

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۴ / گفتار ۳ / دکتر احمد رضا یزدانبخش، دکتر علی الماسی

فاضلاب و مسائل مربوط به آن

فهرست مطالب

۴۲۱	اهداف
۴۲۱	فاضلاب چیست ؟
۴۲۳	ترکیب فاضلاب
۴۲۶	شدت آلودگی یا قدرت فاضلاب
	الف - اکسیژن مورد نیاز زیست شیمیایی (Biochemical Oxygen Demand) BOD ₅
۴۲۶	
۴۲۶	جدول ۱ - قدرت فاضلاب خانگی بر حسب <i>COD BOD</i> و <i>SS</i> میلی گرم در لیتر
۴۲۶	ب - نیاز شیمیایی به اکسیژن (Chemical Oxygen Demand) COD
۴۲۷	ج - مواد جامد معلق (Suspended Solids) SS
۴۲۷	اهداف تصفیه فاضلاب
۴۲۷	استاندارد های تخلیه پساب
۴۲۸	تصفیه فاضلاب
۴۲۸	روش های متداول تصفیه فاضلاب
۴۲۹	د) گندزدایی فاضلاب
۴۲۹	تصفیه فاضلاب های صنعتی
۳۱۰	مدیریت لجن
۳۱۱	منابع

فاضلاب و مسائل مربوط به آن

Sewage and its related issues

دکتر احمد رضا یزدانبخش*، دکتر علی الماسی**

* دانشکده بهداشت و ایمنی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

** دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

اهداف

انتظار می‌رود فراگیرنده، پس از گذراندن این درس بتواند:

- تعریف فاضلاب و مسائل مربوط به آن را بیان کند
- تعریف فاضلاب را بداند بطوری که ضمن تعریف، منبع را ذکر کند
- ترکیب فاضلاب را بشناسد و ترکیبات فاضلاب را لیست نماید
- شدت یا قدرت فاضلاب را بداند و بتواند فاضلاب‌ها را درجه بندی کند
- انواع فاضلاب را بشناسد و آن‌ها را لیست نماید
- اهمیت فاضلاب از دو جنبه بهداشتی و اقتصادی را شرح دهد
- شدت یا قدرت فاضلاب را بداند و بتواند درجه بندی کند
- اهمیت استانداردهای دفع پساب را بداند
- روش‌های متداول تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی را نام ببرد
- اهمیت دفع لجن و روشهای کلی پردازش و دفع را بداند.

فاضلاب چیست ؟

آب در هر اجتماع استفاده های منفعتی مختلف از جمله آشامیدن و بهداشتی، صنعتی و کشاورزی دارد. حجم مشخصی از آبی که در این مصارف مورد استفاده قرار می‌گیرد به محیط برگشت می‌نماید که در مبحث مدیریت کیفیت آب تحت عنوان آبهای برگشتی از مصارف می‌باشند. آبهای برگشتی از مصارف در صورتی که

قابل استفاده برای مصرف خاصی نباشد را فاضلاب گویند. بنابراین فاضلاب عبارت است از آب استفاده شده‌ای که برای مصرف مورد نظر قابل استفاده مجدد نیست یا به عبارتی کیفیت آن پایین تر از قبل از استفاده از آن می‌باشد. این آب دارای مقادیری فضولات جامد و مایع است که از خانه‌ها، خیابان‌ها، شستشوی زمین‌ها و در مجموع ناشی از فعالیت‌های انسانی نظیر سرویس‌های بهداشتی، کارخانه‌ها، صنایع و کشاورزی است. چون این آب اغلب ناپاک و دارای بویی ناخوشایند است "گنداب" نیز نامیده می‌شود.

فاضلاب یا گنداب ممکن است خانگی یا ترکیبی از فاضلاب خانگی، فاضلاب صنعتی و کشاورزی نیز باشد. در این بحث، بیشتر فاضلاب ناشی از فعالیت‌های خانگی، مورد نظر است. این فاضلاب، آبی است که مواد زائد بدن انسان (مدفوع و ادرار) و فاضلاب حاصل از اقدامات بهداشتی مانند استحمام، شستشوی لباس، پخت و پز و دیگر مصارف آشپزخانه را تشکیل می‌دهد.

میزان جریان فاضلاب

جریان‌های تشکیل دهنده فاضلاب خانگی شامل آبهای برگشتی از مصارف در منازل مسکونی، موسسات، مناطق تجاری، مراکز اداری، بیمارستان‌ها و مناطق تفریحی می‌باشد. حجم فاضلاب تولیدی در اجتماعات به موارد زیر بستگی دارد:

۱ - عادات فردی، رفاه اجتماعی، کیفیت آب مصرفی، شرایط آب و هوایی و... هر چه میزان مصرف آب مردم بیشتر باشد فاضلاب تولیدی آن‌ها بیشتر خواهد شد.

۲ - نوع شبکه جمع آوری فاضلاب (ترکیبی یا مجزا) در نوع ترکیبی حجم فاضلاب بیشتر خواهد شد.

