

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

گزینة اثر بخش تصفیه خانه های

فاضلاب شهری

مؤلفین:

دکتر علی الماسی

استاد گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

دکتر عبدالله درگاهی

استادیار مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

مهندس مرضیه نادری

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

پیشگفتار مولف

مقدمه

فصل اول: اهمیت موضوع توجه به انواع فاضلاب و آلودگی های ناشی از آن

مقدمه..... ۲

۱-۱- انواع فاضلاب..... ۳

۱-۱-۱- فاضلاب شهری..... ۳

۱-۱-۲- فاضلاب صنعتی..... ۴

۱-۱-۳- فاضلاب کشاورزی..... ۷

۱-۲- آلودگی فاضلاب..... ۹

۱-۳- تصفیه فاضلاب..... ۱۰

۱-۳-۱- اهداف تصفیه فاضلاب:..... ۱۱

منابع..... ۱۲

فصل دوم: اهمیت تصفیه فاضلاب ها و انواع سیستم های رایج در کنترل آن ها

۱-۲- تصفیه مقدماتی..... ۱۶

۲-۲- تصفیه اولیه..... ۱۷

۳-۲- تصفیه ثانویه..... ۱۷

۴-۲- انواع فرآیندهای بیولوژیکی برای تصفیه فاضلاب..... ۱۸

۱-۴-۲- فرآیندهای رشد معلق..... ۱۸

۲-۴-۲- فرآیندهای رشد ثابت..... ۱۸

۳-۴-۲- اکسیداسیون بیولوژیکی هوازی..... ۱۹

- ۱۹-۴-۴-۲- اکسیداسیون و تخمیر بی هوازی.....
- ۲۰-۵-۲- فرآیند لجن فعال.....
- ۲۰-۵-۱- مراحل مختلف تصفیه در یک سیستم لجن فعال.....
- ۲۲-۵-۲- پارامترهای بهره برداری در لجن فعال.....
- ۲۴-۵-۳- بیولوژی لجن فعال.....
- ۲۶-۵-۴- سینتیک های رشد میکروب.....
- ۲۹-۵-۵- مشکلات بهره برداری.....
- ۳۱-۶-۲- برکه های تثبیت فاضلاب.....
- ۳۲-۶-۱- طبقه بندی برکه های تثبیت فاضلاب.....
- ۳۲-۶-۱-۱- برکه های بی هوازی:.....
- ۳۴-۶-۱-۲- برکه های اختیاری.....
- ۳۵-۶-۱-۳- برکه های هوازی:.....
- ۳۶-۶-۲- مزایای برکه های تثبیت فاضلاب.....
- ۳۷-۶-۳- معایب برکه های تثبیت.....
- ۳۹-۷-۲- روش های طبیعی تصفیه فاضلاب.....
- ۴۱-۷-۱- نیزارها.....
- ۴۵-۷-۲- انواع وتلندها و سیستم های آبی و کاربرد آنها:.....
- ۴۵-۷-۲-۱- تالاب های مصنوعی با سیستم جریان روسطحی.....
- ۴۶-۷-۲-۲- تالاب های مصنوعی با سیستم جریان زیرسطحی.....
- ۴۷-۷-۳- فعل و انفعالات موجود در سیستم های وتلندی.....

۴۸.....	۴-۷-۲- میکروارگانسیمها.....
۵۰.....	۸-۲- تصفیه پیشرفته یا مرحله سوم تصفیه.....
۵۰.....	۹-۲- تصفیه نهایی.....
۵۲.....	منابع.....

