

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز ارزیابی و صلاحیت حرفه‌ای صنعت آب و برق

کتابچه‌ی دانش شغلی

عنوان شغل :

نگهداری و تعمیرات تجهیزات مکانیکال (کارگر- کاردان- کارشناس)

دروس:

تجهیزات مکانیکال تصفیه خانه آب	تخصصی	۱
اصول تصفیه‌ای آب و واحدهای تصفیه خانه آب		۲
نقشه خوانی و گزارش نویسی در تصفیه خانه آب		۳
ایمنی		۴

تابستان ۱۴۰۳

فهرست مطالب

- ۱- تجهیزات مکانیکال تصفیه خانه آب ۵
- ۱-۱- آشنایی با تصفیه آب ۵
- ۱-۲- آشنایی کلی با تجهیزات مکانیکال در تصفیه‌خانه های آب ۵
- ۱-۳- آشنایی با سیستم های اندازه گیری در تصفیه‌خانه های آب (اندازه گیری دبی، اندازه گیری سطح، سرعت، دما و ... و نقش آن در تصفیه آب ۶
- ۱-۴- کاربرد پمپها در تصفیه خانه های آب، آشنایی با انواع آن و مبانی محاسباتی مرتبط ۶
- ۱-۵- کاربرد شیرآلات در تصفیه خانه های آب، آشنایی با انواع آن و استانداردهای اجرایی آن ۷
- ۱-۶- کاربرد بلوئرها، دیفیوزرها و سایر اقلام واحد هوادهی، آشنایی با انواع آن و مبانی محاسباتی مرتبط ۸
- ۱-۷- آشنایی با سرریزها و دریچهها در تصفیه‌خانه های آب و انواع آن و مبانی محاسباتی مرتبط با آن ۹
- ۱-۸- آشنایی با میکسرها و همزن ها در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن ۱۰
- ۱-۹- آشنایی با انواع فیلترها، صافی ها در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن ۱۱
- ۱-۱۰- آشنایی با انواع دوزینگ پمپ ها و کاربرد آن در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن ۱۲
- ۱-۱۱- آشنایی با انواع آبگیر مکانیکی و کاربرد آن در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن ۱۳
- ۱-۱۲- آشنایی با انواع لوله های مورد نیاز در تصفیه خانه های آب و استانداردهای مرتبط و مبانی محاسباتی آن ۱۴
- ۱-۱۳- شناخت مفاهیم پایه مکانیک مانند دبی، فشار استاتیک، فشار دینامیک و محاسبات فنی و هیدرولیکی در تصفیه خانه‌های آب ... ۱۵
- ۱-۱۴- شناخت ابزار مورد نیاز و دستگاههای مرتبط با تعمیرات مکانیکال و ابزارهای مرتبط با سرویس دوره‌ای مانند دستگاه جوش، دستگاه برش، هوا برش و ۱۶
- ۱-۱۵- آشنایی با دستگاههای اندازه‌گیری مانند ارتعاش سنجی، همراستا سنجی، صداسنجی، نشتیابی و غیره ۱۷
- ۱-۱۶- شناخت اصول **PM, CBM, EM** و استانداردهای بهره برداری در تصفیه خانه های آب ۱۸
- ۱-۱۷- آشنایی با دستورالعملهای بهره‌برداری از پمپها، بلوئرها، شیرآلات، دوزینگ پمپها ۱۹
- ۱-۱۸- آشنایی با دستورالعملهای بهره‌برداری از سرریزها، دریچهها، پلهای متحرک، تجهیزات آگیری مکانیکی لجن، و میکسرها ۲۰
- ۱-۱۹- آشنایی با بهره برداری از گیربکسها، خطوط لوله، سیفون ها، بالابرها، جرثقیل ها، نوار نقاله، هواکش ها ۲۱
- ۱-۲۰- ارائه دستورالعملهای **PM** (نگهداری پیشگیرانه) برای تجهیزات مکانیکال تصفیه‌خانه ۲۲
- ۲- اصول تصفیه‌ای آب و واحدهای تصفیه خانه آب ۲۴
- ۱-۲- آشنایی با تصفیه آب ۲۴
- ۲-۲- واحد آشغالگیری در تصفیه‌خانه‌های آب، انواع آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ۲۴
- ۳-۲- واحد میکرواسترینر در تصفیه‌خانه‌های آب، انواع آن، کاربرد آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ۲۵

- ۴-۲- واحد انعقاد و لخته سازی در تصفیهخانه های آب، محاسبات مرتبط با آن، مبانی محاسباتی، آشنایی با انواع مواد منعقد کننده و تجهیزات تزریق مواد شیمیایی ۲۵
- ۵-۲- واحد زلالسازی (ته نشینی ساده، پولساتور، اکسیلاتور) کاربرد آنها در تصفیه خانه های آب و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ها ۲۶
- ۶-۲- واحد فیلتراسیون در تصفیهخانه های آب، انواع آن، مبانی محاسباتی و سایر موارد مرتبط ۲۷
- ۷-۲- 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 ۲۷
- ۳- اصول کار با تجهیزات برقی در شبکه فاضلاب ۲۹
- 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. ۲۹
- ۳-۲- گزارش نویسی در تصفیهخانه های آب ۲۹
- ۳-۳- آشنایی با نقشه های پایه الکتریکال، مکانیکال ۳۰
- ۳-۴- گزارش نویسی در تصفیهخانه های آب (گزارشات روزانه، هفتگی، کارکرد، مدیریتی و...) ۳۱
- ۴- ایمنی ۳۲
- ۴-۱- ایمنی و حفاظت فردی ۳۲
- ۴-۲- بخش دو ۳۲
- ۴-۳- بخش سه ۳۲
- ۴-۴- بخش چهار ۳۳
- ۴-۵- بخش پنج ۳۴
- ۴-۶- بخش شش ۳۴
- ۴-۷- بخش هفت ۳۴
- ۴-۸- آشنایی با عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار (سر و صدا، گرما، سرما، روشنایی) ۳۵
- ۴-۹- عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار (گرد و غبار، گازها و بخارات) ۳۶

۱- تجهیزات مکانیکال تصفیه خانه آب

۱-۱- آشنایی با تصفیه آب

تصفیه آب فرآیندهای فیزیکی-شیمیایی می باشد که طی آن آلاینده‌ها، ذرات معلق، مواد شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها از آب حذف می شوند 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 می شود.

ته‌نشینی: لخته‌های بزرگتر در این مرحله ته‌نشین می شوند و آب از آنها جدا می شود.

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

گندزدایی: استفاده از مواد ضدعفونی کننده مانند کلر یا ازن برای از بین بردن باکتری‌ها و ویروس‌های باقی مانده.

این فرآیندها به منظور تأمین آب سالم و قابل شرب برای مصرف کنندگان اجرا می شود 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 می شوند. از جمله مهم ترین این تجهیزات می توان به پمپ‌ها، بلوئر‌ها، میکسرها و.. اشاره کرد.

۱-۲- آشنایی کلی با تجهیزات مکانیکال در تصفیه‌خانه های آب

استفاده از تجهیزات مکانیکال در تصفیه‌خانه‌های آب نقش مهمی در فرآیند تصفیه و بهبود کیفیت آب دارند. این تجهیزات شامل مجموعه‌ای از دستگاه‌ها و سیستم‌ها هستند که به جداسازی، ته‌نشینی، فیلتراسیون و پمپاژ آب کمک می کنند. از جمله این تجهیزات می توان به پمپ‌ها (انواع مختلف پمپ‌ها شامل پمپ‌های سانتریفیوژ، پمپ‌های پیستونی و پمپ‌های دیافراگمی)، فلومترها (برای اندازه‌گیری دبی جریان آب)، سطح‌سنج Level Sensor (برای اندازه‌گیری سطح آب)، دیفیوزرهای هوادهی (برای تزریق هوا به آب در فرآیند هوادهی استفاده می شوند. این تجهیزات به کمک حباب‌های ریز هوا، اکسیژن را به آب تزریق کرده و به تجزیه مواد آلی و اکسیداسیون آلاینده‌ها کمک می کنند)، میکسرهای Mixers (برای ترکیب و اختلاط مواد شیمیایی)، تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل (ین تجهیزات شامل انواع سنسورها، فلومترها، و سیستم‌های کنترل PLC هستند که برای نظارت و کنترل دقیق فرآیندهای تصفیه آب به کار می روند. این سیستم‌ها به بهینه‌سازی عملکرد تصفیه‌خانه و کاهش مصرف انرژی و مواد شیمیایی کمک می کنند) و... اشاره کرد. استفاده از تجهیزات مکانیکال در تصفیه‌خانه‌های آب و ایجاد هماهنگی در کارکرد آن‌ها می تواند کیفیت آب را بهبود بخشد و نیازهای بهداشتی و زیست محیطی را تأمین کنند. انتخاب و نگهداری صحیح این تجهیزات نقش مهمی در بهره‌وری و کارایی تصفیه‌خانه‌ها دارد.

۳-۱- آشنایی با سیستم های اندازه گیری در تصفیه خانه های آب (اندازه گیری دبی، اندازه گیری سطح، سرعت، دما و ... و نقش آن در تصفیه آب

سیستم های اندازه گیری در تصفیه خانه های آب نقش کلیدی در بهبود عملکرد و کارایی این واحدها دارد. این سیستم ها به منظور مانیتورینگ و کنترل دقیق فرآیندهای تصفیه، از اهمیت بالایی برخوردارند.

