشی محوطه کارگاه به‌منظور هدایت آب‌های سطحی و خارج نمودن آب‌های ناشی از بارندگی، تثبیت و کنترل سطح آب زیرزمینی تا عمق و تراز معین، مهار سیلاب‌ها در حین اجرای عملیات ساختمانی انجام می‌شود. زهکشی محوطه باید بر اساس نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت، توسط پیمانکار انجام شود. جهت تسریع و سهولت در کار پیمانکار، روش‌های مورد نظر پیمانکار به‌صورت گزینه‌ای به مهندس ناظر ارائه می‌شود تا پس از تصویب دستگاه نظارت، مورد عمل قرار گیرد.

۲-۵-۴- تخریب ساختمان‌های موجود

چنانچه سازه‌هایی از قبل در محل جانمایی مخزن وجود داشته که مانع اجرای کار است، پیمانکار باید ابتدا مراتب را به مهندس ناظر اطلاع دهد. در صورت تأیید دستگاه نظارت بر تخریب سازه‌های موجود و با توجه به برنامه‌ریزی مشخص شده، نسبت به تخریب اقدام نماید.

۲-۵-۵- حصارکشی اطراف محوطه کارگاه

به‌منظور حفاظت و رعایت مسائل ایمنی در محوطه کارگاه، لازم است اجرای حصار و حفاظت محدوده کارگاه، با هماهنگی و تأیید دستگاه نظارت، همزمان با تجهیز کارگاه شروع گردد. جزییات اجرایی حصارکشی باید در آلبوم نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی پروژه درج گردد.

۲-۶- حدود و برنامه‌ریزی کارها

پیمانکار متعهد است سازمان‌دهی اجرایی و برنامه زمانی تفصیلی اجرای کار را تهیه و به دستگاه نظارت ارائه نماید. برنامه زمانی فوق باید شامل تمامی عملیاتی باشد که اجرای کامل آن ضرورت دارد. جزییات عملیات از نظر کمی و کیفی باید بر اساس مشخصات فنی و نقشه‌های اجرایی بوده و با فهرست‌بها نیز تطابق داشته باشد. برنامه زمانی باید حداکثر ۳۰ روز بعد از تبادل اسناد پیمان، یا هر زمانی که در شرایط خصوصی پیمان ذکر شده است، توسط پیمانکار تهیه و به تصویب دستگاه نظارت برسد.

جهت تهیه برنامه تفصیلی، لازم است پیمانکار ضوابط موجود در شرایط عمومی پیمان (مانند مراحل انجام کار، حدود،

ترتیب و تنظیم کارهای اجرایی) را مدنظر قرار دهد.

پیمانکار متعهد است همواره آخرین نسخه برنامه زمانی تفصیلی را در کارگاه نگهداری نموده و در هنگام بازدید از کارگاه توسط دستگاه نظارت و یا سایر افراد مجاز، آخرین نسخه برنامه زمانی تفصیلی را جهت رؤیت ارائه نماید.

۲-۷- میخ‌کوبی و ترازبایی

نقاط اصلی نشانه و مبدأ طرح از طریق کارفرما و دستگاه نظارت تحویل پیمانکار خواهد گردید. پیمانکار موظف است نسبت به حفظ و حراست این نقاط، نهایت دقت را به عمل آورد. هر گونه تغییر در نقاط اصلی باید با نظر دستگاه نظارت انجام شود. با توجه به ماهیت پروژه، پیمانکار باید به تعداد کافی نقاط مرجع فرعی تعیین نموده و روی پایه‌های بتنی علامت‌گذاری نماید. ابعاد لازم برای هر پایه بتنی، حداقل ۱۰×۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع آن، حداقل ۷۰ سانتی‌متر بوده و یک عدد میلگرد شماره ۱۶ در میانه آن تعبیه می‌شود. پایه‌های بتنی باید رنگ‌آمیزی و شماره‌گذاری شده و حداقل ۲۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار گیرند.

لازم است دستگاه نظارت بلافاصله پس از تحویل کارگاه، نقاط نشانه و مبدأ، امتدادها و محورهای مبنا را مطابق نقشه‌ها به پیمانکار تحویل نماید. پیمانکار باید پیش از انجام عملیات، صحت کلیه موارد فوق را کنترل نموده و از تطابق آن‌ها با نقشه‌ها اطمینان حاصل نماید. نحوه حفاظت، صحت‌سنجی، پیاده‌کردن نقشه، ترازبایی، بررسی داده‌ها و ...، با توجه به نقاط نشانه باید مطابق با شرایط عمومی پیمان و نشریه شماره ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور باشد.

صحت کلیه مشخصات فوق باید توسط پیمانکار اعلام شده و در صورت مجلسی به تأیید کارفرما و دستگاه نظارت برسد. در این مورد پس از آغاز عملیات، هیچ‌گونه اعتراضی از سوی پیمانکار پذیرفته نمی‌شود. در صورت وجود اختلاف، پیمانکار مراتب را با ذکر دلیل، به اطلاع دستگاه نظارت می‌رساند تا پس از رفع اشکال و اصلاح آن، ملاک تنظیم صورت‌مجلس و شروع عملیات بخش مربوط قرار گیرد.

۲-۸- گزارش پیشرفت کار

پیمانکار موظف است در پایان هر ماه، گزارش کارهای انجام‌شده در ماه را به صورت فایل، همراه با دو نسخه چاپ شده، تهیه نموده و به دستگاه نظارت و کارفرما تسلیم نماید. ساختار و شمایل تهیه گزارش توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود و چنانچه جزییاتی در مورد تهیه گزارش پیشرفت کار در اسناد و مدارک پیمان تعیین شده باشد، پیمانکار موظف به رعایت آن‌ها است.

گزارش پیشرفت کار حداقل شامل موارد زیر است:

الف- مقدار و درصد پیشرفت فعالیت‌های اجرایی، مطابق ردیف‌های برنامه کاری درج‌شده در برنامه زمانی تفصیلی؛

ب- مقایسه میزان پیشرفت کار نسبت به برنامه تفصیلی، همراه با سبقت یا تأخیر زمانی در هر ردیف؛

- پ- آمار مصالح و تجهیزات ساخته شده در خارج کارگاه/ وارد شده به کارگاه/ آماده ورود به کارگاه؛
- ت- آمار ماشین آلات موجود و آماده به کار؛
- ث- آمار نیروی انسانی موجود در کارگاه و تخصص آن‌ها؛
- ج- گزارش مشکلات و موانع اجرایی همراه با اقدامات لازم برای جبران تأخیر و رفع مشکلات؛
- چ- گزارش وضعیت ایمنی و آمار حوادث کارگاه؛
- ح- بررسی جنبه‌های زیست محیطی و اجتماعی ناشی از عملیات اجرایی موضوع پیمان؛
- خ- گزارش وضعیت آب و هوای کارگاه بصورت روزانه

۹-۲- نقشه‌های چون ساخت

تهیه نقشه‌های چون ساخت بر عهده پیمانکار است و باید مطابق برنامه زمان‌بندی و شرایط خصوصی پیمان، آن‌ها را به دستگاه نظارت تحویل دهد. هر گونه تغییرات در نقشه‌های اجرایی مصوب مخزن و تأسیسات وابسته، باید مستندسازی شده و در نقشه چون ساخت اعمال گردد. لازم است زمین‌شناسی و موقعیت حفاری‌ها، سازه‌ها، تجهیزات و ماشین‌آلاتی که به طور دائمی نصب یا اجرا می‌شوند، در نقشه چون ساخت منعکس گردد. همچنین باید محل اجرای لوله‌ها، اتصالات، حوضچه‌ها، کانال‌های هدایت آب و کابل‌های برق محوطه در نقشه‌های چون ساخت نمایش داده شود.

۱۰-۲- برچیدن کارگاه

برچیدن کارگاه، عبارت است از جمع‌آوری مصالح، تأسیسات و ساختمان‌های موقت، خارج کردن مصالح، تجهیزات، ماشین‌آلات و دیگر تدارکات پیمانکار از کارگاه. همچنین در صورت لزوم و طبق نظر کارفرما، زمین‌های تحویلی باید به شکل اولیه برگردانده شده، تسطیح و تمیز گردند. در صورت عدم نیاز به برچیدن برخی اقلام، لازم است جزییات آن به صورت کتبی به پیمانکار ابلاغ گردد. رعایت دستورالعمل برچیدن کارگاه، مطابق پیوست ۵ فهرست‌بهای واحد پایه رشته ابنیه، در کارگاه‌های ساخت مخازن آب زمینی موضوع این ضابطه الزامی است.

جهت برچیدن کارگاه، پیمانکار باید تمامی ابنیه و ساختمان‌های موقت را خراب نموده و ضایعات آن را از محل کارگاه خارج نماید. کلیه داربست‌های ساخته شده، ابزار کار، وسایل و ماشین‌آلات ساختمانی باید از محوطه کارگاه به خارج حمل شوند. در زمان برچیدن سرویس‌های بهداشتی، لازم است تمامی مواد آلی موجود در داخل یا خارج توالت‌ها، خانه‌ها و سایر ابنیه کارگاه، با رعایت ضوابط زیست محیطی ضد عفونی و پوشانده شود. در عملیات امحای چاه‌های فاضلاب، استفاده از آهک برای ضد عفونی آن‌ها پیشنهاد می‌گردد. تمامی زباله‌های موجود باید از محل کارگاه به خارج حمل شده و محوطه آن، نظافت و تحویل گردد. کیفیت عملیات برچیدن و نظافت انجام شده در همه مراحل، طبق دستورات دستگاه نظارت و باید مورد تأیید کارفرما باشد.

فصل ۳

عملیات خاکی و اجرای زهکشی

۳-۱- مقدمه

به طور کلی عملیات خاکی به منظور تأمین بستر خاکی و سنگی همگن با تراکم و باربری مناسب، نشست کم و کنترل سطح آب زیرزمینی در محدوده مخزن، انجام می شود. این عملیات شامل همه یا برخی از موارد زیر است:

- تمیز کردن محوطه و زمین محل ساخت مخزن از درختان و ریشه گیاهان
- برداشت خاک های نباتی و نامرغوب
- خاک برداری
- پی کنی و گودبرداری
- خاک ریزی
- کوبیدن خاک
- تأمین حفاظت گود
- حفاری و اجرای سیستم زهکشی زیر مخزن و پیرامونی
- لق گیری یا حذف بلوک های سنگی منفصل

پس از پی کنی و گودبرداری های مورد نیاز و رسیدن به کد ارتفاعی نهایی سطوح سنگی یا خاکی، لازم است از تطبیق نتایج مطالعات زمین شناسی و ژئوتکنیکی قبلی اطمینان حاصل کرد و در صورت آشکار شدن مخاطرات ژئوتکنیکی و زمین شناسی پیش بینی نشده، پیش از ادامه عملیات، نسبت به طراحی تمهیدات مناسب برای مقابله با هر یک از این مخاطرات اقدام کرد.

۳-۲- ضوابط عمومی

شروع هر مرحله از عملیات خاکی باید با برنامه زمان بندی پیش بینی شده منطبق باشد. جهت تأمین تداوم کار، لازم است پیشرفت هر مرحله از عملیات خاکی و آغاز مرحله بعدی، مطابق برنامه زمان بندی باشد.

مصالح مناسب حاصل از گودبرداری و خاک برداری، پس از تأیید آزمایشگاه معتبر (مورد تأیید کارفرما) و با تشخیص دستگاه نظارت، می تواند برای خاک ریزی اطراف و روی مخازن و حوضچه ها استفاده و با پیش بینی محل های مناسب تا زمان استفاده به نحو مقتضی انباشت گردد. سایر مصالح باید از محل کارگاه خارج شده و با نظر دستگاه نظارت، در محل مناسب تخلیه و به شکل مورد قبول، پخش و تسطیح شوند.

در صورت نیاز به قطع، ریشه کن کردن یا جابه جایی درختان محل پروژه، باید الزامات نشریه ۵۵ و توصیه های دستگاه نظارت رعایت گردد.

در صورت بالا بودن سطح آب های زیرزمینی در محدوده مخزن، قبل از عملیات اجرایی، پیمانکار باید آب زیرزمینی موجود در محل ساخت مخزن را به محلی که دستگاه نظارت مشخص می کند، هدایت نماید. ادامه روند تخلیه و هدایت

آب، در هنگام عملیات ساخت مخزن الزامی است.

در صورت وجود آب‌های زیرزمینی یا آب‌های روان سطحی، باید عملیات خاکی هم‌زمان با عملیات زهکشی، حفاظت بدنه و جدار گود، به شرح جزییات مندرج در این فصل انجام گردد.

در حین اجرای عملیات خاکی، طبقه‌بندی زمین از نظر نوع خاک یا سنگ بر اساس شواهد و مستندات موجود در قالب نقشه‌ی چون‌ساخت، با تأیید دستگاه نظارت و تصویب کارفرما انجام گردد. پیشنهاد می‌گردد با رسیدن به کد ارتفاعی زیر فونداسیون مخزن در زمان خاک‌برداری، وضعیت بستر و انطباق آن با نتایج آزمایش‌های مکانیک خاک و سنگ، دوباره توسط مهندس ناظر کنترل و عندالزوم دستور کارهای تکمیلی برای خاک‌برداری و بهسازی بستر صادر گردد.

۳-۳- بستر زمین

بستری که مخزن روی آن ساخته می‌شود، باید حتی‌الامکان زمینی با خاک همگن یا سنگ بکر، باربری مناسب، نشست کم، عاری از آب‌های زیرزمینی و مطابق با معیارهای طراحی باشد. البته دسترسی به همه مشخصات فوق معمولاً امکان‌پذیر نیست ولی باید حتی‌الامکان از قراردادن مخزن بر بسترهایی با مشخصات زیر اجتناب کرد:

الف- زمین‌هایی با باربری کم و نشست زیاد یا نامتجانس؛

ب- زمین‌هایی که در آن‌ها سطح آب زیرزمینی بالا بوده و تراز کف مخزن، پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی است؛

پ- زمین در مجاورت گسل، روی گسل و یا زمین‌های لغزشی یا مستعد لغزش؛

ت- مناطقی که لایه‌های زمین به‌صورت شیب‌دار باشند، به‌ویژه اگر یک لایه دانه‌ای روی لایه رسی به صورت شیب‌دار قرار گرفته است (در چنین حالتی، نشست آب از لایه دانه‌ای روی لایه رسی، باعث لغزنده شدن سطح تماس دو لایه و ناپایداری زمین می‌گردد)؛

ث- مناطقی که جنس زمین زیر مخزن، تفاوت قابل‌توجهی با زمین‌های اطراف آن و یا لایه‌های زیرین آن دارد؛

ج- خاک‌های گچ‌دار (به واسطه حل شدن بلورهای گچ در آب و ایجاد فضای خالی، از مقاومت زمین به شدت کاسته می‌شود)؛

چ- خاک‌های دستی، حتی اگر به صورت کامل کوبیده شده باشند؛

ح- خاک‌هایی که استعداد واگرایی، آب‌گونی یا روانگرایی دارند؛

خ- خاک‌های متورم شونده، رمبنده و ماسه‌بادی‌ها؛

د- سنگ‌های مارنی متورم‌شونده

ذ- سنگ‌های به شدت متخلخل

ر- سنگ‌های به شدت درزه‌دار

به طور کلی لازم است زمین محل سازه قبل از شروع عملیات اجرایی، با انجام اکتشافات ژئوتکنیکی و آزمایش‌های لازم از نقطه نظر جنس، وضعیت لایه‌ها، میزان باربری و نشست، پایداری، و وضعیت تراز و رفتار آب زیرزمینی، مورد مطالعه و

شناسایی قرار گیرد.

۳-۴ - عملیات خاکی و گودبرداری

۳-۴-۱ - خاکبرداری

منظور از خاکبرداری، برداشت هرگونه مصالح و مواد خاکی، مصالح قلوه‌سنگی، شن و ماسه و مصالح سنگی جهت رسیدن به تراز مورد نظر برای بستر میزبان (خط پروژه طراحی) و یا مصالح ریزشی، لغزشی، بلوک‌های سنگی لق و منفصل و سنگ‌های هوازده از محل احداث مخزن است. این عملیات شامل تسطیح، شیب‌بندی و آماده نمودن محل پی مخازن و سازه‌های فنی، راه‌های ارتباطی محوطه، شبکه زهکشی و تأمین خاک از منابع قرضه است.

تمامی عملیات خاکبرداری باید بر اساس تراز، ابعاد و سایر جزئیات مشخص شده در نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت انجام شود. در صورت اجرای عملیات خاکبرداری با ماشین‌آلات، لازم است عملیات در ۲۰ سانتی‌متری تراز نهایی متوقف شده و ادامه عملیات تا تسطیح نهایی، با روش دستی، خاکبرداری یا سنگ‌برداری و تنظیم گردد. پس از تسطیح و در صورت مناسب بودن مصالح بستر، لازم است خاک بستر موجود، مطابق نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و یا دستورکار نظارت متراکم شده و سپس بتن مگر اجرا گردد. ریختن بتن مگر بر روی بستر متراکم شده، باید با فاصله زمانی مناسب و در یک مرحله اجرا شده تا هوازدگی سطحی در خاک یا سنگ ایجاد نشود. در غیر این صورت، لازم است خاک یا سنگ هوازده برداشته شده و با بتن مناسب جایگزین گردد.

چنانچه مصالح بستر قابلیت تورم داشته و نفوذ رطوبت به آن باعث ایجاد فرسایش و یا تورم گردد، لازم است پیمانکار مطابق با نظر دستگاه نظارت، نسبت به اجرای جزئیات مناسب (مانند بهسازی و جایگزینی خاک) اقدام نماید. به‌طور کلی فراهم نمودن تمهیدات لازم جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت به مصالح بستر از طریق اجرای عایق رطوبتی یا هرگونه روش آب‌بندی مورد تأیید مهندس مشاور، بر عهده پیمانکار است.

چنانچه به‌واسطه وجود کانال‌های زهکش، اجرای بتن مگر برای کل کف مخزن در یک مرحله امکان‌پذیر نباشد، پیمانکار می‌تواند اجرای آن را در چند مرحله انجام دهد. محافظت از مصالح بستر که با تأخیر، بتن مگر بر روی آن اجرا می‌شود، الزامی و بر عهده پیمانکار است. روش محافظت از خاک بستر باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

۳-۴-۲ - گودبرداری

پیمانکار موظف است مطابق نقشه‌های اجرایی و روش‌های مورد تأیید دستگاه نظارت، جهت حفاظت و پایدارسازی گود اقدام نماید. تأیید مهندس ناظر، موجب سلب مسئولیت پیمانکار نسبت به ایجاد ایمنی و پایداری محل‌های کنده‌شده نمی‌گردد.

پیمانکار موظف است پس از حفر دیواره‌های شیب‌دار و قائم (سطوح موقتی و نهایی) اقدامات لازم را جهت اطمینان از

ایمن بودن حفاری و پایدارسازی آن به عمل آورد. جلوگیری از ورود آب به گود و یا خشکاندازی گود با تمهیدات مناسب از وظایف پیمانکار است.

۳-۴-۳- خاکریزی

جانمایی مخازن آب زمینی ترجیحاً باید بر روی سطح خاک برداری شده، سنگ بکر و سالم یا خاک مناسب انجام گیرد و از قرارگیری مخزن بر روی بستر خاکریزی شده اجتناب شود. در صورت عدم امکان جانمایی مخزن بر روی بستر مناسب خاکی یا سنگی، لازم است با توجه به شرایط قرارگیری فونداسیون مخزن، درخواست طرح جایگزین توسط پیمانکار به صورت کتبی و با ذکر دلیل به مشاور ارسال گردد.

خاکریزها از لحاظ عملکرد به دو نوع خاکریز باربر و خاکریز پرکننده اطراف مخازن مدفون و نیمه مدفون تقسیم می شوند. تعیین نوع خاکریز از لحاظ عملکرد و کیفیت مصالح خاکریزی با توجه به مصالح موجود در منطقه، بر اساس مشخصات فنی خصوصی انجام می شود. روش خاکریزی باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

خاکریزی باید بلافاصله پس از آماده سازی خاک بستر، شروع شود. در صورت تأخیر، قبل از شروع عملیات خاکریزی، لازم است مهندس ناظر از محل کار بازدید به عمل آورده و در صورت لزوم، دستور ترمیم و آماده سازی دوباره آن را صادر نماید.

روش اجرای خاکریزی و تعداد ماشین آلات مورد نیاز با توجه به حجم عملیات و برنامه زمان بندی اجرای کار، باید قبلاً به تأیید دستگاه نظارت برسد. ضخامت هر لایه خاکریزی باربر نباید از ۲۰ سانتی متر بیش تر باشد.

پیمانکار باید عملیات خاکریزی را برای خاکریز باربر، به گونه ای انجام دهد که از جداسازی دانه ها جلوگیری شود. جهت تأمین چسبندگی مناسب لایه ها به یکدیگر، باید قبل از ریختن لایه جدید، لایه قبلی تا عمق ۵ تا ۱۰ سانتی متر بدون کشیدن و جابه جاکردن قطعات درشت، تراشیده و رطوبت زده شود. برای پخش یکنواخت دانه های درشت و ریز، مصالح باید پس از تخلیه در یک سطح افقی پخش گردند.

در زمستان و سایر شرایط آب و هوایی که مهندس ناظر تشخیص دهد، پیمانکار باید محدودیت های کار در هوای سرد را رعایت کرده و اقدامات لازم جهت ادامه عملیات خاکریزی مصالح ناتراوا را در نظر گیرد.

۳-۵- پخش، تسطیح و کوبیدن

پس از ریختن مصالح، پخش آن باید با گریدر و یا ماشین آلات مشابه به روش های مورد تأیید انجام شود. نحوه کوبیدن باید در جهت رسیدن به حداقل درصد تراکم مندرج در مشخصات فنی خصوصی پیمان باشد. در صورت عدم درج در مشخصات فنی خصوصی پیمان، دستور کار دستگاه نظارت ملاک عمل خواهد بود. همچنین اگر میزان تراکم لایه ها در نقشه ها مشخص نشده باشد، مصالح باید حداقل با تراکمی معادل ۱۰۰ درصد روش پروکتور استاندارد و یا ۹۵ درصد آشتو اصلاح شده کوبیده شوند.

تمام سطح زیر مخزن باید در یک مرحله، خاکریزی، تسطیح و کوبیده شود. انجام عمل خاکریزی باربر، تسطیح و کوبیدن خاک زیر فونداسیون در چندین مرحله و با فاصله زمانی، در صورت رعایت ضوابط بند ۳-۴-۱ مجاز است. پیمانکار باید بعد از اتمام تراکم هر لایه خاکریزی باربر، مراتب را جهت انجام آزمایش تراکم به اطلاع مهندس ناظر برساند. آزمایش تراکم با توجه به ضوابط آخرین ویرایش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۵۸ توسط آزمایشگاه انجام می‌شود. بعد از تأیید تراکم لایه اجرا شده توسط مهندس ناظر، پیمانکار می‌تواند نسبت به اجرای لایه بعدی اقدام نماید. چنانچه خاک بعد از تراکم، یخ زده و یا تحت تأثیر عواملی محیطی همچون بارندگی، آسیب دیده باشد، باید مجدداً طبق نظر مهندس ناظر متراکم گردد.

خاکریزی پرکننده (خاکریزی سقف مخزن و اطراف دیوارها) عموماً پس از اتمام ساخت و تأیید آببندی مخزن، مطابق مشخصات ارائه شده در نقشه‌ها انجام می‌شود. خاکریزی اطراف مخزن باید حداکثر با شیب ۱ (عمودی) به ۲ (افقی) یا ملایم‌تر انجام شود. در خاکریزی پرکننده اطراف دیوار مخزن، ابتدا خاکریزی و تراکم تا تراز زمین طبیعی و مطابق جزییات نقشه‌های اجرایی انجام می‌شود. در ادامه و از تراز سطح زمین به بعد، نیاز به عملیات خاصی برای تراکم نیست و عبور و مرور ماشین‌آلات خاکبرداری بر روی آن به‌منظور تراکم خاک، کافی است. در صورت نیاز به تحکیم خاک‌های پرکننده اطراف مخزن، باید نحوه انجام کار از دستگاه نظارت استعلام و سپس خاکریزی انجام شود. برای خاکریزی، تسطیح و تراکم خاک سقف مخزن، پیمانکار باید از ماشین‌آلات سبک متناسب با ظرفیت باربری سقف مخزن استفاده کند. قبل از شروع خاکریزی باید نحوه انجام عملیات و نوع ماشین‌آلات به تأیید دستگاه نظارت برسد.

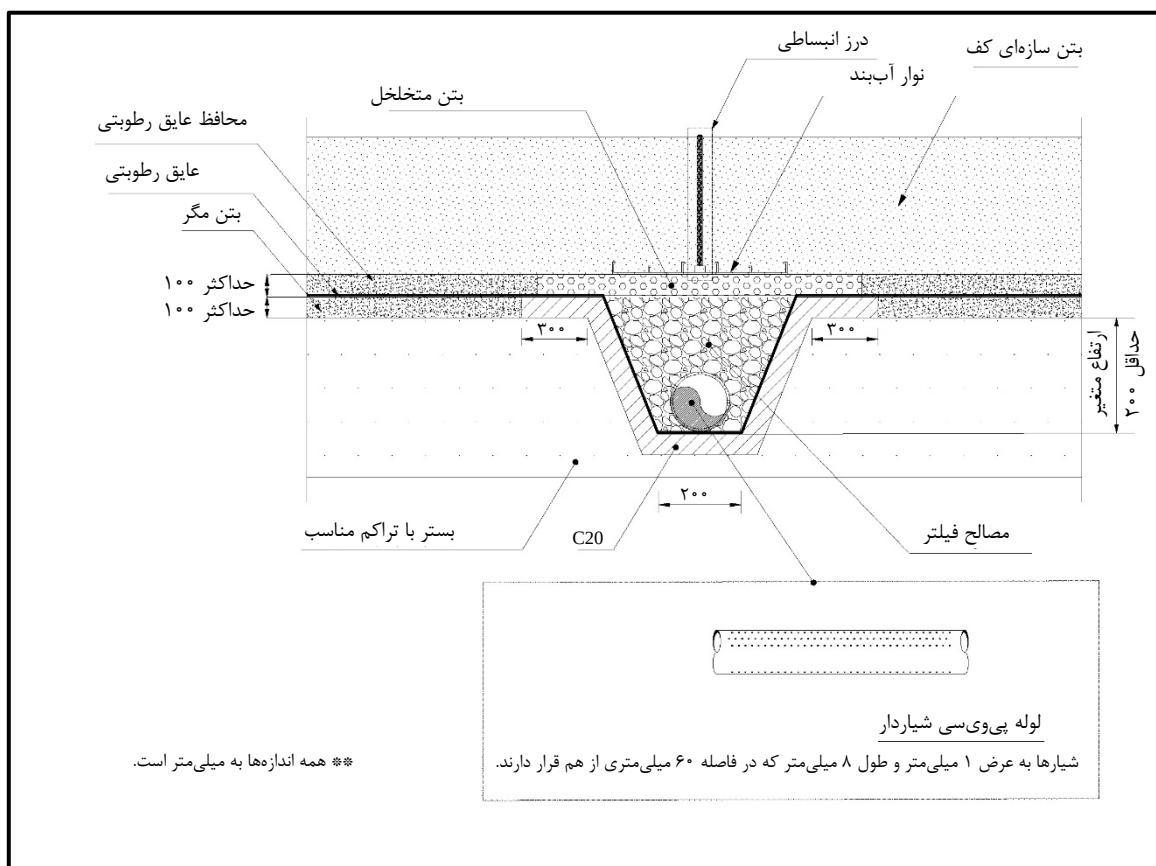
۳-۶- الزامات اجرایی شبکه‌های زهکشی

سیستم زهکشی مخازن در زیر و پیرامون آن‌ها اجرا می‌گردد. پی‌کنی به‌منظور تعبیه کانال زهکشی زیر درزهای مخازن، باید بعد از اجرای بستر به‌صورت دستی انجام گرفته و با روش‌های مشخص شده در مشخصات فنی خصوصی پیمان، تسطیح و متراکم شود.

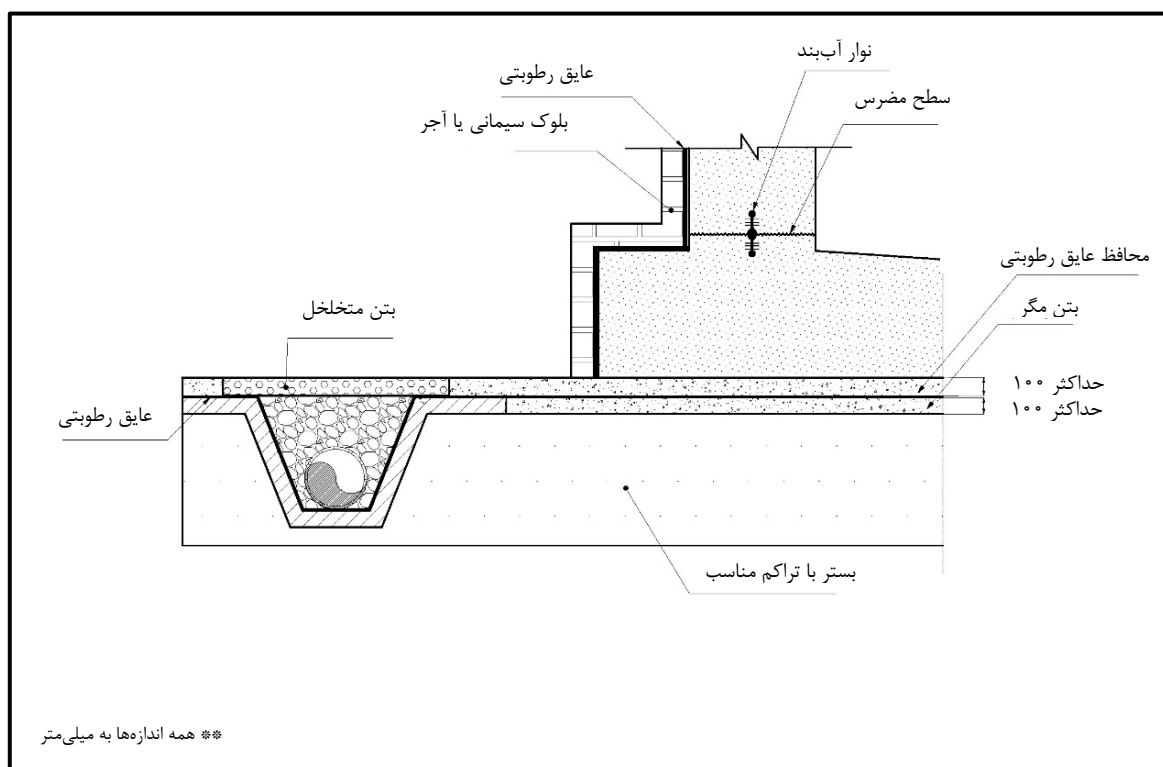
در صورت عدم ارائه جزییات سیستم زهکشی (زیر مخزن و پیرامونی) در آلبوم نقشه‌های اجرایی، پیمانکار باید برای اجرای سیستم زهکشی از جزییات اجرایی توصیه شده در شکل (۳-۱) و شکل (۳-۲) استفاده نماید.

کانال‌های زهکشی (زیر مخزن و پیرامونی) باید به‌صورت مقطع دوزنقه‌ای قالب‌بندی شوند. سپس تمامی سطوح بتنی کانال، به طور یکپارچه و بدون ایجاد درز، اجرا گردد.

بتن مگر و سطوح بتنی کانال‌های زهکشی (زیر مخزن) باید با پوشش مناسب که مورد تأیید مهندس ناظر است، عایق رطوبتی گردند. قبل از اجرای مصالح فیلتر در کانال‌های زهکشی، باید سطوح بتنی کانال و پوشش عایق روی آن مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرند.



شکل ۳-۱- جزئیات اجرایی برای زهکشی‌های زیر مخازن



شکل ۳-۲- جزئیات اجرایی برای زهکشی‌های پیرامون مخازن

جهت امکان بررسی و کنترل آب نشتی از درزهای مخزن (انبساط و انقباض) باید مطابق ضوابط نشریه ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور، چاهک‌های بازدید در اطراف مخزن طرح و اجرا شود. از ایجاد پله در داخل چاهک بازدید در محل تلاقی زهکش اصلی و فرعی اجتناب گردد.

به‌منظور کنترل و تعیین دقیق محل نشت آب باید کانال‌های زهکشی درزهای اجرایی و انبساط از هم جدا گردند، به‌طوری‌که آب نشتی هر کدام از درزها (انبساطی و اجرایی) به صورت جداگانه به سمت زهکش پیرامونی هدایت شود.

۳-۷- مشخصات مصالح زهکشی

مشخصات هندسی لوله شیار داده شده داخل کانال سیستم زهکشی (زیر مخزن) باید مطابق بند پ.۳-۶ نشریه ۱۲۳ طراحی شده و قبل از اجرا به تأیید دستگاه نظارت برسد. همچنین برای جلوگیری از بسته‌شدن لوله سوراخ‌دار شبکه زهکشی، مشخصات مصالح داخل زهکش باید مطابق ضوابط ارائه شده در بند پ.۳-۵ نشریه ۱۲۳ انتخاب و اجرا شود.

دانه‌بندی مصالح فیلتر باید دانه‌بندی میان‌تهی باشد. توصیه می‌شود مصالح پرکننده داخل کانال‌های زهکش از نوع شن نخودی با دانه‌بندی جدول (۳-۱) انتخاب شود. همچنین ریختن مصالح فیلتر در داخل کانال زهکش باید به‌صورت مرطوب و با احتیاط صورت پذیرد.

جدول ۳-۱- دانه‌بندی پیشنهادی برای مصالح فیلتر زهکش زیر مخزن

درصد عبوری	شماره الک	
	mm	in
۱۰۰	۱۹	۳/۴
۹۰-۱۰۰	۱۲/۵	۱/۲
۴۰-۷۰	۹/۵	۳/۸
۱۵	۴/۷۵	نمره ۴
<۵	۲/۳۶	نمره ۸

فصل ۴

عملیات بنایی با سنگ

۴-۱- مقدمه

در این فصل، مصالح و روش اجرای مخازن وزنی سنگی شرح داده می‌شود. باید دقت نمود، مطابق بند ۷-۱ نشریه ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور، حداکثر ظرفیت ذخیره‌سازی این نوع از مخازن ۱۰۰۰ مترمکعب است. در صورت نیاز به حجم بالای ذخیره سیال، باید از مخازن بتنی و یا هر نوع دیگر به غیر از مخازن موضوع این فصل استفاده کرد.

۴-۲- مصالح

۴-۲-۱- سنگ

مشخصات سنگ‌های مصرفی، باید مطابق نقشه‌ها، دستورکارها، مشخصات فنی خصوصی و سایر مدارک پیمان باشد. مشخصات سنگ شامل مشخصات هندسی (مانند اندازه و ضخامت)، مشخصات مکانیکی (مانند ویژگی‌های فیزیکی و مقاومت)، مشخصات شیمیایی (مانند جذب آب و خواص قلیایی) و مشخصات ظاهری (مانند رنگ و وجود ترک) است. نمونه سنگ‌ها، باید قبل از اجرا به تأیید دستگاه نظارت برسد. بافت سنگ طبیعی مورد استفاده در مخازن سنگی باید سالم، یکنواخت، بدون ترک، عاری از رگه‌های خاکی و بدون شیار باشد. استفاده از سنگ‌های آهکی متراکم، ماسه‌سنگ‌ها، گرانیت، دیوریت، گابرو، بازالت و دیگر سنگ‌های سخت بادوام، برای ساخت مخازن موضوع این ضابطه پیشنهاد می‌گردد. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی سنگ‌ها و روش‌های آزمایش آن‌ها باید مطابق استانداردهای ملی ایران به شرح زیر باشد:

- استاندارد شماره ۴۴۹: سلامت سنگ‌دانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم - روش آزمون^۱
 - استاندارد شماره ۵۶۹۹: تعیین جذب آب و وزن مخصوص - روش آزمون^۲
 - استاندارد شماره ۶۱۷: روش‌های تعیین تاب گسیختگی فشاری و خمشی مصالح سنگی
 - استاندارد شماره ۵۷۰۰: سنگ‌های ساختمانی - تعیین مقاومت سایش در اثر رفت و آمد - روش آزمون
 - استاندارد شماره ۵۶۹۸: سنگ ساختمانی - تعیین مقاومت فشاری - روش آزمون
- علاوه بر موارد بالا، رعایت استانداردهای ذکر شده در بند ۵-۶-۳ مبحث ۵ مقررات ملی ساختمان نیز الزامی است.

۴-۲-۲- ملات مصرفی

ملات مصرفی در بنایی با سنگ، باید از نوع ماسه سیمان یا باتارد بوده و نسبت مصالح مصرفی در مشخصات فنی خصوصی و نقشه‌های اجرایی پیمان ذکر گردد. نوع سیمان، آب و ماسه برای ملات مصرفی باید مطابق ضوابط فصل ۵ این ضابطه باشد.

۱- تعیین روش آزمون سنگدانه در مقابل عوامل جوی

۲- روش‌های تعیین میزان جذب آب و تاب مصالح سنگی در برابر یخبندان

۴-۲-۳- ملات‌های پیشنهادی برای دیوارسازی مخازن سنگی

۴-۲-۳-۱- ملات ماسه و سیمان

ملات ماسه و سیمان مورد استفاده در مخازن وزنی سنگی، از اختلاط نسبت‌های معین ماسه، سیمان و آب به دست می‌آید. جدول (۴-۱) مقادیر ماسه، سیمان و آب را برای ساختن یک مترمکعب انواع مختلف ملات با حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه نشان می‌دهد. نسبت‌های مندرج در جدول، جنبه راهنمایی داشته و در هر مورد، باید ضوابط مشخصات خصوصی پیمان رعایت گردد.

جدول ۴-۱- نسبت اختلاط مصالح مورد استفاده در ملات ماسه و سیمان

نوع	نسبت اختلاط سیمان به ماسه	سیمان پرتلند نوع یک (کیلوگرم)	ماسه (مترمکعب)	آب (لیتر)	حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه (کیلوگرم / سانتی‌متر مربع)
I	۱ به ۳	۳۶۰	۰/۹۴	۲۵۸	۲۲۰
II	۱ به ۴	۲۸۵	۰/۹۹	۲۶۰	۱۳۵
III	۱ به ۵	۲۲۵	۱/۰۰	۲۶۲	۷۵
IV	۱ به ۶	۲۰۰	۱/۰۳۳	۲۶۵	۴۰

ملات ماسه سیمان باید با مخلوط‌کننده‌های مکانیکی ساخته شود. در صورت ضرورت و با تأیید دستگاه نظارت، می‌توان ملات را با روش دستی نیز تهیه نمود. پس از اضافه نمودن آب به مخلوط ماسه و سیمان، تمام ملات ساخته‌شده باید حداکثر در مدت یک ساعت به مصرف برسد. در صورت گرفتن ملات قبل از مصرف، اضافه نمودن مجدد آب به ملات و مصرف آن در کارهای بنایی به‌هیچ‌وجه مجاز نیست.

۴-۲-۳-۲- ملات باتارد

در صورتی که سیمان و آهک با هم در ساخت ملات به کار برده شوند، ملات تهیه‌شده باتارد نامیده می‌شود. در صورتی که نسبت اختلاط ملات باتارد مصرفی در نقشه و مشخصات فنی خصوصی ذکر نشده باشد، می‌توان از ملات باتارد با نسبت حجمی ۱۰ واحد ماسه، ۲ واحد سیمان و یک واحد آهک استفاده نمود.

۴-۳- بنایی با سنگ

عملیات بنایی با سنگ، باید بر اساس نقشه‌های اجرایی، دستورالعمل‌های دستگاه نظارت و مطابق برنامه زمان‌بندی ساخت، صورت گیرد. جهت عدم ایجاد وقفه و حفظ پیوستگی اجرای عملیات، پیمانکار باید سنگ‌های مورد نیاز را با قواره و اندازه‌های نشان داده شده در نقشه‌ها، در کارگاه دپو نماید. برای کسب اطلاعات بیش‌تر در این زمینه، می‌توان به نشریه شماره ۹۰ سازمان برنامه و بودجه کشور^۱ مراجعه کرد.

۴-۳-۱- دیوارها

دیوارها و سازه‌های سنگی باید کاملاً شاقول بوده و قطعات سنگ در رج‌های مختلف، با توجه به مشخصات، بادقت و یکنواختی کامل چیده شوند. سنگ‌ها باید پیش از استفاده مرطوب شوند، به‌طوری‌که سطح سنگ در تماس کامل با ملاط باشد و درزهای موجود نیز با ملاط کاملاً پر شود.

حتی‌الامکان باید از جابه‌جایی سنگ و جدا نمودن آن از ملاط خودداری شود. در صورت نیاز به جابه‌جایی باید سنگ قبل از مصرف مجدد، کاملاً تمیز شده و ملاط چسبیده به آن به نحو مناسبی پاک شود. نحوه چیدن سنگ‌ها باید به نحوی باشد که قفل و بست بین رج‌های مختلف کاملاً تأمین شده و هیچ‌یک از بندهای عمودی دو رج پیاپی، روی هم قرار نگیرند.

ملاط باید تمام فضای خالی بین سنگ‌ها را پر کند. ملاط سخت‌شده‌ای که از روی داربست، کف یا محل‌های دیگر جمع‌آوری می‌شود، نباید مورد استفاده مجدد قرار گیرد.

لاشه‌چینی به دو روش منظم در رگ‌های یکنواخت و به صورت پراکنده قابل اجرا است. سنگ مورد استفاده در لاشه‌چینی باید تا حد ممکن دارای سطوح چهارگوش بوده، گوشه‌های تیز و نامناسب آن تراشیده شده باشد. لاشه‌چینی باید تا حد امکان در رگ‌های منظم و افقی و با ضخامت یکسان بندها انجام شود. سنگ‌های رگ‌های زیرین باید درشت انتخاب‌شده باشند. سنگ باید در محل خواسته‌شده طبق نقشه گذاشته شده و به‌خوبی در داخل ملاط زیرین قرار گیرد.

۴-۳-۲- بستر زیرین دیوارها

نظر به اینکه سازه‌های سنگی دارای قابلیت ارتجاعی و انعطاف‌پذیری کامل نبوده و قادر به تحمل نشست‌های غیرمتعارف پی نیستند، برای جلوگیری از نشست‌های نامتعارف 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. تمامی سطوح زیرین که بنایی بر روی آن آغاز می‌شود، باید کاملاً تمیز شده و قبل از شروع کار مرطوب شوند. در ادامه یک لایه ملاط پخش شده و سنگ‌ها بر روی آن چیده شوند.

۴-۴- درزبندی و آب‌بندی

محل درزهای انبساط، باید مطابق نقشه‌های اجرایی رعایت گردد. به‌منظور آب‌بندی مخزن رعایت ضوابط بند ۷-۳ نشریه ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور و فصل نهم این ضابطه الزامی است.

۴-۵- توقف عملیات بنایی سنگی

حتی‌الامکان باید سعی نمود که عملیات ساختمانی در پایان هر روز، در محل درزهای پیش‌بینی‌شده در نقشه‌ها به

پایان برسد. برای آغاز هر مرحله بنایی، آب‌پاشی بنای قبلی الزامی است. در فاصله توقف و شروع مجدد، سطح بنایی باید کاملاً پوشیده و محفوظ باشد. در صورت بروز یخ‌بندان، تمام عملیات انجام شده باید به طور مطلوب تا رسیدن به مقاومت مشخصه نگهداری گردد.

۴-۶- محدودیت دمای محیط در عملیات بنایی سنگی

انجام هرگونه عملیات بنایی با سنگ در صورت برودت هوای محل کار و یا رسیدن درجه حرارت مصالح مصرفی به کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد مجاز نیست؛ مگر اینکه وسایل کافی برای گرم نگه‌داشتن محل تأمین شده و دمای مصالح مصرفی از مقدار فوق کمتر نشود. دمای مصالح در حین ساخت باید حداکثر به ۳۲ درجه سانتیگراد محدود شود. در کارهای بنایی با سنگ، رعایت ضوابط اشاره شده در فصل هشتم نشریه شماره ۵۵ (جلد پنجم بازنگری سوم) الزامی است.

فصل ۵

مشخصات فنی مصالح مصرفی در بتن

مسلح و غیر مسلح

۵-۱- مقدمه

در این فصل مشخصات فنی مصالح تشکیل دهنده بتن به صورت کلی مورد بررسی قرار می گیرند. سپس در ادامه ضوابط مربوط به انبارداری و کنترل کیفیت مصالح مصرفی مورد استفاده در سازه مخازن آب زمینی تشریح می گردد.

۵-۲- کلیات

مصالح مورد استفاده در تولید بتن، باید به گونه ای انتخاب شوند که ضوابط طراحی، عملکرد سازه ای و عمر بهره دهی مناسبی داشته باشند. همچنین لازم است شکل ظاهری قطعات، با توجه به شرایط محیطی و اقتصادی حفظ گردد. رعایت الزامات عمومی ذکر شده در بند ۲-۳ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در انتخاب مصالح بتن جهت ساخت مخازن آب زمینی الزامی است.

۵-۳- سیمان

انواع سیمان قابل استفاده در ساخت مخازن آب زمینی به شرح زیر است:

الف- سیمان پرتلند مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸۹ یا ASTM C 150

ب- سیمان پرتلند آمیخته مطابق استاندارد ملی ایران به شماره های ۳۵۱۷ و ۳۴۳۲ به استثنای نوع IS (سیمان پرتلند حاوی حداکثر ۷۰ درصد سرباره ای کوره آهن گدازی) که به عنوان اجزای اصلی سیمان در بتن اعضای سازه ای در نظر گرفته نشده اند.

پ- سیمان منبسط شونده مطابق با استاندارد ASTM C 845 برای کاهش ترک خوردگی ناشی از خشک شدن و یا جمع شدگی، به شرط ارائه گزارش مشخصات فنی مطابق آیین نامه ACI-350 یا سایر منابع معتبر بین المللی.

ت- سیمان آمیخته آهکی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۴۲۲۰ تحت عنوان «سیمان پرتلند آهکی-ویژگی ها». استفاده از سیمان پرتلند تیپ ۵ فقط در ساخت بتن مخازنی که در معرض یون کلر نباشند مجاز است. به منظور در نظر گرفتن دوام بتن، باید الزامات اشاره شده در فصل ۶ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) مدنظر قرار گیرد.

۵-۴- سنگ دانه

سنگ دانه های مورد استفاده در ساخت بتن باید به گونه ای انتخاب شوند که بتن حاصل از آن ها دارای مقاومت بالا، دوام کافی در برابر شرایط محیطی مهاجم، کارایی و روانی مناسب باشد. انتخاب سنگ دانه ها باید از نظر دانه بندی، درصد دانه های پولکی و کشیده، مواد زیان آور، سلامت، دوام و مقاومت سایشی، با رعایت ضوابط استاندارد ملی ۳۰۲ و ضوابط مندرج در بند ۳-۳-۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) صورت گیرد.

۵-۴-۱- سنگ‌دانه‌های غیرمجاز

استفاده از سنگ‌دانه‌های زیر در ساخت بتن مخازن آب زمینی مجاز نیست:

الف- سنگ‌دانه‌های درهم (سنگ‌دانه‌های مخلوط ریز و درشت برداشت‌شده از بستر رودخانه یا زمین)

ب- سنگ‌دانه‌های بازیافتی (سنگ‌دانه‌های حاصل از خردکردن قطعات بتن)

۵-۵- آب مصرفی

مواد موجود در آب مصرفی برای ساخت و عمل‌آوری بتن، باید در محدوده مجاز باشد تا عملکرد مطلوب بتن در کوتاه‌مدت و یا درازمدت، دچار اختلال نگردد. ضوابط مربوط به محدودیت‌های آب مصرفی و آزمایش‌های آن، در استاندارد ملی شماره ۱۴۷۴۸ و بند ۳-۳-۷ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) ارائه‌شده که همراه با الزامات تعیین‌شده در این بخش، باید رعایت شوند.

در این ضابطه آب مصرفی در بتن، شامل موارد زیر است:

- آب به‌کاررفته در ساخت و عمل‌آوری بتن
- یخ مورد مصرف برای کاهش دمای ساخت بتن یا اجزای آن
- آب آزاد موجود در سنگ‌دانه‌ها
- آب مورد مصرف در کامیون حمل بتن
- آب به‌کار رفته در ساخت مواد افزودنی شیمیایی یا دوغاب‌سازی مواد افزودنی معدنی

۵-۶- مواد افزودنی

ماده افزودنی ماده‌ای است به‌غیراز سیمان، سنگ‌دانه و آب که به‌صورت پودر یا مایع به‌عنوان یکی از مواد تشکیل‌دهنده بتن، با هدف اصلاح خواص بتن به کار می‌رود. به‌منظور آشنایی با مواد افزودنی بتن به بند ۳-۳-۸ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) مراجعه گردد. پیمانکار باید در انتخاب مواد افزودنی برای ساخت بتن مخازن، مواردی همچون غیرسمی بودن، سازگاری با محیط‌زیست، داشتن تاریخ انقضای مناسب و دارا بودن تأییدیه بهداشتی از مراکز معتبر داخلی و خارجی را مدنظر قرار داده و قبل از ساخت بتن، تأییدیه مصرف مواد افزودنی انتخابی را از دستگاه نظارت کسب کند و پس از آن نسبت به طرح اختلاط آزمایشی اقدام نماید.

۵-۶-۱- الزامات اجرایی

عملکرد و تأثیر افزودنی‌های شیمیایی بر خواص بتن تازه و سخت‌شده، باید قبل از مصرف و با توجه به نتایج آزمایشگاهی به تأیید دستگاه نظارت برسد. همچنین لازم است تأثیر تغییر دمای محیط کارگاه بر عملکرد این مواد، مورد توجه قرار

گیرد. پس از کنترل انطباق مواد افزودنی با استاندارد، لازم است آزمایش‌های عملکردی بر طرح‌های مخلوط کارگاهی در شرایط واقعی انجام گردد. سازگاری مواد افزودنی شیمیایی با سیمان و سایر مصالح مصرفی در بتن، باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

کلرید کلسیم و مواد افزودنی شیمیایی حاوی یون‌های کلرید، نباید در ساخت بتن مسلح مخازن آب زمینی استفاده شوند.

افزودنی‌ها معمولاً با مقادیر نسبتاً کم در حدود چند گرم برای هر کیسه ۵۰ کیلوگرمی سیمان به کار می‌روند. افزودنی‌های مایع را می‌توان به آب اختلاط یا سنگ‌دانه‌های اشباع‌شده یا غیرجاذب افزود. پیشنهاد می‌شود افزودنی‌هایی که به صورت پودر هستند به سنگ‌دانه‌های ریز اضافه شود. همه افزودنی‌ها را می‌توان پس از اینکه بتن اندکی مخلوط شد، به آن افزود. اضافه کردن مواد افزودنی شیمیایی، به صورت محلول، به مواد سیمانی خشک مجاز نیست. ترکیب چند افزودنی متفاوت قبل از ریختن در مخلوط‌کن مجاز نیست.

۵-۷- میلگرد

۵-۷-۱- مشخصات مکانیکی میلگردها

مشخصات میلگردهای مصرفی، باید منطبق بر مشخصات ارائه‌شده در فصل ۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) باشد. استفاده از میلگردهای با مقاومت کششی بیش‌تر از ۴۰۰ مگاپاسکال (رده S400) در ساخت مخازن آب زمینی مجاز نیست.

۵-۷-۲- الزامات اجرایی میلگردها

در عملیات بتن‌ریزی باید رویه میلگردها بدون زنگ، پوسته‌شدگی و عاری از یخ، روغن و یا مواد زیان‌آور دیگر باشد. در شرایط محیطی مستعد زنگ‌زدگی و خوردگی، میلگردها باید بر روی سکوه‌های مناسب (بتنی) قرار داده شوند و از تماس مستقیم میلگردها با خاک دارای املاح کلرید و سولفات، ممانعت شود.

در مواردی که رویه میلگردها دارای زنگ‌زدگی یکنواخت و نازک است، باید با استفاده از برس‌زنی، فرچه‌کشی و یا ماسه‌پاشی زنگ‌زدایی انجام شود. در زنگ‌زدگی نازک و یکنواخت، آسیبی به آج‌ها یا تغییری در قطر میلگردها صورت نمی‌گیرد. وضعیت زنگ‌زدگی باید توسط مهندس ناظر کنترل و تأیید شود.

در مواردی که رویه میلگردها دارای زنگ‌زدگی یکنواخت ولی با ضخامت زیاد و پوسته‌شدن باشد، باید با استفاده از روش ماسه‌پاشی یا آب با فشار زیاد، زنگ‌زدایی انجام شود. در این موارد استفاده از روش برس‌زنی یا فرچه‌کشی مجاز نیست. پس از زنگ‌زدایی باید کاهش قطر میلگردها مورد بررسی قرار گیرد.

در مواردی که رویه میلگردها دارای خوردگی از نوع حفره‌ای است، باید از به‌کاربردن آن‌ها اجتناب شود. این نوع

خوردگی در بیش‌تر موارد از نوع کلریدی است. چنانچه شدت خوردگی زیاد باشد، آج‌ها آسیب می‌بینند و تشخیص آن‌ها با مشاهده چشمی امکان‌پذیر خواهد بود.

در مواردی که میلگردها تا حد پوسته‌شدن زنگ‌زده باشند، به‌ویژه میلگردهایی که به طور موضعی و عمیق دچار خوردگی شده باشند، باید پس از ماسه‌پاشی مورد آزمایش قرار گرفته و ضوابط بند ۴-۲-۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) کنترل شود.

میلگردهایی که دچار خم و اعوجاج شدید شده‌اند، لازم است تحت آزمایش خمش قرار گرفته و ضوابط بند ۴-۶ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) را برآورده نماید.

در صورت احتمال خوردگی شدید در میلگردهای موجود در بتن، می‌توان از میلگردهای پوشش داده شده با اندود روی، اپوکسی و یا اپوکسی غنی‌شده با روی استفاده کرد. مشخصات این نوع پوشش‌ها در استانداردهای ملی ۲۱۷۷، ۱۸۳۵۸ و ۱۰۴۴۸ ارائه شده است. کارخانه‌های تولیدکننده مورد تأیید مهندس مشاور برای میلگرد با روکش اپوکسی، در مشخصات فنی خصوصی پیمان آورده شود.

در صورت استفاده از پوشش‌های روی و اپوکسی، باید ابتدا زنگ‌های سطحی موجود در میلگرد با استفاده از روش‌های مورد تأیید دستگاه نظارت زدوده شوند. در صورت استفاده از پوشش اپوکسی غنی شده با روی، به‌شرط اجازه دستورالعمل کارخانه سازنده و تأیید دستگاه نظارت، می‌توان از زنگ‌زدایی کامل میلگردها صرف‌نظر کرد.

چنانچه در حین حمل، جابه‌جایی و جای‌گذاری، به لایه پوشش از جنس روی، آسیب وارد شود، تعمیر آن باید مطابق با استاندارد ASTM A780 انجام شود. حداکثر مقدار مجاز سطح آسیب‌دیده همراه با سطوحی که از پیش تعمیر شده‌اند، نباید از ۲ درصد سطح در واحد طول بیش‌تر شود. در صورت تجاوز از این مقدار باید از میلگرد دیگری استفاده گردد.

۵-۷-۳- کاربرد رده‌های مختلف میلگرد

کاربرد هم‌زمان میلگردها از رده‌های مختلف در یک عضو به شرطی مجاز است که الزامات زیر برآورده شوند:

الف- مشخصات مکانیکی مختلف آن‌ها، در طراحی لحاظ شده باشد.

ب- پیش‌بینی لازم جهت تشخیص میلگردها در مرحله اجرا انجام شده تا حین اجرا، اشتباهی صورت نگیرد.

استفاده از یک رده فولاد در میلگردهای عرضی و رده دیگر در میلگردهای طولی، با رعایت بند «الف» بلامانع است.

۵-۸- نگهداری مصالح

انبارداری و نگهداری مصالح در کارگاه، با هدف مدیریت مصرف مصالح و پیشگیری از خسارت مالی ناشی از کاهش کیفیت مصالح انجام می‌گیرد. تمامی هزینه‌های نگهداری مصالح مورد استفاده در بتن، به عهده پیمانکار است و خسارت ناشی از عدم نگهداری مناسب از مصالح، باید توسط پیمانکار جبران شود. رعایت ضوابط موجود در بند ۳-۴ و بند ۴-۷ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) جهت انبارداری و نگهداری مصالح مصرفی در بتن الزامی است.

۵-۹- کنترل کیفیت

۵-۹-۱- کلیات

مدارک و مستندات مربوط به کنترل کیفیت، نتایج آزمایش‌ها و اقدامات انجام گرفته باید به دو صورت فایل الکترونیکی و گزارش کاغذی، ثبت و نگهداری شوند. این مدارک شامل سوابق آزمایش‌های انجام شده بر روی مصالح مصرفی و بتن بوده و باید حداقل به مدت ۲ سال پس از اتمام پروژه، توسط مهندس ناظر حفظ شود. لازم است مدارک فوق در طول پیشرفت کار، برای بازرسی در دسترس قرار گیرد.

پیمانکار باید گزارش‌ها، نقشه‌ها و روش‌های کنترل کیفیت مصالح را به منظور تصویب دستگاه نظارت، تهیه و ارائه نماید. آزمایش‌های مورد نیاز برای کنترل کیفیت مصالح مصرفی مطابق مفاد فصل ۷ این ضابطه است.

۵-۹-۲- طرح و برنامه کنترل کیفیت

به منظور اطمینان از کیفیت بتن اجرا شده باید طرح و دستورالعمل کنترل کیفیت مطابق بند ۳-۵ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) توسط دستگاه نظارت تهیه و به دقت اجرا شود. به طور کلی طرح و برنامه کنترل کیفیت شامل موارد زیر است:

- نام و مستندات سازمان یا ارگان صدور گواهینامه و مجوز فعالیت آزمایشگاه کنترل کیفیت
- نام، اسناد و مدارک گواهینامه‌های مدیر و پرسنل فنی کنترل کیفیت و بازرسی
- نمودار سازمانی و جایگاه سیستم کنترل کیفیت
- روش‌های آزمایش و تواتر بازرسی و نمونه‌برداری برای اجرای کنترل کیفیت
- روش انطباق با مشخصات، تعیین عدم انطباق و اقدامات اصلاحی
- روش‌های کنترل و بازرسی ظاهری مواد و مصالح
- گواهی کالیبراسیون تجهیزات آزمایشگاهی

علاوه بر الزامات این ضابطه، رعایت دستورالعمل تهیه شده توسط دستگاه نظارت نیز الزامی است.