### فصل سوم: مسئله لجن، فرآوری و دفع بهداشتی آن

۵۶.....	۱-۳- جامدات و لجن های فاضلاب شهری.....
۵۷.....	۲-۳- لجن های فاضلاب شهری.....
۶۰.....	۱-۲-۳- لجن اولیه.....
۶۰.....	۲-۲-۳- لجن ثانویه (لجن بیولوژیکی).....
۶۲.....	۳-۲-۳- لجن های شیمیایی.....
۶۲.....	۳-۳- ضرورت کنترل و تصفیه لجن فاضلاب شهری.....
۶۳.....	۴-۳- اهداف و مقررات مربوط به استفاده مجدد و دفع لجن.....
۶۳.....	۵-۳- روش های تصفیه لجن.....
۶۶.....	۱-۵-۳- تغلیظ لجن.....
۶۷.....	۱-۱-۵-۳- تغلیظ کننده های ثقیلی.....
۷۰.....	۲-۱-۵-۳- تغلیظ کننده های شناورساز.....
۷۲.....	۳-۱-۵-۳- تغلیظ کننده های مکانیکی.....
۷۷.....	۲-۵-۳- تثبیت لجن.....
۷۸.....	۱-۲-۵-۳- هضم بی هوازی لجن.....
۸۱.....	۲-۲-۵-۳- هضم هوازی لجن.....
۸۹.....	۶-۳- کمپوست لجن.....
۹۱.....	۷-۳- تثبیت لجن با آهک.....

- منابع..... ۹۳
- فصل چهارم: پساب تصفیه خانه های فاضلاب و معیارهای استفاده ی مجدد از آن ها
- ۴-۱- انواع استفاده ی مجدد از فاضلاب..... ۹۶
- ۴-۲- پارامترهای مهم استفاده از فاضلاب در کشاورزی..... ۹۹
- ۴-۳- پارامترهای مهم از نظر بهداشت..... ۱۰۰
- ۴-۴- توصیه ها برای استفاده از فاضلاب در کشاورزی..... ۱۰۲
- منابع..... ۱۰۴
- فصل پنجم: مبانی ارزیابی هزینه ها و انتخاب گزینه برتر در تصفیه فاضلاب
- ۵-۱- شناسایی هزینه ها..... ۱۰۶
- ۵-۱-۱- انواع هزینه ها..... ۱۰۶
- ۵-۱-۲- چه هزینه هایی باید در یک ارزیابی اقتصادی وارد گردند؟..... ۱۰۷
- ۵-۱-۳- چگونگی ارزش گذاری هزینه ها..... ۱۰۸
- ۵-۲- مبانی انتخاب گزینه برتر در تصفیه فاضلاب های مختلف..... ۱۰۹
- ۵-۲-۱- ملاحظات اساسی در طراحی تصفیه خانه فاضلاب..... ۱۰۹
- منابع..... ۱۱۲
- فصل ششم: نمونه کاربردی هزینه های اقتصادی تصفیه خانه های استان کرمانشاه
- ۶-۱- شاخص اجتماعی..... ۱۱۸
- ۶-۱-۱- محاسبه ارزش اثر بر ساختارهای اجتماعی و اشتغال و مقبولیت مردم..... ۱۱۸
- ۶-۱-۲- محاسبه ارزش اثر بر بهداشت و سلامت جامعه..... ۱۱۸
- ۶-۱-۳- نحوه محاسبه هزینه ی بیماری های مرتبط با فاضلاب..... ۱۱۹
- ۶-۲- شاخص زیست محیطی..... ۱۲۸
- ۶-۲-۱- محاسبه ارزش کمیت آب..... ۱۳۴

- ۶-۲-۲- محاسبه ارزش اثر بر کیفیت منابع آب و خاک.....۱۳۴
- ۶-۳- محاسبه هزینه - اثربخشی.....۱۳۱
- منابع.....۱۳۳
- فصل هفتم: نمونه کاربردی محاسبات انتخاب بهترین گزینه‌ی تصفیه‌خانه فاضلاب
- ۷-۱- آمار بیماری‌های مرتبط با وضعیت فاضلاب در شهرهای استان کرمانشاه ۱۳۶
- ۷-۲- نتایج آزمون آماری T-test زوجی برای بررسی تغییرات بیماری‌ها.....۱۳۹
- ۷-۳- راندمان حذف مواد آلی، مواد معلق و راندمان کل تصفیه‌خانه‌ها.....۱۴۴
- ۷-۴- آزمون آماری Post Hoc Tests برای مقایسه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب...۱۴۷
- ۷-۵- راندمان حذف مواد آلی، مواد معلق و راندمان کل سیستم‌های تصفیه فاضلاب.....۱۵۵
- ۷-۶- آزمون آماری Post Hoc Tests برای مقایسه سیستم‌های تصفیه فاضلاب ۱۵۷
- ۷-۷- راندمان حذف مواد آلی، مواد معلق و راندمان کل در سیستم‌های لجن فعال و سیستم‌های طبیعی.....۱۶۳
- ۷-۸- آزمون آماری T-Test برای مقایسه سیستم‌های لجن فعال با سیستم‌های طبیعی.....۱۶۴
- ۷-۹- وضعیت فاضلاب خام ورودی و پساب خروجی تصفیه‌خانه‌ها.....۱۶۷
- ۷-۱۰- هزینه‌ها و درآمدهای تصفیه‌خانه‌ها.....۱۷۱
- ۷-۱۱- محاسبات هزینه- اثربخشی.....۱۸۲
- ۷-۱۲- پیشنهادات برای بهبود عملکرد سیستم‌ها.....۲۰۳
- منابع.....۲۰۷

