

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب شهری (بازنگری اول)

نشریه شماره ۱۳۷

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

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۱



بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

شماره: ۱۰۰/۴۵۸۱۰	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۹۱/۶/۱۲	

موضوع: راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب شهری (تجدید نظر اول)

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ - مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۱۳۷ امور نظام فنی، با عنوان «راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب شهری (تجدید نظر اول)» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۱/۹/۱ اجباری است.

این دستورالعمل جایگزین دستورالعمل شماره ۹۴۰-۴۲۲۸/۵۶-۱۰۲ مورخ ۱۳۷۴/۸/۱۷ می‌شود.

بهرروز مرادی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

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

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

گزارش فرمایید:

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

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

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

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

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

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی

Email: info@nezamfanni.ir

web: nezamfanni.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار اول

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به‌کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب‌ناپذیر کرده است. نظر به گستردگی دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است.

با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استاندارد در بخش آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو، امور آب وزارت نیرو با همکاری سازمان برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرح‌ها
- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات معتبر تهیه کننده استاندارد

امید است، مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب با به‌کارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیت‌های کشور تلاش نمایند و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهارنظرهای سازنده، در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

ترکیب اعضای کمیته

اسامی اعضای کمیته فنی شماره ۵-۳ که در تهیه استاندارد حاضر مشارکت داشته‌اند، به شرح زیر است:

دکترادر مهندسی محیط زیست	مهندس مشاور زیستاب	آقای پرویز ثمر
لیسانس مهندسی مکانیک	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	آقای عباس حاج حریری
لیسانس مهندسی شیمی	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب	خانم مینا زمانی
فوق لیسانس مهندسی آب و فاضلاب	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	آقای محمدشریفی سیستانی
دکترای مکانیک	کارشناس بازنشسته وزارت نیرو	آقای عبدالله عسگری
لیسانس مهندسی شیمی	کارشناس بازنشسته وزارت نیرو	آقای علی فتوحی
فوق لیسانس مهندسی بهسازی	مهندسین مشاور طرح و تحقیقات	آقای علی قیصری فر

اصفهان

پیشگفتار دوم

بازنگری ضوابط، معیارها و استانداردهای هر موضوع پس از دوره مناسبی جزء ضروریات با اهمیت پویایی علم و تجربه است. از آنجایی که توسعه فناوری در ارتقای کیفی ساخت تاسیسات و تجهیزات، سطح بهداشت، حفظ محیط زیست و ... به صورت مداوم در حال پیشرفت است، شرکت‌های آبفا ملزم به بررسی وضعیت موجود بهره‌برداری و اصلاح آن با دانش و فناوری روز هستند. البته مدت دوره این به روز نمودن‌ها، بستگی به آورده‌های علمی و فناوری‌های جدید دارد که تشخیص آن در صلاحیت نهادهای ذیربط است. این مطلب در خصوص بهره‌برداری از مخازن آب شرب نیز صادق و لازم است.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه نشریه «راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب شهری (بازنگری اول)» که در واقع بازنگری و تکمیل نشریه ۱۳۷ «راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب» است را با هماهنگی امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور در دستور کار قرارداد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی اجرایی کشور به این معاونت ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوب ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

در بازنگری نشریه شماره ۱۳۷ سعی شده است علاوه بر بررسی نشریه اشاره شده و به روز نمودن آن با توجه به استانداردهای ایرانی و معتبر خارجی، به توصیه‌های فنی سازه‌ای، رعایت ضوابط فنی و ایمنی بیش‌تر در بهداشت آب و مخازن، بهره‌برداری توأم از چند مخزن با تجهیزات مرتبط و آشنایی با سامانه اسکادا، به منظور بهره‌برداری مفید از مخازن در شرکت‌های آبفا پرداخته شود. بدین وسیله معاونت نظارت راهبردی از تلاش و جدیت رییس امور نظام فنی جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس محمد ابراهیم نیا و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید و از ایزد منان توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران را آرزومند می‌باشد.

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

معاون نظارت راهبردی

تابستان ۱۳۹۱

تهیه و کنترل

مجری: موسسه تحقیقات آب

مؤلف اصلی: رسول امامیان کارشناس آزاد فوق لیسانس راه و ساختمان

اعضای گروه تهیه کننده:

رسول امامیان کارشناس آزاد فوق لیسانس راه و ساختمان
علی اکبر چلبی حاج کریم کارشناس آزاد لیسانس مهندسی عمران آب
حسن مهربالی کارشناس آزاد فوق لیسانس مهندسی صنایع

اعضای گروه نظارت:

محمد ابراهیم نیا وزارت نیرو فوق لیسانس مهندسی عمران آب
ابوالقاسم توتونچی شرکت مهندسی مشاور ایراناب فوق لیسانس راه و ساختمان
مینا زمانی طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور لیسانس مهندسی شیمی

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

نعمت الله الهی پناه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور فوق لیسانس هیدرولوژی
سایه ایمانزاده وزارت نیرو لیسانس مهندسی عالی آب و فاضلاب
ابوالقاسم توتونچی شرکت مهندسی مشاور ایراناب فوق لیسانس راه و ساختمان
علیرضا تولایی کارشناس آزاد فوق لیسانس راه و ساختمان
عباس حاج حریری شرکت آب و فاضلاب استان تهران فوق لیسانس مدیریت صنایع
مینا زمانی طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور لیسانس مهندسی شیمی
حسن صادقپور شرکت تهران میراب فوق لیسانس مهندسی عمران
حسین عطایی فر شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور فوق لیسانس مهندسی بهداشت محیط
سید احمد علوی شرکت مدیریت منابع آب ایران فوق لیسانس تبدیل انرژی
مجتبی فاضلی دانشگاه صنعت آب و برق دکترای مهندسی محیط زیست

اعضای گروه هدایت و راهبردی پروژه:

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

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	فصل اول - ملاحظات طراحی
۵	۱-۱- معرفی انواع طرح‌های مخازن
۵	۱-۱-۱- انواع مخازن
۵	۱-۱-۲- طرح هندسی
۵	۱-۱-۳- موقعیت استقرار
۵	۱-۱-۴- موارد استفاده مخازن
۶	۱-۲- تقسیم‌بندی مخازن براساس ظرفیت
۶	۱-۳- انواع مخازن به لحاظ نوع مصالح ساخت و سطوح داخلی
۶	۱-۳-۱- مصالح ساخت
۷	۱-۴- انواع مخازن به لحاظ کاربری
۷	۱-۴-۱- مخزن ذخیره آب خام
۷	۱-۴-۲- مخزن ذخیره مجاورت برای گندزدایی
۷	۱-۴-۳- مخزن ذخیره
۷	۱-۴-۴- مخزن فشار
۷	۱-۴-۵- مخزن فشار شکن
۸	۱-۴-۶- مخزن جمع‌آوری
۱۱	۱-۵- انواع شیرها
۱۲	۱-۵-۱- شیرهای ورودی مخزن
۱۳	۱-۵-۲- شیرهای خروجی مخزن
۱۳	۱-۵-۳- شیر تخلیه
۱۴	۱-۶- انواع ابزار دقیق و کنترلی
۱۶	۱-۶-۱- دستگاه‌های اندازه‌گیری بده ورودی و خروجی
۱۶	۱-۶-۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح آب مخزن (مکانیکی و الکترونیکی)
۱۷	۱-۶-۳- دستگاه اندازه‌گیری فشار
۱۸	۱-۶-۴- دستگاه اندازه‌گیری دمای آب مخزن
۱۸	۱-۶-۵- تحلیل گرها

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۸	۱-۶-۶- دستگاه اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده
۱۸	۱-۶-۷- سایر دستگاه‌های اندازه‌گیری
۱۸	۱-۷- سازه و تمهیدات حفاظتی
۲۱	فصل دوم - بهره‌برداری
۲۳	۲-۱- کلیات
۲۴	۲-۲- ارائه ساختار سازمانی مناسب بهره‌برداری مخازن به تناسب ابعاد و نوع تجهیزات
۲۵	۲-۲-۱- شرح وظایف کارکنان بهره‌برداری مخازن
۲۶	۲-۲-۳- تهیه سر فصل آموزش‌های کارکنان بهره‌برداری
۲۶	۲-۲-۴- شرایط احراز کارکنان بهره‌برداری مخزن
۲۶	۲-۴-۱- مسوول
۲۷	۲-۴-۲- متصدی
۲۷	۲-۵- مراقبت
۲۸	۲-۵-۱- حفاظت فیزیکی و ایمنی
۲۹	۲-۵-۲- بازدید بهداشتی
۳۳	۲-۶- نگهداری و تعمیرات
۳۳	۲-۶-۱- واحد گندزدایی
۳۷	۲-۶-۲- شیرها و اطاقچه‌ها
۴۰	۲-۶-۳- تجهیزات ابزار دقیق
۴۱	۲-۷- راه‌اندازی
۴۱	۲-۷-۱- بازدید
۴۳	۲-۷-۲- آماده‌سازی مخزن برای آب‌اندازی
۵۱	فصل سوم - سیستم بهره‌برداری مخزن با ابزار دقیق
۵۳	۳-۱- کلیات
۵۳	۳-۲- کنترل میزان دریافت و تحویل آب در طول شبانه روز
۵۴	۳-۳- سایر موارد
۵۷	فصل چهارم - تهیه فرمت گزارش‌ها و چک لیست‌های کنترلی
۵۹	۴-۱- کلیات
۶۳	پیوست ۱- عوامل تاثیرگذار در بهداشت آب

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶۷	پیوست ۲- سایر دستگاه‌های اندازه‌گیری
۷۱	پیوست ۳- بازرسی و تعمیرات مخازن بتنی و فولادی
۷۵	منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها و نمودارها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۵	شکل ۱-۱- نمایش ورودی و خروجی ایستگاه مرکزی
۱۶	شکل ۲-۱- ورودی و خروجی‌های یک ایستگاه هوشمند
۲۴	نمودار ۱-۲- ساختار کلی سازمانی بهره‌برداری مخزن

فهرست جدول‌ها و فرم‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶	جدول ۱-۱ - تقسیم‌بندی مخازن برحسب ظرفیت هر مدول از مخازن موجود (برحسب مترمکعب)
۲۹	جدول ۱-۲- مشکلات شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی
۶۵	جدول پ.۱-۱- نسبت بده به قطر لوله ورودی
۷۳	جدول پ.۱-۳- روش‌های بازرسی و نگهداری و تعمیرات مخزن‌های بتنی و فولادی آب شرب و تاسیسات مربوطه
۵۵	فرم ۱-۳- مقادیر مهندسی اندازه‌گیری شده لحظه‌ای (با زمان معین)
۵۵	فرم ۲-۳- اطلاعات حوادث رخ داده در ایستگاه
۵۶	فرم ۳-۳- اطلاعات روزانه
۵۹	فرم ۱-۴- گزارش ساعتی اطلاعات مخزن در شبانه‌روز
۶۰	فرم ۲-۴- گزارش ساعتی اطلاعات تلمبه‌خانه در شبانه‌روز
۶۱	فرم ۳-۴- گزارش روزانه اطلاعات چاه در ماه
۶۲	فرم ۴-۴ - گزارش روزانه اطلاعات ایستگاه کلرزی در ماه

مقدمه

مخازن آب جزء سامانه مهم حفاظتی آب و در واقع حصاری است که از آلودگی آب که به طرف مصرف کننده در حرکت است جلوگیری می کند. به لحاظ تاریخی، ساختمان های مخازن آب آشامیدنی (تصفیه شده) برای این طراحی شده بودند تا ضمن جلوگیری از آلودگی آب تغییرات تقاضای آب را یکنواخت نمایند، نوسانات فشار آب در شبکه توزیع را کاهش دهند، آب مورد نیاز اطفای حریق را ذخیره و فراهم نمایند و در هنگام قطع برق و حوادث، آبرسانی و توزیع آن را استمرار بخشند.

امروزه مخازن آب زیادی وجود دارند که احجام بیش از حد نیازی را برای بهره برداری در شرایط عادی دارا می باشند. علاوه بر آن برخی از مخازن که با مخازن دیگر تواما یک شبکه توزیع آب را تغذیه می کنند، مقدار T.W.L¹ (حداکثر سطح آب) آنها زیر خط هیدرولیکی سیستم قرار دارد و در نتیجه تا لحظه افت خط هیدرولیکی سیستم به زیر مقدار T.W.L، از این مخزن نمی توان بهره برداری نمود، ضمن آن که آبی که به دلایل مختلف دارای عمر و زمان ماند زیادی است، می تواند وارد سیستم شود و اگر مخزن پر باشد باز هم از ارتفاع آب مخزن به اندازه کافی استفاده نمی شود و این امر به لحاظ عمر و کیفیت آب دارای اثرات منفی است. از طرفی امکان دسترسی حیوانات و حشرات به آب داخل مخزن، امکان دسترسی افراد غیرمجاز به داخل مخزن و ...، لزوم تهیه دستورالعملی جامع برای طراحی و بهره برداری از مخازن و بازنگری دوره ای آن در هر پنج سال، با توجه به شرایط و به کارگیری فناوری جدید ساخت و بهره برداری، را اجتناب ناپذیر کرده است.

- هدف

هدف از تهیه این راهنما بازنگری نشریه شماره ۱۳۷ سازمان برنامه و بودجه تحت عنوان «راهنمای بهره برداری و نگهداری از مخازن آب»، جمع آوری اطلاعات و پژوهش در زمینه ظرفیت بالقوه سلامت ملی (عمومی) که تلویحا در ارتباط با مخازن سرپوشیده آب است، می باشد.

این نشریه، برای تکمیل و به روز نمودن شرایط بهره برداری و نگهداری از مخازن آب شرب شهری و روستایی تهیه شده است.

- دامنه کار برد

مطالبی که در این نشریه ارائه می گردد برای بهره برداری از مخازن ساخته شده در سیستم آبرسانی شهری و روستایی کاربرد دارد و شامل مخازن سدها، برکه ها و سایر موارد نمی شود.

فصل ۱

ملاحظات طراحی

۱-۱- معرفی انواع طرح‌های مخازن

در خصوص طراحی و ساخت مخازن موجود و در دست ساخت، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور طی نشریه‌های شماره ۳-۱۱۷ [۱]، ۱۲۰ [۵]، ۱۲۳ [۶]، ۱۲۴ [۱۲] و ۱۲۵ [۸] (که تعدادی از آنها در دست بازنگری است) دستورالعمل‌های لازم طراحی را ارائه نموده است و براین اساس اصول کلی طراحی مخازن معمول در ایران در سامانه آبرسانی شهرها و روستاها با توجه به جمیع شرایط به شرح زیر است:

۱-۱-۱- انواع مخازن

مخازن عموماً به‌منظور ذخیره آب خام، ذخیره آب پاک (مجاورت)، ذخیره برای توزیع، گندزدایی، تامین فشار، تقلیل فشار، جمع‌آوری، تلمبه‌زنی به بالادست و یا ترکیبی از این موارد، طراحی می‌گردند. برخی از خصوصیات این طرح‌ها به شرح زیر است:

۱-۱-۲- طرح هندسی

مقاطع افقی مخازن عموماً به شکل مربع، مربع مستطیل و در مواردی به شکل دایره و بندرت با توجه به موقعیت و اندازه زمین به شکل نامشخص که ترکیبی از چند مربع مستطیل است، می‌باشند. در مخازن با حجم زیاد (۵۰۰۰ مترمکعب و بالاتر) به لحاظ حرکت آب در مخزن، زمان ماند آب و ...، دیوارهای هدایت جریان آب باید تا تراز T.W.L طراحی شود تا مسیر آب از لوله ورودی به لوله خروجی در یک مسیر مشخص باشد. برای تعمیر، شستشوی مخزن و عدم قطع آب شبکه توزیع تحت پوشش و مخازن احتمالی بعدی فضای داخل مخزن را به دو یا چند بخش^۱ مستقل تقسیم شود که هر بخش به تنهایی به عنوان یک مخزن مستقل و کامل قابل بهره‌برداری باشد.

۱-۱-۳- موقعیت استقرار

مخازن با توجه به شرایط اقلیمی به صورت زمینی روباز (آب خام)، زمینی رو بسته (دفنی و نیمه دفنی با پوشش خاک‌ریزی روی آن و یا بدون پوشش) و هوایی، متناسب با نیاز و شرایط آب و هوایی طراحی می‌شوند.

۱-۱-۴- موارد استفاده مخازن

مخازن در سامانه‌های آبرسانی نظیر آبگیرها، خطوط انتقال، تصفیه‌خانه‌ها و شبکه‌های توزیع برای ذخیره، گندزدایی، شکستن فشار، تامین فشار، جمع‌آوری آب چاه‌ها و یا ترکیبی از آنها، در شهرها و روستاها مورد استفاده قرار می‌گیرند. جزییات بیش‌تر در بندهای بعدی مطرح می‌گردد.

۲-۱- تقسیم‌بندی مخازن براساس ظرفیت

حجم مخازن آب شرب بستگی به میزان مصرف منطقه تحت پوشش در سال هدف دارد، که در برآورد آن علاوه بر مقدار مصرف خانگی، مصارف اداری و عمومی، تجاری، فضای سبز، آتش‌نشانی، حسب مورد صنعتی و... منظور می‌گردد. در حال حاضر ظرفیت مخازنی که در دست بهره‌برداری است برای انواع زمینی آن از ۵۰۰ مترمکعب و هوایی از ۲۰۰ مترمکعب به بالا است، هرچند که امکان دارد در شهرها و روستاها مخازن زمینی و هوایی با ظرفیت کم‌تر هم موجود باشد. ظرفیت مخزن برای شبکه‌های توزیع بزرگ ممکن است افزون بر یک‌صد هزار مترمکعب باشد. بنابراین در بیش‌تر مخازن به‌لحاظ بهره‌برداری و نگهداری فضای مخزن، در چند قسمت مجاور و مرتبط به هم طراحی شده‌اند (بند ۱-۱-۲) که هر قسمت به تنهایی قابل بهره‌برداری و یا خارج از سیستم بهره‌برداری هستند. بنابراین با توجه به موارد اشاره شده تقسیم‌بندی مخازن برحسب ظرفیت هر قسمت مخزن به‌لحاظ امکان بهره‌برداری و نگهداری مناسب از آنها به تفکیک ظرفیت به‌شرح جدول (۱-۱) پیشنهاد می‌گردد:

جدول ۱-۱ - تقسیم‌بندی مخازن برحسب ظرفیت هر قسمت از مخازن موجود (برحسب مترمکعب)

ردیف	شرح	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	ملاحظات
۱	مخازن زمینی	تا ۲۵۰۰	بیش از ۲۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰	بیش از ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰	ورود آب به مخازن ممکن است به‌صورت ثقلی و یا با استفاده از تلمبه باشد
۲	مخازن هوایی بتنی	تا ۱۰۰۰	بیش از ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰	_____	
۳	مخازن هوایی فلزی	تا ۵۰۰	بیش از ۵۰۰ تا ۲۰۰۰	_____	

- مخازن زمینی گروه دوم و گروه سوم به‌صورت چند قسمتی برای ذخیره مجموعاً تا ۷۰٫۰۰۰ مترمکعب نیز وجود دارد.

۳-۱- انواع مخازن به‌لحاظ نوع مصالح ساخت و سطوح داخلی

۱-۳-۱- مصالح ساخت

به‌طور کلی مصالح ساخت پی، دیوار و سقف مخزن با توجه به هزینه، زمان ساخت، عمر مفید، ظرفیت و استحکام در مقابل نیروهای داخلی فشار آب و خارجی مانند عکس‌العمل زمین و دیوارهای اطراف، سربارها مثل پوشش خاکی روی مخزن و اطراف آن، آب‌های زیرزمینی اطراف مخزن، سربارهای احتمالی روی زمین و خاکریزی اطراف مخزن و... با یکدیگر متفاوت هستند و هریک در یک یا چند عامل اشاره شده ممکن است نسبت به دیگری برتری داشته باشند.

در حال حاضر مصالح ساخت در مخازن موجود به ترتیب بیش‌ترین تعداد، به‌شرح زیر است:

- بتن مسلح
- فولادی
- مصالح بنایی همراه با تیرآهن یا تیرچه بلوک
- فایبرگلاس
- آهن و شیشه

۱-۳-۲- سطوح داخلی

سطوح داخلی در مخازن با مصالح بنایی، اندود ماسه سیمان است و در برخی از موارد کاشی کاری شده‌اند. در بسیاری از مخازن سطوح داخلی با رزین یا مواد شیمیایی مناسب (بند ۱-۴-۷-۲) پوشش داده شده است و یا با توجه به جنس مصالح بدون پوشش است.

در برخی موارد نیز از پوشش پلی‌مری استاندارد برای مخازن آب شرب استفاده گردیده است.

۱-۴-۴- انواع مخازن به لحاظ کاربری

۱-۴-۱- مخزن ذخیره آب خام^۱

این مخزن برای ذخیره و متعادل سازی آب خام تصفیه‌خانه‌ها طراحی می‌گردند که غالباً روباز می‌باشند و مورد بررسی در این مجموعه نیست.

۱-۴-۲- مخزن ذخیره مجاورت برای گندزدایی^۲

مخزنی که برای ایجاد زمان تماس آب با کلر و یا دیگر مواد گندزدایی‌کننده، به کار می‌رود مخزن مجاورت نامیده می‌شود و ظرفیت آن با توجه به زمان ماند لازم، ظرفیت تصفیه‌خانه، ظرفیت تلمبه‌ها، ظرفیت کلی آب تولیدی و نیازها، تعیین می‌شود. این نوع مخازن در تصفیه‌خانه‌ها به مخزن آب پاک^۳ معروف هستند.

