

## فاضلاب صنعتی

به فاضلابی که از صنایع و کارخانجات مختلف تولید می گردد **فاضلاب صنعتی** گفته می شود که بر اساس نوع محصول تولیدی دارای کیفیت و کمیت متفاوتی هستند. در تمامی صنایع مانند صنایع غذایی، صنایع پوشاک، صنایع تولیدات مواد شیمیایی و... از آب به منظور تولید محصولات استفاده می شود که درصد زیادی از این آب تبدیل به فاضلاب شده و نیاز است که قبل از تخلیه به محیط زیست توسط **پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی** تصفیه گردد.

فاضلاب صنعتی در دسته فاضلاب های خطرناک دسته بندی می گردد، بطور مثال در صنایع فلزی، فرآیند تولید یا پوشش قطعات فلزی، فاضلاب حاوی مقادیر زیادی فلزات سنگین از قبیل مس، کادمیوم، نقره، جیوه، کرم و یا نیکل است که این عناصر از خطرناک ترین عوامل آلاینده محسوب شده و اثرات ژنتیکی و سرطانزائی آن ها به اثبات رسیده است. در صنایع لبنی مقدار زیادی چربی های محلول از بخش های مختلف واحد تولید وارد فاضلاب شده و لزوماً می بایست با روش های مخصوص جداسازی و حذف گردد.



## خصوصیات فیزیکی فاضلاب صنعتی

مهمترین مشخصه فیزیکی، فاضلاب محتوای جامدات است که شامل مواد شناور در اندازه های مختلف، مواد قابل ته نشینی، مواد کلوئیدی و مواد محلول است. سایر مشخصه های فیزیکی شامل کدورت، رنگ، بو، میزان حرارت و دما، هدایت، چگالی، گراویته مخصوص و وزن هر فاضلاب تولید شده با دیگری متفاوت است. با توجه به محصول و یا خدماتی که واحد های صنعتی ارائه می دهند، پساب با مشخصه های شیمیایی مختلف را وارد محیط زیست می کنند. از مهم ترین پارامترهای شیمیایی فاضلاب ها میتوان به BOD، COD، TOC اشاره نمود. با توجه به تنوع پساب ها، شرکت های سازنده پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی را بر آن داشته تا برای افزایش کارایی و طول عمر، طراحی و تولید پکیج های پیش ساخته را در انواع پلی اتیلنی، بتنی، کامپوزیتی و فلزی انجام دهند. این پکیج های پیش ساخته در محل مستقر و نصب می شوند.

## انواع آلودگی و ناخالصی موجود در پساب صنعتی

آلودگی ها و ناخالصی هایی که در فاضلاب صنعتی وجود دارند را می توان به دو دسته کلی آلاینده های آلی و آلاینده های غیر آلی یا معدنی تقسیم بندی کرد که هر کدام شامل مواد و پساب های خاصی هستند که در ادامه به مهم ترین آن ها اشاره می کنیم:

✓ **آلاینده های آلی:** فنول ها، نونیل فنول، فنول های کلردار، رنگ های آزو، فتالیک استر، هیدروکربن های نفتی، حشره کش ها، آلاینده های آلی پایدار یا POP ها، قندها، روغن ها و چربی ها، پروتئین ها، شوینده ها، اسیدهای آلی و ...

✓ **آلاینده های غیر آلی یا معدنی:** فلزات سنگین غیر قابل تجزیه ای به شدت سمی مثل آرسنیک، نیکل، کروم، سرب، جیوه، کادمیم، اسیدهای معدنی، سولفید هیدروژن، فسفات ها، نیتريت ها، کاتیون ها، مواد قلیایی و ... برخی از تولید کننده های آلاینده های آلی و غیر آلی در آب

## پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی

پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی (پکیج تصفیه فاضلاب شیمیایی) با توجه به وجود مواد آلی، فلزات سنگین و میکروارگانیسم های خطرناک در فاضلاب تولید شده در محیط های صنعتی، یکی از ضروری ترین تجهیزات در حوزه تصفیه فاضلاب به شمار می رود. این پکیج در واقع مجموعه ای از فرآیندهای مختلف برای تصفیه فاضلاب شیمیایی می باشد که با توجه به نوع آلاینده های موجود در آب با ویژگی های مختلفی تولید میشوند