## بنام آفریننده قلم

### پیشگفتار

جهت امکان سنجی اقتصادی تصفیه خانه های فاضلاب نیاز به تصمیم گیری درست مبتنی بر ارزیابی تصفیه خانه های فاضلاب از نظر اثربخشی هزینه ها و اقتصادی بودن آنها می باشد. برای مقایسه ی صحیح بین سرمایه گذاری های انجام شده در تصفیه خانه ها باید توان تصفیه و کیفیت اجرای تأسیسات تصفیه خانه ها را با هم مورد مقایسه قرار داد. با انجام تجزیه و تحلیل هزینه- اثربخشی عرصه ای، می توان تصمیمات اصولی را برای رسیدن به اهداف مورد نظر اتخاذ نمود. این کتاب با هدف ارزیابی هزینه- اثربخشی تصفیه خانه های فاضلاب شهری برگرفته از یک پروژه ی تحقیقاتی جامع بین بخشی حاصل مشارکت دانشگاه علوم پزشکی و شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه می باشد. این موضوع، ضمن مستند سازی کتابخانه ای و با استفاده از تجارب علمی- عملی نگارنده بر پایه اطلاعات موجود گزینه ی بهینه ی حائز هزینه- اثر بخش اولویت دار را معرفی می نماید. بدون تردید مراجعه به این منبع مستند می تواند کمکی در جهت تصمیم گیری مدیران و رهنمودی برای کارشناسان اجرائی بخش آب و فاضلاب باشد. تدوین مباحث و نتیجه گیری وفق اصول علمی متداول و برگرفته از تجارب و اطلاعات منطقه ای بوده که مبنای بسیار خوبی برای تصمیم گیری اجرای طرح های جدید و توسعه ی طرح های در حال اجرا می باشد. مضافاً کتاب حاضر انتقال تجارب بسیار خوب و منبع آموزشی مرتبط و با ارزشی برای درس اقتصاد مهندسی رشته های مهندسی بهداشت محیط، آب و فاضلاب، عمران آب و محیط زیست است. در پایان از همه مرتبطين علمی و تجربی با موضوع پیش روی، طلب مساعدت می نماید در استفاده از کتاب با بازخورد علاقمندانه خود مولفین را مورد عنایت قرار دهند.