۳ - تغییرات فاضلاب در زمان

بر اساس آمارهای موجود حدود ۷۰ تا ۸۰٪ آب مصرفی شهری به فاضلاب تبدیل می‌شود.

سرانه تولید فاضلاب شهری را برحسب حجم فاضلاب تولیدی به ازای هر نفر در روز در نظر می‌گیرند و معمولاً با واحد لیتر به ازای هر نفر در روز بیان می‌شود. بر اساس آمارهای موجود در شهرها میزان سرانه فاضلاب خانگی تولیدی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر به ازای هر نفر در روز و در روستاها و مناطق کوچک بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ لیتر در روز به ازای هر نفر تخمین زده می‌شود.

میزان جریان فاضلاب ناشی از صنایع با توجه به نوع صنعت بسیار متفاوت می‌باشد. میزان آب مصرفی در بعضی از صنایع کم و در برخی صنایع بسیار زیاد می‌باشد. از صنایعی که آب زیادی را مصرف می‌نمایند و تولید فاضلاب با حجم بالا می‌نمایند می‌توان به صنایع غذایی، نساجی، کاغذ سازی، دباغی، آبکاری فلزات، صنایع تولید مواد شیمیایی و داروسازی اشاره نمود. همچنین ضریب تبدیل آب مصرفی به فاضلاب در صنایع مختلف بسیار متفاوت می‌باشد. بطوریکه با توجه به نوع صنعت ممکن است بین کمتر از ۵ درصد تا بیش از ۹۰ درصد باشد. سرانه تولید فاضلاب در صنایع را بر حسب حجم جریان فاضلاب تولیدی (لیتر، متر مکعب و ...) به ازای واحد محصول تولیدی (کیلوگرم، تن و ...) بیان می‌کنند.

ترکیب فاضلاب

مشخصه های کیفی فاضلاب ترکیب فاضلاب را تشکیل می دهد. ترکیب فاضلاب تا حدود زیادی به نوع فاضلاب و چرخه آب مصرفی در تبدیل به فاضلاب بستگی دارد. بنابراین خصوصیات فاضلاب های شهری ، صنعتی و بیمارستانی ممکن است در بعضی از پارامترها و مقادیر آنها متفاوت باشد. تقریباً حدود ۹۹/۹ درصد فاضلاب، آب و فقط حدود ۰/۱ درصد آن را مواد جامد (ناخالصی ها) تشکیل می دهد ولی همین میزان اندک جامدات که بخشی از آن در اثر استفاده در چرخه مصرف به آب وارد می گردد کیفیت فاضلاب را بسیار تقلیل می دهد، به نحوی که هر لیتر این فاضلاب می تواند هزاران لیتر آب تمیز را آلوده نماید. از مهمترین اجزاء سازنده انواع فاضلاب ها که از نقطه نظر آلودگی اهمیت دارند عبارتند از :

۱- جامدات کل فاضلاب : کلیه ناخالصی های موجود در فاضلاب را جامدات کل فاضلاب گویند. اگر

آب موجود در یک نمونه فاضلاب را تبخیر و سپس در کوره ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت آن را خشک نمایند آنچه باقی می ماند جامدات کل فاضلاب می باشد که وزن آن را در یک لیتر فاضلاب گزارش می کنند. جامدات کل را به دو دسته جامدات محلول و جامدات معلق تقسیم می نمایند. برای تعیین این جامدات از فیلتر نمودن فاضلاب با استفاده از کاغذ صافی استفاده می نمایند. حجم مشخصی از نمونه فاضلاب را از فیلتر عبور می دهند. آنچه توسط فیلتر گرفته می شود پس از خشک نمودن جامدات معلق و آنچه از فیلتر همراه آب عبور می نماید پس از تبخیر آب و خشک کردن وزن نموده و تحت عنوان جامدات محلول گزارش می نمایند. هر کدام از این جامدات به دو شکل آلی و غیر آلی (معدنی) در فاضلاب وجود دارند. مواد معلق یکی از آلاینده های مهم فاضلاب محسوب می گردد. استاندارد مواد معلق برای تخلیه پساب به آبهای پذیرنده ۴۰ میلی گرم در لیتر می باشد.

۲- کدورت: ناشی از وجود مواد معلق و کلوئیدی در فاضلاب می باشد. کدورت با واحد NTU بیان

می شود. استاندارد کدورت برای تخلیه پساب به آبهای پذیرنده ۵۰ NTU است.

۳- رنگ: رنگ فاضلاب شهری با توجه به سن آن از خاکستری روشن تا سیاه تغییر می نماید. به علت

وجود مواد فساد پذیر آلی در فاضلاب اگر شرایط فاضلاب عفونی گردد سیاه رنگ می شود. همچنین فاضلاب های صنعتی بر حسب نوع صنعت ممکن است رنگ های مختلفی داشته باشند و باعث ایجاد رنگ در آبهای پذیرنده گردند. مانند فاضلاب صنایع نساجی، رنگریزی، دباغی و بعضی از صنایع غذایی. رنگ در فاضلاب به دو دسته رنگ ظاهری و رنگ حقیقی تقسیم می شود. رنگ ظاهری فاضلاب همراه با مواد معلق می باشد. در صورتیکه بعد از جدا سازی مواد معلق رنگ در فاضلاب موجو باشد رنگ حقیقی است. بر اساس واحد رنگ حقیقی میزان مجاز رنگ در پساب برای تخلیه به محیط برابر ۷۵ واحد رنگ حقیقی پیشنهاد شده است.