۵-۹-۳- تعداد و تواتر نمونه‌برداری

تعداد و تواتر نمونه‌برداری برای مصالح استفاده شده در بتن باید مطابق بند ۳-۵-۲ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) بوده و از حداقل الزامات ارائه شده در جدول (۳-۶) نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) کمتر نباشد.

برای میلگردها، تعداد و تواتر نمونه‌برداری باید به گونه‌ای تعیین شود که نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی آن‌ها، معرف کیفیت کل میلگردها باشد. هر سری نمونه آزمایشی، تعداد پنج آزمون از هر کارخانه تولیدی را شامل می‌شود.

نمونه‌ها باید حداقل طولی برابر ۶۰۰ میلی‌متر یا ۲۰ برابر قطر اسمی (هرکدام که بزرگ‌تر باشد) را دارا باشند. حداقل تواتر نمونه‌برداری به قرار زیر است:

الف- هر پانصد کیلونیوتن و کمتر، یک سری؛

ب- هر قطر میلگرد یک سری؛

پ- هر رده میلگرد یک سری؛

ت- نمونه‌های برداشته شده باید از یک ذوب یا از یک بهر (شماره ذوب) انتخاب شوند.

فصل ٦

مشخصات فنی بتن مسلح و غیر مسلح

۶-۱- مقدمه

در این فصل، ابتدا طرح اختلاط بتن مورد نیاز برای مخازن بتنی زمینی آورده شده و در ادامه مشخصات فنی بتن مسلح شرح داده می‌شود.

۶-۲- طرح اختلاط بتن

ضوابط این بخش از فصل ششم، به روش تعیین نسبت‌ها و مقادیر مواد متشکله یا «طرح مخلوط بتن» برای رسیدن به مقاومت و دوام مورد نیاز اختصاص دارد. چنانچه نسبت آب به مواد سیمانی به‌دست‌آمده از مقاومت طرح مخلوط بتن تعیین‌کننده باشد، آن طرح را «مقاومت محور» و اگر نسبت آب به مواد سیمانی متناظر با دوام تعیین‌کننده باشد، آن طرح را «دوام محور» می‌نامند. حداقل نیازهای مقاومتی و دوام برای بتن مخازن آب، توسط دستگاه نظارت مشخص و توسط پیمانکار تهیه و مورد آزمایش قرار می‌گیرد. طرح اختلاط قبل از اجرا باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

۶-۲-۱- طرح اختلاط «مقاومت محور»

مشخصات مصالح، روش تهیه، بررسی، رواداری‌ها و تأییدیه‌های لازم برای بتن سازه‌ای مورد استفاده در مخازن آب زمینی، جهت استفاده در طرح اختلاط «مقاومت محور» باید مطابق ضوابط موجود در نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در نظر گرفته شود.

۶-۲-۱-۱- مقاومت فشاری

در طرح اختلاط به روش مقاومت محور، حداقل مقاومت فشاری مشخصه ۲۸ روزه بتن اجزای سازه‌ای مخازن آب زمینی ۳۰ مگاپاسکال است. رعایت ضوابط موجود در بند ۵-۵ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم)، در محاسبه مقاومت فشاری مورد نیاز در طرح اختلاط الزامی است.

۶-۲-۲- طرح اختلاط «دوام محور»

در طرح اختلاط «دوام محور» جهت بررسی دوام بتن بر اساس عملکرد، معیارهایی به صورت حداقل یا حداکثر مجاز به کار می‌روند که «دوام مشخصه» نام دارند. دوام هدف نیز با توجه به دوام مشخصه و حاشیه ایمنی موردنظر، محاسبه می‌شود.

جهت محاسبه دوام هدف طرح مخلوط بتن با معیار حداقل برای دوام، لازم است دوام مشخصه در $1/25$ ضرب شود. در صورت مدنظر بودن معیار حداکثر برای دوام طرح مخلوط، دوام هدف طرح برابر $0/8$ مقدار دوام مشخصه فرض می‌شود. طراحی مخلوط باید مشخصات جدول رده‌بندی بتن را مطابق دفترچه مشخصات خصوصی تأمین کند. رعایت ضوابط و دستورالعمل‌های اشاره‌شده در بند ۵-۶ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در تهیه طرح اختلاط

بر اساس دوام بتن‌های استفاده‌شده در ساخت مخازن آب بتنی زمینی، الزامی است.

۶-۲-۳- وظایف پیمانکار

پیمانکار باید جزئیات دقیق طرح مخلوط هر یک از رده‌های بتن را برای تأیید به دستگاه نظارت ارائه کند. آزمایش‌های مورد نیاز باید بر روی نمونه‌های مخلوط تهیه شده، انجام شده و نتیجه آن به تأیید دستگاه نظارت برسد. این آزمایش‌ها مطابق نظر دستگاه نظارت، در آزمایشگاه صلاحیت‌دار و مورد تأیید کارفرما انجام می‌گیرد. پیمانکار موظف است ۶ هفته قبل از آغاز عملیات، طراحی‌های مخلوط پیشنهادی مورد نظر خود را همراه با نتایج همه طراحی‌ها و آزمایش‌های انجام‌شده برای هر یک از رده‌های بتن، به صورت جداگانه به دستگاه نظارت گزارش کند. در نهایت طراحی‌های مخلوط مورد تأیید دستگاه نظارت، می‌توانند در عملیات مورد استفاده قرار گیرند.

۶-۲-۳-۱- مستندات

نگهداری پرونده نتایج آزمایش طرح اختلاط و بتن اجرا شده در کارگاه ساخت مخازن بتنی آب زمینی، اکیداً توصیه می‌شود. موارد مورد نیاز جهت درج در پرونده شامل روانی بتن، دما، درصد حباب هوا، وزن مخصوص بتن تازه و سخت‌شده، دمای هوا و شرایط محیطی در زمان ساخت بتن؛ مانند تابش آفتاب، باد، باران، تاریخ و ساعت ساخت بتن و ریختن آن در قالب و در صورت امکان، رطوبت نسبی هوا است.

۶-۲-۴- بتن خودتراکم

در صورت استفاده از بتن خودتراکم، طرح اختلاط باید مطابق بند ۱۱-۵ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) و نشریه ۵-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (دستورالعمل ساخت و اجرای بتن خودتراکم) تهیه و مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد. به‌منظور آگاهی با روند تهیه، کنترل و اجرای بتن خودتراکم، به پیوست ۲ نشریه ۱۲۳ مراجعه گردد. تهیه، کنترل و اجرای بتن خود تراکم در ساخت مخازن آب زمینی، باید توسط افراد باتجربه و با تأیید مهندس ناظر صورت گیرد.

۶-۲-۴-۱- گردش کار و کنترل کیفیت

گردش کار لازم برای اجرای صحیح بتن خودتراکم بایستی، مطابق بند پ.۲-۱ نشریه ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور صورت گیرد. به‌منظور کنترل مشخصات بتن مصرفی همچون قابلیت پرکردن، قابلیت عبور و قابلیت پایداری بایستی آزمایش‌های زیر بر روی بتن تازه صورت پذیرد:

- آزمایش جریان اسلامپ (استاندارد ملی به شماره ۱۱۲۷۰)
- آزمایش حلقه J (استاندارد ملی به شماره ۱۱۲۷۱)
- آزمایش جداشدگی استاتیکی با استفاده از روش ستون (استاندارد ملی به شماره ۱۲۲۵۵)

به منظور آشنایی با روش آزمایش و کنترل‌های لازم به پیوست ۲ نشریه ۱۲۳ مراجعه گردد.

برای کنترل کیفی کارگاهی کارایی بتن خودتراکم، در صورتی که فرد مجربی این آزمایش‌ها را انجام دهد و با توجه به کاربرد آن نگرانی خاصی در مورد وقوع جداسازی استاتیکی در آن وجود نداشته باشد، استفاده از ترکیب آزمایش‌های جریان اسلامپ با حلقه J کافی است. در این صورت، علاوه بر کنترل چسبندگی بتن‌های تحویلی، می‌توان تواتر آزمایش‌های بتن خودتراکم تازه را مانند بتن معمولی مطابق ضوابط نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور در نظر گرفت؛ هر چند بهتر است، برای اطمینان از ثبات تولید و هماهنگی و کسب تجربه لازم برای همه‌ی عوامل، در ابتدای کار تمامی محموله‌های بتن مورد آزمایش قرار گیرند. به هر حال تمامی این آزمایش‌ها باید در آخرین مرحله ممکن قبل از ریختن بتن در قالب، انجام شود.

آزمایش‌های تعیین وزن مخصوص و درصد هوای بتن نیز باید برای کنترل کیفیت آن انجام شوند. با توجه به عیار سیمان نسبتاً بالای این بتن‌ها، برای حفظ مشخصات مقاومتی و دوامی بتن خودتراکم و محدود کردن جمع‌شدگی و نشست خمیری در آن، حداکثر دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی به ۳۰ درجه سانتی‌گراد محدود می‌شود. همچنین حداقل دمای بتن‌ریزی، مطابق ضوابط موجود در نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) خواهد بود.

۲-۴-۲-۶- ضوابط کارگاهی

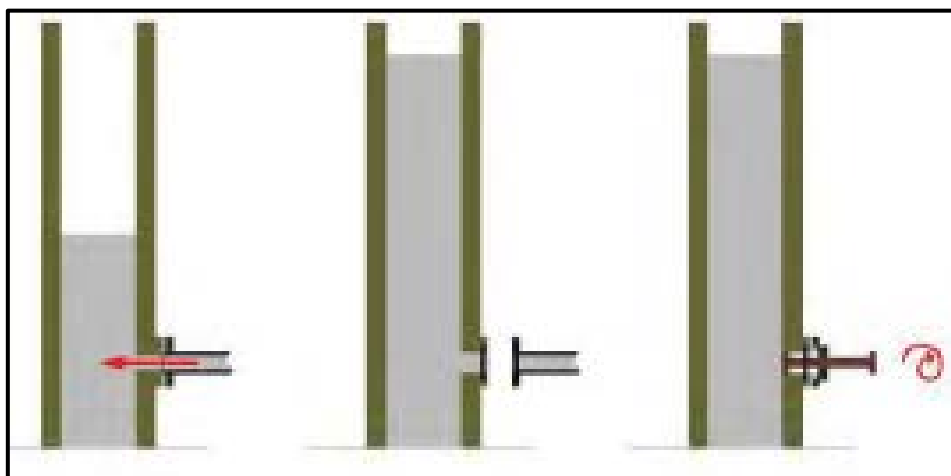
مصلح به کار رفته در تولید بتن خودتراکم باید از کیفیت ثابتی برخوردار باشند. به این منظور باید این مواد و مصالح در طول انجام پروژه از منابع ثابتی تهیه شوند. کنترل دقیق نسبت آب به سیمان و رطوبت سنگدانه‌ها در بتن خودتراکم، از اهمیت بیش‌تری نسبت به بتن‌های معمولی برخوردار است. بنابراین، برای جلوگیری از وقوع جداسازی، بهتر است رطوبت سنگدانه به وسیله نگهداری در یک محل سرپوشیده ثابت نگه داشته شود و آزمایش‌های دانه‌بندی و تعیین رطوبت سنگدانه‌ها به تعداد دفعات بیش‌تری انجام شود. توصیه می‌شود برای ساخت این بتن‌ها از دستگاه‌های بتن پیمانه‌ای استفاده شود که دارای سیستم کنترل خودکار میزان رطوبت‌ها و محاسبه میزان آب اضافی مورد نیاز هستند. در غیر این صورت، میزان رطوبت سنگدانه‌ها باید به طور منظم (هر ۴ ساعت) بر اساس استانداردهای ASTM C70 و یا ASTM C566 کنترل گردد. در صورت استفاده از سیستم خودکار نیز، باید هر روز و قبل از شروع به ساخت بتن از کالیبره بودن دستگاه اطمینان حاصل شود.

با توجه به اینکه برای ساخت، کنترل کیفیت و پرداخت سطح بتن خودتراکم تجهیزات خاصی مورد نیاز است، اکیداً توصیه می‌شود عوامل ساخت و مدیریت کارگاه، تجربه ساخت این نوع بتن را داشته باشند. در غیر این صورت باید ابتدا یک نمونه آزمایشگاهی در مقیاس مورد تأیید دستگاه نظارت ساخته شود. برای اختلاط بتن‌های خودتراکم بهتر است از مخلوط‌کن‌های دارای پرده چرخان شامل مخلوط‌کن‌های نوع پارویی استفاده گردد. مدت زمان لازم برای رسیدن به همگنی مناسب در این نوع بتن ممکن است بین ۳۰ تا ۹۰ ثانیه طولانی‌تر از بتن‌های معمول باشد.

۶-۲-۳-۲- انتقال، بتن‌ریزی و پرداخت نهایی

تجهیزات انتقال بتن خودتراکم باید مطابق استاندارد ASTM C 94 باشد. به هر حال، مخزن حمل بتن باید کاملاً تمیز و مرطوب باشد، یعنی عاری از پسماندهای بتن حمل‌شده در گذشته و همچنین پسماندهای آب شستشو باشد. برای انتقال بتن خودتراکم از تجهیزات مورد استفاده در انتقال بتن‌های معمول می‌توان استفاده کرد. با این‌وجود رعایت نکات زیر الزامی است:

- الف- بیش از ۸۰ درصد ظرفیت تراک مخلوط‌کن‌ها نباید مورد استفاده قرار گیرد.
- ب- در صورت استفاده از جام (باکت) باید جریان اسلامپ بتن خودتراکم افزایش داده شود (حداقل برابر ۶۰۰ میلی‌متر)
- پ- بتن خودتراکم بهتر از بتن معمولی می‌تواند پمپ شود. بدین ترتیب، کنترل عدم وقوع جداسازی پس از پمپاژ ضروری است.
- ت- بتن خودتراکم نباید تحت ویبره، ضربه و به طور کلی تراکم خارجی قرار گیرد، زیرا ممکن است منجر به بروز جداسازی در این نوع بتن شود. در واقع، این نکته تفاوت اصلی میان بتن خودتراکم و بتن روان است.
- ث- توصیه می‌شود حداکثر ارتفاع بتن‌ریزی در یک مرحله به ۳ متر محدود گردد، اما در صورتی که حداکثر ارتفاع بتن‌ریزی در یک مرحله بیش از ۵ متر در نظر گرفته شود، باید با ساخت یک قطعه آزمایشی نشان داده شود که پایداری استاتیکی بتن خودتراکم تامین می‌شود.
- ج- درزبندی قالب‌ها نیز، به خصوص زمانی که بتن خودتراکم دارای لزجت کم است، از اهمیت زیادی برخوردار است و باید به طور کامل انجام شود.
- چ- برای بتن خودتراکم می‌توان از روش پمپاژ بتن از ناحیه تحتانی قالب نیز مطابق شکل (۶-۱) استفاده کرد. در این صورت فشار اعمال‌شده به قالب ستون‌ها و دیوارها حدود دو برابر فشار اعمال‌شده به قالب در صورت بتن‌ریزی به روش معمول و از بالای قالب است.



شکل ۶-۱- بتن‌ریزی از قسمت پایین قالب‌های ستون و دیوار

۳-۶- معیارهای انطباق با طرح اختلاط

معیارهای انطباق مقاومتی و دوام، در شرایطی که تعداد آزمایش‌ها کم‌تر از سه آزمایش باشد، معتبر نیستند. معیارهای انطباقی بتن مصرفی باید مطابق بند ۵-۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) باشند.

۴-۶- قالب‌بندی و قالب‌برداری

رعایت ضوابط فصل ۹ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در ارتباط با طراحی قالب و اجرای آن در ساخت مخازن آب زمینی، الزامی است.

۱-۴-۶- الزامات عمومی

طراحی قالب و قالب‌بندی توسط پیمانکار پروژه انجام می‌شود و مسئولیت نهایی طراحی و اجرای قالب، به عهده آن است. لازم است پیش از اجرا، کلیه محاسبات و نقشه‌های اجرایی به تأیید دستگاه نظارت برسند. تأیید نقشه‌های قالب‌بندی توسط مهندس ناظر، از مسئولیت پیمانکار در اجرای کار به صورت صحیح و مطابق مشخصات فنی، نمی‌کاهد. رعایت الزامات ذکر شده در فصل ۹ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در قالب‌بندی مخازن آب زمینی، الزامی است.

۲-۴-۶- الزامات مصالح مورد استفاده در قالب‌بندی

مصالح مصرفی در قالب‌بندی، به جز مواردی که صریحاً در اسناد پیمان مشخص شده، باید نو باشند. تعاریف سطوح بتنی استفاده شده در این بخش، مطابق تعاریف بند ۱۱-۳ نشریه ۳۹۹ سازمان برنامه و بودجه کشور است. استفاده از رویه آلومینیومی در قالب‌بندی مخازن آب بتنی زمینی، با توجه به امکان ترکیب آن‌ها با آهنک موجود در بتن، مجاز نیست. همچنین استفاده از چوب تازه به عنوان رویه قالب، با توجه به اثر مخرب اسید شیرۀ چوب بر بتن تازه، مجاز نیست.

در صورت رعایت دقت کافی در مراحل قالب‌بندی، قالب‌برداری و انبار کردن قالب‌ها، می‌توان به دفعات مورد استفاده قرار گیرد. توصیه می‌شود قالب‌های با رویه فلزی حداکثر ۳۰ مرتبه، قالب‌های چوبی حداکثر ۱۰ مرتبه و قالب‌های پلاستیکی حداکثر ۲۰ مرتبه مورد استفاده قرار گیرند تا از بروز مسائل ایمنی و مشکلات رواداری، جلوگیری به عمل آید. در هر حال تعداد دفعات استفاده از قالب‌ها باید مطابق نظر دستگاه نظارت باشد.

استفاده از قالب‌های ماندگار همچون قالب‌های پلی‌استایرن، با توجه به مسائل ایمنی و محیط زیستی مجاز نیست؛ به جز در قالب‌بندی درزهای انبساط که ترکیبی از قالب‌های چوبی، فلزی و پلی‌استایرن منبسط‌شونده بوده و شرایط آن مطابق جزییات اجرایی مندرج در اسناد فنی است.

۶-۴-۳- آماده‌سازی سطوح قالب

سطح داخلی قالب‌ها باید با مواد مناسب درزبندی و اندود شده و سپس با استفاده از مواد رهاساز (روغن قالب) پوشش داده شوند. استفاده از هرگونه موادی که تأثیری نامطلوب بر سطح بتن داشته باشند، مجاز نیست. مواد رهاساز باید به نحوی به کار برده شوند که بدون آلوده شدن میلگردها، روی سطوح قالب لایه‌ای یکنواخت و نازک به وجود آورند. اندود قالب باید پیش از کار گذاشته شدن میلگردها به کار برده شود و مقدار اندود، باید به میزانی باشد که روی میلگردها یا درزهای ساخت بتن جاری نشود.

در صورت آلوده شدن میلگردها به مواد رهاساز، چسبندگی میلگرد و بتن تأمین نمی‌شود. در این صورت باید پیش از بتن‌ریزی، ناحیه مورد نظر با استفاده از حلال مناسب، کاملاً تمیز و خشک گردد.

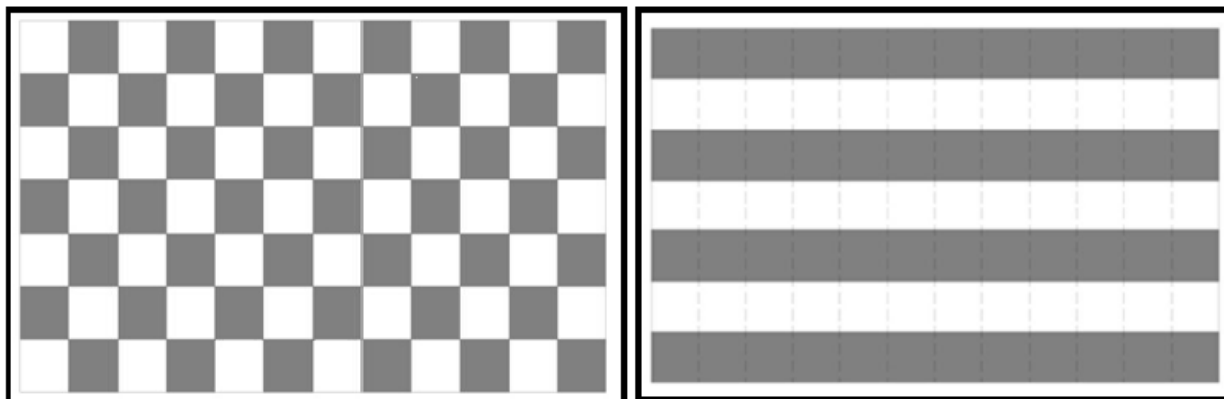
درون قالب‌ها باید کاملاً تمیز و عاری از مواد زائد باشد. در مواردی که دسترسی به کف قالب‌ها دشوار یا غیرممکن است، باید با تعبیه دریچه‌های بازدید و کف‌شوی‌های قالب، امکان تمیزکردن قالب قبل از بتن‌ریزی فراهم گردد. اجرای قالب‌ها باید با درز ساخت، درز جداکننده، درز انقباض یا جمع‌شدگی هماهنگ باشد. همچنین در صورت نیاز به نوار آب‌بند، باید نصب آن در دستور کار قرار گیرد.

توصیه می‌شود از قالب‌های فولادی به‌منظور رسیدن به رده سطوح بتنی F4 برای سطوح داخلی دیوارهای بتنی مخازن آب زمینی استفاده گردد. برای دستیابی به سطح F4، اندازه درز و اختلاف سطح دو صفحه کنار هم نباید از ۵ میلی‌متر بیش‌تر باشد. سطوح قالب‌بندی نشده در تماس با آب مانند کف‌های مخازن، باید کیفیت سطح تمام شده U4 را داشته باشند. در این وضعیت سطح بتن ابتدا توسط تخته ماله و سپس توسط ماله فلزی پروانه‌ای در سطحی نزدیک به بتن لیس‌ه‌ای، پرداخت شود.

پرداخت سطوح قالب‌بندی نشده بتن، باید توسط کارگران ماهر انجام شود. پیمانکار باید برنامه پرداخت‌کاری سطوح قالب‌بندی نشده بتن را قبل از اجرا، به مهندس ناظر اطلاع دهد. پرداخت‌کاری سطوح بتن، باید با حضور مهندس ناظر انجام شود، مگر این‌که در موارد خاصی مهندس ناظر آن را لازم نداند. سطوحی که در معرض بارندگی قرار می‌گیرند یا برای تخلیه و شستشوی آب‌های کف و سقف (حاصل از بارندگی) مخازن بتنی آب زمینی استفاده می‌شوند، باید طبق نقشه‌ها یا دستور مهندس ناظر شیب داده شوند.

۶-۴-۴- ترتیب بتن‌ریزی در سطوح وسیع

به منظور سهولت دسترسی در زمان بتن‌ریزی و فراهم آمدن امکان قرارگیری درزهای اجرایی در مکان تعیین شده، بهتر است از روش بتن‌ریزی نواری استفاده شود. در این رابطه بتن‌ریزی به صورت شطرنجی توصیه نمی‌شود (شکل ۶-۲).



شکل ۶-۲- نحوه بتن‌ریزی در سطوح وسیع

۶-۴-۵- قالب‌بندی درزهای مخازن

در محل درزهای انبساطی و اجرایی با توجه به وجود میلگردهای برشی^۱ و نوار آب‌بند، لازم است قالب‌ها به نحوی اصلاح شوند که امکان خروج شیره بتن از درزها ممکن نباشد. به‌هیچ‌وجه نباید نوارهای آب‌بند محل درزها، تا شوند. استفاده از رابیتس در قالب‌بندی خصوصاً در محل درزهای انبساط و اجرایی ممنوع است.

«فاصله نگه‌دارها» یا لقمه‌ها باید در محل‌های مورد نظر، به تعداد کافی نصب شده باشند و در حین بتن‌ریزی از جای خود حرکت نکنند. کیفیت لقمه‌های از جنس بتن یا ملات، باید ضوابط مندرج در فصل ۶ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) را برآورده نماید. برای آشنایی بیشتر با روش قالب‌بندی درزهای مخازن، به نشریه ۱۲۳ مراجعه گردد.

۶-۴-۶- پایه‌های اطمینان

رعایت ضوابط بند ۹-۶-۲ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در برداشتن پایه‌های اطمینان الزامی است.

۶-۴-۷- قالب‌برداری

حداقل مقاومت لازم بتن، برای باز کردن قالب‌های اعضای خمشی و پایه‌های اطمینان آن‌ها، باید توسط مهندس ناظر مشخص شود. در مواردی که حداقل مقاومت آزمون‌های آگاهی تعیین نشده باشد، مقدار پیش‌فرض آن برای باز کردن قالب‌های اعضای خمشی برابر ۷۰ درصد مقاومت مشخصه و برای پایه‌های اطمینان برابر ۹۰ درصد مقاومت مشخصه فرض گردد. از جدول (۵-۹) نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) نیز می‌توان به عنوان مقادیر پیش‌فرض استفاده نمود. قالب‌برداری باید مطابق الزامات ذکر شده در بند ۹-۶-۲ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) انجام شود.

۱- Dowel Bar

۵-۶- میان بولت

برای جلوگیری از بازشدگی قالب دیوارهای مخازن آب زمینی هنگام بتن ریزی، برای حذف سوراخ بولت نگهدارنده قالب و آببند کردن آن، از میان بولت استفاده می شود. میان بولت اغلب از فولاد (فنری)، چدن و پلاستیک ساخته می شود. در شکل (۳-۶) انواع میان بولت از نظر جنس نشان داده شده است.



شکل ۳-۶- انواع متداول میان بولت از نظر جنس

۵-۶-۱- میان بولت چدنی

این نوع از میان بولت از جنس چدن داکتایل (چدن نشکن) است و پس از بتن ریزی در داخل بتن مدفون می ماند. اغلب طول آن ها ۱۲ سانتی متر و قطر بشقابی وسط ۸ سانتی متر است.

۵-۶-۲- میان بولت فنری یا فلزی

این نوع از میان بولت از جنس فولاد و یا فنر است. جنس فولادی می تواند به صورت تسمه ای یا میلگردی ساخته شود. میان بولت با جنس فنری، در دو مدل دنده درشت و دنده ریز مورد استفاده قرار می گیرد. فنرهای دنده درشت با بولت های معمولی بسته می شوند. ولی فنرهای دنده ریز باید با بولت های مخصوص دنده ریز بسته شوند. این نوع میان بولت، اغلب با طول ۶ سانتی متر ساخته می شود. اجزای تشکیل دهنده میان بولت فنری یا فلزی عبارت است از:

الف- فنر میان بولت (با طول ۵ الی ۱۰ سانتی متر)

ب- تسمه یا میلگرد

پ- ورق دایره ای به قطر ۷ سانتی متر و ضخامت ۳ میلی متر

برای ساخت این نوع میان بولت در دیوارهایی با ضخامت کم، از تسمه و در دیوارهای با ضخامت های بیش تر، از میلگرد استفاده می شود.

۶-۵-۳- میان بولت های پلاستیکی

میان بولت آب بند پلاستیکی در وسط دیوار قرار داده شده و بولت از داخل آن رد می شود. بعد از بتن ریزی و باز کردن قالب دیوار، عمل آب بندی انجام می پذیرد. این میان بولت متشکل از قطعات زیر است:

الف- مخروطی (۲ عدد در هر میان بولت)

ب- رابط (۲ عدد در هر میان بولت)

پ- لوله آجدار از جنس PVC

ت- آب بند کننده لاستیکی ساده (۱ عدد در هر میان بولت)

ج- آب بند کننده لاستیکی لبه دار (۲ عدد در هر میان بولت)

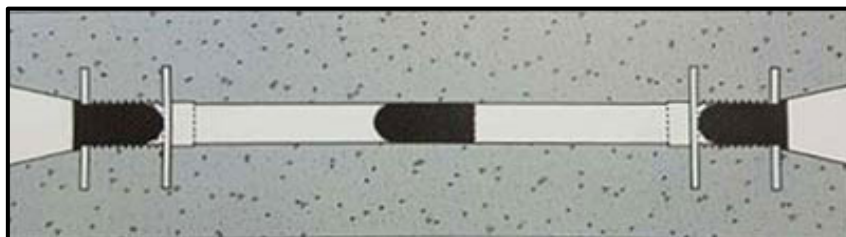
در شکل (۶-۴) میان بولت پلاستیکی کار گذاشته شده در دیوار بتنی نشان داده شده است.



شکل ۶-۴- میان بولت کار گذاشته شده در داخل دیوار بتنی

۶-۵-۴- مراحل اجرای میان بولت

قبل از اجرا، باید نوع و کیفیت میان بولت ها به تأیید دستگاه نظارت برسد. میان بولت های پلاستیکی کاربرد زیادی در ساخت مخازن بتنی ذخیره آب زمینی دارد. در صورت استفاده از میان بولت های فلزی و چدنی، رعایت دستورالعمل نصب کارخانه سازنده، الزامی است. به طور کلی برای اجرای میان بولت پلاستیکی، ابتدا میان بولت نصب شده و بتن ریزی انجام می شود. پس از باز کردن سیستم قالب بندی، مخروطی های دو طرف از سیستم میان بولت جدا شده، یک استاپر ساده به داخل لوله هدایت شده و دو استاپر لبه دار از دو طرف در داخل دو سر لوله نصب می شود. در انتها، حفره باقی مانده از خروج مخروطی های پلاستیکی، مطابق شکل (۶-۵) توسط گروت پر می شود.



شکل ۶-۵- مراحل نصب میان بولت های پلاستیکی

۶-۶-۶ میلگردگذاری

۶-۶-۱- بریدن و خم کردن میلگرد

برای بریدن میلگردها باید از دستگاه های مکانیکی استفاده کرد. در صورت استفاده از دیگر روش ها، باید اندازه برش و روش آن به تأیید دستگاه نظارت برسد.

عملیات خم کردن میلگرد باید توسط دستگاه های مکانیکی دارای فک خم با شعاع استاندارد، به صورت سرد و با آهنگ یکنواخت انجام گیرد. برای خم سیم های آجدار باید آهنگ خم شدن متناسب با رده فولاد مصرفی و دمای محیط، با روش سعی و خطا در کارگاه به دست آید. در هنگام خم کاری میلگرد باید کنترل های ناشی از ترک خوردگی انجام شود. خم کاری در دمای زیر ۵ درجه سانتی گراد مجاز نیست. خم کردن میلگردهایی که یک طرف آن ها در بتن مدفون شده است (میلگردهای انتظار) مجاز نیست. همچنین باز و بسته کردن میلگردهای خم شده مجاز نیست، مگر با تأیید دستگاه نظارت و با کنترل ترک خوردگی سطحی فولاد.

۶-۶-۲- الزامات فنی و اجرایی

الزامات فنی و اجرایی اشاره شده در بند ۳-۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) باید در میلگردگذاری مخازن بتنی آب زمینی رعایت گردند. همچنین الزامات فنی و اجرایی اشاره شده در بند ۴-۵ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) باید در اقلام جایگذاری شده در بتن مخازن آب زمینی رعایت گردند. هنگام میلگردگذاری، میلگردها باید تمیز و عاری از زنگ، پوسته شدگی، چربی، روغن، ملاط سیمان، شن و خاک باشد. میلگردها باید طبق مشخصات نقشه های اجرایی در محل خود نصب شده و به کمک سیم، لقمه های ماسه سیمانی و یا خرک های فلزی به مقدار کافی، به گونه ای مهار شوند که امکان جابه جایی آن ها قبل یا در حین بتن ریزی وجود نداشته باشد. ابعاد و مشخصات لقمه های ماسه سیمانی و خرک های فلزی باید مورد تأیید مهندس ناظر باشد.

لقمه ماسه سیمانی باید دارای سیم مفتولی باشد که برای بستن و مهار کردن لقمه، به میلگردهای اصلی مورد استفاده قرار گیرد. این مفتول ها پس از اتمام کار بایستی کاملاً در داخل بتن مدفون بوده و با سطح بیرونی تماس نداشته باشند. استفاده از لقمه های فولادی که قسمتهایی از آن ها پس از قالب برداری قابل رؤیت بوده و در معرض خطر زنگ زدگی قرار دارد، مجاز نیست. ملاط مورد مصرف در لقمه های ماسه سیمانی، باید با کیفیت بتن اصلی هماهنگ بوده و اگر لقمه ها در

معرض دید هستند، هم‌رنگ آن باشد. استفاده از قطعات سنگ، فلز یا چوب برای نگهداری میلگردها و تأمین پوشش بتن ممنوع است. تمام لقمه‌ها باید به طریق مناسب به‌گونه‌ای در محل خود ثابت شوند که امکان جابه‌جایی آن‌ها در حین بتن‌ریزی وجود نداشته باشد و باید طوری قرار داده شوند که از بتن بیرون نزنند و به‌هیچ‌وجه موجب تغییر رنگ یا فساد بتن نشوند.

برای بستن میلگردهای متقاطع به یکدیگر، استفاده از جوش کاری مجاز نیست، مگر در مورد میلگردهای جوش‌پذیر و با تأیید دستگاه نظارت. استفاده از جوش سربه‌سر (فورجینگ) در صورت رعایت ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره ۲۲۴۴۲ بلامانع است.

لازم است نهایت دقت برای کنترل پوشش بتنی میلگردها، در زمان میلگردگذاری به عمل آید. عدم رعایت پوشش کافی میلگردها در مخازن بتنی می‌تواند خسارت‌های فراوانی به وجود آورد.

میلگردگذاری و یا جابه‌جایی میلگردها در حین بتن‌ریزی تحت هیچ شرایطی مجاز نیست. قالب‌بندی با قالب‌های لغزان و میلگردگذاری هم‌زمان از این ضابطه مستثنا است.

پس از پایان عملیات میلگردگذاری نباید هیچ یک از اجزای فولادی با سطح بیرونی بتن در تماس قرار بگیرد و رعایت حداقل پوشش برای کلیه قطعات فولادی (میلگردها، خرک‌ها، فاصله نگهدارها، مفتول‌های آرماتور یا قالب‌بندی) الزامی است.

۶-۳- وظایف پیمانکار

پیمانکار موظف است قبل از هر نوبت بتن‌ریزی، تأیید مهندس ناظر را در مورد وضعیت میلگردها کسب کند. باید بازرسی‌ها توسط مهندس ناظر به طور مرتب انجام‌شده و موارد زیر کنترل گردند:

الف- نحوه حمل و انبار کردن میلگردها

ب- نحوه اتصال و جوش دادن میلگردها

ج- محل، ابعاد و رقوم قالب‌ها قبل از میلگردگذاری

د- نصب و جای گذاری میلگردها به لحاظ قطر، تعداد، شکل، نوع و فواصل بین آن‌ها

رعایت بند ۴-۳ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در مورد تهیه، حمل و نصب میلگردها در بتن مسلح الزامی است. اتمام عملیات میلگردگذاری باید حداقل ۲۴ ساعت قبل از بتن‌ریزی به اطلاع و تأیید دستگاه نظارت برسد.

۶-۷- بتن‌ریزی

رعایت ضوابط بند ۷-۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) برای انتقال بتن و بتن‌ریزی مخازن آب زمینی الزامی است.

حداکثر زمان مجاز برای عملیات بتن‌ریزی شامل انتقال، بتن‌ریزی و تراکم، در دمای محیطی کم‌تر از ۲۵ درجه سلسیوس، ۲ ساعت پس از ساخت بتن است. در دمای بالاتر از ۲۵ درجه، این زمان باید به ۱/۵ ساعت محدود شود. بتن‌ریزی خارج از برنامه زمان‌بندی و محدوده درزهای اجرایی از قبل مشخص‌شده، مجاز نیست، مگر با دستور کار و تأیید دستگاه نظارت.

با توجه به اجرای کانال زهکش در زیر درزهای اجرایی، تغییر محل درز اجرایی در فونداسیون به هیچ‌وجه مجاز نیست. پیمانکار باید ظرفیت انبار مصالح، ساخت و حمل حداقل ۴۰ مترمکعب را به طور پیوسته داشته باشد. قبل از بتن‌ریزی باید حجم مورد نیاز برای محدوده حداقل یک درز اجرایی آماده و موجود باشد و سپس اقدام به بتن‌ریزی گردد. حداکثر ضخامت لایه افقی قابل بتن‌ریزی در هر محدوده درز اجرایی به ۶۰ سانتی‌متر محدود می‌شود.

۸-۶- عمل‌آوری بتن و کنترل کیفیت عمل‌آوری

عمل‌آوری بتن به مجموعه‌ای از اقدامات یا تدابیری گفته می‌شود که برای رسیدن به مقاومت و دوام مورد نظر، باید بر روی بتن ریخته و متراکم شده انجام شود. این اقدامات شامل مراحل زیر است:

الف- مرحله اولیه یا مرحله محافظت

ب- مرحله نهایی یا مرحله مراقبت

۸-۶-۱- الزامات عمومی عمل‌آوری

عمل‌آوری بتن مخازن آب زمینی باید مطابق ضوابط فصل هفتم نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) صورت پذیرد، مگر اینکه در مدارک فنی پیمان، شرایط دیگری مدنظر باشد. برای عمل‌آوری بتن‌های خودتراکم، توصیه می‌شود از «عمل‌آوری میانی» مطابق شرح تفسیر ۷-۷-۲ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) استفاده گردد.

ایجاد حوضچه روی سطح یا آب بستن روی بتن، به دلیل حل تدریجی آهک هیدراته خمیر سیمان و خروج آن از بتن، توصیه نمی‌شود.

در صورت استفاده از روش مستقیم رطوبت‌رسانی، توصیه می‌شود از روش آب‌پاشی معرفی‌شده در بند ۷-۷-۳-پ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) استفاده گردد.

در صورت استفاده از روش رطوبت‌رسانی غیرمستقیم توسط پارچه کنفی (چتایی) باید قبل از استفاده، پارچه‌های کنفی کاملاً شسته و آبکشی شده تا اسیدهای گیاهی موجود احتمالی از بین برود. توصیه می‌شود برای جلوگیری از تغییر ناگهانی رطوبت، چتایی تا پایان مدت عمل‌آوری در محل خود، روی بتن باقی بماند. استفاده از بافته پنبه‌ای یا حصیر، کاه، پوشال، خاکاره و ماسه یا خاک، با توجه به احتمال واکنش شیمیایی به بتن، توصیه نمی‌شود.

با توجه به کم بودن نسبت آب به سیمان (کم‌تر از ۰/۴۵) در بتن‌های مصرفی مخازن آب زمینی، استفاده از روش‌های

حفظ رطوبت یا عایق رطوبت، برای جلوگیری از آسیب دیدگی دوام بتن مصرفی، توصیه نمی‌شود. همچنین استفاده از مواد غشاساز به دلیل استفاده از بتن‌های پرمقاومت در ساخت مخازن آب زمینی، مجاز نیست.

تهیه تمامی تجهیزات و لوازم مورد نیاز برای عمل‌آوری صحیح بتن، به عهده پیمانکار است.

در ارتباط با مدت یا شیوه عمل‌آوری بتن، در مواردی که دستگاه نظارت تشخیص دهد باید قبل از اجرای بتن، آزمایش‌هایی برای کنترل کفایت عمل‌آوری انجام شود. این آزمایش‌ها باید بر روی بتن عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد و همچنین در شرایط واقعی کارگاهی، مطابق نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) انجام شوند.

عبور و مرور کارگران بر روی قطعات بتنی تازه، تا ۲۴ ساعت بعد از اتمام بتن‌ریزی مجاز نیست، پیمانکار باید تدابیر لازم را در این موارد برای عبور و مرور کارگران فراهم نماید.

با توجه به ارتفاع دیوارهای متداول در مخازن آب زمینی، توصیه می‌شود از بتن‌ریزی به روش لوله‌ترمی استفاده گردد. جزییات این روش در نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور ارائه شده است.

۶-۸-۲- مدت عمل‌آوری

مدت عمل‌آوری نهایی یا مراقبت بتن، به عواملی از جمله نوع مواد سیمانی، آهنگ کسب مقاومت، دمای سطح بتن و هوای مجاور، شرایط محیطی پس از پایان دوره عمل‌آوری و همچنین اهمیت بتن و سازه، به‌ویژه از نقطه‌نظر دوام، بستگی دارد. همچنین مدت عمل‌آوری برای بتن مخازن آب زمینی، باید منطبق با بند ۷-۷-۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) باشد.

۶-۸-۳- پروراندن بتن

پروراندن بتن عملیاتی است که منجر به افزایش دمای سطح بتن در هوای سرد می‌شود. پروراندن باید مطابق الزامات بند ۷-۷-۵ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) انجام پذیرد.

استفاده از روش پروراندن خشک به کمک بخاری، به دلیل ایجاد گازهای ناشی از سوختن گاز طبیعی، کربناته شدن بتن و خوردگی میلگرد، توصیه نمی‌شود؛ مگر آن که گازهای خروجی توسط دودکش‌های فن‌دار از محیط خارج شوند.

در دمای بتن بالاتر از ۱۵ درجه سلسیوس، باید همراه عمل‌آوری حرارتی (پروراندن)، عملیات رطوبت‌رسانی نیز انجام پذیرد.

۶-۹- بتن‌ریزی در هوای گرم

توصیه می‌شود برای دستیابی به بتن پایا و با دوام، دمای محیط در هنگام بتن‌ریزی بین ۲۴ الی ۳۸ درجه باشد.

در مواردی که دمای بتن در زمان بتن‌ریزی بیش‌تر از ۳۲ درجه سلسیوس باشد، شرایط هوای گرم حاکم است. در این صورت باید الزامات مندرج در بند ۷-۱۱ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در ساخت بتن و

بتن‌ریزی رعایت شوند. در صورت تأیید مهندس ناظر، توصیه‌های نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور در بتن‌ریزی مخازن آب زمینی در هوای گرم مورد استفاده قرار گیرند.

۶-۱۰- بتن‌ریزی در هوای سرد

در مواردی که دمای محیط کمتر از ۵+ درجه سانتی‌گراد باشد و یا احتمال برود که در مدت حفاظت از بتن، دمای هوا به کمتر از این مقدار برسد، باید الزامات بند ۷-۱۰ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) رعایت شود. هوای سرد به هوایی اطلاق می‌گردد که برای حداقل ۳ روز متوالی دو شرط زیر برقرار باشد:

الف- متوسط دمای هوای روزانه کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد باشد.

ب- در هر ۲۴ ساعت دمای هوا برای مدت بیش‌تر از ۱۲ ساعت، از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر نرود.

بتن‌ریزی نباید در دمای کمتر از ۱۵- درجه سلسیوس انجام شود، مگر آنکه دستگاه نظارت آن را با رعایت تمهیدات خاص، مجاز بداند.

عملیات پرداخت سطح در هوای سرد، باید با دقت بیش‌تری انجام پذیرد. لبه‌ها و گوشه‌های اعضای بتنی در معرض افت دمای بیش‌تر و احتمال یخ‌زدگی هستند و باید توجه بیش‌تری به آن‌ها نمود.

همه وسایل و تجهیزات بتن‌ریزی در هوای سرد، باید در کارگاه موجود باشند. این موارد شامل دماسنج مخصوص، پوشش محافظتی بتن، وسایلی برای محفوظ کردن فضای اطراف بتن و وسایل گرمایشی است. قبل از تهیه این وسایل و تأییدیه دستگاه نظارت، نباید عملیات بتن‌ریزی شروع گردد.

واحدهای حرارت دهنده باید دارای تهویه باشند و بتن را به صورت موضعی گرم و یا خشک نکنند. باید گاز CO₂ تولیدشده در حرارت‌دهی، از اطراف بتن دور نگه داشته و تهویه شود. برای جلوگیری از تماس آتش با بتن نیز باید تدابیری در نظر گرفته شود. در هوای سرد، باید مخلوط‌های بتن با اسلامپ کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر ریخته شوند.

۶-۱۱- بتن‌ریزی در شرایط خاص

در صورت وجود شرایط خاص در بتن‌ریزی مخازن (همچون بتن‌ریزی حجیم، زیر آب، عمق زیاد، شیب‌های تند و ...) باید الزامات اجرایی در مشخصات فنی خصوصی درج گردند. در صورت وجود ابهام، پیمانکار باید ابتدا به مراجع معتبر مراجعه نماید و در صورت عدم رفع ابهام، شرایط بتن‌ریزی را از دستگاه نظارت پروژه استعلام نماید. در هر صورت تأیید مهندس ناظر برای آن فعالیت خاص لازم است.

فصل ۷

آزمایش‌های استاندارد سنگ‌دانه‌ها،

میلگرد و بتن

۷-۱- مقدمه

مرجع مورد استفاده برای انجام آزمایش بر روی مصالح مصرفی، استانداردهای ملی ایران است و در صورت عدم ارائه جزییات مورد نیاز در استانداردهای ملی، به سایر استانداردهای معتبر بین‌المللی مراجعه می‌شود. در مواردی که در مشخصات فنی خصوصی پروژه در خصوص آزمایش‌های مصالح، موردی ذکر شده باشد، لازم است با موارد این مشخصات فنی عمومی مطابقت داشته باشد. در این فصل برخی آزمایش‌های قابل انجام بر روی مصالح مصرفی ساخت مخازن زمینی، به تفکیک مصالح ارائه شده‌اند.

۷-۲- سنگ‌دانه

تعدادی از استانداردهای مربوط به سنگ‌دانه، به شرح جدول (۷-۱) است.

جدول ۷-۱- استانداردهای سنگ‌دانه

شماره استاندارد	تاریخ ویرایش	عنوان
۳۰۲	۱۳۹۹	سنگ‌دانه‌های بتن - ویژگی‌ها
۴۴۹	۱۳۹۵	سنگ‌دانه - سلامت سنگ‌دانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم - روش آزمون
۱۶۸۵	۱۳۹۹	خاک - تعیین مقدار هم ارز ماسه‌ای برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه - روش آزمون
۴۹۷۷	۱۴۰۱	سنگ‌دانه‌ها - دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های ریز و درشت - روش آزمون
۴۹۷۸	۱۴۰۰	سنگ‌دانه‌ها - تعیین کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست - روش آزمون
۴۹۷۹	۱۴۰۱	سنگ‌دانه - ناخالصی‌های آلی سنگ‌دانه‌های ریز مورد مصرف در بتن - روش آزمون
۴۹۸۵	۱۳۹۶	سبکدانه‌ها برای بتن سازه‌ای - ویژگی‌ها
۷۶۵۶	۱۳۹۲	بتن - اندازه‌گیری پتانسیل واکنش قلیایی سنگ‌های کربناتی به‌عنوان سنگ‌دانه بتن با استفاده از روش استوانه سنگی - روش آزمون
۸۱۴۹	۱۳۹۲	سنگ‌دانه - قابلیت انبساط‌پذیری به روش بررسی تغییر طول منشورهای بتنی، ناشی از واکنش سنگ‌دانه‌ها با قلیایی‌ها - روش آزمون
۸۴۴۷	۱۳۹۶	سنگ‌دانه‌ها - مقاومت سنگ‌دانه درشت بزرگ اندازه در برابر سایش و ضربه در دستگاه لس‌آنجلس - روش آزمون
۸۷۵۳	۱۳۸۵	سنگ‌دانه - قابلیت واکنش سنگ‌دانه‌ها با قلیایی‌ها به روش ملاط منشوری تسریع شده - روش آزمون
۱۱۲۶۷	۱۳۹۴	سنگ‌دانه - نمونه‌برداری از سنگ‌دانه‌ها - آیین کار
۱۳۵۵۲	۱۳۸۹	سنگ‌دانه - سنگ‌شناسی سنگ‌دانه‌ای بتن - روش آزمون
۱۳۷۶۵	۱۳۸۹	سنگ‌دانه‌های بتن - فراوری و تحویل - راهنما
۱۴۸۷۵	۱۳۹۱	سبکدانه - قسمت ۱- سبکدانه‌ها برای بتن، ملاط و گروت
۱۷۱۰۶	۱۳۹۲	سنگ‌دانه - تعیین پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی - سیلیسی ترکیبات مواد سیمانی و سنگ‌دانه (روش منشور ملاط تسریع شده) - روش آزمون
۱۷۳۰۸	۱۳۹۲	بتن - مقاومت سایشی سطوح افقی - روش آزمون
۱۰۴۴۷-۱۰	۱۳۹۷	سنگ‌دانه‌ها - خصوصیات هندسی - قسمت ۱۰: ارزیابی نرمی - دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های پرکننده (الک‌کردن با جریان سریع هوا) - روش آزمون
۱۰۴۴۷-۱۱	۱۳۹۶	سنگ‌دانه‌ها - آزمون‌های خواص هندسی - قسمت ۱۱: طبقه‌بندی مواد تشکیل‌دهنده سنگ‌دانه درشت بازیافتی - روش آزمون
۱۰۴۴۷-۶	۱۳۹۶	سنگ‌دانه‌ها - آزمون‌های خواص هندسی - قسمت ۶: ارزیابی مشخصه‌های سطحی - ضریب جریان سنگ‌دانه‌ها - روش آزمون
۱۰۴۴۷-۷	۱۳۹۷	سنگ‌دانه‌ها - خصوصیات ساختاری - قسمت ۷: تعیین درصد میزان پسته نرم‌تنان در سنگ‌دانه درشت - روش آزمون
۱۰۴۴۷-۹	۱۳۹۵	سنگ‌دانه‌ها - آزمون‌های خصوصیات ساختاری - قسمت ۹- تعیین نرمه به روش آزمون متیلن بلو
۱۴۸۷۵-۱	۱۳۹۱	سبکدانه - قسمت ۱- سبکدانه‌ها برای بتن، ملاط و گروت
۴۴۶	۱۴۰۰	سنگ‌دانه‌ها - تعیین مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر (نمره ۲۰۰) در سنگ‌دانه‌های معدنی با شستشو - روش آزمون

۷-۳- سیمان

تعدادی از استانداردهای مربوط به سیمان مصرفی در ساخت مخازن زمینی به شرح جدول (۷-۳) است.

جدول ۷-۳- استانداردهای سیمان مصرفی

شماره استاندارد	تاریخ ویرایش	عنوان
۳۸۹	۱۳۹۹	سیمان پرتلند - ویژگی‌ها
۱۶۹۲	۱۳۸۲	سیمان‌های هیدرولیکی روش‌های آزمون شیمیایی اندازه‌گیری عناصر اصلی
۱۶۹۵	۱۳۸۱	سیمان‌های هیدرولیکی روش‌های آزمون شیمیایی تعیین سدیم اکسید و پتاسیم اکسید
۲۷۶۱	۱۳۶۷	آیین کاربرد حفاظت و انبار کردن سیمان در کارگاه ساختمانی
۳۴۳۲	۱۳۸۰	ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی
۳۴۳۳	۱۳۷۳	ویژگی‌های پوزولان‌های طبیعی
۳۵۱۷	۱۳۷۳	ویژگی‌های سیمان‌های سرباره‌ای
۴۲۲۰	۱۳۸۴	سیمان پرتلند آهکی - ویژگی‌ها
۱۱۷۹۰	۱۳۸۷	سیمان هیدرولیکی - تعیین پتانسیل انبساط ملاط‌های سیمان پرتلند در معرض سولفات - روش آزمون
۱۶۴۸۱	۱۳۹۲	سیمان پرتلند زیولیتی - ویژگی‌ها
۱۷۱۰۷	۱۳۹۹	ملاط - تغییر طول ملاط‌های سیمان هیدرولیکی در معرض محلول سولفات - روش آزمون

۷-۴- آب

برخی از استانداردهای مربوط به آب مصرفی در ساخت مخازن زمینی، به شرح جدول (۷-۳) است.

جدول ۷-۳- استانداردهای آب مصرفی

شماره استاندارد	تاریخ ویرایش	عنوان
۲۳۵۰	۱۳۹۱	کیفیت آب - اندازه‌گیری یون کلرید در آب
۲۳۵۳	۱۳۹۲	کیفیت آب - اندازه‌گیری یون سولفات در آب
۸۶۵۲	۱۳۸۴	کیفیت آب - تعیین مجموع کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با EDTA
۱۳۴۶۷	۱۳۸۹	کیفیت آب - اندازه‌گیری سولفات‌ها - روش تحلیل جریان پیوسته (CFA)
۱۴۷۴۸	۱۳۹۰	آب اختلاط بتن
۱۲۳۰۰-۱	۱۳۸۸	کیفیت آب - تعیین آنیون‌های محلول با استفاده از کروماتوگرافی یونی - قسمت اول - تعیین برمید، کلرید، فلورید، نیترات، نیتریت، فسفات و سولفات
۱۲۳۰۰-۳	۱۳۹۰	کیفیت آب - تعیین آنیون‌های محلول با کروماتوگرافی یونی - قسمت ۳- تعیین کرومات - یدید - سولفیت - تیوسیانات و تیوسولفات
۱۲۳۰۰-۴	۱۳۹۰	کیفیت آب - تعیین آنیون‌های محلول با کروماتوگرافی یونی - قسمت ۴- تعیین کلرات - کلرید و کلریت در آب با آلودگی کم

۷-۵- افزودنی‌های بتن

برخی از استانداردهای مربوط به افزودنی‌های بتن در ساخت مخازن زمینی، به شرح جدول (۷-۴) است.

جدول ۷-۴- استانداردهای مواد افزودنی بتن

شماره استاندارد	تاریخ ویرایش	عنوان
۲۹۳۰-۱	۱۳۹۲	افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب - قسمت ۱- الزامات مشترک
۲۹۳۰-۲	۱۳۹۲	افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب - قسمت ۲- افزودنی‌های بتن - ویژگی‌ها
۲۹۳۰-۳	۱۳۹۲	افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب - قسمت ۳- افزودنی‌های ملاط بنایی - ویژگی‌ها
۲۹۳۰-۴	۱۳۹۲	افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب - قسمت ۴- افزودنی‌های دوغاب برای تاندون‌های پیش‌تension - ویژگی‌ها
۲۹۳۰-۵	۱۳۹۲	افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب - قسمت ۵- افزودنی‌های بتن پاششی - ویژگی‌ها
۲۹۳۰-۶	۱۴۰۰	مواد افزودنی بتن، ملاط و روان ملاط (گروت)- قسمت ۶: نمونه‌برداری، ارزیابی و تصدیق پایداری عملکرد
۱۳۲۷۸	۱۳۹۵	دوده سیلیس (میکروسیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها
۲۱۳۱۹-۱	۱۳۹۵	پودر سرباره دانه‌ای کوره بلند برای استفاده در بتن، ملاط و روان ملاط سیمان - قسمت ۱- تعاریف، ویژگی‌ها و معیار انطباق
۲۱۳۱۹-۲	۱۳۹۵	پودر سرباره دانه‌ای کوره بلند برای استفاده در بتن، ملاط و روان ملاط سیمان - قسمت ۲- ارزیابی انطباق

۷-۶- میلگرد

تعدادی از استانداردهای مربوط به میلگرد در ساخت مخازن زمینی، به شرح جدول (۷-۵) است.

جدول ۷-۵- استانداردهای میلگرد مصرفی

شماره استاندارد	تاریخ ویرایش	عنوان
۳۱۳۲	۱۳۹۲	میلگردهای فولادی گرم نوردیده برای تسلیح بتن - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
۱۱۵۵۸	۱۳۸۷	میلگردهای سرد نوردیده مورد مصرف جهت تسلیح بتن و ساخت شبکه‌های جوش‌شده - ویژگی‌ها
۱۸۶۸۰-۱	۱۳۹۲	فولاد برای تسلیح بتن - میله‌های دارای کلگی - قسمت ۱- الزامات
۱۸۶۸۰-۲	۱۳۹۲	فولاد برای تسلیح بتن - میله‌های دارای کلگی - قسمت ۲- روش‌های آزمون

۷-۷- بتن

برخی از استانداردهای مربوط به بتن مصرفی در ساخت مخازن زمینی، به شرح جدول (۷-۶) است.