اندازه گیری دبی: دبی یا جریان آب، میزان حجم آبی است که در واحد زمان از یک مقطع عبور می کند. ابزارهای معمول برای اندازه گیری دبی شامل فلومترهای الکترومغناطیسی، اولتراسونیک و مکانیکی هستند. اندازه گیری دقیق دبی برای تنظیم نرخ ورودی و خروجی آب در مراحل مختلف تصفیه ضروری است.

اندازه گیری سطح: برای کنترل سطح آب در مخازن و مخازن ته نشینی، از ابزارهای اندازه گیری سطح استفاده می شود. این ابزارها شامل حسگرهای فشاری، راداری و اولتراسونیک هستند. کنترل سطح آب برای جلوگیری از سرریز یا کاهش بیش از حد آب در مخازن و واحدهای فرآیندی اهمیت دارد.

اندازه گیری سرعت: سرعت جریان آب در لوله ها و کانال ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. این پارامتر با استفاده از حسگرهای دوپلر، پیتوت و اولتراسونیک اندازه گیری می شود. سرعت جریان آب بر راندمان کار فرآیندهای تصفیه فیزیکی مانند آشغالگیر، فیلتراسیون، ته نشینی و ... تاثیر گذار است.

اندازه گیری دما: دما یکی از پارامترهای مهم در فرآیند تصفیه آب است. دما بر واکنش های شیمیایی، میزان حل شونده گی گازها و عملکرد میکروارگانیسم ها تاثیر می گذارد. برای اندازه گیری دما از حسگرهای مقاومتی (RTD)، ترموکوپل ها و حسگرهای نیمه رسانا استفاده می شود.

اندازه گیری pH و EC: pH و نمک های محلول در آب پارامترهای مهمی هستند که کیفیت آب را تحت تاثیر قرار می دهند. اندازه گیری pH با استفاده از الکترودهای شیشه ای و اندازه گیری EC با استفاده از هدایت سنج ها انجام می شود. این اندازه گیری ها برای کنترل مراحل مختلف تصفیه و تضمین کیفیت نهایی آب ضروری هستند.

اندازه گیری کدورت: کدورت آب به میزان ذرات معلق در آن اشاره دارد و از طریق نفلومترها اندازه گیری می شود. کاهش کدورت آب یکی از اهداف اصلی فرآیندهای فیلتراسیون و ته نشینی است.

این سیستم های اندازه گیری به اپراتورها اجازه می دهند تا فرآیند تصفیه آب را به صورت دقیق کنترل و تنظیم کنند، مشکلات احتمالی را سریع تر شناسایی کرده و اقدامات لازم را برای حفظ کیفیت آب انجام دهند. استفاده از این ابزارها در نهایت به افزایش کارایی، کاهش هزینه ها و تضمین کیفیت آب خروجی از تصفیه خانه منجر می شود.

۴-۱- کاربرد پمپ ها در تصفیه خانه های آب، آشنایی با انواع آن و مبانی محاسباتی مرتبط

پمپ ها در تصفیه خانه های آب نقش بسیار حیاتی دارند و به منظور انتقال و جابجایی آب و لجن در مراحل مختلف تصفیه به کار می روند. پمپ ها برای تامین فشار و انتقال سیال مد نظر در فرآیندهای مختلف استفاده می شوند.

انواع پمپ ها در تصفیه خانه های آب

پمپ های گریز از مرکز (Centrifugal Pumps): این پمپ ها با استفاده از نیروی گریز از مرکز، آب را از مرکز به بیرون منتقل می کنند و برای جابجایی حجم زیادی از آب با فشار متوسط به کار می روند.

پمپ‌های پیستونی (Reciprocating Pumps): این پمپ‌ها با حرکت رفت و برگشتی یک پیستون، آب را جابجا می‌کنند و برای ایجاد فشارهای بالا مناسب هستند.

پمپ‌های دیافراگمی (Diaphragm Pumps): این پمپ‌ها با استفاده از دیافراگم که توسط موتور به حرکت درمی‌آید، آب را جابجا می‌کنند و برای جابجایی سیالاتی که ممکن است حاوی ذرات جامد باشند، مناسب هستند. همچنین این پمپ‌ها برای تزریق مواد شیمیایی به آب در فرآیندهای تصفیه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مبانی محاسباتی

هد پمپ (Pump Head): هد پمپ ارتفاعی است که پمپ می‌تواند سیال را جابجا کند و معمولاً بر حسب متر یا فوت بیان می‌شود. هد کل (Total Head) شامل هد استاتیک و هد دینامیک می‌باشد.

دبی پمپ (Pump Flow Rate): دبی یا نرخ جریان معیاری از حجم سیالی است که پمپ می‌تواند در واحد زمان جابجا کند و بر حسب لیتر بر ثانیه (L/s) یا متر مکعب بر ساعت (m^3/h) اندازه‌گیری می‌شود.

توان پمپ (Pump Power): توان پمپ معیاری از انرژی مورد نیاز برای جابجایی سیال است و بر حسب وات (W) یا کیلووات (kW) بیان می‌شود. توان پمپ را می‌توان از رابطه $P = (\rho \cdot g \cdot Q \cdot H) / \eta$ محاسبه کرد که در آن P توان، ρ چگالی آب، g شتاب جاذبه، Q دبی، H هد و η بازدهی پمپ است.

پمپ‌ها به عنوان قلب تپنده تصفیه‌خانه‌های آب عمل می‌کنند و انتخاب صحیح نوع و ظرفیت پمپ‌ها براساس شرایط عملیاتی و نیازهای سیستم، از اهمیت بالایی برخوردار است.

1-5- کاربرد شیرآلات در تصفیه خانه های آب، آشنایی با انواع آن و استانداردهای اجرایی آن

شیرآلات در تصفیه‌خانه‌های آب نقش حیاتی دارند و برای کنترل جریان، فشار و توزیع آب در مراحل مختلف تصفیه استفاده می‌شوند. انواع مختلفی از شیرآلات در این سیستم‌ها به کار می‌روند که هر کدام وظیفه خاصی دارند. به طور کلی، این شیرآلات به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند:

شیرهای قطع و وصل (Gate Valves): برای باز و بسته کردن کامل جریان آب استفاده می‌شوند و معمولاً در نقاطی که نیاز به قطع کامل جریان است، نصب می‌شوند.

شیرهای کنترل (Control Valves): برای تنظیم و کنترل دقیق جریان و فشار آب به کار می‌روند و در نقاط حساس سیستم نصب می‌شوند.

شیرهای یک‌طرفه (Check Valves): مانع از برگشت جریان آب می‌شوند و برای جلوگیری از آسیب به پمپ‌ها و تجهیزات دیگر کاربرد دارند.

شیرهای هواگیری (Air Release Valves): برای تخلیه هوای محبوس شده در خطوط لوله استفاده می‌شوند تا عملکرد سیستم بهبود یابد.

شیرهای اطمینان (Relief Valves): برای محافظت از سیستم در برابر فشارهای بیش از حد استفاده می‌شوند.

در تصفیه‌خانه‌های آب، استانداردهای اجرایی شیرآلات بسیار مهم هستند تا از عملکرد صحیح و ایمن سیستم اطمینان حاصل شود. برخی از استانداردهای بین‌المللی معروف در این زمینه عبارتند از:

AWWA (American Water Works Association) Standards: شامل استانداردهای مختلفی برای طراحی، ساخت، تست و نصب شیرآلات در سیستم‌های آب و فاضلاب است.

EN (European Standards): استانداردهای اروپایی که به تنظیمات دقیق و کیفی در طراحی و تولید شیرآلات می‌پردازند.

رعایت این استانداردها و انتخاب صحیح نوع شیرآلات می‌تواند کارایی، طول عمر و ایمنی سیستم تصفیه آب را تضمین کند.

۶-۱- کاربرد بلوئرها، دیفیوزرها و سایر اقلام واحد هوادهی، آشنایی با انواع آن و مبانی محاسباتی مرتبط

بلوئرها، دیفیوزرها و سایر اقلام واحد هوادهی در سیستم‌های تصفیه آب و فاضلاب کاربرد گسترده‌ای دارند. این تجهیزات به منظور تزریق هوا به آب در فرآیند تصفیه جهت کنترل طعم و بو و افزایش گوارایی آب استفاده می‌شوند.

بلوئرها (Blowers)

بلوئرها تجهیزاتی هستند که هوا را با فشار بالا به سیستم تزریق می‌کنند. انواع مختلفی از بلوئرها وجود دارند، از جمله:

بلوئرها روتاری لوب (دورانی با جابجایی مثبت): کارآمد برای فشارهای بالا و حجم‌های کم هوا.

بلوئرها سانتریفیوژ: مناسب برای حجم‌های بزرگ هوا با فشار کم.

دیفیوزرها (Diffusers)

دیفیوزرها تجهیزاتی هستند که هوا را به صورت حباب‌های ریز یا درشت در آب تزریق می‌کنند تا سطح تماس بیشتری بین هوا و آب ایجاد شود. انواع مختلف دیفیوزرها شامل:

دیفیوزرهای حباب ریز: کارایی بالا در انتقال اکسیژن به دلیل سطح تماس بیشتر.

دیفیوزرهای حباب درشت: مناسب برای جریان‌های بزرگتر با نیاز به نگهداری کمتر.

سایر اقلام واحد هوادهی

لوله‌ها و شیرآلات: برای انتقال هوا از بلوئر به دیفیوزر.

سیستم کنترل فشار هوا: به منظور عدم افزایش فشار هوا در داخل لوله‌های انتقال از حد معین استفاده می‌گردد.