۱-۴-۳- مخزن ذخیره^۴

این نوع مخزن به منظور ذخیره آب است که حجم آن براساس نتایج حاصل از محاسبات موجود در نشریه ۳-۱۱۷ [۱] و جدول شماره یک نشریه شماره ۱۲۳ تحت عنوان «ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی» (در حال بازنگری) انتخاب می‌شود. این مخزن ممکن است چند منظوره باشد، به عبارت دیگر شامل یک یا چند کاربری دیگر نیز باشد.

۱-۴-۴- مخزن فشار^۵

این نوع مخزن برای تامین فشار مناسب در شبکه توزیع است که آب با و یا بدون تلمبه به آن منتقل می‌شود.

۱-۴-۵- مخزن فشارشکن^۶

این مخزن در مسیر خطوط انتقال که کاهش ارتفاع در آن زیاد است در نقاط معینی برای به صفر رساندن فشار طراحی می‌شود.

-
- 1- Raw Water Storage Reservoir
 - 2- Contact Tank
 - 3- Treated Water Reservoir
 - 4- Storage Reservoir
 - 5- Pressure Reservoir
 - 6- Pressure Reducing Reservoir

۱-۴-۶- مخزن جمع‌آوری^۱

این مخزن معمولاً برای جمع‌آوری آب تولیدی یک مجموعه چاه در یک منطقه و انتقال آب آنها به نقطه مصرف طراحی می‌گردد که حسب نیاز با و یا بدون تلمبه‌خانه هستند. این مخازن در واقع به لحاظ کلرزی آب استحصالی از چاه‌ها یا ... مخازن مجاورت نیز می‌باشند.

۱-۴-۷- توصیه‌های طراحی

اصولاً طراحی و احداث مخازن براساس مطالعات مفصل در ارتباط با تامین، تقاضا، نوع عرضه، مصارف، کیفیت آب، اقلیم، شرایط اقتصادی و درآمدی، سطح رفاه، فرهنگ، توسعه و بسیاری دیگر از عوامل موثر برای دوره طرح صورت می‌پذیرد و چنان‌چه این مطالعات به درستی انجام شود و پروژه نیز براساس آن اجرا گردد، طبیعتاً بهره‌برداری بعدی نیز از روالی مطلوب برخوردار بوده و مدیریت آن با چالش‌های جدی روبرو نخواهد شد. با توجه به تجارب کسب شده از بهره‌برداری مخازن و حوادث پیش آمده درخصوص طراحی، ضمن رعایت مفاد بند ۱-۱ اعمال توصیه‌های زیر ضروری به نظر می‌رسد:

۱-۴-۷-۱- طراحی مخزن

- برآورد مصارف آب

مقدار آب برای مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی، فضای سبز، آتش‌نشانی و در روستاها دامداری و ... برای سال هدف که معمولاً معادل یک دوره عمر مفید سازه است، برآورد شود.

- اطمینان خاطر از عدم قطع آب

برای اطمینان خاطر از عدم قطع آب، حجم مخزن با توجه به موارد زیر باید تعیین گردد:
میزان مصرف در شبکه توزیع پایین دست، انتقال احتمالی آب به مخازن دیگر، رعایت حجم مازاد برای زمان قطع احتمالی لوله‌های ورودی (که براساس سیاست‌گذاری هر شرکت بهره‌بردار تعیین می‌گردد)، عدم سرریز آب، مدنظر قرار دادن نمودار بهینه بده ورودی‌ها و خروجی‌ها که براساس توجیه اقتصادی ساخت و بهره‌برداری تهیه می‌شود.

- جریان نهرگونه^۲

در داخل قسمت‌های مخزن زمینی گروه ۲ و ۳ (جدول ۱-۱) برای ایجاد جریان نهرگونه آب و بهره‌گیری از تمامی حجم مفید مخزن و حذف نقاط مرده از دهانه لوله ورودی به طرف دهانه لوله خروجی به منظور جلوگیری از راکد ماندن بخشی از آب داخل مخزن، دیوارهای گردشی پیش‌بینی گردد.

- حذف گوشه قائم

گوشه‌های قائمه دیوارهای مخزن برای جلوگیری از راکد ماندن آب در آن قسمت، گرد طراحی شوند.

- دریچه‌های بازدید

دریچه‌های بازدید و ورود به مخزن به ابعاد حداقل 80×100 سانتی‌متر و به ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر بالاتر از تراز بالای سقف مخزن با قفل برای حفاظت کامل مخزن، پیش‌بینی شود و در دو دیوار آن دریچه هواکش با تمهیدات ایمنی کامل به‌لحاظ ورود حیوان و حشرات همراه با نردبان و روشنایی سطح آب مخزن، طراحی گردد.

۱-۴-۷-۲- پوشش مخزن

با توجه به آن که آب به مرور زمان اثرات تخریبی بر فولاد و بتن دارد، داخل و خارج مخازن فلزی و عندالزوم داخل مخازن بتن مسلح باید با رزین یا مواد شیمیایی مشروحه زیر که بر روی کیفیت آب و مصالح مخزن اثر نامطلوب ندارد، پوشش داده شود.

- رزین اپوکسی^۱
- وینیل^۲
- لعاب کاری^۳
- قطران ذغال سنگ^۴

این موارد از مرجع شماره [۱۷] استخراج شده است.

۱-۴-۷-۳- پیش‌بینی سازه‌های جانبی و تجهیزات

الف- ساختمان اداری و بهره‌برداری

- ساختمان کنترل و بهره‌برداری

ساختمان کنترل و بهره‌برداری مخازن ترجیحا باید در نقطه‌ای احداث شود که دید مستقیم به بخش‌های حساس تاسیسات و درب ورودی را دارا باشد. طراحی ساختمان کنترل و بهره‌برداری باید اقتصادی و فشرده باشد ضمن این‌که باید شامل بخش‌های مجزای زیر هم باشد:

- سرویس بهداشتی و حمام با سپتیک مناسب
 - آبدارخانه و غذاخوری
 - اتاق استراحت کوتاه مدت و نمازخانه، متناسب با نوع نوبت‌کاری
- تجهیزات اتاق کنترل و بهره‌برداری عبارتند از:

- رایانه مناسب و نرم‌افزار اختصاصی برای ثبت اعداد و ارقام بهره‌برداری ساعتی، تهیه گزارش‌ها، آمار لازم، تحلیل اولیه و ارسال آنها به مرکز مدیریت آبرسانی از طریق اینترنت
- ارتباط هم‌زمان بین اتاق کنترل مخزن و مرکز مدیریت آبرسانی از طریق اینترنت
- امکانات ارتباطی مانند: بی‌سیم، تلفن ثابت، تلفن همراه و
- میز و نمایش‌گر مورد نیاز
- روشنایی، سرمایش، گرمایش و تهویه مناسب استاندارد
- ضدسرقت و رمزدار بودن درب ورودی و داشتن حفاظ مقاوم برای پنجره‌ها
- موتور ژنراتور برق اضطراری یا U.P.S^۱ (سیستم برق بدون وقفه) حسب امکان برای برقراری و استمرار کار تجهیزات ابزار دقیق، رایانه و روشنایی
- قفسه کمک‌های اولیه برای مسمومیت‌ها به‌ویژه ترکیبات کلر، برق گرفتگی، شکستگی اعضا، بریدگی و امثالهم

ب- خطوط ورودی و خروجی و شیرهای مربوط

ج- کنترل سطح آب

د- سرریز و لوله انتقال آب سرریز شده احتمالی

ه- سیستم تخلیه آب مخزن

و- شیرهای نمونه‌گیری

ز- سازه‌ای به منظور جلوگیری از ورود شن و ماسه به داخل مخزن از لوله ورودی

ح- راه‌های دسترسی به مخزن

ط- نرده حفاظ برای جلوگیری از سقوط کارگران به داخل حوضچه‌ها

ی- سازه‌ای به منظور جلوگیری از ورود ماسه و آب شستشو به داخل لوله خروجی و مجهز به آشغالگیر

ک- پوشش خاکی روی مخازن دفنی و نیمه دفنی

ل- رنگ‌آمیزی داخل و خارج مخازن فلزی

برای طراحی این سازه‌ها به لحاظ بهداشتی و کیفی می‌توان به منابع زیر رجوع نمود:

- بهداشتی [۱۸]

- کیفیت آب [۱۹]

۱-۴-۷-۴- استحکام سازه

درخصوص طراحی مخازن و استحکام سازه در مقابل انواع بارهای وارده علاوه بر رعایت استانداردها باید از آخرین نسخ

نشریه‌های مرتبط (در بند ۱-۱) و آیین‌نامه‌های معتبر ایرانی به شرح زیر:

- مقررات ملی ساختمانی ایران - مباحث بیست گانه [۹]

- آیین نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله [۱۰]
- سایر نشریات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور مرتبط با طراحی و ساخت مخزن و در صورت عدم وجود موضوع مورد نظر در آیین‌نامه‌های داخلی از آیین‌نامه‌های معتبر جهانی مانند (AWWA) استفاده شود.

۱-۴-۷-۵- تجهیزات ایمنی و مراقبتی

- تجهیزات ایمنی و مراقبتی از دو دیدگاه زیر:
- رفتار مخزن، آب ورودی، آب جاری مخزن و آب خروجی متناسب با امکانات دریافت (تولید و تصفیه) و توزیع (مصرف عادی و اضطراری)
- ورود و خروج افراد مجاز و غیرمجاز، وقوع حوادث غیرمنتظره قابل مشاهده باید مورد بررسی قرار گیرد و حسب نیاز طراحی گردد.

۱-۴-۷-۶- تمهیدات بهداشتی آب در جریان^۱

عوامل تاثیرگذار و تمهیدات لازم در بهداشت آب در داخل مخازن عبارتند از:

- سن آب در جریان از مخزن

طراحی مخازن آب شرب باید به صورتی باشد که سن آب را به حداقل قابل قبول از نقطه نظرات بهداشتی، اقتصادی و مهندسی برساند. چرخش آب در سامانه هیدرولیکی مخزن از ایجاد مناطق راکد جلوگیری می‌کند. چنانچه ورودی مخزن نیز به‌طور صحیح طراحی شود، آب ورودی اختلاط لازم را در مخزن فراهم می‌آورد به شرطی که این فرایند مسیری طولانی را در مخزن طی نماید و آب ورودی بتواند جریان آشفته‌ای را فراهم کند. برای اطلاعات بیشتر در این مورد به پیوست شماره ۱ مراجعه شود.

۱-۵- انواع شیرها

شیرها علاوه بر این که برای یک موضوع خاص (قطع و وصل، تخلیه هوا، آتش‌نشانی، یک‌طرفه و ...) ساخته می‌شوند، برای موارد کنترل سرعت، کنترل فشار و ... نیز طراحی می‌گردند که به آن‌ها شیرهای کنترلی گفته می‌شود. قبلاً شیرها عموماً دستی کنترل می‌شدند ولی اخیراً با پیشرفت تکنولوژی انواعی از این شیرها مجهز به سامانه‌های الکتریکی، نیوماتیک، الکترونیکی و هیدرولیکی شده‌اند که با برنامه‌ریزی خاص از طریق سیستم‌های PLC^۲ و SCADA^۳ (به بند ۱-۶ مراجعه شود) به صورت محلی و از راه دور بهره‌برداری می‌شوند. برخی از فاکتورهای کنترلی عبارتند از زمان، تغییرات فشار، گذر حجمی، جهت جریان و ... برای اطلاعات بیشتر به نشریه شماره ۵۲۹ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور تحت عنوان «راهنمای انتخاب نوع و موقعیت شیرآلات و بهره‌برداری از آنها» مراجعه گردد.

انواع شیرهایی که به کارگیری آنان در مخازن معمول می‌باشد به شرح زیر است:

۱- آب در جریان عبارت است از آب معینی که در مسیر معین سامانه به لحاظ رعایت ملاحظات فنی، بهداشتی و ... از مسیرهای از پیش تعیین شده عبور نماید.

2- Programable Logic Control

3- Supervisory Control and Data Acquisition

۱-۵-۱- شیرهای ورودی مخزن

- شیر سوزنی^۱
- شیر کشویی^۲
- شیر پروانه‌ای^۳
- شیرهای پروانه‌ای فلنج‌دار^۴
- شیرهای پروانه‌ای بدون فلنج^۵
- شیر کنترل سطح آب^۶
- شیر فشارشکن^۷

به‌طور متعارف برای کنترل فشار در مدخل ورودی از خط انتقال به مخزن و کاهش فشار آب ورودی از این شیر قبل از شیر

سوزنی استفاده می‌گردد.

- شیر تخلیه هوا^۸

شیرها یک نوع شیر خاص است که ورود و خروج هوا را به داخل و یا خارج لوله میسر می‌سازد و انواع آن عبارت است از:

- شیرهای هوای تک روزنه^۹
- شیرهای هوای دو روزنه^{۱۰}
- شیرهای هوای سه روزنه^{۱۱}
- شیرهای هوای خلاشکن^{۱۲}
- شیر کنترل اتوماتیک پابلوت‌دار^{۱۳}

شیرهای کنترل اتوماتیک پابلوت‌دار به شیرهایی گفته می‌شوند که برای به کار انداختن آن غالباً نیازی به انرژی خارج از سیستم نیست زیرا برای راه‌اندازی آن از انرژی سیال خط لوله استفاده می‌شود. انواع این شیر به شرح زیر است:

- شیرهای ثابت نگهدارنده فشار^{۱۴}
- شیرهای کنترل جریان^{۱۵}

1- Nidell Valve

2- Gate Valve

3- Buter Fly Valve

4- Butterfly Valves Flanged Type

5- Butterfly Valves Wafer Type

6- Floater Valve (به‌وسیله‌ی یک شناور در سطح آب، دریچه شیر با کم و زیاد شدن ارتفاع سطح آب باز و بسته می‌شود.)

7- Pressure Reducing Valve

8- Air Valve

9- Air Valves Single Chamber Type

10- Air Valves Double Chamber Type

11- Air Valves Treble Chamber Type

12- Air Valves Disk Type

13- Automatic Control Valves

14- Pressure Sustaining Valves

15- Rate Of Flow Control Valves

- شیرهای کنترل سطح آب مخازن^۱
- شیرهای قطع و وصل سولونوییدی (الکتریکی)^۲
- شیراطمینان^۳
- شیر کروی^۴ [۳]

شیر کروی در ورودی مخازن جهت کنترل بده ورودی به کار می‌رود. این شیر می‌تواند به صورت دستی و یا محرک الکتریکی تنظیم و مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۵-۲- شیرهای خروجی مخزن

در خروجی مخازن نیز از انواع شیرهای قطع و وصل، انواع شیرهای کنترلی یکطرفه و نگهدارنده آب مخزن به شرح زیر استفاده می‌شود:

- شیر کشویی
- شیر پروانه‌ای
- شیر یکطرفه^۵
- شیرهای یکطرفه وزنه‌ای ترمزدار^۶
- شیرهای یکطرفه نازل دار^۷
- شیرهای یکطرفه لولایی^۸
- شیر کنترل نگهدارنده آب مخزن^۹

با توجه به ویژه بودن موضوع، شایان توجه است که این شیر بر روی لوله خروجی مخزن برای ممانعت از تخلیه سریع آب مخزن در مواقع اضطراری مانند وقوع زلزله و یا شکستگی لوله و ... به کار می‌رود و از سرعت آب در لوله خروجی و یا ارتعاشات ناشی از وقوع زلزله متاثر و تنظیم می‌شود و به صورت خودکار (هیدرولیکی) عمل می‌کند.

۱-۵-۳- شیر تخلیه

معمولاً به دو صورت نیاز به تخلیه آب مخزن پیش می‌آید:

- برای تخلیه آب باقیمانده در کف مخزن که از طریق لوله خروجی مقدور نیست، در فواصل معینی بسته به سطح کف مخزن و یا هر قسمت، تعدادی چاله در انتهای شیب‌بندی برای تخلیه آب احداث می‌گردد. سپس به وسیله لوله‌هایی به قطر مناسب آب‌های جمع شده در این چاله‌ها به یک یا چند حوضچه در خارج از کف مخزن هدایت می‌شوند و در انتهای

1- Altitude level Control Valves (با ارتفاع ستون آب در مخزن، سطح آب را کنترل می‌کند.)

2- Solenoid Control Valves

3- Relief Valves

4- Globe Valve

5- Check Valve

6- Check Valves With Counterweight

7- Check Valves Nozzle Type

8- Swing Check Valves

9- Burst Safety Valve

لوله داخل هر حوضچه نیز یک شیر کشویی نصب می‌گردد. سپس آب هر حوضچه به چاهک و یا مجاری مجاز به‌طور متعارف به‌صورت ثقلی تخلیه می‌گردد.

– تخلیه آب خارج از کنترل سیستم ورودی مزاد بر ظرفیت که وارد مخزن می‌شود، می‌باید از طریق سیستم سرریز به مجاری مجاز هدایت شود. در انتهای لوله سرریز باید از دریچه‌های لولایی استفاده شود که تخلیه آب به سادگی مقدور باشد ولی از ورود حیوانات به داخل لوله کاملاً جلوگیری نماید.

۱-۶- انواع ابزار دقیق و کنترلی

تجهیزات الکترومکانیکی مخازن از تنوع گسترده‌ای به لحاظ طراحی برخوردار است، مانند سیستم‌های فرمان دستی و کنترل از راه دور که طراح می‌تواند متناسب با طرح از آنها استفاده نماید. برای بهره‌برداری مخازن از سامانه‌هایی بنام اسکادا استفاده می‌شود. اسکادا علامت اختصاری یک واژه انگلیسی به معنای پایش، کنترل و جمع‌آوری داده می‌باشد. اسکادا یک سیستم کنترل و نظارتی است که اطلاعات را جمع‌آوری کرده و سپس این اطلاعات را پردازش می‌نماید. به‌عبارتی اسکادا یک قابلیت است به‌طوری‌که نظارت و کنترل عملیاتی بهره‌بردار را که در ایستگاه‌های گوناگون و دوردست پخش شده‌اند به‌صورت قابل ملاحظه‌ای متمرکز و کاهش می‌دهد.

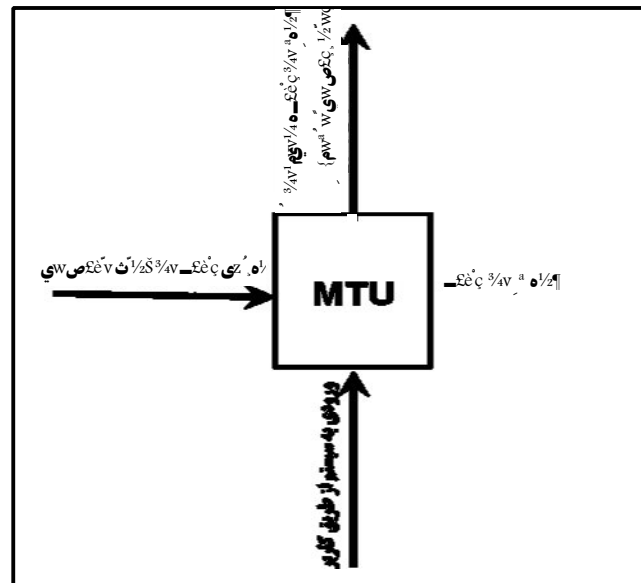
به‌طور کلی سامانه‌های کنترل و اسکادا از قسمت‌های زیر تشکیل شده‌اند:

- واحد کنترل مرکزی (MTU)^۱
- ایستگاه‌ها (RTU)^۲
- وسایل ارتباطی^۳
- ابزار دقیق

واحد مرکزی (MTU) اطلاعات دریافتی از ایستگاه‌ها (RTU) و یا (PLC)ها را گرفته و آن را برای کاربران نمایش می‌دهد. ارتباط بین واحد مرکزی و ایستگاه از طریق بسترهای ارتباطی^۴ برقرار می‌شود. این ارتباط همانند شیوه ارتباطی رییس و مرئوس^۵ می‌باشد. بدین معنی که یکی همیشه صادرکننده فرامین و دیگری مجری آنهاست.

با توجه به مراتب فوق هر ایستگاه خود می‌تواند یک ایستگاه مرکزی باشد و این ایستگاه مرکزی با چندین (PLC) و ابزارهای دقیق مرتبط گردد. از این‌رو در طرح‌های کوچک یک مخزن نیز همانند یک ایستگاه مرکزی می‌تواند عمل نماید. شکل (۱-۱) به‌طور شماتیک نمایش ورودی و خروجی ایستگاه مرکزی را نشان می‌دهد.

-
- 1- Master Terminal Unit
 - 2- Remote Terminal Unit
 - 3- Communication Equipments
 - 4- Equipments Communication
 - 5- Master and Slave



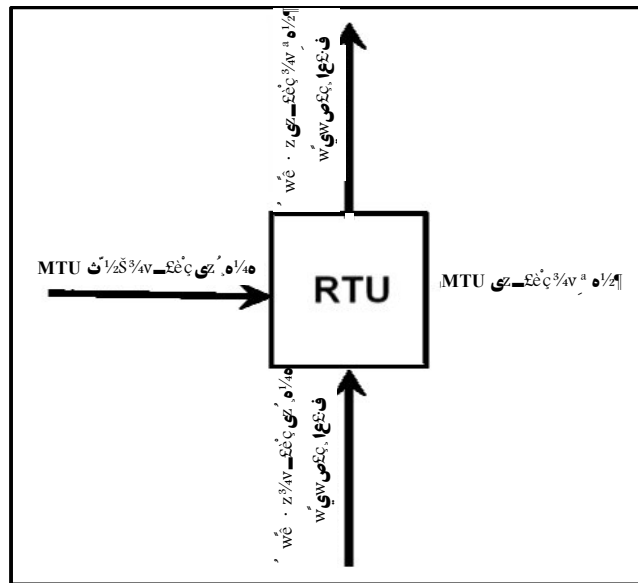
شکل ۱-۱- نمایش ورودی و خروجی ایستگاه مرکزی

تجهیزات ایستگاه اصلی (MTE)^۱ شامل دو رایانه و اجزای جانبی است. یک رایانه اصلی به‌طور دائم و دیگری آماده به کار^۲ می‌باشد. محل فیزیکی این رایانه‌ها در مرکز کنترل بوده و جهت انجام برنامه‌ها به‌صورت در خط^۳ در سیستم اسکادا مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بیش‌تر سخت‌افزارهای اسکادا فلسفه افزونگی^۴ مطرح است. این دو رایانه اطلاعات را هم‌زمان از شبکه دریافت می‌کنند و باهم به‌طور مستقیم ارتباط دارند. تمام تغییرات بانک‌های اطلاعاتی^۵ از طریق بهره‌بردار در هر دو رایانه هم‌زمان انجام می‌شود ولی یکی از رایانه‌ها به‌عنوان رایانه اصلی در خط قرار دارد و دیگری تحت عنوان آماده به کار انجام وظیفه می‌نماید. این رایانه در یک محل امن و حفاظت شده نصب می‌گردد تا در مواقع بروز حوادث مثل زلزله، بمباران‌های هوایی، و یا سایر حوادث غیرمترقبه مصون بماند از این رایانه بیش‌تر برای محاسبات ریاضی و آماری استفاده می‌شود.