جدول ۷-۶- استانداردهای بتن مصرفی و ماشین‌آلات

شماره استاندارد	تاریخ ویرایش	عنوان
۴۹۰	۱۳۹۸	بتن - مقاومت خمشی بتن (با استفاده از تیر ساده با بارگذاری در نقاط یک‌سوم)- روش آزمون
۶۰۴۳	۱۳۹۴	بتن - بتن ساخته شده با پیماننه حجمی و اختلاط پیوسته - ویژگی
۶۰۴۴	۱۳۹۷	بتن آماده - ویژگی‌ها
۶۰۴۸	۱۳۹۵	بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای - روش آزمون
۸۱۲۹	۱۳۸۲	بتن ساخت نمونه‌های استوانه‌ای و منشوری جهت تعیین مقاومت و چگالی بتن پیش‌آکنده در آزمایشگاه آیین کار
۸۹۴۶	۱۳۸۵	بتن - اندازه‌گیری کلرید محلول در اسید در ملاط و بتن سخت شده - روش آزمون
۸۹۴۷	۱۳۸۵	بتن - اندازه‌گیری کلرید محلول در آب در ملاط و بتن سخت شده - روش آزمون
۹۶۰۱	۱۳۸۶	بتن آماده - فهرست بازرسی و کنترل کیفیت تجهیزات تولید بتن آماده
۹۶۰۲	۱۳۸۶	بتن آماده - فهرست بازرسی و کنترل ماشین‌آلات تحویل بتن آماده

ادامه جدول ۶-۷- استانداردهای بتن مصرفی و ماشین آلات

شماره استاندارد	تاریخ ویرایش	عنوان
۱۱۲۷۰	۱۳۹۸	بتن - اندازه گیری جریان اسلامپ بتن خودتراکم - روش آزمون
۱۱۲۷۱	۱۳۹۸	بتن - اندازه گیری قابلیت عبور بتن خودتراکم با استفاده از حلقه J- روش آزمون
۱۲۳۵۵	۱۳۹۸	بتن - اندازه گیری میزان جدایشی استایلی بتن خودتراکم با استفاده از روش فنی ستون - روش آزمون
۱۲۳۰۶	۱۳۸۸	بتن - تهیه و آزمون نمونه های مغزه گیری شده و تیرهای اره شده بتنی - روش آزمون
۱۳۵۸۴	۱۳۸۹	بتن - کلاهک گذاری آزمون های استوانه ای - آیین کار
۱۵۴۲۸	۱۳۹۶	هدایت الکتریکی حجمی بتن سخت شده - روش آزمون
۱۷۰۴۱	۱۳۹۲	بتن - مقاومت در برابر پوسته پوسته شدن سطحی بتن در مقابل مواد شیمیایی یخ زده - روش آزمون
۱۷۰۷۴	۱۳۹۷	انبساط و آب انداختگی روان ملاط های تازه مخلوط شده برای بتن پیش آکنده در آزمایشگاه - روش آزمون
۱۷۳۰۹	۱۳۹۲	بتن - مقاومت سایشی با ماسه پاشی - روش آزمون
۱۷۵۱۰	۱۳۹۹	تعیین جریان روان ملاط برای بتن پیش آکنده (به روش قیف جریان) - روش آزمون
۱۷۷۶۶	۱۳۹۷	نسبت های اختلاط روان ملاط برای بتن پیش آکنده - روش آزمون
۱۹۲۲۷	۱۳۹۳	بتن - تعیین مقاومت در برابر یخ زدن و ذوب شدن سریع - روش آزمون
۱۹۳۸۶	۱۴۰۰	بتن - استفاده از کلاهک های مقید نشده برای تعیین مقاومت فشاری آزمون های استوانه ای بتن سخت شده - آیین کار
۱۹۳۸۷	۱۳۹۴	بتن - تخمین سریع مقاومت در برابر جدایشی ذرات بتن خود تراکم با استفاده از آزمون نفوذ - روش آزمون
۲۰۷۹۳	۱۳۹۴	بتن - مقاومت بتن در برابر نفوذ یون کلراید با روش الکتریکی - روش آزمون
۲۱۴۷۹	۱۳۹۵	بتن - پیش بینی نفوذ کلرید در بتن سخت شده حاوی سیمان هیدرولیکی با روش مهاجرت سریع - روش آزمون
۱۶۰۸-۱	۱۳۹۳	بتن سخت شده - قسمت ۱- شکل، ابعاد و سایر الزامات آزمون ها و قالب ها
۱۶۰۸-۱۰	۱۳۹۸	بتن سخت شده - قسمت ۱۰: تعیین مقاومت بتن در برابر کربناسیون بر حسب سطوح کربن دی اکساید جوی
۱۶۰۸-۱۲۲	۱۳۹۶	بتن سخت شده - قسمت ۱۲۲: تعیین جذب آب بتن - روش آزمون
۱۶۰۸-۲	۱۳۹۳	بتن سخت شده - قسمت ۲- ساخت و عمل آوری آزمون ها برای آزمون های مقاومت
۱۶۰۸-۳	۱۳۹۳	بتن سخت شده - قسمت ۳- تعیین مقاومت فشاری آزمون ها - روش آزمون
۱۶۰۸-۸	۱۳۹۴	بتن سخت شده - قسمت ۸- تعیین عمق نفوذ پذیری بتن تحت فشار آب - روش آزمون
۱۸۷۱۷-۱	۱۳۹۳	بتن پاششی - قسمت ۱- نمونه برداری از بتن پاششی تازه و سخت شده
۱۸۷۱۷-۲	۱۳۹۳	بتن پاششی - قسمت ۲- تعیین مقاومت خمشی بتن پاششی تازه - روش آزمون
۱۸۷۱۷-۳	۱۳۹۳	بتن پاششی - قسمت ۳- تعیین مقاومت های خمشی (مقاومت حداکثر اولیه، نهایی و پسماند) آزمون های تیر تقویت شده الیافی - روش آزمون
۳۲۰۱-۱	۱۳۸۸	بتن تازه - قسمت ۱- نمونه برداری
۳۲۰۱-۱۰	۱۳۹۲	آزمون بتن - قسمت ۱۰- تعیین مدول الاستیسیته استاتیکی در آزمون فشار
۳۲۰۱-۱۱	۱۳۹۳	آزمون بتن - قسمت ۱۱- تعیین مقاومت بتن در برابر کلراید، انتشار یک سوبه
۳۲۰۱-۱۲	۱۳۹۴	بتن - قسمت ۱۲- تعیین مقاومت بتن در برابر کربناته شدن به روش تسریع شده - روش آزمون
۳۲۰۱-۵	۱۳۹۷	آزمون بتن - قسمت ۵: چگالی و عمق نفوذ آب
۳۲۰۱-۷	۱۳۸۸	بتن تازه - قسمت ۷- آزمون های غیرمخرب بر روی بتن سخت شده - روش آزمون
۳۲۰۱-۸	۱۳۹۰	آزمون بتن - قسمت ۸- تعیین انقباض و ترکیدگی بتن بر اثر ازدست دادن آب در نمونه های آماده شده در کارگاه یا در آزمایشگاه
۳۲۰۱-۹	۱۳۹۰	آزمون بتن - قسمت ۹- تعیین خزش سیلندرهای بتن در اثر تراکم
۳۲۰۳-۱۰	۱۳۹۱	آزمون بتن تازه - قسمت ۱۰- بتن خودمتراکم آزمون قیف جعبه L شکل
۳۲۰۳-۱۱	۱۳۹۱	آزمون بتن تازه - قسمت ۱۱- بتن خودمتراکم - آزمون دانه بندی با الک
۳۲۰۳-۲	۱۳۸۶	بتن تازه - قسمت دوم - تعیین روانی به روش اسلامپ - روش آزمون
۳۲۰۳-۶	۱۳۹۷	بتن تازه - قسمت ۶: چگالی - روش آزمون
۳۲۰۳-۹	۱۳۹۱	آزمون بتن تازه - قسمت ۹- بتن خودمتراکم آزمون قیف V شکل

۷-۸- عمل‌آوری

تعدادی از استانداردهای مربوط به عمل‌آوری بتن، به شرح جدول (۷-۷) است.

جدول ۷-۷- استانداردهای عمل‌آوری بتن

عنوان	تاریخ ویرایش	شماره استاندارد
بتن - مواد غشاساز مایع برای عمل‌آوری بتن - ویژگی‌ها	۱۳۹۹	۸۲۸۸
بتن - اتلاف آب (از یک آزمون ملاط) از میان مواد مایع غشاساز عمل‌آورنده بتن - روش آزمون	۱۳۹۸	۳۸۲۲

۷-۹- نوارهای آب‌بند

برخی از استانداردهای مربوط به نوارهای آب‌بند مورد استفاده در ساخت مخازن زمینی، به شرح جدول (۷-۸) است.

جدول ۷-۸- استانداردهای نوارهای آب‌بند

عنوان	تاریخ ویرایش	شماره استاندارد
نوارهای آب‌بند از جنس پلیمرهای ترموپلاستیک برای استفاده در درزهای بتن درجا - قسمت ۱- ویژگی‌های ظاهری	۱۳۸۹	۱۳۲۷۷-۱
نوارهای آب‌بند از جنس پلیمرهای ترموپلاستیک برای استفاده در درزهای بتن درجا قسمت ۲- الزامات مواد، آزمون و بازرسی	۱۳۹۱	۱۳۲۷۷-۲
Building construction — Jointing products — Classification and requirements for sealants	2002	ISO 11600:2002

فصل ۸

بررسی کیفیت و پایایی بتن

۸-۱- مقدمه

در این فصل روش‌های مورد استفاده برای بررسی کیفیت و پایداری بتن تازه، شرح داده می‌شود. نمونه‌برداری از بتن تازه به‌منظور بررسی کیفیت، مقاومت و دوام آن، باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۳۲۰۱ انجام گیرد. همچنین برای پذیرش بتن‌های با مقاومت کم‌تر از مقاومت مشخصه طرح، علاوه بر استفاده از ضوابط موجود در بند ۵-۸ و ۶-۸ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) برای مباحث مربوط به مقاومت، پایداری بتن نیز باید با استفاده از آزمایش‌های لازم بررسی شود.

۸-۲- کلیات

ویژگی‌های بتن تازه باید با موارد ذکر شده در مشخصات فنی خصوصی پروژه، مطابقت کامل داشته باشد. نمونه‌برداری بتن تازه برای تعیین کیفیت، مقاومت و دوام بتن انجام می‌شود. تعداد و نحوه نمونه‌برداری بتن، باید مطابق نظر و درخواست مهندس ناظر صورت گیرد. نمونه‌برداری باید به‌صورت غیرگزینشی بوده و به زمان خاص یا روانی خاصی وابسته نباشد. ایجاد ضابطه خاص در نمونه‌برداری، مانند شرایط خاص جوی و نظایر آن مجاز نیست. نمونه‌برداری بتن تازه برای هر سازه، هر نوع و هر رده بتن باید به‌صورت جداگانه و در پای کار صورت گیرد. منظور از نمونه‌برداری جداگانه برای هر سازه، سازه‌هایی هستند که تجزیه و تحلیل و طراحی آن‌ها به‌صورت جداگانه انجام شده است.

۸-۳- شاخص‌های اصلی بررسی بتن تازه مخازن

کنترل کیفیت بتن تازه برای استفاده در مخازن آب زمینی، با هدف بررسی شاخص کیفیت، شاخص مقاومت و شاخص دوام انجام می‌گیرد.

۸-۳-۱- شاخص کیفیت

بتن تازه از نظر کیفیت، باید مطابقت کامل با مشخصات فنی خصوصی پروژه داشته باشد. درج محدوده روانی مجاز، محدوده درصد هوای مجاز، محدوده دمای مجاز و مشخصات ظاهری (جداشدگی، آب انداختن، وجود کلوخه و غیره) در مشخصات فنی خصوصی پروژه الزامی است. بدیهی است بتن‌هایی که از نظر ظاهر و روانی در محدوده قابل قبول نیستند، نباید مصرف شوند و نمونه‌گیری از آن‌ها برای بررسی مقاومت و دوام، موضوعیت ندارد.

۸-۳-۱-۱- محل و تواتر نمونه‌برداری

در صورت وجود هرگونه شک یا تغییر در مشخصات ظاهری در بتن تازه، دستگاه نظارت مجاز به نمونه‌برداری در نوبت‌های بیش‌تر است. در این موارد نمونه‌برداری را می‌توان از کامیون مخلوط‌کن یا سایر وسایل حمل، بعد از تخلیه حدود

۳۰۰ لیتر بتن انجام داد.

۸-۳-۱-۲- پذیرش بتن از نظر کیفیت

عملیات اجرایی شامل آماده‌سازی قالب، آرماتوربندی، آماده‌سازی محل بتن‌ریزی، ریختن، پخش، جای‌دادن بتن، تراکم، پرداخت و عمل‌آوری باید طبق ضوابط این مشخصات فنی عمومی، نشریه ۱۲۰ (آبا) یا مشخصات فنی خصوصی پروژه انجام شود.

در مواردی که در مشخصات فنی پروژه محدوده خاصی برای پذیرش بتن تازه ارائه نشده باشد، رعایت ضوابط بند ۸-۴-۱ نشریه ۱۲۰-۲ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) الزامی است.

۸-۳-۲- شاخص مقاومت

بتن تازه از نظر مقاومت، باید با مشخصات فنی خصوصی پروژه مطابقت کامل داشته باشد. چنانچه لازم باشد، بتن تازه از نظر مقاومت خمشی، کششی و غیره مورد بررسی قرار گیرد، باید ضوابط مربوط به آزمایش مورد نظر در مشخصات فنی خصوصی پروژه ذکر شود.

۸-۳-۲-۱- محل و تواتر نمونه‌برداری-مقاومت

رعایت ضوابط بند ۸-۳-۲ نشریه ۱۲۰-۲ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) به‌منظور تعیین محل و تواتر نمونه‌برداری بتن تازه با هدف بررسی مقاومت الزامی است.

۸-۳-۲-۲- پذیرش بتن از نظر مقاومت

رعایت ضوابط بند ۸-۴-۲ نشریه ۱۲۰-۲ سازمان برنامه و بودجه کشور در پذیرش بتن از نظر مقاومت الزامی است.

۸-۳-۳- شاخص دوام

بتن تازه از نظر دوام، باید با مشخصات فنی خصوصی پروژه مطابقت کامل داشته باشد. پذیرش بتن از نظر دوام در کارگاه، بر اساس نتایج آزمایش‌های دوام نمونه‌های برداشته شده از بتن تازه صورت می‌گیرد. تهیه آزمون‌ها و نگهداری آن‌ها در «شرایط استاندارد» باید طبق استانداردهای ملی ۳۲۰۵ و یا ۱۶۰۸-۲ انجام شود.

۸-۳-۳-۱- محل و تواتر نمونه‌برداری-دوام

نمونه‌برداری از بتن باید در پای کار انجام گیرد. لازم است نمونه‌برداری از بتن تازه طبق استاندارد ملی ۱-۳۲۰۱ از وسیله حمل بتن به‌صورت مرکب باشد.

رعایت ضوابط بند ۸-۳-۳ نشریه ۱۲۰-۲ (آبا جلد دوم) به‌منظور تعیین محل و تواتر نمونه‌برداری بتن تازه با هدف بررسی مقاومت الزامی است. برای ارزیابی هر نوع و هر رده بتن از نظر دوام، حداقل سه نوبت نمونه‌برداری لازم است. نتیجه

آزمایش هر نمونه، میانگین نتایج حداقل سه آزمون در سن ۲۸ روز یا هر سن مقرر شده دیگری است که در مشخصات فنی برای شاخص دوام ارائه شده است.

لازم است نتایج نمونه‌ها با توجه به تاریخ نمونه‌برداری، مرتب و سپس به کار برده شود. از نتیجه هیچ آزمون یا نمونه‌ای نباید بدون دلیل صرفنظر نمود. نحوه پذیرش و مقدار رواداری‌های مجاز بحث دوام، باید مطابق ضوابط نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) باشد.

۸-۳-۳-۲- پذیرش بتن از نظر دوام

پذیرش دوام بتن با ضابطه ارائه شده در مشخصات فنی خصوصی پروژه تعیین می‌شود. در مواردی که این ضابطه ذکر نشده باشد، باید دو شرط «الف» و «ب» زیر در هر سازه و برای هر نوع بتن و هر رده دوام، برآورده شود:

الف- میانگین نتایج هر سه نمونه متوالی دوام بتن، نباید کمتر از معیار حداقل دوام و یا بیش‌تر از معیار حداکثر دوام مشخصه باشد.

ب- هیچ‌یک از نتایج آزمایش نمونه دوام نباید بیش از ۱/۲۵ برابر معیار حداکثر یا کمتر از ۸۰ درصد معیار حداقل دوام مشخصه باشند.

در مواردی که ضوابط پذیرش فوق برآورده نشود، بتن منطبق با دوام مورد نظر نیست. اگر تنها ضابطه «ب» برقرار باشد، پذیرش بتن منوط به تشخیص دستگاه نظارت است، اما باید با اصلاح طرح مخلوط و یا افزایش دقت در ساخت بتن، از تکرار این امر جلوگیری نمود.

در مواردی که ضابطه «ب» برقرار نباشد، بررسی «بتن کم دوام» باید مطابق بند ۸-۶ نشریه ۲-۱۲۰ (آبا) در دستور کار قرار گیرد.

جهت حصول اطمینان از عملکرد مناسب بتن مخازن تحت شرایط محیطی مختلف و تأمین پایایی آن، آزمایش‌های پایایی بر روی نمونه‌های کارگاهی انجام می‌شود. برخی از آزمایش‌های پایایی و شاخص دوام در جدول (۸-۱) ارائه شده‌اند.

جدول ۸-۱- آزمایش‌های پایایی و تعیین شاخص دوام

ردیف	پارامتر مورد بررسی	آزمایش	هدف	استاندارد	شاخص دوام
۱	نفوذ ناپذیری	جذب آب حجمی کوتاه‌مدت	تعیین میزان تخلخل و جذب آب حجمی	BS 1881, Part 12	حداکثر ۲ درصد
		تعیین عمق نفوذ آب	عمق نفوذ آب	BS EN 12390, Part 8	حداکثر ۳۰ میلی‌متر
۲	پایایی در برابر حمله کلرایدی (خوردگی میلگرد)	شاخص الکتریکی مقاومت بتن در برابر نفوذ یون کلر	تعیین شار الکتریکی عبوری از آزمون به منظور ارزیابی نفوذپذیری بتن در برابر یون کلر	ASTM C 1202	حداکثر ۲۰۰۰ کولمب
۳	پایایی در برابر دوره‌های متناوب ذوب و انجماد	تعیین مقاومت بتن در برابر دوره‌های متناوب ذوب و انجماد	تعیین تعداد دوره های ذوب و انجماد، مدول الاستیسیته دینامیکی	ASTM C 666	بیش از ۶۰

۸-۴- رده‌بندی شرایط محیطی

شرایط محیطی تأثیرگذار بر دوام بتن شامل دما، میزان رطوبت محیط و وجود مواد یا یون‌های شیمیایی مهاجم در اطراف بتن است. در این مشخصات فنی، طبقه‌بندی شرایط محیطی مختلف از دیدگاه دوام، مطابق بند ۶-۳ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در نظر گرفته شده است. این رده‌بندی موارد خاص را (مانند به‌کارگیری فولاد ضد زنگ، استفاده از پوشش‌های حفاظتی روی بتن و آرماتور و اقلام فلزی جای‌گذاری شده برای جلوگیری از خوردگی) در بر نمی‌گیرد.

با توجه به تجربیات بهره‌برداری مخازن، عمده‌ترین عامل خرابی مخازن، خوردگی میلگردها و جداسازی بتن روی میلگردها در اثر زنگ‌زدگی آن‌ها است. این پدیده به دلیل نفوذ یون کلرید از محیط مجاور به آرماتورها و یا آلودگی مواد تشکیل‌دهنده بتن ایجاد می‌شود. در صورت حضور رطوبت و اکسیژن در محیط، خوردگی کلریدی ادامه می‌یابد. با توجه به ماهیت کاربری مخازن آب زمینی، سطوح داخلی اعضای مخازن آب زمینی در معرض حملات یون کلرید است. احتمال خرابی اعضای موجود در تراز یک‌سوم ارتفاع مخزن (نزدیک سقف) با توجه به تر و خشک‌شدن مداوم ناشی از تغییر تراز آب بهره‌برداری، بیش‌تر است. بنابراین باید الزامات فنی و اجرایی سخت‌گیرانه‌تری در ساخت این اعضا در نظر گرفته شود. در ادامه الزامات اجرایی تأمین دوام و پایایی بتن برای اعضای در معرض حملات شیمیایی، ارائه شده است.

۸-۵- الزامات اجرایی تأمین دوام و پایایی بتن

نفوذپذیری بتن، عامل اصلی مؤثر بر کاهش دوام و پایایی آن است. با توجه به شرایط محیطی مکان طرح، لازم است تدابیری در ساخت بتن به کار رود که نفوذپذیری بتن کاهش یابد. از جمله این تدابیر می‌توان عوامل «الف» تا «پ» زیر را نام برد:

الف- به‌کارگیری مواد متشکله مناسب در بتن شامل: سیمان، مصالح سنگی، آب و مواد افزودنی.

ب- انتخاب طرح مخلوط مناسب بتن، به‌ویژه مقدار مواد سیمانی و نسبت آب به مواد سیمانی.

پ- دقت در مراحل اجرای ساخت بتن (تهیه، ریختن، متراکم‌کردن و عمل‌آوری).

الزامات دوام بتن در برابر خوردگی ناشی از یون‌های کلرید مخازن (طرح اختلاط بتن، حداکثر یون کلر موجود در بتن، پوشش روی میلگرد و غیره) باید مطابق ضوابط بند ۶-۴-۲ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در نظر گرفته شود.

الزامات دوام بتن در برابر خوردگی ناشی از کربناته شدن در مخازن آب شرب زمینی، باید مطابق ضوابط بند ۶-۴-۳ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در نظر گرفته شود.

الزامات دوام بتن در برابر خوردگی ناشی از حملات سولفاتی (محلول در آب یا خاک) و استفاده از سیمان‌های آمیخته در مخازن آب زمینی، باید مطابق ضوابط بند ۶-۴-۴ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در نظر گرفته

شود.

الزامات دوام بتن در برابر رویارویی با چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن برای مخازن آب شرب زمینی، باید مطابق ضوابط بند ۴-۵-۶ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در نظر گرفته شود.

الزامات دوام بتن در برابر واکنش قلیایی سنگ‌دانه‌ها برای مخازن آب شرب زمینی، باید مطابق ضوابط بند ۴-۶-۶ نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) در نظر گرفته شود.

فصل ۹

مشخصات فنی درزها

۹-۱- مقدمه

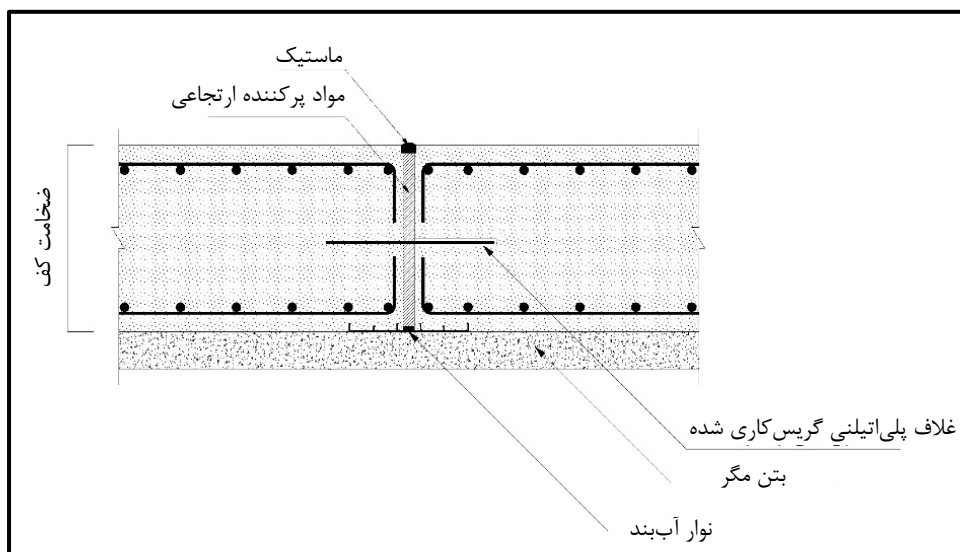
در این فصل به معرفی انواع درزهای مجاز در ساخت مخازن آب زمینی پرداخته شده و روش‌های اجرایی و مشخصات فنی آن‌ها با هدف کارایی بهتر سیستم سازه‌ای مخازن، ارائه شده است.

۹-۲- انواع درزهای مخازن

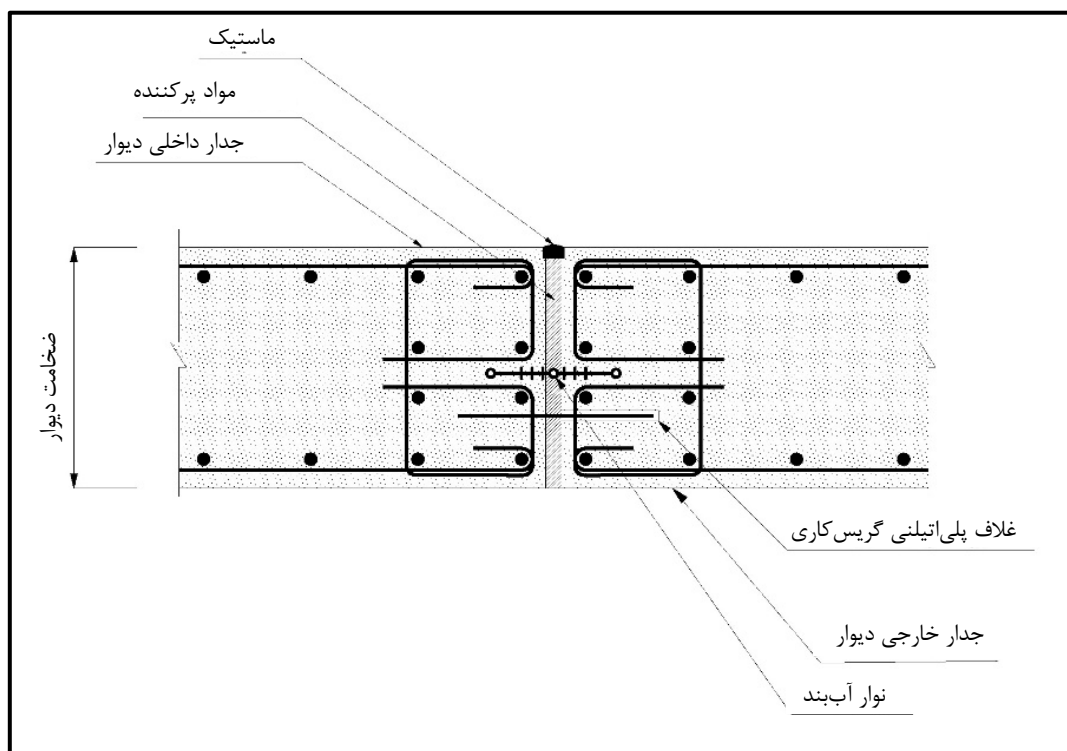
به‌طور کلی هدف از ایجاد درز در مخازن آب زمینی، جلوگیری از ایجاد ترک در اعضای باربر سازه ناشی از عواملی مانند جمع‌شدگی، حرکت جانبی ناشی از تغییرات دما و بارهای جانبی است. مشخصات انواع درزهای مورد استفاده در سازه مخازن آب زمینی، باید مطابق با بند ۴-۷-۳ نشریه ۱۲۳ باشد.

۹-۳- الزامات اجرایی درزها

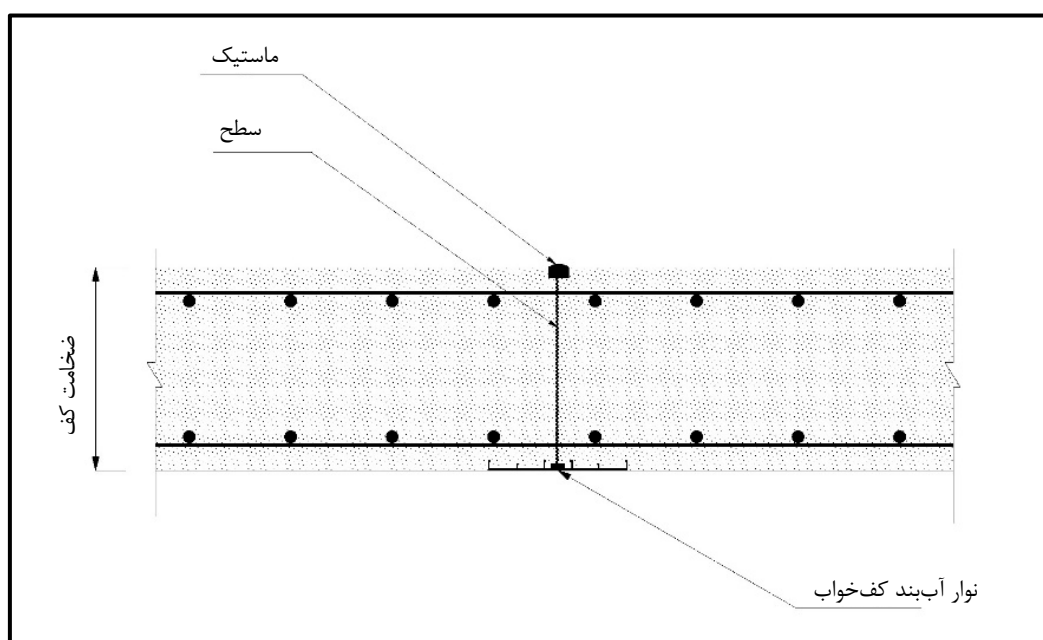
جزئیات اجرایی پیشنهادی برای جلوگیری از نشت آب مخازن در درزهای انبساطی، اجرایی و انقباضی در شکل‌های (۹-۱) الی (۹-۶) نشان داده شده است.



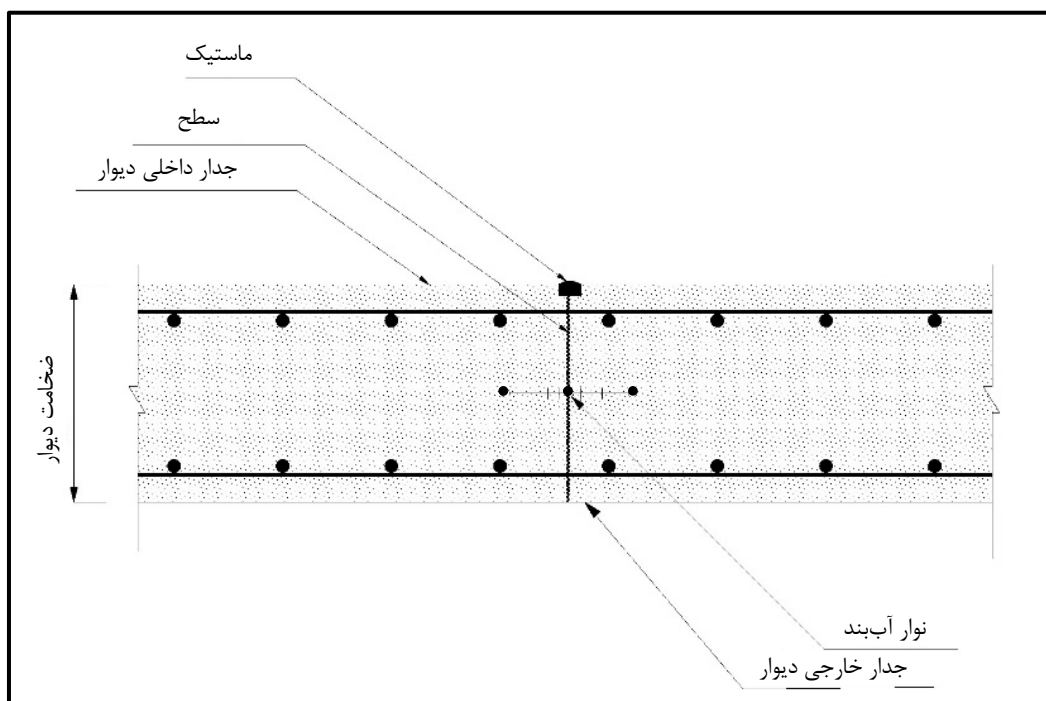
شکل ۹-۱- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انبساط در کف مخازن



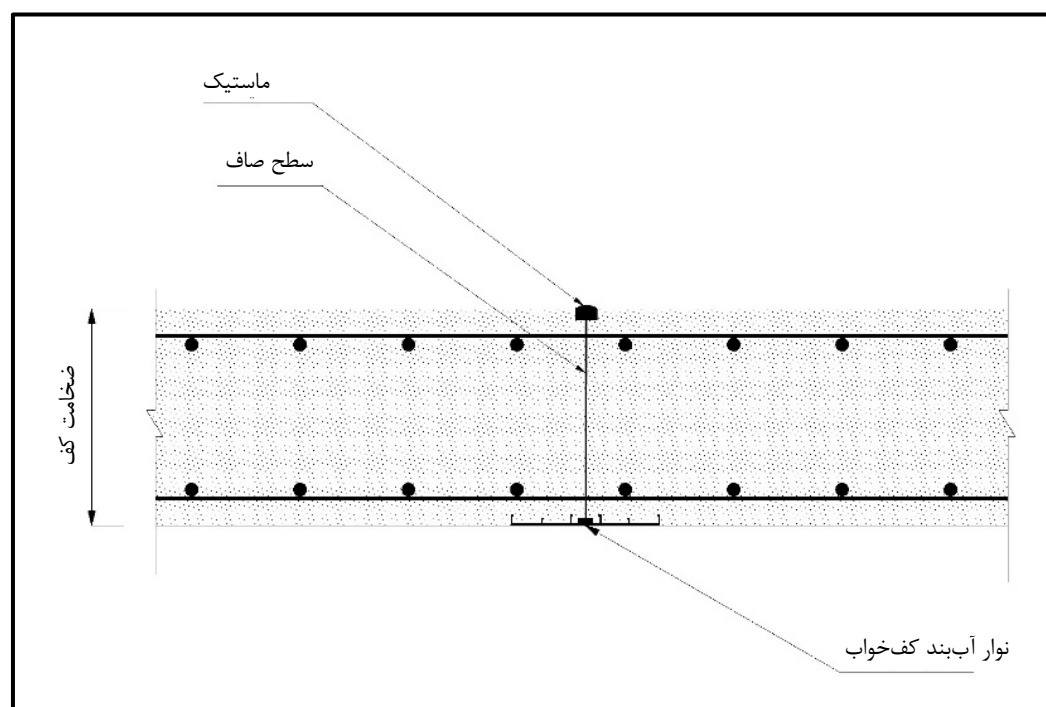
شکل ۹-۲- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انبساط در دیوار مخازن



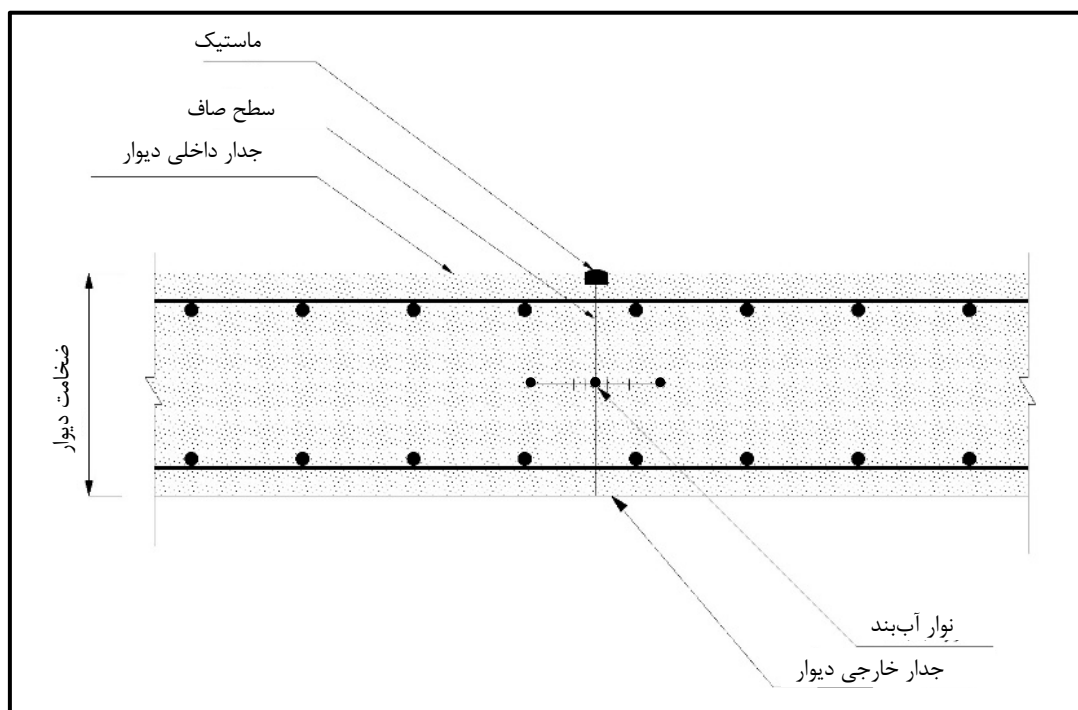
شکل ۹-۳- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز اجرایی در کف مخازن



شکل ۹-۴- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز اجرایی در دیوار مخازن



شکل ۹-۵- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انقباض در کف مخازن



شکل ۹-۶- جزئیات اجرایی پیشنهادی درز انقباض در دیوار مخازن

۹-۴- مواد پرکننده درزها

مواد پرکننده درزها، نباید هیچ گونه واکنش شیمیایی با یکدیگر، جداره درز، نوار آببند و درزگیر داشته باشند. مشخصات مواد پرکننده در درزهای مخازن آب زمینی باید از نظر آلودگی محیط زیستی و سم شناسی، مطابق ضوابط مراجع معتبر داخلی و در صورت نیاز، مراجع معتبر خارجی باشند. ماده پرکننده استفاده شده در درزهای انبساطی باید سازگاری شیمیایی با ماده درزگیر داشته و موجب به خطر افتادن رفتار مورد انتظار درزگیرها نشود.

چوب پنبه، نئوپان، لاستیک، انواع فومها و کلیه موادی که با استانداردهای ASTM D 1056, 1752 منطبق باشند، برای پرکردن درزهای مخازن مناسب هستند. همچنین می توان مواد زیر را برای پر کردن درزها به کار برد:

الف- مواد الاستومر که رفتار الاستیک دارند و انعطاف پذیرند.

ب- مواد پلاستیک گرمانرم (ترموپلاستیکها)، مانند آسفالت، قطران زغال سنگ و امولسیونها.

پ- مواد پلاستیک گرماسخت (ترموستها) مانند بوتیلها و نئوپرن.

در صورت عدم ارائه اسناد و مدارک معتبر مبنی بر رفتار مناسب ماده پرکننده متناسب با شرایط پروژه، باید نسبت به بررسی آزمایشگاهی مواد اقدام شده و یا از عملکرد گذشته آنها با شرایط مورد نظر، اطمینان حاصل کرد.

استفاده همزمان از درزگیرهای پلی یورتان یا گرم ساخت و پرکنندههای با منشأ قیر، مجاز نیست.

با توجه به عدم امکان کنترل صحیح اتصال پرکنندههای قیری در مرحله اجرا و سختی پاکسازی (در صورت نیاز به

تعمیر و مرمت درز) توصیه می شود از این نوع پرکنندهها استفاده نگردد.

۹-۵- نوارهای آببند

آببندها و درزبندهای استفاده شده در درزهای مخازن آب، باید قبل از استفاده، مورد آزمایش قرار گیرند تا از انطباق خواص آنها با این مشخصات فنی عمومی و مشخصات فنی خصوصی اطمینان حاصل شود. نوار آببند باید قبل از استفاده به تأیید دستگاه نظارت برسد. نوع، اندازه، محل و نحوه اجرای نوارهای آببند، در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی، توسط مشاور درج گردد.

حداقل عرض نوار آببند از جنس ترموپلاستیک جهت استفاده در مخازن ۲۵ سانتی‌متر است.

در صورت استفاده هم‌زمان از قیر و نوار آببند، لازم است هم‌خوانی مواد آببند و قیر و همچنین میزان حرارت قابل تحمل توسط نوار آببند مورد توجه قرار گیرد.

خصوصیات نوارهای آببند مصرفی در مخازن آب زمینی، باید مطابق بند ۵-۸ نشریه ۱۲۳ باشد.

انواع نوارهای آببند (بسته به نوع مصرف) باید منطبق بر استانداردهای زیر باشد:

الف- مشخصات فنی نوارهای آببندهای مسی باید منطبق بر ASTM B 370 و ASTM B 152 باشد.

ب- مشخصات فنی نوارهای آببندهای فولاد ضد زنگ باید منطبق بر ASTM A 240 و ASTM A 167 باشد.

پ- مشخصات فنی نوارهای آببندهای فولادی باید منطبق بر ASTM A 109 و ASTM A 570 باشد.

ت- مشخصات فنی نوارهای آببند لاستیکی باید منطبق بر CRD-C 513 باشد.

ث- مشخصات فنی نوارهای آببند پی وی سی اصلاح شده باید منطبق بر CRD-C 572 باشد.

نوارهای آببند ترموپلاستیک بیش‌ترین کاربرد را در مخازن دارند. از این‌رو مشخصات آنها شامل مقاومت کششی طولی

و عرضی، مقاومت شیمیایی، وزن مخصوص، جذب آب، مقاومت در برابر اشعه UV باید مورد بررسی قرار گیرند.

ویژگی‌های نوارهای آببند ترموپلاستیک باید مطابق الزامات ارائه‌شده در استاندارد ۲-۱۳۲۷۷ و به شرح جدول (۹-۱)

باشد.

جدول ۹-۱- الزامات نوارهای آببند مورد استفاده در مخازن مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۳۲۷۷

ردیف	مشخصات	آزمون مطابق بند	الزامات
۱	ویژگی‌های عمومی	۵-۲	بدون حباب، ترک یا انقباض، عدم زبری سطح، بدون بریدگی، یکنواختی رنگ و ضخامت در راستای طولی
۲	ویژگی‌های ظاهری	۵-۳	مطابق با استاندارد بند ۲-۱
۳	سختی (Shore A)	۵-۴	(۵ ± ۶۷)
۴	مقاومت کششی (MPa) (حداقل)	۵-۵	۱۰
۵	ازدیاد طول در حداکثر بارگذاری (درصد) (حداقل)	۵-۶	۳۵۰
۶	مقاومت پارگی (N/mm) (حداقل)	۵-۶	۱۲
۷	ازدیاد طول در ۲۰°C- (درصد) (حداقل)	۵-۷	۲۰۰
	شکندگی در سرما در دمای ۳۷/۲°C-	۲-۸	هیچ نشانه‌ای از شکست نظیر ترک نباید مشاهده شود.

ادامه جدول ۹-۱- الزامات نوارهای آببند مورد استفاده در مخازن مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۲۷۷-۲

ردیف	مشخصات	آزمون مطابق بند	الزامات
۸	تأثيرات:		
	الف- محیط آب آهک	۵-۸	
	ب- فرسایش گرمایی	۵-۹	
	ج- میکروارگانيسمها	۵-۱۰	
	د- محیطی	۵-۱۱	
	تغییرات مجاز مقادیر میانگین خواص		
	- مقاومت کششی (درصد)		۲۰
	- ازدیاد طول (درصد)		۲۰
	- مدول الاستیسیته (درصد)		۵۰
۹	قابلیت جوشکاری	۵-۱۲	≥۰/۶
۱۰	رفتار در مقابل آتش مطابق با استاندارد بند ۲-۱۰	۵-۱۳	کلاس E
۱۱	تغییرات خصوصیات بعد از نگهداری در قیر ^b	۵-۱۴	
	تغییر مجاز مقایر متوسط ^a		
	مقاومت کششی (درصد) (حداکثر)		۲۰
	ازدیاد طول (درصد) (حداکثر)		۲۰
	مدول الاستیسیته (درصد) (حداکثر)		۵۰
a نسبت به مقدار خروجی			
b مخصوص نوارهای آببند قیردوست (BV)			

استفاده از آببندهای منبسطشونده (هیدروفیلی و بنتونیتی) در سازه مخازن موضوع این مشخصات فنی به شرط تأیید مشاور مجاز است.

۹-۶- نگهداری آببندها

نوارهای آببند باید در انبارهای سرپوشیده و عاری از عوامل جوی، روغن، گریس، مواد شیمیایی، غبار و آسیب‌های فیزیکی نگهداری شوند. لازم است شرایط نگهداری به نحوی باشد که باعث ایجاد تغییرشکل‌های ماندگار در نوارهای آببند نشود. نوارهای آببند در زمان حمل، نصب و تکمیل اجرای هر دو سطح درز بتن باید در برابر آلودگی‌های آلی، گرد و غبار، آسیب‌های فیزیکی، روغن و آسیب‌های جوی نگهداری شوند. آببندها در زمان اجرا باید بدون چین و چروک بوده و تغییرشکل‌های ایجادشده در آنها، نباید بیش از ۱۰ میلی‌متر باشد.

آببندهای صدمه‌دیده و تغییرشکل داده شده، نباید مورد استفاده قرار گرفته و باید در اسرع وقت از کارگاه خارج شوند. تمام نوارهای آببند غیرفلزی و فلزی انعطاف‌پذیر، باید ۲۴ ساعت قبل از نصب، از بسته‌بندی خارج شده و در اتاق گرم قرار داده شوند. آببندها باید بر روی صفحات چوبی قرار گرفته و به هیچ وجه روی هم قرار نگیرند.

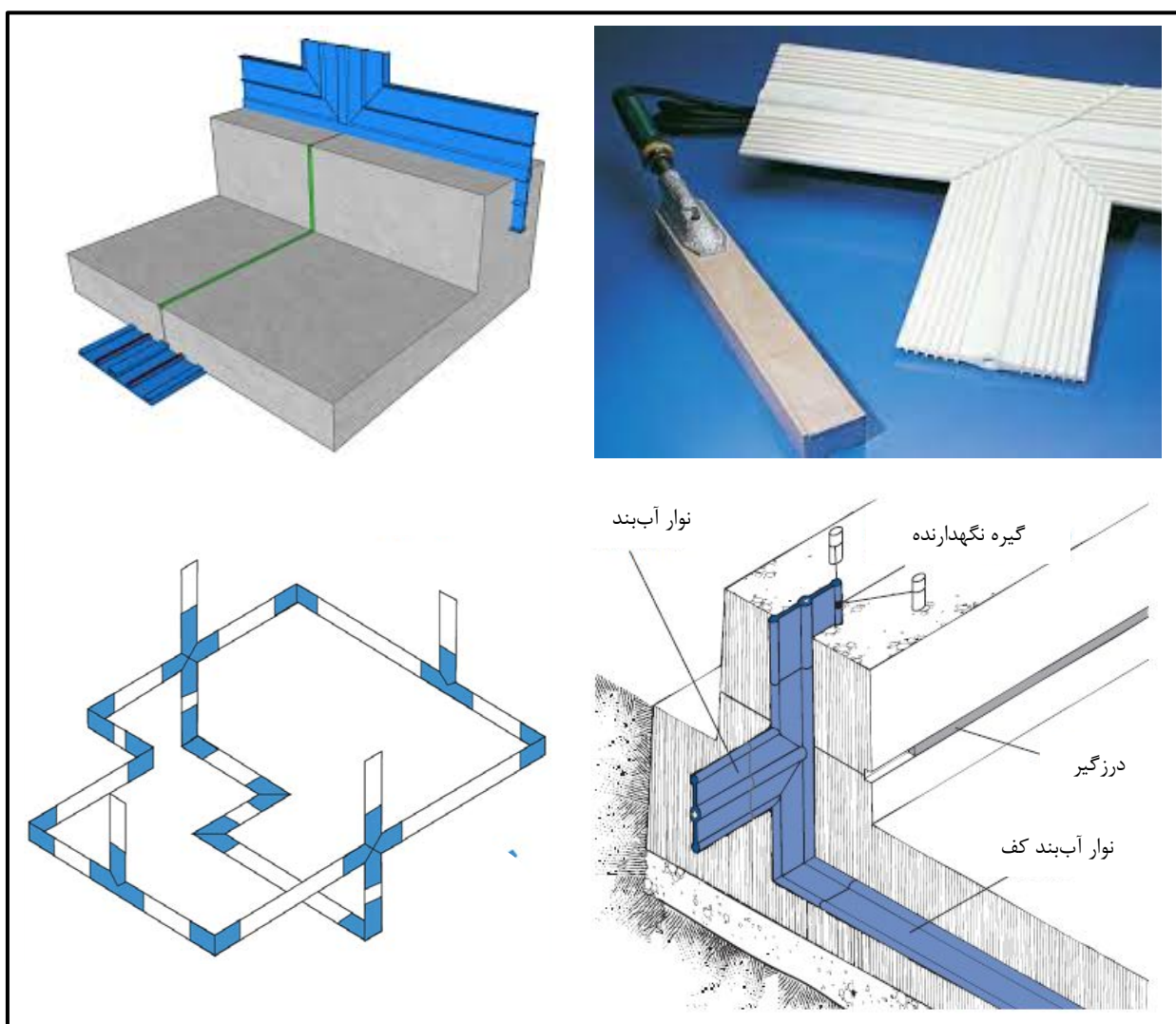
۹-۷- جزئیات اجرایی

جزئیات اجرایی نوارهای آببند باید مطابق نشریه ۱۲۳ در نظر گرفته شود. برای اتصال آببندها به یکدیگر باید از

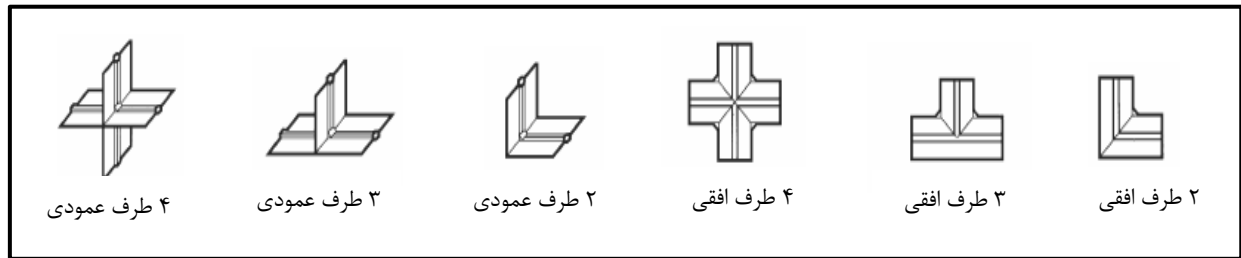
قطعات اتصالی دوراه، سه‌راه و چهارراه استفاده نمود.

برای جوش آب‌بند باید از چسب‌های اتصال و هویه‌های استاندارد استفاده نمود و به هیچ وجه از حرارت مستقیم که باعث سوختن نوار آب‌بند و از بین رفتن خصوصیات آن می‌گردد، استفاده نشود.

اتصال نوارهای آب‌بند ترموپلاستیک در محل تقاطع و وصله‌ها، باید به صورت لب‌به‌لب و توسط اطوی مجهز به ترموستات انجام پذیرد. در اتصالات نوارهای آب‌بند، باید دقت کافی صورت پذیرد تا لبه‌های اتصال سوزانده نشوند. مقاومت کششی محل اتصال نباید از ۷۵ درصد مقاومت کششی نوار آب‌بند کم‌تر باشد. نحوه صحیح اجرای انواع اتصال نوار آب‌بند در شکل (۷-۹) الی شکل (۹-۹) نشان داده شده است.

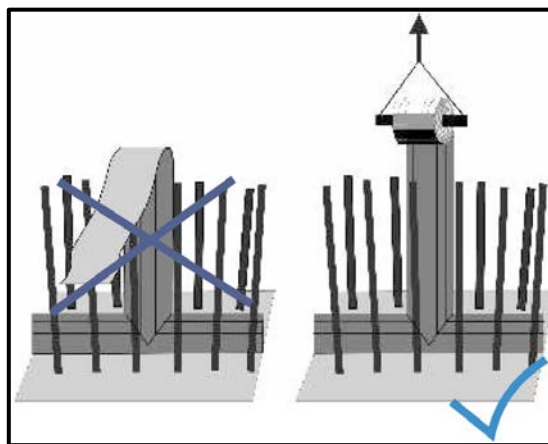


شکل ۹-۷- نحوه اتصال نوارهای آب‌بند



شکل ۹-۸- روش اتصال نوارهای آببند

مهار نوار آببند برای جلوگیری از برخورد دستگاه ویبره الزامی است. در شکل (۹-۹) نمونه اجرایی برای جلوگیری از برخورد آببند با دستگاه ویبره نشان داده شده است.



شکل ۹-۹- نمونه اجرایی حفاظت آببند در هنگام بتن‌ریزی

۹-۷-۱- جزئیات نصب آببندها

آببندها باید در مرکز عرضی دیوار به نحوی نصب گردند که نیمی از عرض آببند، در بتن اولیه و نیم دیگر در بتن ثانویه نصب گردند. در صورتی که شبکه فوقانی میلگرد در بتن فونداسیون اجازه این کار را ندهد، باید نسبت به اجرای رامکا (بتن پایه) به صورت یکپارچه با بتن فونداسیون اقدام نمود.

برای نصب آببند باید از گیره‌های مسی یا گالوانیزه استاندارد بهره گرفت. استفاده از گیره‌های آلومینیومی مجاز نیست. توصیه می‌شود حداقل ۴ گیره در هر متر طول آببند، به صورت زیگزاگی (در مقاطع بالا و پایین) استفاده گردد. سوراخ کردن نوار آببند در نیم سانتی‌متری لبه به منظور مهار آن، بلامانع است.

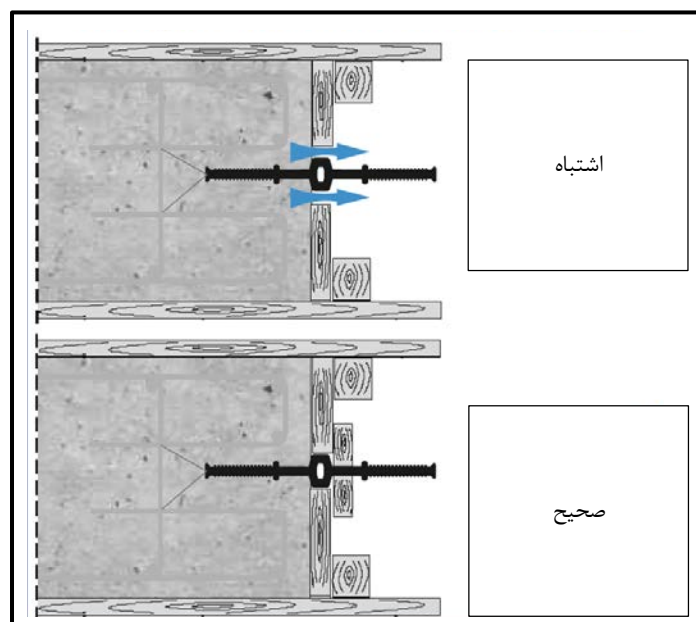
برای اتصال گیره آببند به میلگرد سازه از سیم میلگردگذاری استفاده گردد. در فونداسیون مخازن بهتر است از آببندهای کف‌خواب برای آببندی استفاده شود. آببندها باید به نحوی متصل گردند که در جریان بتن‌ریزی و تردد کارگران و فشار بتن، به هیچ وجه جدا و جابه‌جا نگردند. فاصله زمانی بین نصب آببندها و بتن‌ریزی نباید در حدی باشد که آببند در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار گیرد. در صورت اجبار به این کار، باید آببندها از تابش مستقیم نور خورشید محافظت گردند. به منظور فراهم آمدن امکان پر نمودن فضای درز در زمان انقباض بتن، توصیه می‌شود مواد پرکننده به صورت فشرده در شیار قرار گیرند.

۸-۹- درزهای اجرایی

شروع عملیات بتن‌ریزی قبل از مشخص شدن محل درزهای انبساطی، انقباضی و اجرایی مجاز نیست. اولین سطح یک درز اجرایی، سطوح قالب‌بندی نشده هستند که باید بلافاصله پس از گیرش اولیه و قبل از گیرش نهایی تمیز شوند. شستشو باید به وسیله جت آب همراه با هوای تحت فشار حداقل ۷ بار انجام شود و آن قدر ادامه پیدا کند که دانه‌های سنگی سطح بتن کاملاً نمایان شوند. در هنگام بتن‌ریزی، این سطوح باید تمیز، مرطوب و عاری از مواد چرب، شکننده و سایر مواد مضر باشند تا بهترین پیوند ممکن حاصل شود. پس از شستشو و تا قبل از بتن‌ریزی، لازم است عملیات عمل‌آوری و نگهداری به صورت مداوم ادامه یابد. سطوحی که تحت عمل‌آوری نبوده و خشک شده‌اند، باید از ۲۴ ساعت قبل از بتن‌ریزی مرطوب نگه داشته شوند. در درزهای اجرایی می‌توان با تأیید مهندس ناظر، از روش سندبلاست خیس برای تمیزکردن سطوح استفاده کرد. لازم است آب‌هایی که بر سطوح بتن به صورت راکد باقی می‌مانند، قبل از بتن‌ریزی جمع‌آوری شوند.

۹-۹- درزهای انبساطی

قالب‌بندی درز انبساطی باید به صورتی انجام گردد که شیره بتن از محل درزگیرها تراوش نکند. در شکل (۹-۱۰) یک نمونه اجرایی نشان داده شده است.



شکل ۹-۱۰- نحوه جلوگیری از تراوش شیره بتن از محل آب‌بند

۱۰-۹- آزمون‌های آب‌بندی مخازن

هدف اصلی از آزمون‌های آب‌بندی مخازن قبل از بهره‌برداری، بررسی عملکرد آب‌بندی مخزن بتنی و اطمینان از عدم نشتی از کف، دیوارها و درزهای اجرایی، انبساطی یا اتصالات است. مسئولیت اجرای آزمون آب‌بندی مطابق نشریه ۱۲۳

سازمان برنامه و بودجه کشور با پیمانکار بوده و باید به تأیید دستگاه نظارت برسد. تهیه، تنظیم و اجرای تمام مراحل آزمون آب‌بندی مانند: تهیه آب مورد نیاز آزمون، بستن ورودی و خروجی‌ها، پر و خالی کردن مخازن و اندازه‌گیری موارد ذکر شده در مشخصات فنی عمومی و خصوصی بر عهده پیمانکار است.

ابزار و وسایل مورد نیاز قبل از آزمایش آب‌بندی باید تهیه و به تأیید دستگاه نظارت برسد. فهرست حداقلی از این ابزار و وسایل به شرح زیر است:

- منبع آب مطمئن
- میله مدرج
- نشانگر سطح ثابت
- فرم ثبت نتایج روزانه
- دوربین عکاسی برای مستندسازی
- وسایل ایمنی فردی (دستکش، کلاه، چکمه، تهویه و...)

گزارش روزانه پیمانکار مبنی بر آزمایش آب‌بندی باید شامل مکان آزمون، تاریخ آزمون، تراز آب، شرایط آب و هوایی، مقدار بارندگی (در صورت وجود)، تراز تبخیر (در صورت امکان)، شاخص دما و حجم آب، نتایج تکرار آزمایش و اقدامات اصلاحی انجام‌شده باشد. گزارش نهایی باید حداقل شامل جمع‌بندی ۷ گزارش روزانه متوالی باشد.

برای آزمایش آب‌بندی مخازن بتنی، کیفیت آب استفاده شده اهمیت دارد، زیرا آب نامناسب می‌تواند باعث آسیب به بتن (مخصوصاً بتن تازه یا در حال عمل‌آوری) شود؛ نتایج آزمایش را تحت تأثیر قرار دهد (مثلاً باعث ایجاد رسوبات، لکه یا واکنش شیمیایی شود) و یا ناشی‌های جزئی را پنهان یا تشدید کند.

در ادامه مشخصات توصیه‌شده برای آب مصرفی در آزمایش آب‌بندی مخازن بتنی در جدول (۹-۲) ارائه شده است.

جدول ۹-۲- مشخصات و کیفیت آب برای آزمایش آب‌بندی مخازن بتنی

ویژگی‌های عمومی آب	
نوع آب	آب تمیز، بدون مواد شیمیایی مضر
رنگ، بو، مزه	بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه
ذرات معلق	نداشته باشد یا بسیار کم باشد.
دما	بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد
ویژگی‌های شیمیایی آب	
کل جامدات محلول (TDS)	کم‌تر از ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر
کلراید (Cl)	کم‌تر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر
(سولفات SO)	کم‌تر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر
PH	بین ۶/۵ الی ۸/۵

۹-۱۰-۱- آزمایش آب‌بندی کف و دیوارهای مخازن

پس از اتمام عملیات اجرایی (گذشت حداقل ۲۸ روز از آخرین مرحله بتن‌ریزی و عمل‌آوری آن) و قبل از هرگونه

خاکریزی پشت دیوارهای جانبی و روی سقف، مخازن باید کاملاً تمیز و عملیات اجرایی درزگیرها تکمیل شوند. برای جلوگیری از خروج آب در طول دوره آزمایش، کلیه بازشوهای خروجی مخازن باید به طور کامل مسدود گردند. در صورت استفاده از پوشش نهایی بر روی سطوح بتنی، باید آزمایش‌های کنترل کیفیت آن قبل از آزمایش آب‌بندی صورت پذیرد. عندالزوم برای رساندن سطح آب زیرزمینی تا پایین‌تر از تراز روی فونداسیون مخزن، باید تمهیدات لازم پیش از شروع آزمایش آب‌بندی اعمال شود.

