

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز ارزیابی و صلاحیت حرفه‌ای صنعت آب و برق

کتابچه‌ی دانش شغلی

عنوان شغل :

فرایند تصفیه‌خانه‌ی آب (کارگر-کاردان-کارشناس)

دروس:

فرایند و تجهیزات فرایندی در تصفیه‌خانه آب	تخصصی	۱
اصول تصفیه‌ای آب و واحدهای تصفیه‌خانه آب		۲
نقشه خوانی و گزارش نویسی در تصفیه‌خانه آب		۳
ایمنی		۴

تابستان ۱۴۰۳

فهرست مطالب

- ۱- فرایند و تجهیزات فرایندی در تصفیه خانه آب ۵
- ۱-۱- ساماندهی بخش لجن در تصفیه خانه های آب و روش های مختلف آن و محاسبات و تجهیزات مرتبط آن ۵
- ۱-۲- آشنایی با استانداردهای بهداشتی آب شرب و سایر استانداردهای سازمان جهانی بهداشت در ارتباط با تصفیه خانه های آب شرب ... ۵
- ۱-۳- آشنایی با تجهیزات آزمایشگاهی و آزمایشگاه تصفیه خانه های آب شرب و آزمایشات معمول در تصفیه خانهها ۶
- ۱-۴- نقش مخزن ذخیره آب پاک در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن و استانداردهای مرتبط ۷
- ۱-۵- آشنایی با واحدهای جنبی تصفیه خانه های آب و مکان یابی تصفیه خانه و استانداردهایی که برای انتخاب محل تصفیه خانه آب باید مدنظر قرار گیرد ۸
- ۱-۶- تحلیل پارامترهای اندازه گیری شده شیمیایی و فیزیکی در تصفیه خانه آب و استفاده از آن در بهره برداری ۹
- ۱-۷- آشنایی با دستورالعمل های بهره برداری از واحدهای تصفیه شیمیایی (انعقاد و لخته سازی، گندزدایی و...) در تصفیه خانه آب ۱۰
- ۱-۸- سیستم روشنایی در تصفیه خانه های آب و استانداردهای مرتبط ۱۱
- ۱-۹- آشنایی دستورالعملهای بهره برداری از واحد هوادهی، پیش ازن زنی و ۱۳
- ۱-۱۰- آشنایی با دستورالعملهای بهره برداری از پمپها، بلوئرها، شیرآلات، دوزینگ پمپها ۱۴
- ۱-۱۱- آشنایی با دستورالعملهای بهره برداری از تابلوهای برق، دیزل ژنراتور، ترانسفورماتور و غیره ۱۵
- ۱-۱۲- آشنایی با مواد شیمیایی مورد نیاز در تصفیه خانه مانند کلر، ازن، مواد منعقدکننده (آلوم، کلروفریک و...)، آهک و غیره و نحوه کاربرد آنها ۱۶
- ۲- اصول تصفیه ای آب و واحدهای تصفیه خانه آب ۱۸
- ۲-۱- آشنایی با تصفیه آب ۱۸
- ۲-۲- واحد آشغالگیری در تصفیه خانه های آب، انواع آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ۱۸
- ۲-۳- واحد میکرواسترینر در تصفیه خانه های آب، انواع آن، کاربرد آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ۱۹
- ۲-۴- واحد انعقاد و لخته سازی در تصفیه خانه های آب، محاسبات مرتبط با آن، مبانی محاسباتی، آشنایی با انواع مواد منعقد کننده و تجهیزات تزریق مواد شیمیایی ۱۹
- ۲-۵- واحد زلالسازی (ته نشینی ساده، پولساتور، اکسیلاتور) کاربرد آنها در تصفیه خانه های آب و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ها ۲۰
- ۲-۶- واحد فیلتراسیون در تصفیه خانه های آب، انواع آن، مبانی محاسباتی و سایر موارد مرتبط ۲۱
- ۲-۷- واحد گندزدایی در تصفیه خانه های آب (کلر زنی، ازن زنی، پرمنگنات پتاسیم و سایر مواد گندزدا)، مبانی محاسباتی آن و استانداردهای مرتبط با آن ۲۱
- ۳- اصول کار با تجهیزات برقی در شبکه فاضلاب ۲۳
- ۳-۱- نقشه برداری، نقشه کشی و آشنایی با انواع نقشهها در تصفیه خانه های آب مانند نقشه های PFD ، P & ID و... و نقشه خوانی ۲۳

- ۲۳-۳-۲ گزارش نویسی در تصفیهخانه های آب
- ۲۴-۳-۳ آشنایی با نقشه های پایه الکتریکال، مکانیکال
- ۲۵-۳-۴ گزارش نویسی در تصفیهخانه های آب (گزارشات روزانه، هفتگی، کارکرد، مدیریتی و...)
- ۲۶-۴-۱ ایمنی
- ۲۶-۴-۱-۱ ایمنی و حفاظت فردی
- ۲۶-۴-۲-۲ بخش دو
- ۲۶-۴-۳-۳ بخش سه
- ۲۷-۴-۴-۴ بخش چهار
- ۲۸-۴-۵-۵ بخش پنج
- ۲۸-۴-۶-۶ بخش شش
- ۲۸-۴-۷-۷ بخش هفت
- ۲۹-۴-۸-۸ آشنایی با عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار (سر و صدا، گرما، سرما، روشنایی)
- ۳۰-۴-۹-۹ عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار (گرد و غبار، گازها و بخارات)

۱- فرایند و تجهیزات فرایندی در تصفیه خانه آب

۱-۱- ساماندهی بخش لجن در تصفیه خانه های آب و روش های مختلف آن و محاسبات و تجهیزات مرتبط آن

ساماندهی بخش لجن در تصفیه خانه های آب یکی از مراحل حیاتی در مدیریت پسماندهای تصفیه آب است. لجن حاصل از فرآیند تصفیه آب شامل مواد جامد معلق، مواد آلی، میکروارگانیسم ها و سایر آلاینده هایی است که باید به شیوه های کارآمد و ایمن مدیریت شوند. **تغلیظ لجن (Thickening)** اولین مرحله در کاهش حجم لجن تولیدی است. این فرآیند با استفاده از تجهیزات مکانیکی مانند تغلیظ کننده های گرانشی یا پرسی انجام می شود. هدف از تغلیظ، کاهش میزان آب در لجن و افزایش غلظت مواد جامد است. **ثبیت لجن (Stabilization)** تبدیل مواد آلی موجود در آن به مواد معدنی بوده که موجب کاهش فعالیت میکروبی و کنترل بوی نامطبوع می شود. دو روش اصلی برای تثبیت لجن وجود دارد: تثبیت بیولوژیکی (استفاده از میکروارگانیسم ها در هاضم های هوازی برای تبدیل مواد آلی به مواد معدنی) و تثبیت شیمیایی (استفاده از مواد شیمیایی جهت تبدیل مواد آلی به مواد معدنی). **آبگیری لجن (Dewatering)**: در این مرحله، آب باقی مانده در لجن جدا می شود تا حجم نهایی لجن کاهش یابد. روش های مختلفی برای آبگیری لجن وجود دارد همانند سانتریفیوژ کردن، فیلتر پرس و خشک کردن لجن با استفاده از بستر شنی. بعد از آبگیری، لجن باید به طور ایمن دفع شود. مدیریت کارآمد لجن تصفیه خانه های آب نیازمند تکنولوژی های پیشرفته و روش های متنوع است تا از لحاظ زیست محیطی و اقتصادی بهینه باشد. انتخاب روش مناسب بستگی به شرایط محلی، حجم لجن تولیدی و نیازهای خاص هر تصفیه خانه دارد.

۱-۲- آشنایی با استانداردهای بهداشتی آب شرب و سایر استانداردهای سازمان جهانی بهداشت در ارتباط با

تصفیه خانه های آب شرب

استانداردهای بهداشتی آب شرب و سایر استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (WHO) نقش حیاتی در تضمین کیفیت و ایمنی آب مصرفی دارند.

این استانداردها برای جلوگیری از بروز بیماری های منتقله از آب و تضمین سلامت عمومی تدوین شده اند WHO در قالب "راهنمای کیفیت آب شرب (Guidelines for Drinking-water Quality)" معیارها و دستورالعمل های مختلفی را برای مدیریت کیفیت آب شرب ارائه می دهد.

"استانداردهای بهداشتی آب شرب" پارامترهای میکروبیولوژیکی: این پارامترها شامل اندازه گیری وجود باکتری های کلیفرم، ای کلای و سایر پاتوژن ها در آب است. وجود این میکروارگانیسم ها نشان دهنده آلودگی و خطر بالقوه برای سلامت انسان است. **پارامترهای شیمیایی**: شامل اندازه گیری غلظت مواد شیمیایی مختلف مانند فلزات سنگین (سرب، آرسنیک، کادمیوم)، نیتريت و نترات، ترکیبات آلی مانند تری هالومتان ها و محصولات جانبی ضد عفونی کننده ها است. **پارامترهای فیزیکی**: این پارامترها شامل مواردی همچون کدورت، رنگ، طعم و بو است که باید در محدوده قابل قبول قرار داشته باشند.

"استانداردهای سازمان بهداشت جهانی" حداکثر غلظت مجاز: برای هر پارامتر شیمیایی و میکروبیولوژیکی، WHO حداکثر غلظت مجاز تعیین کرده که نباید از آن تجاوز شود. این غلظت‌ها بر اساس تحقیقات علمی و ارزیابی‌های خطر بهداشتی تعیین می‌شوند. **توصیه‌های بهداشتی WHO:** توصیه‌هایی برای جلوگیری از آلودگی منابع آب، بهبود فرآیندهای تصفیه و پایش مداوم کیفیت آب ارائه می‌دهد. **راهنما برای تصفیه‌خانه‌ها:** شامل توصیه‌هایی برای طراحی، بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌ها برای تضمین تولید آب با کیفیت مناسب. این راهنماها به مواردی مانند انتخاب مواد شیمیایی مناسب برای تصفیه، روش‌های ضد عفونی و کنترل فرآیندهای تصفیه می‌پردازند. **پایش و ارزیابی WHO:** بر لزوم پایش مداوم کیفیت آب شرب تاکید دارد و توصیه می‌کند که نتایج پایش به طور منظم بررسی و تحلیل شوند تا هرگونه انحراف از استانداردها سریعاً شناسایی و اقدامات اصلاحی مناسب انجام شود. پیروی از استانداردهای بهداشتی نه تنها به بهبود کیفیت آب شرب کمک می‌کند، بلکه از بروز بسیاری از بیماری‌های منتقله از آب جلوگیری کرده و سلامت عمومی جامعه را تضمین می‌نماید. کشورهای مختلف باید این استانداردها را به عنوان پایه‌ای برای تدوین و اجرای قوانین و مقررات ملی خود در نظر بگیرند.

وزارت نیرو و بهداشت و درمان با استفاده از استانداردهای بین‌المللی نسبت به تدوین استاندارد ملی درخصوص آب شرب و پارامترهای مرتبط با آن اقدام نموده است.