۴- بو: فاضلاب شهری به علت دارا بودن ترکیبات آلی بخصوص پروتئین ها در صورت تجزیه ناقص در

شرایط غیر هوازی ایجاد بوهای نامطبوع ناشی از آمین ها، دی آمین ها، اندول، اسکاتول و گازهای

مانند آمونیاک و هیدروژن سولفاید نموده و مشکلات بهداشتی و زیست محیطی زیادی را ایجاد می‌نمایند. بعضی از فاضلاب‌های صنعتی بخصوص فاضلاب صنایع غذایی و داروسازی نیز ایجاد بوهای ناخوشایند می‌نمایند. در صورت جمع‌آوری به موقع و تصفیه مناسب فاضلاب می‌توان از ایجاد بوهای ناخوشایند جلوگیری نمود.

۵- pH: تغییرات pH ممکن است به علت ورود مواد اسیدی و یاقلیایی به فاضلاب اتفاق افتد و شرایط فاضلاب را اسیدی یاقلیائی نماید. فاضلاب‌های دارای pH کمتر از ۶/۵ و بیشتر از ۸/۵ در صورت ورود به منابع آب شرایط نامطلوب برای آبریان می‌نمایند. همچنین شرایط پایداری آب را بهم زده و باعث ایجاد شرایط خوردگی و یا رسوب گذاری در آب می‌شوند.

۶- ترکیبات و عناصر شیمیائی معدنی: مهمترین آلاینده‌های معدنی در فاضلاب که از جنبه آلودگی دارای اهمیت می‌باشند شامل ترکیبات نیتروژن بویژه یون آمونیوم، نیتريت و نترات، ترکیبات فسفره معدنی و فلزات سنگین می‌باشد. ترکیبات ازته باعث آلودگی منابع آب بویژه به نترات و نیتريت می‌گردند. مصرف آب دارای نیتريت یا نترات برای سلامتی مضر می‌باشد و بخصوص در نوزادان باعث بیماری مت همگلوبین میا می‌گردد. همچنین ازت و فسفر به عنوان عناصر مغذی باعث رشد زیاد جلبک‌ها در منابع آب سطحی شده و در شرایط حاد ایجاد پدیده اتریفیکاسیون یا پیری زودرس در این منابع نمایند. با توجه به ایجاد مشکلات بهداشتی و زیست محیطی ترکیبات ازت و فسفر مقادیر استاندارد تخلیه برای نترات ۵۰، برای نیتريت ۱۰ و برای یون آمونیم ۲/۵ و برای فسفات ۶ میلی گرم در لیتر در نظر گرفته شده است.

فلزات سنگین مانند جیوه، آرسنیک، کروم، کادمیوم، مس، روی، نیکل، آهن، سلیوم، کبالت، نقره و منگنز اغلب در بسیاری از فاضلاب‌های صنعتی مانند آبکاری فلزات، صنایع فلزی، دباغی، خودروسازی، نساجی با غلظت‌های متفاوت وجود دارند. فلزات سنگین سمیت زیادی برای انسان دارند و بسیاری از آنها جزو آلاینده‌های سمی خطرناک دارای اولویت طبقه بندی می‌شوند. لذا حذف فلزات از پساب‌ها بخصوص فاضلاب‌های صنعتی از اهمیت زیادی برخوردار است. به دلیل اهمیت بهداشتی فلزات سنگین مقادیر استاندارد تخلیه آنها ر در حد بسیار کم و اغلب کمتر از ۱ میلی گرم در لیتر پیشنهاد شده است. مثلاً کروم ۶ ظرفیتی که بسیار خطرناک و سرطان زا نیز باید حداکثر غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر برای تخلیه به آبهای پذیرنده داشته باشد. در مورد عناصر مس، منگنز، کبالت این مقدار ۱ میلی گرم در لیتر و برای آرسنیک ۰/۱ میلی گرم در لیتر و جیوه که سمیت بسیار بالا دارد مقدار ناچیز یا غیر قابل تشخیص ذکر شده است.