به‌منظور پیشگیری از بروز نشست‌های نامتقارن در مراحل اولیه بارگذاری، توصیه می‌شود در صورت وجود بخش‌های مجزا در داخل مخزن، پر و خالی کردن بخش‌های مجزا، به صورت هم‌زمان انجام شود. چنانچه احتمال یخ زدن سطح آب در مخزن وجود داشته باشد و یا احتمال تغییر دمای هوا در دوره زمانی انجام آزمایش به بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد برسد، آزمایش آب‌بندی نباید انجام شود. برای انجام آزمایش آب‌بندی، باید با سرعت حداکثر دو متر در روز تا تراز ی برابر با کوچک‌ترین مقدار ۱۰۰ میلی‌متر پایین‌تر از تراز تاج سرریز و حداکثر تراز سطح آب، مخزن را با آب تمیز پر کرد. پس از گذشت حداقل ۷ روز (زمان لازم برای جذب آب توسط دیوار و کف و انجام واکنش خودترمیمی بتن) سطح آب باید علامت‌گذاری شده و ۷ روز بعد، مقدار افت سطح آب از تراز علامت‌گذاری شده، تعیین گردد. در طول دوره آزمایش، تراز سطح آب باید هر ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شود. برای جبران کاهش آب ناشی از تبخیر یا افزایش آب ناشی از بارندگی، میزان افت سطح آب نباید از کوچک‌ترین مقدار ۱۰ میلی‌متر و یک پانصدم عمق آب مخزن تجاوز نماید. در صورتی که نتیجه آزمایش رضایت‌بخش نباشد، باید ابتدا ترک‌ها، محل‌های احتمالی نشت آب و تغییرات آب‌نشستی از زهکش‌ها مورد جستجو و بررسی قرار گرفته و تعمیر گردند؛ سپس آزمایش آب‌بندی دوباره انجام شود.

راهکارهای اجرایی رفع نشتی‌های غیرمجاز مخازن بتنی باید در مشخصات فنی خصوصی پیمان ارائه گردد. در صورت عدم ارائه این راهکارها باید اقدامات زیر صورت پذیرد:

الف- شناسایی محل نشتی شامل:

- بازرسی چشمی از محل‌های مشکوک (درزها، اتصالات، کف، دیواره‌ها)
- علامت‌گذاری دقیق محل نشتی
- استفاده از رنگ‌های ردگیر (Dye) یا روش‌های تست با فشار برای نشتی‌های پنهان
- استفاده از تجهیزات ترموگرافی یا دوربین حرارتی در صورت لزوم و بنا به تشخیص مهندس ناظر
- ب- ارزیابی نوع نشتی: به‌طور عمومی نوع نشتی احتمالی، علت آن و راهکار پیشنهادی به شرح جدول (۹-۳) است.

جدول ۹-۳- ارزیابی نوع نشتی آب مخازن و راهکارهای پیشنهادی

نوع نشتی	علت احتمالی	راهکار پیشنهادی
تراوش از درز اجرایی	فقدان واتراستاپ یا درزگیر ضعیف	تزریق رزین آب‌بند، تعویض درزگیر
نشتی از ترک سطحی	ترک حرارتی، نشست، انقباض بتن	درزگیری با مواد الاستومری یا اپوکسی
نشتی مویرگی از دیواره	تراکم پایین بتن یا نفوذپذیری بالا	پوشش نفوذگر کریستال‌ساز، تزریق ژل یا انواع پوشش‌های آب‌بند مورد تأیید دستگاه نظارت
نشتی از کف	نبود عایق‌بندی یا نفوذ آب از زیرسازه	تزریق فشار پایین زیر کف، اصلاح زهکش

۹-۱۰-۲- آزمایش آببندی سقف مخازن

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

الف- آب انداختن سقف به مدت حداقل ۲۴ ساعت و در صورت امکان با عمق حداقل ۲۵ میلی‌متر؛

ب- برقراری جریان دائمی آب به مدت حداقل ۶ ساعت بر روی سقف توسط سیستم آب‌پاش.

در صورتی که آثاری از قبیل چکه کردن و یا نهم زدن سقف در هر یک از دو آزمایش فوق مشاهده نشود، آببندی سقف رضایت‌بخش تلقی می‌شود.

۹-۱۰-۳- اقدامات بعد از آزمون آببندی

در صورت نشت آب در زمان آزمایش آببندی، پس از انجام آزمایش آببندی مخزن و گذشت حداقل ۲۸ روز از اتمام عملیات اجرایی، در صورت عدم وجود مشکل و نشت آب، بررسی و تأیید توسط دستگاه نظارت انجام می‌شود. سپس قبل از خاکریزی و مطابق نقشه‌های موجود و مشخصات فنی خصوصی، دو لایه قیر و یک لایه گونی و یا عایق رطوبتی پیش‌ساخته بر روی دیوارهای پیرامون و سطوح جانبی فونداسیون مخزن (سطوح دارای ارتباط مستقیم با خاک) اجرا می‌گردد. سپس یک دیوار ۱۰ سانتی‌متری از بلوک سیمانی و یا اجر فشاری توپر (برای محافظت از لایه قیر و گونی) اجرا می‌گردد.

فصل ۱۰

مشخصات فنی پوشش‌ها

۱۰-۱- مقدمه

به منظور حفاظت بتن، آرماتور و قطعات فلزی در برابر خوردگی، رطوبت، مواد شیمیایی و افزایش مقاومت فیزیکی، سطوح داخلی و خارجی مخازن آب زمینی، در صورت نیاز با استفاده از پوشش مناسب عایق کاری می‌شوند. در این فصل انواع پوشش‌ها، مصالح مورد استفاده، روش انتخاب مصالح و الزامات اجرایی پوشش‌دهی، تشریح می‌شود.

۱۰-۲- پوشش‌های داخلی

استفاده از پوشش تکمیلی مانند رنگ‌های اپوکسی^۱، مواد چسباننده^۲، GFRP، ورق‌های پلی‌اتیلنی (V-Grip) و یا ملاط‌های پلیمری بر اساس نوع کاربری مخزن و نظر کارشناس طراح تعیین می‌شود. در صورت استفاده از پوشش‌های فوق، توجه به الزامات ذکرشده در بندهای زیر ضروری است. همچنین انتخاب دقیق نوع پوشش و کسب تأییدیه بررسی عدم ایجاد آلودگی از نظر بهداشتی توسط مراکز معتبر الزامی است.

۱۰-۲-۱- رنگ اپوکسی و مواد چسباننده

در پوشش سطوح داخلی مخزن باید از رنگ‌های اپوکسی بدون حلال^۳ و یا رنگ‌هایی استفاده شود که مواد شیمیایی موجود در آن، غیر قابل ترکیب با آب باشند.

در صورت وجود مواد خورنده در آب، پیشنهاد می‌شود با توجه به شاخص‌های خوردگی، حداقل ضخامت غشای خشک رنگ اپوکسی ۲۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون در نظر گرفته شود.

لازم است مقداری از مواد و رنگ‌های خریداری‌شده طبق دستورالعمل ساخت (ترکیب رزین و سخت‌کننده) تهیه شده و در آزمایشگاه، مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج ثبت و بررسی شوند. نمونه آزمایش‌های لازم مانند ویسکوزیته (شرگی)، چگالی و PH طبق استاندارد ISO/TC 35/SC 9 است. در صورت رضایت‌بخش نبودن نتایج آزمایش، مواد مورد نظر قابل استفاده نبوده و باید مواد جدیدی برای پوشش‌دهی تهیه و جایگزین شود.

۱۰-۲-۲- الزامات اجرایی رنگ اپوکسی

در صورت استفاده از رنگ اپوکسی به عنوان پوشش داخلی مخازن آب زمینی، باید الزامات مندرج در بندهای زیر رعایت شوند.

۱- Epoxy

۲- Primer

۳- Solvent free

۱۰-۲-۲-۱- روش‌های آماده‌سازی سطوح

سطوح داخلی مخازن آب زمینی به‌منظور پوشش‌دهی باید با حلال مناسب شست و شو، خشک و تمیز شوند، به‌نحوی که عاری از هرگونه چربی و آلاینده‌های دیگر باشند.

سطوح داخلی مخزن باید قبل از پوشش‌دهی زبر شوند. برای مضرس کردن سطوح داخلی مخزن، می‌توان از روش‌های مکانیکی و شیمیایی استفاده کرد. از روش‌های مکانیکی می‌توان به ماسه‌پاشی^۱ (برای سطوح بتنی و فولادی) آب پرفشار^۲ و ابزار مکانیکی^۳ (فقط برای سطوح بتنی) اشاره کرد. در ماسه‌پاشی، باید درجه زبری Sa2.5 (مطابق استاندارد SSPC-SP10) برای هر دو سطح فلزی و بتنی در نظر گرفته شود. برای مضرس کردن سطوح بتنی علاوه بر ماسه‌پاشی، می‌توان از روش آب پرفشار و یا ابزار مکانیکی تا درجه زبری ISO-St3 (مطابق استاندارد SSPC-SP3 و ISO 8501-1) استفاده کرد. در روش شیمیایی برای مضرس کردن بتن با هدف ایجاد زبری مناسب، می‌توان از اسید به‌صورت کنترل‌شده استفاده کرد.

سطح بتن باید به‌اندازه کافی پایدار، تمیز، بدون آلاینده، چربی، خشک و بدون لبه‌های تیز بوده و بیش از حد ناهموار نباشد. محل درزها، گوشه‌ها و قسمت‌های زاویه‌دار، باید با دقت بیش‌تری آماده‌سازی شوند. همچنین در صورت آسیب‌دیدگی بتن، سطح آن باید مطابق جزییات فصل پانزدهم، تعمیر و ترمیم شود.

۱۰-۲-۲-۲- آماده‌سازی سطوح بتنی

سطوح بتنی باید قبل از پوشش‌دهی دارای حداقل ۲۸ روز عمر، رطوبت کم‌تر از ۴ درصد، حداقل مقاومت فشاری 25 N/mm^2 و حداقل چسبندگی^۴ 1.5 MPa باشند. برای جزییات بیش‌تر در مورد آماده‌سازی سطوح بتنی مخازن آب زمینی می‌توان به استاندارد SSPC-SP13 مراجعه نمود.

پس از ایجاد زبری به روش مکانیکی، باید تمامی ذرات به‌جامانده بر روی سطوح پاک شوند. توصیه می‌شود برای پاک‌سازی گرد و خاک، از روش خلأ استفاده شود.

اگر از روش شیمیایی برای زبر کردن سطوح استفاده می‌شود، ابتدا باید سطح بتن با آب شرب، شست‌وشو و خشک شده و سپس عملیات پوشش‌دهی انجام شود. توصیه می‌شود برای چسبندگی بهتر و پرکردن ترک‌های ریز بر روی سطح، قبل از اعمال اپوکسی از پرایمر استفاده شود.

توصیه می‌شود در صورت نیاز و به‌ویژه برای سطوح بتنی قدیمی، از چربی‌گیرهای قلیایی برای پاک‌کردن تمامی آلاینده‌ها استفاده شده و پس از آن، عملیات شست‌وشو با آب شرب انجام شود. اگر مدت‌زمان زیادی از اعمال رنگ زیرین

۱- Sand Blast

۲- Water Jet

۳- Power Tool

۴- Pull off

گذشته باشد، باید با سنباده نرم، زبری مناسبی بر روی سطح ایجاد شود.

۱۰-۲-۲-۳- آماده‌سازی سطوح فلزی

برای ایجاد زبری در سطوح فلزی، توصیه می‌شود پس از انجام عملیات زنگ‌زدایی، ذرات آلودگی به‌وسیله هوای پرفشار^۱ و یا با روش ایجاد خلأ^۲ از روی سطح زدوده شده و سپس سطح فلز، با پارچه تمیز کاملاً خشک شود.

۱۰-۲-۲-۴- انتخاب روش رنگ‌کاری

با توجه به شرایط سطح برای رنگ‌کاری می‌توان از روش‌های اسپری (با و یا بدون هوا)، برس و غلتک‌زنی استفاده کرد.

۱۰-۲-۲-۵- روش اجرای پوشش اپوکسی

پس از آماده‌سازی سطح و انتخاب نحوه اعمال رنگ بر روی سطح، قبل از هر اقدامی باید برای تهیه رنگ، سخت‌کننده، همزن و ظرفی با حجم مناسب جهت اختلاط اقدام شود. در مرحله بعد باید رنگ را به‌خوبی مخلوط کرد تا در صورت وجود ذرات جامد و یا دو فاز بودن رنگ، هیچ‌گونه رسوبی در کف ظرف باقی نماند. سپس نسبت مشخصی از سخت‌کننده و رنگ را طبق دستورالعمل سازنده، به ظرف تمیزی منتقل نموده و با همزن برقی با حداکثر سرعت ۳۰۰ الی ۴۰۰ دور بر دقیقه مخلوط شوند. رنگ‌آمیزی با ابزار مناسب و با توجه به ضخامت لازم، باید حداکثر تا ۳۰ دقیقه پس از اختلاط انجام شود. به دلیل احتمال ایجاد خوردگی، توصیه می‌شود فاصله زمانی میان آماده‌سازی سطح و رنگ‌آمیزی بیش‌تر از ۲ ساعت نباشد. در هر شرایطی لازم است فاصله زمانی فوق از ۴ ساعت تجاوز نکند، در غیر این صورت باید دوباره عملیات آماده‌سازی سطح انجام شود. در مناطقی با شرایط آب و هوایی مرطوب، ممکن است مقدار زمان فوق کاهش یابد. در سطوح بتنی باید قبل از ایجاد گرد و غبار بر روی سطح تمیز شده، رنگ اعمال شود. در غیر این صورت باید دوباره عملیات تمیزکاری و آماده‌سازی سطح انجام شود.

۱۰-۲-۳- فایبرگلاس (GFRP)

با توجه به شرایط محیطی موجود و کاربری مخزن، می‌توان از پوشش فایبرگلاس برای مخزن استفاده نمود. در ادامه موارد کاربرد، روش‌ها و الزامات اجرایی این نوع از پوشش شرح داده می‌شود. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد DIN 28052 رجوع شود.

۱۰-۲-۳-۱- موارد کاربرد

می‌توان برای مخازن حاوی آب‌های خورنده، از پوشش فایبرگلاس استفاده نمود. لازم است قبل از نصب، تجهیزات درون

۱- Air Jet

۲- Vacuum

مخزن مانند نردبان، راه‌پله و سایر تجهیزات فلزی ثابت، به‌صورت آماده همراه با پوشش‌های پلی‌پروپیلن (PP) نصب شوند.

۱۰-۲-۳-۲- روش و الزامات اجرا

برای عملیات پوشش‌دهی با فایبرگلاس، لازم است تجهیزات حفاظت فردی از جمله عینک ایمنی، ماسک محافظ در برابر گرد و غبار، ماسک محافظ در برابر بخارات شیمیایی و دستکش، در دسترس باشد.

توصیه می‌شود برای چسبندگی بهتر و پر کردن ترک‌های ریز بر روی سطح، لایه پرایمر مناسب قبل از پوشش‌دهی با فایبرگلاس مورد استفاده قرار گیرد.

لازم است الیاف محافظ (CSM) Glass fibre Chopped Strand Mat برای نواحی مختلف پوشش‌دهی، متناسب با ابعاد سطوح جهت پوشش‌دهی به‌اندازه مناسب برش داده شوند. برای اطمینان از پوشش‌دهی کامل، باید ابعاد و اندازه‌های برش الیاف بیش‌تر از مقدار سطح باشد. بدین منظور رعایت حداقل ۵ سانتی‌متر هم‌پوشانی الزامی است.

مخلوط رزین باید طبق دستورالعمل کارخانه سازنده، آماده شده و سپس با استفاده از غلتک، بر روی الیاف برش‌خورده پخش شود. توجه شود طی انجام عملیات فوق، سطح دارای رزین «بدون حباب» باشد. مطابق شرایط محیط و طبق نظر کارشناس طراح، این پوشش می‌تواند در لایه‌های متوالی بر روی هم اعمال شود. همچنین برای خشک‌شدن هر یک از لایه‌ها، لازم است وقفه زمانی حداقل ۱۲ ساعت رعایت گردد.

۱۰-۲-۴- ملات‌های پلیمری (PC و PCC)

به‌منظور بهبود خواص و سخت‌شدن ملات، مواد پلیمری به مقدار مشخص، به آن افزوده می‌شوند. برای تأمین پوشش غیرقابل نفوذ و برای جلوگیری از خوردگی، می‌توان از آن‌ها در زیر پوشش‌های اپوکسی و GRP استفاده کرد.

۱۰-۲-۵- نکات حفاظت و ایمنی

به‌منظور حفظ ایمنی و حفاظت افراد دخیل در اجرای پوشش‌های داخلی باید علاوه بر الزامات فصل نوزدهم، موارد اختصاصی زیر نیز رعایت شوند:

الف- در دسترس بودن برگه و دفترچه اطلاعات مربوط به ایمنی مواد^۱.

ب- استفاده از دستکش‌های پلاستیکی و یا کرم‌های مخصوص.

پ- استفاده از عینک محافظ و وجود مواد و تجهیزات شست‌وشوی چشم در محل کار.

ت- استفاده از سیستم تهویه هوا در محیط‌های بسته.

ث- انبارسازی، حمل و نقل و استفاده باید دور از دمای بالا، جرقه، جوش کاری، سیگار و شعله باشند.

۱۰-۳- پوشش‌های خارجی

در این بخش پوشش‌های رایج برای استفاده در سطوح خارجی مخازن آب زمینی، معرفی شده و الزامات اجرایی هر کدام شرح داده می‌شود.

۱۰-۳-۱- مصالح متداول پوشش‌های خارجی

برای پوشش سطوح خارجی مخازن آب زمینی که اغلب در مواجه با خاک اطراف هستند، به‌طور معمول از مصالح قیرگونی، عایق رطوبتی پیش‌ساخته و یا مشمع قیری استفاده می‌شود.

۱۰-۳-۱-۱- قیرگونی

قیر مصرفی برای عایق‌کاری باید مطابق با مشخصات مندرج در استاندارد شماره ۱۲۵۰۵ سازمان ملی استاندارد ایران باشد.

۱۰-۳-۱-۲- عایق رطوبتی پیش‌ساخته

عایق رطوبتی پیش‌ساخته، محصولی دولایه از الیاف شیشه و پلی‌استر است که توسط قیر تقویت و با استفاده از پلیمرها پوشیده شده است. ویژگی‌های عایق رطوبتی پیش‌ساخته، باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۱-۳۸۸۵، ۳۸۷۷ و ۳۸۸۳ باشند.

۱۰-۳-۱-۳- مشمع قیری

مشمع قیراندود یا سایر مصالح ویژه عایق‌کاری، باید از سازنده معتبر و مورد قبول مهندس ناظر تهیه شده و مطابق دستورالعمل سازنده اجرا گردند.

۱۰-۳-۲- الزامات عمومی عایق‌کاری

سطح زیر عایق‌کاری باید صاف و تمیز باشد. چنانچه سطح بتنی زیر عایق‌کاری کاملاً صاف نباشد، باید روی آن را با یک لایه ملاط ماسه سیمان (۶ واحد ماسه با ۱ واحد سیمان) به ضخامت ۲ سانتی‌متر اندود نموده و سطح آن را کاملاً صاف کرد. عایق‌کاری بر روی سطوح مرطوب، مجاز نیست. برای زیرسازی عایق‌کاری سقف می‌توان به‌جای ملاط ماسه سیمان، آسفالت مخصوص سقف (توپکا) را به ضخامت ۲ سانتی‌متر به کار برد. عایق‌کاری به‌هیچ‌وجه نباید هنگام بارندگی انجام گیرد. به‌کاربردن میخ برای نصب ورق‌های عایق‌کاری مجاز نیست. در سقف، دیوار و سایر مواردی که عایق‌کاری در بیش از یک قشر انجام می‌شود، باید لایه‌های متوالی عایق، عمود بر یکدیگر قرار گیرند.

ورق‌های عایق باید از هر طرف به اندازه ۱۰ سانتی‌متر در جهت حرکت آب، همدیگر را بپوشانند و با قیر کاملاً به هم بچسبند. عایق‌کاری روی دیوارهایی که پس از انجام کار در مجاورت خاک قرار می‌گیرند، باید به‌وسیله یک دیوار آجری یا

بلوک سیمانی، با ملاط ماسه سیمان و ضخامت حداقل ۱۱ سانتی متر، از تماس با خاک محافظت شود. پس از اتمام هر قشر عایق کاری و قبل از شروع قشر بعدی، باید عملیات مورد بازدید و تأیید مهندس ناظر قرار گیرد. سطح عایق کاری شده باید در حین عملیات ساختمانی و تا زمان تحویل، از هرگونه صدمه و مجاورت با عوامل خورنده نظیر آهک محافظت شود.

۱۰-۳-۳- عایق کاری با قیرگونی

جهت عایق کاری با قیرگونی در سطوح دیوارها و سطوح افقی، رعایت الزامات عمومی مندرج در نشریه ۵۵ ویرایش ۱۴۰۳ الزامی است.

۱۰-۳-۴- عایق کاری با عایق رطوبتی پیش ساخته

از پوشش های رطوبتی پیش ساخته می توان برای عایق کاری سطوح افقی و عمودی استفاده کرد. در ادامه الزامات لازم برای هر یک شرح داده می شود.

۱۰-۳-۴-۱- عایق کاری سطوح عمودی

برای عایق کاری دیوارهای عمودی، ضمن انجام دستورالعمل های ذکر شده در مورد سطوح افقی، باید نصب عایق رطوبتی پیش ساخته از بالا به پایین صورت گیرد. برای تأمین ایمنی دیوارهای بلندتر از ۳ متر باید از تخته و داربست استفاده کرد. در دیوار با ارتفاع کمتر، می توان از طناب های ایمنی (دور کمر) استفاده کرد. در هم پوشانی لایه ها باید دقت نمود که لایه های رویی در سمتی قرار گیرند که مطابق شیب بندی انجام شده، آب از روی آن ها به سمت لایه زیری سرازیر گردد (برای اطلاع از جزئیات بیش تر به آخرین ویرایش نشریه ۵۵-۶ مراجعه شود). در خصوص استفاده از پوشش عایق رطوبتی پیش ساخته در سطوح قائم، توجه به این نکته ضروری است که سطح فوقانی عایق بر روی سطوح قائم باید به نحو مناسبی مهار شود. لایه عایق رطوبتی پیش ساخته بر روی دیوار مخزن، باید مقاومت لازم در برابر فشار جانبی خاک روی مخزن را دارا باشد.

در صورت بالا بودن سطح آب زیرزمینی باید برای امکان استفاده از پوشش عایق رطوبتی پیش ساخته بر روی سطوح خارجی دیوار مخزن بررسی های لازم صورت پذیرد و در این خصوص از تولید کننده محصول استعلام شود. با توجه به فشار آب زیرزمینی وارده بر وجه خارجی دیوار مخزن و همچنین ممانعت از نفوذ آب از درزهای عایق رطوبتی پیش ساخته، وضعیت فوق نیازمند بررسی دقیق است.

۱۰-۳-۴-۲- عایق کاری سطوح افقی

برای عایق کاری روی سقف مخزن باید با استعلام از کارخانه تولید کننده محصول، از مقاومت عایق در برابر نور خورشید و شرایط اقلیمی منطقه مانند احتمال بروز طوفان شن اطمینان پیدا کرد.

در عایق‌کاری سطوح افقی سطح پوشش‌دهی باید تمیز، خشک و عاری از هر گونه چربی و گرد و خاک باشد، همچنین سطح باید شیب‌بندی شده و با ملاط ماسه و سیمان نرم، صاف شود. الزامی است لوازم ایمنی شخصی مانند دستکش، ماسک و لباس ضد آتش تهیه شوند. همچنین لوازم پوشش‌دهی مانند مشعل و منبع گاز (گاز لوله‌کشی و یا کپسول)، ماله و کاردک، تهیه شده و در دسترس باشد.

تمام سطح عایق رطوبتی پیش‌ساخته، باید با مشعل حرارت داده شده و روی سطح چسبانده شود. محل چسباندن باید محکم شده و لبه‌های عایق و انتهای آن، دوباره حرارت داده شوند. سپس با استفاده از ماله یا کاردک، اتصال کامل تأمین شود. برای عایق‌کاری مناسب سطح باید تمام لبه‌های عایق رطوبتی پیش‌ساخته، حداقل ۵ سانتی‌متر با یکدیگر هم‌پوشانی داشته باشند.

در صورتی که عملیات پوشش‌دهی بیش‌تر از یک روز ادامه یابد، سطوح باقیمانده باید دوباره تمیز شده و عاری از هر گونه آلاینده باشند. توجه شود که مطابق بند ۸-۸-۲ نشریه ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور، ایجاد پوشش‌های گیاهی بر روی سقف مجاز نیست.

۱۰-۳-۴-۳- عایق‌کاری با گونی و مشمع قیراندود

برای عایق‌کاری با گونی قیراندود، زیر عایق‌کاری باید با یک قشر قیر مذاب پوشیده شود و سپس روی آن ورق‌های عایق‌کاری قرار گیرند. قیر مذاب باید از نوعی باشد که در عایق‌کاری با قیرگونی مصرف می‌شود و مقدار آن حداقل یک کیلوگرم بر مترمربع باشد.

ورق‌های عایق‌کاری باید حداقل ده سانتی‌متر روی هم قرار گیرند و به‌وسیله قیر مذاب، در محل اتصال کاملاً به هم بچسبند. عایق‌کاری با مشمع قیراندود، باید طبق نقشه و مشخصات کارخانه سازنده مشمع انجام شود.

فصل ۱۱

**اجرای دیوارهای موج‌گیر و جلوگیری
از بروز نقاط مرده جریان در مخزن**

۱۱-۱- مقدمه

در این فصل راهکارهای پیشنهادی با هدف استهلاک جریان ورودی و جلوگیری از ایجاد نقاط مرده جریان در مخازن آب زمینی ارائه می‌شوند.

۱۱-۲- استهلاک جریان آب ورودی مخزن

قطر لوله‌های ورودی تابع دبی جریان ورودی به مخزن است و باید به گونه‌ای انتخاب شود که توانایی انتقال حداکثر دبی را داشته باشد. سرعت ورود آب به داخل مخازن از عامل‌های مهمی است که باید تحت کنترل قرار گیرد. حداکثر سرعت آب در لوله‌های ورودی نباید از ۲/۲۵ متر بر ثانیه تجاوز کند. اگر سرعت جریان آب ورودی زیاد باشد، جریان ورودی بر لایه‌های موجود در مخزن می‌لغزد و در کوتاه‌ترین مسیر ممکن، خود را به لوله‌های خروجی می‌رساند. طراحی سیستم باید به گونه‌ای انجام شود که جریان ورودی به مخزن باعث به هم خوردن رسوبات کف مخزن و ایجاد کدورت در هنگام پر شدن آن نشود. از طرف دیگر کاهش سرعت آب باعث نقصان در اختلاط جریان داخل مخزن و ایجاد نقاط ساکن و مرده می‌شود. جانمایی و تعداد مناسب لوله‌های ورودی، اختلاط جریان داخل مخزن را بهبود خواهد داد.

با هدف تأمین شرایط حدی سرعت و به هم نخوردن رسوبات کف مخزن، لازم است سازه مناسبی برای کنترل جریان ورودی مخزن در طراحی دیده شود. در این رابطه می‌توان از توصیه‌ها و ضوابط نشریه شماره ۴۸۲ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان «ضوابط طراحی هیدرولیکی شیب‌شکن‌ها، تندآب‌ها و تأسیسات پایانه‌ای استهلاک انرژی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی» و نشریه شماره ۴۳۶ آن سازمان با عنوان «راهنمای طراحی هیدرولیکی تصفیه‌خانه‌های آب» استفاده کرد.

دیوارهای موج‌گیر در کم کردن نقاط مرده بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند و در استهلاک انرژی جریان ورودی و پخش مناسب جریان، تأثیرگذار هستند. الزامات اجرایی دیوارهای موج‌گیر در بندهای بعدی این فصل ارائه شده است.

۱۱-۳- جانمایی نقاط ورود و خروج جریان برای کم کردن نقاط مرده مخزن

موقعیت لوله‌های ورودی آب به مخزن و تعداد آن‌ها با توجه به حجم مخزن، جلوگیری از ایجاد مناطق راکد و فراهم ساختن امکان گردش مناسب آب از نقطه ورودی تا خروجی، تعیین می‌شود. بدین منظور می‌توان لوله‌های ورودی و خروجی را در دو سمت مقابل و در دورترین فاصله نسبت به هم جانمایی کرد. معمولاً ورود آب از بالاترین تراز ممکن و خروج آن از کف پیش‌بینی می‌شود. به طور معمول در مخازن بزرگ (با ظرفیت بیش‌تر از ۵۰۰۰ مترمکعب) حداقل از دو لوله ورودی و یک لوله خروجی در هر نیم مخزن استفاده می‌شود. برای کسب اطلاعات بیش‌تر به نشریه شماره ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان «ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی» مراجعه شود. در صورت نیاز به تغییر محل لوله‌های ورودی و خروجی، لازم است تأیید مهندس مشاور اخذ شود.

در مخازن بزرگ (با حجم بیش از ۵۰۰۰ مترمکعب) با توجه به حرکت آب در مخزن و زمان ماندآب، دیوارهای هدایت

جریان آب باید تا تراز حداکثر آب در مخزن ادامه یابند تا جریان از محل لوله ورودی به لوله خروجی در مسیری مشخص حرکت کند. توصیه می‌شود برای جلوگیری از راکد ماندن آب، گوشه‌های تند دیوارهای مخزن همراه با انحنا اجرا شوند. برای کاهش سن آب باید کنترل عملیات اختلاط با دقت لازم انجام شود. برای ایجاد یک اختلاط مؤثر، جریان آب ورودی نباید مغشوش باشد تا مسیر بیش‌تری طی شده و تمام لایه‌های آب دارای حرکت باشند. بدین منظور باید رابطه ۱-۱۱ بین دبی و قطر لوله ورودی برقرار باشد.

$$Q/d > 8.6 \text{ at } 20^\circ\text{C} \quad (1-11)$$

$$Q/d > 12.9 \text{ at } 5^\circ\text{C}$$

در این رابطه Q دبی (مترمکعب بر ساعت) و d قطر مجرا (متر) است. در مواقعی که میزان ظرفیت ورودی کم‌تر از دبی طراحی باشد، باید اقدام لازم جهت کاهش دوره بازچرخانی مخزن نسبت به فرضیات دوره طراحی انجام شود.

۱۱-۴- نحوه بهره‌برداری از مخزن برای کم کردن نقاط مرده مخزن

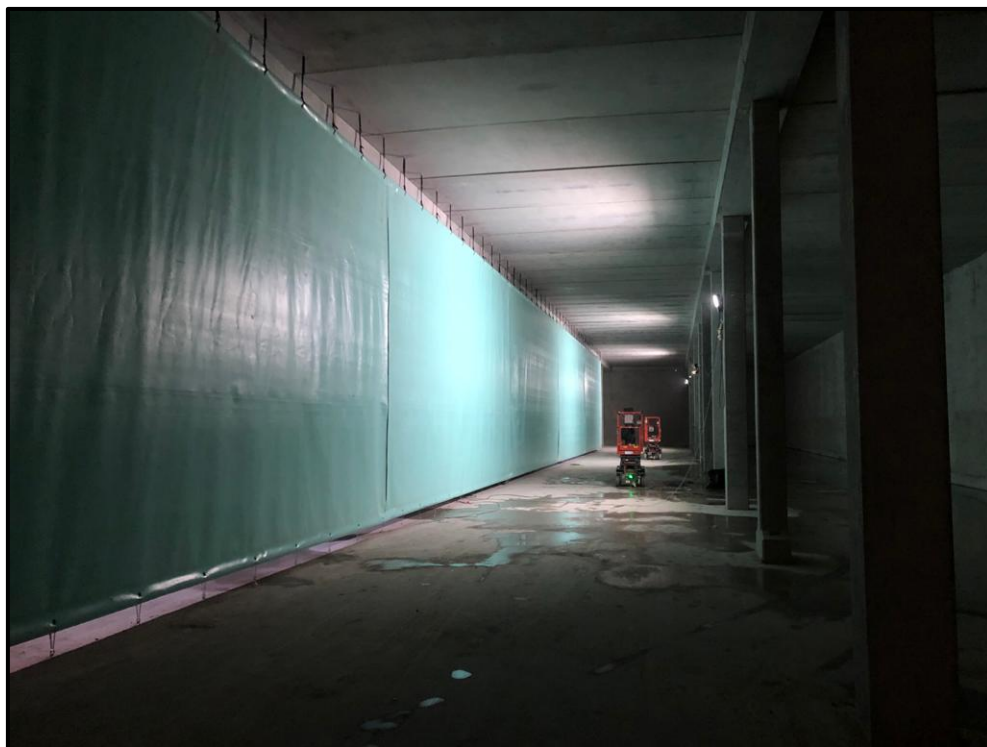
شرایط زیر باعث پدید آمدن ماندآب در مخازن می‌گردند:

- بهره‌گیری کم از آب مخزن، یعنی شرایطی که آب در تجهیزات و یا بخش‌هایی از مخزن برای مدت طولانی ماندگار شود.
- چرخش ناکافی آب در مخزن که موجب اختلاط ضعیف و لایه‌بندی آب در مخزن می‌شود. با به‌وجود آوردن نواحی در مخزن که ماندآب در آن‌ها نسبت به بقیه نواحی مخزن بیش‌تر است، افت کیفیت آب تشدید می‌گردد. برای کسب اطلاعات بیش‌تر در این خصوص و نحوه بهره‌برداری بهتر مخازن، به نشریه شماره ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان «ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی» و نشریه شماره ۱۳۷ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان «راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از آب مخزن» سازمان برنامه و بودجه کشور مراجعه شود.
- سن آب، متغیر تعیین‌کننده‌ای در کیفیت آب شرب در مخازن ذخیره است. در بهره‌برداری مخازن، سن آب به‌وسیله جابه‌جایی و زیر و رو کردن آب و همین‌طور نوسانات ارتفاعات آب در طی شبانه‌روز، مدیریت می‌شود. جابه‌جایی یا زیر و رو شدن کامل آب مخازن در یک دوره ۳ تا ۵ روزه در دوره بهره‌برداری، ضروری است و بهره‌برداری برای آن برنامه‌ریزی شود.

۱۱-۵- راهکارهای سازه‌ای و تجهیزاتی برای کنترل نقاط مرده مخزن

- پرده‌های موج‌گیر راه‌حلی کارآمد و ساده برای بهبود خصوصیات، الگوهای جریان و افزایش اثربخشی تصفیه آب در مخازن هستند. پانل‌های عمودی برای هدایت و پخش کردن آب از طریق یک مسیر مشخص از ورودی تا خروجی نصب می‌شوند. پانل‌ها متناسب با اندازه و شکل مخزن طراحی و ساخته می‌شوند و لازم است ویژگی‌هایی مانند تغییرات ارتفاع کف، در مرحله طراحی در نظر گرفته شوند. برخی از مزایای این پرده‌ها در قیاس با دیوارهای بتنی به شرح زیر هستند:
- افزایش حجم مفید مخزن به دلیل ضخامت کم.

- ساخت سفارشی با توجه به مشخصات درخواستی.
 - ساخت خارج از محل برای کاهش صدمات به ابنیه داخل مخزن.
 - تمیزکردن و نگهداری آسان.
 - عمر پیش‌بینی شده بیش از ۵۰ سال در آب آشامیدنی.
- نمونه‌ای از این نوع پرده موج‌گیر در شکل (۱۱-۱) آورده شده است.



شکل ۱۱-۱- نمونه‌ای از اجرای پرده موج‌گیر با فاصله از کف و سقف

دیوارهای FRP^۱ (پلاستیک مسلح با الیاف) نوعی دیگر از مواد جایگزین بتن در ساخت دیوارهای موج‌گیر هستند که می‌توانند با رعایت ضوابط نصب سازنده، مورد استفاده قرار گیرند. مزیت این دیوارها نسبت به دیوارهای بتنی شامل موارد زیر است:

- طراحی شده برای شرایط ساختاری خورنده با عمری طولانی‌تر نسبت به بتن، چوب، فولاد یا آلومینیوم و درعین حال عدم نیاز به تعمیر و نگهداری مستمر.
- استحکام بالا و کیفیت ثابت.
- ۹۰٪ وزن کمتر نسبت به بتن.
- با حداکثر ضخامت حدود ۶ میلی‌متر، پانل‌ها در مقایسه با دیوارهای بتنی ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌متری، می‌توانند ۹۵٪ حجم مخزن کم‌تری را اشغال کنند.

۱- Fiberglass Reinforced Plastic

نمونه‌ای از دیوار موج‌گیر با ورق FRP در شکل (۲-۱۱) نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۱- نمونه دیوار موج‌گیر با ورق FRP

جزئیات اجرایی و اتصالات دیوارهای FRP هر سازنده متفاوت بوده و باید به صورت مجزا از دستورالعمل‌های همان سازنده استفاده نمود.

فصل ۱۲

اجرای تجهیزات مکانیکی

۱۲-۱- مقدمه

برای عملکرد مطلوب و پرهیز از بروز مشکلات در دوران بهره‌برداری، لازم است ضمن در نظر داشتن شرایط خاص کارکرد هر مخزن، مواردی به شرح زیر در اجرای تجهیزات مکانیکی مخازن آب زیرزمینی رعایت شوند. در هر حال در طراحی و اجرای تأسیسات مکانیکی مخازن آب زمینی، رعایت الزامات و تمهیدات پدافند غیرعامل نیز ضروری است.

۱۲-۲- نکات عمومی اجرای لوله‌ها

نکات درج شده در این بخش در خصوص اجرای لوله‌های فولادی و چدن نشکن برای استفاده در مخازن است. اجرای لوله‌ها با جنس دیگر، مطابق با نشریه ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور منوط به ارائه مستندات کافی توسط مشاور است. قبل از پوشاندن لوله‌ها باید آزمایش هیدرواستاتیک انجام شود. دو روش اصلی آزمایش هیدرواستاتیک شامل «روش اندازه‌گیری افت فشار» و دیگری «روش اندازه‌گیری نشت مجاز آب» است.

الف- روش اندازه‌گیری افت فشار

در این حالت باید از استاندارد DIN 4279-2 استفاده کرد. مطابق آن استاندارد، برای خطوط لوله با فشار کار تا ۱۰ اتمسفر، فشار آزمایش (Test Pressure) باید ۱/۵ برابر فشار کار (Working Pressure) باشد. برای خطوط لوله با فشار کار بیش از ۱۰ اتمسفر، فشار آزمایش باید برابر فشار کار به اضافه ۵ اتمسفر باشد. افت فشار در فواصل زمانی معین اندازه‌گیری شود. خط لوله زمانی مورد تأیید است که حداکثر افت فشار در پایان مدت زمان آزمایش، از مقادیر مندرج در جدول (۱۲-۱) تجاوز نکند.

جدول ۱۲-۱- حداکثر افت فشار مجاز در پایان مدت زمان آزمایش

فشار کار خط	حداکثر افت فشار
۱۰ بار	۰/۱۰ بار
۱۶ بار	۰/۱۵ بار
بیش از ۱۶ بار	۰/۲۰ بار

ب- روش اندازه‌گیری نشت مجاز آب

در این حالت برای لوله فولادی باید از استاندارد AWWA M11 و برای لوله چدنی از استاندارد AWWA C600 استفاده کرد.

۱۲-۲-۱- لوله‌های فولادی

اگر لوله‌ای در زیر مخزن قرار گیرد باید از لوله فولادی با اتصال جوشی استفاده نمود. برای محافظت از لوله‌های زیر مخزن، اطراف لوله‌های مذکور باید با بتن پرسیمان (حداقل رده C16) پوشانده شود.

در صورتی که سیستم لوله‌کشی مخزن به خط انتقال اصلی (دارای حفاظت کاتدی) متصل باشد، جهت جداسازی الکتریکی تأسیسات مخازن از خط انتقال اصلی باید از اتصال عایقی استفاده نمود. بهتر است محل نصب اتصال عایقی در ورودی و خروجی محوطه مخزن باشد. اتصال عایقی به دو نوع اتصال عایقی یکپارچه^۱ و اتصال عایقی فلنجی^۲ تقسیم‌بندی می‌شود. طراحی مکانیکی، مواد، ابعاد و ساخت اتصالات جداکننده باید الزامات استانداردهای EN 12007، EN 1594، EN 14161، ISO 13623 را رعایت نماید.

ساخت لوله‌های فولادی باید مطابق استاندارد AWWA C200 یا API 5L باشد. در محاسبه و انتخاب ضخامت لوله‌ها، باید ضخامت لازم برای رواداری منفی ورق و خوردگی (بر مبنای نوع پوشش) در نظر گرفته شود. با وجود فشار داخلی ناچیز لوله‌های خروجی و شستشو، باید با توجه به خوردگی و بار خارجی آن‌ها از لوله‌هایی با ضخامت بالاتر استفاده شود. رواداری ضخامت ورق فولاد مطابق با استانداردهای API 5L و EN10051 باشد. انتخاب مواد ورق فولادی باید بر اساس استانداردهای DIN EN 10025-2 و API 5L و ASTM انجام شود.

۱۲-۱-۱- پوشش لوله‌های فولادی

لوله‌های فولادی در مقابل خوردگی ناشی از آب و خاک مقاومت اندکی دارند. به منظور افزایش عمر مفید و جلوگیری از خسارات ناشی از خوردگی، حفاظت از جدارهای داخلی و خارجی لوله ضروری است. در صورت تماس با آب، باید پوشش دارای تأییدیه بهداشتی از مراکز معتبر (نظیر سازمان غذا و داروی ایران) باشد.

الف - پوشش سطوح خارجی لوله‌های فولادی

الف - ۱ - پوشش با مواد قیری به طریق گرم

به علت احتمال ایجاد آلودگی در آب آشامیدنی، کاربرد مواد قیری و به‌ویژه قیر قطرانی برای اندود داخلی لوله‌های انتقال آب آشامیدنی ممنوع است. البته اجرای این پوشش در سطح خارجی لوله امکان‌پذیر است. برای اجرای پوشش، ابتدا باید سطح لوله به‌وسیله ساجمه‌زنی یا ماسه‌پاشی تا درجه تعیین‌شده طبق مشخصات طرح، کاملاً تمیزکاری شود تا سطح فلز لوله به رنگ خاکستری مات درآید. بلافاصله پس از آماده‌سازی سطح لوله، لایه استری (پرایمر) روی لوله اجرا می‌شود. سپس به‌وسیله قیرپاش، قیر مذاب روی سطح لوله پاشیده و هم‌زمان یک یا دو لایه نوار تقویت‌کننده به‌صورت مارپیچ به دور لوله پیچیده می‌شود. پس از تکمیل مرحله قیرپاشی، یک لایه نوار خارجی آغشته به قیر به دور لوله پیچیده و لوله به‌وسیله آب خنک و در صورت لزوم، با آب‌آهک سفیدشویی می‌شود تا در مقابل نور خورشید و جذب حرارت حفاظت شود. در محل‌هایی که لوله پوشش بتنی دارد نیاز به اجرای پوشش نیست.

استانداردهای مرتبط با پوشش با مواد قیری به طریق گرم به شرح زیر هستند. آخرین ویرایش استانداردها باید ملاک

۱- IJ-Insulation Joint

۲- IF-Insulation Flange or Insulation Kit

عمل قرار گیرد.

- الف - ISO5256 - پوشش قیری یا قطرانی برای حفاظت خارجی و داخلی لوله‌های فولادی زیرزمینی.
- ب - BS4147 - پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح فلزی.
- پ - DIN30673 - پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح خارجی و داخلی لوله‌های فولادی.
- ت - JIS G 3491 - پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح داخلی و خارجی لوله‌های آب‌رسانی فولادی.

الف-۲- پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی با نوارپیچی به طریق سرد

این نوع پوشش برای حفاظت سطح خارجی لوله‌های فولادی به کار می‌رود. برای اجرای این پوشش، ابتدا سطح لوله به وسیله ساجمه‌زنی یا ماسه‌پاشی تا درجه تعیین شده کاملاً تمیزکاری می‌شود تا به رنگ خاکستری مات درآید. بلافاصله پس از تمیزکاری، باید لایه آستری را با استفاده از قلم‌مو یا اسپری (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده پوشش) اجرا شود. قبل از پیچیدن نوار زیری بر روی سطح، لایه آستری باید به اندازه کافی خشک شده باشد. این نوار باید به وسیله دستگاه نوارپیچ، با کشش و زاویه یکنواخت، هم‌پوشانی کافی و بدون چین‌وچروک به دور لوله اجرا شود. نوار رویی به وسیله دستگاه نوارپیچ بر روی نوار زیری پیچیده می‌شود و قسمت هم‌پوشانی نوار رویی، باید بر روی قسمت هم‌پوشانی نوار زیری قرار گیرد. مشخصات کامل و جزییات اجرایی پوشش مزبور در بخش پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی نشریه شماره ۳۰۳ سازمان برنامه و بودجه کشور آمده است.

الف-۳- پوشش خارجی پلی‌اتیلن

این نوع پوشش به وسیله نوار پلی‌اتیلن و یا از طریق پلی‌اتیلن مذاب، به صورت یک‌پارچه اجرا می‌شود. پوشش حفاظتی نوارهای پلی‌اتیلن معمولاً از یک لایه پرایمر اپوکسی، یک لایه چسبنده میانی و یک لایه از ترکیبات پلی‌اولفین تشکیل می‌شود که مجموعاً حفاظت مناسبی برای جلوگیری از اثر خوردگی خاک تأمین می‌کنند.

پودر اپوکسی مورد استفاده در لایه اول، نقش اصلی را در حفاظت لوله از خوردگی ایفا می‌کند. برای اجرا لازم است سطح لوله با عملیات ماسه‌پاشی تمیز و برای عملیات پوشش گرم شود. سپس پودر اپوکسی توسط تفنگ الکترواستاتیک با ضخامت ۲۰۰ تا ۳۰۰ میکرون اعمال می‌شود تا بر اثر گرمای لوله، ذوب و رزین پخت شود و شبکه‌ای مستحکم از اپوکسی تشکیل شود.

لایه دوم، چسب کوپلیمری است که توسط فرآیند اکستروژن جانبی با ضخامت ۱۵۰ تا ۲۵۰ میکرومتر روی لایه اپوکسی کشیده می‌شود. چسب مورد استفاده باید با لایه اپوکسی زیرین و پوشش خارجی، چسبندگی شیمیایی مناسب داشته باشد.

لایه سوم (پلی‌اتیلن) برای حفاظت لوله از آسیب‌های فیزیکی با ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر توسط فرآیند اکستروژن اعمال می‌شود. پوشش پلی‌اتیلن برای شرایط دمایی تا حدود ۸۰ درجه سلسیوس مورد استفاده است.

از استانداردها و مراجع رایج مربوط به پوشش لوله‌های فولادی با پلی‌اتیلن مذاب، استاندارد DIN30670 است که در آن آماده‌سازی سطح خارجی، اجرای پوشش، نگهداری، آزمایش چسبندگی و سایر کنترل‌ها شرح داده شده است.

الف - ۴- پوشش فیوژن باند اپوکسی یا همجوشی پیوندی FBE

پوشش اپوکسی هم‌جوشی، پیوندی که به‌عنوان پوشش پودری اپوکسی پیوند فیوژن و یا پوشش FBE شناخته می‌شود، پوشش پودری مبتنی بر اپوکسی است که به طور گسترده‌ای برای محافظت در برابر خوردگی لوله‌های فولادی استفاده می‌شود. مشخصات فنی پوشش FBE باید طبق استاندارد ISO 21809 باشد.

ب- پوشش سطوح داخلی لوله‌های فولادی

ب- ۱- پوشش ملاط ماسه - سیمان

پوشش ملاط ماسه - سیمان یکی از پوشش‌هایی است که برای پوشش داخلی لوله‌های فولادی، در صنعت لوله‌سازی به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. نوع خاص سیمان مورد نیاز با توجه به شرایط هر طرح تعیین می‌شود. هزینه کم، ضریب انبساط مشابه با ضریب انبساط فولاد، سهولت اجرا و تعمیر، از جمله مزایای پوشش‌های سیمانی است. از نقاط ضعف پوشش سیمان می‌توان به عدم مقاومت کافی پوشش در مقابل حمل‌ونقل و جابه‌جایی و در نهایت ایجاد ترک و همچنین عمر کم این پوشش در مجاورت آب‌های سبک اشاره کرد که موجب افزایش شدت خوردگی و کنده شدن تدریجی پوشش سیمان می‌شود.

پوشش سیمانی به‌وسیله پاشیدن به روش گریز از مرکز، ماله‌کشی دستی و یا قالب‌گیری قابل انجام است. پوشش اتصالات معمولاً به‌صورت دستی انجام می‌گیرد و یکنواختی و ضخامت آن بستگی به مهارت انجام‌دهنده کار دارد. یکی از استانداردهای معتبر در این خصوص استاندارد AWWA-C602 است.

ب- ۲- پوشش اپوکسی

این پوشش برای مصارف آب آشامیدنی از یک لایه پرایمر و یک یا چند لایه رزین اپوکسی (مناسب برای آب آشامیدنی، بدون حلال و فاقد مواد سمی) تشکیل شده است. از مهم‌ترین مزایای پوشش اپوکسی علاوه بر مقاومت چسبندگی و مقاومت خوردگی مناسب، ایجاد سطحی صاف در داخل لوله است که کاهش افت فشار و افزایش نرخ جریان را به دنبال دارد. به دلیل اهمیت آماده‌سازی سطوح برای انجام پوشش اپوکسی، بهتر است فرآیند پوشش در کارخانه انجام گیرد. اجرای این پوشش باید مطابق استاندارد AWWA C210 باشد. در صورت عدم اطمینان به اجرای صحیح پوشش، ضخامت مجاز خوردگی باید به ضخامت لوله‌ها اضافه شود.

۱۲-۱-۲- جوش کاری لوله‌های فولادی

تأیید مواد، تجهیزات، شیوه جوش کاری (WPS) و صلاحیت فنی جوشکاران الزامی است. بدین منظور نمونه‌ای از هر

یک از اتصالات جوش کاری شده، باید تهیه و جهت تأییدات لازم به مهندس مشاور ارائه شود. در صورتی که عملیات جوش کاری برای افراد دیگر زیان بخش باشد، لازم است وسیله حفاظتی در قبال تشعشع ناشی از برق تهیه شود.

جوش کاری روی سطوح مرطوب و دارای گرد و غبار مجاز نیست. رطوبت موجود و گرد و غبار منطقه جوش کاری، باید قبل از شروع عملیات به وسیله حرارت کنترل شده، برطرف شود. ضمناً باید حائل های ضد باد و باران برای حفاظت عملیات جوش کاری تدارک دیده شوند. لازم است تأثیر حائل های پیش بینی شده بابت جوش کاری در زمان بارش باران و یا وزش باد، مورد ارزیابی قرار گیرد و در غیر این صورت نسبت به توقف عملیات جوش کاری اقدام شود. آزمایش غیرمخرب از لوله های جوش شده به صورت ۱۰۰٪ سرجوش ها برای لوله های زیر مخزن، ضروری است.

جوش کاری لوله ها باید توسط جوشکاران ماهر و دارای تأییدیه معتبر انجام پذیرد. جوش کاری خط لوله باید بر اساس استاندارد API-1104 مورد ارزیابی قرار گیرد.

در مواقعی که عملیات نصب لوله توقف داشته است، انتهای باز لوله ها باید به نحو مناسب بسته شود تا از ورود اشیا خارجی به داخل لوله جلوگیری شود.

۱۲-۲-۲- لوله های چدنی نشکن

لوله های چدن نشکن باید بر اساس استاندارد ISO 2531 تولید شده باشند. سطوح داخلی و خارجی لوله های چدن باید به یکی از روش های زیر پوشش داده شوند.

۱۲-۲-۳- پوشش لوله های چدنی

الف- پوشش داخلی لوله های چدنی

پوشش حفاظتی جدار داخلی لوله های چدن نشکن معمولاً اندود سیمانی است که با استفاده از فرآیند گریز از مرکز روی جدار داخلی لوله اعمال می شود و ویژگی های زیر را فراهم می کند:

- جریان هیدرولیک عالی به دلیل صافی سطح.
 - حفظ کیفیت آب منتقل شده.
 - محافظت مؤثر از دیواره لوله در برابر آب و ذرات شناور ساینده.
- استاندارد رایج برای اجرای پوشش داخلی لوله های چدنی استاندارد ISO 4179 است.

ب- پوشش خارجی لوله های چدنی

پوشش رایج سطح خارجی لوله های چدنی شامل پوشش فلز روی و لایه نهایی رنگ بیتومن یا اپوکسی است. اجرای این نوع پوشش باید مطابق استاندارد معتبر ISO 8179 باشد.

در صورتی که لوله‌های چدن نشکن در مناطقی با خاک خورنده نصب شوند، علاوه بر پوشش‌های استاندارد، استفاده از غلاف پلی‌اتیلن نیز ضروری است. نحوه اجرا، جزییات و مشخصات پوشش پلی‌اتیلن بر اساس دستورالعمل سازنده و یا استانداردهای معتبر AWWA C105 و DIN30674 صورت می‌گیرد.

۱۲-۳- اجرای لوله‌های ورودی مخازن

به دلیل امکان نصب حلقه آب‌بندی، ترجیحاً باید از لوله فولادی برای محل عبور از دیواره‌ها استفاده کرد. در صورتی که به دلیل کوچک بودن قطر لوله امکان اجرای پوشش داخلی لوله فراهم نباشد، باید ضخامت خوردگی برای لوله در نظر گرفته شود. قسمت‌هایی که دفن شده یا داخل بتن قرار می‌گیرند، باید قبل از پوشاندن مورد آزمایش و تأیید قرار گیرند. در صورتی که شیر کنترل سطح آب در داخل مخزن نصب شود، باید نشیمنگاه لازم برای تحمل وزن شیر، از دیواره یا کف در نظر گرفته شود تا نیروی آن به لوله وارد نشود. در لوله‌کشی ورودی مخزن دقت شود تا با زهکش پیرامونی مخزن تلاقی وجود نداشته و حوضچه شیرآلات ورودی، فاصله مناسب را از زهکش داشته باشند. لوله ورودی باید تا ۳۰ سانتی‌متری زیر سقف نصب شود. برای قسمت‌های روباز و دفنی لوله ورودی، اتخاذ تمهیدات لازم برای جلوگیری از یخ‌زدگی الزامی است.

۱۲-۴- اجرای لوله‌های خروجی مخازن

برای جلوگیری از بروز پدیده گرداب، مکش هوا به داخل لوله خروجی و تخلیه کامل حجم مفید مخزن، دهانه لوله خروجی مخزن باید داخل چاله خروجی قرار گیرد. مشخصات و ابعاد چاله در نشریه شماره ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور ارائه شده است. تراز لبه بالایی چاله خروجی، باید حداقل ۱۵۰ میلی‌متر از تراز کف مخزن در مجاورت چاله بالاتر باشد تا از ورود مواد زاید ته‌نشین شده در کف مخزن به داخل لوله خروجی جلوگیری شود.

به دلیل امکان نصب حلقه آب‌بندی، بهتر است از لوله فولادی برای محل عبور از دیواره‌ها استفاده کرد. به منظور ایجاد تعادل در تراز آب بخش‌های مستقل مخزن (در صورت وجود)، باید برداشت آب به صورت جدا از بخش‌های مستقل مخزن انجام شود. خروجی‌ها باید توسط کلکتور یا خط لوله مشترک به یکدیگر مرتبط شوند. روی هر لوله خروجی، نصب یک شیر قطع و وصل مستقل ضروری است. برای تعمیر شیرآلات، باید در کنار آن‌ها یک اتصال قابل پیاده‌کردن نصب شود. به دلیل امکان استفاده از همه حجم مفید مخزن، لوله خروجی نباید شیب مثبت داشته باشد. بهتر است لوله خروجی حداقل تا ۱ درصد شیب منفی داشته باشد. قسمت‌هایی از لوله خروجی که دفن می‌شوند یا داخل بتن قرار می‌گیرند، قبل از پوشاندن باید مورد آزمایش و تأیید قرار گیرند.

برای تخلیه آب و رسوب چاله خروجی می‌توان از پمپ کف‌کش استفاده و یا به صورت دستی اقدام کرد. در صورتی که با توجه به ابعاد لوله خروجی، ابعاد چاله پمپاژ بزرگ شود می‌توان برای آن لوله تخلیه مجزا اجرا کرد. برای جلوگیری از

مسدود شدن لوله تخلیه در اثر رسوب، توصیه می‌شود قطر لوله ۱۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود. لوله تخلیه دیواره چاله خروجی، باید ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از کف اجرا شود تا امکان ورود ذرات بزرگ به داخل لوله وجود نداشته باشد. برای لوله در خارج از مخزن بایستی شیر قطع و وصل نصب کرد.

در ابتدای لوله‌های خروجی باید یک صافی از نوع یک سر فلنج از جنس فولاد ضدزنگ AISI 304 نصب شود. فلنج باید مطابق استاندارد DIN EN 1092 باشد. توصیه می‌شود قطر سوراخ سبد توری ۱۰ میلی‌متر باشد. این مقدار با توجه به کیفیت آب مخزن قابل تغییر است. ضخامت ورق توری برای لوله خروجی تا قطر ۵۰۰ میلی‌متر، حداقل ۳ میلی‌متر و برای مقادیر بیش‌تر، حداقل ۴ میلی‌متر است. توصیه می‌شود پیچ و مهره‌های فلنج از جنس AISI 304 انتخاب شوند.

۱۲-۵- اجرای حوضچه‌های شیرآلات ورودی، خروجی و شستشوی مخازن

عملیات اجرایی حوضچه‌های شیرآلات ورودی، خروجی و شستشوی مخازن باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات فنی مورد تأیید دستگاه نظارت انجام شود. الزامات بیان شده در این بخش، به‌عنوان مشخصات تکمیلی برای اجرای تأسیسات مذکور محسوب می‌شوند. در احداث این حوضچه‌ها، رعایت نکات عمومی زیر الزامی است:

- نصب شیرآلات و احداث حوضچه‌ها باید پس از اتمام نصب خطوط لوله انجام پذیرد.
- برای تعمیر یا تعویض شیرهایی که مستقیماً روی خط لوله نصب می‌شوند، پیش‌بینی قطعه واسط الزامی است.
- برای شیرآلات خطوط لوله با قطر بیش از ۳۰۰ میلی‌متر، باید نشیمن مناسب و مورد تأیید دستگاه نظارت در درون حوضچه اجرا شود تا وزن شیرآلات و اتصالات، فشار اضافی به لوله وارد نکند. نشیمن می‌تواند در زیر شیر، سهراهی یا سایر متعلقات در دو طرف شیر قرار گیرد.
- ابعاد حوضچه‌ها باید به نحوی انتخاب شوند که فضای کافی برای فعالیت نصاب، باز و بسته کردن پیچ و مهره‌ها، گردش ابزار کار و تأمین فضای پشت‌بند متعلقات فراهم گردد. در تعیین ابعاد، عرض شیرها و جهت نصب آن‌ها نیز باید مدنظر قرار گیرد.
- احداث حوضچه شیرها باید بر اساس مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور) انجام شود.
- دریچه بازدید، ورودی و خروجی حوضچه‌ها و پله‌های دسترسی نباید مستقیماً بر روی لوله‌ها و شیرآلات قرار گیرند.
- دریچه یا دریچه حوضچه‌های شیرآلات باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۹۷۶ طراحی و ساخته شوند. در صورت استفاده از دریچه‌های فولادی، سطوح آن‌ها باید با رنگ اپوکسی سه‌لایه با ضخامت کل حداقل ۱۸۰ میکرون پوشش داده شود.
- به‌منظور جلوگیری از ورود افراد غیرمجاز به حوضچه، استفاده از قفل دویل، مصالح بتنی برای سنگین کردن دریچه و سایر اقدامات مشابه ضروری است.