اطلاعات ارسالی از ایستگاه به مرکز، مرتبط به سخت‌افزاری است که خروجی ترانسدیوسرها^۶ و تجهیزات دیگر را تبدیل به سیگنال‌های فشار ضعیف می‌کند تا برای ایستگاه‌ها قابل استفاده باشد. این اطلاعات استاندارد شده و از طریق ایستگاه‌ها با سیستم‌های ارتباطی به مرکز فرستاده می‌شوند.

حجم اطلاعات ارسالی بستگی به هوشمندی ایستگاه دارد. مثلاً در ایستگاه‌های هوشمند، اطلاعات آنالوگی و یا دیجیتالی تغییر یافته به مرکز ارسال می‌شوند. بدین ترتیب از حجم ارسال اطلاعات به مرکز کاسته می‌شود. شکل (۱-۲) به‌طور شماتیک ورودی و خروجی‌های یک ایستگاه هوشمند را نشان می‌دهد. در اینجا مخزن همانند یک ایستگاه عمل می‌نماید و اطلاعات به مرکزی ارسال می‌شود که چندین ایستگاه دیگر را کنترل و نظارت می‌نماید.

- 1- Master Terminal Equipment
- 2- Stand by
- 3- Online
- 4- Redundancy
- 5- Data Base
- 6- Transducer



شکل ۱-۲- ورودی و خروجی‌های یک ایستگاه هوشمند

برای ارتباط بین ایستگاه‌ها از سامانه‌های ارتباطی مانند: کابل، خط تلفن، تلفن همراه، کابل نوری، امواج رادیویی، ماکروویو، و... استفاده می‌شود.

انواع ابزارهای دقیق و کنترلی که در مخازن مورد استفاده قرار می‌گیرند عمدتاً عبارتند از:

۱-۶-۱- دستگاه‌های اندازه‌گیری بده ورودی و خروجی

برای اندازه‌گیری مقادیر آب ورودی به مخزن و خروجی از مخزن با توجه به بده طراحی از انواع بده‌سنج‌ها به‌شرح زیر استفاده می‌شود:

- دستگاه‌های اختلاف فشار «ونتوری متر، فلو نازل و اریفیس پلیت»
- کنتورهای مکانیکی
- کنتورهای روتامتر^۱
- کنتورهای فراصوتی^۲
- کنتورهای مغناطیسی^۳

۱-۶-۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح آب مخزن (مکانیکی و الکترونیکی)

برای اندازه‌گیری سطح آب (ارتفاع آب) مخزن از ارتفاع‌سنج‌های زیر استفاده شده است:

- ارتفاع‌سنج‌های مکانیکی

1- Rota flow Meter
2- Ultrasonic flow Meter
3- Magnetic flow Meter

- اندازه گیر سطح آب^۱
- شیشه مشاهده و اندازه گیری ارتفاع آب^۲
- خطکش اندازه گیری
- ارتفاع سنج های الکترونیکی
- دستگاه حس گر فشار^۳
- دستگاه فراصوتی^۴

۱-۶-۳- دستگاه اندازه گیری فشار

روش های زیادی برای اندازه گیری فشار مطرح می باشد ولی همه آنها مبتنی بر فرمول $P=F/A$ می باشد. در این فرمول P فشار و F نیرو و A سطحی است که نیروی F بر آن اثر می کند. فشار آب داخل مخزن به صورت مکانیکی، الکترونیکی و نیوماتیک قابل اندازه گیری است.

- نوع مکانیکی
- دستگاه بوردون تیوب^۵
- دستگاه حلزونی و مارپیچی بوردون تیوب^۶
- فشارسنج دیافراگمی^۷
- نوع الکترونیکی
- فشارسنج های خازنی^۸
- حس گرهای فشار کوارتز الکترو استاتیک^۹
- حس گرهای فشار پیزو رزستیو^{۱۰}
- حس گرهای فشار کوارتز رزونانت^{۱۱}

-
- 1- Float Gauges
 - 2- Sight Glasses
 - 3- Pressure Sensor
 - 4- Ultrasonic
 - 5- Bourdon Tubes
 - 6- Spiral and helical Bourdon Tubes
 - 7- Diaphragm Pressure Elements (Manometers)
 - 8- Capacitance Manometers
 - 9- Quartz Electrostatic Pressure Sensors
 - 10- Piezo Resistive Pressure Sensors
 - 11- Quartz Resonant Pressure Sensors

۱-۶-۴- دستگاه اندازه‌گیری دمای آب مخزن

کاربرد سنجش دما در سامانه‌های آب کم‌اهمیت‌تر از سنجش فشار و سطح آب مخازن است با وجود این قسمت‌هایی از فرایند تصفیه آب به دما بستگی دارد، به همین دلیل سیگنال‌های دما بسیار مهم و مورد نیاز هستند. هم‌چنین اندازه‌گیری دما عملکرد تلمبه‌های بزرگ را که در شرایط غیرعادی کار می‌کنند، مکرراً آشکار می‌سازد.

– دستگاه‌های دماسنج مقاومتی^۱

– ترموکوپل‌ها

۱-۶-۵- تحلیل گرها^۲

با افزایش نیاز به تلاش بیش‌تر برای ارتقای کیفیت آب، تحلیل‌گرها جهت اندازه‌گیری پارامترهای فرایند حفظ کیفیت آب در سامانه‌های آب مکرراً به کار می‌روند. مواردی که قبلاً در مورد حس‌گرهای تصفیه آب اشاره شد با بحث تحلیل‌گرها کامل می‌گردد.

۱-۶-۶- دستگاه اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده

معمولاً در جاهایی که از کلر برای گندزدایی آب شرب استفاده می‌شود به‌ویژه در فرایندهای تصفیه‌خانه آب، نظارت و کنترل کلر باقی‌مانده در آب الزامی است. به همین منظور دو نوع سامانه مدیریت و کنترل کلر باقی‌مانده در مخازن، به کار می‌روند.

نوع اول دارای یک جستجوگر غشایی غیرقابل نفوذ می‌باشد که فقط اجازه می‌دهد که کلر از طریق سامانه غشایی انتهایی جستجوگر نفوذ کند. کلر غلیظ که از سامانه غشایی عبور می‌کند در الکتروود سامانه یک جریان ایجاد می‌کند. مقدار این جریان متناسب با میزان کلر عبور کرده از غشا است.

نوع دوم تحلیل‌گر مقدار کلر باقی‌مانده از نوع آمپرومتریک (اندازه‌گیر جریان الکتریکی) است. دو فلز غیرهمجنس در سلول اندازه‌گیری که شامل یک الکتروود است قرار داده می‌شود. بین دو الکتروود یک ولتاژ اعمال می‌گردد. در این صورت جریان ایجاد شده بین دو الکتروود متناسب با مقدار کلر موجود در محلول می‌باشد.

۱-۶-۷- سایر دستگاه‌های اندازه‌گیری

دستگاه‌های اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، کدورت‌سنج و دستگاه اندازه‌گیری pH نیز ممکن است به ندرت در مخازن مورد استفاده قرار گیرد. بدین سبب شرح مختصر آن‌ها در پیوست شماره ۲ آمده است.

۱-۷-۱- سازه و تمهیدات حفاظتی

نوع سازه‌های حفاظتی مخازن با توجه به مسایل امنیتی و بسته به موقعیت محل به‌لحاظ شرایط اقلیمی، مجاورت با مسیل‌های فصلی، دامنه کوه یا تپه و ... متنوع می‌باشد که می‌توان برخی از آنان را به شرح زیر:

– دیوار اطراف محوطه مخزن

- دیوار حفاظت در مقابل سیلاب
 - سازه تغییر مسیر آب‌های جاری سطحی اطراف محوطه مخزن
 - سازه جمع‌آوری آب‌های زیر زمینی اطراف مخزن تا عمق نیم تا یک‌متر پایین‌تر از سطح کف شالوده مخزن و انتقال آن به لوله تخلیه
- را نام برد، که براساس شرایط محلی و نیاز طراحی می‌شوند.

فصل ۲

بهره‌برداری

۱-۲ - کلیات

در فصل اول دیده شد مخازن آب شرب آن بخش از سازه سامانه آب شرب که با اهداف گوناگون نظیر ذخیره آب برای مصارف مرتبط، تامین فشار، کاهش فشار، گندزدائی و ... است، می‌باشد که در مسیر لوله‌های انتقال، آبرسانی و شبکه توزیع قرار دارند. این مخازن برحسب اهداف پیش‌بینی شده ممکن است شامل مجموعه‌ای از تاسیسات مختلف به شرح زیر باشند:

- تلمبه‌خانه، چاه آب، سیستم گندزدایی و ...
- شیرها، دستگاه‌های اندازه‌گیری بده ورودی، بده خروجی، سطح آب در مخزن، کیفیت آب، فشار، دما و ...
- دریچه‌های بازدید مخزن، دریچه‌های بازدید شیرها و ...
- سیستم‌های کنترل حفاظتی نظیر روشنایی محوطه، فضا و سطح بالای آب در داخل مخزن، سامانه مدار بسته الکترونیکی داخل و خارج مخزن و ...
- سامانه برق اضطراری
- ساختمان بهره‌برداری، نگهبانی و اتاقچه شیرها
- و ...

نظر به اینکه تقاضای آب از سوی مشترکین مسکونی، غیرمسکونی، مصارف اضطراری آتش‌نشانی، حوادث و ... در طول شبانه روز متغیر است، بنابراین برنامه‌ریزی به لحاظ میزان مناسب آب ورودی به مخزن، مصارف مشترکین تحت پوشش شبکه و آب خروجی احتمالی از آن برای مخازن دیگر باید به نحوی صورت پذیرد که آب به‌طور مستمر با کمیت و کیفیت مطلوب، در جریان باشد. برای رسیدن به این هدف توجه به موارد زیر ضروری است:

- حفظ مقادیر بیشینه و کمینه ارتفاع آب در مخزن

ارتفاع آب در مخازن به لحاظ بیشینه باید در سطحی قرار گیرد که موجب سرریز نگردد و ارتفاع کمینه نیز در تراز باشد که حداقل فشار لازم در تقاضا برای آب خروجی مخزن، تامین شود که بده مصرف لحظه‌ای را در هر لحظه از شبانه روز میسر سازد.

- رعایت سن آب

سن آب، متغیر تعیین کننده‌ای در کیفیت آب شرب در مخازن ذخیره است. در بهره‌برداری، سن آب در مخازن به وسیله جابه‌جایی و زیر و رو کردن آب مخازن و همین‌طور نوسانات ارتفاع آب در طی شبانه روز، مدیریت می‌شود. جابه‌جایی یا زیر و رو شدن کامل آب مخازن در یک دوره ۳ تا ۵ روزه یک ضرورت بهره‌برداری است که می‌باید برای آن برنامه‌ریزی شود. ضمن آن که هر مخزن ویژگی‌ها و اهداف خاص خود را دارد که می‌باید مورد توجه قرار گیرد.

- رعایت کیفیت آب

در مدیریت کیفیت آب مخازن باید کیفیت آب ورودی مورد توجه قرار گیرد ضمن آن که پارامترهای مهم دیگری نیز می‌باید مدنظر قرار گیرد از جمله شرایط زیست محیطی، زمان ماند آب، مصرف آتش‌نشانی و رعایت زمان‌های لازم جهت بازدید، تعمیرات احتمالی مخزن، تاسیسات و تجهیزات مخزن که برای انجام آن می‌باید آب مخزن تخلیه گردد.

- سایر موارد پیش‌بینی نشده

البته باید توجه داشت که اصول کلی اشاره شده همراه با حفاظت فیزیکی در همه مخازن به تناسب موقعیت، ابعاد، نوع تاسیسات جانبی و نوع تجهیزات با تفاوت‌هایی، باید مد نظر بهره‌برداران قرار گیرد.

چون بهره‌برداری از هر مخزن خصوصاً در شهرهای بزرگ مستقل از واحدهای تامین (آب سطحی و زیرزمینی)، انتقال، تلمبه‌خانه، تصفیه‌خانه و... نیست، بنابراین بهره‌برداری از هر مخزن شامل خدمات لازم قبل و بعد از مخزن نیز است که کاملاً به هم مرتبط بوده و ناهماهنگی‌های مدیریتی این دو بخش اثرات نامطلوب در بهره‌برداری از مخزن را به همراه خواهد داشت.

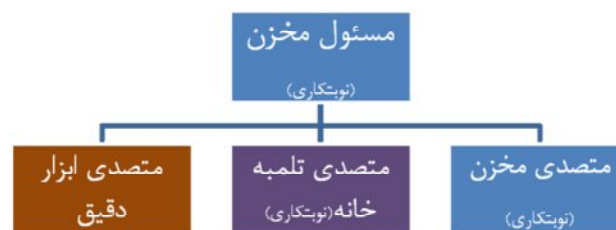
خدمات متنوعی در بهره‌برداری از مخزن وجود دارد که تخصص‌های هیدرولیکی، ابزار دقیق، سازه‌ای، مراقبتی و... را می‌طلبد که به‌جز یک تا دو تخصص آن که به‌طور مستمر و شبانه‌روزی است سایر موارد به‌صورت برنامه‌های، هفتگی، ماهانه، فصلی و یا اتفاقی مورد نیاز می‌باشد. بنابراین در این بازنگری بیش‌تر به تخصص‌های مستمر توجه می‌گردد.

۲-۲- ارائه ساختار سازمانی مناسب بهره‌برداری مخازن به تناسب ابعاد و نوع تجهیزات

ساختار سازمانی برای هر مخزن آب شرب با توجه به وجود و یا عدم وجود تاسیساتی نظیر تلمبه‌خانه، چاه تامین آب، تجهیزات گندزدایی، فضای سبز، فعالیت‌های مراقبتی، نگهداری و تعمیرات و محیط کار (دفتر، کارگاه، انبار، باغبانی، نظافت و...) متغیر است.

به‌طوری‌که دیدیم فعالیت‌های متنوعی برای بهره‌برداری مخازن وجود دارد. ولی عمدتاً بسیار کوتاه مدت بوده و گاه ممکن است به‌صورت هفتگی، ماهانه، سالانه و اتفاقی برای مدت بسیار کوتاه (غالباً کم‌تر از نصف روز) نیز باشد. بنابراین برای این گونه فعالیت‌های کوتاه مدت ساختار سازمانی برای هر مخزن لزومی ندارد و شرکت‌های بهره‌بردار از امکانات سایر گروه‌های خدماتی خود برای آن استفاده خواهند کرد و یا در صورت وجود تعداد قابل توجهی مخزن، با توجه به صرفه و صلاح شرکت بهره‌بردار، واحد خدماتی خاصی برای کلیه مخازن به‌وجود خواهند آورد.

در نمودار (۲-۱) ساختار سازمانی مخزن برای آن بخش از فعالیت‌ها که به‌طور مستمر روزانه و یا شبانه‌روزی باید انجام پذیرد. نشان داده شده است:



نمودار ۲-۱- ساختار کلی سازمانی بهره‌برداری مخزن

ساختار فوق یک ساختار کلی است که برحسب آن که در مخزن در دست بهره‌برداری تاسیسات و تجهیزات وابسته وجود دارد یا خیر، پست‌های متصدی برای آن منظور می‌گردد.

مسئولیت نگهداری و حراست و همچنین باغبانی و نظافت به‌عهده مدیریت‌های ذیربط در شرکت‌های بهره‌بردار مربوط می‌باشد، که موضوع این تجدید نظر نیست.

۲-۲-۱- شرح وظایف کارکنان بهره‌برداری مخازن

- مسوول و متصدی مخزن موظف می‌باشند حداقل نیم‌ساعت زودتر از ساعت شروع کار در محل حضور یافته، ضمن هماهنگی با مسوول و متصدی نوبت کار در حال خدمت کلیه امور و جوانب بهره‌برداری را براساس چک لیست رسمی و ابلاغ شده بررسی و در صورت سلامت و مطلوب بودن پارامترهای کمی و کیفی بهره‌برداری به‌شرح زیر، تاسیسات را از نوبت کار قبلی تحویل گرفته و مراتب را به مرکز مدیریت آبرسانی شهر اعلام نمایند.
 - بررسی فیزیکی تاسیسات
 - بررسی بهره‌برداری به‌لحاظ کمی، کیفی و آمارهای بهره‌برداری
 - بررسی گزارش نوبت کار قبلی
 - بررسی گزارش حوادث، ورود و خروج افراد و نظایر آنها
 - بررسی وضعیت بالادست و پایین‌دست مخزن به‌لحاظ میزان آب در حال جریان
 - بررسی و آگاهی از آخرین دستورات
- مسوول و متصدی مخزن موظف‌اند که همواره بهره‌برداری را براساس جدیدترین دستورالعمل‌های ابلاغی به‌طور مطلوب به اجرا گذارند و در صورت رویا رویی با شرایط غیرمتعارف بلافاصله مرکز مدیریت آبرسانی و در صورت لزوم دیگر مقامات مرتبط را مطلع و با هماهنگی‌های لازم مشکلات را برطرف و موضوع را بلافاصله به‌طور کتبی گزارش نمایند.
- در صورتی که مخزن فاقد سیستم رایانه مرکزی و گزارش‌دهی خودکار باشد، مسوول و متصدی مخزن موظف‌اند که در راس هر ساعت آمار و ارقام کمی و کیفی بهره‌برداری و حوادث احتمالی را با ذکر جزئیات کامل و دقیق در فرم ۲۴ ساعته گزارش روزانه وارد و هماهنگی‌های لازم را با مرکز مدیریت آبرسانی به‌عمل آورند.
- مسوول و متصدی مخزن موظف به تهیه گزارش کار خود در پایان نوبت کاری بوده و ذکر دقیق و کامل تمام جزئیات الزامی است و این گزارش از مستندات رسمی برای تحویل نوبت کاری به مسوول نوبت کار بعدی است.
- مسوول و متصدی مخزن باید از قوانین کار و دیگر قوانین و مقررات در ارتباط با کارهای محوله آگاه بوده و آنها را رعایت نماید، به‌ویژه ترک محل کار و خالی‌گذارن اتاق کنترل به‌دلیل انجام کارهای دیگر قابل قبول نبوده مگر آن که به‌دلیل ماهیت کار با هماهنگی مرکز مدیریت آبرسانی انجام شود و موضوع در گزارش نوبت کاری به‌همراه دلایل آن ذکر گردد.
- مسوول و متصدی مخزن وقت، باید در آخرین ساعت کار با تکمیل گزارش‌ها، آمار و کارهای ناتمام شرایط را برای تحویل نوبت کاری به گروه بعدی مهیا نمایند.
- مسوول و متصدی مخزن و تلمبه‌خانه صرفاً به‌لحاظ پایان یافتن ساعت کار (نوبت کاری) مجاز به ترک اتاق کنترل تاسیسات نبوده و باید در اتاق کنترل تا حضور نوبت کاران بعدی باقی‌مانده و پس از تحویل رسمی تاسیسات، محل را ترک نمایند.
- در صورتی که در تحویل‌گیری تاسیسات دقت لازم صورت نپذیرد مسوولیت هرگونه کمی و کاستی به‌عهده مسوول و متصدی بهره‌برداری وقت است.

– زمان کاری مسوول و متصدی مخزن و تلمبه‌خانه به صورت نوبت کاری است ولی زمان کاری نگهبان و شرح خدماتش مشابه سایر همکارانش در واحدهای دیگر است.

۲-۳- تهیه سرفصل‌های آموزشی کارکنان بهره‌برداری

آشنایی مقدماتی با:

- آب‌شناسی، آلودگی آب، بیماری‌های منتقله و منتشره به وسیله آب
 - فرآیندهای تصفیه و گندزدایی آب و تاسیسات آبرسانی
 - لوله‌کشی، شیرآلات، الکتروپمپ‌ها
 - حفاری، تجهیز و بهره‌برداری از چاه‌های عمیق
 - هیدرولیک
 - الکتریسیته صنعتی
 - اپراتوری رایانه در حد انجام وظایف
 - ایمنی، بهداشت کار و محیط زیست HSE^۱
 - کمک‌های اولیه به‌ویژه در مسمومیت‌های شیمیایی، برق‌گرفتگی، شکستگی و امثالهم
 - نگهداری و بهره‌برداری از تجهیزات و تاسیسات آب
 - مدیریت ریسک و بحران
 - اصول تهیه گزارش و آمار بهره‌برداری از مخزن براساس دستورالعمل سازمان مربوطه
 - مکانیسم و بهره‌برداری تجهیزات ابزار دقیق
 - نگهداری و بهره‌برداری از مخازن آب شهر و روستا
- بدیهی است این مهارت‌های گوناگون و متعدد که حداقل در حد مقدماتی برای حفظ سلامت شهروندان و استمرار بخشیدن به ارائه خدمات آبرسانی شهری ضروری است در کوتاه مدت قابل فراگیری نمی‌باشد بنابراین کارکنان از بدو ورود به صورت کارآموز و متصدی مخزن باید آموزش‌های ضروری را فراگیرند.