دکتر علی الماسی

استاد مهندسی بهداشت دانشگاه علوم پزشکی

کرمانشاه

## مقدمه

با افزایش شهرنشینی و تغییر شیوه زندگی و صنعتی شدن، میزان فاضلاب تولید شده در مناطق شهری روبه افزایش است. انتقال و توزیع مناسب آب و دسترسی اجتماعات به آن موجب روند رو به افزایش تولید فاضلابها می شود. از طرفی کیفیت نامناسب پسابهای تخلیه شده به محیط، تهدید جدی برای منابع آب و خاک می باشد. متأسفانه در طول سالهای اخیر این روند همچنان در حال رشد است. در کشورهای در حال توسعه مسائلی مثل فقدان منابع مالی کافی، هزینههای تصفیه بالا و افزایش میزان فاضلاب تولیدی که بیش از ظرفیت تصفیه خانهها هستند منجر به عدم کارایی مطلوب تصفیه فاضلاب می-شوند و به دنبال آن استفاده طولانی مدت از پسابهای تصفیه شده دور از استاندارد در بخش کشاورزی اثرات زیانباری روی خاک، منابع آب و سلامت انسان دارند. حفاظت از منابع آبی، برنامه ریزیهای متنوعی را برای استفادههای مجدد از آب و فاضلاب می طلبد. این کار علاوه بر احیاء و توسعه منابع آب می تواند اثرات زیست محیطی را نیز کاهش دهد. زیرا استفادهی مجدد از آب برای اهداف مختلف با توجه به کیفیت مورد نیاز برای هر استفاده می تواند اثر مطلوبی روی محیط زیست داشته باشد. از سوی دیگر محدودیت آب در اثر خشکسالیهای پی در پی در بخش وسیعی از کشور به همراه استفاده بیش از حد از منابع آب، امکان بازیافت و استفاده از پساب حاصله برای مقاصد مختلف مثل کشاورزی و صنعت می توانند از عوامل مهم برای اجرای چنین تحقیقاتی در زمینه آب و فاضلاب باشند. همچنین نگاه و توجه بخصوص برآگاهیهای عمومی در رابطه با آلودگیهای آب در قوانین زیست محیطی ضرورت ایجاد تصفیه خانههای فاضلاب را نشان می دهند. علاوه بر توسعه و تعمیم تصفیه خانههای فاضلاب، ارتقاء کیفیت این قبیل سیستمها امری اجتناب ناپذیر است.

در کشورهای در حال توسعه و با درآمد کم و متوسط، بودجههای محدود و بالا بودن هزینههای سرمایه گذاری مدیران را ملزم به استفاده مفید از منابع و سرمایه گذاریهای موجود می کنند. تصمیم گیری مناسب و درست از وظایف مهم مدیران می باشد. مدیران



می‌توانند با استفاده از تکنیک‌های اقتصاد مهندسی، ارزیابی و تحلیل هزینه واحدهای تحت نظر خود را مشخص نمایند. ضروری است در جهت ارتقاء مدیریت خود نشان دهند این واحدها تا چه حد و چگونه به اهداف مورد نظر دسترسی پیدا کرده‌اند. هزینه‌یابی و تجزیه و تحلیل هزینه‌ها به عنوان یک ابزار مدیریتی مؤثر می‌توانند توسط مدیران به کار گرفته شوند و آن‌ها را برای تخصیص بهینه منابع مالی و بهره‌برداری حداکثر از سرمایه-گذاری‌های انجام شده که یکی از مهم‌ترین وظایف آن‌هاست یاری رساند. لذا مدیران و برنامه‌ریزان در جهت کاهش و کنترل هزینه‌ها و افزایش کارایی سیستم‌ها و بهره‌وری بیشتر، توجه لازم را به برنامه‌ریزی‌های نظارتی مستمر داشته باشند تا از کارایی مطلوب سیستم‌های تصفیه فاضلاب اطمینان پیدا کنند که این امر در گرو ارزیابی دقیق هزینه-اثر بخشی آن‌ها می‌باشد.

آنچه در این زمینه حائز اهمیت است انتخاب فناوری متناسب با شرایط آب و هوایی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه است که استفاده از روش مورد نظر را ممکن می‌سازد. در چنین شرایطی روش‌های آسان و ارزان پالایش پساب آلوده اهمیت دو چندان دارد. در حال حاضر بر روی اغلب عملیات و فرآیندهای واحد مورد استفاده در تصفیه‌خانه فاضلاب تحقیقات وسیع و پیوسته‌ای از دیدگاه کاربرد و اجرا، صورت می‌گیرد. در نتیجه تغییرات فراوانی صورت گرفته و فرآیندها و عملیات جدیدی ابداع و به کار گرفته شده است.