- آب‌بندی محل عبور لوله‌ها از دیواره حوضچه باید به‌طور کامل انجام شود. در این خصوص، استفاده از کنف قیراندود بین دیواره و لوله الزامی است. در مواقعی که تراز آب زیرزمینی بالاتر از کف حوضچه باشد، علاوه بر رینگ آب‌بندی و کنف قیراندود کوبیده شده، باید از خمیرهای آب‌بند به ضخامت حداقل ۳ سانتی‌متر در سطح بیرونی محل عبور لوله استفاده شود. در صورت وجود غلاف، فضای بین غلاف و لوله با مواد آب‌بند مناسب (نظیر ماستیک) پر گردد.
- در صورت قرار گرفتن کف حوضچه در تراز پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی، پیش‌بینی لوله تخلیه در کف حوضچه مجاز نیست. در این شرایط، استفاده از چاهک پمپاژ برای جمع‌آوری و تخلیه آب توصیه می‌شود.
- در سایر موارد، تخلیه آب‌های جمع‌شده یا ناشی از نشت اتصالات باید از طریق لوله‌ای در حدفاصل یکی از دیوارها و کف حوضچه و زهکشی اطراف آن تأمین گردد. کف حوضچه باید به سمت دریچه و محل تخلیه شیب‌بندی شود. برای تخلیه آب ناشی از نشت یا تعمیر و تعویض شیرآلات، لوله زهکش در کف حوضچه پیش‌بینی گردد.
- در حوضچه‌هایی که در مجاورت رودخانه یا مسیل قرار دارند، لوله زهکش به محل‌های مذکور هدایت شود. در سایر موارد، گودالی به ابعاد حدود ۱×۱ متر و عمق مناسب در مجاورت حوضچه حفر و با مصالح درشت‌دانه پر گردد. لوله زهکش باید به این گودال متصل بوده و به نحوی نصب شود که از برگشت آب به داخل حوضچه جلوگیری کند. جنس لوله زهکش فولاد گالوانیزه گرم بوده و قطر آن متناسب با ابعاد حوضچه، بین ۲ تا ۴ اینچ خواهد بود.
- در مرحله طراحی، باید امکان خارج کردن بزرگترین قطعه شیر یا متعلقات از داخل حوضچه فراهم شود. برای این منظور سقف حوضچه باید قابل برداشتن باشد یا قسمتی از آن به صورت پیش‌ساخته نصب گردد.
- در صورت نیاز، اتصال لوله شستشوی مخزن به کانال سرریز با نظر دستگاه نظارت بلامانع است. در این حالت، لوله تخلیه هر بخش باید مستقل بوده و مجهز به شیر قطع و وصل در بیرون مخزن باشد.
- پرکردن اطراف حوضچه‌ها باید در زمان مناسب و پس از اطمینان از صحت عملیات اجرایی دیواره‌ها انجام پذیرد.

۱۲-۶- اجرای تجهیزات سرریز

- سازه سرریز باید به‌گونه‌ای ساخته شود که آب سرریز شده به‌آسانی قابل مشاهده و تشخیص باشد. آب جمع شده در سازه سرریز باید توسط کانال و یا لوله‌ای با شیب مناسب، در محلی که تعارضی با سایر تجهیزات شهری یا برون‌شهری نداشته باشد، تخلیه شود.
- در صورتی که امکان احداث سازه سرریز در مجاورت مخزن وجود نداشته باشد لازم است آب سرریز شده به حوضچه انتهایی سرریز منتقل شود. حوضچه مذکور باید قابلیت پذیرش دبی سرریز شده را داشته و همچنین آب سرریز شده در آن قابل مشاهده و تشخیص باشد. در این حالت آب سرریز شده از مخزن باید مستقیماً در مجاری آب‌های سطحی و یا

فاضلاب تخلیه شود.

در صورت عدم امکان یخزدگی و مسدود شدن جریان سرریز، برای جلوگیری از ورود جانوران و حشرات به داخل لوله بهتر است در انتهای لوله سرریز از توری فولادی ضدزنگ استفاده شود. در صورت استفاده از توری دارای بازشدگی‌های کوچک، امکان یخزدگی و انسداد آب در زمستان وجود دارد؛ لذا استفاده از توری با بازشدگی کوچک در مناطق سردسیر توصیه نمی‌شود. در صورتی که انتهای لوله سرریز (در محل اتصال با سازه سرریز) افقی باشد، می‌توان از دریچه تخلیه انتهایی به جای توری استفاده کرد.

۱۲-۷- نکات اجرایی شیرآلات در لوله‌کشی مخازن

در زمان اجرا با توجه به مفاهیم، شرایط تأثیرگذار بر طراحی، اهداف و محدودیت‌های پدافند غیرعامل، باید نسبت به نصب شیرآلات در مخازن اقدام شود. شیرها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که آب‌بند آن‌ها به راحتی قابل تعویض، بستن و باز کردن بوده و عملکرد آن‌ها حتی‌الامکان ساده باشد. شیرها باید توانایی عملکرد را در فشار و دمای کاری طرح داشته باشند. برای تمامی شیرآلات مخزن مانند شیرهای ورودی، خروجی، تخلیه آب و رسوب، باید حوضچه پیش‌بینی شود.

توصیه می‌شود تمامی شیرآلات از یک سازنده که مورد تأیید دستگاه نظارت است؛ تهیه شود. هم‌زمان با تحویل تجهیزات باید راهنمای نصب تجهیزات نیز از طرف سازنده ارائه شود.

تمامی شیرهای دستی باید به وسیله گردش فلکه گردان در جهت عقربه‌های ساعت بسته شوند. جهت بستن شیرها باید بر روی آن‌ها مشخص شده باشد. فلکه گردان شیرها باید به منظور دسترسی ۱ الی ۱/۵ متر بالاتر از کف حوضچه واقع شوند. شیرهایی که در تماس با مواد شیمیایی هستند، باید قابلیت مقاومت در مقابل مواد شیمیایی را داشته باشند.

باید دسترسی لازم برای تزریق روان‌کننده به تمامی قسمت‌های مورد نیاز مانند محور شیر و اجزای چرخنده فراهم باشد. جلوگیری از یخزدگی شیرها خصوصاً در مناطق سردسیر، باید مدنظر قرار گیرد.

لازم است از وارد آمدن هرگونه آسیب به قسمت‌های مختلف شیر اجتناب شود. شیرها و لوازم مربوط به آن‌ها باید در شرایط مناسبی انبار شوند تا از ورود آب، رطوبت و هرگونه آلودگی به داخل آن‌ها جلوگیری شود.

برای انبارش شیرآلات، باید فضای مناسبی تهیه شود تا شیرآلات در مقابل نور مستقیم خورشید، گرد و غبار و رطوبت حفظ شوند. چنانچه فضای مناسب برای انبارش شیرآلات موجود نباشد، شیرآلات باید با پوشش مناسب در مقابل آسیب‌های طبیعی و انسانی حفظ شوند.

الزامات بند ۶-۱-۱- نشریه ۵۲۹ سازمان برنامه و بودجه کشور در خصوص نصب شیرآلات، باید رعایت شوند.

در زمان اجرا و نصب شیرها و لوله‌ها، باید دقت شود که بار ناخواسته‌ای از فلنج‌ها، لوله‌ها، قطعات یا دیگر تجهیزات به شیرها و لوله‌ها وارد نشود.

به منظور جلوگیری از ورود آشغال و رطوبت و گرد و غبار، باید بر روی دهانه لوله‌ها، شیرها و اتصالات، درپوش‌های مناسبی نصب شود. قبل از اتصال لوله و شیرآلات، سطوح آن‌ها باید کاملاً پاک شده و بدون مواد زائد باشند. اتصال سطوح

به یکدیگر باید با مواد پیشنهادی سازنده مانند گریس تأمین شود. فلنچ‌ها باید به صورت منطبق برهم و هم‌محور بسته شوند. عمل بستن و محکم کردن پیچ‌ها باید با آچار مناسب و با طول مناسب انجام گیرد. در صورت نیاز پس از اتمام نصب اتصال، باید پوشش حفاظتی بر روی اجزای شیر اجرا شود.

در خصوص نصب شیرآلات پروانه‌ای، رعایت الزامات بند ۶-۱-۲ نشریه ۵۲۹ سازمان برنامه و بودجه کشور الزامی است. در صورت استفاده از شیرهای شناور پایلوت‌دار، رعایت الزامات نصب، راه‌اندازی و تنظیم شیرهای شناور پایلوت‌دار مطابق بند ۲-۱-۴-۱-۲ نشریه ۵۲۹ سازمان برنامه و بودجه کشور الزامی است. در صورت لزوم قطعات مختلف شیرها، باید علامت‌گذاری شده و در مکان‌های مناسب انبار شوند تا نصب و سوار کردن مجدد آن‌ها بدون اشکال صورت گیرد.

قسمت‌های مختلف شیرآلات، از جمله ورودی و خروجی آن‌ها باید کاملاً تمیز نگاه داشته شوند. قسمت‌های کثیف باید با دقت تمیز شوند، به گونه‌ای که از ورود آسیب و خراش به آن‌ها جلوگیری شود. نصب شیرها و متعلقات داخل حوضچه باید پس از حصول اطمینان از گیرایی کامل بتن و صحت عملیات اجرایی سازه شروع شود.

در مواقعی که شیرها و متعلقات آن‌ها قبل از احداث سقف و دیوارها نصب گردند، به منظور جلوگیری از بروز صدمه به آن‌ها در حین عملیات اجرایی، باید تمهیدات لازم پیش‌بینی شده و تجهیزات فوق کاملاً پوشانده شوند. تمام شیرها باید طوری نصب شوند که محور آن‌ها (SPINDLE) کاملاً قائم باشد. قبل از اینکه شیر نصب شود، باید تمام قسمت‌های متحرک آن از قبیل میله محور و تکیه‌گاه، با روغنی که در مشخصات سازنده ذکر شده آغشته شوند. برای پوشش شیرآلات مورد استفاده در حوضچه مخازن، باید موارد ذکر شده در مشخصات فنی خصوصی مدنظر قرار گیرند. حفاظت سطح داخلی و خارجی شیرآلات، باید حداقل با پوشش رنگ اپوکسی تأمین گردد.

۱۲-۸- محرک‌های برقی و بادی

برای باز و بسته کردن شیرآلات و دریچه‌ها از محرک‌های برقی و یا بادی استفاده می‌شود. شیرهایی که با راه‌انداز نیوماتیک با سیستم هوای فشرده از دور کنترل می‌شوند، باید دارای دو حد باز و بسته‌شدن باشند، این محرک‌ها مجهز به شیرهای سلونوئیدی بوده و میزان گشتاور آن‌ها متناسب با گشتاور موردنیاز شیر تعیین می‌شود. این محرک‌ها با فشار حداکثر شش بار کار می‌کنند. راه‌اندازهای سلونوئیدی که با جریان برق تابلوی کنترل، عمل می‌کنند می‌توانند سه‌راهه یا چهار راهه باشند. این محرک‌ها از نوع دو وضعیتی^۱ بوده و فقط در حالتی که لازم باشد در هنگام قطع برق، شیر تغییر وضعیت دهد، از نوع تک وضعیتی^۲ آن‌ها با برگشت فنری استفاده می‌شود. درجه حفاظت مکانیکی آن‌ها در مقابل عوامل

۱- DOUBLE ACT

۲- SINGLE ACT

جوی، باید حداقل IP67 باشد. محرک‌ها باید توانایی عملکرد مطلوب را در بازه دمایی 20°C تا 60°C درجه سانتی‌گراد داشته باشند.

برای شیرها و دریچه‌هایی که به صورت باز و بسته^۱ عمل می‌کنند، محرک‌های برقی باید از نوع ControlIntegrated (دارای کنتاکتورها، کلیدهای فشاری و گردان داخل محرک) و مجهز به کلیدهای گشتاوری و حدی باشند.

۹-۱۲- نکات اجرایی سیستم تهویه هوای مخازن

هواکش‌ها در مخازن بتنی باید دارای خصوصیات زیر باشند:

- امکان ورود آب باران و آب‌های سطحی از طریق هواکش‌ها به داخل مخازن وجود نداشته باشد.
- ورود حشرات، پرندگان، خزندگان و گرد و خاک از طریق هواکش‌ها به داخل مخازن ممکن نباشد.

در مخازن کوچک با تعبیه تعداد مناسبی هواکش عصایی از جنس چدنی یا فولادی با پوشش گالوانیزه، می‌توان شرایط مطلوب را برای تهویه مخازن فراهم آورد. انتهای باز هواکش عصایی باید حداقل یک متر از سطح خاکریز سقف فاصله داشته باشد و نصب دو توری از جنس فولاد ضدزنگ (یا سایر مواد مقاوم در برابر خوردگی) با آرماتور شبکه‌ای^۲ ۱۶ (اندازه بازشوی توری $\frac{1}{16}$ اینچ) الزامی است.

در مخازن بزرگ که از سازه هواکش مطابق با نشریه ۱۲۳ استفاده می‌شود، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از مسدودشدن هواکش بر اثر انباشت برف و یخ‌زدگی، مطابق با نظر دستگاه نظارت منظور شود. در اجرای سازه تهویه هوا، لازم است تمهیدات مربوط به رعایت ضوابط پدافند غیرعامل منظور شود.

۱- On&Off

۲- mesh

فصل ۱۳

اجرای تجهیزات برقی و کنترلی

۱۳-۱- مقدمه

تجهیزات برق، کنترل و ابزار دقیق از مهم‌ترین تجهیزات مورد استفاده در صنعت آب و فاضلاب است که انتخاب صحیح و طراحی مناسب آن تأثیر بسیار زیادی بر بهبود عملکرد فرآیند، افزایش طول عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های جاری دارد. تجهیزات برقی که در تأسیسات آب و فاضلاب به کار می‌روند باید به گونه‌ای انتخاب شوند که با فضای عملیاتی مربوطه سازگار باشند. همچنین تجهیزات باید بتوانند به نحو مطلوب و بدون ایجاد خطر، مورد بهره‌برداری قرار گیرند. به همین منظور در انتخاب تجهیزات نه تنها پارامترهای برقی دستگاه‌ها از قبیل ولتاژ، آمپر، توان و غیره باید به دقت مدنظر قرار گیرد، بلکه بدنه، پوسته یا محفظه‌ای که قطعات برقی درون آن‌ها جاسازی شده‌اند نیز باید متناسب با شرایط صنعت آب و فاضلاب باشند.

هدف این بخش ارائه معیارهای انتخاب تجهیزات برقی در طراحی و ساخت مخازن آب زمینی است که می‌تواند در موارد زیر مؤثر باشد:

- بهبود عملکرد فرآیندی واحدهای تأسیسات مخازن آب زمینی.
- بهره‌برداری صحیح از تأسیسات مخازن آب زمینی.
- جلوگیری از هزینه‌های مازاد در زمان بهره‌برداری.
- افزایش طول عمر تجهیزات برق، کنترل و ابزار دقیق.
- به حداقل رسیدن عیب‌های مربوط به تجهیزات برق و کنترل و ابزار دقیق تأسیسات مخازن آب زمینی.
- افزایش سرعت و دقت در دوران بهره‌برداری.

طراحی تأسیسات برقی مخازن آب زمینی باید بر اساس مبانی فنی مهندسی برق قدرت، کنترل، مخابرات و ابزار دقیق، مباحث مرتبط مندرج در نشریات سازمان برنامه و بودجه کشور و رعایت استانداردهای داخلی و بین‌المللی انجام شود. اجرای حداقل نیازهای برقی به شرح زیر برای مخازن آب زمینی ضروری است:

۱۳-۲- ترانسفورماتور توزیع

ترانسفورماتور دستگاه ساکنی است که با القای الکترومغناطیسی بین دو یا چند سیم پیچ، ولتاژ و جریان الکتریکی متناوب را به ولتاژ و جریان الکتریکی با همان فرکانس و معمولاً با مقادیر دیگر تبدیل می‌کند.

ترانسفورماتور توزیع باید از نوع روغنی کم تلفات و دارای منبع انبساط روغن باشد. تمام قطعات، وسایل و تجهیزات مورد استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع باید مطابق ضوابط نشریه شماره ۱-۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه کشور، استاندارد ملی ایران، شیوه‌نامه مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی آزموده شوند. همچنین نشان ملی استاندارد ایران، گواهی انطباق از آزمایشگاه‌های مرجع مورد تأیید سازمان ملی استاندارد ایران و گواهی‌نامه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از الزامات تأیید دستگاه فوق هستند. نصب ترانسفورماتور باید بر اساس ضوابط نشریات شماره ۱-۱۱۰، ۳۹۳ و

۳۷۵ سازمان برنامه و بودجه کشور انجام شود.

۱۳-۳- تابلوهای فشارضعیف

تابلوی فشارضعیف، ترکیبی از یک یا چند کلید قطع و وصل فشارضعیف همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت، اتصالات برقی و مکانیکی و بدنه است.

طراحی، تهیه، ساخت، نصب، راه‌اندازی و آزمایش تجهیزات تابلوهای فشارضعیف، باید مطابق نیازهای صنعت آب و فاضلاب، مطابق اصلاحیه استاندارد ملی ایران و یا استانداردهای شناخته شده و معتبر بین‌المللی به شرح زیر باشد:

- مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق ساختمان (نشریه شماره ۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه کشور - جلد اول)

- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۲۱۰۳، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۱
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۲۱۰۳، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۲
- استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۱۲۱۰۳، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۳
- استاندارد ملی ایران به شماره ۵-۱۲۱۰۳، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۵
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۰۹۷۳، محفظه‌های خالی برای تابلوهای تجهیزات قطع و وصل و فرمان فشارضعیف

- IEC61439-1, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules
- IEC61439-2, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies
- IEC61439-3, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 3: Distribution boards intended to be operated by ordinary persons (DBO)
- IEC61439-5, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 5: Assemblies for power distribution in public networks
- IEC 62208, Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies – General requirements

۱۳-۳-۱- لوازم و تجهیزات تابلوهای برق فشارضعیف

طراحی، ساخت و آزمایش لوازم و تجهیزات مورد استفاده در تابلوهای برق فشارضعیف باید مطابق با مشخصات درج شده در جدیدترین ویرایش استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران یا یکی از استانداردهای معتبر جهانی از جمله کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) به شرح زیر انجام شود:

- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۴۸۳۵۱، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۱
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۴۸۳۵۱، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۲
- استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۴۸۳۵۱، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۳

- استاندارد ملی ایران به شماره ۷-۴۸۳۵۱، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشارضعیف - قسمت ۷
- استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۲۶۱۱ و ۲-۲۶۱۱، کلیدهای خودکار (مینیاتوری) برای مصارف خانگی و تجهیزات مشابه
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۲۸۶۹، افزارهای حفاظتی فعال شونده با جریان باقیمانده
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۶۷۰۰، قطع‌کننده‌های خودکار جریان باقیمانده بدون حفاظت یکپارچه در برابر اضافه جریان برای مصارف خانگی و مشابه
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۸۷۲۴، الزامات عمومی قطع‌کننده‌های مدار عمل‌کننده جریان باقیمانده همراه با حفاظت در برابر اضافه جریان برای مصارف خانگی و مشابه
- ISO 197-3, Copper and copper alloys -Terms and definitions - Part 3: Wrought products
- ISO 2107, Aluminium and aluminium alloys - Wrought products
- IEC 60947-1, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules
- IEC 60947-2, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers
- IEC 60947-3, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units
- IEC 60947-4-1, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motorstarters - Electromechanical contactors and motor-starters
- IEC 60898-1, Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations - Part 1: Circuit-breakers for AC operation
- IEC 60755: General safety requirements for residual current operated protective devices
- IEC 61008-1, Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) - Part1: General rules
- IEC 61009-1, Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) - Part 1: General rules
- IEC 62606: General requirements for arc fault detection devices
- IEC 61643-11, Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods
- IEC 61810-1, Electromechanical elementary relays - Part 1: General and safety requirements
- IEC 60269-1, Low-voltage fuses - Part 1: General requirements
- IEC 60051-1, Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 1: Definitions and general requirements common to all parts
- IEC 60947-7-1, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 7-1: Ancillary equipment - Terminal blocks for copper conductors

۱۳-۲-۳- مشخصات ساخت تابلو

نصب، مونتاژ و سیم‌کشی تجهیزات و وسایل مختلف با بهره‌گیری از استانداردهای معتبر و دستورالعمل‌های ارائه شده توسط سازنده تجهیزات و با در نظر گرفتن مواردی مانند، جهت ورود و خروج هادی‌ها، فضای در اختیار، مدیریت حرارت

داخل تابلو و تأمین حداکثر ایمنی برای بهره‌بردار یا اپراتور تابلو برق انجام می‌شود.

حداقل سطح حفاظتی برای تابلوهای داخل ساختمان، رده IP42 و برای تابلوهای خارج از ساختمان، رده IP54 (بارانی با سقف شیب‌دار) است. رنگ بدنه تابلوها باید کوره‌ای الکترواستاتیکی و ضدزنگ باشد و رنگ‌آمیزی آن باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که از خوردگی سطوح بیرونی و در معرض رطوبت، جلوگیری شود.

فیدرهای ورودی باید از نوع کلید خودکار کامپکت (MCCB) باشند.

شینه‌های قدرت باید از جنس مس با پوشش قلع و دارای مقاومت مکانیکی لازم در مقابل تنش‌های ناشی از اتصال کوتاه باشند.

هر تابلو باید دارای یک شینه نول با سطح مقطع حداقل نصف شینه‌های اصلی باشد. شینه نول باید در مجاورت شینه‌های اصلی باشد.

هر تابلو باید مجهز به گرمکن (Heater) با قابلیت فرمان‌پذیری از ترموستات به منظور جلوگیری از جمع شدن شبنم و رطوبت باشد. استفاده از این تجهیز در مناطق با رطوبت بالا و همچنین مناطق دارای خوردگی ضروری است. محل نصب گرمکن بایستی در قسمت پایین تابلو (محل تجمع رطوبت) و ترموستات قابلیت تنظیم دما را داشته باشد.

در فضاهای باز (محوطه‌ها، معابر عمومی، محوطه تاسیسات یا صنایع) و یا در اماکنی که تابلوهای برق در معرض دستکاری، سرقت و خرابکاری قرار دارند. استفاده از قفل ضد سرقت مناسب ضروری است.

بارهای موتوری (مثل عملگرهای برقی) باید توسط ترکیب کلید محافظ موتور (MPCB) و کنتاکتور، محافظت و کنترل شوند. استفاده از کلید مینیاتوری برای حفاظت اضافه‌بار موتور مجاز نیست.

۱۳-۴- سیستم روشنایی

از جمله مواردی که باید هنگام طراحی و اجرای مخازن زمینی در نظر گرفته شود، تأمین روشنایی مناسب در اطراف مخزن است.

طراحی و اجرای سیستم روشنایی باید بر اساس مقادیر پیشنهادی کمیته ملی روشنایی ایران و نشریات شماره ۳۹۳ و ۶۵۴ سازمان برنامه و بودجه کشور و دستورالعمل استانداردسازی حصار در اماکن و تاسیسات آبی وزارت نیرو انجام شود.

انتخاب نوع چراغ‌ها با توجه به محل نصب به نحوی باشد که نور مورد نیاز بدون ایجاد خیرگی و خستگی، به طور ثابت توزیع شود.

۱۳-۵- کلید و پریر

کلیدهای روشنایی روکار باید از نوع فلزی گالوانیزه و یا پلاستیکی بارانی با پیچ ورودی مناسب لوله و درجه حفاظت IP54 باشند (مقاوم در برابر گرد و خاک و پاشش آب، رده IP54).

حداقل ظرفیت جریان قطع و وصل باید کم‌تر از ۱۰ آمپر در ۲۵۰ ولت بوده و قطع و وصل آن سریع باشد. پریزهای روکار باید از نوع بارانی پلاستیکی یا فولادی گالوانیزه با کنتاکت اتصال زمین و دارای پیچ ورودی مناسب لوله درجه حفاظت IP54 باشند. این پریزها باید دارای درب فلزی باشند به‌طوری‌که به‌محض در آوردن دوشاخه مربوط، این دریچه بسته شود. ظرفیت پریزها باید حداقل ۱۶ آمپر در ۲۵۰ ولت باشد.

۱۳-۶- سیستم اتصال زمین

به‌منظور ایجاد ایمنی و حفاظت لازم در برابر برق‌گرفتگی برای افراد و کارکنانی که از وسایل، ابزارها و دستگاه‌های برقی استفاده می‌کنند، سیستم اتصال زمین پیش‌بینی می‌شود.

استاندارد ساخت و کاربرد انواع مختلف الکترودها، هادی‌های حفاظتی و هادی‌های هم‌بندی حفاظتی، سیستم اتصال زمین باید با ضوابط و معیارهای مندرج در جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی ایران و یا یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر بین‌المللی به شرح زیر مطابقت داشته باشد:

- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها - قسمت ۱: اصول اساسی، ارزیابی مشخصه‌های کلی و اصطلاحات و تعاریف

- استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی فشارضعیف - قسمت ۴-۴۱: حفاظت برای ایمنی - حفاظت در برابر برق‌گرفتگی

- استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳-۴-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی فشارضعیف - قسمت ۴-۴۳: حفاظت برای ایمنی - حفاظت در برابر اضافه جریان

- استاندارد ملی ایران به شماره ۵۱-۵-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها - قسمت ۵-۵۱: انتخاب و برپاسازی تجهیزات الکتریکی - قوانین مشترک

- استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی فشارضعیف - قسمت ۵-۵۲: انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی - سیستم‌های سیم‌کشی

- استاندارد ملی ایران به شماره ۷-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی فشارضعیف - قسمت ۷: تمام بخش‌ها

- IEC 60364-4-41: 2005+AMD1: 2017, Low voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock
- IEC 60364-5-53: 2019+AMD1: 2020, Low-Voltage electrical installations - Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment - Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring
- IEC 61439, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - All parts
- IEC 61084, Cable trunking systems and cable ducting systems for electrical installations - All parts
- IEC 61386, Conduit systems for cable management - All parts

- IEC 61558-2-6: 2009, Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1100 V - Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers
- IEC TS 61201: 2007, Use of conventional touch voltage limits - Application guide
- IEC 61140: 2016, Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment

سیستم اتصال زمین مورد استفاده باید سیستم TN از نوع TN-C-S و یا در صورت لزوم، TN-S باشد و مقاومت شبکه زمین نباید از ۲ اهم تجاوز کند.

سیستم اتصال زمین شامل چاه اتصال با الکترودهای مختلف و جعبه اتصال آزمون و سیم یا تسمه رابط بین شبکه و چاه اتصال زمین است. در مواردی که اجرای چاه اتصال زمین مشکل باشد، می‌توان از تعدادی میله اتصال زمین (Earth Rod) استفاده کرد.

در طراحی و اجرای سیستم اتصال زمین تأسیسات برقی ساختمان‌ها باید ضوابط این بخش، مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان ایران و نشریات شماره ۱-۱۱۰ و ۳۹۳ سازمان برنامه و بودجه کشور رعایت شوند.

۱۳-۷- کابل‌های فشار ضعیف

طراحی، ساخت و آزمایش کابل‌های فشار ضعیف که در تأسیسات برقی مخازن آب زمینی به کار می‌روند، باید مطابق جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی ایران و یا یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر بین‌المللی به شرح زیر انجام شود:

- استاندارد ملی ایران به شماره ۵۳۸۹، غلاف پلی‌وینیل کلراید مورد مصرف در سیم و کابل - ویژگی‌ها
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۲۱۹، کابل‌های الکتریکی با ولتاژ اسمی تا حداکثر ۴۵۰/۷۵۰ ولت - راهنمای استفاده
- استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷، تأسیسات الکتریکی فشار ضعیف - قسمت ۵-۵۲: انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی - سیستم‌های سیم‌کشی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۸۴، هادی‌های کابل‌های عایق شده
- استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۷-۱، سیم و کابل با عایق و روکش پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت - قسمت ۱: الزامات عمومی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۷-۲، سیم و کابل با عایق و روکش پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت - قسمت ۲: روش‌های آزمون
- استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۷-۳، سیم و کابل با عایق و روکش پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت - قسمت ۳: سیم‌ها برای سیم‌کشی نصب ثابت

- استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۶۰۷، سیم و کابل با عایق و روکش پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت - قسمت ۴: کابل‌ها برای سیم‌کشی نصب ثابت
- استاندارد ملی ایران به شماره ۵-۶۰۷، سیم و کابل با عایق و روکش پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت - قسمت ۵: کابل‌های قابل انعطاف
- استاندارد ملی ایران به شماره ۷-۶۰۷، سیم و کابل با عایق و روکش پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت - قسمت ۷: کابل‌های قابل انعطاف با حفاظ فلزی الکتریکی یا بدون حفاظ فلزی الکتریکی با دو

یا چند هادی

- IEC 60227-1: Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V-Part 1: General requirements
- IEC 60227-2: Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V-Part 2: Test methods
- IEC 60227-3: Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V-Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring
- IEC 60227-4: Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V- Part 4: Sheathed cables for fixed wiring
- IEC 60227-5: Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V -Part 5: Flexible cables (cords)
- IEC 60227-7: Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V -Part 7: Flexible cables screened and unscreened with two or more conductors
- IEC 60364-5-52: Low-voltage electrical installations- Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems

۱۳-۷-۱- اصول و روش‌های نصب کابل‌ها

برای نصب کابل‌ها باید ضوابط نشریات شماره ۱-۱۱۰، ۳۹۳ و ۳۷۴ سازمان برنامه و بودجه کشور و مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان مورد استناد قرار داده شوند.

۱۳-۸- تجهیزات کنترل و ابزار دقیق در مخازن آب زمینی

تجهیزات کنترل، تله‌متری، ابزار دقیق، اندازه‌گیری و سامانه پایش هر مخزن باید با توجه به اهداف هر طرح، کاربری، اهمیت مخزن، سیستم تله‌متری تأسیسات آب‌رسانی و توزیع آب منطقه انتخاب شوند. طراحی، انتخاب تجهیزات و نصب آن‌ها باید بر اساس استانداردهای منتشر شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران (ISIRI) و یا استانداردهای معتبر بین‌المللی نظیر IEC، ISO و EN در این زمینه انجام شود.

انتقال سیگنال‌های کنترلی تجهیزات مخازن به ایستگاه‌های بالادست و پایین‌دست یا ایستگاه کنترل مرکزی می‌تواند به‌صورت باسیم و یا بی‌سیم و با استفاده از سیستم‌های تله‌متری انجام شود. طراح باید با مقایسه پارامترهای تأثیرگذار فنی

و اقتصادی در این زمینه، طرح مناسب را برای انتقال سیگنال‌ها پیشنهاد کند. تجهیزات قابل نصب در مخازن آب بر حسب نوع، کاربرد و درجه اهمیت آن‌ها در سیستم آب‌رسانی، انتخاب می‌شوند. از مهم‌ترین تجهیزات می‌توان به حسگرهای اندازه‌گیری سطح آب و دبی اشاره نمود.

۱۳-۸-۱- سنسورهای اندازه‌گیری سطح آب مخازن

مخازن باید دارای تجهیزات مستقل اندازه‌گیری و نمایش سطح آب باشند. در صورتی که مخازن از دو یا چند بخش مستقل تشکیل شده باشند، لازم است هر بخش به صورت جداگانه دارای تجهیزاتی مانند یک دستگاه سطح‌سنج، یک سوئیچ سطح بالا، یک سوئیچ سطح پایین و سایر تجهیزات مورد نیاز باشد. شرایط خارج از سرویس بودن هر بخش، باید برای سیستم کنترل قابل تعریف باشد.

سطح‌سنج‌ها و سوئیچ‌های سطح، بسته به دقت‌های مورد نیاز در طرح باید از انواع راداری، اولتراسونیک، هیدرواستاتیک یا شناوری انتخاب شوند.

- برای عملکرد صحیح تجهیزات اندازه‌گیری سطح، موارد زیر باید رعایت شود:
- ترجیحاً سنسور در نقطه‌ای نصب شود که کم‌ترین تلاطم را داشته باشد.
- حداقل ۳۰ سانتی‌متر فاصله از دیواره برای سنسورهای اولتراسونیک یا راداری (فاصله دقیق بایستی بر اساس عمق اندازه‌گیری و مطابق با توصیه سازنده تجهیز در نظر گرفته شود).
- استفاده از لوله‌ی محافظ با سوراخ‌های جانبی برای سنسورهای هیدرواستاتیک ضروری می‌باشد.
- در محل‌هایی که امکان جمع شدن بخار به دلیل شرایط جوی وجود داشته باشد استفاده از سنسورهای اولتراسونیک مجاز نیست.

۱۳-۸-۲- دبی‌سنج‌ها

انتخاب نوع دبی‌سنج به جنس، قطر، فشار خط لوله، نوع و سرعت سیال، نوع پوشش داخلی و خارجی و دقت اندازه‌گیری مورد نیاز بستگی دارد. در صورتی که دقت بالاتر مدنظر باشد می‌توان از دبی‌سنج‌های الکترومغناطیسی فلنجی استفاده کرد. به کارگیری فلومترهای اولتراسونیک در لوله‌های با قطرهای بالا می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های طرح شود. برای نصب دبی‌سنج در ورودی و خروجی مخازن و عملکرد صحیح آن، رعایت محدودیت‌ها و دستورالعمل سازنده نظیر فاصله مناسب از زانویی‌ها، سه‌راهی‌ها و شیرهای کنترلی در بالادست و پایین‌دست، حداقل سرعت مجاز و پر بودن خط لوله در تمام شرایط ضروری است.

۱۳-۸-۳- سنسور اندازه‌گیری کلر باقی مانده

در مخازنی که نیاز به تجهیزات تزریق کلر (گندزدایی) دارند، به منظور اندازه‌گیری کلر باقیمانده بایستی در خروجی مخزن یک دستگاه سنسور اندازه‌گیری کلر نصب گردد. با توجه به محل نصب (روی لوله، نوع کانالی) ضروری است الزامات

مربوط به سازنده تجهیز رعایت شود.

۱۳-۸-۴- سیستم مانیتورینگ و اسکادا

امروزه در راستای تحقق مدیریت کارآمد و بهبود باید در صنعت آب و فاضلاب، موضوع به کارگیری فناوری‌های نوین از جمله سیستم اسکادا به عنوان یک ضرورت انکارناپذیر شناخته شده است. سیستم‌های اسکادا وظیفه پایش و کنترل فرآیندهای صنعت آب را به عهده دارند. سیستم اسکادای مخازن باید دارای قابلیت‌های زیر باشد:

- اندازه‌گیری، کنترل، نمایش و ثبت وضعیت سطح مخازن
- اندازه‌گیری، نمایش و ثبت میزان دبی ورودی و خروجی مخازن
- هشدارهای مربوط به تمامی پارامترهای الکتریکی به صورت نرم‌افزاری
- اندازه‌گیری، ثبت و نمایش تمامی پارامترهای قابل اندازه‌گیری موجود در مخازن
- امکان فعال و غیرفعال کردن هشدارها، تعریف نوع سیگنال ورودی، محدوده اندازه‌گیری سیگنال‌ها و واحد اندازه‌گیری سیگنال‌ها در نرم‌افزار توسط اپراتور
- امکان تعریف Set Point برای سیگنال‌های آنالوگ
- داشتن سطوح دسترسی مختلف در نرم‌افزار (مدیر سیستم، اپراتور و...).
- قابلیت ذخیره تمامی اطلاعات به مدت زمان و قالب مورد درخواست کارفرما
- امکان صدور برنامه‌های نگهداری و تعمیرات (کارکرد معین و دوره‌ای)
- نرم‌افزار باید قابلیت فایل‌های خروجی را در قالب نرم‌افزارهای Microsoft Office و ارتباط با بانک‌های اطلاعاتی از جمله SQL داشته باشد.
- ثبت علائم هشداردهنده و خطای پیش‌آمده نظیر قطع ارتباط شبکه با قید تاریخ و ساعت وقوع
- صفحه گرافیکی و انیمیشن
- قابلیت تهیه گزارش با قالب‌های مختلف به صورت متناوب و یا در ارتباط با وقایع پردازش شده و با استفاده از فاکتورهایی نظیر نام اپراتور، زمان و تاریخ درخواستی به صورت نمایش روی نمایشگر و یا چاپگر.

۱۳-۸-۵- تابلوهای کنترل مخازن

تابلوی کنترل وظیفه جمع‌آوری اطلاعات ورودی، پردازش داده‌ها و در نهایت ارسال دستورات را بر روی خروجی‌ها بر عهده دارد. پردازش اطلاعات فوق، اهداف فرآیند را با توجه به برنامه نوشته شده فراهم می‌سازد. برای نصب تابلوی اصلی سیستم کنترل و سیستم اسکادا مبتنی بر رایانه، باید یک اتاق کنترل در نظر گرفته شود. اپراتور بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط سیستم، تغییرات لازم را به تجهیزات اعمال می‌کند.

انتخاب تابلوی کنترل باید مطابق با استاندارد NEMA باشد. NEMA یکی از استانداردهای متداول در زمینه تجهیزات

کنترل و اتوماسیون صنعتی است. بخش‌های زیر از استاندارد فوق، مرتبط با سیستم کنترل هستند:

ICS 1 General Standards For Industrial Control And Systems

ICS 6 Enclosures For Industrial Control Systems

در استاندارد NEMA پارامترهای مهم نظیر دما، رطوبت، لرزش، نویز و ایمنی تعریف شده است.

نکات دیگری که در ارتباط با تابلوی کنترل باید به آن‌ها توجه داشت عبارت‌اند از:

- نصب تابلو باید در موقعیتی باشد که درب‌های آن بتوانند به طور کامل برای دسترسی‌های لازم باز شوند.
- عمق تابلو باید به صورتی باشد که پس از بسته‌شدن درب، فاصله کافی بین آن و قطعات داخل پنل وجود داشته باشد.
- تابلو در فاصله مناسب نسبت به تجهیزات تولیدکننده نویز نصب شود.
- سیستم خنک‌کنندگی تابلو به صورتی باشد که دمای داخل آن از بیش‌ترین حد مجاز که معمولاً ۴۰ درجه است، فراتر نرود.
- نصب تجهیزات جلوگیری از ورود ولتاژهای بسیار بالا، شامل صاعقه (Lightning Arrester) و محافظت تجهیزات الکترونیکی داخل تابلو با استفاده از دستگاه‌های محدودکننده ولتاژ گذرا (Surge Protective Device) در داخل تابلوهای کنترل ضروری است.

۱۳-۸-۶- منبع برق بدون وقفه (UPS)

با توجه به اهداف کنترل مخازن، چنانچه قطعی برق در تأسیسات مخزن موجب اختلال در عملکرد آن‌ها شود، برای جلوگیری از سرریز شدن مخزن یا خالی شدن آن باید راه‌حل لازم پیش‌بینی شود. تمهیداتی نظیر خاموش و روشن کردن شیرها، ارسال دستور قطع و وصل به الکتروپمپ‌های بالادست یا پایین‌دست مخازن و یا سایر راه‌حل‌های قابل اجرا، نیازمند بررسی هستند. در وضعیت فوق، لازم است برق موقت مورد نیاز سیستم‌های کنترل و تله‌متری از طریق سیستم UPS تأمین شود.

UPS یک سیستم تغذیه الکترونیکی است که وظیفه اصلی آن، تأمین بدون وقفه توان مورد نیاز مصرف‌کننده‌ها است. این سیستم بین برق شبکه و مصرف‌کننده‌ها قرار می‌گیرد و با تثبیت ولتاژ شبکه، از نفوذ نوسانات و اختلالات شبکه به تجهیزات حساس جلوگیری می‌کند. توان مورد نیاز قطعات حساس در مقابل نوسان مانند تجهیزات رایانه‌ای، از طریق انرژی ذخیره شده در باتری‌ها تأمین می‌شود. در زمان قطعی برق، توان مصرفی تجهیزات مورد نیاز توسط UPS تأمین می‌شود.

تابلوهای PLC و تجهیزات ابزار دقیق مخازن، باید هرکدام مجهز به UPS مجزا باشند. توان و ظرفیت هر یک از دستگاه‌های UPS بعد از نهایی شدن بارها مشخص می‌شود. سیستم UPS باید دارای قابلیت‌های زیر باشند:

- سیستم هوشمند برای کنترل تمامی قسمت‌ها و تشخیص خطاها توسط ریزپردازنده‌ها
- سیستم حفاظت در مقابل رعد و برق، نویز، نوسانات و اختلالات برق شهری

- وضعیت سینوسی کامل ولتاژ خروجی
 - سیستم حفاظت در مقابل اتصال کوتاه در خروجی و اضافه بار
 - مدار محافظ و تشخیص قطع ارت و جابه جایی فاز و نول ورودی
 - قابلیت شارژ اتوماتیک باتری در هنگام وصل به برق
- مشخصات UPS ها باید بر اساس استانداردهای ISRI 7027-1-1 و IEC 62040-1-1 تعیین شود.

۹-۱۳- الزامات حفاظتی در طول دوره ساخت

- در طول زمان اجرای پروژه به منظور ثبت وقایع و همچنین اطلاع از حضور افراد غیرمجاز در محل کارگاه، استفاده از دوربین های حفاظتی با شعاع پوشش ۳۶۰ درجه و یا دوربین های حفاظتی ثابت با پوشش مناسب محوطه سایت و ساختمان های مربوط به تجهیز کارگاه ضروری است.
- استفاده از دستگاه ذخیره کننده اطلاعات (DVR/NVR) با حافظه جهت مدت زمان حداقل یک ماه برای دوربین های مدار بسته ضروری است. تغذیه کلیه تجهیزات مربوط به سیستم دوربین مدار بسته (CCTV) بایستی از منبع برق بدون وقفه (UPS) با قابلیت پشتیبانی حداقل ۴ ساعت در زمان بی برقی انجام پذیرد.
- مشخصات مربوط به این تجهیزات باید در مشخصات فنی خصوصی پیمان ارائه شود.

۱-۹-۱۳- فنس های الکترونیک

- در محل هایی که ورود و خروج افراد غیرمجاز باعث تخریب های ساختاری در پروژه می گردد علاوه بر دوربین مدار بسته استفاده از فنس های الکترونیک ضروری است. همچنین درب های ورود و خروج اماکن حساس و حوضچه های مربوطه بایستی مجهز به میکروسوئیچ باشد.
- مشخصات مربوط به این تجهیزات باید در مشخصات فنی خصوصی پیمان ارائه شود.

فصل ۱۴

روش‌های اجرایی بازسازی، ترمیم و

مقاوم‌سازی

۱۴-۱- مقدمه

هدف اصلی از تدوین این فصل، معرفی اجمالی رویکردهای متداول در بازسازی، ترمیم، مرمت و آب‌بندی مخازن آب زمینی است. در انتهای فصل با ارائه یک جدول، تعدادی از روش‌های مورد تأیید آیین‌نامه‌های داخلی و خارجی به تفکیک رویکرد، جمع‌بندی و ارائه گردیده است. برای آشنایی کامل با هر کدام از روش‌های فوق، به منابع داخلی و خارجی معتبر همچون نشریه ۳۶۰ سازمان برنامه و بودجه کشور، نشریه ض ۱۰۲۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، EN1504 و ACI-706E مراجعه شود.

۱۴-۲- رویکردهای متداول در بازسازی، مرمت و مقاوم‌سازی

بعد از ارزیابی اولیه و دقیق مخزن آسیب‌دیده، رویکردهای بهسازی مشخص شده و نسبت به رویکرد انتخاب شده، روش بهسازی مشخص می‌گردد. با توجه به محدودیت‌های موجود در تدوین این ضابطه، در ادامه چند رویکرد متداول در تعمیر و نگهداری مخازن آب زمینی معرفی می‌شوند.

۱۴-۲-۱- حفاظت در برابر نفوذ عوامل خورنده

یکی از آسیب‌های متداول در مخازن آب زمینی، خوردگی ناشی از نفوذ عوامل خورنده همچون یون کلر و سولفات است. حفاظت در برابر نفوذ عوامل خورنده، اغلب شامل اقداماتی برای کاهش تخلخل و یا کنترل ترک‌های موجود در سطح بتن می‌شود. این امر اغلب با ایجاد یک لایه حفاظتی بر روی سطح بتن (مانند پوشش اپوکسی) و یا پر کردن ترک‌های سطحی (مانند تزریق اپوکسی داخل ترک‌ها و یا ایجاد پل حفاظتی بر روی سطح ترک) حاصل می‌شود.

۱۴-۲-۲- بازسازی بتن آسیب‌دیده

در بهسازی مخازن آب زمینی، رویکرد بازسازی بتن آسیب‌دیده به صورت موضعی و با جایگزینی بتن آسیب‌دیده با بتن سالم و مقاوم صورت می‌پذیرد. این روش می‌تواند به صورت دستی (با استفاده از ماله‌کشی و روش‌های مشابه)، قالب‌بندی و بتن‌ریزی مجدد و یا به صورت پاشش ملات بتن در محل آسیب‌دیده انجام شود.

۱۴-۲-۳- مقاوم‌سازی اعضای باربر سازه‌ای

چنانچه با ارزیابی اولیه مشخص گردد بعضی از اعضای باربر مخزن، مقاومت و پایداری لازم را در برابر بارهای وارده ندارند، می‌توان از رویکرد مقاوم‌سازی اعضای باربر سازه‌ای در بهسازی مخزن آسیب‌دیده استفاده کرد. از جمله روش‌های متداول در این رویکرد، می‌توان به افزایش سطح مقطع اعضا (ابعاد عضو و یا میلگردهای مصرفی) و یا اضافه نمودن عضو باربر جدید اشاره کرد. هنگام استفاده از این رویکرد، ضروری است که تنش‌های تحمیلی توسط عملیات بازسازی، مرمت و آب‌بندی مدنظر قرار گیرند.

۱۴-۲-۴- افزایش مقاومت در برابر مواد شیمیایی

هنگامی که احتمال آسیب ناشی از مواد شیمیایی برای اعضای بتنی مخازن آب زمینی وجود دارد؛ از رویکرد افزایش مقاومت در برابر مواد شیمیایی استفاده می‌شود. از روش‌های متداول این رویکرد، می‌توان به ایجاد پوشش حفاظتی بر روی سطوح بتنی در معرض حملات شیمیایی و حذف عامل اصلی آسیب اشاره کرد.

۱۴-۲-۵- کنترل و حفاظت کاتدی

مخازن آب زمینی، مستعد خرابی از نوع خوردگی میلگرد ناشی از حملات کلریدی است. یکی از رویکردهای مهم برای کاهش و حذف خوردگی میلگردها (ناشی از حملات کلریدی) رویکرد کنترل و حفاظت کاتدی است. این رویکرد زمانی مورد توجه قرار می‌گیرد که خوردگی میلگرد ناشی از حملات کلریدی در مخزن آب زمینی، قابل توجه بوده باشد. اساس این رویکرد، کنترل خوردگی میلگردها با استفاده از جریان اعمالی به بتن آسیب‌دیده است.

۱۴-۲-۶- کنترل مناطق آندی

زمانی که بتن مخزن آب زمینی، آسیب گسترده‌ای دیده و امکان حذف همه قسمت‌های بتن آسیب‌دیده وجود ندارد، برای جلوگیری از خوردگی بیش‌تر سطح آرماتور از رویکرد کنترل مناطق آندی استفاده می‌گردد. از روش‌های متداول آن می‌توان به ایجاد لایه پوششی حفاظتی بر روی میلگردهای عضو و یا پاشش رنگ‌دانه‌های فعال بر روی سطح میلگرد (به‌عنوان مهارکننده آندی و یا کنشگر گالوانی قربانی‌شونده) اشاره کرد.

۱۴-۳- روش‌های متداول و پیشنهادی

روش‌های مرسوم به تفکیک هر یک از موارد فوق، در جدول (۱-۱۴) ارائه شده است. فقدان یک روش خاص یا کاربرد یک روش در وضعیت جدید، به معنی رضایت‌بخش نبودن چنین روش‌هایی نیست. ممکن است یک روش در شرایط خاص، رضایت‌بخش نباشد ولی با تغییر شرایط موجود پروژه، کارایی همان روش بهبود یافته و رضایت‌بخش تلقی گردد.

جدول ۱-۱۴- روش‌های متداول و پیشنهادی برای بازسازی، ترمیم و آب‌بندی مخازن

روش‌ها	راه‌حل
۱-۱- باروری آب گریز (با استفاده از فناوری نانو و موارد مشابه)	حفاظت در برابر نفوذ عوامل خوردنده ۱
۲-۱- آغشته‌سازی	
۳-۱- پوشش کلی سطح بتن	
۴-۱- پوشاندن سطحی ترک‌ها	
۵-۱- پر کردن ترک‌ها	
۶-۱- انتقال ترک‌ها به مفاصل	
۷-۱- نصب پانل‌های خارجی	
۸-۱- استفاده از غشاء	

ادامه جدول ۱۴-۱ روش‌های متداول و پیشنهادی برای بازسازی، ترمیم و آب‌بندی مخازن

روش‌ها	راه‌حل	
۱-۲- تکه‌های موضعی، تعمیرات دستی	بازسازی بتن آسیب‌دیده	۲
۲-۲- قالب‌گیری مجدد اعضا با بتن یا ملات		
۳-۲- پاشش بتن و یا ملات		
۴-۲- تعویض اعضا		
۱-۳- اضافه نمودن و یا تعویض میلگردهای داخلی و خارجی	مقاوم‌سازی اعضای باربر سازه‌ای	۳
۲-۳- افزودن مهارهای تقویت‌کننده در سوراخ‌های از پیش تعیین‌شده و یا حفرشده		
۳-۳- استفاده از صفحات تقویتی چسبیده		
۴-۳- افزودن ملات یا بتن		
۵-۳- تزریق ترک‌ها، حفره‌ها و یا شکاف‌ها		
۶-۳- پر کردن ترک‌ها، حفره‌ها و یا شکاف‌ها		
۷-۳- مقاوم‌سازی از نوع پیش‌تنیدگی (پس کشیدگی) و یا FRP		
۱-۴- پوشش	مقاومت در برابر مواد شیمیایی	۴
۲-۴- آغشته‌سازی		
۳-۴- اضافه کردن ملات و یا بتن		
۱-۵- باروری آب‌گریز (با استفاده از فناوری نانو و موارد مشابه)	افزایش مقاومت	۵
۲-۵- آغشته‌سازی		
۳-۵- پوشاندن		
۱-۶- محدود کردن مقدار اکسیژن (در کاتد) از طریق اشباع‌سازی یا پوشش سطحی	کنترل کاتدی	۶
۲-۶- اعمال جریان الکتریکی برای دستیابی به یک پتانسیل الکتروشیمیایی محافظ	حفاظت کاتدی	
۱-۷- پوشاندن فعال میلگرد	کنترل مناطق آندی	۷
۲-۷- پوشاندن حائل میلگرد		
۳-۷- استفاده از بازدارنده‌های خوردگی در بتن		
۴-۷- نصب اندهای گالوانی مجزا		

فصل ۱۵

مصالح و روش‌های کلی ترمیم

۱۵-۱- مقدمه

چنانچه پس از پایش و بررسی دقیق مخازن در حال بهره‌برداری، مشخص شود که برخی از قسمت‌های مخازن دچار آسیب شده‌اند، باید نسبت به ترمیم و مرمت آن‌ها اقدام شود. به‌منظور ترمیم اعضای آسیب‌دیده مخازن، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. در صورت استفاده از مصالح خاص و یا تعریف شرایط خاص اجرایی برای ترمیم مخازن، باید تعریف مصالح، تشریح روش اجرایی و ضوابط کنترل کیفی عملیات در مشخصات فنی خصوصی ارائه شود. در صورت استفاده از فناوری‌های نوین، باید دستورالعمل سازنده با نظارت مهندس مشاور به طور کامل رعایت شود. در ادامه برخی از مصالح و روش‌های متداول مرمت ارائه شده است.

۱۵-۲- مواد جایگزین بتن آسیب‌دیده در ترمیم

به‌طور معمول در فرآیند ترمیم و مرمت مخازن آب زمینی، مقداری از بتن آسیب‌دیده برداشته شده و با مواد مناسب جایگزین می‌شود. برای جایگزینی بتن برداشته شده، طیف وسیعی از مواد قابل استفاده هستند. مواد جایگزین بتن آسیب‌دیده با توجه به خواص مکانیکی، به دو دسته مواد ترمیمی و تقویت‌کننده‌ها تقسیم می‌شوند. در ادامه مواد ترمیمی و تقویت‌کننده‌ای که به‌طور متداول در ترمیم و مرمت بتن آسیب‌دیده مخازن آب زمینی استفاده می‌شود معرفی شده‌اند.

۱۵-۲-۱- مواد ترمیمی

متداول‌ترین مواد ترمیمی برای جایگزینی بتن آسیب‌دیده، مواد ترمیمی پایه سیمانی است. با توجه به شباهت مواد ترمیمی پایه سیمانی با ساختار بتن لایه زیرین، در بیش‌تر موارد استفاده از این مواد به‌عنوان بهترین انتخاب مدنظر قرار می‌گیرد. مواد پایه سیمانی که در ترمیم بتن مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل انواع بتن، ملات‌های آماده، بتن‌های دارای مواد پلیمری (PC, PCC, SPCC) و بتن‌های سیلیکا فوم (بر اساس استاندارد ACI 234R) هستند.

برای چسبندگی بهتر مواد ترمیمی به بتن لایه زیرین، می‌توان از مواد چسباننده (پرایمرها) نیز استفاده کرد. این مواد در سه نوع پایه اپوکسی، پایه لاتکس و پایه سیمانی در دسترس هستند. از مواد چسباننده در اتصال ترک‌های بتنی و یکپارچه‌سازی قطعات، با استفاده از روش تزریق نیز استفاده می‌گردد. روش تزریق به دو صورت سخت و انعطاف‌پذیر قابل اجرا است. در روش تزریق سخت، ماده چسباننده با فشار به داخل ترک‌ها تزریق می‌گردد. در این روش اغلب از ماده اپوکسی برای تزریق با فشار استفاده می‌گردد. در روش انعطاف‌پذیر ماده چسباننده بدون اعمال فشار در ترک تزریق می‌گردد. مهم‌ترین هدف در این روش جلوگیری از نفوذ آب به داخل ترک‌های فعال است. ماده پلی‌اورتان، متداول‌ترین ماده استفاده شده در این روش است. برای کسب اطلاعات بیش‌تر، می‌توان به استاندارد EN-1504، نشریه گ-۱۰۳۷ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و یا دیگر استانداردهای بین‌المللی معتبر مراجعه نمود.

۱۵-۲-۲- تقویت کننده‌ها^۱

در ترمیم مخازن آب زمینی برای جبران مقاومت اسمی (خمشی و برشی) و مدول الاستیسیتة قسمت آسیب‌دیده عضو بتنی، از مواد تقویت‌کننده استفاده می‌شود. انتخاب نوع مواد تقویت‌کننده با توجه به علت آسیب‌دیدگی و شرایط محیطی حاکم بر مخزن (مانند حملات کلریدی و یا نفوذ آب) صورت می‌گیرد. اغلب تقویت‌کننده‌ها با یک لایه محافظتی برای جلوگیری از خوردگی، پوشش داده می‌شوند. در ادامه چند نوع از تقویت‌کننده‌های متداول در ترمیم اعضای آسیب‌دیده مخازن آب زمینی معرفی می‌شوند:

الف- میلگردهای فولادی بدون پوشش: متداول‌ترین مصالح برای تقویت عضو آسیب‌دیده بتنی، میلگردهای فولادی هستند که در بند ۵-۷ این ضابطه به آن‌ها اشاره شده است.

ب- میلگردهای فولادی با روکش اپوکسی: برای جلوگیری از خوردگی میلگردهای فولادی، سطح بیرونی میلگرد با استفاده از ماده اپوکسی پوشش داده می‌شود. رعایت ضوابط نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) برای استفاده از این نوع مصالح تقویت‌کننده در ترمیم اعضای بتنی آسیب‌دیده مخازن آب زمینی الزامی است.

پ- میلگردهای فولادی گالوانیزه: برای جلوگیری از خوردگی میلگردهای فولادی، سطح بیرونی میلگرد با استفاده از گالوانیزه گرم پوشش داده می‌شود. رعایت ضوابط موجود در نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) برای استفاده از این مصالح تقویت‌کننده در ترمیم اعضای بتنی آسیب‌دیده مخازن آب زمینی الزامی است.

ت- میلگردهای فولادی ضدزنگ: استفاده از فولادهای ضدزنگ رده ۳۰۴ و ۳۱۶ برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی، یکی دیگر از روش‌های متداول است. از اصلی‌ترین عوامل محدودیت استفاده از این نوع میلگردها در ساخت مخازن آب زمینی، هزینه بیش‌تر تأمین آن‌ها است.

ث- میلگردهای فولادی با پوشش ضدزنگ: برای جلوگیری از خوردگی میلگردهای فولادی، سطح بیرونی میلگرد با استفاده از یک لایه فولاد ضدزنگ پوشش داده می‌شود. هزینه تمام‌شده این نوع از میلگردها نسبت به میلگردهای فولادی ضدزنگ پایین بوده و به‌راحتی قابل جوش، خم و برش هستند. باید دقت نمود در صورت استفاده از این میلگردها در تقویت عضو آسیب‌دیده مخزن، باید محل برش میلگردها توسط پوشش‌های مناسب، در برابر عوامل خوردگی محافظت گردند.