فاضلاب محیط های صنعتی بعد از ورود به پکیج تصفیه فاضلاب شیمیایی چندین مرحله را طی نموده و در هر گام، بخشی از آلاینده ها از آن حذف می گردند. در نهایت فاضلاب خروجی امکان ورود به محیط زیست را پیدا خواهد کرد. البته لازم به ذکر است که قابلیت های در نظر گرفته شده برای طراحی ای تجهیزات در مرحله اول به نوع فاضلاب و مواد آلی و آلاینده های موجود در آن و همچنین مقدار فاضلاب تولیدی در محیط مورد نظر بستگی دارد. به طوریکه، پکیج تصفیه فاضلاب بیمارستانی با کارخانجات صنایع غذایی متفاوت می باشد.



## تصفیه فیزیکی فاضلاب شیمیایی

اولین و یکی از مهم ترین گام ها که در تصفیه فاضلاب صنعتی در نظر گرفته میشود، استفاده از روش های فیزیکی به منظور حذف آلاینده های جامد در آب می باشد. در هر یک از صنایع ممکن است ذرات جامد بزرگ در آب معلق باشند که با انجام فرآیندهایی از قبیل آشغالگیری، فیلتراسیون و ترسیب شیمیایی امکان حذف و ته نشینی آنها وجود دارد. این مرحله تأثیری در کاهش میزان مواد آلی و آلاینده های شیمیایی خطرناک موجود در فاضلاب ندارد.

## تصفیه شیمیایی فاضلاب صنعتی

مخزان و حوضچه های در نظر گرفته شده برای تزریق مواد شیمیایی دومین گام مهم برای حذف آلاینده های شیمیایی در فاضلاب های صنعتی می باشد. نوع مواد شیمیایی که در این مرحله تزریق میشوند به فاضلاب و نوع مواد موجود در آن بستگی دارد. به عنوان مثال در محیط هایی که روغن، گازوئیل و ذرات کلوئیدی در فاضلاب موجود می باشد، می توان با تزریق مواد منعقدکننده نسبت به جداسازی آنها از آب اقدام نمود. مقدار مواد شیمیایی و دوز آنها به صورت اتوماتیک قابل تنظیم بوده و با توجه به اندازه گیری های انجام شده از PH و غیره مقدار و نوع آنها تعیین میشود.

## تصفیه فاضلاب شیمیایی با روش های بیولوژیکی

از دیگر گام های بسیار مهم که در پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی در نظر گرفته میشود، تصفیه با روش های بیولوژیکی می باشد. عبور فاضلاب از بستر لجن در شرایط هوازی و غیرهوازی دو شیوه بسیار پرکاربرد در صنعت تصفیه فاضلاب می باشند که برای هر یک تجهیزات و روش های مختلفی طراحی و ارائه شده است. از جمله این روش ها می توان به تصفیه فاضلاب UASB اشاره نمود که در شرایط بی هوازی نسبت به حذف مواد آلی موجود در فاضلاب اقدام میشود. شناخته شده ترین روش های تصفیه فاضلاب به روش های بیولوژیکی می توان به SBR، RBC، ASBR و FBR اشاره نمود که استفاده از آنها در طراحی و ساخت پکیج تصفیه فاضلاب شیمیایی به نوع فاضلاب بستگی دارد.

## طراحی پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی

طراحی پکیج فاضلاب صنعتی یا شیمیایی از دقت بسیار بالایی برخوردار می باشد و فاکتورها و استانداردهای متعددی برای آن در نظر گرفته میشود. نوع فاضلاب، میزان BOD، COD، TOC و FOG، نوع مواد آلاینده، فلزات سنگین، فاضلاب های روغنی و غیره، مقدار فاضلاب تولید شده در بازه های زمانی مشخص، دما، PH و در حالت کلی حوزه فعالیت کارخانه یا صنعت مورد نظر همگی در طراحی پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی تاثیرگذار می باشند.