در طرح تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب که در دی ماه ۱۳۶۹ در مجلس شورای اسلامی به تصویب رسید، مدیریت مالی یکی از مسائل مهم می‌باشد. شرکت‌های آب و فاضلاب وظیفه تأمین آب شرب با کیفیت استاندارد در زمان و مکان مورد مصرف و همچنین جمع‌آوری، انتقال و دفع بهداشتی فاضلاب تولیدی، تصفیه و بازیافت پساب حاصل از آن را به عهده دارند. هزینه‌های صرف شده در بخش خدمات مرتبط با تصفیه فاضلاب شامل هزینه‌های مربوط به طراحی و احداث تصفیه‌خانه‌ها، جمع‌آوری، پمپاژ، انتقال، تصفیه، گندزدایی، دفع مواد زائد و راهبری (بهره‌برداری و نگهداری) و هزینه‌های غیر فرآیندی مثل مواد مصرفی، انرژی، خدمات مشتریان، حقوق و دستمزد، بیمه و

هزینه‌های سرمایه‌ای و مالی می‌باشد. با توجه به هزینه‌های زیاد برای رسیدن به اهداف مورد نظر، تأسیس تصفیه‌خانه نیاز به سرمایه‌گذاری زیادی دارند. همچنین هزینه‌های ایجاد شده در طول سال‌های متمادی دوره طرح نیز باید مدنظر قرار بگیرند. جهت امکان‌سنجی اقتصادی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب نیاز به یک روش برای بررسی هزینه‌ها، که قابلیت ارزیابی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از نظر اثربخشی هزینه‌ها و اقتصادی بودن آن‌ها را داشته باشد مشهود است. در سال‌های اخیر مبنای انتخاب یک راه‌حل برای فرآیند تصفیه‌خانه هزینه‌ی کل (مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و نگهداری) بوده است. با توجه به اینکه راه حلی دارای اولویت است که دارای هزینه قابل قبول‌تری بوده، یا در مجموع هزینه - اثربخشی بهتری داشته باشد. هزینه سرمایه‌گذاری نسبت به هزینه‌های بهره‌برداری که تمام دوره طرح و حتی گاهی بیشتر از آن را شامل می‌شود بهتر قابل پیش‌بینی هستند. امروزه هدف اصلی مهندسين طراح و مشاور کاهش هزینه‌هاست. مهندسين سعی می‌کنند نرخ بهره‌وری و راندمان کاری را افزایش دهند، ضایعات فرآیندها و نهایتاً قیمت تمام شده محصول را کاهش دهند و سود ناشی از پروژه‌ها افزایش پیدا کند. فاکتورهای مهم و متعددی باید در انتخاب گزینه‌های تصفیه مورد توجه قرار بگیرند که می‌تواند شامل معیارهای فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و مدیریتی باشد. تأثیر متقابل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری را نیز نباید از نظر دور داشت. استفاده از فناوری‌های جدید در تصفیه‌خانه‌ها که منجر به افزایش هزینه‌ها در سرمایه‌گذاری می‌شود در نهایت باعث صرفه‌جویی و کاهش هزینه‌های ثانویه در تصفیه‌خانه‌ها می‌شود که هزینه‌های ثانویه به طور مستقیم بر هزینه‌های بهره‌برداری تأثیر می‌گذارند.

برخی مزایای تصفیه قابل محاسبه نیستند، زیرا کمی‌سازی نشده‌اند. منافع زیست‌محیطی حاصل از تصفیه فاضلاب به خوبی شناخته شده است و در اصطلاحات اقتصادی می‌توان آن‌ها را به عنوان سودهای غیر مستقیم دسته‌بندی کرد. ارزیابی سود ناشی از حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست برای امکان‌سنجی اقتصادی پروژه‌ها ضروری است. هزینه‌های واقعی یک سیستم ممکن است بیشتر از هزینه‌های برآورد شده باشند ولی هدف از

برآورد هزینه‌ها مقایسه بین گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه با مدنظر قرار دادن هزینه - اثربخشی می‌باشد. یکی از اهداف مهم حفاظت از محیط زیست، جمع‌آوری و تصفیه مناسب فاضلاب با توجه به استانداردهای موجود می‌باشد. با وجود اهمیت آنالیز اقتصادی در زمینه تصفیه فاضلاب در این پروژه‌ها توجه کمتری به مسائل زیست‌محیطی می‌شود و در ارزیابی‌ها تمرکزی روی این مسأله نمی‌شود. در کشور ایران تصفیه‌خانه‌های زیادی در حال فعالیت هستند که سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی برای هر کدام از آن‌ها انجام شده است ولی همه آن‌ها کارایی لازم را ندارند و نمی‌توانند اهداف مورد نظر طراحی را برآورده کنند. با انجام ارزیابی‌های هزینه - اثربخشی این سیستم‌ها می‌توان ضعف‌های این سیستم‌ها را روشن کرده و راهکارهایی برای بهبود آن‌ها ارائه نمود. همچنین می‌توان سیستم‌های اصلاح شده را به جایگاه‌های دیگر با شرایط مشابه نیز تعمیم داد.