۲-۴- شرایط احراز کارکنان بهره‌برداری مخزن

۲-۴-۱- مسوول

- سلامت کامل روانی و جسمانی با تایید پزشک معتمد شرکت ذی‌نفع
- متعهد و باحساس مسوولیت بالا درجهت ارائه خدمات مردمی (بدون نظارت مستقیم بالادست)

- دارا بودن حداقل فوق دیپلم فنی در یکی از رشته‌های عمران آب، مکانیک عمومی، تاسیسات شهری، فیزیک، برق و یا سایر رشته‌های مشابه
 - دارا بودن حداقل سه سال سابقه کار مفید در سمت متصدی مخازن آب
 - تسلط به رایانه شخصی و نرم‌افزارهای word و Excel
 - آشنایی به زبان انگلیسی در حدی که نیازهای کاری و رایانه‌ای مربوطه را برطرف نماید
- شرکت‌های بهره‌بردار در صورت نیاز می‌توانند قیود دیگر مورد نظر خود را اضافه نمایند.

۲-۴-۲- متصدی

- سلامت کامل روانی و جسمانی با تایید پزشک معتمد شرکت ذی‌نفع
 - متعهد و با احساس مسوولیت بالا در جهت ارائه خدمات مردمی (بدون نظارت مستقیم بالادست)
 - دارا بودن حداقل دیپلم فنی در یکی از رشته‌های فنی مرتبط
 - آشنایی به کار با رایانه شخصی و نرم‌افزارهای word و Excel
 - آشنایی به زبان انگلیسی در حدی که نیازهای کاری و رایانه‌ای مربوطه را برطرف نماید
- شرکت‌های بهره‌بردار در صورت نیاز می‌توانند قیود دیگر مورد نظر خود را اضافه نمایند.

۲-۵- مراقبت

همان‌طوری که مطالعات کیفی و پایش آب، شناخت مشکلات کیفی را میسر می‌سازد، بازدید مخزن نیز بسیاری از اطلاعات با ارزش را در این خصوص فراهم می‌آورد. بازدید داخل و خارج از مخازن می‌باید صورت پذیرد تا صحت و سلامت فیزیکی مخزن و در نتیجه سطح ایمنی و کیفیت آب قابل ارزیابی باشد. بازدید مخازن متناسب با نوع آنها مثل مخازن مدفون، هوایی، استوانه‌ای و... باید برنامه‌ریزی و اجرا گردد. در این ارتباط مسایل مهمی از جمله: احتمال خرابکاری، سن آب، وضعیت مخازن، برنامه تمیزکاری، سوابق نگهداری و تعمیرات، سوابق کیفیت آب، بودجه و کارکنان نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. استاندارد [۱۵] و [۱۷] برای مخازن فولادی و استاندارد [۱۹] برای مخازن بتنی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

آب نرم (دارای سختی کم) با قلیابیت و pH پایین می‌تواند سبب حل شدن سیمان بتن شده و ضمن نمایان شدن شن و ماسه بتن، سطح خشنی را برای جدار داخلی مخزن ایجاد نماید و بدین ترتیب آرماتورهای بتن در معرض خوردگی قرار می‌گیرند. تحت این شرایط در کف مخزن شن و ماسه جمع می‌شود که باید به آن توجه گردد.

۲-۵-۱- حفاظت فیزیکی و ایمنی

۲-۵-۱-۱- بازدید دوره‌ای سازه‌ای

بازدید ماهانه دوره‌ای سازه‌ای مخزن به تناسب نوع ساختمان سازه (بنایی، بتنی، فلزی)، انواع پوشش داخلی (اندود سیمان، رزین اپوکسی، وینیل، لعاب‌کاری، قطران ذغال‌سنگ، رنگ و...) و پوشش خارجی (اندود ماسه سیمان، قیر و گونی، خاکریزی، رنگ و...) هر سه ماه تا یک سال یک‌بار باید انجام شود و گزارش کاملی از سلامت و یا معایب احتمالی نظیر:

- خرابی جزئی پوشش داخلی و خارجی
- نقص در درز انبساط سقف، دیوار و کف در داخل مخزن
- نقص در درز انبساط سقف و دیوار در خارج مخزن
- ترک پوشش دیوارها، کف، ریزش بتن و نمایان شدن میلگردها
- نشست و ...

که در بازدید مشاهده می‌شود تهیه گردد.

۲-۵-۱-۲- بازدید دوره‌ای از سازه‌های حفاظتی

بازدید ماهانه و تنظیم چک لیست مربوط، به‌منظور کنترل و عیب‌یابی از سازه‌های حفاظتی مانند:

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

۲-۵-۱-۳- برنامه بازدید دوره‌ای از محوطه

با توجه به موارد ارائه شده مسوول حفاظت باید در طول شبانه روز هر دو ساعت یک‌بار ضمن گشت زنی در اطراف مخزن و داخل محوطه و دقت همه جانبه، فرم مربوط را تکمیل نماید.

چک لیست حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

- در داخل محوطه و اطاق‌ها شخص غیرمسوول مشاهده نشود. در غیر این صورت نام و علت حضور کاملاً گزارش شود.
- کلیه دریچه‌های ورودی به داخل مخزن و اطاقچه شیرها و قفل‌های مربوط بسته باشد. در غیر این صورت مورد گزارش شود.
- درب‌های ورود و خروج به محوطه سالم و بسته باشد. دیوارهای جانبی محوطه مخزن سالم است. در غیر این صورت مورد گزارش شود.

۲-۵-۱-۴- کنترل ورود و خروج

ورود و خروج کارکنان و اشخاص ثالث خصوصاً افراد غیرمجاز به‌لحاظ توجه به احتمال خرابکاری، لازم است به شرح زیر کنترل گردد:

- ثبت تاریخ، ساعات ورود و خروج، علت مراجعه و اقدامات انجام شده کلیه اشخاص و نیز مقصد ماموریت برای کارکنان مخزن
- کنترل و ثبت مصالح، تجهیزات و ابزار کار توسط کارکنان
- ممانعت از ورود افراد بیمار و غیرمجاز

۲-۵-۲- بازدید بهداشتی

مشکلات کیفی بالقوه آب در مخازن می‌تواند به صورت میکروبی، شیمیایی یا فیزیکی طبقه‌بندی شود. ازدیاد سن آب در مخازن مهم‌ترین عامل تباهی و زوال کیفیت آب است. زمان ماند طولانی آب که مترادف با افزایش عمر یا سن آب است می‌تواند سبب رشد میکروبی و تغییرات شیمیایی آب شود. افزایش سن آب در مخازن به دلیل زمان ماند و بلا استفاده ماندن آب در بخش‌هایی از مخزن و همین‌طور راکد شدن آب در سازه و جریان آب در مسیر نهرگونه در مخزن است. اختلاط ضعیف آب در مخزن که در شرایطی ممکن است لایه‌بندی آب هم به آن اضافه شود می‌تواند مشکلات را شدت بخشد زیرا مناطقی را در مخزن ایجاد می‌کند که عمر آب در این مناطق به‌طور قابل ملاحظه‌ای از عمر متوسط آب (۳ الی ۵ روز) در مخزن تجاوز می‌کند. مخازنی که به‌طور سری در خط انتقال و آبرسانی قرار دارند و آب به ترتیب از یکی به دیگری منتقل می‌شود مثل انتقال از یک مخزن به مخازن بالادست در یک سری از محدوده‌ها افزایش سن آب را در مخازن پایانی سبب خواهد شد.

هرچند که مخازن آب به‌طور معمول سازه بسته‌ای می‌باشند ولی نقاط متعددی وجود دارد که آلاینده‌ها و زواید می‌توانند به مخزن وارد شوند. این راه‌های ورودی می‌توانند شامل نقاط ضعف احتمالی در راه‌های دسترسی از سقف، اتصالات و متعلقات منصوبه، درزهای انبساط سازه سقف، لوله‌های تهویه و سرریز باشند.

جدول (۱-۲) به‌طور اجمالی نمایشگر مشکلات کیفی آب ناشی از ذخیره‌سازی در مخازن آب می‌باشد.

جدول ۱-۲- مشکلات شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی

شیمیایی	بیولوژیکی	فیزیکی
زوال ماده گندزا آلودگی‌های شیمیایی* تشکیل BOD طعم و بو	رشد میکروبی نیترات‌سازی* آلودگی‌های بیماری‌زا* طعم و بو	خوردگی دمای لایه‌بندی رسوب *

موارد ستاره‌دار (*) مشکلات کیفی آب هستند که بر سلامتی انسان مستقیماً اثرات نامطلوب دارند. تمام مواردی که در جدول (۱-۲) آورده شده است می‌توانند در نزول کیفیت مناسب آب موثر باشند. آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی آب اثرات بالقوه بیماری‌زایی متعددی دارند که در جدول (۱-۲) که از سوی EPA^۱ در سال ۲۰۰۲ ارائه گردیده، آورده شده است. این مواد می‌توانند در تماس طولانی و در مقادیر زیاد مشکلاتی را در سلامت آب ایجاد نمایند. توصیه می‌شود که آخرین تجدید نظر EPA مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۵-۲-۱- روش‌های جلوگیری از آلودگی‌ها

برای جلوگیری از آلودگی‌های اشاره شده در خصوص آب مخازن اقدامات زیر باید انجام شود:

- بازدیدها مطابق برنامه مربوط اجرا شود.
- موانع لازم برای جلوگیری از ورود افراد غیرمجاز به محوطه و داخل مخزن، مانند نگهبان، سامانه‌های مداربسته، توری‌های الکتریکی، سیستم اپتیک و لیزری، شوک‌های الکتریکی و ... ایجاد گردد.

- کاهش زمان ماند در مخزن به وسیله طراحی مناسب و برنامه‌آبگیری برای چرخش و زیر و رو شدن مناسب آب، پیش‌بینی شود.
- برای جلوگیری از ورود حشرات و جوندگان بر روی دهانه‌های (بدون دریچه) لوله تخلیه سرریز و مسیرهای تهویه توری مناسب نصب گردد.
- دریچه‌های دسترسی به داخل مخزن و سایر سازه‌های جانبی قفل و پلمپ گردند.
- تجهیزات حفاظت کاتودیک مخازن فلزی در بهره‌برداری قرارداشته باشند و تنظیمات آن مرتباً چک شود.
- از رنگ‌هایی که در ترکیب آنها سرب وجود دارد برای رنگ‌آمیزی داخل و خارج مخزن (به‌ویژه داخل آن) استفاده نشود. زیرا گزارش‌های NSF^۱ نشان داده است که سرب موجود در رنگ‌ها به آب اضافه می‌شود.
- دستورالعمل‌ها و استانداردهای مربوط به پوشش‌های داخلی و خارجی در مخازن رعایت گردد، زیرا در صورت عدم رعایت، مواد و ترکیبات شیمیایی پوشش‌ها موجب آلودگی آب می‌شوند.
- طراحی سیستم سازه‌ای مناسب برای ورودی آب مخزن به منظور جلوگیری از بهم خوردن رسوبات کف مخزن و ایجاد کدورت آب در هنگام پرشدن آن.
- توصیه می‌گردد در زمان تعمیرات مخزن، به‌ویژه در مورد شیرها و تجهیزات جانبی از مواد دارای پایه نفتی اکیدا استفاده نشود.

۲-۵-۱-۲-۱- آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی

چون در موقع شستشو، تعمیرات و بازبینی مخازن از نیروی انسانی استفاده می‌شود، بنابراین هرگونه آلودگی ناشی از این عملکرد و کارکنان عهده‌دار این فعالیت‌ها، منشا عمده آلودگی انسانی مخازن محسوب می‌گردند. بدین سبب ضروری است که کارکنان و کارگران مسوول از سلامت کامل برخوردار باشند. ضمناً نکات بهداشتی مربوط به ورود، خروج و کار در مخازن دقیقاً رعایت و کنترل گردد. گزارش‌هایی درخصوص آلودگی میکروبی آب شرب در یکی از مخازن آب شرب در یکی از کشورهای صنعتی در دست است که بررسی به عمل آمده موید دستکاری تجهیزات و متعلقات مخزن توسط ولگردان و افرادی که به اموال عمومی آسیب وارد می‌کنند، بوده است. لذا نقش کنترل و ایمنی تجهیزات مخازن آب در بسیاری از موارد شیوع یافتن بیماری‌های آب زاد، قابل کتمان نیست.

۲-۵-۲-۱-۲- سایر آلودگی‌های زیست محیطی

مهم‌ترین عوامل آلوده کننده آب مخزن، نفوذ آب‌های سطحی، ورود پرندگان، حیوانات موذی، حشرات، گرد و خاک از طریق دریچه‌های بازدید و آدم‌روها و احتمالاً هواکش‌ها است. بنابراین در کلیه موارد از دریچه‌های ورودی به داخل مخزن باید بازدید به عمل آید و از آبیند و سالم بودن آنها اطمینان حاصل شود. یکی دیگر از عوامل آلودگی مخازن غرقاب شدن شیرهای تخلیه یا انتهای لوله سرریز است.

ضمناً از رشد گیاهان بر روی پوشش مخازن زمینی نیز به‌وسیله روش‌های مکانیکی و سوزاندن جلوگیری و از کاربرد مواد شیمیایی مانند علف‌کش‌ها اجتناب شود.

بسیاری از آلودگی‌های مورد بحث ریشه در طراحی راه‌های دسترسی از سقف مخازن و راه‌های تهویه مخازن داشته است که آبیند نبوده‌اند.

۲-۵-۲-۲- نمونه‌برداری و آزمایش کیفی آب

علیرغم وجود تجهیزات کنترل کیفی نصب شده در مخازن، نشانه‌های متعددی وجود دارد که بر مشکلات کیفی آب مخزن دلالت می‌کند. علاوه بر این نشانه‌ها، آثار و عوارض زیبا شناختی آب توزیعی که سبب اعتراض مصرف‌کنندگان می‌شود خود نیز به شناخت زودهنگام مشکلات کیفی آب کمک می‌کند. باید توجه شود که این مشکلات می‌تواند بر اثر دلایل مختلفی مانند مشکلات تصفیه‌خانه، افزایش دمای آب، جنس لوله‌های انتقال و شبکه توزیع و ... ایجاد شوند.

- نشانه‌های زیبا شناختی

این نشانه‌ها معمولاً از سوی مصرف‌کنندگان زودتر تشخیص داده شده و مورد اعتراض قرار می‌گیرد.

- بو و طعم

این امر به‌طور معمول می‌تواند حاصل ماند آب در مخازن و رشد میکروارگانیسم‌ها باشد.

- لجن و رسوبات حاصل از عدم سرویس به موقع مخزن

در صورتی که مخزن در زمان‌های لازم شستشو نشده باشد، افزایش رسوبات و مواد معلق می‌تواند ناشی از ذرات جدا شده از پوشش غیراستاندارد سطوح داخلی مخزن و یا رسوباتی باشد که همراه آب ورودی است.

- افزایش دما

چنانچه دمای آب به دمای محیط نزدیک شود، لایه‌بندی حرارتی و اختلاط آب را در مخزن متوقف می‌کند هرچند زیر و رو شدن آب مخزن در اثر لایه‌بندی می‌تواند رسوبات را به جریان خروجی وارد نماید.

۲-۵-۲-۱- نمونه‌برداری دوره‌ای

نظر به ضرورت کنترل کیفی آب خروجی از مخازن در فواصل زمانی استاندارد از خط خروجی بعد از شیرقطع و وصل با نصب یک عدد شیر نمونه‌برداری، امکان نمونه‌گیری فراهم می‌گردد تا پایش‌های کیفی زیر میسر شود:

الف- آزمایش

پایش کیفی و مدل‌سازی ابزار مفیدی برای ارزیابی اثرات ذخیره‌سازی آب در سامانه آبرسانی است. این مطالعات می‌تواند به شناخت دقیق مشکلات کیفی موجود یا افزایش احتمال مشکلات کیفی آب در مخزن منجر شود. برای پایش کیفی آب مخازن هنوز مقررات خاصی تدوین نشده است. پایش کیفی آب مخازن می‌تواند با پایش آب ورودی و خروجی در مخازنی که آب آنها از چرخش کافی برخوردار نیست تکمیل و موثرتر شود. وقتی که بررسی کیفی انجام و اثرات ذخیره‌سازی بر آن مشخص شد، نمونه‌برداری برنامه‌ریزی می‌شود. در واقع نمونه‌برداری مطلوب می‌باید سه‌بعدی انجام شود و سطح و عمق آب مخزن را در مقاطع زمانی مختلف پوشش دهد. کریمیر در سال ۱۹۹۹^۱. پایش پارامترهای زیر را پیشنهاد نموده است: [۲۰]

- رنگ^۱
- بو^۲
- دما
- اسیدیته / قلیائیت (PH)
- قابلیت هدایت الکتریکی (EC)^۳
- کل جامدات محلول (TDS)^۴
- اکسیژن محلول (DO)^۵
- کلر آزاد باقی‌مانده^۶
- کل کلیفرم‌ها^۷
- کلیفرم‌های مدفوعی^۸

در صورتی که برای شناخت مشکلات کیفی به اطلاعات بیش‌تری نیاز باشد آزمایش‌های گسترده‌تری از جمله موارد زیر می‌تواند در دستور کار قرار گیرد:

- بیولوژی^۹
- ریزآلاینده‌ها^{۱۰}
- ترکیبات جانبی گندزایی DBPs^{۱۱}

در صورت نیاز به بررسی‌های کیفی خاص آزمایش‌های دیگر نیز می‌تواند در دستور کار قرار گیرد. پایش مستقیم ممکن است همه احتمالات آلودگی بالقوه آب مخازن را شفاف ننماید. برای مثال درحالی‌که آب خروجی به‌لحاظ میکروبی پاک است ولی میکروارگانیسم‌ها می‌توانند در لایه بیولوژیک تشکیل شده روی دیواره‌ها یا رسوبات کف و یا در بخش‌هایی از آب مخزن که راکد است وجود داشته باشند [۲۰].

ب- مدل‌سازی

مدل‌سازی در واقع می‌تواند اطلاعاتی را درخصوص آن که در شرایط موجود و یا بهبود یافته و یا آتی مخزن، تحت شرایط بهره‌برداری چه می‌گذرد و یا خواهد گذشت، فراهم آورد. عموماً برای این موضوع دو مدل وجود دارد:

-
- 1- Color
 - 2- Odor
 - 3- Conductivity
 - 4- Total Dissolved Solid
 - 5- Dissolved Oxygen
 - 6- Free Residual Chlorine
 - 7- Total Coliforms
 - 8- Feacla Coliforms
 - 9- Biology
 - 10- Micro Elements
 - 11- Disinfection By-Products

- مدل فیزیکی (هیدرولیکی)

این مدل با چوب، پلاستیک و امثالهم ساخته شده و از مواد رنگی و شیمیایی برای رهگیری جریان آب در داخل مدل بهره گرفته می‌شود.

- مدل ریاضی

در این مدل، پدیده اختلاط آب در مخزن در حد جزییات آن مورد توجه قرار دارد و به روش محاسباتی دینامیک سیال معروف است (CFD)^۱. اطلاعاتی که در مطالعات پایش آب جمع‌آوری می‌شود، برای تنظیمات هر دو مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۶- نگهداری و تعمیرات

تجربیات شرکت‌های بهره‌بردار بیانگر آن است که برای نگهداری مخازن در غالب سیستم‌های آبرسانی باید برنامه منظمی برای تمیزکاری، رنگ‌آمیزی، تعمیرات سازه و تجهیزات به منظور قابل بهره‌برداری بودن مخازن آب شرب و هم‌چنین دستگاه‌های ابزار دقیق کمی و کیفی آب در دوره‌هایی تا ۵ سال تنظیم شده و به اجرا گذارده شود.

این تجربیات هم‌چنین موید آن است که بدنه خارجی مخازن فولادی در یک دوره ۱۰ تا ۱۵ ساله رنگ‌آمیزی و پوشش داده شود. در مرجع شماره [۲۲] درخصوص بازرسی و تعمیرات مخازن بتنی و فولادی توصیه‌هایی ارائه شده است که خلاصه‌ای از آن که مرتبط با این نشریه می‌باشد در پیوست شماره ۳ آمده است.

در خصوص عملیات گندزدایی و پوشش مناسب مخازن می‌توان به مراجع [۱۳] و [۱۴] و [۱۵] و [۱۷] و [۱۸] و [۱۹] مراجعه نمود. هریک از پوشش‌های بدنه مخزن اشاره شده براساس استاندارد [۱۷] در صورتی که به‌درستی اجرا شوند نتیجه خوبی را به‌دست می‌دهند. به این مواد و ترکیبات پوشش دهنده می‌باید لاستیک کلرینه، ترکیبات اوراتان، پوشش‌های فلزی اتودیک را نیز اضافه کرد. اپوکسی و پلی‌اوراتان بدون حلال برای پوشش داخلی مخازن آب شرب می‌توانند دستورالعمل‌های سختگیرانه زیست محیطی، AWWA و استانداردهای NSF را پاسخگو باشند [۲۰].

پوشش فلزی روی یا آلومینیم یا ترکیبی از هر دو فلز هم‌گزینه مناسب دیگری برای پوشش دادن سطوح مخازن آب شرب است. قطران ذغال سنگ امروزه در ایالات شرق آمریکا مثل سال‌های ۱۹۵۰ مصرف نمی‌شود و روش‌های دیگر مورد توجه قرار دارد لیکن این پوشش هنوز در ایالت کالیفرنیا مورد استفاده است و آنرا روی پوشش اپوکسی کف مخازن اجرا می‌کنند.

استاندارد [۱۸] یکی از استانداردهای پذیرفته شده در آمریکا است که کیفیت آب شرب مخازن را در مقابل آلودگی‌های ناشی از مواد و ترکیبات شیمیایی پوشش‌ها حفظ می‌کند ضمن آن که استاندارد [۱۸] لوله‌ها، متعلقات، اتصالات، واشرها، چسب‌ها، مواد روانکاری کنتورها، شیرآلات و امثالهم را نیز شامل می‌شود. امروزه پوشش مخازن و عمل‌آوری آن با استانداردهای یاد شده و تحت نظارت بازرسین خبره و دارای گواهینامه معتبر صورت می‌پذیرد.