از دیگر موارد بسیار مهم در طراحی پکیج تصفیه فاضلاب شیمیایی، جنس و متریکال به کار رفته در ساخت اجزا و قطعات مختلف آن می باشد. در ساختار این پکیج ها در حالت کلی می توان مخزن، آشغالگیر مکانیکی، سیستم های جمع آوری لجن، موتورهای الکتریکی، تابلوهای برق، لوله ها و اتصالات را مشاهده نمود. با توجه به تماس زیاد مخزن با فاضلاب سرشار از آلاینده های شیمیایی، در ساخت بدنه آنها از پروفیل های فلزی کربن استیل استفاده میشود. این مخازن بخاطر برخورداری از پوشش های اپوکسی کاملا در برابر خوردگی مقاوم هستند. البته لازم به ذکر است که با توجه به ظرفیت مخزن و مقدار فاضلاب تولید شده در صنعت مورد نظر، ممکن است جنس آنها تغییر کند. به طوریکه در تصفیه خانه های کوچک از فایبرگلاس نیز برای بدنه مخزن پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی ممکن است استفاده شود.



## قیمت پکیج فاضلاب صنعتی

تصفیه فاضلاب در محیط های صنعتی کاملاً منحصر به فرد بوده و روش ها و گام های کاملاً متناسب با نوع مواد آلاینده موجود در آنها باید در پکیج در نظر گرفته شود. در نتیجه قیمت پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی متغیر می باشد و برای محیط های مختلف نرخ های متفاوتی برای آنها وجود دارد. ظرفیت و اندازه مخزن، جنس بدنه و اتصالات و سایر اجزای پکیج تصفیه فاضلاب از جمله مواردی هستند که بر قیمت پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی تاثیرگذار هستند. به منظور استعلام قیمت پکیج تصفیه فاضلاب صنعتی و شیمیایی می توانید از راه های ارتباطی ذکر شده در پایین صفحه استفاده نمایید.

## کاربرد پکیج پیش ساخته فاضلاب صنعتی

- ✓ پکیج تصفیه فاضلاب نساجی
- ✓ پکیج تصفیه فاضلاب بیمارستانی
- ✓ پکیج تصفیه فاضلاب کشتارگاه دام و دامداری های صنعتی
- ✓ پکیج تصفیه فاضلاب داروسازی
- ✓ تصفیه فاضلاب کارخانجات تولید رنگ
- ✓ تصفیه فاضلاب شهرک های صنعتی
- ✓ پکیج تصفیه فاضلاب صنایع مواد غذایی
- ✓ پکیج تصفیه فاضلاب کارخانجات تولید روغن نباتی
- ✓ تصفیه فاضلاب صنعتی پالایشگاه و نیروگاه ها
- ✓ تصفیه فاضلاب شیمیایی صنایع فولاد
- ✓ پکیج تصفیه فاضلاب کارخانجات تولید مواد شوینده و آرایشی و بهداشتی

## مزایای استفاده از پکیج فاضلاب شیمیایی

- ✓ کارایی بالا در محیط های صنعتی با مواد آلاینده متنوع
- ✓ مقاومت بالا مخازن و لوله و اتصالات در برابر خوردگی
- ✓ قابل حمل از کارگاه ساخت به محل نصب پکیج



- ✓ سرعت بالا در ساخت، نصب و راه اندازی پکیج
- ✓ قابلیت استفاده در محیط هایی با دما و شرایط آب و هوایی مختلف
- ✓ طراحی کاملا متناسب با محیط و فضای نصب پکیج
- ✓ مصرف انرژی پایین
- ✓ نصب، راه اندازی، تعمیر و نگهداری در مدت زمان کوتاه و هزینه کم

**مثال هایی از پکیج های ساخته شده تصفیه فاضلاب صنایع مختلف در کارخانه گروه صنعتی مهاب**

### **پکیج تصفیه فاضلاب نساجی**

فاضلاب تولیدی از صنایع نساجی به طور معمول مربوط به بخش شستشوی اولیه، رنگرزی و شستشو پس از رنگرزی می باشد. مقدار قابل توجهی آب در این صنعت مصرف می شود. آب مصرفی در تهیه رنگ محلول و شستشوی های متعدد برای جداسازی رنگ جذب نشده مصرف می گردد. مانند بسیاری دیگر از صنایع میتوان با استفاده از پکیج تصفیه فاضلاب این پساب تولیدی را برای مصارف مفیدتر به کار برد.