مبانی محاسباتی

نرخ انتقال اکسیژن (OTR): یکی از پارامترهای کلیدی در طراحی واحد هوادهی است که به میزان اکسیژنی که به

سیال منتقل می‌شود اشاره دارد.

برای محاسبه دقیق نیاز به اطلاعات بیشتری مانند دبی، میزان آلودگی، دما و دیگر پارامترهای محیطی است. انتخاب صحیح

تجهیزات و طراحی مناسب می‌تواند باعث بهبود عملکرد سیستم تصفیه و کاهش هزینه‌های نگهداری شود.

۱-۲- آشنایی با سرریزها و دریچه‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب و انواع آن و مبانی محاسباتی مرتبط با آن

در تصفیه‌خانه‌های آب برای اندازه‌گیری دبی جریان در کانال‌ها و یا خروجی مخازن و حوضچه‌ها می‌توان از سرریز نیز استفاده کرد. جریان آب در عبور از سرریز حالت ریزشی پیدا کرده و با اندازه‌گیری عمق جریان عبوری از روی آن و استفاده از روابطی که بین عمق و دبی در سرریز وجود دارد، روش مناسبی برای اندازه‌گیری دبی فراهم می‌شود.

برای اندازه‌گیری دبی بیشتر از سرریزهای لبه تیز مستطیلی، مثلثی و گاهی با شکل‌های دیگر استفاده می‌شود. سرریزها معمولاً در تصفیه‌خانه‌ها برای تخلیه آب اضافی استفاده می‌شوند و به عنوان ابزارهای ایمنی عمل می‌کنند تا از سرریز شدن آب و ایجاد خسارات جلوگیری شود. دریچه‌ها نیز برای کنترل و تنظیم جریان آب در مراحل مختلف تصفیه به کار می‌روند.

استفاده از سرریز برای اندازه‌گیری شدت جریان به لحاظ فنی و اقتصادی مزایای فراوانی از جمله انعطاف در طراحی و پایین بودن هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری دارد.

انواع سرریزها

سرریزهای لبه تیز با جریان آزاد: این نوع سرریزها به صورت عمود بر بردار سرعت در مسیر جریان قرار می‌گیرند.

سرریزهای لبه تیز مستطیلی: در این حالت رابطه بین دبی در واحد عرض و عمق روی

$$q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} \times H^{\frac{3}{2}}$$

سرریز به صورت زیر به دست می‌آید:

سرریزهای لبه تیز کوچک شده آزاد: در این حالت عرض سرریز کمتر از عرض کانال

می‌باشد و جمع شدگی آب در موقع خروج از سرریز به وجود آمده و طول موثر که امکان عبور آب را میسر می‌سازد از طول سرریز کمتر شده و لازم است انقباض بر اثر کناره‌های سرریز را نیز در نظر گرفت:

سرریز تناسبی: در صورتی که طراحی سرریز به گونه‌ای انجام پذیرد که بده به صورت خطی با تغییرات ارتفاع تغییر کند آن سرریز را سرریز تناسبی می‌گویند.

سرریزهای لبه پهن: در این نوع، لبه سرریز در امتداد جریان به اندازه کافی نسبت به ارتفاع تیغه آب روی آن پهن بوده و در مقایسه با سایر ابعاد، دارای اندازه قابل ملاحظه‌ای می‌باشد.

انواع دریچه‌ها:

دریچه کشویی: برای قطع و وصل جریان آب استفاده می‌شود و معمولاً در خطوط انتقال و توزیع آب کاربرد دارد.

دریچه قطاعی: از جمله متداولترین سازه‌های هیدرولیکی متحرک هستند که به منظور تنظیم سطح آب و دبی جریان در کانال‌های آبیاری، مجرای تخلیه رسوبات بندهای انحرافی، دهانه‌های آبنگیر، سرریز سدهای بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دریچه شعاعی: دریچه‌های شعاعی عمدتاً بر روی سرریز سدها جهت کنترل جریان‌های خروجی و کنترل جریان در کانال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

استفاده از این ابزارها و انجام محاسبات دقیق برای طراحی و بهره‌برداری بهینه از تصفیه‌خانه‌های آب ضروری است.

۸-۱- آشنایی با میکسرها و همزن ها در تصفیه خانه های آب و مبنای محاسباتی آن

میکسرها و همزن ها از تجهیزات اساسی در تصفیه خانه های آب هستند که برای بهبود فرآیندهای تصفیه و تضمین کیفیت آب استفاده می شوند. این تجهیزات به دو دسته کلی تقسیم می شوند: میکسرهای مکانیکی و میکسرهای استاتیکی هر کدام از این دستگاه ها بسته به نوع و مرحله تصفیه، کاربردهای خاص خود را دارند.

میکسرهای مکانیکی

این نوع میکسرها با استفاده از پره ها یا پروانه ها مواد شیمیایی یا لجن را در آب مخلوط می کنند. سرعت و شکل پره ها تاثیر مستقیم بر بازدهی مخلوط کردن دارند. محاسبات مرتبط با طراحی این میکسرها شامل تعیین توان موتور، قطر و طول پره ها و سرعت چرخش است. معادلات نیوتنی و روابط تجربی برای محاسبه نیروهای هیدرودینامیکی و ایجاد جریان مناسب مورد استفاده قرار می گیرند.

میکسرهای استاتیکی

این میکسرهای استاتیکی از سری تیغه ها و عناصر اختلاط ثابت تشکیل شده اند که درون لوله قرار دارند. زمانی که آب از میان این میکسرها عبور می کند، جریان آب به طور پیوسته به چندین بخش تقسیم و دوباره ترکیب می شود. این تقسیم و ترکیب مجدد باعث ایجاد جریان های چرخشی و اختلاط کامل مواد شیمیایی با آب می شود. کسرهای استاتیکی با استفاده از تیغه ها و عناصر داخلی خود باعث اختلاط کامل و یکنواخت مواد شیمیایی با جریان آب می شوند.

واحد اختلاط سریع را میتوان بر مبنای روش اختلاط (مکانیکی یا استاتیکی) و انواع الگوهای جریان (جریان پلاگ یا اختلاط کامل) دسته بندی نمود در واحدهای اختلاط مکانیکی از یک پروانه استفاده می شود که با چرخش سریع آن اغتشاش شدیدی به وجود می آید. نوع پروانه های مورد استفاده برای اختلاط سریع تابعی از هندسه حوض و الگوی جریان در داخل آن می باشد. همزن های استاتیکی با استفاده از عواملی نظیر پرش هیدرولیکی صفحه مانع، جریان آشفتگی در داخل لوله یا کانال و یا انقباض و انبساط ناگهانی در خطوط لوله، تماس مناسب بین مواد شیمیایی و آب خام فراهم می کنند. مزایا و معایب انواع همزن های مکانیکی و استاتیکی در مقایسه با هم ارائه شده است.

نوع همزن	مزایا	معایب
مکانیکی	مستقل از شدت جریان قابل تنظیم بهره برداری انعطاف پذیر	نیاز به تجهیزات مکانیکی امکان خرابی تجهیزات
استاتیکی	بهره برداری و نگهداری آسان کم هزینه و مطمئن	وابستگی به شدت جریان افت ارتفاع بالا انعطاف پذیری کم در بهره برداری

مبنای محاسباتی

انرژی و توان مورد نیاز: برای محاسبه انرژی و توان مورد نیاز برای میکسرها، از رابطه های دینامیک سیالات و قوانین پایستگی انرژی استفاده می شود.

طراحی هندسی: ابعاد و شکل پره‌ها و محفظه میکسر با استفاده از مدل‌های ریاضی و شبیه‌سازی‌های CFD (دینامیک سیالات محاسباتی) تعیین می‌شود.

زمان اختلاط: تعیین زمان لازم برای رسیدن به اختلاط همگن با استفاده از مدل‌های تجربی و تئوری‌های اختلاط. در نهایت، انتخاب نوع و طراحی مناسب میکسر و همزن با توجه به شرایط خاص هر تصفیه‌خانه و نوع آلاینده‌ها، تاثیر قابل توجهی بر کارایی و بهره‌وری فرآیند تصفیه آب دارد.

۱-۹- آشنایی با انواع فیلترها، صافی‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب و مبانی محاسباتی آن

فیلترهای شنی

فیلترهای شنی شامل یک بستر شنی هستند که آب از میان آن عبور کرده و ذرات معلق و کدورت آب توسط ذرات شن به دام می‌افتند. این فیلترها به دو نوع کند و تند تقسیم می‌شوند.

فیلترهای کربن فعال

این فیلترها برای حذف مواد آلی محلول و حذف بو و همچنین برخی مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. کربن فعال با جذب این مواد به سطح خود، کیفیت آب را بهبود می‌بخشد. این نوع فیلترها در تصفیه آب شرب و حذف بو و طعم‌های نامطلوب بسیار مؤثر هستند.

فیلترهای ممبران (غشایی)

فیلترهای ممبران با استفاده از یک لایه نازک نیمه‌تراوا، ذرات بسیار ریز و حتی یون‌ها را از آب جدا می‌کنند. این فیلترها در فرآیندهای مختلفی از جمله اسمز معکوس، نانوفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون و میکروفیلتراسیون مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این فیلترها برای شیرین‌سازی آب، تولید آب صنعتی و حتی آب مقطر استفاده می‌شوند.