۲-۶-۱- واحد گندزدایی

در واحد گندزدایی مخازن باید تجهیزات کلرزی مناسب برای باز گرداندن میزان کلر آزاد باقی‌مانده آب به حد مطلوب در اختیار باشد و این عملیات به صورت مقطعی یا مستمر براساس نیاز برنامه‌ریزی شود. کلرزی دایمی و یا نوبتی برای جبران کمبود کلر

باقی‌مانده، رفع آلودگی‌های بیولوژیکی موردی پیش آمده و یا حذف بو و طعم نا مطلوب ایجاد شده به کار گرفته می‌شود. افزایش کلر می‌تواند برحسب نیاز به آب ورودی، خروجی و یا به نقاط مختلف مخزن صورت پذیرد ولی در مجموع افزایش کلر به ورودی آب ارجح است، مگر آن‌که در آب خروجی از مخزن کلر باقی‌مانده مجدداً به کم‌تر از مقدار مورد نظر برسد. در کلر زنی مجدد دقت زیادی باید صورت پذیرد زیرا این امر می‌تواند به افزایش بیش از حد کلر باقی‌مانده آب مخزن منجر شود. برای مثال تغییرات دما و مصرف در فصول مختلف می‌تواند مستقیماً در میزان کلر باقی‌مانده آب در سامانه آبرسانی موثر باشد.

۲-۶-۱-۱- بازدید دوره‌ای از دستگاه‌های گندزدایی

این بازدید به صورت روزانه به شرح زیر و با رعایت توصیه‌های موجود در استانداردهای شماره ۶۵۹۱ تحت عنوان «ویژگی‌های ساخت و روش آزمون و بهره‌برداری از سیلندرهای گاز کلر» و ۶۷۹۲ تحت عنوان «بازرسی و آزمون دوره‌ای سیلندرهای گاز فولادی بدون درز - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و همچنین استاندارد ملی ایران به شماره ۵۰۱۵ تحت عنوان «آیین کار اصول طراحی ایمنی و بهداشت ساختمان واحد کلر زنی در تصفیه آب شرب» ضمن دقت در سلامت دستگاه و صحت عملکرد آنها انجام و هرگونه نقص مشاهده شده براساس شرایط خاص بهره‌برداری، مرمت و یا اصلاح گردد:

- دستگاه تزریق کلر
- بازدید از کلریناتورها و تبخیرکننده‌ها
- ابزار دقیق
- بازدید از دستگاه‌های اندازه‌گیری تزریق کلر و اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده، فشارسنج‌ها و دماسنج‌ها
- نشت گاز کلر
- بازدید از سامانه اسکرابر^۱ و لوله‌های انتقال گاز و هواکش‌ها برای کنترل نشت گاز کلر
- دستگاه‌های آشکارساز گاز کلر
- بازدید از این دستگاه‌ها که آشکارساز گاز کلر در مجاور سیلندرها و تجهیزات مربوط است.
- بازدید از سامانه خنثی کننده گاز کلر
- بازدید از تاسیسات جانبی (دوش، چشم شور، تلمبه‌ها و...)
- بازدید از شیر خودکار تغییر مسیر گاز^۲

۲-۶-۱-۲- دستگاه کلر زنی و متعلقات

اجزای اصلی سامانه‌های کلر زنی عبارتند از:
ترازو، تلمبه برای ایجاد فشار و تامین آب، فشار سنج‌های گاز و آب، مکنده، سیلندرها، کلریناتور، شیرهای قطع و وصل، فشارشکن گاز، خط انتقال گاز، توزیع کننده و اتصالات مربوط

1- Scrubber

2- Change Over (عبارت است از شیر خودکار سه طرفه که باعث جریان دائم گاز کلر می‌گردد.)

۲-۶-۱-۳- سایر روش‌های گندزدایی

اگرچه کلر زنی متداول‌ترین روش گندزدایی است، ولی روش‌های دیگری با استفاده از مواد شیمیایی و اشعه ماوراء بنفش به شرح زیر که می‌توانند در موقعیت‌های مختلف به کار روند، مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند:

- کلر آمین‌ها
- دی اکسید کلر
- ازن زنی
- اشعه ماوراء بنفش
- آب اکسیژنه که به‌طور معمول همراه با ازن زنی می‌باشد.
- ید زنی برای وضعیت اضطراری (معمول نمی‌باشد).
- پرمنگنات پتاسیم
- فرایند گندزدایی ترکیبی (استفاده توأم از چند گندزدا)

۲-۶-۱-۴- انبار کلر

گنجایش سیلندر گاز کلر معمولاً به مقدار ۶۸ کیلوگرم که با وزن سیلندر ۱۱۰ تا ۱۳۰ کیلوگرم و ۹۱۰ کیلوگرم که با وزن سیلندر ۱۷۰۰ کیلوگرم هستند. کلر باید برای مصرف زمانی ۳۰ الی ۶۰ روز انبار گردد. برخی سامانه‌ها، کلر مورد نیاز خود را مستقیماً از همین انبار برداشت می‌کنند. وقتی از سیلندر ۹۱۰ کیلوگرمی کلر استفاده می‌شود، معمولاً تجهیزات تغذیه کلر را در یک اتاق مجزا قرار می‌دهند.

۲-۶-۱-۵- حمل و نقل و ذخیره‌سازی گاز کلر

ایمنی حمل و نقل و ذخیره گاز کلر برای سلامتی بهره‌بردار و کسانی که در مجاورت تصفیه‌خانه‌ها زندگی می‌کنند بسیار مهم می‌باشد. زیرا هر خطا یا حادثه در حمل و نقل کلر می‌تواند موجب یک سری صدمات یا حتی مرگ شود. معمولاً در مخازن کوچک از سیلندرهایی ۶۸ کیلوگرمی استفاده می‌شود. در مخازن بزرگ به لحاظ اقتصادی، سیلندرهایی ۹۱۰ کیلوگرمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از مخازن بزرگ به گونه‌ای تجهیز شده‌اند که مستقیماً از تانکرهای محتوی گاز بهره‌برداری می‌نمایند. تصمیم‌گیری در استفاده از سیلندرهایی ۶۸ کیلوگرمی و ۹۱۰ کیلوگرمی براساس هزینه و ظرفیت مورد نیاز می‌باشد.

- سیلندرها

قطر سیلندرهایی ۶۸ کیلوگرمی تقریباً ۲۷۰ میلی‌متر و ارتفاع آنها ۱/۴۲ متر می‌باشد. معمولاً تمام سیلندرها مجهز به یک کلاهک هستند این کلاهک هنگام حمل و نقل سیلندر، شیر آنرا در مقابل حوادث محافظت می‌کند. کلاهک سیلندر فقط هنگام استفاده از آن برداشته می‌شود هنگام حمل و نقل سیلندر کلاهک آن باید به‌طور مطلوب در جایگاهش قرار گیرد.

عموماً سیلندرها به وسیله تریلر تحویل داده می‌شوند. در این صورت سیلندرها باید روی سکویی که هم‌تراز کفی تریلر است تخلیه شود. هنگام بارگیری، سیلندرهایی که مورد استفاده قرار گرفته و تخلیه شده‌اند و یا سیلندرهایی که هنوز بهره‌برداری نشده‌اند نباید

سقوط کنند. ساده‌ترین و ایمن‌ترین روش برای انتقال سیلندرها در کارخانه و محوطه، استفاده از تریلر دستی است. این تریلرها باید مجهز به زنجیر و بست باشند که بتوان آن‌را به راحتی تا فاصله دو سوم طول از بالای سیلندر به کفی تریلر دستی محکم بست. برای بلند کردن سیلندرها هرگز نباید از ریسمان و کلاهک حفاظتی استفاده نمود، زیرا دنده‌های کلاهک برای تحمل وزن سیلندر طراحی نشده‌اند. برای جابه‌جا کردن سیلندرها در کارگاه نباید آنها را به صورت غلتان حمل و نقل نمود. هنگام جابه‌جایی سیلندر، شیر سیلندر به سمت بالا و عمودی نگهداری شود تا بدین طریق از صدمه دیدن شیر پیشگیری به عمل آید. علاوه بر این ممکن است هنگام غلتاندن به شیر سیلندرها ضربه وارد شود که در بعضی مواقع منجر به شکستگی آن می‌گردد.

سیلندرها را می‌توان در داخل و یا خارج ساختمان انبار کرد. اگر سیلندرها در داخل ساختمان انبار می‌شوند، ساختمان باید دارای تهویه کامل و در مقابل آتش مقاوم باشد. همچنین ساختمان مجهز به چندین درب خروجی که به سمت خارج باز می‌شود، باشد. در صورتی که سیلندرها در محیط باز انبار می‌گردند، محوطه سیلندرها باید دارای حصار و سیلندرها در مقابل نور خورشید نیز محافظت شوند، همچنین سیلندرها باید در مقابل وسایط نقلیه یا سقوط اشیایی که ممکن است به سیلندرها ضربه وارد کند، حفاظت گردند. اگر در محوطه انبار باز آب جمع شده باشد سیلندرها باید در طبقات مرتفع تر از آن انبار شوند. زیرا عدم مجاورت آب با سیلندر، خوردگی سیلندر را کاهش می‌دهد.

برخی از بهره‌برداران برای مشخص شدن پر یا خالی بودن سیلندر یک برچسب با عنوان «پر» یا «خالی» روی سیلندر نصب می‌کنند به طوری که می‌توان به سرعت موجودی کلر را در انبار معین کرد. سایر واحدهای صنعتی سیلندرهایی پر و خالی را جدا از هم انبار می‌کنند. ولی سطح مراقبت از کلیه سیلندرها چه پر و چه خالی، باید بالا و یکسان باشد. علاوه بر این در انبار، حتی موقعی که سیلندر برای مدتی طولانی کلر کافی برای مصرف ندارد باید کلاهک‌های حفاظتی بر روی سیلندرها پر و خالی نصب باشند، زیرا اگر سیلندر یا شیر آن آسیب دیده باشد، مقدار اندک گاز باقی مانده، از آن آزاد می‌شود. سیلندرهایی پر و خالی همیشه باید به صورت عمودی انبار گردند و برای جلوگیری از سرنگونی آنها باید به وسیله زنجیر مهار شوند.

- سیلندر یک تنی (۹۱۰ کیلوگرمی) کلر مایع

نظر به اینکه در کارگاه‌ها سیلندرهایی ۹۱۰ کیلوگرمی، سیلندر یک تنی نامیده می‌شوند از این پس آنها را با نام یک تنی می‌آوریم. سیلندر یک تنی کلر مایع پس از تخلیه، مجدداً قابل استفاده است. قطر این سیلندر استوانه‌ای ۷۶ سانتی‌متر و طول آن ۲۰۳ سانتی‌متر و دو انتهای آن واگرا است. دیواره‌های این سیلندرها به سمت داخل خم شده تا انتهای آن شکلی شبیه گیره پیدا کند بدین ترتیب ساختار مناسبی برای انجام حمل و نقل به وسیله چنگک و گیره فراهم می‌گردد. هر سیلندر مجهز به دو شیر می‌باشد که هر دوی آنها در مرکز انتهایی سیلندر قرار دارند. از این شیرها برحسب نوع مایع یا گاز کلر بهره‌برداری می‌شود. وقتی سیلندر به صورت افقی قرار داده می‌شود هر دو شیر در جهت عمودی واقع می‌گردند، در صورت نیاز به کلر مایع از شیر تحتانی استفاده می‌شود، ولی برای برداشت گاز کلر از شیر فوقانی بهره‌برداری می‌گردد.

حمل و نقل سیلندرهایی یک تنی با دقت زیادی باید انجام شود. برای حمل و نقل و جابه‌جا کردن سیلندرهایی یک تنی، پر یا خالی، از بالابری که قلاب آن مشابه شاهین ترازو است استفاده می‌گردد. این بالابرها به صورت دستی و یا با عملگر الکتریکی کار می‌کنند. بالابر بر روی یک منوریل نصب شده و ظرفیت آن ۲ تن می‌باشد. برای جلوگیری از حوادث ناشی از غلت خوردن،

سیلندره‌های یک تنی کلر را روی زیر سری قرار می‌دهند. برای اتصال شیرهای سیلندر به خط انتقال و تنظیم موقعیت شیر، این زیر سری‌ها طوری طراحی شده‌اند که بتوان سیلندر را روی آنها به‌سادگی به صورت دورانی حرکت داد.

سیلندره‌های یک تنی را می‌توان در محوطه سر بسته یا باز انبار کرد و مراقبت‌ها و قوانین آن مشابه انبار کردن سیلندره‌های گاز کلر می‌باشد. هم‌چنین هنگام حمل و نقل سیلندره‌های کلر، پر یا خالی، کلاهک کاسه‌ای شکل که مجموعه شیرهای سیلندر را پوشش می‌دهد، باید دوباره روی سیلندر در محل مربوطه مجدداً نصب شود.

۲-۶-۲- شیرها و اطاقچه‌ها

شیرها در مخازن هر چند به ندرت به کار می‌روند ولی به‌لحاظ ابزار کنترلی بسیار مهم هستند. چنان‌چه این شیرها در لحظه لزوم کار نکنند ممکن است ضمن تاخیر طولانی در انجام خدمات برنامه‌ریزی شده و یا اضطراری، موجب زیان‌های فراوان نیز گردند. به‌همین علت توجه در نگهداری و آمادگی کامل آنها برای بهره‌برداری در هر لحظه زمانی امریست بسیار ضروری، که باید مورد توجه مدیران و کاربران بهره‌برداری قرار گیرد.

به‌طور کلی بازدید از شیرها، هم از دیدگاه دسترسی به آنان و هم از جهت روان بودن به‌کارگیری آنها مهم است. برای آن‌که به‌راحتی به آنها دسترسی پیدا کرد باید برحسب محل استقرار، شرایط آب و هوایی، وجود آب‌های جاری گل‌آلود احتمالی، عبور احتمالی خودروهای سنگین و... هر سه ماه تا شش ماه یک بار از اطاقچه آنها به‌شرح بند ۲-۶-۲-۱ بازدید و اقدام لازم به‌عمل آید.

به‌لحاظ عملگری کامل و روان به‌شرح بندهای ۲-۶-۲-۱ الی ۲-۶-۲-۴ خدمات لازم باید انجام شود.

۲-۶-۲-۱- بازدید و تمیز کردن دوره‌ای اطاقچه شیرها

اطاقچه شیرها بر حسب قطرشان به‌صورت دفنی و یا محصور در اطاقچه آدم رو ساخته می‌شود. بهتر است برای هر شیر یک اطاقچه ساخته شود، اما در بعضی از موارد چند شیر هم در یک اطاقچه قرار دارند. شیرهای دفنی معمولاً شیرهای کشویی به‌قطر ۳۰۰ میلی‌متر و پایین‌تر می‌باشند.

- اطاقچه شیرهای دفنی

برای دسترسی به کلاهک شیر، از اطاقچه بنایی ۲۲×۲۲ سانتی‌متری و یا لوله که روکش چکمه‌ای نامیده می‌شود، استفاده می‌گردد. بر روی این اطاقچه‌ها یک دریچه چدنی لولایی که در یک بلوک بتنی به ابعاد $۶۰ \times ۶۰ \times ۲۰$ سانتی‌متری قرار دارد جاگذاری شده است.

برای بازدید این دریچه‌ها به‌محل دریچه مراجعه و اقدامات زیر انجام شود:

در صورتی که دریچه مرئی نباشد، دریچه را باید مرئی نموده و اطراف آن تمیز نمود. دریچه چدنی باز و لولای آن روغن کاری شود. داخل اطاقچه تا گلوگاه شیر از وجود گل و لای احتمالی برای دسترسی به کلاهک شیر تمیز شود.

- اطاقچه سایر شیرها

شیرهای کشویی به قطر ۳۵۰ میلی‌متر و بالاتر و سایر انواع شیرها با هر قطر به لحاظ نحوه عملکردشان در اطاقچه‌های بزرگ آدم رو قرار دارند. این اطاقچه‌ها عمدتاً با بتن مسلح ساخته شده‌اند و در بعضی موارد دیوارهای آن با مصالح بنایی می‌باشد. دریچه‌های ورودی آدم رو چدنی یک لته و یا دو لته به ابعاد ۵۰۰ × ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ × ۱۰۰۰ میلی‌متر هستند که در سقف بتن مسلح جاگذاری شده‌اند. برای ورود به داخل اطاقچه از نردبان چدنی و یا فولادی با رنگ‌های جلوگیری‌کننده از خوردگی استفاده می‌شود و چنانچه کف اطاقچه بتنی باشد برای آن در کف اطاقچه لوله تخلیه نصب گردیده است و این لوله تخلیه آب را به داخل چاهک و یا مسیل روباز مجاز انتقال می‌دهد.

برای بازدید این دریچه‌ها به محل دریچه مراجعه و اقدامات زیر انجام شود:

در صورتی که دریچه مرئی نباشد، دریچه را باید مرئی نموده و اطراف آن را تمیز نمود. دریچه چدنی را باز کرده و لولای آن نیز روغن کاری شود و داخل اطاقچه از مواد زاید اضافی کاملاً تمیز گردد. در صورتی که نردبان فلزی و متعلقات نیاز به رنگ‌آمیزی داشته باشد ضروری است با رنگ مخصوص محیط مرطوب رنگ‌آمیزی شود.

در صورتی که در کف اطاقچه آب جمع شده باشد آب مزبور می‌باید تخلیه و مشکل لوله تخلیه داخل اطاقچه مورد بررسی و رفع عیب گردد.

۴-۲-۲- مانور شیرهای قطع و وصل

مانور این شیرها عموماً بخش‌های مشترکی دارند که برای جلوگیری از تکرار مطالب ابتدا برای مسایل مشترک آنها به شرح زیر ارائه می‌گردد:

اصولاً مقصود از مانور شیرها دستیابی مطمئن به سلامت و کارکرد صحیح و روان آنها می‌باشد. بیش‌ترین توجه، باید به شرایط فیزیکی آنان که تاییدی بر سلامت کلیه لوازم جانبی و عدم نشت آنها است، باشد. چنانچه نقص و یا نشتی در آنها مشاهده شود، با آچارکشی، بدون افزایش نشتی، نسبت به مرمت آن اقدام لازم به عمل آید. در هنگام باز و بسته نمودن شیرها به لحاظ اطمینان خاطر از عملکرد آن، چنانچه شیر به آسانی باز و بسته نمی‌شود از به‌کارگیری اهرم برای فشار بیش‌تر به محور شیر جدا خودداری و عملیات مانور قطع گردد. برای تعمیر موارد اشاره شده ضمن برنامه‌ریزی و اخذ مجوز از مدیر بهره‌برداری برای قطع احتمالی آب و با حضور گروه تعمیرات و انجام سایر تمهیدات لازم، اقدام شود.

- مانور شیرهای قطع و وصل کشویی کم‌تر از قطر ۳۵۰ میلی‌متر

پس از بازدید کامل دریچه دقت شود کلاهی شیر سالم باشد در غیر این صورت تعویض گردد. سپس آچار خط (آچاری که با آن شیر باز و بسته می‌شود) را به‌روی کلاه شیر قرار داده و شیر تا ۱/۴ به آرامی بسته و مجدداً باز شود.

- مانور شیرهای قطع و وصل کشویی بیش‌تر از قطر ۳۰۰ میلی‌متر

این شیرها به لحاظ این که قطر آنها بزرگ می‌باشد و ممکن است فشار آب پشت کشویی در زمانی که بسته است مانع حرکت آن بشود مجهز به یک شیرکنار گذر کشویی به قطر مناسب می‌باشند. بنابراین باید هر دو شیر را به ترتیب مانور نمود.

پس از بازدید کامل دریچه، دقت شود کلاهک شیر سالم باشد، در غیراین صورت تعویض گردد. این شیر مجهز به یک گیربکس است که نقش انتقال نیروی کارگر از طریق آچار خط به محور شیر را دارد که موجب باز و بسته شدن تدریجی شیر می‌گردد. در بعضی از انواع آنها گیربکس در یک محفظه قرار دارد. این چرخ دنده‌ها باید بازدید و روغن کاری شوند و در صورت مشاهده نقص، رفع عیب گردند.

برای مانور شیر، چنانچه شیر باز باشد آچار خط بر روی کلاه شیر قرار گرفته و شیر تا ۱/۴ به آرامی بسته و مجدداً باز شود. به‌همین ترتیب برای شیر کنارگذر نیز اقدام گردد. در صورت بسته بودن شیر از انجام مانور صرفنظر و مراتب باید گزارش گردد. اگر نشأت آب در محل اتصال گلوبی و درپوش شیر وجود داشته باشد، با آچار کشی مرمت شود در غیر این صورت با برنامه‌ریزی و مجوز مدیر بهره‌برداری برای قطع احتمالی آب و با حضور گروه تعمیرات و انجام سایر تمهیدات لازم، نسبت به تعمیر شیر مزبور اقدام گردد.

- مانور شیرهای قطع و وصل پروانه‌ای با هر قطر

تمام این شیرها مجهز به یک جعبه دنده و دارای یک فرمان برای باز و بسته کردن شیر می‌باشند. در بازدید، ابتدا باید به دقت کلیه قطعات جانبی شیر بررسی و چنانچه مشکلی وجود نداشته باشد، شیر تا میزان ۱/۴ بسته و سپس باز گردد. در صورتی که شیر بسته باشد از انجام مانور صرفنظر و مراتب باید گزارش گردد. در صورت مشاهده نشی از بدنه شیر مطابق موارد فوق نسبت به رفع نقص اقدام شود.