۱-۳- آشنایی با تجهیزات آزمایشگاهی و آزمایشگاه تصفیه خانه های آب شرب و آزمایشات معمول در تصفیه

خانه‌ها

تجهیزات آزمایشگاهی و آزمایشگاه‌های تصفیه‌خانه‌های آب شرب نقش حیاتی در تضمین کیفیت و ایمنی آب مصرفی دارند. این تجهیزات شامل دستگاه‌های پیشرفته‌ای مانند اسپکتروفوتومتر، کروماتوگرافی مایع و گازی، میکروسکوپ‌های نوری و الکترونی، و تجهیزات اندازه‌گیری شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشند. آزمایشات معمول شامل اندازه‌گیری پارامترهایی مانند کدورت، pH، مواد جامد معلق، کلر باقی‌مانده، نیتروژن و فسفر، و همچنین آنالیز باکتریولوژیکی برای تشخیص وجود باکتری‌های مضر است. این آزمایشات به منظور شناسایی و حذف آلاینده‌های مختلف و اطمینان از تطابق آب با استانداردهای کیفی انجام می‌شوند. همچنین، آزمایشگاه‌ها مسئولیت نظارت مستمر بر فرایندهای تصفیه، بررسی کارایی تجهیزات و انجام کالیبراسیون‌های دوره‌ای را دارند تا از صحت نتایج اطمینان حاصل شود.

تجهیزات آزمایشگاهی تصفیه‌خانه‌های آب شرب

اسپکتروفوتومتر (Spectrophotometer): برای اندازه‌گیری غلظت مواد شیمیایی مختلف در نمونه‌های آب با استفاده از نور و جذب آن.

pH متر (pH Meter): جهت اندازه‌گیری دقیق میزان اسیدی یا بازی بودن آب.

تیتراسیون اتوماتیک (Automatic Titrator): برای تعیین غلظت مواد خاص از طریق واکنش‌های شیمیایی.

هدایت‌سنج: برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آب که نشان‌دهنده میزان مواد معدنی محلول است.

توربیدومتر (Turbidimeter): جهت اندازه‌گیری کدورت آب و بررسی میزان ذرات معلق.

آزمون COD و BOD (Chemical Oxygen Demand and Biological Oxygen Demand): برای تعیین میزان

اکسیژن مورد نیاز برای تجزیه مواد آلی در آب.

دستگاه GC/MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometry): برای شناسایی و اندازه‌گیری ترکیبات آلی فرار و نیمه‌فرار در آب.

آزمایشگاه میکروبیولوژی: شامل محیط‌های کشت، انکوباتور و میکروسکوپ جهت بررسی و شمارش باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها.

آزمایشات معمول در تصفیه‌خانه‌ها

اندازه‌گیری pH: برای کنترل میزان اسیدی یا بازی بودن آب که بر فرآیندهای شیمیایی تصفیه تاثیرگذار است.

آزمون کدورت: برای بررسی میزان شفافیت آب و کنترل عملکرد فرآیندهای ته‌نشینی و فیلتراسیون.

اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده: برای اطمینان از کافی بودن میزان کلر جهت گندزدایی آب.

تست‌های میکروبیولوژی: برای شناسایی و کنترل وجود باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا.

آزمون COD و BOD: برای ارزیابی میزان آلودگی آلی آب و کارایی فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی.

آنالیز فلزات سنگین: با استفاده از دستگاه‌های جذب اتمی (AAS) یا ICP-OES جهت شناسایی و اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین مانند سرب، کادمیوم و آرسنیک.

آنالیز ترکیبات آلی فرار (VOC): با استفاده از GC/MS برای اطمینان از عدم وجود ترکیبات مضر آلی

آزمایشگاه‌ها نقش حیاتی در تضمین کیفیت آب شرب ایفا می‌کنند. این آزمایشات نه تنها برای اطمینان از ایمنی و سلامت آب بلکه برای بهینه‌سازی و کنترل فرآیندهای تصفیه نیز ضروری هستند. از طریق مانیتورینگ مداوم و دقیق پارامترهای مختلف آب، آزمایشگاه‌ها به شناسایی مشکلات احتمالی و اصلاح فرآیندها در زمان مناسب کمک می‌کنند.

۱-۴- نقش مخزن ذخیره آب پاک در تصفیه‌خانه‌های آب و مبانی محاسباتی آن و استانداردهای مرتبط

مخزن ذخیره آب پاک در تصفیه‌خانه‌های آب نقش حیاتی ایفا می‌کند. این مخازن به عنوان واسطه‌ای برای ذخیره‌سازی آب تصفیه‌شده قبل از توزیع به مصرف‌کنندگان عمل می‌کنند. وظیفه اصلی این مخازن تضمین پایداری و کیفیت آب تصفیه‌شده است. مخازن ذخیره آب پاک می‌توانند به مدیریت نوسانات تقاضای آب، کاهش فشار بر تجهیزات تصفیه و بهبود عملکرد کلی تصفیه‌خانه کمک کنند. محاسبات طراحی مخزن ذخیره آب شامل تعیین حجم مناسب مخزن، زمان ماند آب، و الزامات هیدرولیکی می‌شود. حجم مخزن باید به گونه‌ای محاسبه شود که بتواند نوسانات مصرف روزانه و همچنین دوره‌های اوج مصرف را پوشش دهد. زمان ماند آب در مخزن نیز باید به گونه‌ای باشد که از رشد میکروبی جلوگیری کند. برای این منظور، استانداردهای بهداشتی مختلفی وجود دارد که حداقل و حداکثر زمان ماند را تعیین می‌کنند.

استانداردهای مختلفی برای طراحی و ساخت مخازن ذخیره آب پاک وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از:

استانداردهای (AWWA (American Water Works Association):

استاندارد AWWA D100: استاندارد طراحی و ساخت مخازن فولادی.

استاندارد AWWA D110: استاندارد طراحی و ساخت مخازن بتنی پیش‌تپیده.

استانداردهای (EPA (Environmental Protection Agency):

مقررات مربوط به ذخیره‌سازی و نگهداری آب آشامیدنی.

استانداردهای (ISO (International Organization for Standardization):

ISO ۹۰۰۱: سیستم مدیریت کیفیت

ISO ۲۴۵۱۲: مدیریت کارکرد و نگهداری خدمات تامین آب آشامیدنی

مخازن ذخیره آب پاک بخش ضروری از زیرساخت‌های تصفیه آب هستند که به حفظ کیفیت و پایداری عرضه آب کمک می‌کنند. طراحی و محاسبات این مخازن باید بر اساس استانداردهای بین‌المللی و ملی انجام شود تا از کارایی و بهداشت آب تصفیه‌شده اطمینان حاصل شود.

۱-۵- آشنایی با واحدهای جنبی تصفیه خانه‌های آب و مکان یابی تصفیه خانه و استانداردهایی که برای انتخاب

محل تصفیه خانه آب باید مدنظر قرار گیرد

واحدهای جنبی تصفیه خانه‌های آب

پست پاساژ برق:

این واحد مسئول تأمین و توزیع برق تصفیه خانه است. شامل تجهیزات حفاظت، کنترل و توزیع برق برای بهره‌برداری ایمن و مداوم تصفیه خانه.

استفاده از پست‌های پاساژ برق پیشرفته باعث افزایش قابلیت اطمینان و کاهش خطرات احتمالی ناشی از نوسانات برق می‌شود.

انبار و تعمیرگاه:

انبار برای ذخیره مواد شیمیایی، قطعات یدکی و تجهیزات مورد نیاز تصفیه خانه استفاده می‌شود. تعمیرگاه برای نگهداری و تعمیر تجهیزات و ماشین‌آلات تصفیه خانه به کار می‌رود. این واحد باید مجهز به ابزار و تجهیزات لازم برای انجام تعمیرات دوره‌ای و اضطراری باشد.

اتاق کنترل:

اتاق کنترل به عنوان مرکز فرماندهی تصفیه خانه، مجهز به سیستم‌های نظارت و کنترل خودکار برای پایش و مدیریت فرآیندهای تصفیه آب است.

این اتاق باید دارای سیستم‌های مانیتورینگ پیشرفته، نرم‌افزارهای مدیریت فرآیند و ارتباطات مناسب برای واکنش سریع به تغییرات وضعیت عملکردی تصفیه خانه باشد.

مکان یابی تصفیه خانه

نزدیکی به منابع آب:

محل تصفیه خانه باید نزدیک به منابع آب خام باشد تا هزینه‌های انتقال کاهش یابد.

توپوگرافی:

انتخاب محل با شیب مناسب برای استفاده از نیروی گرانشی جهت کاهش نیاز به پمپاژ و صرفه‌جویی در انرژی.

دسترسی به زیرساخت‌ها:

محل تصفیه خانه باید به جاده‌ها، خطوط برق و سیستم‌های دفع پساب دسترسی داشته باشد تا بهره‌برداری و نگهداری تسهیل شود.

فاصله از مناطق مسکونی:

انتخاب محل احداث تصفیه‌خانه براساس فاصله منطقی از مناطق مسکونی.

ملاحظات زیست‌محیطی:

ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی و انتخاب محلی که کمترین تأثیر منفی بر اکوسیستم‌های محلی داشته باشد.

ملاحظات انتخاب محل تصفیه‌خانه آب

ملاحظات بهداشتی:

رعایت استانداردهای بهداشتی ملی و بین‌المللی در مکان‌یابی تصفیه‌خانه.

ملاحظات زیست‌محیطی:

انجام ارزیابی دقیق اثرات زیست‌محیطی و تطابق با استانداردهای سازمان‌های حفاظت محیط زیست.

ملاحظات فنی:

توجه به طراحی فنی و اجرایی تصفیه‌خانه و مطابقت با استانداردهای مهندسی و ساخت.

ملاحظات اقتصادی:

ارزیابی اقتصادی محل و برآورد هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و نگهداری.

توجه به این معیارها و رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی در انتخاب محل و طراحی تصفیه‌خانه‌های آب، به بهبود کیفیت و پایداری سیستم‌های آبرسانی و حفاظت از منابع طبیعی کمک می‌کند.

۶-۱- تحلیل پارامترهای اندازه‌گیری شده شیمیایی و فیزیکی در تصفیه‌خانه آب و استفاده از آن در بهره‌برداری

تحلیل پارامترهای اندازه‌گیری شده شیمیایی و فیزیکی در تصفیه‌خانه‌های آب، بخش حیاتی در تضمین کیفیت آب و کارایی سیستم‌های تصفیه است. این پارامترها به دو دسته کلی شیمیایی و فیزیکی تقسیم می‌شوند.

پارامترهای فیزیکی

کدورت: میزان شفافیت آب را نشان می‌دهد و وجود ذرات معلق مانند خاک، جلبک‌ها و مواد آلی را نشان می‌دهد. کدورت بالا می‌تواند نشان‌دهنده کارایی پایین فرآیند فیلتراسیون باشد.

دما: بر کارایی فرآیندهای تصفیه تأثیر می‌گذارد. دمای بالا ممکن است باعث رشد جلبک‌ها و باکتری‌ها شود و دمای پایین ممکن است سرعت واکنش‌های شیمیایی را کاهش دهد.

رنگ: نشان‌دهنده وجود مواد آلی محلول و ترکیبات معدنی است. آب رنگی می‌تواند ناشی از تجزیه مواد آلی، فلزات و مواد معدنی باشد.

پارامترهای شیمیایی

pH: میزان اسیدی یا قلیایی بودن آب را نشان می‌دهد. pH نامناسب می‌تواند به تجهیزات آسیب برساند و کارایی مواد شیمیایی مورد استفاده در تصفیه را کاهش دهد.

کلر باقیمانده: نشان‌دهنده مقدار کلر آزاد موجود در آب پس از فرآیند ضدعفونی است. کلر باقیمانده برای اطمینان از حذف کامل میکروارگانیسم‌ها ضروری است.

سختی آب: ناشی از وجود یون‌های کلسیم و منیزیم است. سختی بالا می‌تواند باعث رسوب‌گذاری در لوله‌ها و کاهش کارایی تجهیزات شود.