در هر تصفیه‌خانه حداقل ۲ واحد صافی باید در نظر گرفته شود. در تصفیه‌خانه‌هایی که صرفاً ۲ واحد صافی منظور شده، باید ظرفیت هر واحد معادل ظرفیت مصوب تصفیه‌خانه در پایان دوره طرح باشد (معمولاً معادل حداکثر مصرف روزانه). در تصفیه‌خانه‌های با ظرفیت متوسط و بزرگ (۴۰۰۰ متر مکعب بر روز و بیشتر) تعداد واحدهای صافی چهار واحد به بالا می‌باشد در این حالت تعداد واحدهای صافی که جهت شستشو و یا تغییرات خارج از سرویس در نظر گرفته میشود معادل ۱۰ الی ۱۵ درصد تعداد کل واحدهای صافی است و مجموع ظرفیت بقیه واحدها باید معادل ظرفیت مصوب تصفیه‌خانه در پایان دوره طرح (معمولاً معادل حداکثر مصرف روزانه) باشد.

سطح هر یک از واحدهای صافی نباید از ۱۵۰ متر مربع بیشتر باشد.

هیدرولیک صافی‌ها و جزئیات ساختمانی:

در طرح ساختمان صافی نکات زیر باید مراعات شود:

- دیواره‌های داخلی صافی قائم باشد.

- دیواره‌های صافی هیچگونه پیش‌آمدگی در داخل بستر صافی نداشته باشد.

- در صورتی که شرایط جوی محل نامناسب باشد صافی در فضای سرپوشیده ایجاد شود.

- برای بازدید و بهره‌برداری، روزمره محوطه کنترلی پیش‌بینی شود که به کلیه واحدهای صافی دید داشته باشد.

-حداقل عمق صافی ۲.۵ متر باشد.

-عمق آب روی مصالح بستر، صافی، حداقل یک متر باشد.

-مجاری خروجی آب به صورتی باشد که از برگشت هوا به زیر بستر صافی جلوگیری شود (نظیر شتر گلو).

-لبه دیواره صافی نسبت به رقوم اطراف آن حداقل ۱۰ سانتی متر بالاتر قرار داشته تا مانع ورود آب اطراف به داخل صافی گردد.

-ارتفاع آزاد (فاصله سطح عادی آب در صافی تا لبه دیواره (حدود ۳۰ سانتیمتر منظور شود).

-برای جلوگیری از غرقاب شدن صافی سرریزی در محل مناسب پیش بینی گردد.

-حداکثر سرعت آب در لوله ها و مجاری ورودی به صافی ۶۰ سانتی متر بر ثانیه باشد.

۱۰-۱- آشنایی با انواع دوزینگ پمپ ها و کاربرد آن در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن

دوزینگ پمپ ها، پمپ های دقیقی هستند که برای تزریق مقدار مشخصی از مواد شیمیایی به جریان آب یا دیگر سیالات استفاده می شوند. این پمپ ها در تصفیه خانه های آب برای کنترل کیفیت آب و اطمینان از رعایت استانداردهای بهداشتی نقش حیاتی دارند. انواع مختلف دوزینگ پمپ ها عبارتند از:

پمپ های دیافراگمی: این پمپ ها با استفاده از یک دیافراگم که به وسیله یک موتور الکتریکی یا پنوماتیک حرکت می کند، سیال را پمپاژ می کنند. آن ها برای مواد شیمیایی خورنده و ویسکوز مناسب هستند.

پمپ های پرستالتیک: در این پمپ ها، سیال از طریق یک لوله انعطاف پذیر که توسط غلطک ها فشرده می شود، حرکت می کند. این پمپ ها برای سیالات حساس که نباید با قطعات مکانیکی تماس داشته باشند، کاربرد دارند.

پمپ های پیستونی: این نوع پمپ ها با حرکت رفت و برگشتی پیستون سیال را پمپاژ می کنند و برای فشارهای بالا و سیالات ویسکوز مناسب هستند.

دوزینگ پمپ ها در تصفیه خانه های آب برای تزریق مواد شیمیایی مانند کلر، مواد منعقد کننده و مواد ضد میکروبی به کار می روند. این مواد به منظور گندزدایی، تنظیم pH، ایجاد لخته به منظور تسهیل در ته نشینی مواد معلق و حذف آلاینده های مختلف استفاده می شوند.

مبانی محاسباتی:

نرخ جریان (Flow Rate): نرخ جریان مورد نیاز برای تزریق ماده شیمیایی باید بر اساس دبی سیال و غلظت مورد نظر محاسبه می شود. به عنوان مثال، برای تزریق کلر، نیاز به محاسبه مقدار کلر مورد نیاز در هر واحد حجم آب است.

غلظت محلول: غلظت محلول شیمیایی باید به دقت تنظیم شود تا به نرخ تزریق مطلوب دست یابد. این کار معمولاً با استفاده از محلول های استاندارد و رقیق سازی دقیق انجام می شود.

فشار سیستم: دوزینگ پمپ باید قادر به تحمل فشار سیستم باشد. این فشار می تواند ناشی از ارتفاع مخازن یا مقاومت هیدرولیکی باشد.

مواد استفاده شده در ساخت بدنه دوزینگ پمپ باید با ماده شیمیایی تزریقی سازگار باشد تا از خوردگی و آسیب به آن جلوگیری شود.

دوزینگ پمپ‌ها با توجه به دقت بالا و قابلیت تنظیم دقیق، ابزارهای ضروری در تضمین کیفیت و ایمنی آب تصفیه شده در تصفیه‌خانه‌ها هستند.

۱-۱۱- آشنایی با انواع آبگیر مکانیکی و کاربرد آن در تصفیه خانه های آب و مبنای محاسباتی آن

جهت ساماندهی در بخش لجن و کاهش آن از آبگیرهای مکانیکی استفاده می‌شود. کمک فرایند های آبگیری، رطوبت لجن از بین رفته و به صورت جامد تبدیل می‌شود.

آبگیرهای مکانیکی مانند فیلتر پرس، دکانتور و بلت فیلتر نقش مهمی در فرایند آبگیری لجن در تصفیه‌خانه‌های آب ایفا می‌کنند. این تجهیزات با کاهش حجم لجن و افزایش محتوای جامدات، فرآیندهای حمل و دفع لجن را بهینه می‌کنند.

فیلتر پرس (Filter Press)

فیلتر پرس یکی از پرکاربردترین تجهیزات برای آبگیری لجن است که به کمک صفحات فیلتر و فشار مکانیکی عمل می‌کند.

عملکرد:

تزریق لجن: لجن به داخل فیلتر پرس پمپ می‌شود و بین صفحات فیلتر قرار می‌گیرد.

اعمال فشار: با بستن صفحات و اعمال فشار مکانیکی (معمولاً هیدرولیکی)، آب از لجن جدا شده و از طریق پارچه‌های فیلتر عبور می‌کند.

تخلیه کیک لجن: پس از تکمیل فرآیند آبگیری، صفحات فیلتر باز می‌شوند و کیک لجن خشک شده از فیلتر پرس جدا می‌شود.

مزایا:

آبگیری بالا و کاهش حجم لجن.

کارایی مناسب در جداسازی جامدات از مایعات.

امکان استفاده برای انواع مختلف لجن.

معایب:

نیاز به اپراتور برای راه‌اندازی و نگهداری.

زمان چرخه فرآیند نسبتاً طولانی.

دکانتور (Decanter)

دکانتور یا سانتریفیوژ دکانتر یک نوع دستگاه سانتریفیوژ است که برای جداسازی جامدات از مایعات به کار می‌رود.

عملکرد:

ورود لجن: لجن وارد دکانتور می‌شود و با سرعت بالا چرخانده می‌شود.

جداسازی سانتریفیوژی: نیروی گریز از مرکز باعث می‌شود جامدات سنگین‌تر به دیواره دکانتور بچسبند و مایعات سبکتر به سمت مرکز حرکت کنند.

تخلیه: جامدات از یک طرف و مایعات از طرف دیگر دکانتور خارج می‌شوند.

مزایا:

سرعت بالا در فرآیند آبگیری.
امکان تنظیم سرعت چرخش و کنترل بهتر بر فرآیند.
مناسب برای لجن‌های با غلظت‌های مختلف.

معایب:

هزینه‌های بالای انرژی و نگهداری.
پیچیدگی‌های مکانیکی و نیاز به تعمیرات دوره‌ای.

بلت فیلتر (Belt Filter)

بلت فیلتر یا فیلتر نواری، یک سیستم مداوم برای آبگیری لجن است که از تسمه‌های متحرک برای جداسازی آب از لجن استفاده می‌کند.

عملکرد:

ورود لجن: لجن به روی یک تسمه متحرک (بلت) ریخته می‌شود.

اعمال فشار: با عبور لجن از میان دو تسمه و اعمال فشار، آب از لجن جدا شده و از طریق تسمه‌های فیلتری تخلیه می‌شود.

تخلیه کیک لجن: لجن آبگیری شده به صورت کیک از انتهای بلت فیلتر تخلیه می‌شود.

مزایا:

فرآیند پیوسته و کارایی بالا.
قابلیت تنظیم پارامترهای عملیاتی.
هزینه‌های عملیاتی نسبتاً کم.

معایب:

نیاز به فضای بزرگ برای نصب.
حساسیت به تغییرات در ترکیب لجن.

۱-۱۲- آشنایی با انواع لوله‌های مورد نیاز در تصفیه‌خانه‌های آب و استانداردهای مرتبط و مبانی محاسباتی

آن

در تصفیه‌خانه‌های آب، لوله‌ها نقش حیاتی در انتقال، توزیع و تصفیه آب ایفا می‌کنند. انواع مختلفی از لوله‌ها در این سیستم‌ها استفاده می‌شود که هر کدام ویژگی‌ها و کاربردهای خاص خود را دارند.