۷- ترکیبات شیمیایی آلی: ورود مواد آلی به فاضلاب‌های شهری و صنعتی از مهمترین ویژگی‌های فاضلاب از نقطه نظر آلودگی می‌باشد. از جنبه تجزیه پذیری و مشکلات زیست محیطی و بهداشتی، ترکیبات آلی را به دو گروه قابل تجزیه بیولوژیکی و غیر قابل تجزیه بیولوژیکی طبقه بندی می‌نمایند. مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی که عمدتاً منشاء طبیعی دارند توسط میکروارگانیسم‌ها به عنوان منبع انرژی و مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته و در مدت زمان حدود ۳۰ روز تجزیه

می‌شوند در صورتیکه مواد آلی غیرقابل تجزیه توسط میکرو ارگانیسم‌ها تجزیه نشده و ممکن است مدت زمان زیاد حتی چندین سال در محیط باقی بمانند. مواد آلی قابل تجزیه در حین تجزیه توسط میکروارگانیسم‌های موجود در فاضلاب باعث تقلیل اکسیژن محلول و ایجاد شرایط عفونی و تولید بوهای نامطبوع می‌گردند و در صورت ورود به منابع آب باعث افت اکسیژن و از بین رفتن موجودات آبری می‌گردند. مواد آلی غیر قابل تجزیه اغلب در فاضلاب‌های صنعتی وجود دارند. این ترکیبات اغلب سنتتیک بوده و دارای سمیت هستند. در صورت ورود پساب‌های صنعتی بدون تصفیه به محیط و با توجه به زمان زیاد ماندگاری باعث آلودگی منابع آب و خاک می‌شوند. این ترکیبات می‌توانند از طریق زنجیره غذایی وارد بدن انسان گردند و سلامتی را به مخاطره اندازند. لذا شناخت، اندازه گیری و همچنین حذف ترکیبات آلی قابل تجزیه و غیر قابل تجزیه تا حد استانداردهای مقرر بیشترین اهمیت را در سالم سازی فاضلاب‌ها قبل از دفع به محیط‌های پذیرنده دارد. آزمایش (Biochemical Oxygen Demand (BOD اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و (COD Chemical Oxygen Demand اکسیژن مورد نیاز شیمیایی به ترتیب نشان دهنده میزان ترکیبات آلی قابل تجزیه و کل ترکیبات آلی (قابل تجزیه و غیر قابل تجزیه) در آب و فاضلاب می‌باشند. این دو شاخص از اهمیت ویژه‌ای در مبحث کیفیت و تصفیه فاضلاب برخوردار هستند. بطور مثال فاضلاب شهری با قدرت متوسط به ترتیب دارای BOD و COD معادل ۲۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم در لیتر می‌باشد. در بعضی از فاضلاب‌های صنعتی ممکن است غلظت این ترکیبات تا هزاران میلی گرم در لیتر موجود باشد. حداکثر مقدار توصیه شده برای BOD و COD فاضلاب برای تخلیه به آب‌های پذیرنده سطحی به ترتیب ۳۰ و ۶۰ میلی گرم در لیتر ذکر شده است. بعضی از ترکیبات آلی در فاضلاب‌ها باید بطور خاص مورد ردیابی و سنجش قرار گیرند. این ترکیبات عمدتاً در دسته ترکیبات آلی مقاوم به تجزیه و دارای سمیت می‌باشند. در چند سال اخیر بعضی از این ترکیبات نیز تحت عنوان ترکیبات نوپدید در محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. این ترکیبات عمدتاً بقایای ترکیبات دارویی بخصوص آنتی بیوتیک‌ها، هورمون‌های جنسی و حشره کش‌ها و آفت کش‌های مورد استفاده در مصارف بهداشتی و کشاورزی می‌باشند. به دلیل سمیت و مشکلات بهداشتی ناشی از ورود این ترکیبات به منابع آب حتی وجود مقادیر جزئی آنها مجاز نمی‌باشد. اطلاعات بیشتر در رابطه با این ترکیبات و اثرات بهداشتی و زیست محیط آنها در فصل جداگانه‌ای در این کتاب تحت عنوان "آلاینده‌های نوپدید در محیط زیست" مورد بحث قرار گرفته است.

۸- خصوصیات زیست شناختی فاضلاب: فاضلاب خانگی و بعضی از فاضلاب‌های صنعتی مانند کشتارگاه، دباهی و بعضی از صنایع غذایی و دارویی حاوی تعداد بسیار زیادی میکرو ارگانیسم می‌باشد. در هر ۱۰۰ میلی لیتر فاضلاب شهری 10^6 تا 10^{12} عدد با کتری کلیفرم وجود دارد. وجود میکرو ارگانیسم‌ها از سه جنبه در فاضلاب دارای اهمیت می‌باشند: ۱- بیماری‌زایی ۲- میکرو

ارگانیسم های شاخص آلودگی ۳- میکروارگانیسم های مسئول در تصفیه بیولوژیکی وجود انواع میکروارگانیسم های بالقوه بیماری زا در فاضلاب، اجتناب ناپذیر می باشد. عوامل باکتریائی نظیر ویبریو کلرا، سالونلا تیفی، شیگلا، باسیل سیاه زخم، لپتوسپیرا، عوامل ویروسی مانند آدنوویروس ها، ویروس های روده ای، ویروس های عامل هیپاتیت A و هیپاتیت E، عامل نورواک، رئوویروس و روتاویروس، تک یاخته ها مانند بالانتیدیوم، کریپتوسپوریدیوم، آنتاموبا هیستولیتیکا و ژیا ردیا لامبلیا و انواع کرم ها و انگل های بیمارزا، عوامل عفونی بالقوه در فاضلاب می باشند.