۲-۶-۳- مانور شیرهای کنترلی

انواع شیرهای کنترلی اشاره شده در بند ۱-۵ برحسب تکنولوژی ساخت، کارخانه سازنده و نوع کاربری آنها از ادوات جانبی خاصی برخوردار هستند. به‌طور کلی می‌باید براساس دستورالعمل کارخانه سازنده کلیه ادوات مزبور کنترل گردند. این شیرها باید براساس برنامه‌هایی که از پیش تعیین و تنظیم شده‌اند کار کنند در غیراین صورت باید مطابق دستورالعمل‌های کارخانه سازنده اصلاح و تنظیم گردند.

۲-۶-۴- مانور شیرهای تخلیه

چون از شیرهای کشویی و یا پروانه‌ای برای شیر تخلیه استفاده می‌شود به بند شماره ۲-۶-۲-۲ مراجعه شود. درخصوص لوله تخلیه سرریز و دریچه لولایی آن هر شش ماه یکبار از محل بازدید و در صورت لزوم رفع عیب گردد.

۲-۶-۵- بازدید دوره‌ای از دریچه‌های ورودی مخزن

دریچه‌های ورودی مخزن باید مجهز به قفل، هواکش با نرده و توری استحفاظی و برای ورود به مخزن دارای نردبان باشد. در بازدید از این دریچه‌ها دقت و بررسی در سلامت موارد اشاره شده مدنظر است و در صورت مشاهده هر نقصی باید مرمت گردند. در گزارش نیز حتماً باید درخصوص این که دریچه قفل دارد یا خیر، قفل بوده است یا خیر و این که پس از بازدید قفل گردید به لحاظ ایمنی و بهداشت آب، اشاره شود.

برای جلوگیری از انتقال آلودگی به آب مخزن رعایت کامل دستورالعمل‌های بهداشتی توسط کارکنان بازدیدکننده ضروری است.

۲-۶-۲-۶- بازدید دوره‌ای از سازه زهکش‌ها

سازه‌های زهکش که معمولاً دفنی هستند به‌صورت شن ریزی متراکم در اطراف شالوده و برای هدایت آب از اطراف و زیر شالوده به‌سمت خارج با و یا بدون لوله‌گذاری، اجرا شده‌اند. بنابراین بازدید مستقیم از این سازه‌ها مقدور نیست، اما با بازدید ماهانه از اطراف مخزن در ترازهای پایین چنانچه سازه مزبور عمل خود را درست انجام نداده باشد وجود نم و یا نشست احتمالی موید نقص در این بخش است که باید مرمت گردد.

۲-۶-۳- تجهیزات ابزار دقیق

تجهیزات ابزار دقیق دستگاه‌هایی هستند که به‌کمک آنها بهره‌برداری صحیح و مطمئن از مخازن آب شرب مقدور می‌گردد. این دستگاه‌ها کمک می‌کنند که کیفیت و کمیت آب هر مخزن را با توجه به شرایط آب‌های ورودی و خروجی بر حسب نیاز کمی، کیفی و بهداشتی مورد انتظار در بهره‌برداری برآورده نمایند. شرح و نام این تجهیزات (ابزار دقیق) در بند ۱-۶-۱ ارائه شده است. این تجهیزات از دو جنبه به‌لحاظ بهره‌برداری باید کنترل و بازدید گردد:

- سخت‌افزاری

این دستگاه‌ها باید با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده مورد بازدید قرار گیرند و ضمن انجام آزمایش‌های مختلف برای اطمینان از صحت کارکرد دستگاه، در صورت مشاهده نقص حسب مورد رفع نقص و یا قطعه معیوب تعویض گردد. دوره بازدید سخت‌افزاری نباید بیش از سه ماه باشد.

- نرم‌افزاری

کنترل نرم‌افزاری برای انواع مختلف دستگاه‌های اشاره شده تفاوت می‌کند.

۲-۶-۳-۱- دستگاه‌های اندازه‌گیری بده ورودی و خروجی

شرح این دستگاه‌ها در بند ۱-۶-۱ ارائه شده است.

بهره‌برداری از آنها بر حسب آن که سیستم قرائت دستگاه مستقیماً با مشاهده نمایش‌گر روی آن و یا انتقال اطلاعات قرائت به‌صورت آنالوگ بر روی تابلو مقدور است، باید روزانه در زمان‌های از پیش تعیین شده توسط مدیریت بهره‌برداری، توسط متصدی مخزن قرائت انجام و در لیست مربوط ثبت گردد.

درخصوص آن گروه از دستگاه‌ها که نتیجه قرائت به‌صورت دیجیتالی است کنترل گردد که داده‌ها مطابق برنامه تنظیم شده به مرکز کنترل مدیریت مخازن ارسال می‌شود یا خیر، در غیر این صورت اصلاح و تنظیمات لازم انجام گردد.

۲-۶-۳-۲- دستگاه اندازه‌گیری سطح آب مخزن

شرح این دستگاه‌ها در بند ۱-۶-۲ ارائه شده است.

نحوه بهره‌برداری از این دستگاه‌ها نیز مشابه بند ۲-۶-۳-۱ است.

۲-۶-۳- دستگاه اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده ورودی و خروجی

شرح این دستگاه‌ها در بند ۱-۶-۶ ارائه شده است.

بهره‌برداری از این دستگاه‌ها باید براساس دستورالعمل کارخانجات سازنده انجام شود و روزانه نیز مقادیر نتایج، حسب آن که براساس مشاهدات چشمی و یا داده‌های دیجیتالی است، مطابق برنامه از پیش تعیین شده به مرکز کنترل مدیریت مخزن ارجاع شود و در صورت مشاهده نقص اقدام لازم به عمل آید.

۲-۶-۳-۴- دستگاه اندازه‌گیری فشار

شرح این دستگاه‌ها در بند ۱-۶-۳ ارائه شده است.

نحوه بهره‌برداری از این دستگاه‌ها نیز مشابه بند ۲-۶-۳-۱ است.

۲-۶-۳-۵- تجهیزات کنترلی جانبی

شرح دستگاه اندازه‌گیری دما در بند ۱-۶-۴ ارائه شده است.

نحوه بهره‌برداری از این دستگاه‌ها نیز مشابه بند ۲-۶-۳-۱ است.

۲-۷- راه‌اندازی

ابتدا لازمست محوطه و سازه مخزن، کلیه شیرها، تجهیزات، تاسیسات وابسته و سایر ساختمان‌های مرتبط براساس نقشه‌های چون ساخت^۱ به شرح زیر کنترل و مورد بازدید قرار گیرند و پس از اطمینان از سلامت آنها، مراحل آماده‌سازی و سپس راه‌اندازی اجرا شود:

۲-۷-۱- بازدید**۲-۷-۱-۱- محوطه مخزن**

- دیوارهای اطراف مخزن، درب‌های ورودی و خروجی، قفل و سیستم‌های کنترل از راه دور احتمالی، روشنایی، راه‌های دسترسی به مخزن و تاسیسات داخل محوطه که طبق نقشه‌های چون ساخت بازدید و کنترل گردد.
- سازه مخزن شامل کف، دیوار، ستون‌ها، سقف، ورودی‌ها به داخل مخزن و سرریز بازدید و کنترل گردد که طبق نقشه‌های چون ساخت باشد. دریچه‌های ورودی هواکش‌ها باید به توری مجهز باشند. لوله‌های تخلیه هوا با خم ۱۸۰ درجه به طرف پایین و مجهز به توری باشند.

چنانچه هر یک از موارد فوق احراز نشود و یا اشکالاتی داشته باشد، راه‌اندازی مخزن تا رفع اشکال به تعویق افتاده یا چاره‌اندیشی شود.

۲-۷-۱-۲- شیرها

- دریچه و اطاقچه و دریچه شیرها بازدید گردد که مطابق آخرین نقشه‌های چون ساخت است. چنانچه کف اطاقچه با مصالح غیرقابل نفوذ آب ساخته شده است، باید لوله برای تخلیه آب داشته باشد و محل خروجی آب نیز محل مجازی باشد.
 - شیر و کلیه قطعات جانبی آن کاملاً سالم باشد. پیچ و مهره‌ها و فلنج طرفین شیر در فضای باز آن چنان باشد که آچارکشی آن به راحتی قابل انجام باشد.
 - شیرها با رعایت عدم وجود آب در طرفین آن یک بار باز و مجدداً بسته شود.
- چنانچه هریک از موارد فوق احراز نشود و یا اشکال داشته باشد راه‌اندازی تا رفع اشکال به تعویق افتاده و یا چاره‌اندیشی شود.

۲-۷-۱-۳- تجهیزات جانبی و دریچه‌های مخزن

- تمامی تجهیزات مخزن به خصوص ارتفاع سنج، دستگاه‌های گندزدایی و سایر موارد طبق آخرین نقشه چون ساخت نصب شده و سالم و آماده بهره‌برداری باشند.
 - دریچه‌های مخزن طبق استاندارد اشاره شده همراه با پلکان برای ورود به داخل مخزن بازدید گردد که سالم باشد و سایر موارد ایمنی به خصوص قفل و امکان پلمپ شدن کامل آنها و شرایط نفوذ ناپذیری ورود حیوانات، پرندگان و حشرات و ... را داشته باشد.
- چنانچه هریک از موارد فوق احراز نشود و یا اشکالاتی داشته باشد، راه‌اندازی مخزن تا رفع اشکال به تعویق افتاده و یا چاره‌اندیشی شود.

۲-۷-۱-۴- سیستم تخلیه

- شیرهای مرتبط بازدید، کنترل و اطمینان از سلامت آنان حاصل گردد.
 - سرریز مخزن، لوله و دریچه یک‌طرفه لولایی در انتهای لوله تخلیه آب، کنترل گردد.
 - تخلیه آب سرریز از جهت عدم خسارت احتمالی به شخص ثالث و یا محیط زیست بررسی گردد.
- چنانچه هریک از موارد فوق احراز نشود و یا اشکالاتی داشته باشد، راه‌اندازی مخزن تا رفع اشکال به تعویق افتاده و یا چاره‌اندیشی شود.

۲-۷-۱-۵- ابزار دقیق

- کلیه دستگاه‌های ابزار دقیق بازدید و کنترل گردد که مطابق آخرین نقشه‌های چون ساخت و دستورالعمل‌های سازندگان آنها باشند. این تجهیزات عبارتند از:
- دستگاه اندازه‌گیری بده 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 کلرزی و تجهیزات جانبی مانند هواکش، حس‌گرها و اسکرابر
- دستگاه اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده

- دستگاه‌های کنترل کیفیت آب در صورت وجود

- سایر موارد

۲-۷-۲- آماده‌سازی مخزن برای آب‌اندازی

در این مرحله مخزن باید به شرح زیر از هر گونه مواد زاید پاک و پس از شستشو با آب، گندزدایی گردد:

۲-۷-۲-۱- پاک‌سازی

۲-۷-۲-۱-۱- تمیز کردن داخل مخزن (کف، دیوارها و ستون‌ها) از هر گونه مواد زاید

کف، دیوارها و ستون‌های مخزن به روش فیزیکی و شیمیایی باید از هر گونه مواد زاید و آلودگی پاک گردد.

- روش فیزیکی

روش فیزیکی عبارت است از پاشیدن آب با فشار (جت آب)، برس زدن، سوزاندن با شعله و ماسه‌پاشی به‌صورتی که تمیز و از مواد اضافی عاری گردد.

- روش شیمیایی

روش شیمیایی عبارتست از بهره‌گیری از ترکیبات کلردار یا دیگر مواد شیمیایی مناسب که با به کار بستن دستورالعمل‌های شستشو، مخزن آماده برای بهره‌براری خواهد شد.

۲-۷-۲-۲- شستشوی مخزن با آب

پس از به کار بستن روش‌های فیزیکی و شیمیایی لازم است که سطوح داخل مخزن به‌شرح زیر شستشو داده شده و پاک‌سازی صورت گیرد:

- شستشوی مخزن باید با آب تصفیه شده حاوی میزان متعارف کلر باقی‌مانده باشد.
- کارکنانی که برای شستشوی مخزن دست به کار می‌شوند باید ملبس به لباس کار تمیز و چکمه بلند بوده و مجهز به ماسک ضدکلر و سایر وسایل ایمنی باشند.
- کلیه لوازم و ابزاری که برای شستشو وارد مخزن می‌شود، قبل از ورود به مخزن با آب کلردار شستشو و گندزدایی گردند.
- کلیه کارکنانی که برای شستشو، تعمیرات و کنترل کیفی عملیات به‌همراه ابزار و تجهیزات خود وارد مخزن می‌شوند توسط مسوول عملیات آماربرداری می‌شوند تا پس از پایان عملیات شستشو و گندزدایی از خروج آنها از مخزن اطمینان حاصل شود.
- آب شستشو به وسیله یک لوله لاستیکی یا برزنتی با فشار کافی برای شستشوی کف، دیوارها، سقف و ستون‌ها به داخل مخزن به‌صورتی منتقل گردد که قادر به حذف آلاینده‌های بیولوژیک و لجن از سطوح داخلی مخزن باشد.

- در محل دریچه ورودی به مخزن یک ظرف بزرگ محتوی آب کلر دار غلیظ قرار داده شود تا افراد قبل از وارد شدن به مخزن چکمه‌ها را برای پاک‌سازی در این آب فرو برند.
- در صورت مشاهده آلودگی‌های بیولوژیک یا مواد رسوبی در کف، دیوارها و ستون‌های مخزن باید ضمن شناسایی آن از طرف آزمایشگاه، با روش مناسب مثل کاردک تراشیده و در صورت لزوم با شعله‌افکن گازی سوزانده شود.
- در صورت وجود آلودگی بر روی سطح سقف مخزن، پاک‌سازی آن با روش مناسب مثل ماسه‌پاشی و یا سوزاندن با شعله توصیه می‌گردد.

۲-۷-۲-۲-۲- گندزدایی مخزن

پس از پاک‌سازی طبق استاندارد [۱۴] سه روش گوناگون برای گندزدایی مخازن ذخیره توصیه شده است:

- روش اول

مخزن از آب پر و آب آن کلرینه شود به طوری که کلر باقی‌مانده آب موجود در مخزن حداقل ده میلی‌گرم بر لیتر برای زمان ماند ۲۴ ساعت باشد. اگر آب مخزن قبل از ورود به مخزن گندزدایی شده باشد، زمان ماند شش ساعت در نظر گرفته می‌شود.

- روش دوم

پاشیدن محلول ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلر به دیواره‌های داخلی و ستون‌های مخزن. این روش بسیار خطرناک می‌باشد و برای انجام این کار نیاز به کارکنان آموزش دیده، باتجربه و مجهز به وسایل ایمنی و تهویه مناسب مخزن می‌باشد.

- روش سوم

در این روش ۶٪ حجم مخزن یا تانک را با محلول ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر آب کلر پر می‌کنند. سپس مخزن را پس از ۶ ساعت، کاملاً پر کرده و به مدت ۲۴ ساعت آب را داخل مخزن نگهداری می‌کنند. در صورت تأیید آزمایشگاه مبنی بر رضایت‌بخش بودن عملیات گندزدایی، کلر باقی‌مانده مازاد آب را خنثی کرده و آب را تخلیه می‌کنند. قبل از تخلیه آب مازاد به مجاری فاضلاب یا مجاز شهری باید هماهنگی‌های لازم با کارکنان سازمان‌های ذیربط به عمل آید.

۲-۷-۳- کنترل‌های لازم پس از پایان عملیات شستشو و گندزدایی قبل از آگیری

بعد از خاتمه عملیات شستشو و گندزدایی و اطمینان کامل از امکان آگیری عملیات زیر انجام شود:

- کنترل خروج کلیه افراد از داخل مخزن طبق آمار تهیه شده
- کنترل خروج تجهیزات، ابزارآلات و هرگونه مصالح و یا شیء اضافی
- بسته و پلمپ شدن دریچه‌های ورودی به داخل مخزن
- بسته شدن شیرهای خروجی مخزن

۲-۷-۲-۴- راه‌اندازی

این مرحله بلافاصله پس از کنترل‌های لازم در بند ۲-۷-۲-۳ برای برقراری جریان آب، عملیات راه‌اندازی به شرح زیر انجام شود:

۲-۷-۲-۴-۱- هماهنگی برای آبیگری پس از دریافت مجوز

چون مخزن پس از راه‌اندازی باید مورد بهره‌برداری قرار گیرد لزوماً مدیریت آبرسانی و بهره‌برداری از شبکه توزیع باید قبلاً به صورت کتبی در جریان راه‌اندازی مخزن قرار گرفته باشند تا مقدمات و آمادگی لازم برای انتقال آب به مخزن در زمان بهره‌برداری را داشته باشند و از طرف دیگر مدیریت بهره‌برداری شبکه توزیع نیز مقدمات لازم در خصوص آماده‌سازی شبکه توزیع برای استفاده از آب مخزن را برای توزیع و انتقال به مشترکین انجام دهد. در واقع باید به نحوی این راه‌اندازی، برنامه‌ریزی شود که واحدهای انتقال آب به مخزن، راه‌اندازی مخزن و بهره‌برداری شبکه توزیع هم‌زمان خدمات خود را انجام دهند. مسوول حسن انجام این خدمات واحدهای درگیر می‌باشند.

ضمناً مطلع ساختن سایر مقامات شهری منطقه تحت پوشش عملیات، مانند مسوولین ذیربط در شهرداری، محیط زیست، آتش‌نشانی و ... نیز ضروریست.

۲-۷-۲-۴-۲- آبیگری مخزن

پس از دریافت مجوز و هماهنگی‌های لازم برای آبیگری مخزن به شرح زیر عمل شود:

- شیرهای ورودی مخزن باز شود.
- شیرهای تخلیه مخزن باز و پس از ۳۰ دقیقه بسته شود.
- با پر شدن مخزن تجهیزات اسکادا، حفاظت کاتودیک و تجهیزات جانبی راه‌اندازی و تنظیم شوند. جهت اطلاعات بیش‌تر به نشریه شماره ۵۹-ن تحت عنوان «تجهیزات کلرزی» مراجعه شود.

تذکره: قبل از تخلیه آب کلردار زیاد به سایر مجاری از نهادهای محلی و سازمان حفاظت محیط زیست استعلام و مجوز دریافت شود.

۲-۷-۲-۵- راه‌اندازی سیستم کلرزی

۲-۷-۲-۵-۱- کنترل تجهیزات تزریق گاز

سیستم‌های کلرزی از نقطه نظر تجهیزات و ایمنی دارای ملاحظات قابل توجه و مهمی می‌باشند که در مورد هر تجهیز باید به کاتالوگ‌های سازنده آنها رجوع شود. در این نشریه فقط و فقط یک راهنمایی کلی ارائه می‌شود. بررسی روش‌های مختلف کنترل تجهیزات تزریق‌کننده گاز کلر مهم است. برای هر روش، کنترل‌کننده خاصی وجود دارد که مناسب‌ترین آنها به شرح ذیل است. هر چند که برای کنترل خودکار باید یک تغییر و تبدیل اضافه شود ولی تجهیزات هر دو روش دستی و خودکار با یک دستورالعمل کلی همسان کار می‌کنند.

۲-۷-۲-۵-۲- راه‌اندازی کلریناتورهای گازی به روش عادی

روش کار کلریناتورهایی که از گاز کلر استفاده می‌کنند به‌طور خلاصه به شرح زیر است:

- کلیه شیرهای در مسیر گاز کلر در زمانی که کلریناتور در مدار نیست باید بسته باشند و در صورت نیاز به باز بودن یک شیر، آن شیر با علامت‌گذاری مشخص گردد.
- به‌لحاظ احتمال وقوع نشت گاز کلر کلیه لوله‌کشی‌ها، تقسیم‌کننده‌ها و شیرهای مرتبط باید بازرسی شوند.
- برای اطمینان از باز بودن کامل سیستم، خطوط توزیع کلر محلول کنترل شود تا به‌نحو مطلوب کلر محلول در نقطه تزریق، تزریق گردد.
- شیر تنظیم اندازه‌گیری تزریق کلر کمی باز شود.
- به‌کار انداختن سیستم تزریق آب که معمولاً کیفیت آب مورد استفاده در حد آب آشامیدنی است (بعد از یک فاصله هوایی^۱ یا سیستم شکست هوا^۲) با بده مناسب تلمبه خلاء ایجاد شده و کلر مکیده و با آب مخلوط می‌شود و مخلوط آب کلر به‌دست آمده در نقطه لازم به آب تزریق می‌شود.

۴-۷-۲-۵-۳- تزریق گاز به روش دستی

راه‌اندازی و تنظیم مقدار گاز تزریقی با دست، به‌وسیله بهره‌بردار به ترتیب زیر انجام می‌شود:

- باز کردن شیر آب وانتوری انژکتور
 - راه‌اندازی تلمبه تامین آب وانتوری
 - برقراری جریان گاز کلر با باز کردن شیر سیلندر یا مخزن گاز کلر
- مقدار گاز تزریقی به‌وسیله شیر تنظیم و مشاهده دستگاه اندازه‌گیری گاز یا نمایش‌گرها تنظیم می‌گردد. دستگاه اندازه‌گیری واحد اندازه‌گیری را برحسب پوند بر روز، گرم و یا کیلوگرم بر ساعت نشان می‌دهد. مقدار گاز تزریقی براساس مقدار تجویز شده متناسب با مقدار جریان آب تعیین می‌شود. در این روش یک بار که مقدار گاز تنظیم می‌شود، سامانه به‌طور مستمر با مقدار تنظیم شده به کار ادامه می‌دهد تا این‌که سامانه یا از کار بیفتد و یا این‌که لازم باشد مقدار گاز تزریقی تغییر کند.
- این روش در جاهایی به کار می‌رود که مقدار جریان و تقاضا ثابت باشد و برای تنظیم‌های مختلف، بهره‌بردار حضور داشته باشد. مراقبت در این روش هرگز نباید رها شود.