## پکیج تصفیه فاضلاب صنایع لبنی

یکی از فاضلاب های صنعتی با بار آلی بالا فاضلاب صنایع و کارخانجات لبنیات است. این نوع فاضلاب دارای COD در حد ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. قابلیت تجزیه پذیری این فاضلاب ها در محیط بسیار بالاست و در مدت زمان کوتاهی متعفن شده و باعث انتشار بوی شدید در محیط می شود که به همین دلیل سهم بسیار مهمی در آلودگی محیط زیست محیط دارند. یکی از بهترین راهکارها از لحاظ کارآیی بالا و مقرون به صرفه بودن از لحاظ اقتصادی برای تصفیه فاضلاب در این صنعت استفاده از پکیج تصفیه فاضلاب کارخانه لبنیات میباشد.



## پکیج تصفیه فاضلاب صنایع مواد غذایی

فاضلاب صنایع مواد غذایی از جمله فاضلاب های صنعتی با بار آلی بالا محسوب می شوند. این فاضلاب ها دارای طیف گسترده ایی می باشد و بسته به نوع ماده غذایی تولیدی کیفیت متفاوتی دارند و به دلیل تولید بار آلی بالا، چربی و روغن، مواد معلق بالا و ... سهم بسیار مهمی در آلودگی محیط زیست محیط دارند. مانند بسیاری دیگر از صنایع میتوان با استفاده از پکیج تصفیه فاضلاب مخصوص صنایع غذایی این پساب تولیدی را برای مصارف مفیدتر به کار برد





### پکیج تصفیه فاضلاب دامداری و کشتارگاه دام

فاضلاب های تولیدی مراکز پرورش دام در زمره فاضلاب های صنعتی طبقه بندی می شوند. فاضلاب دامداری ناشی از شستشوی محل نگهداری دام، شستشوی تجهیزات شیر دوشی و ... می باشد. بار آلی بالای این نوع فاضلاب ها ناشی از فضولات دام، باقیمانده شیر و ... می باشد به همین دلیل این نوع فاضلاب ها کدورت و بار آلی بالایی دارند.



## **پکیج تصفیه فاضلاب صنایع داروسازی**

پساب حاصل از فعالیت صنایع داروسازی از جمله فاضلاب های صنعتی ویژه می باشد. دلیل این ویژه بودن وجود انواع مختلف مواد آلی، مواد شیمیایی، آنتی بیوتیک ها، مواد سمی، هورمون ها و... در درون فاضلاب می باشد. فاضلاب صنایع دارو سازی در صورتیکه بصورت خام و بدون انجام مراحل تصفیه تخلیه به محیط زیست تخلیه گردد باعث بروز معضلات زیست محیطی شدید، مشکلات سلامتی از جمله جهش ژنتیکی، سرطانزایی، ایجاد بیماریهای مقاوم به درمان و... می شوند.

## **پکیج تصفیه فاضلاب تولید مواد شوینده**

فاضلاب صنایع تولید شوینده از جمله فاضلاب های صنعتی با بار آلودگی بالا به شمار می آیند. این فاضلاب ها در صورت ورود به منابع آبی باعث ایجاد صدمات جبران ناپذیری به محیط می گردد. در صورت ورود این فاضلاب به تصفیه خانه های تصفیه فاضلاب با فرآیند بیولوژیکی سبب بروز اختلال در فرآیند می شود.

## **پکیج تصفیه فاضلاب صنایع تولید روغن نباتی**

صنعت تولید روغن نباتی دارای دو مرحله است: مرحله آسیاب کردن دانه روغنی و مرحله پالایش روغن. مرحله آسیاب کردن به طور معمول در مجتمع های کشاورزی و یا نزدیک به آن قرار دارد. این مرحله بدین منظور انجام می شود که دانه های روغن برداشت شده برای تولید روغن بتواند به سرعت و قبل از اینکه کیفیت خود را از دست بدهد آماده سازی و به مرحله ایی برسد که بتوان روغن آن را کشید. فاضلاب حاصل از این بخش مربوط به مرحله شستشو و ضد عفونی دانه های روغنی، آسیاب دانه و شستشوی سالن و مخازن می باشد.