ترکیبات آلی محلول (DOC): نشان‌دهنده میزان مواد آلی موجود در آب است که می‌توانند به‌عنوان پیش‌ماده برای تشکیل محصولات جانبی ضد عفونی عمل کنند که این محصولات جانبی برای سلامتی مضر می‌باشند.

کاربرد در بهره‌برداری

این پارامترها برای کنترل و بهینه‌سازی فرآیندهای تصفیه مانند انعقاد، لخته‌سازی، ته‌نشینی، فیلتراسیون و ضد عفونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. پایش مداوم و تحلیل این پارامترها به اپراتورها کمک می‌کند تا فرآیندهای تصفیه را به‌طور مؤثر تنظیم کرده و از کیفیت آب خروجی اطمینان حاصل کنند. همچنین، تحلیل این داده‌ها می‌تواند به شناسایی مشکلات بالقوه، بهبود فرآیندها و کاهش هزینه‌های عملیاتی کمک کند.

۱-۲- آشنایی با دستورالعمل‌های بهره‌برداری از واحدهای تصفیه شیمیایی (انعقاد و لخته‌سازی، گندزدایی و...) در تصفیه‌خانه آب

عملگرهای برقی (Electric Actuators)

عملگرهای برقی در تصفیه‌خانه‌های آب برای کنترل دریچه‌ها، شیرها و دمپرها استفاده می‌شوند. این عملگرها با دریافت سیگنال‌های الکتریکی، موقعیت مکانی مکانیکی اجزای متحرک را تغییر می‌دهند. نوع سیگنال کنترل می‌تواند آنالوگ یا دیجیتال باشد و بسته به نیاز سیستم، از عملگرهای چرخشی یا خطی استفاده می‌شود.

سلونوئیدها (Solenoids)

سلونوئیدها دستگاه‌های الکترومکانیکی هستند که برای کنترل جریان سیالات در لوله‌ها به کار می‌روند. با اعمال جریان الکتریکی به سیم‌پیچ سلونوئید، یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود که منجر به حرکت یک هسته فلزی و در نتیجه باز یا بسته شدن مسیر جریان سیال می‌گردد.

اینورترها (Inverters)

اینورترها دستگاه‌هایی هستند که جریان مستقیم (DC) را به جریان متناوب (AC) تبدیل می‌کنند. در تصفیه‌خانه‌های آب، اینورترها برای کنترل سرعت پمپ‌ها و موتورهای الکتریکی استفاده می‌شوند. کنترل سرعت موتور باعث بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود.

استابلایزرها (Stabilizers)

استابلایزرها برای تثبیت ولتاژ ورودی به تجهیزات الکتریکی استفاده می‌شوند. این دستگاه‌ها نوسانات ولتاژ را کاهش می‌دهند و از آسیب به تجهیزات حساس جلوگیری می‌کنند. استفاده از استابلایزرها در تصفیه‌خانه‌های آب به افزایش عمر مفید تجهیزات و کاهش هزینه‌های نگهداری کمک می‌کند.

بانک خازنی (Capacitor Bank)

بانک‌های خازنی برای بهبود ضریب توان (Power Factor) در سیستم‌های الکتریکی استفاده می‌شوند. این دستگاه‌ها با جبران توان راکتیو، باعث کاهش تلفات انرژی و افزایش کارایی سیستم می‌شوند. در تصفیه‌خانه‌های آب، استفاده از بانک‌های خازنی به بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند.

باسداکت (Bus Duct)

باسداکت‌ها سیستم‌هایی برای انتقال انرژی الکتریکی از منبع به مصرف‌کننده هستند. این سیستم‌ها معمولاً شامل یک یا چند مسیر مسی یا آلومینیومی هستند که در یک محفظه محافظ قرار گرفته‌اند. باسداکت‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب برای انتقال انرژی با کارایی بالا و ایمنی بیشتر استفاده می‌شوند.

مبانی محاسباتی

محاسبات در انتخاب و استفاده از این تجهیزات شامل تحلیل بار الکتریکی، تعیین نیازهای توان و انرژی، ارزیابی ضریب توان و تلفات انرژی، و محاسبات مرتبط با استحکام و ایمنی سیستم‌های الکتریکی است. مهندسان برق با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی و استانداردهای صنعتی، این محاسبات را انجام می‌دهند تا از عملکرد بهینه و ایمن سیستم‌های الکتریکی در تصفیه‌خانه‌های آب اطمینان حاصل کنند.

۸-۱- سیستم روشنایی در تصفیه خانه های آب و استانداردهای مرتبط

دستورالعمل بهره‌برداری از واحدهای تصفیه شیمیایی در تصفیه‌خانه‌های آب به منظور بهینه‌سازی فرآیندها و تضمین کیفیت آب تصفیه شده بسیار مهم است. در ادامه به برخی از دستورالعمل‌های کلیدی برای بهره‌برداری از این واحدها اشاره می‌شود.

۱. انعقاد و لخته‌سازی: این فرآیند به منظور حذف ذرات معلق و کلوئیدی از آب صورت می‌گیرد. در این مرحله، مواد شیمیایی مانند سولفات آلومینیوم (آلوم) یا پلی‌آلومینیوم کلراید یا پلی‌الکترولیت (مواد کمک منعقدکننده) به آب افزوده می‌شوند. این مواد با ایجاد بارهای الکتریکی مثبت، باعث جذب ذرات معلق و تشکیل لخته‌های بزرگ‌تر می‌شوند که به راحتی از آب جدا می‌شوند.

۱.۱ انتخاب و دوزینگ مواد منعقدکننده:

انتخاب مواد شیمیایی مناسب بر اساس ویژگی‌های آب خام و آزمایشات جارست. تنظیم دوز مواد منعقدکننده به طور مداوم با توجه به تغییرات کیفیت آب خام. کنترل و نظارت بر میزان دوز مواد به صورت دقیق و منظم.

۲.۱ زمان اختلاط:

اطمینان از زمان کافی برای اختلاط سریع (Flash Mixing) و اختلاط کند (Flocculation) جهت تشکیل لخته‌های مناسب.

۳.۱ نگهداری تجهیزات:

بازدید و نگهداری منظم از تجهیزات شامل میکسرها، پمپ‌ها و مخازن. اطمینان از عملکرد صحیح سیستم‌های تزریق مواد شیمیایی.

۲. گندزدایی: هدف از گندزدایی، از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها است. کلر، دی‌اکسید کلر، ازن و اشعه ماوراء بنفش (UV) از جمله روش‌های معمول گندزدایی هستند. کلر به عنوان رایج‌ترین ماده گندزدا استفاده می‌شود، زیرا علاوه بر کشتن میکروارگانیسم‌ها، قابلیت حفظ باقیمانده‌ای را دارد که از آلودگی ثانویه در سیستم‌های توزیع آب جلوگیری می‌کند.

۲.۱ کنترل دوز گندزدا:

تنظیم دوز ماده گندزدا به گونه‌ای که باقیمانده کافی برای جلوگیری از آلودگی ثانویه در شبکه توزیع حفظ شود. پایش مستمر و دقیق باقیمانده ماده گندزدا در نقاط مختلف تصفیه‌خانه و شبکه توزیع.

۲.۲ نگهداری تجهیزات:

بررسی و نگهداری منظم از تجهیزات تزریق و سیستم‌های کنترل. اطمینان از عملکرد صحیح سنسورها و دستگاه‌های اندازه‌گیری.

۳. کنترل pH و تنظیم قلیائیت: برای بهبود کارایی فرآیندهای تصفیه، تنظیم pH و قلیائیت آب ضروری است. موادی مانند آهک یا کربنات سدیم برای افزایش قلیائیت و اسیدهای معدنی برای کاهش pH به کار می‌روند.

۳.۱ انتخاب و تزریق مواد تنظیم کننده:

انتخاب مواد مناسب برای تنظیم pH و قلیائیت بر اساس نیازهای فرآیند تصفیه. آهک، کربنات سدیم، ترکیبات اسیدی بی‌خطر و سایر مواد شیمیایی معمولاً برای این منظور استفاده می‌شوند.

۳.۲ پایش مستمر:

اندازه‌گیری و پایش مداوم pH و قلیائیت آب در مراحل مختلف تصفیه. تنظیم دوز مواد شیمیایی به صورت پویا بر اساس نتایج پایش.

۴. حذف آهن و منگنز: این عناصر می‌توانند باعث رنگ‌آمیزی و طعم نامطبوع آب شوند. برای حذف آن‌ها، از فرآیندهای اکسیداسیون شیمیایی با استفاده از کلر یا پرمنگنات پتاسیم و یا هوادهی و سپس فیلتراسیون استفاده می‌شود.

۴.۱ فرآیند اکسیداسیون:

استفاده از مواد اکسید کننده مانند کلر یا پرمنگنات پتاسیم برای اکسیداسیون آهن و منگنز. تنظیم دوز مواد اکسید کننده بر اساس غلظت آهن و منگنز در آب خام.

۵. سختی گیری آب: در مواردی که آب دارای سختی بالاست، از فرآیند نرم‌سازی شیمیایی برای کاهش سختی استفاده می‌شود. آهک و سودا از جمله مواد شیمیایی هستند که برای این منظور استفاده می‌شوند.

۵.۱ انتخاب مواد سختی گیر:

استفاده از آهک و سودا برای کاهش سختی آب. تنظیم دوز مواد نرم‌کننده بر اساس سختی آب خام.

۵.۲ کنترل فرآیند:

پایش و کنترل مستمر میزان سختی آب در مراحل مختلف تصفیه. تنظیم دوز مواد شیمیایی به صورت پویا بر اساس نتایج پایش.

این دستورالعمل‌ها باید به صورت دقیق و منظم اجرا شوند تا از کیفیت بالای آب تولیدی اطمینان حاصل شود. همچنین، آموزش مستمر پرسنل بهره‌بردار و نگهداری تجهیزات به منظور جلوگیری از خرابی‌ها و بهبود کارایی فرآیندهای تصفیه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۹-۱- آشنایی دستورالعمل‌های بهره‌برداری از واحد هوادهی، پیش‌آزن‌زنی و ...

هوادهی (Aeration)

واحد هوادهی یکی از مراحل اصلی در تصفیه آب است که در آن اکسیژن به آب اضافه می‌شود. این فرآیند به بهبود کیفیت آب از طریق:

حذف گازهای محلول: گازهای نامطلوب مانند دی‌اکسید کربن و سولفید هیدروژن از آب حذف می‌شوند.

افزایش اکسیژن محلول: سطح اکسیژن محلول افزایش می‌یابد که برای حذف آهن و منگنز و همچنین برای فرایندهای بیولوژیکی ضروری است.

کاهش بو و طعم نامطبوع: بو و طعم نامطلوب ناشی از ترکیبات آلی و غیر آلی کاهش می‌یابد.

دستورالعمل بهره‌برداری از واحد هوادهی

بازرسی و نگهداری تجهیزات:

روزانه وضعیت فیزیکی تجهیزات هوادهی مانند دیفیوزرها و بلوئرها و غیره باید بررسی شود. مطمئن شویم که هیچ‌گونه انسداد یا خوردگی در تجهیزات وجود ندارد و سرویس‌های دوره‌ای تجهیزات انجام شود.

کنترل جریان هوا:

مقدار و فشار هوای تزریقی باید به طور مداوم کنترل و تنظیم شود تا بهینه‌سازی اکسیژن‌دهی انجام شود. از تجهیزات اندازه‌گیری دقیق برای سنجش میزان اکسیژن محلول در آب استفاده شود.

نظارت بر پارامترهای کیفیت آب:

به طور منظم پارامترهای کیفیت آب مانند pH، دما، اکسیژن محلول و مواد شیمیایی محلول اندازه‌گیری و ثبت شود. تغییرات ناگهانی در پارامترهای کیفیت آب بررسی و علت آن را شناسایی شود.