انواع لوله‌ها:

لوله‌های فولادی: به دلیل مقاومت بالا در برابر فشار و دما، در قسمت‌های با فشار بالا و انتقال آب خام استفاده می‌شوند. این لوله‌ها معمولاً با پوشش‌های ضد خوردگی محافظت می‌شوند.

لوله‌های پلی اتیلن (PE): مقاومت بالا در برابر مواد شیمیایی و خوردگی دارند و برای خطوط توزیع و انتقال آب تصفیه شده مناسب هستند.

لوله‌های پلی وینیل کلراید (PVC): سبک بوده و نصب آن آسان می‌باشد و در سیستم‌های کم فشار و خطوط توزیع آب تصفیه شده کاربرد دارند.

لوله‌های چدن داکتیل: مقاومت مکانیکی و عمر مفید و دوام بالایی دارند و برای انتقال آب خام و تصفیه شده مناسب هستند.

استانداردهای مرتبط

ASTM (American Society for Testing and Materials): استانداردهای مشخص برای مواد و تولید لوله‌ها.

AWWA (American Water Works Association): استانداردهای مرتبط با طراحی و عملکرد سیستم‌های آبی. استانداردهای مرتبط با طراحی و عملکرد سیستم‌های آبی.

ISO (International Organization for Standardization): استانداردهای بین‌المللی برای تضمین کیفیت و ایمنی لوله‌ها.

مبانی محاسباتی

محاسبه فشار: فشار در لوله‌ها باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر تامین نیازهای سیستم، از حد مجاز مقاومت لوله‌ها تجاوز نکند. فرمول‌های اساسی مانند معادله برنولی و معادلات جریان برای محاسبه فشار و افت فشار در لوله‌ها استفاده می‌شوند.

محاسبه قطر لوله: بر اساس دبی و سرعت جریان، قطر لوله‌ها تعیین می‌شود. معادله مانینگ و معادلات جریان آرام و آشفته برای تعیین قطر مناسب کاربرد دارند.

افت فشار: افت فشار به طول لوله، قطر، سرعت جریان و جنس لوله بستگی دارد. معادلات داریسی-وئیسیاخ و هیزن-ویلیامز برای محاسبه افت فشار استفاده می‌شوند.

مقاومت مواد: بررسی مقاومت مواد اولیه ساخت لوله در برابر فشار داخلی و خوردگی شیمیایی اهمیت دارد. داده‌های تجربی و استانداردهای مواد برای انتخاب صحیح مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با استفاده از این مبانی و استانداردها، سیستم‌های لوله‌کشی در تصفیه‌خانه‌های آب بهینه‌سازی می‌شوند تا کارایی بالا و دوام طولانی مدت داشته باشند.

۱-۱۳- شناخت مفاهیم پایه مکانیک مانند دبی، فشار استاتیک، فشار دینامیک و محاسبات فنی و هیدرولیکی در تصفیه خانه‌های آب

شناخت مفاهیم پایه مکانیک و محاسبات فنی و هیدرولیکی در تصفیه‌خانه‌های آب اهمیت زیادی دارد. در اینجا به توضیح مفاهیم دبی، فشار استاتیک، فشار دینامیک و محاسبات فنی و هیدرولیکی پرداخته می‌شود.

دبی (Flow Rate): دبی یا نرخ جریان حجمی، مقدار آبی است که در واحد زمان از یک مقطع مشخص عبور می کند. دبی معمولاً با واحدهایی مانند لیتر بر ثانیه (L/s) یا متر مکعب بر ثانیه (m^3/s) بیان می شود. در تصفیه خانه های آب، کنترل و اندازه گیری دقیق دبی اهمیت زیادی دارد زیرا به بهینه سازی فرآیندهای تصفیه کمک می کند.

فشار استاتیک (Static Pressure): فشار استاتیک، فشار وارد بر سیال در حال سکون است. این فشار معمولاً در نقاطی از سیستم که حرکت سیال وجود ندارد یا خیلی کم است، اندازه گیری می شود. در تصفیه خانه ها، فشار استاتیک می تواند در طراحی و انتخاب پمپ ها و دیگر تجهیزات هیدرولیکی مؤثر باشد.

فشار دینامیک (Dynamic Pressure): فشار دینامیک فشار ناشی از حرکت سیال است. این فشار به سرعت سیال و چگالی آن وابسته است.

محاسبات فنی و هیدرولیکی: این محاسبات شامل تحلیل جریان سیال، تعیین افت فشار، طراحی پمپ ها، لوله کشی ها و تجهیزات مرتبط است. در تصفیه خانه های آب، این محاسبات به تعیین نیازهای انرژی، بهینه سازی عملکرد سیستم و اطمینان از کیفیت آب تصفیه شده کمک می کند. محاسبات هیدرولیکی معمولاً از قوانین مکانیک سیالات، مانند معادلات برنولی و پیوستگی، استفاده می کنند.

تحلیل افت فشار: افت فشار در سیستم های لوله کشی و تجهیزات تصفیه آب به دلیل اصطکاک و تغییرات مسیر جریان رخ می دهد. این افت فشارها باید در طراحی سیستم مد نظر قرار گیرند تا پمپ ها و دیگر تجهیزات بتوانند به درستی عمل کنند. طراحی پمپ ها و تجهیزات: انتخاب و طراحی مناسب پمپ ها بر اساس دبی و فشار مورد نیاز انجام می شود. پمپ ها باید قادر باشند فشار لازم برای جابجایی آب در سیستم را فراهم کنند و مصرف انرژی بهینه داشته باشند.

معادلات پیوستگی و برنولی: معادله پیوستگی بیانگر این است که دبی در طول یک سیستم لوله ای ثابت است و معادله برنولی رابطه ای بین فشار، سرعت و ارتفاع سیال است که در تحلیل جریان سیالات کاربرد دارد.

در مجموع، فهم و به کارگیری صحیح این مفاهیم و محاسبات در طراحی و بهره برداری بهینه تصفیه خانه های آب نقش حیاتی دارد و به تضمین عملکرد مؤثر و کارآمد سیستم ها کمک می کند.

۱-۴- شناخت ابزار مورد نیاز و دستگاه های مرتبط با تعمیرات مکانیکال و ابزارهای مرتبط با سرویس دوره ای

مانند دستگاه جوش، دستگاه برش، هوا برش و ...

در تصفیه خانه های آب، تعمیرات مکانیکال و سرویس های دوره ای نقش بسیار مهمی در حفظ و افزایش بهره وری تجهیزات و سیستم ها دارند. برای این منظور، استفاده از ابزارها و دستگاه های خاص ضروری است.

دستگاه جوش: دستگاه های جوشکاری برای تعمیر و نگهداری لوله ها و اتصالات فلزی که در سیستم های تصفیه آب استفاده می شوند، ضروری هستند. این دستگاه ها انواع مختلفی دارند از جمله جوشکاری قوس الکتریکی، جوشکاری TIG و MIG.

دستگاه برش: برای قطع و شکل دهی دقیق قطعات فلزی به منظور تعمیر و جایگزینی قطعات آسیب دیده استفاده می شود. دستگاه های برش پلاسما و برش لیزری از جمله ابزارهای مورد استفاده در تصفیه خانه ها هستند.

هوا برش (اکسی استیلن): این دستگاه برای برش فلزات با استفاده از شعله اکسیژن و استیلن به کار می رود و قابلیت برش ضخامت های مختلف فلزی را دارد که برای تعمیرات سنگین مفید است.

آچار و ابزار دستی: مجموعه‌ای از آچارها، پیچ‌گوشتی‌ها، انبرها و دیگر ابزار دستی برای تعمیرات و نگهداری روزمره تجهیزات مکانیکی ضروری هستند.

پمپ‌های مکش و فشار: این پمپ‌ها برای تست فشار و نشت در لوله‌ها و سیستم‌های تصفیه استفاده می‌شوند. همچنین در نگهداری و تمیزکاری مخازن و لوله‌ها کاربرد دارند.

ابزارهای اندازه‌گیری: شامل گیج‌ها، مانومترها و دستگاه‌های اندازه‌گیری جریان و فشار هستند که برای نظارت و ارزیابی عملکرد سیستم‌ها به کار می‌روند.

دستگاه‌های بالابر و جرثقیل‌ها: برای جابجایی و نصب قطعات سنگین و بزرگ استفاده می‌شوند و در انجام تعمیرات اساسی و دوره‌ای حیاتی هستند.

دستگاه‌های آزمایشگاهی: برای تحلیل شیمیایی و میکروبیولوژیکی آب و مواد شیمیایی مورد استفاده در فرآیند تصفیه، این دستگاه‌ها نقش مهمی دارند.

داشتن تجهیزات مناسب و آموزش کافی کارکنان برای استفاده صحیح از این ابزارها، بهبود عملکرد و کاهش خرابی‌های ناگهانی در تصفیه‌خانه‌های آب را تضمین می‌کند.