ج- میلگردهای غیرفلزی کامپوزیتی: این نوع تقویت‌کننده‌ها (مانند FRP) در واقع سیستم‌های کامپوزیت متشکل از الیاف با مقاومت بالا و یک ماتریس رزین هستند. رزین مصرفی متداول این نوع کامپوزیت، اپوکسی است ولی به‌کاربردن رزین‌هایی مانند ونیل‌استر و پلی‌استر نیز برای آن‌ها مرسوم است. عمده الیاف مصرفی عبارت‌اند از کربن، شیشه و آرامید که با توجه به خواص مکانیکی، دوام و هزینه مصرفی، انتخاب و در ترمیم اعضای آسیب‌دیده

مخازن آب زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱۵-۳- عوامل تاثیرگذار در انتخاب مواد ترمیمی

توجه اغلب سازندگان به خواص اصلی مواد ترمیمی مانند چسبندگی و مقاومت فشاری معطوف است؛ اما در صورت نیاز، باید سایر مشخصات مانند ضریب انبساط حرارتی، ضریب انقباض در حین خشک‌شدن، مدول الاستیسیته، مقاومت الکتریکی، نفوذپذیری، رنگ، بلامانع بودن از نظر تاثیر در کیفیت آب شرب و خواص ترکیبی در انتخاب مواد ترمیمی مدنظر قرار گیرد.

۱۵-۴- روش‌های جاگذاری مواد ترمیمی

روش‌های مختلفی برای جاگذاری مواد ترمیمی وجود دارد که انتخاب آن‌ها به وضعیت و محدودیت‌های یک پروژه بستگی دارد. از جمله روش‌های ترمیمی دیگر برای اعضای بتنی آسیب‌دیده می‌توان به تزریق مواد ترمیمی، بتن‌ریزی، و پاشش بتن اشاره نمود. برای آشنایی با روش‌های جاگذاری مواد ترمیمی و انتخاب مناسب‌ترین روش، به راهنمای ICRI 03731 و یا ACI 706E مراجعه شود.

شایان ذکر است فرآیندهای مرسوم در ترمیم اعضای بتنی آسیب‌دیده، در راهنمای اجرایی ACI 706 E ارائه شده‌اند. در راهنمای فوق با استفاده از روندنما، مراحل ترمیم بتن از مرحله پیدا شدن نشانه‌های خرابی تا نحوه برخورد با مشکل و رسیدگی به مسائل مالی، طراحی، مهندسی و اجرا شرح داده شده است.

فصل ۱۶

بازسازی بتن

۱۶-۱- مقدمه

در این فصل فعالیتهای متداول مورد نیاز در روشهای بهسازی با رویکرد بازسازی بتن آسیب دیده مخازن آب زمینی به طور خلاصه و مطابق جدول (۱۶-۱) ارائه شده اند. در صورتی که شرایط پروژه، روش خاصی را لازم داشته باشد، باید روند انجام کار توسط مهندس مشاور در مشخصات فنی خصوصی پروژه درج گردد.

۱۶-۲- بازسازی سطوح بتنی آسیب دیده

۱۶-۲-۱- آماده سازی سطح بتن

آماده سازی سطح بتن یکی از مهم ترین مراحل در بازسازی عضو آسیب دیده مخازن آب زمینی است. هدف اصلی از این کار، برقراری پیوند مستحکم و بادوام بین مواد جایگزین و سطح بتن باقی مانده است. به طور کلی برای آماده سازی سطح بتن مراحل زیر انجام می گیرد:

الف- حذف بتن یا ملات آسید دیده

ب- حذف لایه های نازک که مقاومت ضعیفی دارند (مانند دوغاب های سیمانی).

پ- حذف پوشش های قدیمی

ت- حذف زنگ زدگی های روی میلگردها

ث- تمیز کردن سطح بتن به صورت خشک (مانند جاروب کردن سطح)

سطح بتن پس از عملیات آماده سازی باید سطحی سالم، تمیز، زیر و خشک باشد. در جدول (۱۶-۱) تعدادی از روش های متداول آماده سازی سطح و دامنه کاربرد هر یک ارائه شده است.

جدول ۱۶-۱- روش های متداول آماده سازی سطح و دامنه کاربرد

فعالیت بعدی	الزامات	دامنه کاربرد	زمینه استفاده					فرآیند	
			تمیز کردن سطح بتن	حذف زنگ زدگی	حذف لایه بتن با مقاومت ضعیف	حذف دوغاب سیمان	حذف پوشش	ابزارها	نوع
ضربه مکانیکی	امکان آسیب میلگردها، به ویژه برای اعضای بتنی پیش تنیده اجتناب کرد.	ناحیه های کوچک			*	*	*	چکش کالکینگ با دست	
								چپسل الکتریکی	
								سوزن یا پنوماتیکی	
زدودن - فرزکاری		بسته به نوع ابزار		*		*	*	برس چرخان فولادی	

ادامه جدول ۱۶-۱- روش‌های متداول آماده‌سازی سطح و دامنه کاربرد

فعالیت بعدی	الزامات	دامنه کاربرد	زمینه استفاده					فرآیند	
			تمیز کردن سطح بتن	حذف زنگ‌زدگی	حذف لایه بتن با مقاومت ضعیف	حذف دوغ‌آب سیمان	حذف پوشش	ابزارها	نوع
شات بلاست	معمولاً برداشت بتن با ضخامت کم‌تر از ۵ میلی‌متر در هر مرحله	برداشت ناحیه‌های بزرگ از سطوح افقی		*		*	*	دستگاه سایش	ساییدن
تمیز کردن		ناحیه‌های کوچک				*	*	دستگاه ساب	ساب زدن
تمیز کردن		سطوح افقی و عمودی				*	*	تجهیز تابش شعله	تمیزی با شعله
		سطوح افقی و عمودی بسته به تجهیز مورد استفاده		*	*	*	*	پاشش با فشار به وسیله تمیزکننده خلا اضافی	شات بلاست بدون غبار
تمیز کردن	جلوگیری از ایجاد غبار، فشار هوای فاقد روغن	سطوح افقی و عمودی		*	*	*	*	شات بلاست با هوای تحت فشار	شات بلاست
	نیازی به محافظ گرد و غبار نیست؛ فشار هوای فاقد روغن			*	*	*	*	شات بلاست با ساینده رطوبتی	
				*	*	*	*	جت آب پرفشار	
	نیازی به محافظ گرد و غبار نیست؛ فشار هوای فاقد روغن	غیر از سطوح افقی	*					هوای تحت فشار	تمیزکاری
		سطوح افقی	*					تمیزکننده خلاء	
		از بین بردن خزه یا آلودگی‌های همانند	*				*	آب با فشار	

۱۶-۲-۲- جایگزینی بتن آسیب‌دیده

بعد از آماده‌سازی سطح بتن آسیب‌دیده، حجم برداشت‌شده باید با مصالح مناسب جایگزین شود. مقدار این حجم بستگی به عمق نفوذ آب، یون کلر و عمق کربناته شده دارد. اغلب مصالح زیر به عنوان مصالح جایگزین مورد استفاده قرار می‌گیرند:

الف- ملاط سیمانی یا بتنی (CC)

ب- ملاط سیمانی یا بتن پاششی (SPCC)

پ- ملاط سیمانی یا بتن اصلاح‌شده با پلیمر (PCC)

ت- ملاط‌های پلیمری (PC)

در ادامه الزامات اجرایی هر یک از مصالح به طور مختصر اشاره می‌شود. در صورت نیاز به اطلاعات بیش‌تر، از منابع داخلی و خارجی مانند راهنمای ICRI 03731 و یا ACI 706E استفاده گردد.

۱۶-۲-۲-۱- اجرای بتن سیمانی (CC و SPCC)

اجرای ملات بتن سیمانی به دو صورت قالب‌بندی (بتن درجا) و پاششی انجام می‌گیرد. این دو روش زمانی کاربرد دارند که حجم آسیب‌دیدگی عضو بتنی زیاد بوده و نیاز به حجم زیادی از مواد جایگزین باشد. طرح اختلاط بتن مصرفی در روش قالب‌بندی (بتن درجا) و پاششی باید مطابق نشریه ۲-۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور (آبا جلد دوم) انتخاب گردد. حداکثر قطر سنگ‌دانه موجود در بتن قالبی و بتن پاششی به ۸ میلی‌متر محدود می‌گردد. همچنین حداکثر ضخامت هر لایه اجرا شده برای بتن قالبی به ۵۰ میلی‌متر و در بتن پاششی به ۳۰ میلی‌متر محدود می‌گردد.

بتن قالبی (درجا) برای سطوح افقی (معمولاً بدون استفاده از قالب) و یا سطوح عمودی (با استفاده از قالب) کاربرد دارد. استفاده از این روش برای سطوح افقی بالاسر (زیر سقف) مرسوم نیست. در صورت تأکید دستگاه نظارت بر استفاده از این روش برای اعضای بالاسر همچون زیر سقف، باید روش اجرا در مشخصات فنی خصوصی پروژه ارائه شود. پر کردن بتن در این روش به دو صورت دستی و یا با استفاده از پمپ صورت می‌گیرد. معمولاً برای پر کردن اعضای بتنی با آسیب‌های جزئی از روش دستی استفاده می‌شود. در هر دو روش باید مدت‌زمان تراکم بتن جدید، مطابق با شرایط محیطی موجود تعیین شود. عمل‌آوری در این روش همانند سطوح بتن معمولی و مطابق ضوابط بند ۶-۷ این نشریه انجام می‌شود.

از روش بتن پاششی می‌توان برای سطوح افقی بالاسری و عمودی استفاده نمود ولی برای سطوح افقی همچون کف، از این روش استفاده نمی‌شود. در این روش بتن آماده با استفاده از پمپ‌های مخصوص بر روی سطح پاشیده می‌شود. در این روش قالب‌بندی انجام نمی‌شود. با توجه به اینکه بتن به‌صورت پاششی اجرا می‌شود، نیازی به تراکم اضافی نیست. عمل‌آوری بعد از پاشش بتن، باید همانند سطوح بتنی معمولی در مواجهه با شرایط محیطی موجود و با استفاده از ضوابط ذکر شده در بند ۶-۷ این ضابطه انجام پذیرد.

۱۶-۲-۲-۲- اجرای ملات سیمانی

نحوه اجرای این روش، همانند بتن سیمانی شرح داده شده در بند ۱۶-۳-۱ است. اجرای ملات سیمانی به دو صورت دستی و پاششی صورت می‌پذیرد. بیشینه قطر سنگ‌دانه مصرفی برای ملات‌های سیمانی استفاده شده در بازسازی اعضای آسیب‌دیده مخازن آب زمینی به ۴۰ میلی‌متر محدود می‌شود. باید ضخامت لایه اجرا شده در هر بار، بین ۲۰ الی ۴۰ میلی‌متر باشد. شرایط محیط موجود و نیاز مقاومتی در انتخاب نوع ملات و نسبت اختلاط، مدنظر قرار می‌گیرند. رعایت الزامات استاندارد EN-196 برای انتخاب نوع ملات مصرفی، در بازسازی اعضای بتنی آسیب‌دیده مخازن آب زمینی پیشنهاد می‌شود.

۱۶-۲-۲-۳- اجرای ملاط سیمانی اصلاح شده

اهداف اصلی از اصلاح ملاط‌های سیمانی مورد استفاده در بازسازی اعضای آسیب‌دیده مخازن آب زمینی عبارتند از:

- افزایش چسبندگی به سطوح آماده‌سازی شده
- افزایش کارایی
- افزایش حفظ آب
- افزایش مقاومت خمشی و کششی
- کاهش مدول ارتجاعی

ملاط‌های اصلاح‌شده با پلیمر به دو صورت دستی (PCC) و پاششی (SPCC) اجرا می‌گردند. انتخاب روش اجرا با توجه به جهت‌گیری سطح انجام می‌گیرد. سطح‌های افقی و یا سطح‌های با شیب ملایم، باید تنها با استفاده از روش دستی پر شوند. با توجه به احتمال برگشت مصالح، نباید از روش پاششی برای سطوح افقی استفاده نمود ولی استفاده از این روش برای سطوح عمودی و سقف‌ها پیشنهاد می‌شود. مواد پلیمری باید مطابق دستورالعمل سازنده به مخلوط خشک اضافه شوند. نوع و مقدار مواد پلیمر اضافه شده، باید در برگه‌های اطلاعات فنی درج شود.

اجرای ملاط اصلاح‌شده (SPCC) به روش پاششی و به دو صورت خشک و تر انجام می‌شود. در روش خشک در هنگام پاشش بر روی سطح، ملاط خشک توسط دستگاه نازل با آب مخلوط می‌گردند. در این روش با توجه به شرایط محیطی، اپراتور می‌تواند مقدار آب اضافه شده را کنترل کند. در این روش باید از اپراتورهای باتجربه استفاده شود. در روش تر، مواد پلیمری قبل از پاشش، در مخزن دستگاه با مواد خشک به همراه آب مخلوط می‌شوند.

در صورت نیاز به سطح صاف، پیشنهاد می‌شود از روش دستی (PCC) استفاده شود تا پس از اجرا بتوان با استفاده از ماله، سطح ملاط اجراشده را صاف کرد. در روش پاششی (SPCC) سطح اجراشده به‌صورت زبر و خشن خواهد بود. در صورت نیاز به سطح صاف در روش پاششی، باید ملاط در طی دو مرحله پاشش شود. لایه نهایی باید با مقدار آب بیش‌تر پاشیده شود تا امکان ماله‌کشی سطح به وجود آید.

۱۶-۲-۲-۴- اجرای ملاط پلیمری

ملاط‌های پلیمری بر خلاف ملاط‌های معرفی‌شده در بخش قبل، دارای جزء چسباننده سیمانی نیستند. اغلب ملاط‌های پلیمری مورد استفاده در تعمیر سازه‌های بتنی، دارای پلیمرهای واکنش‌گر همچون رزین اپوکسی هستند. پلیمرهای واکنش‌گر همیشه در دمای محیط سخت می‌شوند و در شرایط قلیایی پایدار هستند. این نوع از ملاط‌ها در شرایط خاص همچون موارد زیر استفاده می‌شود:

- مواد ترمیمی با خشک‌شدن سریع مورد نیاز باشد.
- امکان هیچ‌گونه عمل‌آوری وجود نداشته باشد.
- لایه بسیار نازک مورد نیاز باشد.

روش اجرای این نوع از ملاط‌ها باید با استفاده از دستورالعمل سازنده در مشخصات فنی خصوصی پیمان درج شود.

۱۶-۳- پرکردن ترک‌ها

به‌منظور پرکردن ترک‌ها معمولاً از مواد زیر استفاده می‌شود:

- اپوکسی
- پلی‌یورتان
- ژل‌های اکریک
- مواد سیمانی
- کامپوزیت‌های سیمانی الیافی (ECC)

به منظور آشنایی با خواص این مصالح، می‌توان به منابع داخلی و خارجی معتبر همچون EN1504 و ACI-E-706 مراجعه نمود. هر یک از مصالح فوق دارای خواص فنی متفاوت هستند که با توجه به نیاز به‌سازی، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در هنگام پرکردن، نباید ترک در حالتی قرار گیرد که بیش‌ترین عرض ممکن ایجاد شود. این حالت، اغلب در دمای پایین اتفاق می‌افتد. با توجه به اینکه فرآیند گیرش مواد پرکننده ترک نیازمند دمای مشخص است، باید حداقل و حداکثر دمای مورد نیاز برای پرکردن ترک، مطابق دستورالعمل سازنده رعایت گردد. در هر حال حداقل دمای محیط هنگام پرکردن ترک، نباید از ۵ درجه سانتی‌گراد فراتر باشد.

ترک‌ها اغلب با استفاده از دستگاهی به نام مسدودکننده^۱ پر می‌شوند که می‌تواند هم به سطح بیرونی ترک بچسبد و هم در داخل آن فرو رفته سپس عملیات تزریق صورت پذیرد. در هر حالت، پیشنهاد می‌شود زاویه مسدودکننده با سطح مورد نیاز برای تزریق در حدود ۴۵ درجه باشد. ترک‌ها باید از پایین به بالا پر شوند تا هوا بتواند به راحتی از داخل ترک خارج شود. پر کردن ترک توسط مسدودکننده‌ها تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که از مسدودکننده مجاور، مواد پرکننده بیرون نزنند. به منظور دستیابی به نرخ بالای پرشدگی ترک، باید هر مسدودکننده در دو مرحله تزریق شود. بعد از خروج مسدودکننده از ترک، باید سطح ترک بتونه‌کاری شود. شایان ذکر است استفاده از فشار کم در زمان طولانی نسبت به فشار زیاد در زمان کوتاه، منجر به نرخ بالای پرشدگی در ترک خواهد شد. به‌طور کلی، الزامات موجود در راهنمای ACI-E-706 در بازسازی ترک‌ها به روش تزریق باید رعایت شوند.

۱۶-۴- مصالح محافظتی یا پوشش‌ها

به منظور آگاهی از انواع پوشش‌های مجاز در بازسازی مخازن آب زمینی و نحوه اجرای هر کدام به فصل ۱۰ این ضابطه

مراجعه شود.

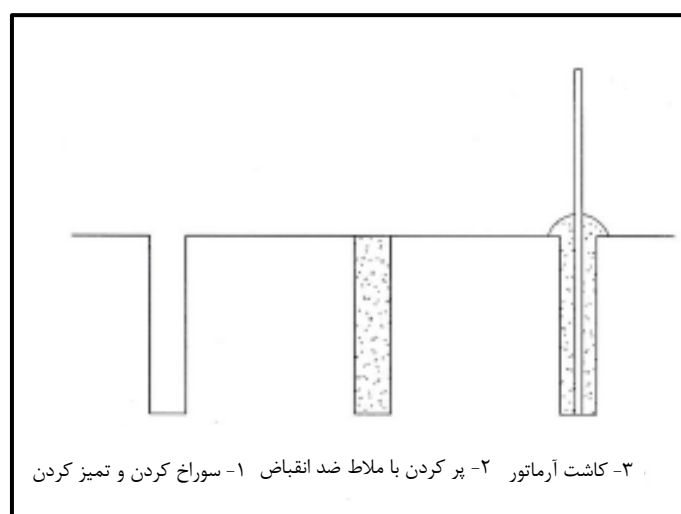
۱۶-۵- کاشت میلگرد و پیچ

در مواردی که برای تقویت عضو لازم است میلگرد یا پیچ در داخل بتن کاشته شود، باید مقاومت گیرایی اتصال بیش از مقاومت کششی میلگرد یا پیچ باشد. به میلگرد یا پیچ کاشته شده در بتن، در اصطلاح «میخچه یا بولت» گفته می شود. کاشت پیچ یا میلگرد به سه روش مختلف به شرح زیر انجام می شود:

- کاشت با استفاده از مواد پایه سیمانی
- کاشت با استفاده از چسب اپوکسی
- کاشت با استفاده از مهار مکانیکی

۱۶-۵-۱- کاشت با استفاده از مواد پایه سیمانی

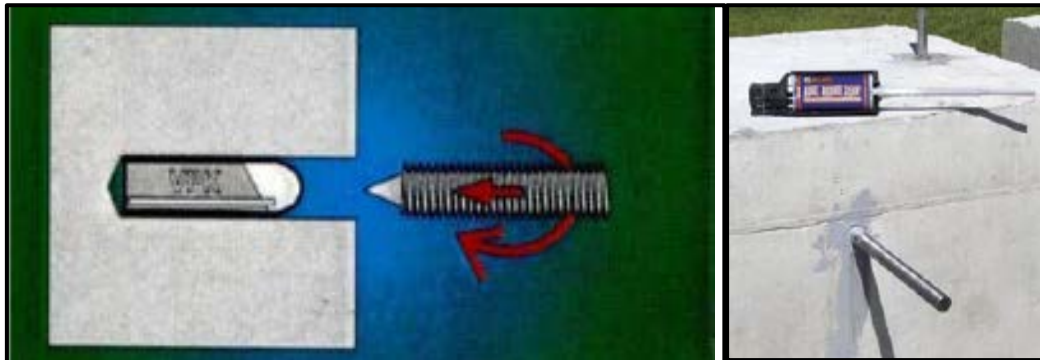
برای کاشت میلگرد، ابتدا سوراخی به قطر حدود ۵ میلی متر بزرگ تر از قطر میلگرد و به طول مهاری آن، به کمک دستگاه مغزه گیری در بتن ایجاد می شود. سپس داخل سوراخ با حجم مناسب ملات روان، پر می شود. ملات روان، ترکیبی از آب، سیمان، ماسه، مواد ضد انقباض و روان ساز است. پس از پر کردن نسبی سوراخ با ملات، میلگرد به کمک جک هیدرولیک با فشار به داخل سوراخ رانده می شود. بدیهی است مقداری ملات از داخل سوراخ، خارج شده و باقیمانده در پیرامون میلگرد در داخل سوراخ متراکم می گردد. ملات داخل سوراخ طی مدت زمان لازم عمل آوری می شود تا سیمان به مقاومت لازم برسد. بدیهی است اگر میلگرد آج دار بوده و محیط سوراخ مضرس باشد نتیجه رضایت بخش تر خواهد بود. مراحل اجرای میخچه پایه سیمانی در شکل (۱-۱۶) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۶- مراحل اجرای میخچه پایه سیمانی

۱۶-۵-۲- کاشت با استفاده از مواد اپوکسی

در کاشت با مواد اپوکسی، روش کار همانند کاشت با مواد پایه سیمانی است که در آن به جای سیمان از چسب‌های اپوکسی استفاده می‌شود. با توجه به چسبندگی زیاد چسب‌های اپوکسی، قطر سوراخ و طول مهاری کوچک‌تر و در نتیجه عملیات سوراخ‌کاری، آسان‌تر می‌شود؛ اما قیمت مواد اپوکسی گران‌تر است. مراحل کاشت با استفاده از مواد اپوکسی در شکل (۲-۱۶) نشان داده شده است.



شکل ۱۶-۲- مراحل کاشت با استفاده از مواد اپوکسی

مراحل کاشت به شرح زیر است:

- گام اول: محاسبه ابعاد سوراخ برای استقرار پیچ و یا میلگرد با استفاده از جدول (۲-۱۶).
- گام دوم: ایجاد سوراخ مورد نیاز با ابزار مناسب.
- گام سوم: تمیز کردن گرد و غبار ناشی از حفاری با استفاده از دستگاه مکنده یا برس مویی.
- گام چهارم: زدودن هرگونه چربی و مواد روغنی، سطوح فاقد استحکام و رطوبت از سطوح داخلی سوراخ.
- گام پنجم: ترکیب کردن اجزای چسب اپوکسی درون نازل.
- گام ششم: تزریق چسب تا میزان دو سوم حجم حفره.
- گام هفتم: فرو بردن پیچ یا میلگرد به صورت چرخشی داخل سوراخ.
- گام هشتم: تمیز کردن مواد اضافی بیرون ریخته از دهانه سوراخ با کاردک و یا ابزار دیگر.
- گام نهم: زمان عمل‌آوری بر اساس درجه حرارت محیط و مطابق دستورالعمل سازنده است که پس از گذشت آن زمان، بارگذاری قابل اعمال است. در صورت عدم درج زمان عمل‌آوری در دستورالعمل سازنده، می‌توان از جدول (۳-۱۶) محاسبه زمان عمل‌آوری بر اساس درجه حرارت محیط استفاده کرد.

جدول ۱۶-۲- محاسبه ابعاد سوراخ برای استقرار پیچ و یا میلگرد

عمق سوراخ (mm)	قطر سوراخ (mm)	قطر پیچ یا میلگرد (mm)
۸۰	۱۰	۸
۹۰	۱۲	۱۰
۱۱۰	۱۴	۱۲

ادامه جدول ۱۶-۲- محاسبه ابعاد سوراخ برای استقرار پیچ و یا میلگرد

قطر پیچ یا میلگرد (mm)	قطر سوراخ (mm)	عمق سوراخ (mm)
۱۴	۱۶	۱۲۰
۱۶	۱۸	۱۲۵
۲۰	۲۲	۱۷۰
۲۴	۲۸	۲۱۰
۳۰	۳۵	۲۸۰

جدول ۱۶-۳- محاسبه زمان عمل‌آوری بر اساس درجه حرارت محیط

درجه حرارت محیط ($^{\circ}\text{C}$)	$-5 \leq t < 0$	$0 \leq t < 5$	$5 \leq t < 10$	$10 \leq t < 20$	$t \geq 20$
زمان عمل‌آوری (دقیقه)	۳۶۰	۱۸۰	۹۰	۴۰	۲۰

۱۶-۵-۳- کاشت به کمک مهار مکانیکی

در این روش همانند روش‌های قبلی ابتدا سوراخی به قطر حدود ۲ میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پیچ در بتن ایجاد شده و سپس پیچ با مهار مکانیکی در داخل سوراخ قرار داده می‌شود. این پیچ در انتهای خود دارای پره‌های مخصوصی است که با پیچاندن پیچ، باز شده و به جدار سوراخ می‌چسبد. پیچ تا حدی باید سفت شود که پره‌ها کاملاً به دیوار چسبیده و امکان خارج‌شدن مهار تحت بار از سوراخ، وجود نداشته باشد.

۱۶-۶- اجرای FRP

از مصالح FRP می‌توان برای مقاوم‌سازی اعضای دیوار، ستون و دال مخازن آب زمینی استفاده کرد. روش اجرای هر یک از اعضا نسبت به هم متفاوت است. مصالح FRP ضمن سبکی از مقاومت کششی بالایی برخوردار هستند. با وجود قیمت بالای مصالح FRP، اجرای آن‌ها آسان و کم هزینه است. برای آشنایی با جزییات اجرایی بیش‌تر به نشریه ۵۲۴ سازمان برنامه و بودجه کشور مراجعه شود. به‌طور کلی قبل از اجرای FRP بر روی سطوح اعضای بتنی، باید بار وارده بر عضو با استفاده از روش‌های مرسوم (استفاده از جک و پایه‌های اطمینان) حذف شود.

در ادامه برای جلوگیری از کنده‌شدن صفحه FRP و چسب از روی سطح بتن، این سطح باید به نحو مناسبی قبل از چسب زدن صاف و هموار و آماده‌سازی شود. در صورت اجرای مصالح FRP بر روی سطح ناهموار، لایه FRP دچار کشش شده و تمایل به صاف شدن دارد. این امر باعث ایجاد تنش‌های جداکننده شده و منجر به از بین رفتن چسبندگی در این نقاط می‌شود. در مرحله بعد اگر سطح صفحه FRP به طور مناسب آماده نشود (مثلاً ذرات آلودگی و چربی از سطح FRP برداشته نشود) ممکن است سطح نوار FRP از چسب جدا شود. در حال حاضر چسب‌های قدرتمندی در دسترس هستند که مقاومت آن‌ها از مقاومت بتن بیش‌تر است. به همین دلیل در اغلب حالت‌ها، شکست در بتن رخ می‌دهد. البته در صورت استفاده از چسب نامناسب و یا اجرای نامطلوب، امکان بروز مشکل در لایه چسب وجود دارد. این مشکل معمولاً در سطح مشترک چسب و FRP و یا در سطح مشترک بتن و چسب رخ می‌دهد.

۱۶-۷- جایگزینی اعضا

در صورت نیاز به جایگزینی اعضای مخازن آب زمینی، باید روش اجرا توسط مشاور در مشخصات فنی خصوصی درج شود.

فصل ۱۷

آزمایش‌های لازم برای کنترل صحت

عملیات ترمیم پوشش مخزن بتنی

۱۷-۱- مقدمه

کنترل کیفیت پوشش‌های مورد استفاده در مخازن آب زمینی، نقشی حیاتی در تضمین دوام و مقاومت سازه در برابر خوردگی، نفوذ رطوبت و مواد شیمیایی دارد. از جمله پوشش‌های مورد استفاده جهت ترمیم مخازن، رنگ اپوکسی و مواد چسباننده، فایبرگلاس، ملاط‌های پلیمری (PC و PCC) است. در فصل ۱۰ به مشخصات فنی انواع پوشش‌ها اشاره شده است. خواص فیزیکی و شیمیایی پوشش‌ها در ترمیم مخازن بتنی که در تماس مستقیم با آب آشامیدنی است باید مطابق استانداردهای ملی ایران و مراجع بین‌المللی باشد.

این فصل به تشریح روش‌های نمونه‌برداری، آزمون‌های کنترل کیفیت، تجهیزات مورد نیاز و حدود پذیرش نتایج آزمایش‌های پوشش‌های اپوکسی می‌پردازد.

۱۷-۲- الزامات عمومی کنترل کیفیت

کلیه آزمایش‌ها باید با توجه به الزامات سفارش / توافقات قراردادی و درخواست کارفرما مطابق با استانداردهای مرجع ملی و بین‌المللی انجام پذیرد. همچنین کلیه تجهیزات آزمایشگاهی که در فرآیند آزمایش کنترل کیفیت مورد استفاده قرار می‌گیرند بایستی دارای گواهی کالیبراسیون معتبر از آزمایشگاه‌های تأیید صلاحیت‌شده (ترجیحاً دارای گواهی ISO/IEC 17025) باشند.

اجرای صحیح آزمایش‌ها و ثبت نتایج برعهده تأمین‌کننده / تولیدکننده، مسئولیت نظارت عالیه و تأیید نتایج برعهده مشاور طرح و تصویب نهایی برنامه کنترل کیفیت، برعهده کارفرما است. در نهایت در تمام مراحل کنترل کیفیت، بازرس شخص ثالث مسئولیت بررسی مستقل و تطبیق نتایج آزمایش‌ها با معیارهای استاندارد مطابق برنامه بازرسی و آزمون (ITP) را برعهده دارد. در بند ۵-۳ نشریه ۸۶۵ توضیحات تکمیلی برنامه بازرسی و آزمون (ITP) مشخص شده است.

رده‌های بازرسی متداول که در برنامه بازرسی و آزمون (ITP) باید ذکر شود به شرح زیر است:

^۱H (نقطه ایست): توقف تولید تا زمانی که بازرس، بازرسی را انجام دهد و بر آزمون لازم نظارت کند؛

^۲W (نقطه شاهد): سازنده / تولیدکننده باید به بازرس و مشتری / مصرف‌کننده اطلاع‌رسانی کند؛ ولی توقفی در تولید وجود ندارد. مشتری / مصرف‌کننده می‌تواند با صلاحدید خود چشم‌پوشی از حق بازرسی کند و بر طبق آن به بازرس اطلاع‌رسانی کند؛

^۳R (بررسی مدارک): بررسی مدارک شامل گواهی‌نامه‌های آزمون مواد و مصالح، آزمون‌های غیرمخرب، رویه‌ها و غیره است؛

۱- Hold

۲- Witness

۳- Review

SW^۱: برای بازرسی اقلام به صورت شاهد موضعی، سازنده/تولیدکننده باید به بازرس برای انجام پایش اطلاع دهد؛ برای مثال، دو بازدید تصادفی برای کل عملیات آمایش سطح به منظور اعمال پوشش؛

۱۷-۳- آزمایش‌های کنترل کیفیت در مراحل مختلف

آزمایش‌های سامانه پوشش، معمولاً شامل آزمون ضخامت‌سنجی، آزمون چسبندگی، آزمون سختی، آزمون رخنه‌یابی و آزمون غوطه‌وری است؛ ولی محدود به آن‌ها نمی‌شود.

۱۷-۳-۱- آماده‌سازی سطح

مشخصات فنی آماده‌سازی سطوح بتنی در فصل ۱۰ ارائه شده است. حداقل آزمایش‌های لازم برای بررسی آماده‌سازی سطح مخازن آب زمینی به شرح زیر است:

- بازرسی چشمی (ISO 8501-1 / SSPC-SP13): کنترل تمیزی و عدم وجود چربی یا زنگ.
- آزمون تمیزی سطح: آزمون پارچه سفید یا نوار چسب (Tape Test) برای تشخیص آلودگی.
- زبری سطح (ISO 8503-4 / ASTM D8271): با استفاده از پروفیل‌سنج یا نوار زبری (Replica Tape).

۱۷-۳-۲- آزمون‌های حین اجرا

- حداقل آزمایش‌های لازم برای بررسی پوشش اپوکسی حین اجرا به شرح زیر است:
- اندازه‌گیری ضخامت فیلم تر (ASTM D4414): با گیج مناسب در هر لایه رنگ.
- کنترل دما و رطوبت هوا با دماسنج و رطوبت‌سنج دیجیتال.
- آزمون چسبندگی بین لایه‌ها: پس از اعمال هر لایه، طبق ASTM D3359 (Cross-cut Test).

۱۷-۳-۳- آزمون‌های پس از اجرا

- حداقل آزمایش‌های لازم برای بررسی پوشش اپوکسی پس از اجرا به شرح زیر است:
- اندازه‌گیری ضخامت فیلم خشک (ASTM D7091 / ISO 2808): اندازه‌گیری با ضخامت‌سنج مغناطیسی.
- آزمون چسبندگی نهایی (ASTM D4541 / ISO 4624): تست Pull-off با دستگاه هیدرولیکی.
- آزمون مقاومت در برابر آب (ASTM D870): غوطه‌وری در آب به مدت مشخص و بررسی تغییر رنگ یا تاول.
- آزمون سختی پوشش (ASTM D3363): با مداد سختی مختلف جهت تعیین مقاومت مکانیکی.
- آزمون مقاومت شیمیایی (ASTM D543): برای بررسی پایداری پوشش در برابر محلول‌های شیمیایی.

۱۷-۴- حدود پذیرش و معیارهای قبول

یک نمونه برنامه بازرسی و آزمون (ITP) جهت کنترل کیفیت پوشش بتن در جدول (۱۷-۱) ارائه شده است که تغییرات در آن می‌تواند مطابق با توافقات قراردادی انجام شود. همچنین، مسئولیت هر یک از ارکان پروژه، یعنی سازنده / تولیدکننده (اول شخص)، مشتری / مصرف کننده (دوم شخص) و نهاد بازرسی (سوم شخص) در این جدول نیز با توجه به توافقات قراردادی می‌تواند افزایش یا کاهش یابد. نحوه ارائه مسئولیت هر یک از این گروه‌ها در ITP، در زیربند ۱۴-۳-۲-۵ نشریه ۸۶۵ مشخص شده است.

جدول ۱۷-۱- نمونه ITP پوشش بتن

Inspection activity description	Acceptance criteria	Reference standard/ document	Test/ Inspection frequency	Inspection by		
				1 st Party	2 nd Party	3 rd Party
01. PRE-INSPECTION MEETING				W	W	W
02. MATERIAL CHECK (MATERIAL CERTIFICATES)				H	R	H
03. TEST PROCEDURE				R	R	R
04. VISUAL EXAMINATION				H	R	W
05. MATERIAL TEST (including density, ash content, viscosity, solid content, gel time, etc)				H	R	H
06. SURFACE DRYING TIME				H	R	H
07. POT LIFE CHECK				H	R	H
08. HARDNESS MEASUREMENT				H	R	H
09. DENSITY OF MIXTURE				H	R	H
10. DRY FILM THICKNESS				H	R	H
11. PERFORMANCE TEST (as applicable) - Linear shrinkage - Adhesive strength (cross-cut method) - Permeability (water and water vapour) - Chemical resistance - Bridging ability				H	R	W
12. OTHER TESTS (if required)				H	R	R
13. FINAL INSPECTION				H	W	H
14. PACKING/MARKING /SHIPMENT a				H	SW	H
15. QC FINAL BOOK				W	R	R

a- Packing/marketing/shipment must be done at the 1st party workshop.

۱۷-۵- مستندسازی و گزارش‌دهی

کلیه نتایج بازرسی و آزمون باید توسط بازرس شخص ثالث در گزارش بازرسی ارائه شود و در پایان فرآیند بازرسی کتابچه نهایی توسط سازنده/تولیدکننده باید ارائه گردد. حداقل محتوای کتابچه نهایی شامل موارد زیر است:

- ITP/QCP نهایی

- Raw Material DATA SHEET

- RN مواد اولیه به کار رفته در بازرسی
 - گزارش آزمون‌ها و بازرسی‌های پوشش اعمال شده
 - گزارش عدم انطباق بازرسی‌ها
 - گزارش تأیید نهایی جهت بهره‌برداری
- نحوه ارائه محتوای گزارش بازرسی و کتابچه نهایی بازرسی به ترتیب در زیربندهای ۴-۷ و ۳-۷ نشریه ۸۶۵ مشخص شده است.

فصل ۱۸

کنترل‌های لازم پس از بهسازی و در

زمان بهره‌برداری

۱۸-۱- مقدمه

به‌منظور دستیابی به طول عمر مطلوب پس از ترمیم مخازن آب زمینی، لازم است برنامه‌ای برای تعمیر و نگهداری تهیه شود. جهت آشنایی با نحوه تعیین اهداف تعمیر و روش تدوین برنامه نگهداری، به بخش نهم استاندارد EN1504 مراجعه شود. به‌طور کلی برنامه تعمیر و نگهداری مخزن آب زمینی، باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

- برآورد طول عمر باقی‌مانده طراحی سازه بتنی.
 - شناسایی بخشی از سازه که انتظار می‌رود طول عمر طراحی آن از طول عمر سرویس‌دهی سازه کم‌تر باشد.
 - تعیین تاریخ بازرسی و انجام آزمایش‌های کنترلی بخش‌های معیوب یا بازسازی‌شده سازه.
 - تعریف سامانه مدیریتی و بازرسی برای بررسی دقیق موارد اجرا شده.
 - ثبت نتایج بازرسی و تعیین مصادیق ترمیم و مرمت.
 - پیشنهاد روش ترمیمی پایدار در صورت نیاز (به‌عنوان مثال محافظت کاتدی).
 - تدوین دستورالعمل و الزامات اجرایی.
- سناریوهای تعمیر و نگهداری، بستگی به زمان و شرایط موجود سازه دارند. سناریوهای تعمیر و نگهداری مخازن را می‌توان از جنبه‌های زیر بررسی کرد:

الف- سناریو تعمیر و نگهداری واکنشی.

ب- سناریو تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه.

پ- سناریوی ترکیبی (واکنشی - پیش‌گیرانه).

سناریوی تعمیر و نگهداری واکنشی دارای دو مرحله تعمیر و بازرسی است. مرحله اول (تعمیر) بعد از ایجاد و مشاهده آسیب در مخزن شروع می‌گردد. مرحله دوم (بازرسی و پایش) بلافاصله بعد از اتمام مرحله تعمیرات شروع شده و در طول زمانی مشخص، مخزن مورد پایش قرار می‌گیرد. مرحله دوم تا خرابی مجدد مخزن ادامه پیدا خواهد کرد. حد خرابی معمولاً بر اساس وضعیت ظاهری سازه از جمله ترک‌های ایجاد شده، نشانه‌های پوسته‌پوسته شدن، خوردگی میلگردها و سطح بتن تعیین می‌شوند.

بر اساس سناریوی تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه، بدون علامت ظاهری از خرابی سازه، تعمیرات آن اعمال می‌شود. اعمال ترمیم و پوشش‌های محافظتی سازه پس از ۵ الی ۱۰ سال، با وجود اینکه ترمیم و پوشش‌ها ممکن است نیاز به تعمیر نداشته باشند، از نمونه‌های این سناریو است. از مزایای سناریو می‌توان به دور ماندن سازه از آسیب و افزایش محسوس طول عمر کل سازه اشاره کرد.

در سناریوی ترکیبی با هدف افزایش طول عمر سازه، دو سناریوی ذکر شده در بالا با هم ترکیب می‌شوند. بدین شرح که بعد از ایجاد خرابی در مخزن، سناریوی واکنشی اعمال می‌شود و هم‌زمان با مرحله دوم (بازرسی و پایش) سناریوی پیش‌گیرانه تعریف و انجام می‌شود.

۱۸-۲- اجرای سامانه‌های پایش بر پایه حس گر

در مواردی که دسترسی به سازه مخزن برای بررسی وضعیت موجود امکان‌پذیر باشد، می‌توان از حس گرهای به‌منظور پایش رفتار آن استفاده کرد. این حس گرهای می‌توانند به‌صورت مداوم، پارامترهای رفتاری سازه مخزن را دریافت کنند و اطلاعات دقیقی از شرایط موجود سازه، در اختیار کاربر بهره‌بردار قرار دهند. مزیت مهم استفاده از این حس گرهای، دریافت منظم اطلاعات سازه و بهبود روند پایش مخزن آب زمینی است. همچنین با توجه به اینکه بررسی رفتار سازه مخزن بدون استفاده از حس گرهای مستلزم خارج کردن مخزن آب از مدار بهره‌برداری است، این شرایط فقط در زمان شستشوی مخزن امکان دارد. از این رو توصیه می‌شود با هدف کم کردن بازه زمانی بررسی‌ها و پایش دقیق رفتار مخزن آب، از سامانه‌های پایش رفتار مخزن بر پایه حس گر استفاده شود.

۱۸-۳- پایش رفتار سازه مخزن

بررسی رفتار سازه مخزن معمولاً بر اساس تغییرات طول (کرنش) در المان‌های سازه‌ای و توانایی تحمل بار استاتیکی و دینامیکی وارد بر آن انجام می‌شود. تغییرات طول المان سازه‌ای مخزن را می‌توان با استفاده از کرنش‌سنج‌ها^۱ اندازه‌گیری کرد. کرنش‌سنج اغلب بر روی سطح المان سازه مخزن و یا داخل المان کار گذاشته می‌شود. دو حس گر ذکر شده فقط می‌توانند کرنش ناحیه خاصی از المان مخزن را بررسی کنند و به‌عنوان مثال، تغییرات طول المان سازه مخزن به روش فوق توسط آن‌ها قابل اندازه‌گیری نیست. در صورت نیاز به بررسی تغییر طول یک عضو سازه مخزن می‌توان از فیبر نوری استفاده کرد. فیبرهای نوری می‌توانند در زمان ساخت، بر سطح المان‌های سازه‌ای کار گذاشته شوند. به‌منظور کسب اطلاعات بیش‌تر در مورد نحوه اجرای حس گرهای و فیبرهای نوری به مراجع معتبر داخلی و خارجی مانند نشریه ۲۵۲ سازمان برنامه و بودجه کشور و استاندارد EN1504 مراجعه شود.

۱۸-۴- شاخص‌های مهم بررسی رفتار بتن مخزن

شاخص‌های مهم مصالح بتنی که می‌توانند در پایش رفتار سازه‌ای مخزن به‌ویژه دوام آن نقش کلیدی داشته باشند، به شرح زیر هستند:

- مقدار آب جذب‌شده توسط بتن.
- مقدار نشت آب مخزن.
- مقدار pH بتن.
- مقدار کلرید موجود در بتن.

۱- LVDT یک سنسور الکترومکانیکی است که حرکت مستقیم از یک جسم را که به صورت مکانیکی مرتبط است، به یک سیگنال الکتریکی متناظر تبدیل می‌کند.

مقدار آب جذب‌شده در بتن، با استفاده از الکترودهای چندحلقه‌ای و بر مبنای مقاومت بتن و مقدار آب آن، اندازه‌گیری می‌شود. اگر بررسی مقدار نشت از درزهای مخزن برای پایش آن مورد نیاز باشد، لازم است حس‌گرهای الکتریکی در امتداد کل درز نصب شوند. مقادیر pH و کلرید بتن می‌توانند به‌صورت غیرمستقیم با استفاده از الکترودهای مرجع اندازه‌گیری شوند.

۱۸-۵- پایش رفتار خوردگی میلگردها

برخی حس‌گرها امکان پایش میزان خطر خوردگی را در میلگردهای فولادی فراهم می‌کنند تا بر این اساس، اقدامات محافظتی مناسب پیش از بروز خرابی‌های زیاد صورت پذیرد.

نتایج به‌دست‌آمده از پایش را می‌توان برای تعیین پیشرفت وضعیت خرابی یک سازه در طی زمان به کار برد. این امر امکان به‌روزرسانی و مقایسه مداوم مدل‌هایی را که برای بررسی وضعیت سازه در طول زمان استفاده می‌شوند، فراهم می‌سازد.

دو مشخصه اصلی که باید پس از ترمیم سازه بتنی آسیب‌دیده از خوردگی میلگرد مورد پایش قرار گیرند، «پتانسیل شروع خوردگی میلگرد» و «سرعت خوردگی» هستند. به‌منظور پایش پتانسیل خوردگی در طول زمان، از الکترودهای مرجع استفاده می‌شود و برای پایش سرعت خوردگی میلگرد، حس‌گرهای اندازه‌گیری جریان مقاومت الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای اطلاع از نحوه انجام کار به مراجع معتبر داخلی و خارجی مراجعه شود.

فصل ۱۹

مسائل حفاظتی و ایمنی

۱۹-۱- مقدمه

در این فصل حداقل ضوابط و مقررات تأمین ایمنی، بهداشت کار و حفاظت از محیط زیست در هنگام اجرای عملیات ساختمانی و بهره‌برداری مخازن آب زمینی ارائه می‌شود. پیمانکار موظف است قبل از شروع اجرای ساخت مخزن، مجوزهای لازم را از دستگاه‌های ذی‌ربط اخذ کند. رعایت ضوابط موجود در آخرین ویرایش مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان، در اجرای مخازن آب زمینی الزامی است.

وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی موضوع این فصل عبارتند از:

- دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالای از قبیل انواع جرثقیل، پمپ بتن ثابت و متحرک، لیفتراک و آسانسور موقت.
- ماشین‌آلات خاک‌برداری و گودبرداری از قبیل بیل مکانیکی، لودر، بولدوزر و وسایل نقلیه موتوری ویژه حمل و نقل مصالح و ضایعات ساختمانی از قبیل وانت، کامیون و تراکمیکسر.
- وسایل و ماشین‌آلات الکتریکی و مکانیکی که در عملیات مختلف ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. وسایلی از قبیل دستگاه‌های نجاری، بتن‌سازی، جوش کاری، تهیه هوای فشرده، انواع پمپ، تهویه‌کننده، موتوربرقی، مولد برق سیار، لرزاننده، دچر و وسایل و ابزارهای دستی قابل حمل از قبیل مته و فرز.
- همه رانندگان یا متصدیان ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی باید طبق قوانین و مقررات مربوط، آموزش‌های لازم را در مورد نحوه کار با این وسایل فرا گرفته و دارای پروانه مهارت فنی یا گواهینامه معتبر باشند.
- در به‌کارگیری وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی، باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه‌های مرتبط از جمله آیین‌نامه‌های فنی مصوب شورای عالی حفاظت به شرح زیر لحاظ شوند:

- آیین‌نامه «حفاظت در مقابل خطرات وسایل انتقال نیرو».
- آیین‌نامه «ایمنی سیستم با اتصال به زمین (ارتینگ)».
- آیین‌نامه «حفاظتی صنایع چوب».
- آیین‌نامه «حفاظتی ماشین‌های سنگ‌زنی».
- آیین‌نامه «ایمنی جوش کاری و برش کاری گرم».
- آیین‌نامه «حفاظتی تأسیسات الکتریکی در کارگاه‌ها».
- آیین‌نامه «حفاظتی وسایل حمل‌ونقل و جابه‌جا کردن مواد و اشیاء در کارگاه‌ها».
- آیین‌نامه «ایمنی ماشین‌های لیفتراک».
- آیین‌نامه «ایمنی دستگاه‌های مخلوط‌کن و همزن در کارگاه‌ها».
- آیین‌نامه «ایمنی ماشین‌های افزار».
- آیین‌نامه «ایمنی کار با ماشین‌آلات عمرانی».

۱۹-۲- ایمنی

محافظت از نیروی انسانی در قبال حوادث ناشی از کار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو باید ابزار و ماشین‌آلات به طور مستمر، مورد بازرسی کامل قرار گیرند و از سالم بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود.

۱۹-۲-۱- کلیات

برای تأمین ایمنی کارگاه‌های ساختمانی، باید همه کارها با برنامه‌ریزی و رعایت اصول فنی انجام گیرد و تدابیر لازم برای مقابله با خطرات ناشی از کار فراهم شود.

پیمانکار باید نسبت به شناسایی شرایط، مخاطرات احتمالی محیط کار و ارزیابی ریسک ناشی از آن‌ها اقدام کند و اقدامات پیش‌گیرانه مناسب را در راستای حذف مخاطرات احتمالی و مدیریت ریسک به عمل آورد.

پیمانکار موظف است مطابق مفاد مبحث بیستم مقررات ملی ساختمان به منظور تأمین ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست در داخل و اطراف کارگاه ساختمانی، پیام‌رسانی مؤثری را با استفاده از علائم تصویری هشداردهنده، الزام‌کننده و آگاه‌کننده اعمال کند.

کارگاه ساختمانی باید به طور ایمن محصور شود و از ورود افراد متفرقه و غیرمسئول به داخل آن، جلوگیری به عمل آید. همچنین در اطراف کارگاه ساختمانی، نصب تابلوها و علائم هشداردهنده که در شب و روز قابل رویت باشند، ضروری است. اجرای حصار موقت محل ساختگاه، باید مطابق الزامات اشاره شده در بند ۱۲-۵-۹ مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان انجام شود.

مسدود یا محدود کردن موقت پیاده‌روها و سایر معابر و فضاهای عمومی، برای تخلیه مصالح، وسایل، تجهیزات و یا انجام عملیات ساختمانی مرتبط با ساخت مخازن آب زمینی ممنوع است.

هنگامی که بر اثر انجام عملیات ساختمانی خطری متوجه رفت و آمد عابران و یا خودروها باشد، باید با رعایت مفاد بند ۱۲-۲-۱ مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان و با کسب نظر از مراجع ذیربط، برخی از اقدامات زیر به کار گرفته شوند:

- گماردن یک یا چند نگهبان با پرچم اعلام خطر در فاصله مناسب.
- قرار دادن نرده‌های حفاظتی متحرک در فاصله مناسب از محوطه خطر و نصب چراغ‌های چشمک‌زن یا سایر علائم هشداردهنده.

- نصب علائم آگاهی‌دهنده و وسایل کنترل مسیر در فاصله مناسب.

قسمت‌های مختلف کارگاه ساختمانی و محوطه اطراف آن از قبیل پلکان‌ها، سطوح شیب‌دار، دهانه‌های باز در کف‌ها، اطراف سقف‌ها و دیوارهای باز و نیمه‌تمام، محل‌های عبور لوله‌های عمودی تأسیسات، چاه‌های در دست حفاری آب و فاضلاب، کانال‌ها، اطراف گودبرداری‌ها، گودال‌ها، حوض‌ها، استخرها و مکان‌هایی که احتمال خطر سقوط افراد را در بردارند، باید تا زمان پوشیده شدن و محصور شدن نهایی یا نصب حفاظ‌ها و نرده‌های دائم و اصلی حفاظت شوند. این عملیات باید با رعایت مفاد بخش‌های ۱۲-۵-۲ و ۱۲-۵-۶ مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان به وسیله پوشش‌ها یا نرده‌های حفاظتی

محکم و مناسب و حسب مورد با استفاده از شبرنگ‌ها، چراغ‌ها و تابلوهای موقت هشداردهنده مناسب و قابل رویت در طول روز و شب انجام شود. در موارد فوق چنانچه احتمال سقوط و ریزش ابزار کار یا مصالح ساختمانی وجود داشته باشد، باید موقتاً نسبت به نصب پاخورهای مناسب طبق شرایط مندرج در بخش ۱۲-۵-۳ مقررات ملی ساختمان اقدام شود. در تهیه و کاربرد وسایل و تجهیزات حفاظت فردی، باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه «وسایل حفاظت انفرادی» و آیین‌نامه «ایمنی کار در ارتفاع» مصوب شورای عالی حفاظت فنی لحاظ شود.

۱۹-۲-۲- حفاظت فیزیکی حین کار

داربست باید در موارد زیر توسط شخص ذی‌صلاح مورد بازدید، کنترل و تأیید قرار گیرد تا از پایداری، استحکام و ایمنی آن اطمینان حاصل شود:

- قبل از شروع به استفاده از آن.
 - حداقل هفته‌ای یک‌بار در حین استفاده.
 - پس از هرگونه تغییرات یا ایجاد وقفه در استفاده از آن.
 - پس از وقوع باد، طوفان، زلزله و عوامل مشابه که استحکام و پایداری داربست مورد تردید قرار گیرد.
- در استفاده از انواع نردبان رعایت موارد زیر الزامی است:
- نوع، جنس، ابعاد، قابلیت بارگذاری و نحوه نصب و نگهداری نردبان باید با شرایط اقلیمی و نوع عملیات متناسب باشد.
 - از نردبان‌هایی که پله‌ها یا پایه‌های آن ترک‌خورده یا نقص دیگری داشته باشند، نباید استفاده شود.
 - هنگام استفاده از نردبان، حمل بار با دست ممنوع است.
- در زمان احداث مخزن برای حمل مصالح، رفت‌وآمد کارگران و دسترسی به محل اجرا، باید حداقل یک راه‌پله موقت نصب شود و در تمام مدتی که عملیات ساختمانی ادامه دارد، به دقت از آن محافظت و نگهداری شود.
- در اجزای نرده حفاظتی که شامل پاخور، نرده بالایی و نرده میانی است، نباید قسمت‌های تیز و برنده وجود داشته باشند.
- سرپوش حفاظتی باید چنان طراحی و ساخته شود که در مقابل نیروهای وارده مقاوم باشد و در اثر ریزش مصالح یا ابزار بر روی آن، افراد و تجهیزاتی که در زیر آن قرار دارند محفوظ باشند.

۱۹-۲-۳- تخریب

قبل از شروع عملیات تخریب باید مجوز لازم از مرجع رسمی ساختمان، توسط پیمانکار اخذ شده و با کسب نظر از مهندس ناظر، برنامه‌ریزی و اقدامات زیر انجام گیرد:

- با اطلاع و همکاری مؤسسات ذی ربط، جریان آب، برق، گاز و سرویس‌های مشابه قطع شده و یا در صورت لزوم سالم‌سازی، محدود و نگهداری شوند، به‌طوری که راه‌های دسترسی به آن‌ها و شیر آتش‌نشانی محفوظ بماند.
- زمان و مدت قطع سرویس‌های فوق و شروع عملیات تخریب، باید حداقل یک هفته قبل، به اطلاع ساکنین ساختمان‌های مجاور رسانده شود. عدم رعایت محدودیت فوق، فقط هنگامی مجاز است که به تشخیص مراجع رسمی، عدم تخریب فوری بنا، ایمنی را به خطر اندازد.
- در عملیات تخریب باید کارگران باتجربه به کار گرفته شوند، اشخاص ذی صلاح بر کار آنان نظارت کنند و دستورالعمل‌ها، روش‌ها و مراحل مختلف اجرای کار را به آن‌ها آموزش دهند. همچنین سایر افراد از جمله رانندگان و متصدیان ماشین‌آلات و تجهیزات مربوط نیز باید دارای تأیید و صلاحیت باشند.

۱۹-۲-۴- حریق، سوختگی و برق‌گرفتگی

- برای جلوگیری از حریق، سوختگی و برق‌گرفتگی، رعایت الزامات زیر توسط پیمانکار ضروری است:
- الف- در تمامی محل‌هایی که خطر آتش‌سوزی وجود دارد، کشیدن سیگار و روشن کردن آتش‌های روباز، روشن کردن وسایل روشنایی غیرمحصور و وسایل گرمایشی غیرایمن ممنوع است. در این محل‌ها باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث بیستم مقررات ملی ساختمان با عنوان «علائم و نشانه‌ها» تابلوهای هشداردهنده از قبیل «خطر آتش‌سوزی»، «سیگار نکشید» و «آتش روشن نکنید» نصب شوند. رعایت آیین‌نامه «پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها» مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی است.
- ب- قبل از شروع عملیات ساختمانی باید حریم خطوط برق عبوری از محل ساخت مخزن، مورد بررسی قرار گیرد و پس از پیش‌بینی‌های لازم برای اجرای عملیات ساختمانی و کسب نظر مهندس ناظر، عملیات ساختمانی شروع شود.
- پ- تمامی سیم‌کشی‌های موقت و دائم و نصب تجهیزات برقی باید با نظارت و تأیید مهندس ناظر و رعایت آیین‌نامه «حفاظتی تأسیسات الکتریکی در کارگاه‌ها» مصوب شورای عالی حفاظت فنی انجام شوند.
- ت- قبل از هرگونه گودبرداری و حفاری، باید در مورد وجود کابل‌های زیرزمینی انتقال و توزیع نیروی برق در منطقه عملیات، بررسی لازم به عمل آید و ضمن استعلام از مراجع ذی ربط، حریم‌های قانونی رعایت شده و در صورت لزوم اقدامات احتیاطی از قبیل قطع جریان، تغییر موقت یا دائم مسیر، حفاظت و ایزوله کردن این خطوط، توسط مراجع مذکور انجام شود.
- سطل‌های آب و ماسه، کپسول‌های خاموش‌کننده (متناسب با نوع حریق) و سایر وسایل قابل حمل که به‌منظور اطفای حریق به کار می‌روند، به همراه علائم و نشانه‌های ایمنی باید در قسمت‌های مختلف کارگاه ساختمانی، نصب و آماده استفاده شوند، به‌نحوی که همواره در معرض دید و دسترس باشند.
- مواد شیمیایی و ترکیبات مورد استفاده در محل کار از قبیل ظروف حاوی حلال‌ها، مواد قابل اشتعال و احتراق، اسیدها، فلئور و سایر مواد مصرفی، باید دارای برچسب باشند و فقط برای مصرف روزانه نگهداری شوند. نگهداری حجم‌های بیش

از نیاز روزانه در محل‌های کار ممنوع است و باید در انبار مواد شیمیایی کارگاه ساختمانی، با رعایت دستورالعمل انبارداری مواد شیمیایی نگهداری شوند.

۱۹-۲-۵- وسایل موتوری نقل و انتقال، خاکبرداری و جابه‌جایی مصالح ساختمانی

این وسایل شامل ماشین‌آلات و دیگر وسایل موتوری است که برای جابه‌جایی مصالح، خاک و ضایعات ساختمانی، همچنین در گودبرداری و تخریب و نظایر آن‌ها در عملیات ساخت مخازن آب زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در به‌کارگیری ماشین‌ها باید از افراد باتجربه استفاده شود.

قبل از شروع کار با وسایل مذکور باید ترمز، جعبه‌فرمان، لاستیک، چراغ، بوق، برف‌پاک‌کن و سایر قسمت‌های عمل‌کننده مورد بازدید قرار گیرند تا از سالم بودن قسمت‌های مذکور اطمینان حاصل شود. ترمزها باید به نحوی تعمیر و نگهداری شوند که وسایل موتوری با ظرفیت کامل بار، در مسیرهای ناهموار و شیب‌دار قابل کنترل باشند. ضمناً قبل از روشن کردن و حرکت وسیله موتوری باید اطراف و زیر ماشین بازدید و کنترل شوند.

در کارگاه‌هایی که از وسایل موتوری خاکبرداری و جابه‌جایی مصالح ساختمانی استفاده می‌شود، باید راه‌های ورود و خروج مناسب برای آن‌ها ایجاد شود. همچنین برای مقابله با خطرهای ناشی از حرکت، لازم است علائم هشداردهنده مناسب، مخصوصاً در موقع حرکت به سمت عقب فراهم شود.