بهینه‌سازی فرآیند:

از مدل‌های شبیه‌سازی برای بهینه‌سازی فرآیند هوادهی استفاده شود. بر اساس داده‌های به دست آمده، تنظیمات و بهینه‌سازی‌های لازم انجام شود.

پیش‌آزن‌زنی (Pre-Ozonation)

پیش‌آزن‌زنی فرآیندی است که در آن ازن، که یک اکسیدکننده قوی است، به آب اضافه می‌شود. این فرآیند دارای مزایای زیر است:

ضد عفونی آب: ازن به سرعت پاتوژن‌های میکروبی را غیرفعال می‌کند.

حذف مواد آلی و غیر آلی: ترکیبات آلی و معدنی پیچیده را تجزیه کرده و باعث بهبود کارایی فرآیندهای بعدی تصفیه می‌شود.

کاهش محصولات جانبی ضد عفونی: در مقایسه با کلر، ازن محصولات جانبی مضر کمتری تولید می‌کند.

در پیش‌آزن‌زنی، از دستگاه‌های ازن‌ساز برای تولید ازن استفاده می‌شود و سپس ازن از طریق دیفیوزرها به آب تزریق می‌شود. توجه به کنترل دقیق دوز ازن و زمان تماس آب با ازن از اهمیت بالایی برخوردار است.

دستورالعمل بهره‌برداری از واحد پیش‌آزن‌زنی

تولید و تزریق ازن:

وضعیت دستگاه‌های ازن‌ساز باید روزانه بررسی و از عملکرد صحیح آن‌ها اطمینان حاصل شود.

مقدار ازن تولیدی و تزریقی را به طور مداوم کنترل و تنظیم شود.

با توجه به خطرات انتشار ازن در محیط مبانی ایمنی در واحد ازن زنی دقیقاً رعایت گردد.

کنترل دوز ازن:

دوز ازن تزریقی بر اساس نیاز و وضعیت آب تنظیم شود تا از تخریب ترکیبات مفید جلوگیری شود. از سنسورهای دقیق برای اندازه گیری غلظت ازن در آب استفاده شود.

حفاظت در مقابل خوردگی ازن:

با توجه به خاصیت خوردگی قوی گاز ازن می بایست از لوله ها و اتصالات و شیرآلات مقاوم در برابر خوردگی گاز ازن استفاده نمود. همچنین تهویه هوا در محیطی که ازن استفاده می گردد بسیار مهم می باشد.

نظارت بر پارامترهای کیفیت آب پس از پیش ازن زنی:

پس از تزریق ازن، پارامترهای کیفیت آب مانند اکسیژن محلول، مواد آلی و معدنی به طور منظم اندازه گیری و ثبت شود. اثرات جانبی احتمالی ازن بر کیفیت آب بررسی و مدیریت شود.

ایمنی و حفاظت:

کارکنان باید آموزش های لازم در زمینه ایمنی و کار با ازن را دریافت کنند. تجهیزات حفاظتی مناسب مانند ماسک های تنفسی و دستکش های مقاوم در برابر ازن فراهم شود. سیستم های تهویه مناسب برای جلوگیری از تجمع ازن در محیط کاری نصب شود. این دستورالعمل ها کمک می کنند تا بهره برداری از واحدهای هوادهی و پیش ازن زنی بهینه و کارآمد باشد و کیفیت آب تصفیه شده به بالاترین استانداردها برسد.

۱۰-۱- آشنایی با دستورالعمل های بهره برداری از پمپ ها، بلوئر ها، شیرآلات، دوزینگ پمپ ها

آشنایی با دستورالعمل های بهره برداری از پمپ ها، بلوئر ها، شیرآلات، و دوزینگ پمپ ها امری حیاتی در صنایع مختلف است.

پمپ ها:

پمپ ها جهت انتقال سیالات به کار می روند. دستورالعمل های بهره برداری شامل موارد زیر است:

آماده سازی و راه اندازی اولیه: شامل بررسی های مکانیکی و الکتریکی، اطمینان از روانکاری مناسب و تست کار کرد اولیه.

بهره برداری روزانه: بررسی فشار و دبی، نظارت بر نوسانات غیرعادی، و اطمینان از عدم وجود نشتی.

نگهداری و تعمیرات: تعویض قطعات فرسوده، تمیز کاری اجزا، و بررسی دوره ای برای جلوگیری از خرابی های پیش بینی نشده.

بلوئر ها:

بلوئر ها برای انتقال هوا یا گازها به کار می روند. دستورالعمل های بهره برداری شامل موارد زیر است:

آماده سازی: چک کردن تمامی اتصالات و فیلترها قبل از راه اندازی.

نگهداری تجهیزات: تنظیمات فشار و دبی مطابق با نیازهای فرآیند، نظارت بر صدای عملکردی بلوئر و دمای کاری. تعویض فیلترها، بررسی و تعویض تسمه ها، و گریس کاری یاتاقان ها.

شیرآلات:

شیرآلات جهت کنترل فشار و دبی و قطع و وصل جریان سیالات در سیستم‌های مختلف استفاده می‌شوند. دستورالعمل‌ها شامل:

نصب و تنظیم: اطمینان از نصب صحیح و بدون نشت و تنظیم فشار کاری.

بهره‌برداری: باز و بسته کردن شیرها مطابق با نیازهای فرآیند و نظارت بر عملکرد صحیح.

نگهداری: تمیزکاری داخلی، تعویض واشرها و قطعات فرسوده و بررسی دوره‌ای برای جلوگیری از خرابی‌ها.

دوزینگ پمپ‌ها:

دوزینگ پمپ‌ها جهت تزریق دقیق مواد شیمیایی به کار می‌روند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل موارد زیر است:

راه‌اندازی: کالیبراسیون دقیق دبی و بررسی اتصال به منبع مواد شیمیایی.

عملکرد: نظارت بر دبی تزریق و اطمینان از یکنواختی تزریق.

نگهداری: تمیزکاری پمپ و لوله‌ها، تعویض قطعات فرسوده و بررسی دوره‌ای سیستم تزریق.

رعایت دقیق این دستورالعمل‌ها می‌تواند عمر تجهیزات را افزایش داده و از خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کند.

۱-۱- آشنایی با دستورالعمل‌های بهره‌برداری از تابلوهای برق، دیزل ژنراتور، ترانسفورماتور و غیره

تصفیه‌خانه‌های آب به تجهیزات برقی پیچیده‌ای مانند تابلوهای برق، دیزل ژنراتورها، و ترانسفورماتورها وابسته هستند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری از این تجهیزات برای اطمینان از عملکرد ایمن و بهینه تصفیه‌خانه‌ها ضروری است.

تابلوهای برق: تابلوهای برق، کنترل و توزیع برق را بر عهده دارند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بررسی دوره‌ای وضعیت اتصالات، تمیزی و عاری از گرد و غبار بودن، و اطمینان از عملکرد صحیح کلیدها و مدارها است. همچنین باید اقدامات ایمنی مانند استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی (PPE) و قطع برق در هنگام تعمیرات رعایت شود.

دیزل ژنراتورها: دیزل ژنراتورها در مواقع قطع برق اصلی، تامین برق اضطراری تصفیه‌خانه‌ها را بر عهده دارند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بررسی سطح سوخت، مواد خنک‌کننده، تست دوره‌ای ژنراتور و اطمینان از آماده به کار بودن آن است. همچنین باید از تعمیر و نگهداری دوره‌ای مانند تعویض فیلترها و روانکاری قسمت‌های متحرک اطمینان حاصل شود.

ترانسفورماتورها: ترانسفورماتورها برای تبدیل ولتاژ برق مورد استفاده قرار می‌گیرند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بررسی دوره‌ای دما و سطح روغن ترانسفورماتور، تست عایق‌ها و اتصالات و اطمینان از خنک‌سازی مناسب آن‌ها است. همچنین باید از بارگذاری بیش از حد ترانسفورماتور جلوگیری شود.

دستورالعمل‌های کلی: علاوه بر تجهیزات خاص، دستورالعمل‌های کلی بهره‌برداری شامل آموزش کارکنان در زمینه ایمنی و نحوه کار با تجهیزات، ثبت و پیگیری، نگهداری و تعمیرات، و اجرای برنامه‌های PM است. رعایت این دستورالعمل‌ها به افزایش عمر مفید تجهیزات، کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش کارایی تصفیه‌خانه‌ها منجر می‌شود.

بهره‌برداری صحیح از تجهیزات برقی در تصفیه‌خانه‌های آب نیازمند رعایت دستورالعمل‌های مشخص و استاندارد است که به منظور افزایش بهره‌وری، ایمنی و دوام تجهیزات تدوین شده‌اند. در ادامه به توضیح دقیق‌تر این دستورالعمل‌ها پرداخته می‌شود:

آموزش کارکنان:

آموزش کارکنان در زمینه اصول ایمنی و نحوه کار با تجهیزات.

برگزاری دوره‌های آموزشی منظم و بازآموزی کارکنان.

ثبت و پیگیری، نگهداری و تعمیرات:

ثبت دقیق تمام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در سیستم‌های مدیریت بهره‌برداری. پیگیری و انجام تعمیرات پیشگیرانه به منظور جلوگیری از بروز خرابی‌های ناگهانی.

برنامه‌های پیشگیری و پیش‌بینی:

اجرای برنامه‌های پیشگیری از خرابی‌ها بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده و تحلیل عملکرد تجهیزات. استفاده از تکنولوژی‌های جدید برای مانیتورینگ و پیش‌بینی نیازهای نگهداری. رعایت دقیق این دستورالعمل‌ها موجب بهبود عملکرد، افزایش ایمنی و کاهش هزینه‌های عملیاتی و نگهداری در تصفیه‌خانه‌های آب می‌شود.

۱۲-۱- آشنایی با مواد شیمیایی مورد نیاز در تصفیه‌خانه مانند کلر، ازن، مواد منعقدکننده (آلوم، کلروفریک و...)، آهک و غیره و نحوه کاربرد آن‌ها

در تصفیه‌خانه‌های آب، مواد شیمیایی مختلفی برای حذف آلاینده‌ها و بهبود کیفیت آب استفاده می‌شود. این مواد شامل کلر، ازن، مواد منعقدکننده و آهک و... هستند.

کلر: کلر یکی از رایج‌ترین مواد ضدعفونی‌کننده در تصفیه‌خانه‌های آب است. این ماده به دلیل توانایی بالا در از بین بردن میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلرزنی می‌تواند به دو صورت کلرزنی گازی و مایع انجام شود تا از آلودگی‌های میکروبی در تمام مراحل تصفیه و توزیع آب جلوگیری شود.

تجهیزات و ایمنی: معمولاً در تصفیه‌خانه‌ها از دستگاه‌های تزریق گاز کلر و یا پکیج‌های تزریق کلر مایع استفاده می‌شود که در کاربرد این تجهیزات می‌بایست تمهیدات ایمنی مانند ماسک، لباس و دستکش حفاظتی و سیستم‌های اعلام خطر نشت گاز و خنثی‌سازی گاز کلر پیش‌بینی گردد.

دوز مصرف: میزان دوز کلر به کیفیت و حجم آب بستگی دارد. متوسط دوز معمول تزریق کلر به آب شرب حدود ۵ میلی‌گرم در لیتر است.

زمان تماس: کلر باید حداقل ۲۰ دقیقه با آب تماس داشته باشد تا میکروارگانیسم‌ها به طور کامل از بین بروند.