## **پکیج تصفیه فاضلاب صنایع نوشابه سازی**

فاضلاب حاصل از صنایع نوشابه سازی معمولا حاصل از شستشوی مخازن خط تولید، شستشوی محوطه سالن های تولید و دستگاه ها و تجهیزات و بطری ها می باشد. آلودگی این نوع فاضلاب ها حاصل از ترکیبات قندی می باشد. کمیت فاضلاب نوشابه سازی متغیر می باشد ولی به طور نرمال به ازای تولید هر لیتر نوشابه ۲ الی ۴ لیتر فاضلاب تولید می شود.

## پکیج تصفیه فاضلاب آبکاری

یکی از عمده ترین آلودگی های محیط زیست مربوط به فاضلاب صنایع فلزی و بخصوص فاضلاب های آبکاری مصنوعات فلزی می باشد. فلزات سنگین که در محیط زیست تجزیه نشده و از بین نمی روند به وفور در پساب صنایع فلزی و آبکاریها و یا صنایع مربوط به استخراج و تغلیظ فلزات یافت می شوند از خطرناک ترین آلاینده های محیط زیست محسوب می شوند.

## پکیج تصفیه فاضلاب صنایع کاغذ

فاضلاب صنعت کاغذ عمدتاً از دو فرآیند تولید خمیر و تولید کاغذ در صنعت کاغذ حاصل می شود. فرآیند جداسازی الیاف از مواد اولیه گیاهی برای ساخت پالپ است که سپس سفید می شود. فرآیند تهیه کاغذ، رقیق کردن، شکل دادن، فشار دادن و خشک کردن خمیر برای تهیه کاغذ است. در طی هر فرآیند مقادیر زیادی فاضلاب کاغذسازی که نوعی فاضلاب صنعتی است را تخلیه می کنند.

## مراحل کلی تصفیه فاضلاب صنعتی

از آنجا که آلودگی های فاضلاب صنعتی متنوع است، فرایندهای مورد نیاز برای تصفیه این نوع فاضلاب نیز متنوع است. با این وجود، مراحل اساسی تصفیه فاضلاب اغلب برای فاضلاب شهری و صنعتی یکسان است و به شرح ذیل می باشد

### مرحله ۱: آشغالگیری فاضلاب

هدف اصلی از آشغالگیری، حذف مواد جامد از فاضلاب است که می توانند به سایر تجهیزات فرآیندی آسیب برسانند. ذرات جامد همچنین باعث کاهش کارایی کل سیستم یا آلودگی مجاری آب می شوند.

آشغالگیرهای مرسوم، که از یک سیستم نسبتاً ساده استفاده می کنند، اغلب از یک چنگک تمیز کننده چرخ دنده ای استفاده می کنند تا تکه های آشغال را بوسیله یک سیستم قفسه ای ساخته شده از تعدادی میله به یک نودانی تخلیه برای حذف انتقال دهند. جدا کردن کامل و صحیح تکه های آشغال در ابتدای فرآیند به راحتی از انسداد خطوط در حال بهره برداری جلوگیری می کند. همچنین چنگک به راحتی از قفسه میله ها جدا می شود.

## مرحله ۲: شفاف سازی و تفکیک اولیه

با تصفیه فاضلاب، مواد جامد معلق حذف می شوند و پساب تا حدودی شفاف شده برای فرآیندهای تصفیه پایین دست فراهم می شود.

به طور کلی دو نوع شفاف سازی (**Clarification**) برای فاضلاب وجود دارد: شفاف سازی اولیه و شفاف سازی ثانویه. شفاف سازی اولیه: مواد جامد را از فاضلاب قبل از تصفیه بیولوژیکی حذف می کند. شفاف سازی ثانویه: لجن فعال را به سرعت پس از تصفیه بیولوژیکی به مخزن هوادهی برمی گرداند.