میکرو ارگانیسم های مهم شاخص جهت تعیین استاندارد برای ارزیابی آلودگی میکروبی فاضلاب ها شامل باکتری های گروه کلیفرم، باکتری های کلیفرم گرمای، استرپتوکوک های مدفوعی و کلوستریدیوم پرفرنژنس می باشند. گرچه اغلب بطور گسترده از باکتری کلیفرم در این رابطه استفاده می شود. در استاندارد تخلیه پساب در ایران حداکثر قابل قبول کلیفرم ها و کلیفرم های گوارشی در پساب به ترتیب ۱۰۰ و ۴۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر است.

شدت آلودگی یا قدرت فاضلاب

میزان غلظت آلاینده های موجود در یک نمونه فاضلاب قدرت یا شدت آلودگی فاضلاب را مشخص می کند. هر چقدر مواد زائد موجود در فاضلاب بیشتر باشد، آن را قوی تر می گویند. معمولاً شدت و ضعف فاضلاب از نظر مواد آلی موجود در آن برحسب معیارهای زیر سنجیده می شود:

الف - اکسیژن مورد نیاز زیست شیمیایی BOD5 (Biochemical Oxygen Demand)

این معیار مهمترین ابزار سنجش مواد آلی قابل تجزیه زیست شناختی است که در مورد فاضلاب کاربرد متداول دارد. در این روش مقدار اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون مواد آلی فاضلاب توسط باکتری ها به دست می آید. با استفاده از اندازه گیری مقدار اکسیژن مورد نیاز، غلظت مواد آلی موجود در فاضلاب که قابل اکسیداسیون باکتریایی است به دست می آید (تجزیه پذیری زیست شناختی) *

جدول ۱ - قدرت فاضلاب خانگی بر حسب COD BOD و SS میلی گرم در لیتر

قدرت (درجه)	SS	COD	BOD
ضعیف	≤ ۱۲۰	≤ ۲۵۰	≤ ۱۱۰
متوسط	۲۲۰	۴۵۰	۲۰۰
قوی	۴۰۰	۸۰۰	۳۵۰

ب - نیاز شیمیایی به اکسیژن COD (Chemical Oxygen Demand)

در این روش مقدار اکسیژن متناسب برای تجزیه و تثبیت شیمیایی مواد آلی را اکسیژن مورد نیاز تجزیه

شیمیایی یا اصطلاحاً COD گویند. این معیار از طریق اکسیداسیون فاضلاب توسط محلول اسید دی کرمات، تقریباً تمام مواد آلی موجود در فاضلاب را به گاز کربنیک و آب، اکسیده می‌نماید که در این واکنش معمولاً حدود ۹۵٪ اکسیداسیون مواد آلی صورت می‌گیرد. در جدول ۱ شدت آلودگی فاضلاب بر حسب پارامتر COD نشان داده شده است.

ج - مواد جامد معلق (Suspended Solids) SS

مواد جامد معلق یکی دیگر از نشانگرهای کیفیت فاضلاب از نظر غلظت مواد می‌باشد این مواد ممکن است از ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم در لیتر در فاضلاب متغیر باشد. جدول زیر وضعیت فاضلاب از نظر COD BOD و مواد معلق (SS) بر حسب میلی گرم در لیتر را نشان می‌دهد. در جدول ۱ شدت آلودگی فاضلاب بر حسب پارامتر مواد معلق نشان داده شده است.

اهداف تصفیه فاضلاب

با توجه به پتانسیل بالای فاضلاب در ایجاد آلودگی محیط زیست و به خطر انداختن بهداشت عمومی جامعه، مدیریت فاضلاب شامل جمع آوری، تصفیه و دفع نهایی در هر جامعه‌ای بسیار مهم می‌باشد به هر حال فاضلاب می‌بایست قبل از اینکه در مرحله نهایی به آبهای پذیرنده دفع گردد یا برای آبیاری و استفاده مجدد قرار گیرد باید تا حد استانداردهای مقرر تصفیه شود. علل مهم تصفیه فاضلاب عبارت است از:

- الف - ارتقاء سطح بهداشت عمومی از طریق مهار بیماری‌های واگیر ناشی از آلودگی‌های فاضلاب
- ب - حفظ محیط زیست: حفظ منابع آب، از طریق عدم آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، جلوگیری از آلودگی خاک و هوا
- ج - استفاده مجدد از بخش عظیمی از آب مصرف شده برای مصارف خاص نظیر فعالیت‌های کشاورزی و پرورش آبزیان.
- د - بازیابی ترکیبات و عناصر مفید به عنوان جامدات باقیمانده از تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آنها

استانداردهای تخلیه پساب

با توجه به اهداف تصفیه فاضلاب که در بالا به آن اشاره شد، استانداردها به عنوان رهنمودهای مناسب برای ارزیابی پساب برای دفع به محیط‌های پذیرنده یا استفاده مجدد از پساب می‌باشند. سازمان حفاظت محیط زیست ایران با همکاری وزارت بهداشت، وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت کشور و صنایع استاندارد تخلیه پساب را تدوین نموده اند. این استاندارد اکثر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آلاینده فاضلاب را در برمی‌گیرد. در این استاندارد سه گزینه برای دفع مشخص شده است. دفع در آبهای پذیرنده، دفع در چاه جاذب و استفاده از پساب برای کشاورزی و آبیاری. در ایران مسئولیت مدیریت فاضلاب‌های شهری و روستایی به شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی می‌باشد. صاحبان صنایع نیز مسئولیت مدیریت فاضلاب‌های خود

را به عهده دارند. نظارت در این زمینه به عهده وزارت بهداشت و سازمان محیط زیست می‌باشد.