پایش مداوم: غلظت کلر باقی‌مانده باید به طور منظم اندازه‌گیری شود تا اطمینان حاصل شود که امکان حذف آلودگی ثانویه را خواهد داشت.

ازن: ازن یکی دیگر از مواد ضدعفونی‌کننده قوی است که در تصفیه آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. ازن با اکسیداسیون آلاینده‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها را از بین می‌برد و همچنین می‌تواند بوها و طعم‌های نامطلوب را حذف کند. ازن به دلیل تجزیه سریع به اکسیژن، اثری ماندگار در آب ندارد.

تجهیزات تولید ازن: در تصفیه‌خانه‌ها دستگاه ازن ساز، ازن را تولید و بلافاصله مصرف می‌شود. با توجه به خوردندگی بالای گاز ازن کلیه تجهیزاتی که در معرض این گاز قرار می‌گیرند دچار خوردگی می‌شوند لذا می‌بایست تمهیدات لازم جهت حفاظت از تجهیزات به عمل آید.

دوز و زمان تماس: میزان ازن معمولاً حدود ۲ میلی‌گرم در لیتر است و زمان تماس بسته به کیفیت آب متفاوت است، اما معمولاً بین ۵ تا ۳۰ دقیقه است.

ایمنی: ازن گازی بسیار فعال است و می‌تواند خطرناک باشد؛ بنابراین، سیستم‌های ایمنی و پایش مداوم لازم است.

مواد منعقد کننده: این مواد برای حذف ذرات معلق و کلوئیدی که در آب وجود دارند، استفاده می‌شوند. مواد منعقد کننده‌ای مانند آلوم (سولفات آلومینیوم) و کلروفریک (کلرید آهن (III)) با ایجاد لخته‌های بزرگتر، ذرات ریز معلق را به هم می‌چسبانند و به ته‌نشینی آنها کمک می‌کنند. این فرآیند موجب زلال تر شدن آب می‌شود.

محلول سازی و دوز مصرف: مواد منعقد کننده باید به صورت محلول در آب اضافه شوند. دوز مصرف بسته به کیفیت آب و نوع ماده منعقد کننده متفاوت است که مناسب ترین دوز آن براساس نتایج آزمایش جار تست به دست می‌آید.

زمان تماس و اختلاط: پس از اضافه کردن مواد منعقد کننده به آب باید به خوبی مخلوط شود تا مواد معلق لخته شوند. در مرحله اختلاط زمان ماند معمولاً یک دقیقه و زمان ماند در مرحله لخته سازی تا حداکثر ۶۰ دقیقه می‌باشد.

پایش و تنظیم pH: pH آب باید به دقت کنترل شود، زیرا مواد منعقد کننده معمولاً باعث کاهش pH می‌شوند.

آهک: آهک (کلسیم هیدروکسید) برای تنظیم pH آب استفاده می‌شود. این ماده با افزایش قلیائیت آب، به کاهش خوردگی لوله‌ها و تجهیزات تصفیه کمک می‌کند و همچنین می‌تواند سختی آب را کاهش دهد. آهک همچنین به عنوان ماده‌ای برای کاهش غلظت فلزات سنگین و فسفات‌ها در آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

محلول سازی و دوز مصرف: آهک به صورت محلول در آب اضافه می‌شود. دوز مصرف بسته به میزان سختی و pH آب متفاوت است.

اختلاط و زمان تماس: آب باید به خوبی مخلوط شود تا آهک به طور کامل در آب حل شود و pH به سطح مطلوب برسد. کاربرد این مواد به صورت دقیق و بهینه نیاز به پایش و کنترل مستمر دارد تا از دوزهای مناسب استفاده شده و از بروز هرگونه خطرات جانبی جلوگیری شود. هماهنگی و توازن مناسب بین این مواد شیمیایی باعث ارتقاء کیفیت آب و اطمینان از ایمنی مصرف کنندگان می‌شود.

۲- اصول تصفیه‌ای آب و واحدهای تصفیه خانه آب

۲-۱- آشنایی با تصفیه آب

تصفیه آب فرآیندهای فیزیکی-شیمیایی می‌باشد که طی آن آلاینده‌ها، ذرات معلق، مواد شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها از آب حذف می‌شوند تا آب به کیفیت مطلوب برای مصرف مورد نظر برسد. این فرآیندها شامل چندین مرحله کلیدی هستند:

میکرواسترینر و هوادهی: جهت جداسازی مواد معلق ریز و جلبک‌ها و همچنین کنترل طعم و بو.

انعقاد و لخته‌سازی: افزودن مواد شیمیایی (مانند سولفات آلومینیوم، کلروفریک و...) به آب که موجب چسبیدن ذرات معلق به یکدیگر و تشکیل لخته‌های بزرگتر می‌شود.

ته‌نشینی: لخته‌های بزرگتر در این مرحله ته‌نشین می‌شوند و آب از آنها جدا می‌شود.

فیلتراسیون: فیلتراسیون یکی از مراحل تصفیه فیزیکی تصفیه آب جهت حذف ذرات معلق آلی یا معدنی است.

گندزدایی: استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده مانند کلر یا ازن برای از بین بردن باکتری‌ها و ویروس‌های باقی‌مانده.

این فرآیندها به منظور تأمین آب سالم و قابل شرب برای مصرف‌کنندگان اجرا می‌شود و بستگی به نوع و میزان آلودگی آب ورودی دارند.

تجهیزات تصفیه آب شامل طیف وسیعی از دستگاه‌های الکترومکانیکال است که برای هر مرحله از فرآیند تصفیه استفاده می‌شوند. از جمله مهم‌ترین این تجهیزات می‌توان به پمپ‌ها، بلوئر‌ها، میکسر‌ها و... اشاره کرد.

۲-۲- واحد آشغالگیری در تصفیه‌خانه‌های آب، انواع آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن

آشغالگیر یک واحد فیزیکی است که مواد معلق درشت را از آب جدا می‌کند و می‌تواند در ساختمان آبگیری، تلمبه‌خانه و یا در ورودی تصفیه‌خانه آب نصب گردد. آشغالگیرها را در سه دسته **آشغالگیر دهانه درشت**، **آشغالگیر دهانه ریز و ریزصافی**^۱ دسته بندی می‌کنند. آشغالگیرهای دهانه درشت برای جلوگیری از ورود آشغال درشت به داخل تصفیه‌خانه به کار می‌روند. این آشغالگیرها از میله‌های عمودی پهن و در چند ردیف با فاصله ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر تشکیل می‌شوند. طراحی آشغالگیر باید به گونه‌ای باشد که امکان دسترسی به تجهیزات برای انجام تعمیرات و حذف آشغال‌ها فراهم گردد. آشغالگیر دهانه ریز جهت حذف دانه‌های ریز که ممکن است به تلمبه‌ها و دیگر تجهیزات مکانیکی آسیب برسانند، به کار می‌رود و ممکن است در سازه آبگیری، تلمبه‌خانه، ابتدای خطوط انتقال و یا در ورودی تصفیه‌خانه قرار گیرد. آشغالگیر دهانه ریز از میله‌های موازی و یا شبکه‌ای از سیم‌های فلزی با فاصله ۲/۵ تا ۵ سانتی‌متر تشکیل شده است و سرعت طراحی جریان در عبور از بین روزنه‌های این نوع آشغالگیر ۰.۴ تا

^۱ Micro Strainer

۰۸ متر بر ثانیه است که در شرایط خاص می تواند کمتر باشد. معمولاً از ریزصافی ها (میکرواسترینر) به منظور حذف جلبک ها و ذرات بسیار ریز از آب ورودی به تصفیه خانه استفاده می شود. وجود این مواد در آب خام باعث به وجود آمدن مشکلاتی در فرآیندهای انعقاد و لخته سازی می گردد. اگر ریزصافی قبل از واحد انعقاد قرار گیرد عملکرد زلال سازی را بهبود می بخشد.

۲-۳- واحد میکرواسترینر در تصفیه خانه های آب، انواع آن، کاربرد آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن

دستگاه میکرو استرینر نوعی تجهیزات تصفیه آب است که برای حذف ذرات ریز و معلق از آب به کار می رود. این دستگاه ها با استفاده از صفحات با مش بسیار ریز عمل تصفیه یا حذف جلبک ها را انجام می دهند. در واقع، این دستگاه ها با استفاده از مش بسیار ریز از عبور جلبک و یا سایر میکروارگانیسم های هم اندازه آن به فرآیند تصفیه جلوگیری می نمایند. آب خروجی از واحد آشغالگیری به واحد میکرو استرینر منتقل می شود. در این واحد دریچه و لوله کنارگذری در کنار میکرواسترینر طراحی می شود تا در مواقع غیر ضروری آب بدون گذر از آن مستقیماً به فرآیند بعدی انتقال یابد. تعداد میکرواسترینرهای در نظر گرفته شده برای هر تصفیه خانه متغیر می باشد که بسته به ظرفیت و حجم جلبک های ورودی وارد مدار می شوند. ریزصافی ها معمولاً به شکل پکیج آماده توسط کارخانه ها و شرکت ها عرضه می شوند. این سامانه ها متشکل از تعدادی استوانه ای دوار است که از توری های شبکه ای دانه ریز پوشیده شده است. جریان از محور مرکزی به استوانه وارد شده و به صورت شعاعی از محیط جانبی خارج می شود. مهمترین عامل در تعیین ظرفیت میکرواسترینرها میزان دبی جریان آب می باشد.

۲-۴- واحد انعقاد و لخته سازی در تصفیه خانه های آب، محاسبات مرتبط با آن، مبانی محاسباتی، آشنایی با

انواع مواد منعقد کننده و تجهیزات تزریق مواد شیمیایی

در آب ذرات کلوئیدی وجود دارند که تنها می توان آنها را پس از اینکه به لحاظ فیزیکی و شیمیایی تحت شرایط خاصی قرار گرفتند ترسیب یا صاف نمود، آماده سازی شیمیایی ذرات کلوئیدی را اصطلاحاً انعقاد مینامند و طی آن با افزودن مواد شیمیایی خاص، خصوصیات فیزیکی ذرات کلوئیدی را به شکلی که قابلیت ته نشینی بهتری داشته باشند اصلاح میکنند. آماده سازی فیزیکی ذرات کلوئیدی برای ته نشینی بهتر را لخته سازی می نامند. این فرآیند شامل اختلاط آب است که طی آن ذرات کلوئیدی معلق برای تماس و چسبیدن به سمت همدیگر رانده می شوند بنابراین لخته های بزرگتری به وجود می آید که بهتر ته نشین می شوند.

در این فرآیند، ابتدا مواد شیمیایی منعقد کننده مانند **آلومینیوم سولفات (آلوم) یا کلرو فریک** و یا سایر مواد منعقد کننده به آب اضافه می شوند. این مواد با ذرات معلق و کلوئیدها واکنش داده و باعث ناپایداری آنها می شوند، که منجر به تجمع و تشکیل لخته های بزرگتر می گردد. سپس در مرحله لخته سازی، با اختلاط آرام آب، این ذرات بزرگتر (لخته ها) به هم چسبیده و به صورت توده های بزرگتری درمی آیند که به راحتی قابل ته نشینی هستند. این فرآیند نه تنها ذرات معلق بلکه برخی از مواد آلی و میکروارگانیسم ها را نیز از آب حذف می کند. در نهایت، لخته های تشکیل شده از طریق واحد ته نشینی جدا می شوند و آبی که مواد معلق آن کاهش یافته به مراحل بعدی تصفیه منتقل می شود. این فرآیند

باعث بهبود کیفیت آب و کاهش بار آلودگی در مراحل بعدی تصفیه می‌شود. در مکانیسم انعقاد سه فاکتور **قلیائیت**، **کدورت و pH آب** بسیار مهم می‌باشد. زمان ماند در حوضچه‌های لخته‌سازی اهمیت دارد. از آنجا که در حوضچه لخته‌سازی سرعت برخورد ذرات برای پیوند دادن آن‌ها کمتر می‌باشد. بنابراین زمان ماند نسبت به حوضچه اختلاط بیشتر خواهد بود. زمان ماند در حوضچه اختلاط بین ۱۰ ثانیه تا ۵ دقیقه و در حوضچه لخته‌سازی معمولاً بین ۲۰ تا ۶۰ دقیقه می‌باشد.