فرآیندهای جداسازی مواد جامد در ادامه فرایند تصفیه نیز به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند، زیرا در تهیه آب آشامیدنی، آب صنعتی و در پیش تصفیه بسیاری از انواع فاضلاب بسیار مهم هستند.

بسیاری از فاضلاب های صنعتی حاوی مقادیر قابل توجهی مواد جامد معلق هستند. که می توانند شامل الیاف تفاله در ضایعات تولید کاغذ، ذرات فلزی حاصل از عملیات فرآوری آهن و فولاد، خاکسترهای کک از نیروگاه ها، روغن و گریس حاصل از فرآوری مواد غذایی یا عملیات تصفیه روغن و گاز یا فقط ذرات رسی حاصل از رواناب کارخانه باشند. بنابراین تأسیسات تصفیه فاضلاب صنعتی اغلب شامل مرحله حذف مواد جامد در تصفیه اولیه هستند. همچنین فرآیندهای جداسازی جامدات در ادامه فرایند در تصفیه خانه فاضلاب برای جداسازی و تغلیظ مواد بیولوژیکی در مرحله تصفیه ثانویه، حذف مواد معلق باقیمانده از طریق فیلتراسیون در انتهای تصفیه و پاک کردن آب از مواد جامد یا لجن استفاده می شود.

در مواردی که فاضلاب حاوی مقادیر قابل توجهی هیدروکربن باشد، حذف این آلاینده ها به یک مشکل تبدیل می شود. چگالی روغن معمولاً کمتر از آب است. بنابراین، اگر روغن امولسیون نشده باشد، می توان آن را در یک مرحله جدا سازی حذف نمود. همچنین این فرایند می تواند در مخازن دو منظوره که به طور همزمان برای شناور شدن روغن و ته نشینی مواد جامد طراحی شده، به انجام برسد. به عنوان مثال، در اکثر تصفیه خانه های صنعتی از یک کلریفایر مستطیل شکل با یک اسکیمر سطحی برای روغن و یک پاروی کفی برای جمع آوری مواد جامد به عنوان یک تجهیزات استاندارد استفاده می شود. این مدل از کلریفایر که توسط انستیتوی نفت آمریکا استاندارد سازی شده است و به عنوان جدا کننده API تعیین شده است.

در مواردی که اختلاف چگالی برای جداسازی روغن و جامدات آغشته به روغن کافی نیست، ممکن است از دمنده های هوا (air flotator) برای افزایش حذف روغن استفاده شود. در این روش حباب های هوا به ذرات آلاینده

متصل می شوند و بدین ترتیب اختلاف چگالی ظاهری بین ذرات افزایش می یابد. شناور سازی هوای محلول (DAF) روشی است که هوا را به جریان جانبی یا جریان برگشتی در فشارهای بالا به منظور ایجاد جریان فوق اشباع وارد می کند. وقتی این جریان به جریان حاوی آلاینده وارد می شود، فشار به فشار جوی کاهش می یابد و هوا به صورت حباب های کوچک آزاد می شود. این حباب ها به آلاینده های موجود متصل می شوند، از چگالی موثر آنها می کاهند و به جداسازی آنها کمک می کنند.