با عنایت به مطالب ذکر شده، مدیران و برنامه‌ریزان در جهت کاهش و کنترل هزینه‌ها و افزایش کارایی سیستم‌ها باید توجه لازم را برای انتخاب بهینه گزینه ارجح و برنامه‌ریزی نظارتی مستمر داشته باشند و با استفاده از تکنیک‌های اقتصاد مهندسی، واحدهای تحت نظر خود را مورد ارزیابی و تحلیل قرار دهند. ضروری است در جهت ارتقاء مدیریت خود نشان دهند که این واحدها تا چه حد و چگونه به اهداف مورد نظر دسترسی پیدا کرده‌اند و بر اجرای برنامه‌ها، نظارت مستمر داشته باشند تا از کارایی مطلوب سیستم‌های تصفیه اطمینان یابند که این امر در گرو ارزیابی دقیق هزینه- اثربخشی آن‌ها می‌باشد. جهت امکان‌سنجی اقتصادی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب نیاز به یک روش برای بررسی هزینه‌ها که قابلیت ارزیابی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از نظر اثربخشی هزینه‌ها و اقتصادی بودن آن‌ها را داشته باشد مشهود است. برای مقایسه صحیح بین سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در تصفیه‌خانه‌ها باید سطح استاندارد آن‌ها را با هم مقایسه کرد، به عبارت دیگر باید توان تصفیه و کیفیت اجرای تأسیسات تصفیه‌خانه‌ها را با هم مورد مقایسه قرار داد. با وجود اهمیت آنالیز اقتصادی در زمینه تصفیه فاضلاب در این پروژه‌ها توجه کمتری به مسائل زیست‌محیطی می‌شود و در ارزیابی‌ها تمرکزی روی این مسأله نمی‌شود. مطالعه این کتاب

می تواند در راستای ارتقاء کیفیت تصفیه خانه ها به منظور پایدار کردن تولید ملی به کار گرفته شود. در این راستا ما نهایت تلاش خود را مبذول داشتیم، مع الوصف ممکن است دوستان و عزیزانی تمایل داشته باشند ما را در هر چه بهتر شدن محتوای کتاب، اشکالات احتمالی و یا هر نکته دیگر راهنمایی کنند. بسیار خوشحال خواهیم شد که به این ترتیب ما را مورد لطف خود قرار داده و با ما تماس حاصل فرمایید. بدیهی است تماس شما بزرگواران نشان دهنده مطالعه کتاب و به عبارتی بذل توجه به مندرجات آن می باشد که موجب خوشحالی و دلگرمی ما خواهد شد، لذا منتظر ارتباط شما گرامیان خواهیم بود.

گروه نویسندگان

## فصل اول:

اهمیت موضوع توجه به انواع  
فاضلاب و آلودگی های ناشی از آن

## مقدمه

با افزایش جمعیت و بزرگ شدن اجتماعات و گسترش صنایع و کارخانه‌ها مسأله آلودگی محیط زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با گسترش زندگی ماشینی و توجه نکردن افراد به محیط زیست هر روز انواع بیشتری از آلودگی‌ها، حیات انسان‌ها و حیوانات را در معرض خطرات جدی‌تر قرار می‌دهد. وجود فاضلاب‌ها یکی از عوامل مهم آلودگی محیط زیست است که بایستی ضمن جمع‌آوری، عملیات تصفیه را به خوبی بر روی آن‌ها انجام داد و فرآیند گردش آب در طبیعت را احیاء نمود (۱، ۲).