۴-۷-۲-۵-۴- کنترل تزریق گاز به روش نیمه خودکار

گاهی اوقات این روش به کنترل روشن یا خاموش کردن و یا قطع و وصل کردن اطلاق می‌شود. در این روش کنترل، بهره‌بردار مقدار گاز تزریقی را به‌طور دستی به مقدار معین و ثابت تنظیم می‌کند و راه‌اندازی و خاموش کردن سامانه کلرزی به‌طور خودکار انجام می‌گردد. در سامانه راه‌اندازی تلمبه چاه یک سیگنال الکتریکی برای راه‌اندازی تلمبه تامین آب وانتوری و شیرسلونوئید قطع و وصل جریان گاز سیلندرها و مخازن کلر در نظر می‌گیرند. به محض راه‌اندازی تلمبه چاه، این سیگنال فعال می‌شود، با فعال شدن این سیگنال مدار فرمان راه‌انداز تلمبه آب وانتوری انژکتور برقرار شده و تلمبه شروع به کار می‌کند، هم‌زمان با راه‌اندازی تلمبه مدار فرمان

شیر سلونوئیدی به کار افتاده و شیر باز می‌شود. در صورت خاموش شدن تلمبه چاه شیرسلونوئیدی بسته شده و تلمبه تامین آب و نتوری خاموش می‌گردد.

این روش در سامانه‌های پمپاژ از منابع زیر زمینی که معمولاً نیاز به تصفیه اضافی ندارد و به‌درستی مقدار تقاضا ثابت می‌باشد، قابل استفاده است. استفاده از روش کنترل نیمه خودکار در تجهیزات کلر زنی به لحاظ سادگی و سازگاری با سامانه‌های آبرسانی شاید رایج‌ترین روش‌ها باشد.

۲-۷-۲-۵-۵- کنترل تزریق گاز به روش تناسبی خودکار

در این روش به تناسب تغییرات مقدار جریان آب، کنترل مقدار گاز تزریقی انجام می‌شود. این نوع کنترل بیش‌ترین کاربرد را در بهره‌برداری خودکار سامانه کلر زنی دارد. در اصطلاح فنی ابزار دقیق این روش به نام مدار کنترل باز یا مدار کنترل تکی نامیده می‌شود. در مدار کنترل باز هیچ‌گونه سیگنال یا بازخوری در سامانه کنترل وجود ندارد. از این‌رو آن را مدار باز می‌نامند. بعضی مواقع به آن کنترل رودخانه وحشی اتلاق می‌شود.

در روش کنترل اشاره شده دو پارامتر، شیر با عملگر الکتریکی (موتوردار) و کنترل‌کننده الکترونیکی به سامانه کلر زنی اضافه شده است. تغییر وضعیت شیر موتوردار به‌صورت خطی می‌باشد به‌طوری‌که هرگونه تغییری (افزایش یا کاهش) که در ورودی جریان آب ایجاد می‌شود متناسب با آن همواره شیر باز یا بسته می‌شود. در این روش تجهیزات کلر زنی مجهز به یک کنترل‌کننده الکترونیکی می‌باشند که اطلاعات دریافت شده از دستگاه‌های اندازه‌گیری جریان را به سامانه کنترل‌کننده الکترونیکی ارسال می‌کند در این سامانه مقادیر ارسالی محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. بر مبنای مقدار محاسبه شده و متناسب با مقدار تزریق گاز کلر تعیین شده یک سیگنال در کنترل‌کننده مهیا می‌شود. سیگنال تولید شده به منظور باز یا بستن شیر و اصلاح مقدار تزریق به موتور راه‌انداز شیر ارسال می‌گردد. عملگر الکتریکی این شیرها در رابطه با باز و بسته شدن شیر باید مطابق ساختار کنترل‌کننده خودکار باشند. معمولاً سیگنال‌های الکترونیک (۲۰-۴ میلی‌آمپر) یا (۵-۱ ولت) جریان مستقیم هستند و چون کنترل‌کننده بر حسب تغییر وضعیت شیر یک سیگنال الکتریکی مطابق با جریان آب تولید می‌کند، به همین جهت این روش را کنترل تناسبی جریان می‌نامند.

نظر به این که جریان گاز کلر فقط در ارتباط با تغییرات جریان آب تغییر داده می‌شود، مقدار کلر باقی‌مانده در آب کلرینه شده باید ثابت باشد. بنابراین برای دستیابی به کلر باقی‌مانده مطلوب باید مقدار گاز تزریقی به صورت دستی توسط بهره‌بردار تنظیم شود و برای حصول نتیجه مقدار کلر باقی‌مانده به‌طور دستی یا با دستگاه تحلیل‌گر^۱ کلر باقی‌مانده اندازه‌گیری شود. چون در این روش سامانه هیچ‌گونه بازخوری ندارد، بنابراین بهره‌بردار در صورت مشاهده هرگونه تغییر که منجر به انحراف در نتیجه بهینه می‌شود، باید سریعاً به صورت دستی آن را اصلاح کند.

۲-۷-۲-۵-۶- کنترل خودکار تزریق کننده گاز کلر با تجزیه و تحلیل کلر باقی‌مانده

به لحاظ نداشتن بازخور به کنترل‌کننده و روش کنترل تناسبی، روش دستی روش موفقی نبوده و جای خالی آن به وسیله کنترل مقدار کلر باقی‌مانده، پر می‌شود. این روش کنترل را مدار بسته می‌نامند زیرا نتیجه هر تغییر در مقدار کلر باقی‌مانده به کنترل‌کننده

برگشت داده می‌شود و به همین لحاظ مدار بسته است. سامانه کنترل خودکار کلر باقی‌مانده یک دستگاهی جدا از تزریق کننده گاز کلر می‌باشد که تحلیل‌گر کلر باقی‌مانده نامیده می‌شود. این دستگاه مقدار کلر باقی‌مانده در آب تصفیه شده را به طور مستمر اندازه‌گیری کرده و مطابق این مقدار یک سیگنال الکتریکی (۲۰-۴ میلی‌آمپر) تولید کرده و به کنترل کننده خودکار ارسال می‌دارد. کنترل کننده سیگنال کلر باقی‌مانده دریافتی را با مقدار بهینه از قبل تعیین شده کلر باقی‌مانده مقایسه می‌کند و موقعیت شیر رابرای افزایش یا کاهش گاز کلر جهت رسیدن به کلر باقی‌مانده مطلوب تغییر می‌دهد.

تفاوت بین کنترل تناسبی جریان و کنترل کلر باقی‌مانده، بازگشت نتیجه خروجی به ورودی سامانه است. اگرچه این روش نتیجه‌ای را برای ورودی فراهم می‌کند ولی برای تغییر جریان صادق نیست. تغییراتی که در مقدار آب ورودی حاصل می‌شود سبب تغییر در مقدار کلر باقی‌مانده می‌گردد که این مورد خیلی سریع اتفاق می‌افتد. روش کنترل کلر باقی‌مانده به تنهایی پاسخ‌گوی تغییر سریع جریان نیست و تحت این شرایط کاربرد آن محدود می‌شود.

موارد استفاده از روش کنترل کلر باقی‌مانده شامل سامانه‌هایی است که جریان ورودی آنها ثابت یا تغییر جریان ورودی آنها باید به اندازه‌ای کند باشد تا برنامه کنترل بتواند تغییر را تشخیص دهد و تنظیمات مناسب را بر روی مقدار کلر ورودی انجام دهد. این روش برای سامانه‌های آبرسانی که ظرفیت مخزن آب شرب آنها به اندازه کافی است، مناسب می‌باشد. زیرا مقدار آب ورودی آنها کاملاً ثابت است و مخزن آب شرب می‌تواند به اندازه کافی شدت تغییرات جریان ورودی را کاهش دهد. به هر حال وقتی روش کنترل کلر باقی‌مانده مورد استفاده قرار می‌گیرد لازم است که در مورد مدت زمان اختلاط و مجاورت آب با کلر دقت کافی به عمل آید. انتخاب محل نمونه‌برداری برای کنترل دقیق کلر باقی‌مانده بسیار مهم است زیرا زمان عملکرد کلر پس از اضافه کردن کلر به آب یک فاکتور مهم فرایند است ولی این زمان را نمی‌توان مانند یک جسم بسیط در مدار کنترل مقدار کلر باقی‌مانده اندازه‌گیری کرد. زمان عملکرد مدار کنترل که ماهیت الکتریکی دارد در مقایسه با سایر فاکتورها ناچیز هستند. ولی زمان‌های باقی‌مانده، بحرانی و مهم هستند و باید تاثیر آنها بر روی نتیجه کنترل حداقل شود. پیشنهادات عملی برای حداقل کردن زمان کنترل به شرح ذیل می‌باشد:

- در صورت امکان شیر کنترل در نزدیکی و تئوری نصب گردد.
- در صورت امکان و تئوری نزدیک نقطه مورد استفاده قرار داده شود.
- در صورتی که فرایند اجازه می‌دهد، محل نمونه‌برداری نزدیک به نقطه مورد استفاده انتخاب شود.
- در صورت امکان برای حداقل کردن زمان انتقال نمونه به آنالایزر، دستگاه آنالایزر نزدیک به نقطه نمونه‌گیری نصب شود.
- آنالایزر مقادیر کلر باقی‌مانده را به طور مستمر باید تجزیه و تحلیل کند.

۷-۲-۵-۷- کنترل گاز تزریقی با روش مدار ترکیبی

از ترکیب مدار باز یا تکی و سامانه مدار بسته می‌توان یک طرح ایده‌آل به دست آورد. از این جهت آن را طرح ترکیبی می‌نامند. در این روش کنترل دو سیگنال، جریان و کلر باقی‌مانده، به یک کنترل کننده فرستاده می‌شود و در آن جا دو سیگنال ورودی به طور ریاضی ترکیب می‌گردند. کنترل کننده نتیجه به دست آمده را با مقادیر از پیش تعیین شده مورد مقایسه قرار می‌دهد و متعاقب آن یک سیگنال الکتریکی به شیر خودکار می‌فرستد. کنترل ورودی سیگنال جریان آب مهم است زیرا تغییرات جریان آب فوراً اندازه‌گیری

شده و سیگنال جریان سریعا اصلاح می‌شود. ضمن این که سیگنال کلر باقی‌مانده برای نهایی شدن وضعیت شیر خودکار به کار می‌رود. امتیاز این روش آنست که تنظیمات وضعیت شیر خودکار در رابطه با سیگنال جریان ورودی و کلر باقی‌مانده هم‌زمان انجام می‌شود. دو ابزار دقیق جریان ورودی و کلر باقی‌مانده، سیگنال‌های ورودی به کنترل کننده را فراهم می‌کنند. کنترل کننده قابلیت ثابت ماندن کلر باقی‌مانده را در رابطه با جریان متغیر ورودی و وضعیت متغیر تزریق گاز کلر میسر می‌سازد. محل نقطه نمونه‌برداری برای عملکرد بهینه مهم است. این نقطه نمونه‌برداری لازم نیست بعد از زمان مجاورت گاز با آب باشد بلکه پس از افزودن مواد شیمیایی در یک فاصله زمانی قابل قبول قرار داده شود. کاهش کلر باقی‌مانده تابع درجه واکنش کلر تزریقی است. برنامه کنترل کننده باید تاخیر زمان را پیش‌بینی کند و جهت ثابت نگهداشتن محل نمونه‌برداری، قادر به جبران زمان تغییرات جریان ورودی که زمان مجاورت را تغییر می‌دهد باشد. کنترل کننده باید این ویژگی را داشته باشد که در اثر حوادث و از کار افتادن جریان‌سنج یا آنالایزر در ارتباط با شیر کنترل هر کدام از ورودی‌ها به طور مستقل عمل کنند.

کنترل ترکیبی در سامانه‌های توزیع، در جاهایی از شبکه توزیع که لازم است مجدداً آب کلرینه شود کاربرد دارد. پاسخ به تغییرات سریع جریان از مزایای این سامانه‌ها است.

۲-۷-۲-۵-۸- مکنده‌ها و پخشی‌کننده‌ها

دستگاه مکنده روی خط خروجی گاز کلریناتور نصب می‌شود. در اثر عبور جریان آب از ونتوری، دستگاه مکنده خلاء ایجاد می‌کند، در اثر این خلاء، گاز کلر از کلریناتور مکیده شده و آن را با آب عبوری ونتوری مخلوط می‌کند. حاصل این مخلوط یک محلول اسیدی قوی می‌باشد که به نقطه مصرف انتقال داده می‌شود. محلول اسیدی به‌دست آمده بسیار خورنده است و معمولاً pH آن بین ۲ الی ۴ می‌باشد. بنابراین برای انتقال آن باید از لوله و متعلقات و تجهیزاتی که از نظر شیمیایی مقاوم هستند (مانند فایبرگلاس، فولادی که با مواد پی‌وی سی آسترشده یا لاستیک) استفاده شود. برای کاهش و جلوگیری از بسته شدن گلولی مکنده توسط ورود ماده نامناسب، یک صافی در قسمت ورودی مکنده نصب شده است.

معمولاً توزیع کننده، یک لوله سوراخ دار با طول کوتاه است که محلول آب کلر را به داخل لوله اصلی جریان آب تزریق می‌کند. مخلوط کننده‌ها و توزیع کننده‌ها متنوع هستند. بهترین توزیع کننده‌ها، آنهایی هستند که محلول آب کلر را با توزیع یکنواخت و با سرعت، با آب کاملاً اختلاط کرده به انجام برسانند.

توزیع کننده‌ها در دو حالت عام در خطوط لوله و کانال‌های رو باز یا مخازن به کار می‌روند. توزیع کننده‌های معمول برای لوله‌های انتقال که قطر کوچک‌تری (قطر کمتر از ۳ فوت [۰/۹ متر]) دارند، یک لوله (معمولاً پی‌وی سی) است که به‌سادگی به مرکز لوله انتقال اعمال می‌شود. در فاصله‌ای معادل ده برابر قطر لوله از نقطه مصرف اختلاط موثر ایجاد می‌گردد. برای لوله‌های انتقال که قطر بزرگ‌تری دارند غالباً از لوله سوراخ‌دار استفاده می‌شود.

۲-۷-۲-۶- توقف آب در مخزن

مخازنی که بعد از خاتمه عملیات بنایی، شستشو شده و با استفاده از آب پاک با کلر فوق‌العاده زیاد در آنها، گندزدایی انجام گرفته باشد، به لحاظ مقدار کلر باقی‌مانده مرتب کنترل می‌گردد. اگر در مدت ۲۴ ساعت کاهشی در میزان کلر باقی‌مانده مشاهده نشد آب مخزن را تخلیه و آن را با آب تصفیه شده با کلر باقی‌مانده متعارف پر می‌کنند.

در مورد مخازنی که از سرویس خارج شده است، بعد از عملیات شستشو و پاک‌سازی به وسیله محلول‌های کلردار، می‌باید مخزن مورد بازدید قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که ابزار کار و لوازم دیگر در مخزن باقی نمانده و پاک‌سازی به خوبی انجام شده باشد، در این حالت مخزن را برای پرکردن محلول آماده و آب کلر دار به نسبت زیاد وارد می‌کنند تا ارتفاع آب از کف مخزن به اندازه نیم متر بالاتر قرارگیرد، سپس جریان آب را قطع کرده و پس از نیم ساعت آب مخزن تخلیه می‌شود و بلافاصله می‌توان جریان آب تصفیه شده با کلر باقی‌مانده متعارف در مخزن وارد کرد.

۲-۷-۲-۷- آزمایش کیفی آب

برای پایش باکتریولوژی، آزمایشگاه از آب موجود مخزن دو بار نمونه‌برداری خواهد کرد که فاصله زمانی هر نمونه‌برداری شش ساعت خواهد بود. پس از دومین نمونه‌برداری، آب به مدت ۴۸ ساعت در مخزن نگهداری می‌شود.

۲-۷-۲-۸- باز کردن شیر خروجی

پس از گذشت زمان توقف و آزمایش کیفی آب از طرف آزمایشگاه و اعلام نتیجه پاک بودن آب، و کنترل آن که غلظت کلر باقی‌مانده به مقدار حد اکثر ۲ میلی‌گرم بر لیتر باشد و همچنین اظهار آمادگی مسوولین کلیه تاسیسات آبرسانی زیر دست این مخزن برای آگیری می‌توان شیر خروجی را براساس دستورالعمل مربوط باز نمود.

این هماهنگی صرفاً به منظور جلوگیری از حوادث احتمالی و شستشوی تاسیسات پایین‌دست می‌باشد. درحالت عادی حد اکثر میزان کلر موجود در آبی که از مخزن وارد خطوط می‌شود ۰/۳ الی ۰/۵ میلی‌گرم برلیتر است. بنابراین برای کاهش غلظت کلر، می‌توان قدری از آب را تخلیه کرد و به جای آن آب قابل شرب بدون کلر وارد مخزن نمود.

فصل ۳

سیستم بهره‌برداری مخزن با ابزار

دقیق

۳-۱- کلیات

به طور کلی و با توجه به امکانات حاضر، تمام اجزای سامانه کنترل از راه دور مخازن به هم وابسته هستند ولی بخش‌هایی از سیستم نیز می‌تواند به صورت مستقل عمل نماید. بهره‌برداری خودکار اصولاً با توجه به فلسفه کنترلی که از طرف بهره‌بردار ارائه می‌شود انجام می‌گیرد بنابراین با توجه به این فلسفه کنترل، دستورالعمل‌ها از طریق نرم‌افزار سیستم اعمال می‌گردد. یکی از روش‌های بهره‌برداری درخواست مقدار معین آب ورودی در شبانه روز با توجه به آمارها و اطلاعات گذشته مصرف پایین دست می‌باشد. بنابراین با درخواست آب کلیه عملگرها با توجه به برنامه عمل می‌کنند. مثلاً اگر تغذیه مخزن از طریق پمپاژ باشد با توجه به زمان تعیین شده، هم‌چنین با عملکرد حس‌گرهای حداقل و حداکثر و سطح‌سنج سرریز مخزن که در مخزن تعبیه شده است روشن و خاموش شدن تلمبه‌ها کنترل می‌شوند. نتایج حاصل از آنالیز کلر باقی مانده که توسط آنالیزهای آب ورودی و خروجی تعیین شده‌اند به کنترل کننده ارسال می‌گردد. سپس با توجه به مقدار تعیین شده در آزمایشگاه و تغییرات جریان ورودی حاصل از دستگاه اندازه‌گیری بده، اطلاعات به سرور ماشین کلریناتور اعمال و مقدار افزایش یا کاهش تزریق کلر را توسط سامانه کلرزی کنترل می‌نماید. سامانه اسکرابر نیز باید به‌طور خودکار عمل نماید به‌همین منظور هنگامی که دستگاه‌های آشکارساز گاز کلر فعال می‌شوند کلیه هواکش‌ها از طریق این حس‌گر راه‌اندازی می‌شوند و هوای داخل اتاق‌های کلرزی را به داخل دیفیوزر اسکرابر هدایت می‌کنند. هم‌زمان تلمبه سامانه اسکرابر نیز راه‌اندازی شده و محلول سود سوزآور را در محل دیفیوزر با هوای ورودی از طریق هواکش‌ها مخلوط کرده و گاز کلر را خنثی می‌نماید. تمام این اعمال به‌صورت خودکار اعمال می‌شود و بهره‌بردار تمامی آنها را روی صفحه گسترده یا نمایش‌گر رایانه ملاحظه می‌کند. برای تغییر ورودی خارج از برنامه در صورت نیاز و اقتضا، بهره‌بردار می‌تواند شیرورودی را از طریق سامانه اسکادا تغییر یا بازو بسته نماید. در صورتی که مخزن دارای تلمبه‌خانه باشد کلیه تلمبه‌ها می‌توانند با برنامه یا دستی از طریق سامانه اسکادا روشن و خاموش شوند. کنترل صرفه‌جویی در مصرف انرژی در برنامه سامانه وجود دارد، به‌طوری‌که سامانه اسکادا برنامه صرفه‌جویی انرژی را هنگام آبدهی یا آبیگری تلمبه‌ها به‌طور خودکار رعایت خواهد کرد. سایر کنترل‌های حفاظتی مانند دوربین‌های مدار بسته و توری‌های الکتریکی و کنترل‌کننده‌های لیزری نیز می‌تواند در برنامه کنترل و نظارتی سامانه قرار گیرد. بدیهی است کلیه عملیاتی که از طرف بهره‌بردار اعمال می‌شود در سامانه ثبت شده و برای فرد مجاز قابل دسترسی می‌باشد.

در واقع قلب سیستم اسکادا واحد مرکزی (MTU) است، که با تمام اجزای زیربند ارتباط را آغاز می‌کند و سپس داده‌ها را جمع‌آوری و اطلاعات را ذخیره نموده و به سایر سیستم‌ها، اطلاعات را ارسال می‌نماید. این سیستم واحد ارتباطی بین کاربران و سخت‌افزارهای دیگر است. مهم‌ترین اختلاف بین MTU و RTU نوع ارتباط بین این دو است. MTU با سایر وسایل جانبی مانند صفحه‌های نمایش، چاپگرها و سایر سیستم‌های ارتباطی تبادل اطلاعاتی می‌نماید هم‌چنین یک ارتباط دائمی برای اخطار به کاربر از طریق CTR وجود دارد که به‌وسیله تصویری، شیرها، تلمبه‌ها و سایر عناصر را نمایش می‌دهد و به‌محض تغییر داده‌ها، وضعیت صفحه نمایش نیز متناسب با آن تغییر می‌نماید.

۳-۲- کنترل میزان دریافت و تحویل آب در طول شبانه روز

کلیه اطلاعات ارسالی به سیستم کنترل مرکزی در روی سامانه‌های ذخیره‌سازی جمع‌آوری می‌شوند. این اطلاعات شامل تمام قیاس‌های مهندسی و اخطارهای تعریف شده می‌باشند و کلیه آنها به‌صورت لحظه‌ای در دسترس می‌باشند علاوه بر این تمام تغییراتی

که توسط بهره‌بردار در روی سیستم اعمال می‌گردد با نام بهره‌بردار ضبط و ثبت شده و فقط افراد مجاز به آن دسترسی دارند. از روی داده‌های جمع‌آوری شده می‌توان مقدار عرضه و تقاضا را تخمین و زمان‌های پیک مصرف را به‌نحو مطلوب حدس زد. نتایج محاسبات انجام شده در روی دیسک‌های سخت ذخیره شده تا بهره‌بردار بتواند با برنامه‌های موجود آن‌را پردازش نماید و این امکان برای سایرین هم فراهم گردد و در جای دیگر رسم نمودارها و منحنی‌ها نگهداری شود.