۲-۵- واحد زلال‌سازی (ته‌نشینی ساده، پولساتور، اکسیلاتور) کاربرد آن‌ها در تصفیه خانه های آب و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن‌ها

واحد ته‌نشینی یکی از واحدهای اصلی تصفیه فیزیکی آب، جهت حذف ذرات معلق موجود در آن است. از لحاظ جانمایی این واحد بعد از واحدهای انعقاد و لخته‌سازی قرار دارد. علاوه بر این، هنگام بازیابی آب شستشوی صافی‌ها و تغلیظ لجن از این واحد استفاده می‌شود. همچنین اگر منبع تأمین آب رودخانه باشد، به منظور حذف لای (سیلت) و ماسه از پیش ته‌نشینی استفاده می‌گردد. **زمان ماند:** در مورد زلال‌سازی زمان ماند در حوضچه ته‌نشینی با توجه به کیفیت آب خام و سایر شرایط محلی بین ۲ تا ۴ ساعت توصیه می‌شود. در مورد سختی‌گیری آب‌های زیرزمینی به روش آهک-کربنات سدیم، این زمان ممکن است به ۱/۵ تا ۲ ساعت نیز تقلیل یابد. فاکتورهای مؤثر در فرآیند ته‌نشینی؛ دما، زمان ماند، تزریق مواد شیمیایی، جریان‌های سطحی و کوتاه، سرعت و ابعاد حوضچه می‌باشد.

حوضچه‌های ته‌نشینی از نظر طراحی ساختمانی به دو شکل مستطیلی و دایره‌ای ساخته می‌شوند.

عمق آب در آنها از ۴/۵ تا ۶ متر و زمان ماند نیز ۴ تا ۶ ساعت متغیر است. در این حوضچه‌ها با توجه به عمق بالای آنها لخته‌ها در قسمت پایین و آب زلال از قسمت بالای حوضچه به جریان خروجی وصل می‌شود. جریان از یک طرف وارد می‌شود و از سوی دیگر خارج می‌شود. در حوضچه‌های دایره‌ای، جریان ورودی از محور مرکزی بوده بنابراین ذرات به اطراف پخش می‌شوند کف در این حوضچه‌ها شیب‌دار و به سمت مرکز ساخته می‌شود و توسط پاروی لجن روب به مرکز حوض هدایت شده و لجن‌ها از آنجا به صورت تناوبی تخلیه می‌شوند.

پولساتور: آب حاوی لجن از قشری از لجن شناور به نام پتوری لجن عبور کرده و لخته‌ها را در جریان بالارونده آب بر جای می‌گذارد و بدین ترتیب زمان ته‌نشینی کاهش می‌یابد. یک نوع معروف از این زلال‌سازها، زلال‌سازهای ضربانی بدون لجن روب و به طریقه مکانیکی می‌باشد که زلال‌ساز پولساتور نامیده می‌شود.

اکسیلاتور: در زلال‌سازهای با تماس لجن، با روش برخورد لجن، عمل اختلاط، انعقاد و ته‌نشینی در زلال‌ساز انجام می‌گیرد. این نوع زلال‌سازها به دو نوع بدون لجن روب و با لجن روب تقسیم بندی شده که نوع بدون لجن روب با نام های تجاری اکسیلاتور و اکسانتریفلاک شناخته شده اند.

۲-۶- واحد فیلتراسیون در تصفیه‌خانه های آب، انواع آن، مبانی محاسباتی و سایر موارد مرتبط

یکی دیگر از انواع روش‌های جداسازی مواد معلق از آب، صاف سازی یا فیلتر کردن می‌باشد. در این روش کدورت، رنگ، مواد معلق (حتی جانداران ریز مثل باکتری‌ها) و یکسری از مواد آلی از آب جدا می‌شوند. از نظر مکانیسم عمل جداسازی فیلترها به دو دسته سطحی و عمقی تقسیم می‌شوند.

انواع صافی‌های مورد استفاده در صاف سازی آب آشامیدنی به شرح زیر است:

الف) صافی‌های تند با جریان ثقلی

ب) صافی‌های تند تحت فشار

ج) صافی‌های کند

د) صافی‌های ویژه (میکروفیلترها - اولترافیلترها - فیلترهای سرامیکی -

فیلترهای دیاتوم)

در طراحی صافی‌ها میبایست متغیرهای مختلف از جمله اندازه دانه‌ها و ضخامت لایه، مصالح بستر صافی، بار صافی و حداکثر افت فشار با توجه به کیفیت آب خام و درجه تصفیه مورد نیاز تعیین و نوع مناسب کف، روش شستشوی بستر و ابعاد صافی انتخاب شود. یکی از فاکتورهای مهم در عمل جداسازی به روش صاف کردن (فیلتراسیون) سرعت آب ورودی به فیلتر می‌باشد. هر چقدر دبی آب در واحد زمان بیشتر باشد فیلترها نیاز به شستشوی بیشتری پیدا خواهند کرد.

دانش شغلی مورد نظر

۲-۷- واحد گندزدایی در تصفیه‌خانه های آب (کلر زنی، ازن زنی، پرمنگنات پتاسیم و سایر مواد گندزدا)،

مبانی محاسباتی آن و استانداردهای مرتبط با آن

فرآیند گندزدایی آب آشامیدنی به منظور حذف عوامل بیماری‌زا استفاده می‌شوند. در تصفیه‌خانه‌های آب این عمل می‌تواند در ابتدا یا انتهای تصفیه‌خانه انجام گیرد. در گندزدایی در ابتدای تصفیه‌خانه معمولاً هدف حذف عوامل بیولوژیکی مزاحم می‌باشد که می‌توانند بازدهی تصفیه در واحدهای بعدی را کاهش دهند، درحالی‌که گندزدایی نهایی بیشتر برای مصون نگه داشتن آب تصفیه شده از عوامل بیماری‌زا در طول شبکه توزیع تا رسیدن به دست مصرف کننده صورت می‌پذیرد. این کار با روش‌های مختلف نظیر استفاده از مواد اکسید کننده قوی مثل ازن، کلر، پرمنگنات پتاسیم، تابش اشعه UV و یا روش‌های دیگر انجام می‌شود که متداول‌ترین این روش‌ها در کشور ما استفاده از کلر و ترکیبات آن است. دو نوع از مشتقات کلر که استفاده بیشتری در صنعت تصفیه آب دارد یکی **اسید هیپوکلریت** و دومی **یون هیپوکلریت** می‌باشد.

قدرت ضد عفونی کنندگی کلر و انواع آن به چند عامل همچون دما، pH، مواد موجود، کدورت، زمان تماس و غلظت کلر در آب بستگی دارد. نکته مهم در خصوص ضد عفونی کردن با کلر توجه به تشکیل کلروآمین‌هاست. هنگامی که

کلر به آب افزوده می شود با ترکیبات نیتروژن در آب ترکیب شده و ترکیبات منو، دی و تری کلروآمین را تولید می کند که به کلر ترکیبی معروف است. این ترکیبات پایدار بوده و برای سلامتی مضر می باشد. از طرفی به مجموع اسید هیپوکلریت و یون هیپوکلریت، کلر آزاد گویند که ناپایدار بوده اما دارای قدرت ضد عفونی کنندگی بیشتری می باشد. در حال حاضر استفاده از دو گزینه کلر جامد یا همان پرکلرین (هیپوکلریت کلسیم) و مایع کلر یا همان آب ژاول در تصفیه خانه های آب متداول است.

۳- اصول کار با تجهیزات برقی در شبکه فاضلاب

۳-۱- نقشه برداری، نقشه کشی و آشنایی با انواع نقشه‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب مانند نقشه‌های P & ID، PFD و... و نقشه خوانی

نقشه‌برداری و نقشه‌کشی در تصفیه‌خانه‌های آب از اهمیت بسیاری برخوردار است، زیرا این نقشه‌ها به مهندسان و تکنسین‌ها کمک می‌کند تا طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌ها را به درستی انجام دهند. نقشه‌های مورد استفاده در تصفیه‌خانه‌های آب شامل انواع مختلفی هستند که هر کدام نقش خاصی در فرآیند دارند.

نقشه‌های فرآیند و ابزار دقیق (P&ID): این نقشه‌ها نمایش جزئیاتی از فرآیندهای شیمیایی و تجهیزات ابزار دقیق را نشان می‌دهند. P&ID ها شامل اطلاعاتی درباره لوله‌کشی، شیرها، ابزارهای اندازه‌گیری و کنترل، و تجهیزات اصلی تصفیه هستند. این نقشه‌ها برای نظارت و کنترل فرآیندهای تصفیه ضروری هستند.

نقشه‌های جریان فرآیند (PFD): این نقشه‌ها نموداری کلی از فرآیندهای اصلی و جریان‌های مواد در تصفیه‌خانه را نمایش می‌دهند. PFD ها ساده‌تر از P&ID ها هستند و بیشتر برای نمایش مسیرهای جریان مواد و انرژی به کار می‌روند.

نقشه‌های لوله‌کشی (Piping Layouts): این نقشه‌ها طرح‌بندی دقیق لوله‌کشی‌ها و اتصالات آنها را نشان می‌دهند. این نقشه‌ها برای نصب و نگهداری لوله‌ها و اطمینان از کارکرد صحیح سیستم حیاتی هستند.

نقشه‌های مکانیکی (Mechanical Drawings): این نقشه‌ها شامل جزئیات تجهیزات مکانیکی مانند پمپ‌ها، مخازن، و توربین‌ها هستند. این نقشه‌ها به مهندسان کمک می‌کنند تا تجهیزات را به درستی نصب و نگهداری کنند.

نقشه‌های الکتریکی (Electrical Drawings): این نقشه‌ها سیستم‌های برقی تصفیه‌خانه مانند مدارهای برق، تابلوهای برق و سیم‌کشی‌ها را نشان می‌دهند. این نقشه‌ها برای اطمینان از ایمنی و عملکرد صحیح سیستم‌های برقی ضروری هستند.

نقشه‌های سازه‌ای (Structural Drawings): این نقشه‌ها ساختارهای فیزیکی تصفیه‌خانه را نشان می‌دهند و شامل اطلاعاتی درباره بنیادها، ستون‌ها، و سازه‌های نگهدارنده هستند.

آشنایی با این نقشه‌ها و توانایی خواندن و تفسیر آنها برای مهندسان و تکنسین‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب بسیار مهم است، زیرا این دانش به آنها اجازه می‌دهد تا طراحی، نصب، راه‌اندازی، و نگهداری سیستم‌ها را به نحو احسن انجام دهند.

۳-۲- گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب

گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب یک فرآیند حیاتی و تخصصی است که به منظور مستندسازی عملکرد و شرایط عملیاتی تصفیه‌خانه‌ها انجام می‌شود. این گزارش‌ها به مدیران، مهندسان و کارکنان تصفیه‌خانه کمک می‌کند تا وضعیت عملکردی، کارایی، و مشکلات احتمالی سیستم‌های تصفیه آب را بررسی و ارزیابی کنند.