### مرحله ۳: هوادهی

**هوادهی** مرحله مهمی در فرآیند لجن فعال است. به طور معمول در فرایند تصفیه از چندین روش هوادهی استفاده می شود:

- هوادهی با سرعت (نرخ) بالا: هوادهی با سرعت بالا در مرحله رشد به سیستم اعمال می شود. غذای اضافی برای زیست توده (Biomass) با گردش مجدد تأمین می شود. بنابراین، پساب حاصل از این روش شامل مقادیر قابل توجهی از اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی یا BOD است ( اصولاً، فرآیند اکسیداسیون تا پایان کار انجام نمی شود).
- هوادهی معمولی: متداول ترین طرح لجن فعال مورد استفاده در شرکت های آب و فاضلاب شهری و روستایی و صنعت به منظور تولید پساب قابل قبول در سطح BOD و کل جامدات معلق (TSS) در فاز درونی کار می کند. هوادهی معمولی نشان دهنده رویکرد "میانه" است زیرا سرمایه و هزینه های عملیاتی آن بالاتر از هزینه های هوادهی با سرعت بالا است، اما هزینه های این روش کمتر از حوضچه های هوادهی گسترده است.
- هوادهی طولانی: حوضچه های با سیستم هوادهی طولانی در فاز درونی کار می کنند اما از اکسیداسیون طولانی تر برای کاهش سطح BOD پساب استفاده می کنند. این امر مستلزم افزایش سرمایه و هزینه های عملیاتی (به عنوان مثال حوضچه های بزرگتر و هوای بیشتر) است. در این روش با BOD پایین تر، هوادهی طولانی هنگام تولید بیش از حد مطلوب ته نشینی طبیعی، پساب حاوی ذرات جامد معلق نسبتاً زیاد تولید می کند.
- هوادهی مرحله ای / هوادهی مخروطی: در یک حوضچه مخروطی، سر حوضچه فاضلاب را در غلیظ ترین شکل دریافت می کند. بنابراین، متابولیسم و نیاز اکسیژن در آن مرحله بیشتر است. همانطور که فاضلاب داخل حوضچه پیش می رود، میزان جذب اکسیژن (میزان تنفس) کاهش می یابد، که نشان دهنده مرحله پیشرفته اکسیداسیون است.

## مرحله ۴: شفاف سازی ثانویه

ذرات ریز تقسیم شده در آبهای سطحی یکدیگر را دفع می کنند زیرا بیشتر سطوح دارای بار منفی هستند. بنا بر این در اینجا از روش انعقاد و لخته سازی Coagulation and flocculation استفاده می شود.

انعقاد را می توان از طریق افزودن نمکهای معدنی آلومینیوم یا آهن انجام داد. این نمک های غیر آلی بار ذراتی را که باعث کدورت آب خام شده است را خنثی می کند. همچنین این ذرات را هیدرولیز میکند تا رسوبات اولیه نامحلول ایجاد شود تا سایر ذرات نامحلول را به دام بیندازند. انعقاد همچنین می تواند تحت تأثیر افزودن پلیمرهای آلی محلول در آب برای خنثی سازی بار ذرات انجام شود.

پس از اکثر فرایندهای شفاف سازی، مرحله لخته سازی انجام می شود. لخته سازی از زمانی شروع می شود که ذرات خنثی شده یا به دام افتاده شروع به برخورد به یکدیگر و چسبیدن می کنند و ذرات بزرگتری را تشکیل می دهند. این روند می تواند به طور طبیعی اتفاق بیفتد و یا می تواند با افزودن لخته ساز پلیمری سرعت بیابد. لخته شدن، تجمع ذرات بی ثبات در ذرات بزرگ، می تواند با افزودن پلیمرهای آلی با وزن مولکولی بالا و محلول در آب، افزایش یابد. این پلیمرها سایز فولیکول را از طریق اتصال و ایجاد پل مولکولی افزایش می دهند.

## مرحله ۵: ضد عفونی کردن

فاضلاب یک کارخانه صنعتی ممکن است طیف گسترده و متغیری از آلاینده ها را شامل شود - از جمله BOD، نیاز اکسیژن شیمیایی (یا COD مقدار اکسیژن قابل مصرف در اثر واکنش در محلول اندازه گیری شده)، رنگ، فنل ها، سیانیدها، زباله های بهداشتی و تعداد زیادی از مواد شیمیایی پیچیده.

ازن، در ترکیب با اشعه ماورا بنفش (UV) و یا سایر عوامل فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی، به دلیل خاصیت اکسیداتیو قوی خود، توانایی گندزدایی پسماندهای پیچیده صنعتی را دارد. در ترکیب با اشعه ماورا بنفش، ازن با فشار متوسط قدرت اکسیداسیون پیشرفته برای کاهش TOC و همچنین تخریب مواد آلی را از خود نشان می دهد. صنایع بالقوه ای که برای تصفیه پساب خود می توانند از ازن و UV بهره مند شوند شامل داروسازی ها، نساجی ها، خودروسازها و ریخته گری ها است.