۱۹-۲-۶- گودبرداری

سطح خطر گودبرداری‌ها با توجه به عمق گود، نوع خاک، وجود آب، وجود منبع ارتعاش در مجاورت گود و حساسیت ساختمان‌های مجاور آن، به‌صورت گودبرداری با «خطر معمولی»، «زیاد» و «بسیار زیاد» تعیین می‌گردد. ارزیابی سطح خطر گودبرداری بر اساس ضوابط مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان با عنوان «پی و پی‌سازی» توسط مهندس مشاور انجام می‌شود.

محل استقرار ماشین‌آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، لودر، کامیون یا انباشتن خاک‌های حاصل از گودبرداری و یا مصالح ساختمانی در مجاورت گود، باید توسط شخص ذی‌صلاح بررسی شده و حداقل فاصله مناسب تعیین شود. این فاصله باید دقیقاً از لبه گود رعایت شود.

قبل از آغاز عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب، به‌ویژه در حفاری دستی چاه‌ها، باید در خصوص وجود موانعی از قبیل قنات قدیمی، فاضلاب، جنس خاک لایه‌های زمین و تأسیسات مربوط به آب، برق، گاز، تلفن و نظایر آن بررسی‌های لازم به عمل آید و در صورت لزوم از سازمان‌های ذی‌ربط استعلام شود. محل حفاری باید طوری تعیین شود که به هنگام کار، خطر ریزش یا نشت قنات، فاضلاب، چاه مجاور یا برخورد با تأسیسات یاد شده وجود نداشته باشد.

۱۹-۳- بهداشت محیط

نیازهای اولیه کارکنان یعنی خوراک، مسکن و بهداشت باید در محل کارگاه به بهترین نحو تأمین شود. کیفیت و کمیت خوراک در کارگاه، محل مناسب غذاخوری و زمان کافی و منظم برای صرف غذا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پیمانکار باید تسهیلات رفاهی و بهداشتی را متناسب با تعداد افراد و موقعیت محلی در نظر بگیرد. ساختمان‌های موقت باید از ایستایی و نور کافی برخوردار باشند. پیمانکار باید وسایل کمک‌های اولیه و نیز برخی داروهای ضروری را برای افراد فراهم کند تا در صورت بروز سوانح در دسترس قرار گیرند.

در تمام محل‌های کار در کارگاه ساختمانی، باید آب آشامیدنی سالم، گوارا و کافی در اختیار کارگران قرار گیرد. ضمناً به کارگرانی که در گرمای زیاد برای مدت زیادی کار می‌کنند باید قرص‌های نمک طعام داده شود. همچنین باید به تعداد کافی دستشویی، توالت و دوش طبق اصول بهداشتی برای کارکنان مهیا باشد. به‌ازای هر ۲۵ نفر، باید حداقل یک توالت تا ۱۰۰ نفر و از ۱۰۰ نفر به بالا به‌ازای هر ۳۵ نفر اضافی یک توالت در نظر گرفته شود. شستشو و گندزدایی مرتب توالت‌ها الزامی است.

حمل‌ونقل دستی و جابه‌جایی بار باید مطابق آیین‌نامه «حفاظتی حمل دستی بار» مصوب شورای عالی حفاظت فنی و آیین‌نامه «بهداشتی حمل دستی بار» مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شود. در هر کارگاه ساختمانی، بسته به محل، نوع کار، تعداد کارگران، زمان و ساعت کار، باید تسهیلات رفاهی و بهداشتی لازم مطابق با آیین‌نامه «تسهیلات بهداشتی» وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تأمین شده و در دسترس کارگران قرار گیرد.

در تمامی کارگاه‌های ساختمانی اجرای مخزن آب زمینی، باید نور و روشنایی طبیعی و یا مصنوعی کافی و مناسب و در صورت لزوم، وسیله روشنایی قابل حمل، در محل‌های کار، عبور و مرور، سرویس‌های بهداشتی، رخت‌کن، غذاخوری، اقامت و استراحت کارگران فراهم شود.

در کارگاه‌های ساختمانی اجرای مخزن آب زمینی، باید با توجه به نوع کار و متناسب با تعداد کارگران، وسایل کمک‌های اولیه فراهم شده و آموزش افراد در این زمینه انجام شود. همچنین برای ارتباط فوری با بخش‌های امداد و نجات و انتقال اضطراری کارگران آسیب‌دیده به مراکز پزشکی، تمهیدات لازم به عمل آید.

در تمامی کارگاه‌های ساختمانی اجرای مخزن آب زمینی، باید وسایل ارتباطی برای تماس فوری با مراکز اورژانس و آتش‌نشانی فراهم شود.

وسایل و تجهیزات حفاظت فردی شامل وسایلی از قبیل کلاه ایمنی، ماسک تنفسی، گوشی حفاظتی و حمایل‌بند کامل بدن است که برای حذف تماس مستقیم با عوامل زیان‌آور و یا مخاطره‌آمیز در محل کار استفاده می‌شوند. باید کارگران، افراد خویش‌فرما و سایر کسانی که در کارگاه ساختمانی فعالیت و یا به دلیلی وارد کارگاه می‌شوند، متناسب با نوع عوامل زیان‌آور محل کار، وسایل و تجهیزات حفاظت فردی را مورد استفاده قرار دهند. پیمانکار موظف است این وسایل را تهیه

کند و در اختیار افراد مذکور قرار دهد و بر کاربرد آن‌ها نظارت کند.

کلیه شاغلین کارگاه‌های ساختمانی، باید دارای کارت سلامت شغلی معتبر بوده و استعداد جسمانی و روانی را متناسب با کارهای ارجاع شده داشته باشند.

پیمانکار موظف است برنامه‌های کنترلی مناسب را برای رساندن آلاینده‌ها به میزان استاندارد به شرح زیر به عمل آورد:

- حذف خطر.
 - جداسازی محل‌های خطرناک.
 - نصب حفاظ‌ها و کنترل‌های مهندسی نظیر تهویه موضعی.
 - محدودسازی ساعت کار شاغلین و افراد در معرض خطر به منظور کاهش مدت زمان مواجهه و نیز جابه‌جایی افراد.
 - تهیه و استفاده از وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار.
- پیمانکار باید دستورالعمل اجرایی در وضعیت بحرانی و خطرناک را با توجه به نوع کار، شرایط محیطی و موقعیت پروژه تدوین کند تا به موقع در جهت واکنش به شرایط اضطراری به اجرا بگذارد.

۱۹-۴- محیط زیست

رهاسازی هرگونه نخاله، فاضلاب و پسماندهای باقی‌مانده از فرآیندهای عملیات ساختمانی در محیط زیست ممنوع است. دفع این‌گونه مواد و ضایعات باید مطابق با قانون «مدیریت پسماندها» انجام پذیرد.

۱۹-۵- ایمنی در حین بهره‌برداری

به‌طور کلی رعایت ضوابط بند ۲-۵ نشریه ۱۳۷ سازمان برنامه و بودجه کشور در بحث ایمنی حین بهره‌برداری از مخازن آب زمینی الزامی است.

بعد از اتمام عملیات ساختمانی، تمام وسایل از قبیل قالب‌ها، خرده تخته‌ها، خرده میلگردها و نخاله‌های ساختمانی باید به طور کامل تخلیه شوند.

کلرژنی باید تحت نظارت شخصی انجام شود که کاملاً با مشخصات فیزیکی و شیمیایی کلر آشنا باشد و برای مقابله با حالت‌های اضطراری، آموزش دیده باشد. باید شرایط ایمنی کافی برای محافظت پرسنل استفاده‌کننده از مواد مذکور مهیا باشد.

برای ضدعفونی مخازن، باید کارگرانی که مجهز به چکمه، لباس لاستیکی و ماسک ضدکلر هستند، وارد مخزن شوند و به کمک جریان تحت فشار آب ژاول با غلظت مشخص، اقدام به شست‌وشو و ضدعفونی کردن مخزن کنند.

در کنار هر مخزن، باید اتاقک نگهبانی با شرایط مناسب ساخته شود و طی شبانه‌روز، حداقل یک نگهبان به‌صورت

نوبتی در محل حضور داشته باشد.

۱۹-۶- بازدیدهای دوره‌ای HSE

بازدید دوره‌ای از سازه مخزن به تناسب نوع پوشش داخلی (مانند اندود سیمان، رزین اپوکسی، وینیل، لعابه کاری، قطران ذغال سنگ و رنگ) و پوشش خارجی (مانند اندود ماسه سیمان، قیرگونی، خاکریزی و رنگ) باید به صورت یک بار در ماه، سه ماه یا سال توسط پیمانکار بهره‌برداری انجام شود. در بازدید فوق باید گزارش کاملی از سلامت سازه و یا معایب احتمالی آن ارائه شود.

به منظور کنترل و عیب‌یابی سازه‌های حفاظتی، انجام بازدید ماهانه و تنظیم چک لیست شامل موارد زیر ضروری است:

- مسیر لوله تخلیه و دهانه خروجی آن و موانع ورود حیوانات.
- اتاقچه‌های شیرهای مخزن که در داخل و یا خارج از محوطه هستند.
- دیوارهای مانع برای ورود آب‌های سطحی جاری به داخل محوطه.

۱۹-۶-۱- بازدید دوره‌ای از دریچه‌های ورودی مخزن

دریچه‌های ورودی مخزن باید مجهز به قفل، هواکش، نرده، توری استحفاظی و نردبان برای ورود به مخزن باشند. در بازدید از این دریچه‌ها، باید وضعیت موارد فوق کنترل شده و در صورت مشاهده نقص، مرمت انجام شود. در گزارش بازدید باید جملاتی مانند «دریچه قفل دارد یا خیر»، «قفل بوده است یا خیر» و این که «پس از بازدید قفل شد» به لحاظ ایمنی و بهداشت آب، ذکر شوند. برای جلوگیری از انتقال آلودگی به آب مخزن، رعایت کامل دستورالعمل‌های بهداشتی توسط کارکنان بازدیدکننده ضروری است.

۱۹-۶-۲- بازدید دوره‌ای از محوطه مخزن

دیوارهای اطراف مخزن، درب‌های ورودی و خروجی، قفل‌ها و سیستم‌های کنترل از راه دور، روشنایی، راه‌های دسترسی به مخزن و تأسیسات داخل محوطه، باید طبق نقشه‌های چون‌ساخت بازدید و کنترل شوند.

- کنترل اجزای سازه مخزن شامل کف، دیوار، ستون‌ها، سقف، توری دریچه هواکش‌ها، ورودی‌های مخزن و سرریز و تطابق آن‌ها با نقشه‌های چون ساخت، باید در بازدید مدنظر قرار گیرد.

۱۹-۶-۳- بازدید از تجهیزات جانبی و دریچه‌های مخزن

باید وضعیت دریچه‌های مخزن همراه با پلکان ورودی مخزن، در بازدید کنترل شوند. همچنین سایر موارد ایمنی مانند قفل مخزن و امکان مهر و موم شدن آن، و شرایط نفوذناپذیری ورود حیوانات، پرندگان و حشرات کنترل شوند.

۱۹-۶-۴- بازدید از سیستم تخلیه

در بازدید از سیستم تخلیه باید موارد زیر کنترل شوند:

- شیرهای مرتبط بازدید، کنترل و اطمینان از سلامت آنان حاصل شود.
 - سرریز مخزن، لوله و دریچه یک‌طرفه لولایی در انتهای لوله تخلیه آب، کنترل شود.
 - تخلیه آب سرریز از بابت عدم خسارت احتمالی به شخص ثالث و یا محیط زیست بررسی شود.
- طبق یک برنامه تنظیمی باید شیرآلات مخزن حداقل هر سه ماه یک‌بار مورد بررسی قرار گیرند، به‌طوری‌که عملکرد آن‌ها در مواقع اضطراری قابل‌اطمینان باشد. در بازدید شیرآلات مخزن لازم است موارد مندرج در دستورالعمل بازدید شیرآلات ارائه شده توسط سازنده مورد توجه قرار گیرند.

۱۹-۷- مسائل حفاظتی مخازن

برخی از سازه‌های حفاظتی مخازن با توجه به مسائل امنیتی و شرایط اقلیمی مانند مجاورت با مسیل‌های فصلی، دامنه

کوه یا تپه، به شرح زیر هستند:

- دیوار اطراف محوطه مخزن.
- دیوار حفاظت در مقابل سیلاب.
- سازه تغییر مسیر آب‌های جاری سطحی اطراف محوطه مخزن.
- سازه جمع‌آوری آب‌های زیرزمینی اطراف مخزن به عمق نیم تا یک متر پایین‌تر از سطح کف شالوده مخزن و انتقال آن به لوله تخلیه.

فصل ۲۰

عملیات بهره‌برداری و نگهداری از

مخازن – روش‌های اجرایی،

چک‌لیست‌ها و ملاحظات بهداشتی

۲۰-۱- مقدمه

این فصل از ضابطه با هدف رعایت ملاحظات بهداشتی در تأمین آب شرب سالم تدوین شده است. در ارتباط با بهره‌برداری مخازن، علاوه بر ضوابط ارائه شده در این فصل، به ضوابط و دستورالعمل‌های موجود در نشریه شماره ۱۳۷ سازمان برنامه و بودجه کشور مراجعه شود.

۲۰-۲- دستورالعمل آماده‌سازی و بهره‌برداری مخازن

به‌منظور آماده‌سازی، برقراری جریان آب و عملیات راه‌اندازی مخزن، لازم است اقدامات لازم مطابق نشریه شماره ۱۳۷ سازمان برنامه و بودجه کشور، توسط پیمانکار و کارفرما انجام شود.

۲۰-۳- شست‌وشو، رسوب‌زدایی و ضدعفونی کردن

مخازن جدید باید قبل از آب‌اندازی و قرارگرفتن در مدار بهره‌برداری ضدعفونی شوند. همچنین مخازنی که به عللی نظیر بازرسی‌های فنی، تعمیرات، شست‌وشو یا رنگ‌آمیزی به طور موقت از مدار بهره‌برداری خارج شده‌اند، باید قبل از آب‌اندازی و قرارگرفتن در مدار بهره‌برداری، ضدعفونی شوند. مخازن فعال در مدار بهره‌برداری، باید حداقل سالی یک‌بار از مدار بهره‌برداری خارج شده و سپس رسوب‌زدایی، شست‌وشو و ضدعفونی شوند. علاوه بر موارد ذکر شده در این فصل، جهت گندزدایی مخازن آب می‌توان از استاندارد AWWA C652 نیز استفاده کرد.

۲۰-۳-۱- آماده‌سازی اولیه

بعد از اتمام عملیات ساختمانی، تمام وسایل از قبیل ابزار و تجهیزات، داربست‌ها، چوب‌ها و الوارها، قالب‌ها، خرده میلگردها، نخاله‌های ساختمانی و سایر مواردی که جزء ساختمان و تأسیسات بهره‌برداری مخزن محسوب نمی‌شوند، باید از مخزن خارج شوند.

پس از تخلیه مخازن و خارج شدن آن از مدار بهره‌برداری، تمام ورودی‌ها و هواکش‌های مخزن باید کنترل شده و منافذ توری مانند تهویه هوا و سرریز، بازدید و در صورت لزوم تعمیر شوند تا مانع ورود حشرات، پرندگان و سایر آلودگی‌ها به مخزن شوند.

۲۰-۳-۲- تهیه لوازم ایمنی و لوازم تمیزسازی مخزن

لازم است تجهیزات ایمنی و کار برای شست‌وشو و گندزدایی مخزن مهیا شوند. این وسایل شامل واترجت یا وسیله‌ای که قادر به تأمین فشار ۳ الی ۵ اتمسفر باشد، نردبان دوطرفه، بالابر، چراغ سیار، ماسک ضد گاز کلر، سیلندر تنفسی فشار مثبت، برس سیمی، کاردک، بیل، تی، گاری دستی (فرغون)، کلاه، کمر بند مهاری، دستکش، ماسک و چکمه آجدار (برای

جلوگیری از سر خوردن) هستند.

برای ایجاد آمادگی برای مقابله با حوادث احتمالی، باید حداقل سه نفر کارگر آموزش دیده در محل حضور داشته باشند. کارگران نباید به صورت همزمان وارد مخزن شوند. قبل از اقدام به برس زنی، باید از تهویه مخزن اطمینان حاصل شود و بستن طناب به کارگر داخل مخزن برای کشیدن وی به بیرون مخزن (در صورت بروز وضعیت اضطراری) الزامی است. در صورتی که مخزن از تهویه مناسب برخوردار نباشد، باید کارگران به دستگاه تنفس مجهز شوند. پوشیدن لباس های محافظ و ماسک مخصوص، در هنگام اسپری کردن کلر در داخل مخازن (لباس یک تکه ضد گاز کلر) ضروری است.

۲۰-۳-۳- دستورالعمل پاک سازی اولیه

مهم ترین مرحله در شستشوی مخزن، پاک سازی اولیه است. در مرحله پاک سازی اولیه، جمع آوری اشیای داخل مخزن، تمیز کردن تمامی دیوارها، سقف و کف از وجود بیوفیلیم (لایه بیولوژیک که به مرور زمان به بدنه داخلی مخزن چسبیده است) الزامی است. در صورتی که این مرحله به درستی انجام نشود و بیوفیلیم ها تمیز نشوند، گندزدایی مخزن تأثیر زیادی در شستشو نخواهد داشت. باید دقت شود تمیز کردن به سطوح صاف دیواره آسیب نرساند تا موجب رشد بیش تر بیوفیلیم در آینده نشود.

تمامی تجهیزاتی که پس از شستشو در مخزن قرار می گیرند، بایستی قبل از بهره برداری تمیز شوند و از ورود هرگونه عامل خارجی با احتمال ایجاد آلودگی، جلوگیری به عمل آید.

مخزن باید به طور کامل از رسوبات تخلیه شود. در صورتی که به علت عدم رعایت استانداردهای ساخت مخزن یا گرفتگی لوله ها، امکان تخلیه آن وجود نداشته باشد، نیاز است با کمک بالابر یا پمپ کف کش، رسوبات تخلیه شوند.

سطح دیواره ها، کف مخزن و سطوح دیگر داخل مخزن، باید به همراه آب با فشار بالا (حداقل فشار ۳-۵ اتمسفر) فرچه و جاروب زده و یا با برس کشی، تی زنی یا شیوه های مشابه دیگر تمیز شوند. در صورت وجود پوشش بر روی دیواره های داخلی مخزن، برای جلوگیری از آسیب به دیواره مخزن، باید عملیات پاک سازی با دقت و حساسیت بیش تری انجام شود. استفاده از واتر جت و یا ماشین آتش نشانی برای شستشوی دیواره و کف و سقف مخزن، توصیه می شود.

تمام آب، گل ولای و مصالح خارجی و زائد که در عملیات شستشو جمع شده است، باید به کمک بالابر از مخزن خارج شود.

مشکلات شستشوی مخزن و راهکارهای اصلاحی باید طی گزارشی به صورت مکتوب به واحد فنی و اجرایی ارائه شود تا نسبت به اصلاح مخزن مورد شستشو و پیش بینی لازم در ساخت سایر مخازن برای جلوگیری از بروز مشکلات مشابه، اقدام شود.

۲۰-۳-۴- روش‌های کلرزی و ضدعفونی کردن مخازن

روش‌های مورد تأیید برای کلرزی مخازن عبارت‌اند از روش آب‌اندازی، روش پاشیدن محلول کلر و روش آب‌اندازی مرحله‌ای. جزییات هر روش در ادامه تشریح می‌شود:

۲۰-۳-۴-۱- روش آب اندازی

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

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

ب- روش استفاده از هیپوکلریت سدیم: هیپوکلریت سدیم باید به کمک پمپ تزریق مواد شیمیایی به آب ورودی به مخزن تزریق شود. لوله تزریق باید به‌وسیله یک شیر به لوله ورودی متصل شود. همچنین می‌توان هیپوکلریت سدیم را به‌صورت غیرمحلول به مخزن ریخت تا جریان آب، آن را در آب مخزن حل کند. در این صورت باید تمام درجه‌های بازدید که از آن‌ها برای ریختن هیپوکلریت استفاده نمی‌شوند، بسته شوند.

پ- روش استفاده از هیپوکلریت کلسیم: دانه‌های هیپوکلریت کلسیم ابتدا به‌صورت ذراتی به قطر حداکثر ۶ میلی‌متر آسیاب می‌شوند و سپس قبل از آب‌اندازی، از طریق درجه‌های بازدید به مخزن ریخته می‌شوند. در این حالت کف مخزن باید خشک باشد، در غیر این صورت رطوبت سبب حل‌شدن هیپوکلریت کلسیم شده و تولید بخارات سمی می‌کند که برای کارگران مضر است. پس از ریختن هیپوکلریت، آب ورودی به مخزن باز شده و جریان آب باعث حل‌شدن هیپوکلریت در آب مخزن می‌شود. همچنین می‌توان ابتدا در یک مخزن هیپوکلریت را در آب حل نمود تا محلول حاصل، توسط پمپ تزریق به آب ورودی به مخزن تزریق شود.

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

ث- استفاده از آب ضدعفونی‌کننده داخل مخزن: پس از گذشت زمان توقف به‌شرط انجام آزمایش‌های باکتریولوژی و کاهش غلظت کلر به مقدار حداکثر ۲ میلی‌گرم در لیتر، می‌توان آب موجود در مخزن را وارد شبکه کرد. برای کاهش غلظت کلر، می‌توان مقداری از آب را تخلیه کرد و به‌جای آن، آب قابل شرب بدون کلر را وارد مخزن کرد. آب حاوی کلر که به بیرون از مخزن تخلیه می‌شود، نباید برای طبیعت و محیط اطراف مضر باشد.

۲۰-۳-۴-۲- روش پاشیدن محلول کلر

روش اسپری کردن و یا نقاشی کردن بیش تر در مخازن بزرگ استفاده می شود. سطوحی که در هنگام پر بودن مخزن در تماس با آب شرب هستند، باید با محلول کلر شستشو شوند. در این روش محلول ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر کلر تحت فشار روی جدار در تماس با آب مخزن پاشیده می شود. این کار باید برای تمامی سطوح و همچنین لوله های ورودی و خروجی مخزن انجام گیرد. لوله های ارتباطی داخل مخزن را می توان با پر کردن آن ها توسط محلول ۱۰ میلی گرم بر لیتر کلر ضد عفونی نمود. سطوح ضد عفونی شده باید به مدت ۳۰ دقیقه در تماس با محلول غلیظ کلر قرار گیرند. بعد از آن می توان مخزن را با آب آشامیدنی تا تراز سرریز پر کرد. در صورت انجام آزمایش های باکتریولوژی بر روی آب مخزن، می توان آن را وارد شبکه نمود.

۲۰-۳-۴-۳- روش آب اندازی مرحله ای

در این روش ابتدا ۵ درصد حجم مخزن توسط محلول ۵۰ میلی گرم بر لیتر کلر، پر می شود. سپس این محلول به مدت کم تر از ۶ ساعت در مخزن می ماند. سپس مخزن توسط آب آشامیدنی تا تراز سرریز پر می شود. این وضعیت رقیق شده نیز به مدت ۲۴ ساعت در مخزن نگهداری می شود. پس از گذشت زمان توقف و انجام آزمایش های باکتریولوژی، می توان آب مخزن را وارد شبکه نمود. توجه شود که میزان غلظت کلر موجود پس از گذشت ۲۴ ساعت نباید کم تر از ۲ میلی گرم بر لیتر باشد. در حالت عادی حداکثر میزان کلر موجود در آبی که از مخزن وارد شبکه می شود، ۳/۰ تا ۵/۰ میلی گرم در لیتر است.

۲۰-۳-۵- زمان ماند

زمان ماندن محلول کلر در مخازن با میزان درصد کلر، رابطه معکوس دارد و هر چه درصد کلر بیش تر باشد، می توان زمان ماند را کاهش داد.

برای بررسی اثر بخشی ماده گندزدا می توان از پارمتر Ct استفاده کرد که برابر غلظت ماده ضد عفونی کننده (mg/L) یا PPM ضرب در زمان قرار گرفتن در معرض آب (دقیقه) است. مقدار Ct نباید کم تر از ۶۰۰۰ باشد و توصیه می شود مقدار آن بین ۶۰۰۰ تا ۸۰۰۰ حفظ شود. الزامی است که به دلیل احتمال خوردگی در مخزن، مقدار Ct از ۱۰۰۰۰ تجاوز نکند. سطوح داخلی مخزن در روش اسپری کردن، باید حداقل ۳۰ دقیقه و حداکثر ۵۰ دقیقه در تماس با کلر به میزان ۲۰۰ PPM قرار گیرد. در کل ۵ درصد حجم مخزن باید حداقل ۶ ساعت، در تماس با کلر به میزان ۵۰ PPM قرار گیرد.

۲۰-۳-۶- مقدار مجاز کلر باقیمانده آزاد در آب

باید غلظت کلر باقی مانده آزاد در مخزن آب، به میزان مناسب برای توزیع، کاهش یابد. این کار از طریق تخلیه مخزن و پر کردن مجدد آن با آب سالم و بهداشتی و یا از ترکیب اضافه کردن زمان ماند و مخلوط موجود با آب قابل شرب با غلظت کم کلر امکان پذیر است. وقتی که غلظت کلر برای استفاده در مخزن به حد استاندارد مشخص رسید، آب، سالم و پاک

اعلام می‌شود و می‌توان مخزن را وارد مدار بهره‌برداری و توزیع آب شرب کرد.

۲۰-۳-۷- مدیریت آب کلرزی شده بعد از برقرارشدن زمان ماند

از نظر محیط‌زیستی، محل تخلیه آب کلردار باید مورد بررسی و بازدید قرار گیرد و اگر احتمال خسارت محیط‌زیست از طریق تخلیه آب کلردار وجود داشته باشد، باید قبل از تخلیه پساب کلردار، کلر آن را به‌طور کامل خنثی کرد. در هر حال هنگام تخلیه پساب حاصل از شستشوی مخزن، بایستی ضوابط محیط‌زیستی و مقدار کلر باقیمانده را در نظر گرفت و در صورت نیاز، کلر موجود در فاضلاب را خنثی و سپس وارد محیط‌زیست کرد. برای خنثی‌سازی کلر باقی‌مانده می‌توان از مواد شیمیایی به شرح جدول (۲۰-۱) زیر استفاده کرد.

جدول ۲۰-۱- مقدار مواد شیمیایی مورد نیاز برای خنثی کردن کلر باقیمانده در ۱۰۰ متر مکعب آب

مقدار مواد شیمیایی مورد نیاز ۱۰۰ مترمکعب آب (کیلوگرم)				غلظت کلر باقیمانده mg/L
دی‌اکسید گوگرد (SO ₂)	بیوسولفید سدیم (NaHSO ₃)	سولفیت سدیم (Na ₂ SO ₃)	تیوسولفات سدیم (Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O)	
0.10	0.14	0.17	0.14	1
0.20	0.3	0.35	0.29	2
1	1.5	1.75	1.44	10
5	7.52	8.77	7.21	50

۲۰-۴- نمونه‌برداری و آزمایش‌ها

بعد از اینکه فرآیند کلرزی تکمیل شد و قبل از اینکه مخزن در سرویس آب‌رسانی قرار گیرد، باید آزمایش کلر باقیمانده و کدورت، MPN^۱ و HPC^۲ صورت گیرد.

۲۰-۴-۱- آزمایش کلر باقیمانده

اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده به روش مورد تأیید در کشور یعنی روش دی‌اتیل‌پی‌فنیل‌دی‌امین انجام می‌شود. این روش می‌تواند توسط انواع کیت‌های کلرسنج چشمی و یا دیجیتالی انجام شود و استفاده از سایر روش‌های سنجش کلر آزاد باقیمانده مانند روش ارتوتولودین مورد تأیید نیست. ماده اصلی تشکیل‌دهنده قرص دی‌پی‌دی (DPD) که برای اندازه‌گیری کلر در آب استفاده می‌شود، دی‌اتیل‌پی‌فنیل‌دی‌امین است. این ماده به میزان یک گرم در ۱۰ سی‌سی آب با توجه به غلظت کلر در آب، طیف‌های رنگ، از قرمز پررنگ تا کمرنگ ایجاد می‌کند و هر چه غلظت کلر در آب بیشتر باشد، طیف پررنگ‌تری حاصل خواهد شد. همچنین کیت‌های کلرسنج دیجیتالی با روش‌های الکتروشیمیایی نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

۱- Most Probable Number

۲- Heterotrophic plate count

۲۰-۴-۱-۱- آزمایش باکتریولوژی

در آزمایش‌های باکتریولوژی، اگر آزمایش کلیفرم منفی شد، و یا آزمون باکتری هتروتروف کم‌تر از ۲۵۰ واحد را نشان داد، مخزن ذخیره در مدار آب‌رسانی خواهد ماند و اگر آزمایش وجود باکتری کلیفرمی را نشان داد و تعداد باکتری هتروتروف در وضعیت نامناسبی بود، وضعیت بهره‌برداری توسط پرسنل متخصص و صلاحیت‌دار ارزیابی می‌شود. در هر حالت نمونه‌های تکراری باید گرفته شود تا دو نمونه متوالی منفی شود و در صورت وجود نتایج مثبت، مخزن ذخیره باید مجدد شستشو و گندزدائی شود.

۲۰-۴-۲- روش نمونه‌برداری از مخزن

الف- نمونه‌برداری دستی: این روش نمونه‌برداری به تجهیزات کمی نیاز دارد. ممکن است این روش در نمونه‌برداری‌های معمول و با مقیاس بزرگ، زمان‌بر بوده و هزینه بالایی داشته باشد. این روش، از روش‌های مرسوم در نمونه‌برداری از آب حاوی روغن و گریس است.

ب- نمونه‌برداری خودکار: این روش قادر است خطاهای انسانی و هزینه کارگر را کم کند و نمونه‌گیری مکرر را ممکن کند. استفاده از این روش در حال افزایش است. البته باید مطمئن شد که نمونه‌بردار، خود آلوده‌کننده نمونه نباشد. برای مثال ترکیبات پلاستیک ممکن است توسط برخی ترکیبات آلی محلول در پلاستیک، جدا یا در تماس با آن آلوده شود.

پ- نمونه‌برداری جذبی: در صورتی که جزء مورد آنالیز، به سادگی از جاذب قابل جداسازی باشد، استفاده از جاذب‌های جامد توصیه می‌شود، این روش دارای مزایایی از قبیل سریع و ارزان بودن است.

۲۰-۴-۲-۱- روش‌های نمونه‌برداری دستی

الف- مراحل نمونه‌برداری از آب برای آزمون‌های فیزیک، شیمی و بیولوژی:

- تهیه ظرف چهار لیتری پلاستیکی
- انتخاب محل مناسب جهت نمونه‌برداری و انتقال ظرف به محل نمونه‌برداری
- باز کردن شیر آب و جاری کردن آب به مدت حداقل ۲ دقیقه
- کمر دادن ظرف اصلی نمونه‌برداری با نمونه آب حداقل دو مرتبه
- پر کردن ظرف از آب مورد نظر به صورت سرخالی با ارتفاع فضای سرخالی در حدود ۲ الی ۳ سانتی‌متر
- الصاق برچسب مشخصات نمونه روی ظرف (شامل تاریخ و ساعت نمونه‌برداری، دما و محل نمونه‌برداری، نام حقیقی یا حقوقی نمونه‌بردار)
- انتقال نمونه به آزمایشگاه در سریع‌ترین زمان ممکن و در صورت عدم امکان، نگهداری آن در یخچال در دمای بین ۲ تا ۶ درجه سانتی‌گراد

- ب- مراحل نمونه‌برداری از آب برای آزمون میکروبی:
- تهیه ظرف مخصوص استریل از آزمایشگاه میکروبی و انتقال به محل نمونه‌برداری
 - حذف کردن متعلقات اضافی شیر و تمیز کردن آن
 - باز کردن شیر آب به مدت حداقل ۲ دقیقه تا آب جاری شود.
 - بستن شیر آب و استریل کردن آن با محلول هیپوکلریت سدیم PPM ۱۰۰ یا الکل
 - باز کردن مجدد شیر آب به مدت حداقل ۲ دقیقه
 - اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده نمونه آب (در صورت امکان)
 - باز کردن در ظرف نمونه‌برداری کنار شیر آب به صورت رو به پائین (جهت جلوگیری از آلودگی ظرف نمونه‌برداری)
 - پر کردن ظرف از آب مورد نظر به صورت سرخالی (با ارتفاع فضای سرخالی در حدود ۲ الی ۳ سانتی‌متر)
 - تکان دادن ظرف نمونه‌برداری چند دفعه، به آرامی
 - الصاق برچسب مشخصات نمونه روی ظرف (شامل تاریخ و ساعت نمونه‌برداری، محل نمونه‌برداری، نام حقیقی یا حقوقی نمونه‌بردار و غیره)
 - انتقال نمونه به آزمایشگاه حداکثر پس از ۴ الی ۶ ساعت از زمان نمونه‌برداری. تحت شرایط خاص می‌تواند زمان ارسال به ۶ ساعت افزایش یابد ولی هرگز بهره‌برداری از ۲۴ ساعت تجاوز کند. در صورتی که زمان از ۶ ساعت تجاوز کند، باید این زمان به همراه نتایج گزارش شود (در مورد نمونه‌هایی که از نقاط دور برداشت می‌شوند ظروف نمونه‌برداری باید حاوی کیسه یا مخزن یخ باشند و نمونه‌ها درون یخچال سیار محتوی یخ به آزمایشگاه منتقل شوند، به‌طوریکه از یخ‌زدگی نمونه‌ها جلوگیری شود)

۲۰-۴-۲- تجهیزات نمونه‌برداری خودکار

- تجهیزات نمونه‌برداری خودکار، برای اندازه‌گیری مقدار جامدات معلق مانند فسفر، نیتروژن، نمک‌ها، فلزات و سایر آلاینده‌هایی که به سرعت تغییر نمی‌کنند یا تجزیه نمی‌شوند؛ توصیه می‌شود. پارامترهایی که امکان تغییر سریع آن‌ها وجود دارد (دما، کلیفرم مدفوعی، و مواد شیمیایی الی) ممکن است دارای خطا باشند. از این‌رو فقط در مواردی می‌توان از آن نمونه‌ها استفاده کرد که کم‌تر از ۴ ساعت از زمان نمونه‌برداری گذشته باشد.
- دستگاه‌های نمونه‌برداری خودکار باید بر اساس تعداد نمونه مورد نیاز و زمان‌های مشخص نمونه‌برداری تنظیم شوند. توصیه می‌شود به دلیل امکان قرارگیری تمام تجهیزات ابزار دقیق در یک محفظه، تجهیزات نمونه‌برداری خودکار در نزدیکی تجهیزات اندازه‌گیری جریان قرار گیرند.
- توصیه می‌شود حداقل دو مجموعه ظرف نمونه‌برداری در دسترس باشد (یک مجموعه برای نمونه‌برداری و یک مجموعه برای انتقال به آزمایشگاه). همچنین ظروف نمونه‌برداری باید قبل قرارگیری در دستگاه، تمیز و ضدعفونی شوند.

۲۰-۵- ابزار دقیق

تمامی دستگاه‌های ابزار دقیق باید بازدید و کنترل شوند که مطابق آخرین نقشه‌های چون‌ساخت و دستورالعمل‌های سازندگان آن‌ها باشند. برخی از این تجهیزات عبارتند از:

- دستگاه اندازه‌گیری آب ورودی به مخزن و شیرهای کنترل جریان آب ورودی
- دستگاه سنجش تراز سطح آب مخزن
- سامانه اسکادا و تجهیزات جانبی آن برای ثبت اطلاعات بهره‌برداری
- سامانه کلرزنی و تجهیزات جانبی مانند هواکش، حس گرها و اسکرابر
- دستگاه اندازه‌گیری کلر باقی مانده
- دستگاه‌های کنترل کیفیت آب

۲۰-۶- فرم‌ها و چک‌لیست‌های لازم برای ثبت اطلاعات و مستندسازی

۲۰-۶-۱- بازرسی بصری محیط

[illegible]

۲۰-۶-۲- بازرسی چشمی مخزن

موارد بازرسی و بازدید	رضایت بخش	نیاز به تعمیر	غیر قابل اجرا (عدم وجود)	توضیحات
دسترسی ایمن به مخزن				
عملکرد سیستم روشنایی				
بررسی شالوده (نشست، تخریب، ترک خوردگی)				
وضعیت خوردگی (زنگ‌زدگی و نشانه‌های خوردگی با سوراخ شدن)				
بررسی وجود خوردگی در لوله‌های مخزن				
بررسی خوردگی‌های تجهیزات داخلی مخزن (نردبان و ..)				
بررسی جدا شدگی پوشش‌های داخلی				
نشانه‌های ترک در سطوح خارجی و داخلی				
وضعیت نشستی، جریان اضافی سطح بیرونی مخزن				
بررسی وجود تجهیزات جلوگیری از نشست در محل				
لوله سرریز (در حال استفاده، آب‌بند بودن، دارای شیر یک طرفه)				
شاخص سطح آب				
بررسی سیستم‌های ابزار دقیق و هشدارها				
کیفیت آب (وجود حشرات و خس و خاشاک و مواد معلق)				
نشانه‌های رشد جلبک در مخزن				
نشانه‌های رشد جلبک در دهانه یا اطراف مخزن یا آدم‌رو				
نشانه‌های رسوب / لجن در داخل مخزن				
وضعیت سوپاپ‌ها، فلنچ‌ها و واشرها				
عملکرد تهویه هوا (سالم، دارای توری برای جلوگیری از ورود حیوانات)				
بررسی آب‌بندی درب مخزن				
بررسی قفل و بسته بودن دریچه مخزن				
بسته و قفل بودن دریچه‌های زهکشی				

۲۰-۶-۳- آزمایش‌های فیزیک و شیمیایی و بیولوژیکی

نام و نام خانوادگی نمونه‌بردار:	تاریخ نمونه‌برداری:	ساعت نمونه‌برداری:		
تعداد نمونه:	کد نمونه:	روش نمونه‌برداری: خودکار ○ دستی ○		
تاریخ و ساعت تحویل نمونه به آزمایشگاه:	نام آزمایشگاه:	تاریخ تحویل نتایج آزمایش:		
نشانی و شماره تلفن آزمایشگاه:				
موارد بررسی		رضایت بخش	نیاز به انجام دوباره	توضیحات
تهیه وسایل نمونه‌برداری طبق دستورالعمل				
انجام دقیق نمونه‌برداری طبق دستورالعمل				

پارامتر	حد مطلوب	مقدار مجاز	واحد
کدورت			
رنگ			
بو			
pH			
کلر باقیمانده			
MPN			
HPC			

* سایر پارامترها، با توجه به اهمیت و کاربرد مخزن اضافه شود.

۲۰-۶-۴- شست‌وشو، رسوب زدایی و ضدعفونی

نام و نام خانوادگی مسئولین شست‌وشو:	تاریخ شست‌وشو و ضدعفونی:	تاریخ شست‌وشو بعدی:
	نوع ماده گندزدا:	تعداد مخزن:
	نوع روش شست‌وشو:	کد مخزن:
	شماره سند:	

موارد بازرسی	انجام شده	عدم انجام یا وجود (نیاز به انجام، تعمیر یا تهیه)	توضیحات
خارج‌سازی تمای وسایل اضافی پس از اتمام عملیات ساختمانی			
تهیه تمامی وسایل مورد نیاز و ذکر شده در دستورالعمل			
آموزش موارد ضروری به کارگران			
تهیه وسایل مورد نیاز برای تمیزسازی اولیه			
انجام پاک‌سازی و تمیزسازی اولیه بر اساس دستورالعمل			
تهیه و تحویل گزارش مکتوب از مشکلات شست‌وشو و راهکارهای اصلاحی به واحد فنی			
تهیه ترکیبات ضدعفونی و وسایل مربوطه (در توضیحات، ماده مورد استفاده، غلظت و مقدار تهیه شده ذکر شود)			
انجام گندزدایی طبق دستورالعمل (در توضیحات روش مورد استفاده ذکر شود)			
خنثی‌سازی محلول استفاده شده جهت گندزدایی پس از انجام عملیات			
اندازه‌گیری مقدار ماده گندزدایی باقیمانده در آب مخزن			

فصل ۲۱

ملاحظات پدافند غیرعامل

۲۱-۱- کلیات

آب آشامیدنی از اصلی‌ترین عناصر مورد نیاز برای بقای بشر و جزو سرمایه‌ها و زیرساخت‌های کلیدی هر کشور بوده و به دلیل همین اهمیت، جذابیت بسیار بالایی را برای اقدامات خصمانه و خرابکاری‌ها داراست. جذابیت هدف‌گیری زیرساخت‌ها برای دشمن، نقش خدمات و محصولات آن‌ها در روند فعالیت‌های کشور و رضایت‌مندی عمومی است و کنترل و رهبری صحیح ملی تنها در سایه عملکرد صحیح این زیرساخت‌ها میسر است.

پدافند غیرعامل عبارت است از مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌شود (سند راهبردی پدافند غیرعامل کشور، ۹۶-۱۳۹۲).

مهم‌ترین هدف پدافند غیرعامل، جلوگیری از ایجاد بحران و دوری از ایجاد شرایط بحران‌زا بوده و در صورت وقوع بحران، ایجاد شرایطی برای کنترل سریع اوضاع و بازگرداندن شرایط به حالت قبل از بحران است، به این ترتیب مشخص می‌شود که با رعایت اصول پدافند غیرعامل، میزان آسیب‌پذیری وقوع بحران‌ها به شدت کاهش خواهد یافت.

از ویژگی‌های برجسته پدافند غیرعامل، موارد زیر را می‌توان برشمرد:

- ایجاد بستر مناسب برای توسعه پایدار کشور
- هم‌راستا بودن با سیاست‌های تنش‌زدایی
- پایدارترین و ارزان‌ترین روش دفاع
- مهم‌ترین ابزار بازدارندگی
- مناسب‌ترین شیوه برای کاهش مخاطرات و آسیب‌پذیری

در بین زیرساخت‌ها، حوزه آب با توجه به نقش بسیار مهم و حیاتی بر عملکردهای جاری کشورها و همچنین تأثیر مستقیم بر بخش‌های مهم صنعتی و شهری، از اهمیتی غیرقابل چشم‌پوشی برخوردار است. موارد زیر جهت حفاظت کالبدی در زمان ساخت مخازن پیشنهاد می‌گردد. لازم به توضیح است در خصوص مخازن آب زمینی، باید ضوابط ارائه شده در نشریه شماره ۱۲۳ سازمان برنامه و بودجه کشور، مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان و همچنین ضوابط پدافند غیرعامل اشاره شده در دستورالعمل استانداردسازی حصار در اماکن و تأسیسات آبی وزارت نیرو، رعایت شود.

مأموریت‌های اصلی پدافند غیرعامل در حوزه آب عبارت‌اند از:

- استمرار آب‌رسانی در هر شرایط
- اطمینان از آب‌رسانی سالم
- تسهیل مدیریت بحران

۲۱-۲- حصارکشی پیرامونی

حصارکشی پیرامونی ساده (سطح حفاظت پایین تر^۱) باید از نوع فنس‌های زنجیره‌ای و از جنس فولاد گالوانیزه با ارتفاع حداقل ۱/۸ متر از سطح زمین اجرا شود.

حصارکشی پیرامونی ویژه (سطح حفاظت بالاتر^۱) باید از نوع فنس‌های زنجیره‌ای و از جنس فولاد گالوانیزه با ارتفاع حداقل ۲/۴ متر از سطح زمین اجرا شود.

بافت فنس باید پیوسته و یکپارچه باشد و لازم است با پوشش روی و یا PVC محافظت شوند. اما به دلیل مقاومت بیش‌تر PVC در برابر مواد خورنده، استفاده از این پوشش در شرایط آب و هوایی ناملایم نسبت به پوشش روی، ارجحیت دارد. قطر سیم‌های فنس در حصارکشی پیرامونی ساده باید حداقل به اندازه ۴ میلی‌متر و در حصارکشی ویژه حداقل ۴/۸ میلی‌متر باشد.

نحوه آرایش سیم‌های استفاده شده در فنس‌ها در حصارکشی پیرامونی ساده باید به صورت لوزی شکل و با روزنه‌های حداکثر ۱۴ میلی‌متری باشد و در حصارکشی پیرامونی ویژه، حداکثر ۲۱ میلی‌متر باشد.

فاصله میانگین مرکز تا مرکز دکل‌های فنس‌های زنجیره‌ای نباید بیش‌تر از ۳ متر باشد. عمق کارگذاری دکل‌های فنس باید حداقل ۶۰ سانتی‌متر باشد. این مقدار به‌ازای هر ۰/۳ متر افزایش ارتفاع فنس مازاد بر ۱/۲ متر ارتفاع، به‌اندازه ۷۵ میلی‌متر افزایش می‌یابد. برای مثال، دکل‌های یک فنس ۲/۴ متری، باید حداقل در عمق ۹۰ سانتی‌متری کار گذاشته شوند.

حفره کارگذاری دکل‌ها پس از استقرار دکل، باید به‌وسیله بتن با مقاومت حداقل ۱۶ مگاپاسکال پر شود. سطح تمام‌شده بتن باید حدود ۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین و به‌صورت محدب باشد تا مانع از انباشت آب در حفره و سست‌شدن دکل شود.

در شرایطی که حصار پیرامونی در نقطه‌ای از روی مسیر جریان آب عبور کند که موجب ایجاد انفصال در حصارکشی شود (مانند کالورت یا گودال)، در مواقعی که سطح بازشو بزرگ‌تر از ۶۲۰۰۰ میلی‌مترمربع باشد، لازم است بازشو با استفاده از فنس‌کشی اضافه یا سایر موانع در برابر نفوذ غیرمجاز حفاظت شود.

در قسمت پایینی فنس‌های زنجیره‌ای باید تدابیری برای جلوگیری یا ایجاد تأخیر در برابر عبور از زیر فنس اتخاذ شود. برای این منظور می‌توان سیم‌های فنس را به وسط ریل تحتانی مابین هر دو دکل پیچی مهار کرد.

در سطح حفاظت پایین‌تر لازم است ریل پایینی فنس به‌وسیله پیچ گوشواره‌ای در یک مکعب بتنی یک در یک متر مدفون در زیر ریل، در وسط حداثی دو دکل مهار شود. به‌عنوان روش جایگزین می‌توان میله‌های به عمق ۳۰ سانتی‌متر را با فواصل یکسان ۳۰ سانتی‌متری در طول ریل تحتانی کار گذاشت و سیم‌های فنس را به آن‌ها مهار کرد.

در سطح حفاظت بالاتر اگر احتمال تونل زدن از زیر فنس وجود داشته باشد، لازم است یک جدول بتنی پیوسته با

۱- فصل ۹: ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی مخازن بتنی زیرزمینی، نشریه ۱۲۳ سازمان برنامه‌وبودجه کشور

عرض ۲۰ سانتی متر و عمق ۶۰ سانتی متر در طول ریل تحتانی اجرا شود و سیم‌های فنس در فواصل ۳ متر یا کم‌تر به این جدول مهار شوند. حداکثر فاصله سطح فوقانی جدول بتنی تا زیر ریل فنس باید ۵ سانتی متر باشد.

در صورت لزوم به استفاده از فنس‌های مانع صعود و فنس‌های مقاوم در برابر بریده شدن در شرایط حفاظت کالبدی ارتقا یافته، قطر حداقلی سیم‌های این فنس‌ها باید ۴ میلی متر (معادل قطر سیم شماره ۸ در استاندارد جهانی SWG) باشد و آرایش شبکه‌ای با روزه‌های ۱۳ میلی متر در ۷۶ میلی متر داشته باشند. لازم است تقاطع سیم‌ها با یکدیگر جوش کاری شوند. همچنین این سیم‌ها باید با یک لایه روی و سپس با یک لایه PVC گالوانیزه شوند.

در صورت صلاحدید یا لزوم به استفاده از حصارکشی زینتی، استفاده از فنس‌های با جنس فولاد، آلومینیوم یا آهن بلامانع است. در صورت استفاده از فنس آلومینیمی ملاحظات زیر باید رعایت شوند:

- ارتفاع این فنس‌ها باید حداقل ۲/۴ باشد.
 - همه اجزا شامل تیرک‌ها، ریل‌ها و دکل‌ها باید با آلیاژ آلومینیوم HS-35 یا قوی‌تر ساخته شده باشند.
 - فواصل تیرک‌ها با یکدیگر حداکثر ۱۳ سانتی متر باشد.
 - ابعاد مقطع تیرک‌های فنس‌های آلومینیومی باید حداقل ۲۵ میلی متر در ۱/۶ میلی متر باشد.
 - ابعاد مقطع ریل‌ها (تیرک‌های افقی) باید حداقل ۴۰ میلی متر در ۱/۸ میلی متر در بالای فنس و حداقل ۴۰ میلی متر در ۲/۵ میلی متر در پایین فنس باشد.
 - ابعاد مقطع دکل‌ها باید حداقل ۶۵ میلی متر در ۲ میلی متر باشد و به خوبی در زمین مستحکم شوند.
 - ابعاد مقطع دکل‌ها در محلی از فنس که دروازه ورودی به آن متصل است، باید حداقل ۱۵۰ میلی متر در ۳/۲ میلی متر باشد و به خوبی در زمین مستحکم شوند.
 - تمامی اجزای فنس باید با لایه پوشش مناسب محافظت شوند.
 - استفاده از تیرک‌های نوک‌تیز جهت حفاظت بیش‌تر قویاً توصیه می‌شود.
- مجهز کردن قسمت فوقانی فنس‌ها به سیم‌خاردار ساده یا حلقوی، به منظور ارتقای کارکرد حفاظتی فنس توصیه می‌شود. در این صورت ملاحظات زیر باید رعایت شوند:
- سیم‌های خاردار ساده باید متشکل از سه رشته سیم‌خاردار، بسته شده به یکدیگر با پایه‌های تکی به ارتفاع ۰/۳ متر باشند. برای ارتقای عملکرد می‌توان از پایه‌های دوتایی Y شکل استفاده کرد.
 - سیم‌های خاردار حلقوی باید متشکل از سیم‌های خاردار به قطر ۲/۶ میلی متر از جنس فولاد ضدزنگ، بسته شده با یکدیگر با پایه‌های دوتایی Y شکل به ارتفاع ۰/۶ متر باشند.
 - قطر حلقه‌ها باید بین ۶۰ تا ۷/۶ سانتی متر و در هر حلقه حداقل ۴۵ دسته خار (با فواصل ۱۰ سانتی متر از یکدیگر) باشد. طول خارها باید حداقل ۳ سانتی متر باشد.
- در فنس‌های زینتی می‌توان از تیرک‌های نوک‌تیز خم‌شده به سوی داخل تأسیسات به عنوان محافظت فوقانی فنس استفاده کرد.

۲۱-۳- دیوارکشی پیرامونی

شرایط لازم به استفاده از دیوارکشی پیرامونی به جای حصارکشی، عبارت‌اند از:

- نیاز به انسداد دید به داخل سایت
- نیاز به مقاومت بیش‌تر در برابر ضربه و انفجار
- ملزومات زیبایی‌شناختی

در صورتی که هدف اصلی مقاومت بیش‌تر باشد، می‌توان به جای دیوار از فنس‌کشی با مقاومت مصالح بالاتر استفاده کرد.

۲۱-۳-۱- مشخصات هندسی دیوار پیرامونی

ارتفاع دیوارکشی پیرامونی ساده (سطح حفاظت پایین‌تر^۱) با مصالح بتنی رایج نباید از ۳ متر کوتاه‌تر باشد. حداقل ضخامت لازم برای دیوارکشی بتنی پیرامونی ۱۵ سانتی‌متر و دیوار آجری ۲۵ سانتی‌متر است، اما در صورت امکان باید بر اساس بارهای وارده محتمل و مطابق نشریه ک-۱۰۴۰ با عنوان «راهنمای طراحی و اجرای دیوارهای بنای محوطه» مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی طراحی شود.

۲۱-۳-۲- مشخصات سازه‌ای دیوار پیرامون

دیوارکشی پیرامونی باید در فواصل معینی که طراحی سازه‌ای آن دیکته می‌کند، مجهز به ستون‌های تقویتی باشد. در نقاطی که جهت دیوارکشی پیرامونی تغییر می‌کند حتماً باید ستون اجرا شود. فونداسیون و ملاحظات تقویتی دیگر دیوارکشی‌های پیرامونی باید بر اساس طراحی سازه‌ای مشخص شوند. سطح خارجی (رو به بیرون) دیوارکشی پیرامونی باید صاف و غیرقابل صعود باشد.

۲۱-۴- نقاط ورود به تأسیسات

رعایت ملاحظات عمومی حصارکشی و دیوارکشی پیرامونی، برای دروازه‌های ورودی نیز لازم است. علاوه بر آن رعایت موارد زیر الزامی است.

الف- در مورد دروازه‌های ورودی دولنگه یا تک‌لنگه که به صورت یکپارچه با فنس پیرامونی اجرا می‌شوند، باید فاصله سطح تمام‌شده زمین تا ریل زیرین آن‌ها حداکثر ۶۰ سانتی‌متر باشد. همچنین این دروازه‌ها باید مجهز به قفل و بست از جنس فولاد تقویت شده باشند. قطر دکل دروازه‌های کوتاه‌تر از ۲/۴ متر باید حداقل ۷۵ الی ۲۲۰ میلی‌متر و برای دروازه‌های با ارتفاع ۲/۷ الی ۳ متری باید حداقل ۹۰ الی ۲۲۰ میلی‌متر، بسته به ابعاد لنگه‌های دروازه باشد.

۱- فصل ۹: ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی مخازن بتنی زیرزمینی، نشریه شماره ۱۲۳ برنامه و بودجه کشور

- ب- در خصوص دروازه‌های مجهز به بازکننده الکترونیکی ملاحظات زیر باید رعایت شوند:
- موتور مورد استفاده باید بادوام در شرایط محیطی تأسیسات و قابل استفاده در تناوب بالا باشد.
 - فاصله میان سطح تمام شده زمین تا پایین‌ترین قسمت متحرک دروازه بازشونده نباید بیش‌تر از ۶/۵ سانتی‌متر باشد.
 - انتخاب موتور الکتریکی مورد استفاده باید بر اساس اندازه دروازه و تناوب استفاده از آن صورت گیرد.
 - استفاده از محافظ قطع‌کننده موتور در شرایط وارد شدن بار نامتعارف به آن توصیه می‌شود.
 - موتور بازکننده و متعلقات آن باید در جناح داخلی فنس تعبیه شود تا در معرض خرابکاری یا سرقت قرار نگیرد.
 - سرعت بهینه باز شدن درب ۳/۰ متر بر ثانیه است و بهتر است تنظیمات موتور مطابق این مقدار انجام شود. در صورت امکان بهتر است از موتور با سرعت قابل تنظیم استفاده شود.
 - توصیه می‌شود از سوئیچ محدودکننده برای اعلان خودکار وضعیت دروازه به موتور استفاده شود تا از آسیب رسیدن به آن جلوگیری شود.
 - لازم است امکان از مدار خارج کردن موتور و کنترل دستی دروازه برای مواقع قطعی برق، اضطرار یا خرابی موتور لحاظ شود. کنترل کننده دستی دروازه باید در یک جعبه محافظت شده و از جنس بادوام در شرایط محیطی تأسیسات قرار گیرد.
- پ- رعایت تمهیدات و اقدامات حراستی نظیر کنترل عبور و مرور افراد متفرقه به محوطه تأسیسات باید با روش‌هایی چون استفاده از درب‌های ورود و خروج هوشمند، گزینش مناسب نیروهای شاغل، تأمین تجهیزات حفاظتی مورد نیاز برای نگهبانان مجموعه مانند اتصال سیستم هشدار اتاق نگهبانی و بخش‌های مهم تأسیسات به مراکز نیروی انتظامی، باید برنامه‌ریزی شود و مدنظر قرار گیرد.
- ت- در صورت لزوم (مانند عدم امکان استقرار نگهبان در محل دروازه) می‌توان دروازه باز شونده الکترونیکی را به یک سامانه کنترلی مجهز نمود. این کار از طریق تعبیه یک کلید، زیست‌سنجنده یا حسگر کارت‌خوان در نزدیکی دروازه امکان‌پذیر است. این تجهیزات باید در یک محفظه مقاوم در شرایط جوی منطقه قرار گیرد و به یک ستونک فولادی یا بتنی مهار شده در یک فونداسیون بتنی، در جناح خارجی دروازه متصل شود. اطلاعات ورود و خروج به تأسیسات از طریق این تجهیزات کنترلی به یک مرکز کنترل (مثلاً حراست تأسیسات) مخابره و از این طریق ترددها پایش می‌شوند.
- ث- در موارد لزوم به ارتقای امنیت کالبدی، می‌توان ورودی‌های دومرحله‌ای در نقاط ورودی تأسیسات استفاده کرد. ورودی‌های دومرحله‌ای عبارت‌اند از دو دروازه باز شونده الکترونیکی که طراحی آن‌ها به گونه‌ای است که هم‌زمان باز نمی‌شوند. خودروها پس از عبور از دروازه اول، توقف می‌کنند و تنها پس از احراز هویت و بازبینی محموله توسط نگهبان، با باز شدن دروازه دوم اجازه وارد شدن خواهند داشت. ملاحظات زیر در مورد ورودی‌های دو مرحله‌ای باید رعایت شوند:

- ابعاد ناحیه میانی ورودی‌ها دومرحله‌ای معمولاً حدود ۲۳ در ۶ متر است و باید به‌اندازه‌ای باشد که بزرگ‌ترین خودروهای واردشونده به تأسیسات امکان توقف در آن را داشته باشند.
- دو طرف ورودی‌های دومرحله‌ای باید به‌وسیله حصار یا دیوار با رعایت ملاحظات ذکر شده، محدود شود.
- لازم است امکان باز شدن هم‌زمان دو دروازه برای شرایط اضطراری وجود داشته باشد.
- اتاق نگهداری ورودی‌های دومرحله‌ای باید به‌گونه‌ای استقرار یابند که نگهدارنده مربوطه دید بصری کاملی از محوطه میانی دو دروازه داشته باشد.
- کلیدها و کنترل‌های دروازه‌ها باید به‌صورت مناسبی در برابر استفاده غیرمجاز محافظت شوند.

۲۱-۵- زیرساخت‌های خدماتی تأسیسات

نقاط ورود و خروج زیرساخت‌های خدماتی به تأسیسات، شامل آب، فاضلاب، برق، گاز شهری، تلفن و اینترنت، باید با تدابیر خاصی از قبیل مدفون کردن، تعبیه پوشش محافظ یا تعبیه قفسه محافظ، تقویت شوند. لوله‌های روزمینی و در معرض دید باید با تدابیری نظیر فنس‌کشی موضعی یا دوجداره کردن لوله‌ها، محافظت شوند. در صورت امکان بهتر است برای زیرساخت‌های خدماتی، جایگزین اضطراری تعبیه شود. به‌عنوان مثال می‌توان برق تأسیسات را از طریق دو رشته خط مجزا از دو منبع مجزا تأمین کرد تا در شرایط قطع یکی، امکان استفاده از دیگری وجود داشته باشد. کابل‌های برق حتی‌الامکان باید مدفون باشند. نصب تابلوهای برق حتی‌الامکان در زیرزمین انجام شود. وجود فن و دستگاه تهویه برای خنک‌کردن و خارج ساختن گازهای خورنده الزامی است. نصب و روشن بودن گرم‌کننده در تابلوهای برق جهت جلوگیری از محیط مرطوب در تابلو الزامی است. نصب و نحوه عملکرد کنترل فاز در تابلو برای قطع برق در مواقع اضطراری باید همواره تحت نظارت باشد.