۱-۵-۱- آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری مانند ارتعاش سنجی، همراستا سنجی، صداسنجی، نشت‌یابی و غیره

در تصفیه‌خانه‌های آب، اندازه‌گیری و پایش پارامترهای مختلف برای اطمینان از عملکرد صحیح تجهیزات و کیفیت آب بسیار اهمیت دارد. دستگاه‌های مختلفی برای اندازه‌گیری این پارامترها استفاده می‌شوند که به بررسی آنها می‌پردازیم:

ارتعاش سنجی (Vibration Measurement): دستگاه‌های ارتعاش‌سنج برای پایش وضعیت ماشین‌آلات چرخشی مانند پمپ‌ها و موتورها استفاده می‌شوند. ارتعاش غیرعادی می‌تواند نشان‌دهنده وجود مشکل در بلبرینگ‌ها، عدم تعادل یا خرابی قطعات باشد. با استفاده از این دستگاه‌ها می‌توان به موقع مشکلات را شناسایی و از خرابی‌های جدی‌تر جلوگیری کرد.

همراستا سنج (Alignment Measurement): همراستا بودن شفت‌ها و قطعات مختلف در تجهیزات چرخشی برای کاهش سایش و افزایش عمر مفید آنها حیاتی است. دستگاه‌های همراستا سنجی لیزری به طور دقیق این همراستایی را اندازه‌گیری و تنظیم می‌کنند.

صداسنجی (Sound Measurement): صداسنج‌ها برای اندازه‌گیری سطح نویز و صدا در محیط‌های صنعتی استفاده می‌شوند. این دستگاه‌ها می‌توانند به شناسایی مشکلاتی مانند نشت هوا، آب یا گاز کمک کنند و همچنین به رعایت مقررات مربوط به سطح نویز محیط کار کمک می‌کنند.

نشت‌یابی (Leak Detection): دستگاه‌های نشت‌یاب برای تشخیص و موقعیت‌یابی نشت‌های آب، هوا و گاز در سیستم‌های لوله‌کشی استفاده می‌شوند. این دستگاه‌ها از تکنولوژی‌های مختلفی مانند آکوستیک، اولتراسونیک و گاز ردیابی استفاده می‌کنند. نشت‌یابی به کاهش هدررفت منابع و بهبود کارایی سیستم کمک می‌کند.

فلومترها (Flow Meters): فلومترها برای اندازه‌گیری جریان آب در لوله‌ها و کانال‌های تصفیه‌خانه استفاده می‌شوند. این دستگاه‌ها می‌توانند به صورت الکترومغناطیسی، اولتراسونیک یا مکانیکی عمل کنند و دقت بالایی در اندازه‌گیری جریان دارند.

آنالیزورهای کیفیت آب: این دستگاه‌ها پارامترهای مختلفی از جمله pH، هدایت الکتریکی، کدورت، کلر آزاد و دیگر عناصر شیمیایی را اندازه‌گیری می‌کنند. این اطلاعات برای اطمینان از کیفیت و ایمنی آب تصفیه‌شده بسیار مهم است. استفاده از این دستگاه‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب به بهبود کارایی، کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش کیفیت آب تصفیه‌شده کمک می‌کند.

۱۶-۱- شناخت اصول EM, CBM, PM و استانداردهای بهره‌برداری در تصفیه‌خانه‌های آب

در تصفیه‌خانه‌های آب، اصول نگهداری و بهره‌برداری به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند: **نگهداری مبتنی بر**

خرابی (EM)، نگهداری مبتنی بر شرایط (CBM) و نگهداری پیشگیرانه (PM)

نگهداری مبتنی بر خرابی (EM):

در این روش، تجهیزات و سیستم‌ها تا زمانی که خراب نشده‌اند، مورد تعمیر و نگهداری قرار نمی‌گیرند. این روش معمولاً در مواقعی استفاده می‌شود که تجهیزات غیر بحرانی هستند و خرابی آن‌ها تاثیر جدی بر عملکرد کلی سیستم ندارد. با این حال، این روش می‌تواند هزینه‌های بالایی در زمان تعمیرات اضطراری و از کارافتادگی ناگهانی ایجاد کند.

نگهداری مبتنی بر شرایط (CBM):

در این رویکرد، وضعیت تجهیزات به صورت مستمر یا دوره‌ای بررسی می‌شود تا علائم اولیه خرابی شناسایی شود. از تکنولوژی‌هایی مانند سنسورها، آنالیز لرزش، ترموگرافی و سایر روش‌های تشخیصی استفاده می‌شود تا شرایط واقعی تجهیزات مانیتور شود. این روش به کاهش خرابی‌های ناگهانی و افزایش عمر مفید تجهیزات کمک می‌کند.

نگهداری پیشگیرانه (PM):

این روش شامل برنامه‌ریزی و انجام تعمیرات دوره‌ای بر اساس زمان یا استفاده است، بدون توجه به وضعیت واقعی تجهیزات. این روش می‌تواند از خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کند و عمر مفید تجهیزات را افزایش دهد، اما ممکن است منجر به انجام تعمیرات غیرضروری شود.

استانداردهای بهره‌برداری در تصفیه‌خانه‌های آب:

برای بهره‌برداری بهینه از تصفیه‌خانه‌های آب، استانداردهای مختلفی وجود دارد که باید رعایت شوند. این استانداردها شامل:

استانداردهای کیفی آب: مانند استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) که پارامترهای کیفی آب آشامیدنی را مشخص می‌کند.

استانداردهای بهره‌برداری و نگهداری: مانند استانداردهای بین‌المللی ISO ۹۰۰۱ برای سیستم‌های مدیریت کیفیت و ISO ۱۴۰۰۱ برای سیستم‌های مدیریت محیط زیست.

استانداردهای ایمنی و بهداشت شغلی: مانند OHSAS ۱۸۰۰۱ که به مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی در محیط‌های کاری می‌پردازد.

استانداردهای تجهیزات: مانند استانداردهای تولید و تست تجهیزات مکانیکی و الکتریکی که تضمین کننده عملکرد صحیح و ایمن آنها است.

با پیاده‌سازی این اصول و استانداردها، می‌توان بهره‌وری، ایمنی و پایداری تصفیه‌خانه‌های آب را بهبود بخشید و از خرابی‌های ناگهانی و هزینه‌های اضافی جلوگیری کرد.

۱-۱۷- آشنایی با دستورالعمل‌های بهره‌برداری از پمپ‌ها، بلوئر‌ها، شیرآلات، دوزینگ پمپ‌ها

آشنایی با دستورالعمل‌های بهره‌برداری از پمپ‌ها، بلوئر‌ها، شیرآلات، و دوزینگ پمپ‌ها امری حیاتی در صنایع مختلف است.

پمپ‌ها:

پمپ‌ها جهت انتقال سیالات به کار می‌روند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل موارد زیر است:

آماده‌سازی و راه‌اندازی اولیه: شامل بررسی‌های مکانیکی و الکتریکی، اطمینان از روانکاری مناسب و تست کارکرد اولیه.

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

نگهداری و تعمیرات: تعویض قطعات فرسوده، تمیزکاری اجزا، و بررسی دوره‌ای برای جلوگیری از خرابی‌های پیش‌بینی نشده.

بلوئر‌ها:

بلوئر‌ها برای انتقال هوا یا گازها به کار می‌روند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل موارد زیر است:

آماده‌سازی: چک کردن تمامی اتصالات و فیلترها قبل از راه‌اندازی.

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

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.

۱-۱۸- آشنایی با دستورالعمل‌های بهره‌برداری از سرریزها، دریچه‌ها، پل‌های متحرک، تجهیزات آبگیری

مکانیکی لجن، و میکسرها

در تصفیه‌خانه‌های آب، استفاده از تجهیزات و سازه‌های مختلف جهت مدیریت و بهینه‌سازی فرآیند تصفیه و توزیع آب بسیار حیاتی است. در ادامه به آشنایی با دستورالعمل‌های بهره‌برداری از برخی از این تجهیزات پرداخته می‌شود.

سرریزها

سرریزها جهت جلوگیری از ورود سیلاب به تصفیه‌خانه‌ها و در واحدهای فرآیندی برای کنترل سطح آب استفاده می‌شوند. بهره‌برداری صحیح از سرریزها شامل بررسی مداوم سطح آب و اطمینان از عملکرد صحیح آن است.

بازرسی: بررسی منظم ساختار سرریز برای شناسایی خرابی‌ها، ترک‌ها، یا هر گونه مانعی که ممکن است جریان آب را مختل کند و همچنین استفاده از سنسورها و سیستم‌های هشدار برای کنترل و مانیتورینگ سطح آب و تنظیم سرریز جهت کنترل دبی خروجی از واحدهای فرآیندی.

نگهداری پیشگیرانه: تمیز کردن مداوم مجاری و تیغه‌ها و تنظیمات ارتفاع سرریز برای جلوگیری از رسوب‌گذاری و انسداد آن و تنظیم دبی خروجی.

دریچه‌ها:

دریچه‌ها به منظور کنترل جریان آب در نقاط مختلف تصفیه‌خانه و یا تغییر مسیر جریان آب نصب می‌شوند. برای بهره‌برداری از دریچه‌ها، باید از سالم بودن اجزای مکانیکی و الکتریکی اطمینان حاصل کرده و فرآیندهای باز و بسته کردن را مطابق با نیازهای عملیاتی انجام داد.

تست عملکرد: انجام آزمایش‌های دوره‌ای برای اطمینان از عملکرد صحیح مکانیزم باز و بسته شدن دریچه‌ها.

نگهداری و تعمیرات: روغن کاری قطعات متحرک، تعویض واشرها و اورینگ‌ها، و بررسی سیستم‌های هیدرولیک و الکتریکی دریچه‌ها.

کنترل از راه دور: استفاده از سیستم‌های اتوماسیون و کنترل از راه دور برای افزایش دقت و سرعت در تنظیم دریچه‌ها.