فناوری‌های یکی دو قرن اخیر در رشته‌های مختلف دانش بشری با انواع آلاینده‌ها، موجب آلودگی محیط زیست (آب، هوا و خاک) و ایجاد تغییرات اقلیمی زمین گردیده است. امروزه به دلیل گسترش روزافزون صنایع شیمیایی تولید فرآورده‌های مربوطه و نیاز شدید به آب در فرآیندهای مختلف، با تولید انواع پساب‌های خطرناک حاوی ترکیباتی چون هیدروکربورها، چربی‌ها، روغن‌های معدنی، فنل، فلزات سنگین، سولفید هیدروژن و غیره مواجه هستیم که به طبیعت وارد می‌شوند (۳، ۴).

با وجود کمبود آب شیرین در طبیعت، این منبع ارزشمند با انواع حشره‌کش‌ها و سموم دفع آفات و دیگر آلاینده‌ها، آلوده شده است. از طرفی همراه با افزایش جمعیت جهان، روز به روز مسأله کمبود آب شیرین و تأمین آب سالم دشوارتر شده است (۵، ۶). در حال حاضر آب شیرین اندکی کمتر از ۳ درصد کل آب کره زمین است که به صورت‌های مختلف زیرزمینی، سطحی و یخ‌های قطبی وجود دارد. از این میزان تنها ۰/۶ درصد آب قابل شرب می‌باشد که در معرض انواع آلاینده‌های ناشی از فاضلاب‌های شهری و صنعتی می‌باشد. امروزه با توجه به افزایش جمعیت و کاهش منابع آب در دسترس، از طرفی روند رو به رشد حجم فاضلاب‌های تولیدی، تصفیه فاضلاب امری اجتناب ناپذیر و بدیهی در جهان می‌باشد (۷، ۸). یکی از منابع مهم آلودگی آب‌های شیرین آب‌های آلوده شهری، روستایی، کشاورزی، صنعتی و دامی است. بنابراین برای حفاظت منابع آب شیرین و جلوگیری از آلودگی محیط زیست و بهداشت همگانی، جمع‌آوری و پالایش پساب آلوده

و استفاده مجدد از این آب‌ها برای مصارف غیر خانگی به ویژه در ایران به علت کمی آب و گرانی آب آشامیدنی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۸، ۹). آنچه در این زمینه حائز اهمیت است انتخاب فناوری متناسب با شرایط آب و هوایی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه است که استفاده از روش مورد نظر را ممکن می‌سازد. در چنین شرایطی روش‌های آسان و ارزان پالایش پساب آلوده اهمیت دو چندان دارد. در حال حاضر بر روی اغلب عملیات و فرآیندهای واحد مورد استفاده در تصفیه خانه فاضلاب تحقیقات وسیع و پیوسته‌ای از دیدگاه کاربرد و اجرا، صورت می‌گیرد. در نتیجه تغییرات فراوان صورت گرفته و فرآیندها و عملیات جدیدی ابداع و به کار گرفته شده است. علاوه بر بهبود روش‌های تصفیه معمول، سیستم‌های تصفیه و تکنولوژی‌های دیگری همانند روش‌های تصفیه طبیعی نیز به کار گرفته شده است (۱۰، ۱۱).

مهندسی تصفیه فاضلاب تنها در حدود یکصد سال است که آغاز شده است و راه تکامل خود را پیموده است. پیش از آن، فاضلاب به سادگی دفع می‌شد و تصفیه‌اش برگردن طبیعت گذاشته می‌شد. تحقیقات و مدارکی که اپیدمی‌های بیماری‌های گوارشی را در میانه قرن نوزدهم در بریتانیا و ایالات متحده به آلودگی آب آشامیدنی مرتبط می‌ساخت آغاز انقلاب تصفیه آب آشامیدنی بود. سال‌ها بعد تصفیه فاضلاب پیش از دفع به عنوان وسیله‌ای دیگر برای حفاظت از سلامت انسان شکل گرفت. تمرکز تصفیه فاضلاب از تصفیه فیزیکی به سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی هوازی، که پیشرفتی نسبتاً تازه بود، گسترش یافت. تصفیه کارآمد فاضلاب صرف نظر از اندازه جامعه هم برای حفاظت از سلامت انسان و هم برای حفاظت از محیط زیست ضروری است. آلاینده‌های بالقوه فاضلاب‌های شهری و صنعتی شامل باکتری‌های بیماری‌زا، ویروس‌های عفونی، جامدات معلق، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، مواد شیمیایی سمی و غیرسمی، مواد پرتوزا و مواد مغذی مازاد نظیر آمونیاک است. هم برای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و هم تصفیه‌خانه‌های فاضلاب صنعتی باید همواره پسابی تولید کنند که کمترین مقدار این گونه آلاینده‌ها را داشته باشد تا کمترین اثر را بر محیط بگذارد. افزایش جمعیت و افزایش