تصفیه فاضلاب

روش‌های تصفیه فاضلاب شامل روشهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد. بطور کلی این روش‌ها در سه بخش مهم تصفیه مقدماتی، تصفیه اولیه و تصفیه ثانویه طبقه بندی می‌شوند.

روش‌های متداول تصفیه فاضلاب

مقادیر پارامترهای آلاینده در فاضلاب شهری و در اکثر پسابهای صنعتی بیش از مقادیر استانداردهای مقرر برای تخلیه پساب به محیط می‌باشد. لذا تصفیه فاضلاب برای کاهش آلاینده‌ها برای دفع فاضلاب به محیط ضروری می‌باشد. فاضلاب پس از جمع‌آوری توسط تاسیسات جمع‌آوری فاضلاب به محل تصفیه خانه منتقل شده و مورد تصفیه قرار می‌گیرد.

تصفیه فاضلاب خانگی

تصفیه خانه فاضلاب شهری متداول شامل روشها و واحدهای تصفیه زیر است:

الف) تصفیه مقدماتی:

- در مرحله تصفیه مقدماتی واحدهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ۱- آشغال گیر درشت: اولین واحد تصفیه خانه فاضلاب است که جهت جداسازی فیزیکی اجزاء بزرگ و شناور در فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این واحد یک شبکه فلزی توری مانند است که دارای منافذ با قطر ۱۵ تا ۵۰ میلی متر می‌باشد. بنابراین اجزاء بزرگتر از این مقادیر توسط آشغال گیر از فاضلاب جدا می‌شود.
 - ۲- اشغال گیر ریز: دارای قطر منافذ کمتر از ۶ میلی متر می‌باشد و آشغال‌های شناور ریز تا این محدوده قطر از فاضلاب جدا می‌گردد.
 - ۲- حوض دانه گیر: دانه در فاضلاب شامل ذرات شن و ماسه، هسته میوه جات، ذرات ریز فلزی می‌باشند که باید بعد از حذف آشغال از فاضلاب جدا شوند. زیرا باعث ایجاد خوردگی در تاسیسات مثل پمپ‌ها و هواده‌ها می‌شوند یا در کانال‌ها و واحدهای دیگر ایجاد رسوبات سخت می‌نمایند. در واحد دانه گیر، با کنترل سرعت جریان فاضلاب، دانه‌ها بر اثر نیروی ثقل از فاضلاب جدا می‌شوند.

ب) تصفیه اولیه:

- در مرحله تصفیه اولیه واحدهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد
- ۱- واحد یکنواخت سازی جریان: چون جریان ورودی به تصفیه خانه در ساعات مختلف شبانه روز متغیر می‌باشد، بنابراین برای غلبه بر تغییرات ساعتی جریان و ایجاد یک جریان یکنواخت برای ورود به واحدهای بعدی از یک حوض یکنواخت جریان استفاده می‌شود. این حوض باید دارای حجم مناسب بر اساس تغییرات جریان در اجتماع باشد.
 - ۲- واحد ته نشینی اولیه: این واحد جهت حذف مواد معلق فاضلاب استفاده می‌شود. در این حوض که بر

اساس زمان ماند ۲ تا ۳ ساعت طراحی می‌شود. حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد مواد معلق فاضلاب خانگی در این حوض بدون افزودن مواد منعقد کننده شیمیایی بر اساس نیروی ثقل ته نشین می‌شوند. مواد معلق ته نشین شده که تحت عنوان لجن اولیه نامیده می‌شود را توسط پمپ از حوض خارج می‌نمایند. در مورد بعضی از فاضلاب های صنعتی به علت ریز بودن مواد معلق یا دانسیته کم آنها، نیاز به اضافه کردن مواد منعقد کننده شیمیایی برای لخته سازی قبل از ته نشینی می‌باشد.