پل‌های متحرک:

پل‌های متحرک جهت دسترسی به تجهیزات جمع‌آوری و انتقال لجن در حوضچه ته‌نشینی و تغلیظ لجن مورد استفاده قرار می‌گیرند. بهره‌برداری از این پل‌ها شامل بررسی مداوم سیستم‌های هیدرولیک، الکتریکی و مکانیکی، و انجام تعمیرات دوره‌ای جهت جلوگیری از خرابی‌ها است.

بازرسی و تست هیدرولیک: بررسی سیستم‌های هیدرولیک برای اطمینان از عملکرد صحیح و عدم نشت روغن.

بررسی مکانیکی: بازرسی و تست قطعات مکانیکی نظیر بلبرینگ‌ها، کابل‌ها و زنجیرها، لجن روب‌ها و کف‌آب روب‌ها برای جلوگیری از خرابی و سایش.

ایمنی کارکنان: اطمینان از رعایت دستورالعمل‌های ایمنی برای جلوگیری از حوادث هنگام استفاده از پل‌های متحرک.

تجهیزات آبگیری مکانیکی لجن

این تجهیزات برای جداسازی و آبگیری لجن از آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. بهره‌برداری موثر از این تجهیزات شامل تنظیم پارامترهای عملیاتی، مانیتورینگ مداوم کارکرد دستگاه‌ها، و انجام تعمیرات پیشگیرانه برای افزایش عمر مفید تجهیزات است.

تنظیم پارامترها: تنظیم دقیق فشار، سرعت، دبی ورودی و سایر پارامترهای عملیاتی برای بهینه‌سازی فرآیند آبگیری.
نگهداری و پاکسازی: تمیز کردن و شستشوی منظم فیلترها، ممبران‌ها و دیگر اجزای دستگاه‌ها برای جلوگیری از انسداد.

بازرسی الکتریکی: بررسی و تست سیستم‌های الکتریکی برای اطمینان از عملکرد صحیح موتورها و کنترلرها.

میکسرها

میکسرها برای مخلوط کردن مواد شیمیایی با آب یا لجن در مراحل مختلف تصفیه استفاده می‌شوند. بهره‌برداری صحیح از میکسرها شامل اطمینان از همگن بودن مخلوط‌ها، تنظیم سرعت و شدت اختلاط، و بررسی وضعیت عملکرد مکانیکی و الکتریکی میکسرها است.

تنظیم سرعت: تنظیم سرعت و شدت اختلاط بر اساس نیازهای فرآیند تصفیه و نوع مواد شیمیایی مورد استفاده.

بازرسی شفت و پروانه: بررسی و تعویض شفت‌ها و پروانه‌ها در صورت نیاز برای جلوگیری از خرابی و سایش.

کنترل دما و لرزش: استفاده از سنسورهای دما و لرزش برای مانیتورینگ وضعیت میکسر و جلوگیری از خرابی‌های ناشی از دمای بالا و لرزش‌های غیرمعمول.

به طور کلی، بهره‌برداری بهینه از این تجهیزات نیازمند دانش فنی، مانیتورینگ مداوم، و نگهداری پیشگیرانه است تا بتوان کارایی و عمر مفید آنها را به حداکثر رساند و از بروز مشکلات و خرابی‌های غیرمنتظره جلوگیری کرد.

۱۹-۱- آشنایی با بهره‌برداری از گیربکس‌ها، خطوط لوله، سیفون‌ها، بالابرها، جرثقیل‌ها، نوار نقاله، هواکش‌ها

بهره‌برداری از تجهیزات مکانیکی در تصفیه‌خانه‌های آب اهمیت بسیاری در تضمین عملکرد بهینه و پایدار این تأسیسات دارد. این تجهیزات شامل گیربکس‌ها، خطوط لوله، سیفون‌ها، بالابرها، جرثقیل‌ها، نوار نقاله‌ها و هواکش‌ها می‌شوند که هر کدام نقش حیاتی در فرآیند تصفیه آب ایفا می‌کنند.

گیربکس‌ها: در پمپ‌ها و میکسرها استفاده می‌شوند تا دور و گشتاور موتور را به صورت بهینه به تجهیزات انتقال دهند. بهره‌برداری صحیح از گیربکس‌ها نیازمند نگهداری منظم و نظارت بر سطوح، روان‌کننده‌ها و دمای کارکرد آنهاست.

بازرسی روزانه: بررسی سطح روغن و کنترل نشی‌های احتمالی

نگهداری منظم: تعویض روغن گیربکس طبق برنامه مشخص.

نظارت بر دما و صدا: استفاده از سنسورها برای نظارت بر دمای کارکرد و صدای غیرعادی که می‌تواند نشان‌دهنده خرابی باشد.

خطوط لوله: برای انتقال آب خام و تصفیه‌شده میان بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه استفاده می‌شوند. حفظ فشار مناسب و

جلوگیری از نشت و انسداد خطوط لوله برای عملکرد پیوسته ضروری است.

بازرسی دوره‌ای: چک کردن اتصالات و جوش‌ها برای نشتی و خوردگی.

تمیزکاری منظم: استفاده از روش‌های مکانیکی یا شیمیایی برای جلوگیری از انسداد.

کنترل فشار: نصب مانومترها و سیستم‌های کنترل فشار برای جلوگیری از افزایش یا کاهش غیرمجاز فشار.

سیفون‌ها: در سیستم‌های فاضلاب و ته‌نشینی برای انتقال خودکار مایعات از یک مخزن به مخزن دیگر بدون نیاز به پمپاژ به کار می‌روند. عملکرد صحیح سیفون‌ها به طراحی درست و نگهداری منظم بستگی دارد.

چک کردن عملکرد: اطمینان از خالی بودن سیفون از هوا و عملکرد صحیح آن.

تمیز کاری: پاکسازی دوره‌ای سیفون‌ها از رسوبات و جامدات.

بازرسی اتصالات: اطمینان از محکم بودن و عدم نشتی اتصالات.

بالا برها و جرثقیل‌ها: برای جابجایی تجهیزات سنگین و مواد شیمیایی در تصفیه‌خانه‌ها استفاده می‌شوند. اپراتورها باید به

دستورالعمل‌های ایمنی و نگهداری دوره‌ای این دستگاه‌ها پایبند باشند تا از وقوع حوادث جلوگیری شود.

آموزش اپراتورها: آموزش صحیح کاربری و ایمنی به تمامی اپراتورها.

بازرسی تجهیزات ایمنی: چک کردن کابل‌ها، قلاب‌ها و ترمزها به صورت دوره‌ای.

نگهداری پیشگیرانه: تعویض قطعات فرسوده و روغن کاری بخش‌های متحرک.

نوار نقاله‌ها: برای جابجایی مواد جامد همچون لجن‌های آبگیری شده به کار می‌روند. نظارت بر عملکرد و بررسی دوره‌ای قطعات

نوار نقاله جهت جلوگیری از خرابی و توقف ناگهانی ضروری است.

بازرسی روزانه: چک کردن تسمه‌ها و موتورها برای هرگونه خرابی یا ساییدگی.

تنظیم کشش تسمه: اطمینان از تنظیم صحیح کشش تسمه برای جلوگیری از لغزش یا پارگی.

تمیز کاری: پاکسازی نوار نقاله از مواد چسبیده و جامدات به طور منظم.

هواکش‌ها: جهت تأمین جریان هوای تازه و تهویه مناسب در بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد

بهینه هواکش‌ها برای جلوگیری از تجمع گازهای مضر و تأمین ایمنی الزامی است.

بهربرداری صحیح از این تجهیزات نیازمند آموزش دقیق پرسنل، نظارت مستمر و نگهداری پیشگیرانه است تا از کارایی بالا و عمر

مفید طولانی این تأسیسات اطمینان حاصل شود.

تعویض فیلترها: تعویض منظم فیلترهای هوا برای جلوگیری از انسداد و کاهش کارایی.

بازرسی پره‌ها و موتورها: چک کردن سلامت پره‌ها و موتورها برای جلوگیری از خرابی ناگهانی.

نظارت بر صدا و لرزش: استفاده از سنسورها برای تشخیص صدای غیرعادی و لرزش که می‌تواند نشانه‌ای از مشکل

باشد.

•

۱-۲۰- ارائه دستورالعمل‌های PM (نگهداری پیشگیرانه) برای تجهیزات مکانیکال تصفیه‌خانه

ارائه دستورالعمل‌های PM (نگهداری پیشگیرانه) برای تجهیزات مکانیکال تصفیه‌خانه آب، یک فرآیند حیاتی برای اطمینان از عملکرد بهینه و طول عمر بیشتر این تجهیزات است. در این دستورالعمل‌ها، تمامی مراحل و فعالیت‌های لازم برای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به صورت دقیق و منظم بیان می‌شود.

برنامه‌ریزی و زمان‌بندی: تدوین برنامه‌های زمان‌بندی دوره‌ای برای بازرسی و نگهداری تجهیزات مختلف مانند پمپ‌ها، کمپرسورها، و سیستم‌های فیلتراسیون. این برنامه‌ها باید به گونه‌ای تنظیم شوند که از خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کنند.

بازرسی‌های دوره‌ای: تهیه چک لیست برای کلیه تجهیزات مکانیکال و تعیین پارامترهایی که می‌بایست در بازرسی‌های دوره‌ای کنترل گردد مانند انجام بازرسی‌های منظم برای شناسایی هرگونه نشتی، سایش یا خرابی در تجهیزات. این بازرسی‌ها باید شامل بررسی‌های بصری، اندازه‌گیری‌های فنی و آزمون‌های عملکردی باشند.