گزارش‌های تصفیه‌خانه شامل داده‌های کمی و کیفی متعددی هستند. این داده‌ها شامل پارامترهایی مانند جریان ورودی و خروجی آب، کیفیت آب شامل (مقادیر pH، کلر، اکسیژن محلول، مواد معلق، نترات، فسفات و دیگر آلاینده‌ها)، دمای آب، مصرف مواد شیمیایی (مانند کلر، آلومینیوم سولفات و آهک و...) و مصرف انرژی می‌باشند.

این گزارش‌ها به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه تهیه می‌شوند و می‌توانند شامل نمودارها، جداول، و توضیحات تکمیلی باشند. در این گزارش‌ها همچنین ممکن است به عملیات نگهداری و تعمیرات، بازدیدهای دوره‌ای، و بررسی‌های آزمایشگاهی اشاره شود.

تهیه گزارش‌های دقیق و کامل به منظور رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی کیفیت آب الزامی است. این استانداردها توسط سازمان‌های بهداشتی و محیط زیستی تدوین می‌شوند و گزارش‌های تصفیه‌خانه باید نشان‌دهنده تطابق با این استانداردها باشند.

یکی از اهداف اصلی گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب، شناسایی و پیشگیری از مشکلات احتمالی است که می‌تواند به بهبود کارایی تصفیه‌خانه و کاهش هزینه‌های عملیاتی منجر شود. همچنین این گزارش‌ها به عنوان ابزار مستندسازی و اثبات عملکرد مناسب تصفیه‌خانه در مواقع بازرسی‌ها و ممیزی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در نهایت، گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب نه تنها به مدیریت بهتر و کارآمدتر تصفیه‌خانه کمک می‌کند، بلکه به حفظ سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست نیز یاری می‌رساند.

۳-۳- آشنایی با نقشه‌های پایه الکتریکال، مکانیکال

آشنایی با نقشه‌های پایه الکتریکال و مکانیکال و گزارش نویسی تخصصی در این حوزه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در ادامه به تفصیل به این موضوعات پرداخته می‌شود:

نقشه‌های الکتریکال

نقشه‌های تک‌خطی (Single Line Diagrams): این نقشه‌ها، مسیر کلی جریان برق در یک سیستم را به صورت ساده و فشرده نمایش می‌دهند. برای طراحی و تحلیل سیستم‌های الکتریکی، این نقشه‌ها بسیار مهم هستند.

نقشه‌های مدار فرمان (Control Diagrams): این نقشه‌ها نشان‌دهنده عملکرد و ترتیب کارکرد قطعات الکتریکی در سیستم‌های کنترلی هستند. این نقشه‌ها معمولاً شامل رله‌ها، کنتاکتورها و مدارهای کنترل می‌باشند.

نقشه‌های نصب (Installation Diagrams): این نقشه‌ها جزئیات مربوط به نصب تجهیزات الکتریکی مانند سیم‌کشی، مکان نصب اتصالات را نشان می‌دهند.

نقشه‌های مکانیکال

نقشه‌های تولید (Fabrication Drawings): این نقشه‌ها شامل جزئیات قطعات مکانیکی و فرآیندهای تولید آن‌ها می‌باشند. دقت بالا در این نقشه‌ها برای تولید قطعات دقیق و مطابق با استاندارد ضروری است.

نقشه‌های مونتاژ (Assembly Drawings): این نقشه‌ها ترتیب و نحوه مونتاژ قطعات مختلف برای ساخت یک سیستم کامل را نمایش می‌دهند. این نقشه‌ها به تیم‌های مونتاژ کمک می‌کنند تا به درستی قطعات را سر هم کنند.

نقشه‌های نگهداری و تعمیرات (Maintenance and Repair Drawings): این نقشه‌ها برای برنامه‌ریزی و اجرای فرآیندهای نگهداری و تعمیرات استفاده می‌شوند و شامل جزئیات قطعات قابل تعویض و نقاط بازرسی می‌باشند.

۳-۴- گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب (گزارشات روزانه، هفتگی، کارکرد، مدیریتی و...)

گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب یکی از ارکان مهم مدیریت و بهره‌برداری از این تأسیسات حیاتی است. این گزارشات شامل گزارشات روزانه، هفتگی، کارکرد، مدیریتی و... می‌باشند که هر کدام هدف و کاربرد خاصی دارند.

گزارشات روزانه: این گزارشات شامل داده‌های عملیاتی روزانه تصفیه‌خانه می‌باشند. اطلاعاتی مانند میزان آب ورودی و خروجی، کیفیت آب در مراحل مختلف تصفیه، دمای آب، فشارها، و عملکرد تجهیزات اصلی ثبت می‌شوند. این گزارشات به مدیران و اپراتورها کمک می‌کنند تا مشکلات فوری را شناسایی و برطرف کنند و روند کلی عملکرد تصفیه‌خانه را در طول روز نظارت کنند.

گزارشات هفتگی: این گزارشات تجمیعی از داده‌های روزانه به صورت هفتگی هستند و برای تحلیل‌های کوتاه‌مدت و برنامه‌ریزی‌های هفتگی استفاده می‌شوند. از طریق این گزارشات، می‌توان روندهای هفتگی را مشاهده کرد و در صورت لزوم تغییرات کوتاه‌مدت را در عملیات انجام داد.

گزارشات کارکرد: این نوع گزارشات بر روی عملکرد کلی تصفیه‌خانه تمرکز دارند و شامل اطلاعات جامع‌تری از جمله بازدهی فرآیندهای تصفیه، مصرف انرژی، هزینه‌های عملیاتی و نگهداری، و میزان مواد شیمیایی مصرف شده می‌باشند. این گزارشات معمولاً به صورت ماهانه یا فصلی تهیه می‌شوند.

گزارشات مدیریتی: این گزارشات برای اطلاع‌رسانی به مدیران ارشد و تصمیم‌گیران تهیه می‌شوند و شامل خلاصه‌ای از عملکرد تصفیه‌خانه، مشکلات و چالش‌ها، و پیشنهادات برای بهبود عملکرد می‌باشند. این گزارشات می‌توانند بر مبنای داده‌های ماهانه، فصلی یا سالانه تهیه شوند و هدف آن‌ها ارائه یک دید کلی از وضعیت تصفیه‌خانه به مدیران ارشد است.

گزارشات ویژه: این گزارشات برای مواقع خاص مانند بروز حوادث، تعمیرات اساسی، یا تغییرات عمده در فرآیندهای تصفیه تهیه می‌شوند. اطلاعات دقیق و جامع‌تری از وضعیت تصفیه‌خانه در زمان وقوع این رویدادها ارائه می‌دهند و می‌توانند شامل تحلیل‌های فنی و پیشنهادات بهبود باشند.

ابزارها و استانداردها: در تهیه گزارشات باید از ابزارهای دقیق و استانداردهای بین‌المللی استفاده شود تا اطلاعات قابل اعتماد و مقایسه‌پذیر باشند. استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت داده‌های تصفیه‌خانه و سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) می‌تواند به بهبود دقت و کارایی گزارشات کمک کند.

تهیه و تحلیل گزارشات مختلف در تصفیه‌خانه‌های آب نه تنها به بهبود مدیریت و بهره‌برداری از این تأسیسات کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در حفاظت از محیط زیست و تأمین آب سالم و پایدار برای جوامع دارد.

۴-۱- ایمنی و حفاظت فردی

فرهنگ ایمنی باید قبل از ورود افراد به محیط‌های صنعتی در ذهن و فکر جامعه تثبیت شود تا بتوانند حوادث را پیش‌بینی کنند و عملکرد صحیحی نشان دهند و از بدتر شدن اوضاع جلوگیری کنند. این فرهنگ پیش از ورود به سایت باید به عنوان یک مهارت برای کارگران، تکنسین‌ها و کارشناسان آموزش داده شود.

حوادث برق معمولاً ناشی از استفاده از ابزارهای برقی با عایق داخلی ناقص، سیم خراب، به کارگیری دوشاخه‌ی خراب، اتصال دوشاخه به هر دو انتها و یا افزایش طول سیم اتفاق می‌افتد. این حوادث به دلیل ارتباط افراد با موارد عنوان شده بدون استفاده از عایق مناسب ایجاد می‌شود.

از موارد مهم در ارتقای ایمنی استفاده از لوازم حفاظتی است. جهت انتخاب و استفاده از لوازم ایمنی باید توجه کرد که نوع وسیله‌ی حفاظتی با نوع کار تناسب داشته باشد، جنس مناسب داشته و استاندارد باشد. قبل از استفاده، روزانه باید موارد به طور کامل آزمایش و معاینه شود. از جمله‌ی لوازم ایمنی می‌توان به انواع دست‌کش‌های حفاظتی، کلاه ایمنی، فازمتر فشارضعیف، انبردست‌ها و ... اشاره کرد.

۴-۲- بخش دو

در انتخاب تجهیزات و لوازم ایمنی مواردی را باید در نظر گرفت. به عنوان مثال، لباس کار باید از پارچه‌ی ضخیم سبک نخی تهیه شده و در دوخت آن نهایت سادگی رعایت شود. پارچه‌های نخی در هنگام سوختن حرارت کم‌تری ایجاد می‌کنند و همچنین به بدن نمی‌چسبند. میچ آستین باید دارای دکمه بوده و از کش آستین در آنها استفاده شود.

از دیگر موارد، استفاده از کلاه ایمنی است که علاوه بر حفاظت سر از ضربات در حین کار، آن را در مقابل اتصال با ولتاژهای بالا محافظت می‌کند. افراد هر کدام باید کلاه ایمنی شخصی خود را استفاده کنند تا از بروز بیماری‌های پوستی جلوگیری شود. کفش‌های مورد استفاده نیز بسیار مهم است و لایه‌ی زیرین آن باید عایق باشد تا مانع برق‌گرفتگی شود.

از دیگر موارد مهم دست‌کش‌های حفاظتی هستند که علاوه بر حفاظت دست نباید هیچ‌گونه مانع حرکتی برای دست ایجاد کنند. درجه‌ی عایق بودن باید متناسب با مقدار ولتاژ هنگام کار انتخاب شود. برای دست‌کش‌ها هرچند مدت یک بار تست الکتریکی ضرورت دارد. در تماس آب یا بعد از شست‌وشوی دست‌کش‌های عایق، حتماً باید آنها را خشک و با پودرهای ضد رطوبت آغشته کرد تا از فساد آنها جلوگیری شود.

۴-۳- بخش سه

خطرات برق در دو دسته قرار می‌گیرد: خطر آتش‌سوزی و خطر برق‌گرفتگی. آتش‌سوزی عمدتاً به دلایلی از قبیل بار بیش از حد، اتصالات غیرمحکم، جریان‌ناشت از زمین، اتصالات کوتاه و یا گرم شدن مواد قابل اشتعال اتفاق می‌افتد.

بار بیش از حد زمانی اتفاق می افتد که یک رسانا باری بیش از ظرفیت خود را حمل کند. در این شرایط، مقاومت در سیم بالا رفته گرمای شدیدی تولید می کند که منجر به آتش سوزی می شود. در اتصالات غیر محکم، محل اتصال دو سیم شل است و منجر به ایجاد جرقه می شود. در جریانات نشت از زمین، گاه بخشی از جریان برق به بیرون نشت می کند و حادثه می آفریند. نصب رله های مکانیکی یا الکترونیکی که به آنها رله ی کنترل نشتی گفته می شود، می تواند از خطر برق گرفتگی جلوگیری کند. اتصال کوتاه یک مسیر ارتباطی ناخواسته بین دو قسمت از یک مدار الکتریکی است که در آن سیم فاز در مجاورت سیم نول قرار می گیرد. گرم شدن مواد قابل اشتعال نیز در اثر نزدیکی آنها با تجهیزات الکتریکی اتفاق می افتد.