اشعه ماورا بنفش از نظر زیست محیطی بی خطر است و در طیف وسیعی از عوامل بیماری زا از جمله ویروس ها بسیار موثر شناخته می شود. امروزه، از اشعه ماورا بنفش برای ضد عفونی کردن فاضلاب شهری، آب آشامیدنی شهری و انواع کاربردهای صنعتی، استخرها و سوناها مورد استفاده قرار می گیرد.



سیستم های تابش اشعه ماورا بنفش با غیرفعال سازی میکروارگانیسم های بیماری زا مانند ویروس ها، باکتری ها و انگل ها محیط را ضد عفونی می کنند. در طیف نوری (۲۰۰-۲۸۰ نانومتر)، ثابت شده است که طول موج ۲۵۴ نانومتر کارآمدترین طول موج برای غیرفعال کردن میکروارگانیسم ها با آسیب رساندن به اسیدهای نوکلئیک (DNA) و RNA است، که توانایی تکثیر ارگانیسم را مختل می کند.

در کاربردهای عادی، UV این مزیت را دارد که هیچ ماده شیمیایی به آب تصفیه شده اضافه نمی شود و هیچگونه محصولات جانبی ضد عفونی نیز تشکیل نمی شود. همچنین به دلیل ابعاد کوچک، تجهیزات UV می توانند به راحتی در اکثر تصفیه خانه های موجود ادغام شوند.

برای بیش از ۴۰ سال، ازن زنی، تابش اشعه فرابنفش و فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته (AOP) در طیف گسترده ای از کاربردهای تصفیه آب شهری و صنعتی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین ازن برای چندین دهه برای آب آشامیدنی بهترین راه حل کلاسیک بوده است. اما خصوصیات منحصر به فرد اکسیداسیون آن را به ابزاری قدرتمند برای استفاده کنندگان آب در تمام بخشهای صنعت تبدیل کرده است.

راهکارهای ازن زنی، UV و AOP برای استفاده در فاضلاب و استفاده مجدد از منابع آب، پرورش آبزیان، سفید سازی خمیر کاغذ، سنتز شیمیایی و شستشوی گاز هستند.

AOP یک اکسید کننده ثانویه قدرتمندتر و کمتر انتخابی در آب ایجاد می کند. این اکسید کننده ثانویه می تواند باعث اکسیداسیون بیشتر ترکیبات آلی شود تا زمانی که کاملاً به صورت دی اکسید کربن و آب تبدیل شوند. رادیکال هیدروکسیل پتانسیل اکسیداسیون بسیار بالاتری نسبت به ازن یا پراکسید هیدروژن دارد و معمولاً حداقل یک میلیون بار سریعتر واکنش نشان می دهد، بنابراین منجر به زمان تماس و تاثیر کمتری می شود.

کلر و مشتقات کلر از جمله همه کاره ترین مواد شیمیایی هستند که در تصفیه آب و فاضلاب صنعتی استفاده می شوند. این عوامل اکسید کننده قدرتمند برای موارد زیر استفاده می شود:

- ✓ ضد عفونی
- ✓ کنترل میکروارگانیسم ها
- ✓ حذف آمونیاک
- ✓ کنترل طعم و بو
- ✓ کاهش رنگ

- ✓ تخریب مواد آلی
- ✓ اکسیداسیون سولفید هیدروژن
- ✓ اکسیداسیون آهن و منگنز

البته هرچند که کلر برای بسیاری از کاربردها مفید است، اما اغلب قبل از تخلیه آن در محط های طبیعی لازم است نیاز به به دکلره کردن نیاز است. چرا که، باقیمانده های زیاد کلر برای سیستم های صنعتی مانند رزین های تبادل یونی و برخی از غشاهای مورد استفاده در واحدهای الکترودیالیز و اسمز معکوس مضر است. کلر همچنین ممکن است در مسمومیت پساب موثر باشد. بنابراین، غلظت آن در برخی از انواع تصفیه، محدود شده است.

### **مرحله ششم: دفع مواد جامد**

دفع جامدات تولید شده توسط تصفیه خانه های فاضلاب صنعتی به مواردی مانند مقررات دولتی، موقعیت جغرافیایی و خصوصیات لجن بستگی دارد. روش های دفع نهایی شامل احیای مجدد، سوزاندن ، کاربرد زمین و محل دفن زباله است.