از روی این اطلاعات برحسب نوع برنامه‌ریزی می‌توان گزارش‌های ساعتی، روزانه، هفتگی، ماهیانه، سالیانه، را تهیه نمود و به‌نحو مطلوب روی نمایش‌گر آن‌را مشاهده کرد.

امکانات آماری سیستم این اطلاع را به بهره‌بردار می‌دهد که تعداد باز و بسته کردن شیرآلات و روشن و خاموش کردن موتور تلمبه‌ها را با توجه به شاخص‌ها کنترل نماید.

ضمناً براساس نتایج حاصل از این اطلاعات سیستم می‌تواند تخمین‌های نظیر مقادیر آب، پمپاژ، زمان‌های پیک مصرف و ... را فراهم آورد.

۳-۳- سایر موارد

در سیستم اسکادا برنامه POWER APPLICATION SOFTWARE نرم‌افزارهای زیادی را شامل می‌شود و نوع عملیات به‌صورت offline مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مثلاً برای تجزیه و تحلیل شبکه از طریق شبیه‌سازی^۱ شبکه را آنالیز می‌کنند و آلترناتیوها و خط مشی‌های لازم برای کنترل شبکه را به مرکز کنترل ابلاغ می‌کنند. باید توجه داشت نرم‌افزارهای سیستم اسکادا به‌دلیل REALTIME بودن دارای ویژگی خاص هستند.

برای نمایش اطلاعات می‌توان کل ایستگاه‌ها را دسته‌بندی کرده و یا این‌که آنالوگ‌ها را در سطح کل تله‌متری تقسیم‌بندی نمود و یا به‌ازای هر ایستگاه یک تابلو در نظر گرفت. تابلوها به دو بخش تقسیم می‌شوند. یک قسمت آنالوگ‌ها و قسمت دیگر اخطارها و هشدارها نشان داده می‌شوند. بهتر است اطلاعات هر ایستگاه روی یک تابلو به‌ترتیب ظاهر شود و به‌وسیله انتخاب هر ایستگاه اطلاعات روی تابلو یا نمایشگر مشاهده شود.

بخشی از این اطلاعات که توسط نرم‌افزار به‌روی نمایشگر نشان داده می‌شود در سه فرم اطلاعاتی به‌شرح ذیل ارائه شده است:

فرم ۳-۱- مقادیر مهندسی اندازه‌گیری شده لحظه‌ای

شرح عملیات	واحد	زمان
ورودی مخزن	مترمکعب بر ساعت / لیتر بر ثانیه	
خروجی مخزن	مترمکعب بر ساعت / لیتر بر ثانیه	
ارتفاع سطح آب مخزن	متر / سانتی‌متر	
فشار مکش تلمبه	کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع / بار	
فشار رانش تلمبه	کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع / بار	
بده تلمبه‌ها	مترمکعب بر ساعت / لیتر بر ثانیه	
ولتاژ الکتروموتور	ولت / کیلوولت	
آمپر الکتروموتور	آمپر	
ولتاژ ترانسفورمرها	ولت	
مقدار باز و بسته بودن شیر	درصد	
درجه حرارت محیط	سانتی‌گراد	
مقدار کلر تزریقی	میلی‌گرم بر لیتر	

اطلاعات کلیه حوادث مندرج در جدول زیر که در ایستگاه رخ داده به‌صورت چشمک‌زن بر روی صفحه نمایش‌گر و یا صدای بوق اعلام می‌شود.

فرم ۳-۲- هشدار وقوع حادثه به وسیله سیستم از طریق نمایشگر

شرح عملیات	ابزار هشداردهنده
ارتفاع سطح آب مخزن زیاد است	وقوع حادثه به‌وسیله چراغ چشمک‌زن یا صدای بوق اعلام می‌شود.
ارتفاع سطح آب مخزن کم است	
مقدار خروجی زیاد است	
مقدار ورودی زیاد است	
برق ایستگاه قطع است	
مبدل الکتریکی	
ولتاژ باطری پایین است	
آتش‌سوزی رخ داده	
افت ولتاژ	
افت فشار	
قطع کلید راه‌اندازی تلمبه	
درب ورودی باز است	
افزایش بار ترانسفورمر	
قطع منبع تغذیه DC تلمبه‌خانه	
درجه حرارت روغن ترانسفورمر زیاد است	
کم و یا زیاد شدن سطح روغن ترانسفورمر	
اشکال در باطری شارژر ایستگاه	
ترانسفورمر شماره ... خارج از سرویس	
تلمبه شماره ... خارج از سرویس	
ترانسفورمر شماره ... خاموش	
اتصال زمین شدن باطری‌ها	
تله‌متری خارج از سرویس	
اشکال در باطری شارژر ایستگاه	
ترانسفورمر شماره X خارج از سرویس	

اطلاعات مندرج در فرم زیر می‌تواند هر ۲۴ ساعت بر روی نمایشگر مشاهده شود و در بانک اطلاعاتی با تاریخ روز ذخیره گردد.

فرم ۳-۳- اطلاعات روزانه

واحد	شرح عملیات
مترمکعب در شبانه‌روز	جمع آب پمپاژ
مترمکعب در شبانه‌روز	جمع آب خارج شده از مخزن
مترمکعب در شبانه‌روز	جمع آب پمپاژ شده از چاه
مترمکعب	حجم کل ذخیره در ساعت معین
ساعت	ساعت کارکرد تلمیه‌ها
مترمکعب	حجم مخزن شماره
مگاوات	برق مصرف شده در ایستگاه شماره
مگاوات	برق مصرف شده در ایستگاه شماره
مگاوات	مقدار کل انرژی مصرف شده
..	و ...

فصل ۴

تهیه فرمت گزارش‌ها و چک

لیست‌های کنترلی

فرم ۴-۲- گزارش ساعتی اطلاعات تلمبه‌خانه در شبانه‌روز

شماره یا نام تلمبه‌خانه: ظرفیت اسمی: تاریخ: نام بهره‌بردار:

ملاحظات	ارتفاع آب مخزن		تلمبه شماره ۳				تلمبه شماره ۲				تلمبه شماره ۱				زمان گزارش	ساعت					
	شدت جریان	ولت	نوع و قدرت تلمبه				نوع و قدرت تلمبه				نوع و قدرت تلمبه										
			خط اصلی	انتقال نیرو	فشار رانش	فشار مکش	ضریب قدرت	ولتاژ	شدت جریان	فشار رانش	فشار مکش	ضریب قدرت	ولتاژ	شدت جریان			فشار رانش	فشار مکش	ضریب قدرت	اختلاف پتانسیل	شدت جریان
																۸					
																۹					
																۱۰					
																۱۱					
																۱۲					
																۱۳					
																۱۴					
																۱۵					
																۱۶					
																۱۷					
																۱۸					
																۱۹					
																۲۰					
																۲۱					
																۲۲					
																۲۳					
																۲۴					
																۱					
																۲					
																۳					
																۴					
																۵					
																۶					
																۷					
			ساعت													مدت کارکرد:					
			کیلووات ساعت													انرژی مصرفی:					
			مترمکعب													مقدار تلمبه‌زنی:					
			کیلووات ساعت													جمع کل انرژی مصرفی:					
			مترمکعب													مقدار کل آب تلمبه شده:					

تذکر: چنانچه تلمبه‌های موجود در یک تلمبه‌خانه بیش‌تر از تعداد موجود در فرم باشد، از صفحات اضافی مشابه استفاده می‌گردد.

پیوست ۱

عوامل تاثیرگذار در بهداشت آب

پ. ۱-۱ - سن آب در جریان از مخزن

طراحی مخازن آب شرب باید به صورتی باشد که سن آب را به حداقل قابل قبول از نقطه نظرات بهداشتی، اقتصادی و مهندسی برساند.

چرخش آب در سامانه هیدرولیکی مخزن از ایجاد مناطق راکد جلوگیری می کند. چنانچه ورودی مخزن نیز به طور صحیح طراحی شود، آب ورودی اختلاط لازم را در مخزن فراهم می آورد به شرطی که این فرایند مسیری طولانی را در مخزن طی نماید و ورودی آب بتواند جریان آشفته ای را فراهم کند.

برای دستیابی به شرایط مطلوب هیدرولیکی اشاره شده براساس مطالعات انجام شده [۲۲]، باید مقدار نسبت بده (Q) بر قطر (d) دهانه ورودی به شرح جدول (پ. ۱-۱) باشد:

جدول پ. ۱-۱ - نسبت بده به قطر لوله ورودی

ردیف	نسبت بده به قطر Q/d		درجه حرارت آب
	لیتر بر دقیقه بر میلی متر	گالن بر دقیقه بر فوت	سانتی گراد
۱	> ۰/۱۴	> ۱۱/۵	۲۰
۲	> ۰/۲۲	> ۱۷/۵	۵

پ. ۱-۲ - لایه بندی آب داخل مخزن

تفاوت دمای آب ورودی و فضای آبدار مخزن ذخیره ممکن است سبب لایه بندی حرارتی شود که در نتیجه اختلاط موثر صورت نپذیرد. احتمال لایه بندی آب در مخزن با ورودی بزرگ وجود دارد. برای جلوگیری از آن لازم است به میزان آب ورودی افزوده شود.

تفاوت بحرانی مقادیر دمای آب ورودی و آب موجود در مخزن (T بر حسب سانتی گراد) که منجر به لایه بندی حرارتی در مخزن می شود از معادله $(T = CQ^2 / D^3H^2)$ قابل محاسبه می باشد.

C ضریب است که بستگی به شکل ورودی آب، مدل شناوری و قطر مخزن دارد

Q بده آب ورودی بر حسب لیتر بر دقیقه

H عمق آب مخزن بر حسب متر

D قطر بر حسب میلی متر

پیوست ۲

سایر دستگاه‌های اندازه‌گیری

پ.۲-۱- دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی^۱

هدایت الکتریکی آب‌ها نسبت به درجه حرارت، نوع و غلظت یون‌های آب متغیر است و معمولاً اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آب در ۲۰ یا ۲۵ درجه سانتی‌گراد اجرا می‌شود. رقم هدایت الکتریکی معرف مجموع مقدار یون‌های محلول در آب است. قابلیت انتقال جریان برق نشانگر میزان هدایت الکتریکی است. واحد هدایت الکتریکی mho (زیمنس) می‌باشد و آن عکس مقاومت الکتریکی (ohm) می‌باشد. هدایت ویژه (K) عبارتست از هدایت الکتریکی (F.C) اندازه‌گیری شده در یک سانتی‌مترمکعب از محلول که بین دو الکترود با سطح یک سانتی‌مترمربع و به فاصله یک سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارد و در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بنابراین واحد هدایت الکتریکی ویژه mho/cm (زیمنس بر سانتی‌متر) معرفی می‌شود.

عملکرد دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی به این صورت است که در عمل، مقاومت آب را در مقابل عبور جریان به وسیله کنداکتیویتی متر اندازه‌گیری نموده سپس آن را تبدیل به هدایت الکتریکی می‌نماید. دستگاه شامل یک سلول می‌باشد که دو صفحه دارد و روی آنها با کلرور پلاتین پوشش داده شده است. این دو صفحه داخل سلول مقابل همدیگر قرار گرفته و تشکیل خازن می‌دهند، به هر صفحه یک سیم اتصال دارد و سر دیگر سیم به ورودی دستگاه اندازه‌گیری وصل می‌گردد. مکانیزم عمل به گونه‌ای است که دو سر خازن به یک منبع جریان الترناتیو اتصال داده می‌شود سپس مقدار جریان و ولتاژ دو سر خازن اندازه‌گیری شده و مطابق قانون اهم دستگاه مقدار هدایت الکتریکی را محاسبه و نمایش می‌دهد.

پ.۲-۲- دستگاه اندازه‌گیری کدورت^۲ (در صورت لزوم)

نصب دستگاه کدورت‌سنج خصوصاً در مواردی که آب چاه‌ها و یا آب پشت سدها پس از کلرینه شدن مستقیماً وارد مخازن آب شرب می‌گردد، ضرورت دارد.

پ.۲-۳- دستگاه اندازه‌گیری pH (در صورت لزوم)

pH متر تحلیل‌گر دیگری است که برای سامانه‌های آبرسانی منجمله مخازن در اندازه‌گیری خواص اسیدی یا بازی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پیوست ۳

بازرسی و تعمیرات مخازن بتنی و

فولادی

جدول پ.۳-۱- روش‌های بازرسی و نگهداری و تعمیرات مخازن‌های بتنی و فولادی آب شرب و تاسیسات مربوطه

موضوع بازرسی	شرح عملیات بازرسی	شرح عملیات نگهداری و سرویس	دوره زمانی
مخازن بتنی روی سطح زمین			
پی‌ها (فونداسیون) مخازن	بررسی نشست احتمالی سازه واریزه، ترک خوردگی، لب‌پریدگی و شکستگی و نمایان شدن میلگردها	برای مرمت پس از تمیز کردن و آماده‌سازی کار با ید از ملات ماسه و سیمان به میزان یک به یک استفاده شود	شش‌ماه یک‌بار
دیوارها	نشست مخزن و نشانه‌های نشست قبلی بر روی سطوح دیوارها	به شرح بالا	شش‌ماه یک‌بار
	سطوح داخلی و بیرونی دیوارها به لحاظ ترک‌خوردگی، نشست، شکستگی، طبله و امثالهم	برای مرمت باید بتن نقاط طبله کرده، ترک خورده و آسیب دیده کاملاً تراشیده و تمیز گردد و با ملات ماسه و سیمان به نسبت یک به یک مرمت شوند و در صورت لزوم با اندود مقاوم در مقابل آب پوشیده گردند	سالی یک‌بار
درزهای انبساط	درزهای انبساط به لحاظ از بین رفتن نوار آب‌بندی و مواد پرکننده الاستیک درزها و نشست آب.	پس از تمیز کردن و آماده‌سازی کار نوار آب‌بندی آسیب دیده تعویض و یا مواد پرکننده تجدید شود. در صورت نیاز به مرمت سازه از ملات ماسه و سیمان اشاره شده قبلی استفاده گردد.	شش‌ماه یک‌بار
سقف‌ها	- راه‌های دسترسی، آدم‌روها و درب‌ها و قفل و بست آنها - توری‌های محافظ و جلوگیری کننده از ورود آلودگی‌ها، حشرات و خزندگان - زهکش و پوشش سقف	در صورت نیاز آسیب دیدگی را می‌توان به شیوه‌های متعارف در هر مورد مرمت کرد، ولی درخصوص حذف علف‌های روئیده بر سقف مخزن استفاده از علف‌کش و مواد نفتی ممنوع می‌باشد.	شش‌ماه یک‌بار
خاکریز مخازن	- تخریب در اثر عوامل طبیعی، حیوانات و افراد - زهکش و نشست آب به خاکریزها و سطوح داخلی مخزن به لحاظ وجود احتمالی ترک یا آسیب‌دیدگی	مخزن باید تخلیه شود و با رعایت ضوابط پس از تمیزکاری و آماده‌سازی کار، آسیب‌های وارده با ملات ماسه و سیمان ترمیم و در صورت نیاز با پوشش ضد آب تقویت شوند.	شش‌ماه یک‌بار
تجهیزات، تاسیسات و ابزار دقیق	- شیرآلات - تجهیزات کلرزی - تجهیزات تلمبه‌خانه - ابزار دقیق و ...	نظر به گوناگونی و تفاوت‌های اساسی در این موارد ضروری است که در هر مورد با رعایت ضوابط فنی و استانداردهای مربوطه و توصیه‌های سازنده تجهیزات، سرویس و تعمیرات مورد نیاز صورت پذیرد در صورتی که به تعمیرات اساسی تجهیزات داخل مخزن نیاز باشد، خارج نمودن مخزن از بهره‌برداری و تخلیه آن ضرورت خواهد داشت. به هر صورت رعایت کلیه جوانب ایمنی، حفاظت و بهداشت متعارف الزامی است.	براساس نیاز حداکثر سالیانه
مخازن فولادی روی سطح زمین			
دیوارها و کف	- زنگ‌زدگی جدار داخلی و خارجی از بابت زنگ و خوردگی، نشست، درزهای اتصال، جوشکاری‌ها، پیچ و مهره‌ها	مخزن باید تخلیه و تمیز گردد. تعویض پیچ و مهره، قطعات آسیب‌دیده، زدایش زنگ، رنگ‌آمیزی و پوشش استاندارد در صورت نیاز	شش‌ماه یک‌بار
	- آسیب‌دیدگی‌های ناشی از یخ‌زدگی در فصل زمستان	مخزن تخلیه و تمیز شده و مرمت‌های ضروری صورت پذیرد	شش‌ماه یک‌بار
سقف	- وضعیت عمومی - راه‌های دسترسی و آدم‌روها، - درب‌ها، هواکش‌ها، تخلیه، قفل و بست، توری‌های حفاظ و ...	مرمت‌های لازم در هر مورد زنگ‌زدایی و رنگ‌آمیزی مجدد در صورت آسیب‌دیدگی جدی و گسترده تعویض سقف باید مورد توجه قرار گیرد.	سالیانه
پایه‌ها و پی‌های نگهدارنده مخزن	به شرح مشابه مخازن بتنی	به شرح مشابه مخازن بتنی	براساس نیاز حداکثر سالانه
تاسیسات و تجهیزات	به شرح مشابه مخازن بتنی	به شرح مشابه مخازن بتنی	سالیانه

منابع و مراجع

- ۱- نشریه شماره ۳-۱۱۷، مبانی و ضوابط طراحی طرح‌های آبرسانی شهری، سازمان برنامه و بودجه - طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی وزارت نیرو- ۱۳۷۱.
- ۲- نشریه شماره ۱۳۷، راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب، سازمان برنامه و بودجه - طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی وزارت نیرو- ۱۳۷۱.
- ۳- نشریه شماره ۵۲۹، راهنمای نوع و موقعیت شیرآلات و بهره‌برداری از آنها، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور - طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی وزارت نیرو - ۱۳۸۹.
- ۴- نشریه شماره ۵۹-ن، تجهیزات کلرزنی، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی وزارت نیرو - ۱۳۶۷.
- ۵- نشریه شماره ۱۲۰- آیین‌نامه بتن ایران، سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۶۹.
- ۶- نشریه شماره ۱۲۳، ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی، سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۷۱.
- ۷- نشریه شماره ۱۲۴- مشخصات فنی عمومی مخازن، سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۷۲.
- ۸- نشریه شماره ۱۲۵- مجموعه نقشه‌های تیپ اجرایی مخازن آب زمینی، سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۷۱.
- ۹- مقررات ملی ساختمانی ایران - مباحث بیست گانه، وزارت مسکن و شهرسازی
- ۱۰- آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۱۱- استاندارد ملی ایران به شماره ۶۵۹۱ - ویژگی‌های ساخت و روش آزمون و بهره‌برداری از سیلندرهای گاز کلر و استاندارد ملی ایران به شماره ۶۷۹۲- بازرسی و آزمون دوره‌ای سیلندرهای گاز فولادی بدون درز - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- ۱۲- استاندارد ملی ایران به شماره ۵۰۱۵، آیین کار اصول طراحی ایمنی و بهداشت ساختمان واحد کلرزنی در تصفیه آب آشامیدنی - سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- 13- AWWA (American Water Works Association). 1992. AWWA Standard for Disinfection of Water Storage Facilities. AWWA C652. Denever, Colo.: AWWA.
- 14- AWWA (American Water Works Association). 1978a. AWWA Manual M25-Flexible Membrane Covers and Linings for Potable-Water Reservoirs. Denver, Colo.: AWWA.
- 15- AWWA M42-Steel Water-Storage Tanks (1998).
- 16- AWWA Standard C652-92 Disinfection of Storage Facilities (AWWA 1992) provides Guidance for Disinfection when returning a storage facility to service.
- 17- AWWA A(American Water Works Association). 1997. AWWA Standard for Coating Steel Water Storage Tanks. AWWA D102-97. Denver, Colo.: AWWA.
- 18- National Sanitation Foundation. 1996. NSF Standard 61 Drinking Water System Components - Health Effects. ANSI/NSF Standard 61. National Sanitation Foundation International.
- 19- The Ten State Standards (Great Lakes 1997)
- 20- Maintaining Water Quality in Finished Water Storage Facilities (Kirmayer et al. 1999)
- 21- Water Quality modeling of distribution system Storage Facilities (Gragman et al.2000)

22- Finished Water Storage Facilities – Prepared by AWWA with assistance from Economic and Engineering Services, Inc.

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی nezamfanni.ir قابل دستیابی می‌باشد.

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

**Guideline for Operation &
Maintenance of Treated Water
Reservoirs in Cities**
(First Revision)

No. 137

Office of Deputy for Strategic Supervision

Department of Technical Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Energy

Bureau of Engineering and Technical
Criteria for Water and Wastewater

<http://seso.moe.org.ir>

2012

این نشریه

با عنوان «راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب شهری» در برگیرنده مسایل اساسی بهره‌برداری، نگهداری، تعمیرات و مراقبتهای بهداشتی مخازن آب شرب می‌باشد که موضوعات دیگری درخصوص مدیریت کیفیت آب و توصیه‌های طراحی مخازن آب و سازه‌های مرتبط با آنها به‌لحاظ ساخت و بهره‌برداری بهینه نیز به آن افزوده شده است.

توضیحا مخازن مورد بحث شامل مخازن ذخیره سدها، برکه‌ها و مخازن آب خام نمی‌شود.