برق گرفتگی نیز به دلایلی از جمله ولتاژ بالای ۵۰ ولت، شدت جریان بالای ۲۵ میلی آمپر برای جریان برق متناوب و ۵۰ میلی آمپر برای جریان برق مستقیم، میزان مقاومت اعضای بدن، مسیر عبور جریان (سطحی که جریان از آن می گذرد)، مدت زمان برق گرفتگی و یا فرکانس جریان اتفاق می افتد. باید توجه داشت که ولتاژ متناوب تا ۳۰ ولت خطری ندارد. حد بی خطر شدت جریان برای انسان ۱۰ میلی آمپر است.

۴-۴- بخش چهارم

در هنگام وقوع حوادث ناشی از برق گرفتگی و یا آتش سوزی، باید ابتدا نوع حادثه را تشخیص داد. ابتدا باید از سابقه ی مصدومیت و دلیل آن آگاه شد. در صورتی که فرد بی هوش باشد، باید وضع ظاهری محیط حادثه را بررسی کرد. ممکن است در جیب بیمار مدارکی دال بر بیماری قلبی، دیابت و ... وجود داشته باشد. برای تشخیص مصدومین ناشی از برق گرفتگی، ممکن است یک یا مجموعی از شکایات و یا علائمی را داشته باشند که در ادامه به آنها اشاره می شود:

۱- ممکن است در محل ورود و خروج جریان برق از بدن، سوختگی هایی ایجاد شده باشد.

۲- قطع برخی از اعصاب که به صورت فلج اندامی ظاهر می شود.

۳- درد و حساس شدن ماهیچه ها

۴- افزایش یا کاهش فشار خون همراه با علائم و شکایات ناشی از شوک

۵- مشکلات تنفسی (ممکن است راه تنفسی در اثر تورم زبان مسدود شده باشد)

۶- ضربات نامنظم قلب یا ایست قلبی

۷- بی قراری و تحریک پذیری (در صورت هوشیاری مصدوم)

۸- بیهوش شدن

۹- اختلالات بینایی

۱۰- شکستگی استخوان ها و یا دررفتگی مفاصل به دلیل انقباضات شدید عضلات یا پرت شدن

۱۱- تشنج (در موارد شدید)

۴-۵- بخش پنج

برای مراقبت از مصدومین و کمک به آنها باید کارهایی انجام شود. از جمله برقرار کردن راه تنفسی و یا احیای قلبی-تنفسی (در صورت ایست قلبی). همچنین نیاز است کمک‌های اولیه برای آسیب‌های ناشی از شکستگی انجام گیرد. در صورت وجود سوختگی، محل سوختگی را سرد کنید و بر روی مناطق سوخته پانسمان استریل خشک قرار دهید. مراقب شوک باشد و هرچه سریع‌تر مصدوم را منتقل کنید.

گاه آسیب‌های الکتریکی سبب تخریب وسیع عضلات می‌شود که در نتیجه مواد سمی در بدن آزاد شده و وارد خون می‌شود. این مواد از راه خون به کلیه‌ها رسیده و در ادرار ترشح می‌شوند و رنگ ادرار را قرمز می‌کنند. از طرف دیگر، رسوب در کلیه‌ها باعث نارسایی کلیه‌ها می‌شوند. چنانچه ادرار فرد مصدوم قرمز شود، نیاز است تا حجم زیادی از مایعات وریدی (ترجیحاً حاوی بی‌کربنات سدیم) به فرد تزریق شود تا کلیه‌ها شسته شده و آسیب به آنها کاهش یابد. چنانچه فرد دچار مشکلات تنفسی و یا ایست قلبی شده باشد، نیاز است احیای قلبی و ریوی انجام گیرد. برای این کار سه کار مهم باید انجام گیرد. اول راه هوایی فرد باز شود. دوم تنفس مصنوعی به فرد داده شود و سوم این که در صورت توقف ضربان قلب، هم‌زمان با ماساژ قلبی، تنفس مصنوعی نیز انجام گیرد.

۴-۶- بخش شش

یکی از مهم‌ترین علت‌های برق‌گرفتگی با ولتاژ بالا، بالا رفتن از تیرهای برق است که برای پیش‌گیری از آنها باید توجهات ویژه‌ای انجام گیرد. ابتدا باید عوامل خطر آفرین را از محیط، دور و یا برطرف کرد. بنابراین، گروه اتفاقات شبکه‌ی برق، برق‌مسیر را قطع می‌کنند تا راه برای نجات فرد هموار شود. سپس برای اطمینان بیش‌تر، به ارت کردن شبکه‌ی تحت عملیات می‌پردازند. بعضی از تیرها خود دارای سیستم محافظت زمین (ارت) هستند ولی اکثر آنها این سیستم را ندارند و برای آنها باید از ارت کردن موقت استفاده کرد. برای ارت کردن موقت، میله‌ی ارت باید در فاصله‌ی معین از محل عملیات و در مرطوب‌ترین نقطه از زمین کاشته شود و اگر میزان مقاومت زمین در حد دلخواه نبود، باید مقداری آب به همراه مواد کاهنده‌ی مقاومت زمین به آن اضافه شود تا مقاومت آن کاهش یابد.

۴-۷- بخش هفت

آتش‌سوزی در محل کار ممکن است به دلایل مختلف ایجاد شود. گروه‌های شش‌گانه‌ای که در ادامه می‌آیند می‌توانند موجب آتش‌سوزی شوند که هر یک روش اطفای مخصوص به خود دارند. عامل اول مواد خشکی مانند چوب، پلاستیک، کاغذ، پارچه، فرش و ... است. در این شرایط چون ترکیبات کربنی در حال سوختن است، در هنگام سوختن شعله‌دار و یا گدازه‌ای هستند. معمولاً پس از سوختن از خود خاکستر به جای می‌گذارند. برای خاموش کردن آنها بهترین روش‌ها سرد کردن، جداسازی در برخی موارد و یا خفه کردن است. انواع کپسول‌های آبی برای خاموش کردن مناسب است. کپسول‌های پودری هم برای حجم کم قابل استفاده است. عامل دوم مایعات نفتی هستند که معمولاً دود سیاه‌رنگ و نسبتاً سمی تولید می‌کنند. به هیچ‌وجه نباید با آب خاموش شوند؛ چرا که آب موجب

گسترش آتش می‌شود. باید آتش را در این شرایط خفه یا جداسازی کرد. انواع کپسول‌های پودری و یا کف‌ساز مناسب هستند. گازهایی مانند متان هم قابل اشتعال‌اند که باید از جداسازی برای اطفاء استفاده کرد. انواع کپسول‌های آبی، پودری و گاه گازی مناسب است. فلزاتی مانند لیتیم، منیزیم، تیتانیم و ... نیز قابلیت اشتعال دارند و با انواع کپسول‌های پودری خاموش می‌شوند. مواد منفجره نیز در صورت اشتعال باید با انواع کپسول‌های آبی و یا پودری خاموش شوند. اما در مورد آتش‌سوزی‌های ناشی از برق و الکتریسته، باید گفت که معمولاً در اثر اتصال دو سیم و یا در اثر گرم شدن بیش از حد سیم‌ها ایجاد می‌شود. جریان برق به راحتی از آب یا کف آتش‌نشانی می‌گذرد. در هنگام بروز چنین حریق، ابتدا باید برق را قطع کرد و سپس از روش خفه کردن آتش استفاده کرد. خاموش‌کننده‌های مناسب برای این شرایط، انواع کپسول‌های گازی و پودری است.

۴-۸- آشنایی با عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار (سر و صدا، گرما، سرما، روشنایی)

- **سر و صدا:** صدا در انسان آثار مختلف و متعددی دارد بطوریکه از اثر روی اندام بینایی (کاهش عکس‌العمل به نور) سیستم تعادلی (گیجی، تهوع)، اثرات عصبی و گوارشی، روانی، فیزیولوژیک عمومی (ضربان قلب، فشارخون) تا ناراحتی‌های اجتماعی را در بر می‌گیرد.
- **گرما:** درجه حرارت مناسب، در شرایط مختلف متفاوت است و با میزان رطوبت مربوط است. هرچه میزان رطوبت اضافه شود درجه حرارت کمتری قابل تحمل است. حداکثر رطوبت قابل تحمل، در شرایط معمول ۷۰٪ است و دمای محیط کار نیز نباید نوعاً از ۲۱ درجه بیشتر باشد. دمای کمتر از ۱۵/۵ درجه نیز باعث کاهش بازدهی می‌شود و خشکی هوا نیز باعث کم شدن مقاومت بدن در برابر بیماری‌های ریوی می‌شود. برای جلوگیری از آلودگی در محیط کار باید هوا جریان داشته باشد و تراکم گازها یا تغییر رطوبت یا دما باید کنترل شود.
- **سرما:** برای کار در محیط‌های سرد استفاده از لباس‌های گرم، استراحت در محیط گرم و غذای گرم توصیه می‌شود و لازم است کسانی که قبلاً سرما زده شده‌اند یا به اختلالات عروق محیطی مبتلا هستند و معتادین به الکل و سیگار از کار در محیط سرد منع شوند. آموزش‌های مناسب نیز در این شرایط ضرورت دارد.
- **روشنایی:** روشنایی کافی هم بعنوان یک عامل حفاظتی و هم برای افزایش بازدهی اهمیت دارد و به طراوت محیط کار می‌افزاید.

۹-۴- عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار (گرد و غبار، گازها و بخارات)

- **گردوغبار:** اعمال مکانیکی مانند خرد کردن، اره کردن، مته کردن، سائیدن و شکستن، تولید گرد و غبار می نمایند که ذرات آن ممکن است قابل رؤیت با چشم یا ذرات میکروسکوپی باشد. این گردوغبارها را می توان به دو دسته تقسیم کرد:
 - گردوغبارهای کم اثر
 - گردوغبارهای سمی
- **گازها:**

گازها ممکن است در محیط کار تولید شوند که حتی ممکن است نظیر گاز کربنیک بی رنگ و بو باشند. خطرات آنها ممکن است هم ناشی از خواص سمی آنها و هم قابلیت اشتعال آنها باشد. گاهی گازهای تولید شده سمی محسوب نمی شوند ولی به لحاظ رقیق کردن هوا در تنفس دچار اختلال می نمایند مانند ازت و متان.

تماس مستقیم با هر کدام از این مواد یا تنفس آنها، می تواند عوارضی مانند تحریک پوست و غشاهای مخاطی، آسیب به ریه ها، کبد، کلیه و سایر اعضا و ارگان های بدن ایجاد کند. بعضی از مواد شیمیایی حتی می توانند موجب بروز سرطان و مشکلات ناشی از آن باشند.

- **اسماگ یا دود مه:**

ترکیب ذرات مه با آلوده سازهای هوا یا به عبارت دیگر سرمای زیاد و رطوبت زیاد و هوای آلوده تولید اسموگ می نماید که بسیار خطرناک می تواند باشد.

برای پیشگیری از خطرات عوامل شیمیایی زیان آور در محیط کار، باید اقدامات ایمنی و احتیاطی مناسبی انجام شود. این اقدامات، شامل استفاده از تجهیزات حفاظتی مانند ماسک، عینک های ایمنی و لباس های محافظ، نگهداری و ذخیره سازی صحیح مواد شیمیایی، ارائه آموزش های مناسب به کارکنان درباره استفاده صحیح از مواد شیمیایی و رعایت نکات ایمنی است.