تعمیر و تعویض قطعات: تعویض قطعات فرسوده بر اساس عمر مفید استاندارد آن‌ها و تعمیر تجهیزات آسیب‌دیده قبل از وقوع خرابی‌های جدی. این شامل تعویض بلبرینگ‌ها، کاسه‌نمدها، و واشرها است.

تمیز کاری و روان کاری: تمیز کاری منظم تجهیزات و روان کاری بخش های متحرک به منظور کاهش اصطکاک و سایش. این عملیات شامل استفاده از روان کارهای مناسب و استاندارد است.

آموزش و ایمنی: آموزش پرسنل فنی در زمینه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و همچنین رعایت نکات ایمنی در حین انجام عملیات. این آموزش ها باید شامل دستورالعمل های کاربردی و ایمنی مرتبط با هر تجهیز خاص باشد.

مستندسازی و گزارش دهی: ثبت تمامی فعالیت های نگهداری و تعمیرات در سیستم های مدیریت نگهداری (CMMS) به منظور پیگیری و تحلیل داده ها. این اطلاعات به بهبود فرآیندهای نگهداری و تصمیم گیری های آینده کمک می کند.

ارزیابی عملکرد: ارزیابی دوره ای عملکرد تجهیزات پس از انجام عملیات نگهداری و تعمیرات. این ارزیابی ها به شناسایی نقاط ضعف تجهیزات و انتخاب تجهیزات جایگزین مناسب تر کمک می کند.

اجرای صحیح این دستورالعمل ها می تواند به افزایش کارایی، کاهش هزینه های عملیاتی، طول عمر مفید تجهیزات و بهبود کیفیت آب تصفیه شده منجر شود.

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 مصرف کنندگان 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** 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 برساند، 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 ۰.۸ متر بر ثانیه است که در شرایط خاص می‌تواند کمتر باشد. معمولاً از **ریزصافی‌ها (میکرواسترینر)** به منظور حذف جلبک‌ها و ذرات بسیار ریز از آب ورودی به تصفیه‌خانه استفاده می‌شود. وجود این مواد در آب خام باعث به وجود آمدن مشکلاتی در فرآیندهای انعقاد و لخته‌سازی می‌گردد. اگر ریزصافی قبل از واحد انعقاد قرار گیرد عملکرد زلال سازی را بهبود می‌بخشد.

۳-۲- واحد میکرواسترینر در تصفیه‌خانه‌های 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 می‌رود. این دستگاه‌ها با استفاده از صفحات با مش بسیار ریز عمل تصفیه یا حذف جلبک‌ها را انجام می‌دهند. در واقع، این دستگاه‌ها با استفاده از مش بسیار ریز از عبور جلبک و یا سایر میکروارگانیسم‌های هم اندازه آن به فرآیند تصفیه جلوگیری می‌نمایند. آب خروجی از واحد آشغالگیری به واحد میکرو استرینر منتقل می‌شود. در این واحد دریچه و لوله کنارگذری در کنار میکرواسترینر طراحی می‌شود تا در مواقع غیرضروری آب بدون گذر از آن مستقیماً به فرآیند بعدی انتقال یابد. تعداد میکرواسترینرهای در نظر گرفته شده برای هر تصفیه‌خانه متغیر می‌باشد که بسته به ظرفیت و حجم جلبک‌های ورودی وارد مدار می‌شوند. ریزصافی‌ها معمولاً به شکل پکیج آماده توسط کارخانه‌ها و شرکت‌ها عرضه می‌شوند. این سامانه‌ها متشکل از تعدادی استوانه‌ی دوار است که از توری‌های شبکه‌ای دانه ریز پوشیده شده است. جریان از محور مرکزی به استوانه وارد شده و به صورت شعاعی از محیط جانبی خارج می‌شود. مهمترین عامل در تعیین ظرفیت میکرواسترینرها میزان دبی جریان آب می‌باشد.

۴-۲- واحد انعقاد و لخته سازی در تصفیه‌خانه 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 می‌توان 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 لخته‌سازی می‌نامند. این فرآیند شامل اختلاط آب است که طی آن ذرات کلوئیدی معلق برای تماس و چسبیدن به سمت همدیگر رانده می‌شوند بنابراین لخته‌های بزرگتری به وجود می‌آید که بهتر ته نشین می‌شوند.

در این فرآیند، ابتدا مواد شیمیایی منعقد کننده مانند **آلومینیوم سولفات (آلوم) یا کلرو فریک** و یا سایر مواد منعقد کننده به آب اضافه می‌شوند. این مواد با ذرات معلق و کلوئیدها واکنش داده و باعث ناپایداری آن‌ها می‌شوند، که منجر به تجمع و تشکیل لخته‌های بزرگتر می‌گردد. سپس در مرحله لخته‌سازی، با اختلاط آرام آب، این ذرات بزرگتر (لخته‌ها) به هم چسبیده و به صورت توده‌های بزرگتری درمی‌آیند که به راحتی قابل ته‌نشینی هستند. این فرآیند نه تنها ذرات معلق بلکه برخی از مواد آلی و میکروارگانیسم‌ها را نیز از آب حذف می‌کند. در نهایت، لخته‌های تشکیل شده از طریق واحد ته‌نشینی جدا می‌شوند و آبی که مواد معلق آن کاهش یافته به مراحل بعدی تصفیه منتقل می‌شود. این فرآیند باعث بهبود کیفیت آب و کاهش بار آلودگی در مراحل بعدی تصفیه می‌شود. در مکانیسم انعقاد سه فاکتور **قیابیت، 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 پتوی 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 می‌شود با ترکیبات نیتروژن در آب ترکیب شده و ترکیبات منو، دی و تری کلروآمین را تولید می‌کند که به کلر ترکیبی معروف است. این ترکیبات پایدار بوده و برای سلامتی مضر می‌باشد. از طرفی به مجموع اسید هیپوکلریت و یون هیپوکلریت، کلر آزاد گویند که ناپایدار بوده اما دارای قدرت ضد عفونی کنندگی بیشتری می‌باشد. در حال حاضر استفاده از دو گزینه کلر جامد یا همان پرکلرین (هیپوکلریت کلسیم) و مایع کلر یا همان آب ژاول در تصفیه‌خانه‌های آب متداول است.

۳- اصول کار با تجهیزات برقی در شبکه فاضلاب

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

نقشه برداری و نقشه کشی در تصفیه خانه های آب از اهمیت بسیاری برخوردار است، زیرا این نقشه ها به مهندسان و تکنسین ها کمک می کنند تا طراحی، ساخت و بهره برداری از تصفیه خانه ها را به درستی انجام دهند. نقشه های مورد استفاده در تصفیه خانه های آب شامل انواع مختلفی هستند که هر کدام نقش خاصی در فرآیند دارند.

نقشه های فرآیند و ابزار دقیق (P&ID): این نقشه ها نمایش جزئیاتی از فرآیندهای شیمیایی و تجهیزات ابزار دقیق را نشان می دهند P&ID ها شامل اطلاعاتی درباره لوله کشی، شیرها، ابزارهای اندازه گیری و کنترل، و تجهیزات اصلی تصفیه هستند. این نقشه ها برای نظارت و کنترل فرآیندهای تصفیه ضروری هستند.

نقشه های جریان فرآیند (PFD): این نقشه ها نموداری کلی از فرآیندهای اصلی و جریان های مواد در تصفیه خانه را نمایش می دهند PFD ها ساده تر از P&ID ها هستند و بیشتر برای نمایش مسیرهای جریان مواد و انرژی به کار می روند.

نقشه های لوله کشی (Piping Layouts): این نقشه ها طرح بندی دقیق لوله کشی ها و اتصالات آنها را نشان می دهند. این نقشه ها برای نصب و نگهداری لوله ها و اطمینان از کارکرد صحیح سیستم حیاتی هستند.

نقشه های مکانیکی (Mechanical Drawings): این نقشه ها شامل جزئیات تجهیزات مکانیکی مانند پمپ ها، مخازن، و توربین ها هستند. این نقشه ها به مهندسان کمک می کنند تا تجهیزات را به درستی نصب و نگهداری کنند.

نقشه های الکتریکی (Electrical Drawings): این نقشه ها سیستم های برقی تصفیه خانه مانند مدارهای برق، تابلوهای برق و سیم کشی ها را نشان می دهند. این نقشه ها برای اطمینان از ایمنی و عملکرد صحیح سیستم های برقی ضروری هستند.

نقشه های سازه ای (Structural Drawings): این نقشه ها ساختارهای فیزیکی تصفیه خانه را نشان می دهند و شامل اطلاعاتی درباره بنیادها، ستون ها، و سازه های نگهدارنده هستند.

آشنایی با این نقشه ها و توانایی خواندن و تفسیر آنها برای مهندسان و تکنسین ها در تصفیه خانه های آب بسیار مهم است، زیرا این دانش به آنها اجازه می دهد تا طراحی، نصب، راه اندازی، و نگهداری سیستم ها را به نحو احسن انجام دهند.

۳-۲- گزارش نویسی در تصفیه خانه های آب

گزارش نویسی در تصفیه خانه های آب یک فرآیند حیاتی و تخصصی است که به منظور مستندسازی عملکرد و شرایط عملیاتی تصفیه خانه ها انجام می شود. این گزارش ها به مدیران، مهندسان و کارکنان تصفیه خانه کمک می کند تا وضعیت عملکردی، کارایی، و مشکلات احتمالی سیستم های 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 تک خطی (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 سیم کشی، 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.