ج) تصفیه ثانویه:

مهمترین بخش از تصفیه فاضلاب شهری است. هدف از این بخش جداسازی و حذف ترکیبات آلی قابل تجزیه بیولوژیکی (BOD) از فاضلاب می‌باشد. در این مرحله از سیستم های تصفیه بیولوژیکی استفاده می‌شود یعنی از میکروارگانیسم های فاضلاب برای حذف مواد آلی استفاده می‌شود. میکروارگانیسم ها مواد آلی را به عنوان غذا و منبع انرژی اکسید می‌نمایند و در شرایط هوازی به مواد ساده مانند آب و دی اکسید کربن و در شرایط غیر هوازی به گازمتان و دی اکسید کربن تبدیل می‌کنند. تصفیه ثانویه به روش تصفیه بیولوژیکی و از طریق کاربرد سیستم‌های بیولوژیکی هوازی و بی‌هوازی می‌باشد. سیستم‌های مهم هوازی شامل سیستم لجن فعال و صافی چکنده و سیستم‌های بی‌هوازی مانند سیستم‌های سنتی مانند سپتیک تانک یا ایمهاف تانک و یا سیستم‌های جدید بی‌هوازی مانند صافی‌های بی‌هوازی می‌باشد. حذف ازت و فسفر از فاضلاب‌ها نیز ممکن است از طریق روشهای بیولوژیکی و شیمیایی انجام گیرد.

د) گندزدایی فاضلاب

بعد از تصفیه فاضلاب، گندزدایی پس آب به منظور سالم‌سازی پس آب از نظر میکروبی و جلوگیری از انتقال بیماریهای واگیر بسیار اهمیت دارد. بطور معمول از کلر و ترکیبات آن برای گندزدایی فاضلاب استفاده می‌شود. میزان کلر مصرفی (گاز کلر، هیپو کلریت کلسیم و هیپو کلریت سدیم) برای گندزدایی بستگی به نوع فاضلاب و نحوه تصفیه آن دارد. این میزان ممکن است از ۵ تا بیشتر از ۱۰ میلی گرم در لیتر متفاوت باشد. اصول و مبانی گندزدایی فاضلاب با کلر تقریباً شبیه به گندزدایی آب است. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به مبحث بهداشت آب در همین کتاب مراجعه شود.

تصفیه فاضلاب های صنعتی

با توجه به تنوع صنایع و در نتیجه تنوع آلاینده هایی که ممکن است در فاضلاب صنایع مختلف موجود باشد بنابراین جهت تصفیه فاضلاب هر صنعت باید با توجه به ویژه گیها و آلاینده های آن صنعت اقدام نمود. بطور کلی مراحل تصفیه را می‌توان مانند مراحل تصفیه فاضلاب شهری به مراحل مقدماتی، اولیه و ثانویه تقسیم نمود ولی واحدهای تصفیه کننده ممکن است تا حدودی متفاوت باشد.

برای آلاینده های مشابه با آلاینده هایی که در فاضلاب شهری وجود دارد واحدهای تصفیه کننده مانند واحدهایی است که برای تصفیه فاضلاب شهری در بالا توضیح داده شد. یعنی در مرحله مقدماتی واحد آشغال گیر و دانه گیر به ترتیب برای جداسازی آشغال و دانه از فاضلاب استفاده می‌شود. همچنین برای یکنواخت سازی

جریان از حوض یکنواخت سازی، برای حذف مواد معلق از حوض ته نشینی ساده و یا با اضافه کردن مواد شیمیائی و برای حذف مواد آلی قابل تجزیه از سیستم های تصفیه بیولوژیکی بیهوازی و یا هوازی استفاده می شود.

برای آلاینده های خاص در فاضلاب های صنعتی روش های دیگری باید مورد استفاده قرار گیرد که مهمترین این آلاینده ها به شرح زیر است:

pH: اسیدی بودن یا قلیائی بودن شدید بعضی از فاضلاب های صنعتی از نظر کیفیت و تصفیه فاضلاب بسیار مهم می باشد می باشد. بنابراین خنثی سازی این فاضلاب ها قبل از تخلیه به محیط بسیار ضروری می باشد. عملیات تعدیل pH در واحد خنثی سازی انجام می گیرد. فاضلاب های اسیدی را با کاربرد آهک، سنگ آهک، کربنات سدیم و هیدروکسید سدیم و فاضلاب های قلیایی را با اضافه نمودن اسید سولفوریک، اسید کلریدریک و یا گاز دی اکسید کربن خنثی می نمایند.

چربی و روغن: یکی از آلاینده های مشکل ساز در بعضی از فاضلاب های صنعتی چربی و روغن می باشد. چربی و روغن در فاضلاب صنایع فرآوری گوشت، لبنیات، کشتارگاهها، نفت و پتروشیمی و... با غلظت ها و شکل های مختلف از نظر اندازه ذرات و خصوصیات شیمیایی وجود دارد. روشهای مورد استفاده برای جداسازی چربی و روغن به نوع چربی و روغن از نظر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی بستگی دارد. روشهای ساده فیزیکی مانند تله های چربی گیر برای جداسازی ذرات بزرگ شناور روغن استفاده می شود. برای روغن با ذرات ریز از سیستم های شناور سازی با هوا و برای چربی و روغن محلول از سیستم های غشایی مانند اولترافیلتراسیون استفاده می شود.

فلزات سنگین: از آلاینده مهم دیگر موجود در فاضلاب های صنعتی می توان به وجود فلزات سنگین محلول در این فاضلابها اشاره نمود. این فلزات را می توان از طریق افزودن مواد شیمیایی مناسب و ایجاد نمک های نامحلول و یا از طریق روش های تبادل یون و روش های غشایی مانند اسمز معکوس یا نانو فیلتراسیون از فاضلاب جدا نمود.