۲۱-۶- روشنایی

روشنایی مسیرهای تردد خودرو در محدوده پیرامونی تأسیسات و محوطه‌ی پارکینگ، باید حداقل ۱۱ و حداکثر ۲۲ لوکس^۱ باشد. روشنایی دروازه‌های محل ورود خودروها به تأسیسات، باید حداقل ۳۲ و حداکثر ۵۴ لوکس در امتداد افقی باشد. در صورت وجود دوربین‌های مداربسته در این محل، روشنایی در امتداد قائم (تا ارتفاع میدان دید دوربین‌ها) باید ۵۴ تا ۱۰۸ لوکس باشد. در صورت وجود ورودی‌های دومرحله‌ای، روشنایی این ناحیه باید حداقل ۱۱۰ و حداکثر ۳۲۰ لوکس باشد. روشنایی ناحیه جلوی درب ورودی ساختمان‌های درون تأسیسات باید تا شعاع ۴/۵ متری، معادل حداقل ۳۲ و حداکثر

۱- یک لوکس معادل یک لومن بر مترمربع است.

۵۴ لوکس باشد.

روشنایی سایر نواحی عمومی تأسیسات باید حداقل ۵ لوکس باشد.

به‌طور کلی در تأمین روشنایی، نسبت نور به تاریکی بهتر است در حدی کمتر از ۶ به ۱ حفظ شود (نسبت ۴ به ۱ توصیه می‌شود).

در تأسیسات با اهمیت بالا، توصیه می‌شود یک مهندس نور، روشنایی فضای تأسیسات را به‌صورت نقطه‌ای (به مرکزیت دوایری به شعاع ۷/۵ متر، طوری که کل فضا بررسی شود) طراحی کند.

در مناطق تحت نظارت دوربین‌های مدار بسته، ملاحظات زیر نیز باید رعایت شوند:

- شاخص عرضه رنگ لامپ‌های مورد استفاده باید برای دوربین‌ها مناسب باشد.
- میزان و جهت انعکاس نور تابیده شده از عناصر محیط نباید دید دوربین را خراب کند.

۲۱-۷- تابلوگذاری

لازم است در امتداد حصارکشی یا دیوارکشی پیرامونی، به فواصل حداکثر ۱۵ متری، تابلوهای «ورود ممنوع» یا «منطقه ممنوع» نوشته شده به همه زبان‌های رایج منطقه، نصب شود.

در صورت امکان، بهتر است در برخی تابلوهای نصب شده بر روی حصار یا دیوار پیرامونی، عواقب و مجازات قانونی تخطی از هشدار تابلو درج شود.

باید در نقاط ورودی تأسیسات و دروازه‌ها، تابلویی حاوی نام و نشانی تأسیسات نصب شود تا نیروهای خدمات اضطراری نظیر پلیس و آتش‌نشانی به‌محض رسیدن از صحت مقصد اطمینان حاصل کنند.

۲۱-۸- موانع و ستونک‌ها

در صورت لزوم به استفاده از موانع عبوری نظیر ستونک‌ها یا نیوجرسی، این موانع باید مقاومت لازم برای متوقف کردن خودرویی ۱/۸ تنی که با سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت در حرکت است را داشته باشند.

پیوست ۱

کلیدواژه‌ها

اصطلاح فارسی	اصطلاح انگلیسی	تعریف اصطلاح
آرماتور	reinforcement	میلگرد یا سیم‌های فولادی جاگذاری شده در بتن.
آرماتور آجدار	reinforcement, deformed	آرماتور با بدنه شکل داده شده غیرصاف.
آرماتور انتظار	reinforcement, dowel	آرماتوری که برای اتصال دو قطعه از یک عضو و با یک عضو به شالوده در بتن جاگذاری می‌شود. این آرماتور باید بتواند از عهده انتقال بارها در اتصال برآید.
آرماتور تکمیلی	reinforcement, supplementary	آرماتوری که جهت جلوگیری از پتانسیل شکست بتن عمل می‌کند. ولی در انتقال بار طراحی از مهار به عضو سازه‌ای شرکت ندارد.
آرماتور دورپیچ	spiral reinforcement	آرماتوری که به طور پیوسته به شکل یک مارپیچ استوانه‌ای به دور آرماتورهای طولی پیچیده شده باشد.
آرماتور دورگیر	hoop reinforcement	تنگ بسته یا تنگ دورپیچ شده به طور پیوسته، که از یک یا چند آرماتور ساخته شده و هر کدام در دو انتها قلاب‌های لرزه‌ای دارند. آرماتور دورگیر نباید از میلگرد‌های آجدار سردار ساخته شود.
آرماتور ساده	reinforcement, plain	آرماتور با بدنه صاف.
آرماتور سیمی جوشی	reinforcement, welded wire	شبکه سیم‌های ساده یا آجدار جوش شده که به صورت صفحه ساخته می‌شوند.
آرماتور طولی	longitudinal reinforcement	آرماتور که در جهت طول تیر و ستون یا در امتداد اضلاع صفحه دال و دیوار جاگذاری می‌شود. این آرماتور معمولاً برای تحمل نیروهای محوری، خمشی و تا حدی پیچشی به کار می‌رود.
آرماتور عرضی	transverse reinforcement	آرماتوری که در جهت عمود یا مایل نسبت به آرماتور طولی جاگذاری می‌شود. این آرماتور معمولاً برای تحمل برش و پیچش به کار می‌رود.
آرماتور مهار	reinforcement, anchor	آرماتور مورد استفاده جهت انتقال بار طراحی از مهارها به عضو سازه‌ای.
اتصال (ناحیه اتصال)	joint (connection)	قسمتی از سازه است که در آن یک عضو یا چند عضو به هم متصل می‌شوند و بار منتقل می‌کنند، مانند اتصال تیر به ستون.
		(ناحیه اتصال علاوه بر خود اتصال بخش‌هایی از اعضای متصل شده به آن را در برمی‌گیرد و بار منتقل می‌کند، مانند ناحیه اتصال تیر به ستون و دال)
اعضای با عملکرد دوطرفه	two-way construction	اعضایی که بارها را با عملکرد خمشی در دو راستا منتقل می‌کنند. بعضی دال‌ها و شالوده‌ها در این گروه هستند.
اعضای با عملکرد یک‌طرفه	one-way construction	اعضایی که بارها را با عملکرد خمشی در یک راستا تحمل می‌کنند.
اعضای خمشی بتنی مرکب	composite concrete flexural members	اعضای خمشی که از اجزای جداگانه، پیش ساخته یا درجا، ساخته شده و به گونه‌ای به هم متصل شده‌اند که به صورت واحد بار تحمل می‌کنند.
افزودنی، ماده افزودنی	admixture	ماده اضافه شونده سیمانی که به بتن، گروت و ملات، قبل یا در حین اختلاط اضافه می‌شود و مشخصات بتن تازه، گیرش آن و یا بتن سخت شده را اصلاح می‌کند.
الزامات اجرایی	compliance requirement	الزامات مربوط به ساخت که تا حد کاربرد باید در مدارک طرح، توسط مهندس مشاور، به پیمانکار ابلاغ یا توصیه شوند.
المان مرزی، جزء مرزی جزء لبه	boundary element	قسمتی از لبه دیوار یا دیافراگم، در امتداد طول، که با آرماتورهای طولی و عرضی تقویت می‌شود.
بار	load	نیروها و دیگر تلاش‌های ناشی از وزن مصالح، ساکنین و متعلقات آن‌ها، آثار محیطی، جابجایی‌های نسبی و تغییرات ابعادی.
بتن	concrete	مخلوط سیمان پرتلند، یا هر ماده سیمانی دیگر، سنگ دانه‌ریز، سنگ دانه‌درشت و آب، یا بدون مواد افزودنی.
بتن آرمه	concrete, reinforced	بتن سازه‌ای که با آرماتور، به میزان حداقل تعیین شده در آیین‌نامه مرتبط تقویت شده باشد.
بتن ساده	concrete, plain	بتن سازه‌ای بدون آرماتور یا با آرماتور کم‌تر از حداقل تعیین شده برای بتن آرمه.

اصطلاح فارسی	اصطلاح انگلیسی	تعریف اصطلاح
بتن سازه‌ای	structural concrete	بتنی که برای تحمل بار به کار برده می‌شود.
بتن معمولی	concrete, normal weight	بتن با سنگ‌دانه‌های معمولی، با چگالی بین ۲۱۵۰ تا ۲۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب.
بست	strut	عضو فشاری در روش خرپایی (روش بست و بند) که نماینده برآیند نیروهای موازی یا باد بزنی در ناحیه فشاری می‌باشد.
پوشش بتنی میلگرد	cover, specified concrete	ناحیه بین خارجی‌ترین رویه میلگرد جاگذاری شده و نزدیک‌ترین رویه خارجی بتن.
پیچ سردار	headed bolt	مهار تعبیه شده قبل از بتن‌ریزی که مقاومت کششی خود را از قفل و بست مکانیکی سری یا مهره جاگذاری شده در بتن به دست می‌آورد.
پیچ قلاب‌دار	hooked bolt	پیچ تعبیه شده در بتن درجا که در آن مهار تو سط تکیه خم ۹۰ درجه با ۱۸۰ درجه آن به بتن تامين می‌شود و طول آزاد لبه از خم پیچ آن eh، حداقل 3da می‌باشد.
تنگ	tie	حلقه‌ای از میلگرد یا سیم به شکل دایره، مستطیل و یا چندوجهی بدون کنج‌های متمایل به سمت داخل، که آرماتورهای طولی را در بر می‌گیرد. این تعریف شامل یک میلگرد یا سیم که به طور پیوسته به شکل دایره، مستطیل یا چندضلعی به دور آرماتورهای طولی می‌پیچد، نیز می‌شود. عبارت تنگ معمولاً برای اعضای فشاری به کار می‌رود، به تعاریف خاموت و دورگیر نیز مراجعه شود.
جاگذاری شده در بتن	embedment	قطعاتی به جز میلگردها و مهارها که در بتن جاگذاری می‌شوند، میلگردها و سایر وسایلی که برای تثبیت قطعات در بتن جاگذاری می‌شوند، جزء آن به حساب می‌آیند.
جمع کننده	collector	عضو کششی یا فشاری که انتقال‌دهنده نیرو بین دیافراگم و سیستم قائم باربر جانبی است.
چسب	adhesive	ماده شیمیایی مرکب از پلیمرهای آلی یا ترکیب پلیمرهای آلی و مواد غیرآلی که در صورت اختلاط عمل می‌کند.
خاموت	stirrup	آرماتورهای عرضی که برای مقاومت در برابر نیروهای برشی و پیچشی در عضو به کار می‌روند. خاموت‌ها معمولاً از میلگردهای آجدار، سیم‌های آجدار و یا جوش شده با شکل مستطیل یا رکابی به صورت U یا L ساخته می‌شوند. جاگذاری آن‌ها ممکن است در جهت عمود یا با زاویه نسبت به آرماتور طولی باشد.
دال بتن آرمه	slab, reinforced concrete	اصطلاح خاموت معمولاً برای آرماتور عرضی در تیرها و دال‌ها به کار می‌رود. به تعریف تنگ و دورگیر مراجعه شود.
دال تخت	slab, flat	صفحه بتن آرمه، صفحه به عضو اطلاق می‌شود که یکی از ابعاد آن (ضخامت)، به طور قابل ملاحظه‌ای کوچک‌تر از دو بعد دیگر باشد.
دال توخالی - دال مجوف	slab, hollow	دالی که به تیرها تکیه ندارد و مستقیماً روی دیوار یا ستون می‌نشیند.
دال مشبک	slab, waffle	دال با مقطع توخالی.
دال توپر (یکپارچه)	slab, solid	سیستم تیر-دال، مرکب از تیرچه‌های متقاطع و یک دال سراسری با ضخامت کم بر روی آن‌ها.
دال و تیرک	slab, ribbed	دال با مقطع توپر.
درز انقباض	contraction joint	سیستم دال-تیر یک‌طرفه، مرکب از تیرک (تیرچه) و یک دال سراسری با ضخامت کم بر روی آن‌ها.
درز انقطاع	isolation joint	شیاری که در عضو بتنی برای تثبیت محل ترک‌خوردگی‌های ناشی از کاهش دما و یا جمع‌شدگی بتن ایجاد می‌شود.
دستک، عضو فشاری	strut	درزهایی که برای جداکردن دو بخش از ساختمان پیش‌بینی می‌شوند.
دوام، پایداری	durability	عضو فشاری در سازه مانند خرپا.
		توانایی سازه یا عضو برای مقابله با شرایط محیطی که موجب ایجاد خسارت، اختلال در بهره‌برداری و کاهش طول عمر آن می‌گردند.

اصطلاح فارسی	اصطلاح انگلیسی	تعریف اصطلاح
دیافراگم سازه‌ای	structural diaphragm	اعضایی مثل دال کف‌ها، که نیروهای وارد بر میان صفحه خود را به اعضای قائم سیستم مقاوم باربر جانبی منتقل می‌کنند. دیافراگم سازه‌ای می‌تواند شامل کلاف‌ها و جمع‌کننده‌ها نیز باشد.
دیوار	wall	اعضای قائم با نسبت طول افقی به ضخامت بیشتر از ۳ که برای بار محوری، بار جانبی و یا هر دو طراحی می‌شوند.
زبانه برشی	shear lug	جزء فولادی یا میلگرد جوش شده به پشت یک صفحه الحاقی که در داخل قطعه بتن جاگذاری می‌شود. این وسیله برای انتقال برش به صورت اصطکاکی به کار برده می‌شود. از این زبانه گاهی در کف ستون‌ها استفاده می‌شود.
ستون	column	عضوی است معمولاً قائم یا حدوداً قائم، که عمدتاً برای تحمل بار محوری فشاری به کار می‌رود. ولی ممکن است تحت خمش، برش و پیچش نیز قرار گیرد.
ستون پایه	pedestal	ستون کوتاه که در آن نسبت ارتفاع به کم‌ترین بعد مقطع، کوچک‌تر یا مساوی ۳ باشد. در ستون‌های هرمی کم‌ترین بعد، متوسط ابعاد مقاطع در بالا و پایین ستون است.
سرستون	column capital	ناحیه بزرگ شده بالای ستون که در زیر دال یا کتیبه آن قرار دارد و با ستون همزمان ساخته می‌شود.
سنجاقی، میلگرد دوخت	cross-tie	میلگرد عرضی یک‌سره با قلاب لرزه‌ای در یک انتها و قلاب ۹۰ درجه با طول مستقیم حداقل 6db در انتهای دیگر، که آرماتورهای طولی پیرامونی عضو را در بر گرفته باشد. قلاب‌های دربرگیرنده یک زوج آرماتور طولی، باید به طور یک در میان سر و ته اجرا شوند.
سنگ‌دانه	aggregate	مصالح دانه‌ای مانند شن، ماسه و یا سرباره کوره آهن‌گدازی که به همراه سیمان و آب برای بتن به کار برده می‌شوند.
سنگ‌دانه سبک، سبک‌دانه	aggregate, lightweight	سنگ دانه با چگالی حجمی مساوی یا کمتر از ۱۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، به استاندارد ملی ۴۹۸۵ مراجعه شود.
طول گیرایی	development length	طول لازم برای انتقال نیروی نظیر مقاومت طراحی، از میلگرد به بتن، از محل مقطع بحرانی.
عمق موثر جاگذاری شده مهار	anchor, effective embedded depth	عمق کلی مهار که برای انتقال بار از آن به بتن و یا از بتن به آن لازم است. این عمق معمولاً به عمق گسیختگی بتن کششی اطراف مهار در پیچ‌های سردار و گل میخ‌های سردار نیز گفته می‌شود. این عمق از سطح تماس تکیه‌گاه اندازه‌گیری می‌شود.
غلاف انبساطی	expansion sleeve	بخش خارجی یک مهار انبساطی که در اثر وارد کردن پیچش یا ضربه به آن، بتن اطراف را تحت فشار قرار می‌دهد.
فاصله	spacing	فاصله مرکز به مرکز بین دو جزء مجاور مانند آرماتورهای طولی، آرماتورهای عرضی، کابل‌های پیش تنیدگی و مهارها.
فاصله خالص	spacing, clear	فاصله پشت به پشت دو جزء مجاور.
فاصله اولیه	edge distance	فاصله لبه سطح بتن تا محور نزدیک‌ترین مهار.
کتیبه برشی	shear cap	بیرون‌زدگی زیردال که برای افزایش مقاومت برشی دال در نظر گرفته می‌شود.
کتیبه دال	drop panel	بیرون‌زدگی زیردال بر روی ستون، که برای کاهش آرماتور منفی یا تامین حداقل ضخامت دال و یا افزایش مقاومت برشی دال پیش‌بینی می‌شود.
کلید برشی	shear key	بیرون‌زدگی یا فرو رفتگی بتن که در دو قطعه مجاور یکدیگر، چسبیده و یا نجسبیده، پیش‌بینی می‌شود که انتقال برش یا ممانعت از لغزش دو قطعه را بر روی هم موجب می‌شود. اتصال دیوار حائل به شالوده از نوع چسبیده و محل نشیمن عرشه پل بر روی پایه‌ها از نوع نجسبیده آن می‌باشند.
گروه مهار	anchor group	تعدادی مهارهای مشابه، با عمق حدوداً مساوی و با فاصله s از یکدیگر که سطح تاثیر مشترکی در مقابل بار دارند.

اصطلاح فارسی	اصطلاح انگلیسی	تعریف اصطلاح
لوله‌های جاگذاری شده	embedments, pipe	لوله‌ها و غلاف‌های جاگذاری شده در بتن.
مدارک ساخت	construction documents	مدارک و نقشه‌های مربوط به محل، طراحی، مصالح و خصوصیات فیزیکی اعضا در یک طرح که برای گرفتن مجوز ساخت لازم هستند.
مهار	anchor	قطعه فولادی که در بتن درجا نصب و یا در بتن سخت شده کاشته می‌شود و از آن برای انتقال بارها به بتن استفاده می‌شود.
مهار انبساطی	anchor, expansion	نوعی مهار کاشتنی که در آن انتقال بار از طریق اصطکاک جانبی و یا مقاومت تکیه‌گاهی، و یا هر دو، صورت گیرد.
مهار افقی یا مایل	anchor, horizontal or upwardly inclined	مهاری که به طور افقی و یا مایل به سمت بالا کاشته می‌شود.
مهار پیچی	anchor, screw	مهار پیچی مکانیکی کاشتنی که بار را توسط درگیری بدنه رزوه‌ها با شیارهای ایجاد شده در بتن سخت شده پیرامون حفره ایجاد شده قبلی، منتقل می‌کند.
مهار تعبیه شده	anchor, cast in	پیچ‌های سردار، گل میخ‌های سردار و پیچ‌های قلاب‌دار که قبل از ریختن بتن تعبیه می‌شوند.
مهار چسبی	anchor, adhesive	یک مهار کاشتنی که در سوراخی با قطر کم‌تر از ۱/۵ برابر قطر مهار در بتن سخت شده کاشته می‌شود و بارهای وارده به مهار را از طریق چسب به بتن منتقل می‌کند.
مهار زیر چاکی	anchor, undercut	مهار کاشتنی که مقاومت کششی خود را از قفل و بست مکانیکی ایجاد شده در اثر چاک زدن بتن در انتهای جاگذاری خود به دست می‌آورد.
مهار کاشتنی	anchor, post-installed	مهاری که در بتن سخت شده کاشته می‌شود. مهارهای چسبی، انبساطی و زیر چاکی نمونه‌هایی از این نوع هستند.
مواد سیمانی	cementitious materials	موادی که در بتن، ملات یا گروت ارزش سیمانی (چسبانندگی) دارند مانند سیمان پرتلند، سیمان‌های هیدرولیکی آمیخته، سیمان انبساطی به تنهایی یا در ترکیب با خاکستر بادی، پوزولان‌های طبیعی خام یا کلسینه، دوده سیلیسی و سیمان سرباره‌ای.
میلگردهای آجدار سردار	headed deformed bars	میلگردهای آجدار که سرهایی به یک یا هر دو انتهای آن‌ها متصل می‌شود.
نسبت آب به مواد سیمانی	water-cementitious materials ratio	نسبت وزن آب، به جز آب جذب شده توسط دانه‌ها، به وزن مواد سیمانی در مخلوط.
نشیمن	bracket and corbel	دستکی که برای نشیمن انتهای تیر یا دال بر روی ستون یا دیوار پیش‌بینی می‌شود.
نقطه قطع آرماتور	cut-off point	محلی که آرماتور در آن جا قطع می‌شود.
انسجام (یکپارچگی) سازه‌ای	structural integrity	توانایی سازه از طریق مقاومت، نامعینی، شکل‌پذیری و جزییات آرماتوربندی در توزیع مجدد تنش‌ها برای حفظ پایداری کلی سازه، در صورت بروز آسیب‌های محلی یا تنش‌های قابل ملاحظه بیش از حد.

منابع و مراجع

- ۱- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۵)، «ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی»، نشریه ۱۲۳، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو.
- ۲- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۴۰۳)، «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (تجدید نظر سوم)»، نشریه ۵۵، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۳- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۵۵)، «مشخصات فنی عمومی درزهای انبساط»، نشریه ۶۴، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۴- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۲)، «مشخصات فنی عمومی راه (تجدید نظر دوم)»، نشریه ۱۰۱، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۵- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۷۲)، «مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی»، نشریه ۱۲۴، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۶- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۷۵)، «راهنمای اجرای بتن در مناطق گرمسیر»، نشریه ۱۵۲، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۷- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۷۸)، «بتن در مناطق گرمسیر»، نشریه ۱۸۴، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۸- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۵)، «دستورالعمل ساخت و اجرای بتن در کارگاه»، نشریه ۳۲۷، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۹- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۵)، «راهنمای طراحی و ضوابط اجرایی بهسازی ساختمان‌های بتنی موجود با استفاده از مصالح تقویتی «FRP»، نشریه ۳۴۵، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۰- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۸)، «مدیریت ایمنی در کارگاه‌های عمرانی»، نشریه ۴۴۷، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۱- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۴)، «راهنمای طرح و اجرای لایه‌های روسازی با زهکش مناسب»، نشریه ۳۶۶، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۲- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۲)، «دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (تجدید نظر اول)»، نشریه ۳۶۰، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۳- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۶۲)، «دیوارهای سنگی»، نشریه ۹۰، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۴- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۱)، «راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب شهری (بازنگری اول)»، نشریه ۱۳۷، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.

- ۱۵- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۷)، «ضوابط طراحی سازه‌های مجاری آب بر زیرزمینی بتنی»، نشریه ۱۸۵، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۶- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۲)، «مشخصات فنی عمومی راه (تجدید نظر اول)»، نشریه ۱۰۱، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۷- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۴۰۳)، «آیین‌نامه بتن ایران - جلد پنجم - دستورالعمل ساخت و اجرای بتن خودتراکم (SCC)»، نشریه ۵-۱۲۰، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۸- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۴۰۰)، «آیین‌نامه بتن ایران (آبا) - تجدید نظر دوم»، نشریه ۱-۱۲۰، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۱۹- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۴۰۰)، «آیین‌نامه بتن ایران (آبا) - تجدید نظر دوم»، نشریه ۲-۱۲۰، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۰- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۷۵)، «سازه‌های بتنی مهندسی محیط زیست - ترجمه ACI 350R-89 و آزمون آب‌بندی سازه‌های بتن آرمه - ترجمه AWWA400-93 و ACI 350.1R-89»، نشریه ۱۵۰، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۱- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۷۵)، «راهنمای اجرای بتن در مناطق گرمسیر»، نشریه ۱۵۲، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۲- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۳)، «فرهنگ واژگان نظام فنی و اجرایی کشور»، نشریه ۲۹۷، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۳- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۴۰۱)، «مشخصات فنی عمومی روسازی راه آهن (بازنگری اول)»، نشریه ۳۰۱، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۴- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۶)، «راهنمای طراحی دیوارهای حائل (بازنگری اول)»، نشریه ۳۰۸، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۵- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۲)، «دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (تجدید نظر اول)»، نشریه ۳۶۰، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۶- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۶)، «تفسیر دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (تجدید نظر اول)»، نشریه ۳۶۱، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۷- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۷)، «راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود - ساختمان‌های بتنی»، نشریه ۲-۳۶۳، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۲۸- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۷)، «دستورالعمل ارزیابی لرزه‌ای سریع ساختمان‌های موجود»، نشریه ۳۶۴، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.

- ۲۹- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۸۶)، «فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه‌ای سامانه‌های آبرسانی شهری موجود»، نشریه ۳۶۵، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۳۰- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۲)، «مشخصات فنی عمومی سدها»، نشریه ۳۹۹، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۳۱- سازمان برنامه و بودجه کشور، (۱۳۹۶)، «دستورالعمل ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های بتنی متداول موجود»، نشریه ۷۴۱، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی.
- ۳۲- وزارت نیرو، (۱۳۹۱)، «دستورالعمل استانداردسازی حصارکشی در اماکن و تاسیسات صنعت آب و برق»، دستورالعمل، معاونت حفاظت فیزیکی دفتر حراست.
- ۳۳- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۶)، «الزامات عمومی ساختمان»، مبحث ۴، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۳۴- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۴۰۰)، «ژئوتکنیک و مهندسی پی»، مبحث ۷، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۳۵- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۸)، «طرح و اجرای ساختمان با مصالح بنایی»، مبحث ۸، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۳۶- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۹)، «طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه»، مبحث ۹، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۳۷- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۲)، «ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا»، مبحث ۱۲، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۳۸- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۵)، «پدافند غیرعامل»، مبحث ۲۱، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۳۹- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۶)، «مصالح و فرآورده‌های ساختمانی»، مبحث ۵، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۴۰- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۴۰۱)، «طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی»، مبحث ۱۰، دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان.
- ۴۱- وزارت راه، مسکن و شهرسازی، (۱۴۰۱)، «دستورالعمل تحلیل آسیب‌پذیری و مقاوم‌سازی مخازن مدفون و نیمه‌مدفون»، ضابطه ۱۰۲۹، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.
- ۴۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۹)، «سنگ‌دانه‌های بتن - ویژگی‌ها»، استاندارد ۳۰۲.
- ۴۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «سنگدانه - سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم - روش آزمون»، استاندارد ۴۴۹.
- ۴۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۹)، «خاک - تعیین مقدار هم‌ارز ماسه‌ای برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه - روش

- آزمون»، استاندارد ۱۶۸۵.
- ۴۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «سنگدانه‌ها دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت روش آزمون»، استاندارد ۴۹۷۷.
- ۴۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۴۰۰)، «سنگدانه‌ها تعیین کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست روش آزمون»، استاندارد ۴۹۷۸.
- ۴۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «سنگدانه ناخلصی‌های آلی سنگدانه‌های ریز مورد مصرف در بتن روش آزمون»، استاندارد ۴۹۷۹.
- ۴۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۶)، «سبکدانه‌ها برای بتن سازه‌ای ویژگی‌ها»، استاندارد ۴۹۸۵.
- ۴۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «بتن اندازه‌گیری پتانسیل واکنش قلیایی سنگ‌های کربناتی به عنوان سنگدانه بتن با استفاده از روش استوانه سنگی روش آزمون»، استاندارد ۷۶۵۶.
- ۵۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «سنگدانه قابلیت انبساط‌پذیری به روش بررسی تغییر طول منشورهای بتنی، ناشی از واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها روش آزمون»، استاندارد ۸۱۴۹.
- ۵۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۶)، «سنگدانه‌ها - مقاومت سنگدانه درشت بزرگ اندازه در برابر سایش و ضربه در دستگاه لس آنجلس - روش آزمون»، استاندارد ۸۴۴۷.
- ۵۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۵)، «سنگدانه - قابلیت واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها به روش ملاط منشوری تسریع شده-روش آزمون»، استاندارد ۸۷۵۳.
- ۵۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۴)، «سنگدانه - نمونه‌برداری از سنگدانه‌ها- آیین کار»، استاندارد ۱۱۲۶۷.
- ۵۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۹)، «سنگ‌دانه - سنگ‌شناسی سنگ‌دانه‌ای بتن - روش آزمون»، استاندارد ۱۳۵۵۲.
- ۵۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۹)، «سنگدانه‌های بتن - فرآوری و تحویل - راهنما»، استاندارد ۱۳۷۶۵.
- ۵۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۱)، «سبکدانه - قسمت ۱- سبکدانه‌ها برای بتن، ملاط و گروت»، استاندارد ۱۴۸۷۵.
- ۵۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «سنگدانه - تعیین پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی- سیلیسی ترکیبات مواد سیمانی و سنگدانه (روش منشور ملاط تسریع شده)-روش آزمون»، استاندارد ۱۷۱۰۶.
- ۵۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «بتن - مقاومت سایشی سطوح افقی -روش آزمون»، استاندارد ۱۷۳۰۸.
- ۵۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «سنگدانه‌ها- خصوصیات هندسی- قسمت ۱۰: ارزیابی نرمی دانه‌بندی سنگدانه‌های پرکننده (الک کردن با جریان سریع هوا)- روش آزمون»، استاندارد ۱۰۴۴۷-۱۰.
- ۶۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۶)، «سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص هندسی- قسمت ۱۱: طبقه‌بندی مواد تشکیل دهنده سنگدانه درشت بازیافتی - روش آزمون»، استاندارد ۱۰۴۴۷-۱۱.

- ۶۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۶)، «سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص هندسی - قسمت ۶: ارزیابی مشخصه‌های سطحی - ضریب جریان سنگدانه‌ها- روش آزمون»، استاندارد ۱۰۴۴۷-۶.
- ۶۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «سنگدانه‌ها - خصوصیات ساختاری- قسمت ۷: تعیین درصد میزان پوسته نرم تنان در سنگدانه درشت - روش آزمون»، استاندارد ۱۰۴۴۷-۷.
- ۶۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «سنگدانه‌ها - آزمون‌های خصوصیات ساختاری - قسمت ۹-تعیین نرمه به روش آزمون متیلن بلو»، استاندارد ۱۰۴۴۷-۹.
- ۶۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۱)، «سبکدانه - قسمت ۱- سبکدانه‌ها برای بتن، ملات و گروت»، استاندارد ۱-۱۴۸۷۵.
- ۶۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۹)، «سیمان پرتلند- ویژگی‌ها»، استاندارد ۳۸۹.
- ۶۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۲)، «سیمان‌های هیدرولیکی- روش‌های آزمون شیمیایی اندازه‌گیری عناصر اصلی»، استاندارد ۱۶۹۲.
- ۶۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۱)، «سیمان‌های هیدرولیکی- روش‌های آزمون شیمیایی- تعیین سدیم اکسید و پتاسیم اکسید»، استاندارد ۱۶۹۵.
- ۶۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۶۷)، «آیین کاربرد حفاظت و انبار کردن سیمان در کارگاه ساختمانی»، استاندارد ۲۷۶۱.
- ۶۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۰)، «ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی»، استاندارد ۳۴۳۲.
- ۷۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۷۳)، «ویژگی‌های پوزولان‌های طبیعی»، استاندارد ۳۴۳۳.
- ۷۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۷۳)، «ویژگی‌های سیمان‌های سرباره‌ای»، استاندارد ۳۵۱۷.
- ۷۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «بتن آماده- اندازه‌گیری هوای بتن به روش حجمی- روش آزمون»، استاندارد ۳۸۲۳.
- ۷۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۴)، «سیمان پرتلند آهکی- ویژگی‌ها»، استاندارد ۴۲۲۰.
- ۷۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۷)، «سیمان هیدرولیکی- تعیین پتانسیل انبساط ملات‌های سیمان پرتلند در معرض سولفات- روش آزمون»، استاندارد ۱۱۷۹۰.
- ۷۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «دوده سیلیس (میکروسیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی- ویژگی‌ها»، استاندارد ۱۳۲۷۸.
- ۷۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «بتن تازه- تعیین مقدار هوای بتن تازه مخلوط شده به روش فشاری- روش آزمون»، استاندارد ۱۵۹۰۴.
- ۷۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «سیمان پرتلند زیولیتی- ویژگی‌ها»، استاندارد ۱۶۴۸۱.
- ۷۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۹)، «ملات- تغییر طول ملات‌های سیمان هیدرولیکی در معرض محلول

- سولفات- روش آزمون»، استاندارد ۱۷۱۰۷.
- ۷۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «روش‌های حمل و انبارش مصالح ساختمانی- آئین کار»، استاندارد ۲۰۸۵۸.
- ۸۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «پودر سرباره دانه‌ای کوره بلند برای استفاده در بتن، ملاط و روان ملاط سیمان- قسمت ۱- تعاریف، ویژگی‌ها و معیار انطباق»، استاندارد ۲۱۳۱۹-۱.
- ۸۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «پودر سرباره دانه‌ای کوره بلند برای استفاده در بتن، ملاط و روان ملاط سیمان- قسمت ۲- ارزیابی انطباق»، استاندارد ۲۱۳۱۹-۲.
- ۸۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۱)، «کیفیت آب اندازه‌گیری یون کلرید در آب»، استاندارد ۲۳۵۰.
- ۸۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «کیفیت آب اندازه‌گیری یون سولفات در آب»، استاندارد ۲۳۵۳.
- ۸۴- ۸۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۴)، «کیفیت آب تعیین مجموع کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با EDTA»، استاندارد ۲۳۵۵.
- ۸۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۹)، «کیفیت آب- اندازه‌گیری سولفات‌ها- روش آنالیز جریان پیوسته (CFA)»، استاندارد ۱۳۶۴۷.
- ۸۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۰)، «آب اختلاط بتن»، استاندارد ۱۴۷۴۸.
- ۸۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۸)، «کیفیت آب تعیین آنیون‌های محلول با استفاده از کروماتوگرافی یونی- قسمت اول- تعیین برمید، کلرید، فلورید، نیترات، نیتريت، فسفات و سولفات»، استاندارد ۱۲۳۰۰-۱.
- ۸۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۰)، «کیفیت آب- تعیین آنیون‌های محلول با کروماتوگرافی یونی- قسمت ۳- تعیین کرومات- یدید- سولفیت- تیوسیانات و تیوسولفات»، استاندارد ۱۲۳۰۰-۳.
- ۸۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۰)، «کیفیت آب- تعیین آنیون‌های محلول با کروماتوگرافی یونی- قسمت ۴- تعیین کلرات- کلرید و کلریت در آب با آلودگی کم»، استاندارد ۱۲۳۰۰-۴.
- ۹۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب- قسمت ۱- الزامات مشترک»، استاندارد ۲۹۳۰-۱.
- ۹۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب- قسمت ۲- افزودنی‌های بتن- ویژگی‌ها»، استاندارد ۲۹۳۰-۲.
- ۹۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب- قسمت ۳- افزودنی‌های ملاط بنایی- ویژگی‌ها»، استاندارد ۲۹۳۰-۳.
- ۹۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب- قسمت ۴- افزودنی‌های دوغاب برای تاندون‌های پیش تنیدگی- ویژگی‌ها»، استاندارد ۲۹۳۰-۴.
- ۹۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «افزودنی‌های بتن، ملاط و دوغاب- قسمت ۵- افزودنی‌های بتن پاششی

- ویژگی‌ها»، استاندارد ۵-۲۹۳۰.
- ۹۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۴۰۰)، «مواد افزودنی بتن، ملاط و روان ملاط (گروت)- قسمت ۶: نمونه‌برداری، ارزیابی و تصدیق پایداری عملکرد»، استاندارد ۶-۲۹۳۰.
- ۹۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «میلگردهای فولادی گرم نوردیده برای تسلیح بتن- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»، استاندارد، ۳۱۳۲.
- ۹۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۷)، «میلگردهای سرد نوردیده مورد مصرف جهت تسلیح بتن و ساخت شبکه‌های جوش‌شده- ویژگی‌ها»، استاندارد، ۱۱۵۵۸.
- ۹۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «فولاد برای تسلیح بتن میله‌های دارای کلگی- قسمت ۱- الزامات»، استاندارد ۱-۱۸۶۸۰.
- ۹۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «فولاد برای تسلیح بتن- میله‌های دارای کلگی- قسمت ۲- روش‌های آزمون»، استاندارد ۲-۱۸۶۸۰.
- ۱۰۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۸)، «بتن- مقاومت خمشی بتن (با استفاده از تیر ساده با بارگذاری در نقاط یک سوم)- روش آزمون»، استاندارد ۴۹۰.
- ۱۰۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۴)، «بتن- بتن ساخته شده با پیمان‌ه حجمی و اختلاط پیوسته- ویژگی»، استاندارد ۶۰۴۳.
- ۱۰۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «بتن آماده- ویژگی‌ها»، استاندارد ۶۰۴۴.
- ۱۰۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «بتن- تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای- روش آزمون»، استاندارد ۶۰۴۸.
- ۱۰۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۲)، «بتن ساخت نمونه‌های استوانه‌ای و منشوری جهت تعیین مقاومت و چگالی بتن پیش‌آکنده در آزمایشگاه آیین کار»، استاندارد ۸۱۲۹.
- ۱۰۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۵)، «بتن اندازه‌گیری کلرید محلول در اسید در ملاط و بتن سخت شده روش آزمون»، استاندارد ۸۹۴۶.
- ۱۰۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۵)، «بتن اندازه‌گیری کلرید محلول در آب در ملاط و بتن سخت شده روش آزمون»، استاندارد ۸۹۴۷.
- ۱۰۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۶)، «بتن آماده فهرست بازرسی و کنترل کیفیت تجهیزات تولید بتن آماده»، استاندارد ۹۶۰۱.
- ۱۰۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۶)، «بتن آماده- فهرست بازرسی و کنترل ماشین آلات تحویل بتن آماده»، استاندارد ۹۶۰۲.
- ۱۰۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۸)، «بتن- اندازه‌گیری جریان اسلامپ بتن خودتراکم- روش آزمون»، استاندارد

- ۱۱۲۷۰.
- ۱۱۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۸)، «بتن- اندازه‌گیری قابلیت عبور بتن خودتراکم با استفاده از حلقه -لرزش آزمون»، استاندارد ۱۱۲۷۱.
- ۱۱۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۸)، «بتن- اندازه‌گیری میزان جداشدگی ایستایی بتن خودتراکم با استفاده از روش فنی ستون- روش آزمون»، استاندارد ۱۲۲۵۵.
- ۱۱۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۸)، «بتن- تهیه و آزمون نمونه‌های مغزه‌گیری شده و تیرهای اره شده بتنی- روش آزمون»، استاندارد ۱۲۳۰۶.
- ۱۱۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۹)، «بتن- کلاهدک‌گذاری آزمون‌های استوانه‌ای- آیین کار»، استاندارد ۱۳۵۸۴.
- ۱۱۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۶)، «هدایت الکتریکی حجمی بتن سخت شده- روش آزمون»، استاندارد ۱۵۴۲۸.
- ۱۱۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «بتن مقاومت در برابر پوسته پوسته شدن سطحی بتن در مقابل مواد شیمیایی یخ زدا- روش آزمون»، استاندارد ۱۷۰۴۱.
- ۱۱۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «انقباض و آب انداختگی روان ملاط‌های تازه مخلوط شده برای بتن پیش آکنده در آزمایشگاه- روش آزمون»، استاندارد ۱۷۰۷۴.
- ۱۱۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «بتن- مقاومت سایشی با ماسه پاشی- روش آزمون»، استاندارد ۱۷۳۰۹.
- ۱۱۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۹)، «تعیین جریان روان‌مالت برای بتن پیش آکنده (به روش قیف جریان) - روش آزمون»، استاندارد ۱۷۵۱۰.
- ۱۱۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «نسبت‌های اختلاط روان ملاط برای بتن پیش آکنده- روش آزمون»، استاندارد ۱۷۷۶۶.
- ۱۲۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «بتن- تعیین مقاومت در برابر یخ زدن و ذوب شدن سریع- روش آزمون»، استاندارد ۱۹۲۲۷.
- ۱۲۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۴۰۰)، «بتن- استفاده از کلاهدک‌های مقید نشده برای تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای بتن سخت شده- آیین کار»، استاندارد ۱۹۳۸۶.
- ۱۲۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۴)، «بتن- تخمین سریع مقاومت در برابر جدا شدگی ذرات بتن خود تراکم با استفاده از آزمون نفوذ - روش آزمون»، استاندارد ۱۹۳۸۷.
- ۱۲۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۴)، «بتن- مقاومت بتن در برابر نفوذ یون کلراید با روش الکتریکی- روش آزمون»، استاندارد ۲۰۷۹۳.
- ۱۲۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۵)، «بتن- پیش‌بینی نفوذ کلرید در بتن سخت شده حاوی سیمان هیدرولیکی با روش مهاجرت سریع- روش آزمون»، استاندارد ۲۱۴۷۹.

- ۱۲۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «بتن سخت شده- قسمت ۱- شکل، ابعاد و سایر الزامات آزمون‌ها و قالب‌ها»، استاندارد ۱۶۰۸-۱.
- ۱۲۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۸)، «بتن سخت شده- قسمت ۱۰: تعیین مقاومت بتن در برابر کربناسیون برحسب سطوح کربن دی‌اکساید جوئی»، استاندارد ۱۶۰۸-۱۰.
- ۱۲۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۶)، «بتن سخت شده- قسمت ۱۲۲: تعیین جذب آب بتن- روش آزمون»، استاندارد ۱۶۰۸-۱۲۲.
- ۱۲۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «بتن سخت شده- قسمت ۲- ساخت و عمل‌آوری آزمون‌ها برای آزمون‌های مقاومت»، استاندارد ۱۶۰۸-۲.
- ۱۲۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «بتن سخت شده- قسمت ۳- تعیین مقاومت فشاری آزمون‌ها- روش آزمون»، استاندارد ۱۶۰۸-۳.
- ۱۳۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۴)، «بتن سخت شده- قسمت ۸- تعیین عمق نفوذپذیری بتن تحت فشار آب- روش آزمون»، استاندارد ۱۶۰۸-۸.
- ۱۳۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «بتن پاششی- قسمت ۱- نمونه‌برداری از بتن پاششی تازه و سخت شده»، استاندارد ۱۸۷۱۷-۱.
- ۱۳۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «بتن پاششی- قسمت ۲- تعیین مقاومت خمشی بتن پاششی تازه- روش آزمون»، استاندارد ۱۸۷۱۷-۲.
- ۱۳۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «بتن پاششی- قسمت ۳- تعیین مقاومت‌های خمشی (مقاومت حداکثر اولیه، نهایی و پس‌ماند) آزمون‌های تیر تقویت شده الیافی- روش آزمون»، استاندارد ۱۸۷۱۷-۳.
- ۱۳۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۸)، «بتن تازه- قسمت ۱- نمونه‌برداری»، استاندارد ۳۲۰۱-۱.
- ۱۳۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۲)، «آزمون بتن- قسمت ۱۰- تعیین مدول الاستیسیته استاتیکی در آزمون فشار»، استاندارد ۳۲۰۱-۱۰.
- ۱۳۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۳)، «آزمون بتن- قسمت ۱۱- تعیین مقاومت بتن در برابر کلراید، انتشار یک سویه»، استاندارد ۳۲۰۱-۱۱.
- ۱۳۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۴)، «بتن- قسمت ۱۲- تعیین مقاومت بتن در برابر کربناته شدن به روش تسریع شده- روش آزمون»، استاندارد ۳۲۰۱-۱۲.
- ۱۳۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «آزمون بتن- قسمت ۵: چگالی و عمق نفوذ آب»، استاندارد ۳۲۰۱-۵.
- ۱۳۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۸)، «بتن تازه- قسمت ۷- آزمون‌های غیر مخرب بر روی بتن سخت شده- روش آزمون»، استاندارد ۳۲۰۱-۷.
- ۱۴۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۰)، «آزمون بتن- قسمت ۸- تعیین انقباض و ترکیدگی بتن بر اثر از دست

- دادن آب در نمونه‌های آماده شده در کارگاه یا در آزمایشگاه»، استاندارد ۳۲۰۱-۸.
- ۱۴۱- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۰)، «آزمون بتن- قسمت ۹- تعیین خزش سیلندرهای بتن در اثر تراکم»، استاندارد ۳۲۰۱-۹.
- ۱۴۲- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۱)، «آزمون بتن تازه- قسمت ۱۰- بتن خود متراکم آزمون قیف جعبه L شکل»، استاندارد ۳۲۰۳-۱۰.
- ۱۴۳- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۱)، «آزمون بتن تازه- قسمت ۱۱- بتن خود متراکم- آزمون دانه‌بندی با الک»، استاندارد ۳۲۰۳-۱۱.
- ۱۴۴- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۶)، «بتن تازه- قسمت دوم- تعیین روانی به روش اسلامپ- روش آزمون»، استاندارد ۳۲۰۳-۲.
- ۱۴۵- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۷)، «بتن تازه- قسمت ۶: چگالی- روش آزمون»، استاندارد ۳۲۰۳-۶.
- ۱۴۶- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۱)، «آزمون بتن تازه- قسمت ۹- بتن خود متراکم آزمون قیف V شکل»، استاندارد ۳۲۰۳-۹.
- ۱۴۷- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۹)، «بتن- مواد غشاساز مایع برای عمل آوری بتن- ویژگی‌ها»، استاندارد ۸۲۸۸.
- ۱۴۸- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۸)، «بتن- اتلاف آب (از یک آزمون ملاط) از میان مواد مایع غشاساز عمل آورنده بتن- روش آزمون»، استاندارد ۳۸۲۲.
- ۱۴۹- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۸۹)، «نوارهای آب‌بند از جنس پلیمرهای ترموپلاستیک برای استفاده در درزهای بتن درجا- قسمت ۱- ویژگی‌های ظاهری»، استاندارد ۱۳۲۷۷-۱.
- ۱۵۰- سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۱)، «نوارهای آب‌بند از جنس پلیمرهای ترموپلاستیک برای استفاده در درزهای بتن درجا قسمت ۲- الزامات مواد، آزمون و بازرسی»، استاندارد ۱۳۲۷۷-۲.
- 151- American Concrete Institute, (2022), «Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary», ACI 318.
- 152- American Concrete Institute, (2010), «Standard Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials», ACI 117.
- 153- American Concrete Institute, (2008), «Quality Management System for Concrete Construction», ACI 121.
- 154- American Concrete Institute, (2001), «Guide to Durable Concrete », ACI 201.2.
- 155- American Concrete Institute, (1998), «Erosion of Concrete in Hydraulic Structures», ACI 210R.
- 156- American Concrete Institute, (1990), «Control of Cracking in Concrete Structures», ACI 224.2.
- 157- American Concrete Institute, (1995), «Joints in Concrete Construction», ACI 224.3.
- 158- American Concrete Institute, (2016), «Specifications for Structural Concrete», ACI 301M.
- 159- American Concrete Institute, (2020), «Hot Weather Concreting», ACI 305R.
- 160- American Concrete Institute, (2016), «Cold Weather Concreting», ACI 306.

- 161- American Concrete Institute, (2002), «Standard Specification for Cold Weather Concreting», ACI 306.1.
- 162- American Concrete Institute, (2023), «Standard Specification for Curing Concrete», ACI 308.1.
- 163- American Concrete Institute, (2016), «Guide to Curing Concrete», ACI 308R.
- 164- American Concrete Institute, (2005), «Guide for Concrete Inspection», ACI 311.4.
- 165- American Concrete Institute, (2004), «Guide to Formwork for Concrete», ACI 347.
- 166- American Concrete Institute, (1999), «Guide for Evaluation of Concrete Structures Prior to Rehabilitation», ACI 364.1.
- 167- American Concrete Institute, (2023), «Concrete Repair Guide», ACI 546.
- 168- American Concrete Institute, (), «Guide for the Use of Polymers in Concrete», ACI 548.1.
- 169- American Concrete Institute, (2004), «Structural Crack Repair by Epoxy Injection», ACI E-706-RAP01.
- 170- American Concrete Institute, (2004), «Crack Repair by Gravity Feed with Resin», ACI E-706-RAP02.
- 171- American Concrete Institute, (2004), «Spall Repair by Low-Pressure Spraying», ACI E-706-RAP03.
- 172- American Concrete Institute, (2004), «Surface Repair Using Form-and-Pour Techniques», ACI E-706-RAP04.
- 173- American Concrete Institute, (2009), «Surface Repair Using Form-and-Pump Techniques», ACI E-706-RAP05.
- 174- American Concrete Institute, (2019), «Vertical and Overhead Spall Repair by Hand Application», ACI E-706-RAP06.
- 175- American Concrete Institute, (2010), «Spall Repair of Horizontal Concrete Surfaces», ACI E-706-RAP07.
- 176- International Organization for Standardization, (1992), «Steel for the reinforcement of concrete-Part 3: Welded fabric-Specifications», ISO 10544.
- 177- International Organization for Standardization, (2004), «Testing of concretePart 1: Sampling of fresh concrete», ISO 1920-1.
- 178- International Organization for Standardization, (2016), «Testing of concretePart 2: Properties of fresh concrete», ISO 1920-2.
- 179- International Organization for Standardization, (2019), «Testing of concretePart 3: Making and curing test specimens», ISO 1920-3.
- 180- International Organization for Standardization, (2020), «Part 4: Strength of hardened concrete», ISO 1920-4.
- 181- International Organization for Standardization, (2018), «Part 5: Density and water penetration depth», ISO 1920-5.
- 182- International Organization for Standardization, (2019), «Part 6: Sampling, preparing and testing of concrete cores», ISO 1920-6.
- 183- International Organization for Standardization, (2004), «Part 7: Non-destructive tests on hardened concrete», ISO 1920-7.
- 184- International Organization for Standardization, (2009), «Part 8: Determination of drying shrinkage of concrete for samples prepared in the field or in the laboratory», ISO 1920-8.
- 185- International Organization for Standardization, (2009), «Part 9: Determination of creep of concrete cylinders in compression», ISO 1920-9.

- 186- International Organization for Standardization, (2010), «Part 10: Determination of static modulus of elasticity in compression», ISO 1920-10.
- 187- International Organization for Standardization, (2013), «Part 11: Determination of the chloride resistance of concrete, unidirectional diffusion», ISO 1920-11.
- 188- International Organization for Standardization, (2015), «Part 12: Determination of the carbonation resistance of concrete — Accelerated carbonation method», ISO 1920-12.
- 189- International Organization for Standardization, (2018), «Part 13: Properties of fresh self compacting concrete», ISO 1920-13.
- 190- International Organization for Standardization, (2019), « Part 14: Setting time of concrete mixtures by resistance to penetration», ISO 1920-14.
- 191- World Health Organization, (2008), «Guidelines for Drinking-Water Quality», who second addendum. Vol. 1, Recommendations.
- 192- German Institute for Standardization, (2001), «Mastic asphalt for waterproofing definitions, requirements and test methods», DIN EN 12970.
- 193- International Organization for Standardization, (1983), «Copper and copper alloys -Terms and definitions - Part 3: Wrought products», ISO 197-3.
- 194- International Organization for Standardization, (2007), «Aluminium and aluminium alloys - Wrought products», ISO 2107.
- 195- International Electrotechnical Commission, (2020), «Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules», IEC 60947-1.
- 196- International Electrotechnical Commission, (2016), «Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers», IEC 60947-2.
- 197- International Electrotechnical Commission, (2020), «Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units», IEC 60947-3.
- 198- International Electrotechnical Commission, (2023), « Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motorstarters - Electromechanical contactors and motor-starters», IEC 60947-4-1.
- 199- International Electrotechnical Commission, (2020), «Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations - Part 1: Circuit-breakers for AC operation», IEC 60898-1.
- 200- International Electrotechnical Commission, (2017), «General safety requirements for residual current operated protective devices», IEC 60755.
- 201- International Electrotechnical Commission, (2010), « Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) - Part1: General rules», IEC 61008-1.
- 202- International Electrotechnical Commission, (2010), «Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) - Part 1: General rules», IEC 61009-1.
- 203- International Electrotechnical Commission, (2022), «General requirements for arc fault detection devices», IEC 62606.
- 204- International Electrotechnical Commission, (2011), «Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods», IEC 61643-11.
- 205- International Electrotechnical Commission, (2015), «Electromechanical elementary relays - Part

-
- 1: General and safety requirements», IEC 61810-1.
- 206- International Electrotechnical Commission, (2024), «Low-voltage fuses - Part 1: General requirements», IEC 60269-1.
- 207- International Electrotechnical Commission, (2016), « Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 1: Definitions and general requirements common to all parts», IEC 60051-1.

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می باشد.

Technical Specifications for Ground Water Tanks (First Revision)

[IR-Code 124]

Executive Body: Toos Ab Consulting
Engineering Company

Project Adviser: Mohsen Kahrom Ferdowsi University
of Mashhad Ph.D. in Mechanical
Engineering (Thermal
and Fluids)

Authors & Contributors Committee:

Meysam Veghar	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Civil Engineering (Structures)
Ali Kodkhodaei	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Civil Engineering (Structures)
Mansoureh Kodkhodaei	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Civil Engineering (Soil Mechanics and Foundations)
Farid Shayesteh Kaziyani	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Electrical Engineering (Control)
Saeed Rajaei	Toos Ab Consulting Engineering Company	B.Sc. in Electrical Engineering (Telecommunications)
Masoud Omidvar Tehrani	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Civil Engineering (Hydraulic Structures)
Alireza Et'hadinia	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Mechanical Engineering (Energy Conversion)
Ali Mosalmanzadeh	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Civil Engineering (Soil and Foundations)
Mehdi Zare	Toos Ab Consulting Engineering Company	M.Sc. in Mechanical Engineering
Ehsan Ammartian	Payesh Energy Arvin Equipment Company	M.Sc. in Chemical Engineering
Mansoureh Atashi	Toos Ab Consulting Engineering Company	Ph.D. in Hydraulic Structures

Supervisory Committee:

Mohammad Reza Asgari	Bandab Consulting Engineering Company	Ph.D. in Civil Engineering (Structural Engineering)
Vahid Faridani	Bandab Consulting Engineering Company	M.Sc. (Road and Building Engineering)
Ali Hasankhani	Bandab Consulting Engineering Company	Ph.D. in Civil Engineering (Structural Engineering)

Mohsen Kholdi	Bandab Consulting Engineering Company	M.Sc. (Hydraulic Structures)
Abbas Yari	Bandab Consulting Engineering Company	B.Sc. (Civil Engineering - Water)
Ameneh Rastineh	Bandab Consulting Engineering Company	B.Sc. (Civil Engineering)
Masoud Jaberi	Bandab Consulting Engineering Company	B.Sc. (Civil Engineering)
Mehdi Pirayadi	Bandab Consulting Engineering Company	B.Sc. (Electrical Engineering)
Shahir Kan'ani	Iran Water Resources Management Company	M.Sc. in Civil Engineering - Environment

Confirmation Committee:

Alireza Asaddokht	National Water and Wastewater Engineering Company	M.Sc. in Environmental Engineering – Water and Wastewater
Mohammad Reza Jalili Ghazizadeh	Shahid Beheshti University	Ph.D. in Civil Engineering – Water Engineering
Majid Qanadi	National Water and Wastewater Engineering Company	M.Sc. in Environmental Health Engineering
Shahir Kan'ani	Iran Water Resources Management Company	M.Sc. in Civil Engineering – Environment
Reza Momeni Vasalian	Iran Water Resources Management Company	Ph.D. in Irrigation Science and Engineering – Irrigation Facilities
Ali Neshatpour	National Water and Wastewater Engineering Company	M.Sc. in Civil Engineering
Mehrdad Hadizadeh	Mahab Ghods Consulting Engineering Company	B.Sc. in Civil Engineering – Water
Mehdi Yazdan Shenasi	Tarab Ideh Mehr Company	M.Sc. in Chemical Engineering

Steering Committee: (Plan and Budget Organization)

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical and Executive Affairs Department
--------------------	--

Abstract:

Publication No. 124, entitled "Technical Specifications for Ground Water Tanks" has long served as the mandatory technical reference for the design, construction, testing, inspection, and commissioning of various types of water tanks. In light of recent developments in international standards (API, ASME, BS, ISO), the introduction of new technologies, the acquisition of practical experience, and the challenges encountered in recent national projects, the revision of this publication was deemed a technical and strategic necessity.

Given the significance of the aforementioned subject, the Water and Wastewater Affairs Department of the Ministry of Energy, within the framework of a project for developing technical criteria and standards for the country's water industry, placed the preparation of the "General Technical Specifications for Ground Water Tanks (Revision of Regulation 124)" on its agenda, in coordination with the Technical and Executive System Affairs Department of the Plan and Budget Organization. Following its preparation, the document was submitted to the Plan and Budget Organization for approval and issuance to the relevant stakeholders within the country's Technical and Executive System. This regulation has been approved and issued after review within the framework of the Integrated Technical and Executive System, as stipulated under Article 34 of the Law on Permanent Provisions of the Country's Development Programs and its Executive By-law, and Article 23 of the Planning and Budget Law.

Despite the considerable effort, accuracy, and time dedicated to the preparation of this document, it is not immune to potential errors or ambiguities. Therefore, in order to complete and enrich this guide, esteemed experts are requested to communicate any corrective items. Received comments and proposed corrections will be reviewed, and should any amendments to the text of the guide be necessary, the corrective text will be prepared through consultation with representatives of the country's technical community and experienced experts in this field. It will then be announced via the information portal of the country's Technical and Executive System for public use. To this end, and to facilitate the identification of the latest valid revisions, the compilation date of the content is indicated at the top of each page of the guide. In the event of any changes to the content of any page, the date on that page will also be revised. Consequently, the content on pages bearing a more recent date shall always prevail.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Technical Specifications for Ground Water Tanks (First Revision)

IR-Code 124

Edition: 11-07-2026

Deputy of Technical, Infrastructure and
Production

Department of Technical & Executive Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Energy

Beurea of Technical & Operation Systems
Development and Hydro-power Dispatching

waterstandard.wrm.ir

2026

این ضابطه

با عنوان «مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی (بازنگری اول)» با اعمال برخی تغییرات و اضافه کردن موارد تکمیلی از جمله مباحث مربوط به تجهیزات مکانیکی، برقی و سیستم‌های کنترل، عملیات بهره‌برداری و نگهداری، پدافند غیرعامل، بهسازی مخازن و مسائل حفاظتی و ایمنی به عنوان بازنگری ضابطه ۱۲۴ تهیه شده است.