ترکیبات آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی محلول: اغلب دارای سمیت نیز می باشند در سیستم های بیولوژیکی قابل حذف نمی باشند. یکی از روش های مهم برای حذف این ترکیبات استفاده از فرایند جذب سطحی بر روی کربن فعال می باشد. اکسید نمودن این ترکیبات و تبدیل آنها به ترکیبات کم خطر نیز روش مناسب دیگر برای بعضی از این ترکیبات از طریق کاربرد ترکیبات اکسید کننده قوی مانند ازن، پراکسید هیدروژن، کلر به تنهایی یا همراه با عوامل دیگر مانند اشعه UV و یا کاتالیزورها در فرایند اکسیداسیون می باشد. از روش های دیگر برای حذف این ترکیبات می توان به فرایندهای غشایی مانند نانوفیلتراسیون و یا اولترافیلتراسیون اشاره نمود.

مدیریت لجن در تصفیه خانه فاضلاب

در خلال حذف آلاینده ها از فاضلاب مواد زائد باقیمانده شکل می گیرد که اصطلاحاً تحت عنوان لجن نامیده می شوند. در تصفیه خانه فاضلاب شهری مواد معلق ته نشین شده در حوض ته نشینی تحت عنوان لجن اولیه نامیده می شود. و در ته نشینی ثانویه که بعد از سیستم های تصفیه بیولوژیکی قرار می گیرند لجن بیولوژیکی یا ثانویه که ناشی از ته نشینی جرم های میکروبی می باشد تولید می شود. در تصفیه خانه های فاضلاب صنایع مختلف تولید لجن های مشابه با تصفیه خانه فاضلاب شهری و نیز ممکن است لجن های

شیمیایی مختلف تولید گردد. لجن های مختلف حاوی مقادیر زیادی (۹۹-۹۳ درصد) آب و ۱ تا ۷ در صد جامدات و یا ناخالصی ها باشند. این ناخالصی ها عمدتاً آلاینده هایی می باشند که در حین مراحل مختلف تصفیه از فاضلاب جدا شده اند. لذا تخلیه به محیط و یا کاربرد مستقیم لجن باعث انتشار آلاینده ها در محیط خواهد شد لذا پردازش و دفع صحیح لجن در تصفیه خانه های فاضلاب به اندازه تصفیه فاضلاب دارای اهمیت می باشد. پردازش لجن شامل کلیه اقداماتی است که روی لجن باید انجام گیرد تا از سالم بودن لجن برای دفع به محیط و یا کاربرد لجن اطمینان حاصل گردد. مهمترین اقداماتی که روی لجن انجام می گیرد شامل مراحل زیر است.

۱- تغلیظ لجن به منظور کاهش حجم لجن با استفاده از حوض های ته نشینی تغلیظ لجن و یا روشهای مکانیکی مانند دستگاههای سانتریفوژ یا فیلتر های نواری فشاری

۲- تثبیت لجن جهت کاهش مواد آلی و فساد پذیری لجن توسط آهک زنی و یا هضم بیولوژیکی در هاضم های بی هوازی و یا هوازی

۳- آمایش لجن جهت بهبود شرایط لجن برای آبیگری، توسط اضافه نمودن مواد منعقد کننده شیمیایی

۴-آبیگری لجن توسط بسترهای لجن خشک کن و یا استفاده از فیلتر های فشاری و سانتریفوژهای قوی

۵ - دفع نهایی لجن شامل کمپوست کردن، سوزاندن و یا کاربرد لجن در زمین

منابع

1.Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 5th edition, 2015.

2. Park K, Environmental Health. In: Park's Textbook of Preventive and Social medicine, 20th edition, M/s Banarsidas Bhanot Publishers, India, 2009. p. 616-99.

3-Mark J. Hammer. Sr, Mark J. Hammer Jr, Water & Wastewater technology, 7th international Edition, 2012.

4. World Health Organization, Guidelines for Drinking –Water Quality, Fourth edition, 2011.

۵- ماراد. دانکن، تصفیه فاضلاب در مناطق گرمسیری، ترجمه امیر حسین محوی، جهاد دانشگاهی دانشکده بهداشت چاپ اول ۱۳۶۴.

۶- آرسی والا. س.ژ، تصفیه فاضلاب برای کنترل آلودگی آب، ترجمه ندافی ک.، یزدانبخش ا.ر.، انتشارات فردابه، تهران، ۱۳۷۹.

۷- لاورنس ک. وانگ و همکاران " راهنمای جامع تصفیه فاضلاب های صنعتی و خطرناک، قسمت اول، ترجمه: یزدانبخش ا.ر، آقایانی ا.، علی نژاد ع.، قنبری ف.، جوشنی غ.، راعی شکتایی ح. انتشارات خانیان ۱۳۹۲.

۸- سازمان حفاظت محیط زیست ایران " استاندارد های تخلیه پساب " ۱۳۷۳.