تراکم جمعیت صنعت، تصفیه فاضلاب را ملزم می‌سازد تا فناوری‌هایی را به کارگیرد که می‌توانند با افزایش دادن بازده اقتصادی اثرات زیست محیطی را کاهش دهند (۱۲، ۱۳).

## ۱-۱- انواع فاضلاب

فاضلاب شهری یا خانگی، فاضلاب صنعتی، فاضلاب کشاورزی

### ۱-۱-۱- فاضلاب شهری

فاضلاب شهری به طور عموم به زائدات مایعی گفته می‌شود که از خانه‌ها، ادارات، مناطق تجاری و صنعتی جمع‌آوری شده و وارد سیستم جمع‌آوری گردیده و در نهایت به سیستم تصفیه فاضلاب انتقال می‌یابند.

ترکیبات فاضلاب شهری: مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده فاضلاب عبارتند از جامدات معلق، مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی و عوامل بیماری‌زا. جامدات معلق از لحاظ ماهیت عمدتاً جزء مواد آلی هستند. فضولات بدن انسان، پسماند غذایی، کاغذ، پارچه و سلول‌های بیولوژیکی توده اصلی جامدات معلق در فاضلاب را تشکیل می‌دهند. اگرچه جامدات معلق از طریق هیدرولیز قابل تجزیه‌اند اما مواد قابل تجزیه در فاضلاب معمولاً به مواد آلی محلول اطلاق می‌شود. مواد آلی محلول در فاضلاب شهری عمدتاً از پروتئین‌ها (۴۰ تا ۶۰٪)، کربوهیدرات‌ها (۲۵ تا ۵۰٪)، لیپیدها (۱۰٪) تشکیل یافته‌اند و همچنین شامل مقدار زیادی از ترکیبات آلی جزئی مانند آفت‌کش‌ها، دترجنت‌ها، فنول، و آلاینده‌های سمی و خطرناک می‌باشند. گروه آخر شامل غیرفلزات (آرسنیک و سلنیم)، فلزات (مانند کادمیم، جیوه، سرب)، ترکیبات بنزنی (مانند بنزن و اتیل بنزن)، ترکیبات کلرینه (مانند کلروبنزن، تتراکلرواتن، تری کلرواتن) می‌باشد. درصد بالایی از ترکیبات آلی در فاضلاب به سادگی قابل تجزیه بیولوژیکی می‌باشند که این ترکیبات شامل کربوهیدرات، آمینواسید، پپتید، پروتئین، اسیدهای فرار و استر می‌باشد (۱۲-۱۶)





شکل ۱-۱- آلاینده های موجود در فاضلاب شهری (۱۳)

### ۱-۱-۲- فاضلاب صنعتی

روزانه میلیون ها لیتر آب برای تولیدات صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد. در نیروگاه های تولید برق، از آب سرد کردن لوله ها و دستگاه ها استفاده می شود و همچنین شستشو و نقل و انتقال مواد زائد کارخانه ها توسط آب انجام می شود و همان طور که می دانیم ترکیب اغلب مواد شیمیایی با یکدیگر نیازمند وجود آب است. صنایعی مانند نساجی، الکل سازی و کاغذسازی، صد درصد متکی به آب هستند. براساس تأکید کنفرانس صنعت جهانی و محیط زیست به دلایل مختلف واحدهای صنعتی کوچک و متوسط به مراتب نقش تخریبی مهم تری از کارخانجات بزرگ در محیط ایفا می نمایند. در این حوزه به تفکیک کلیه واحدهای صنعتی به عنوان صنایع بالقوه آلوده محسوب می شوند (۱۶، ۱۷).

صنایع ممکن است مستقیماً منابع آلوده کننده منابع آبی تلقی نشوند ولی به طور غیرمستقیم از طریق پخش ذرات و انهدام پوشش گیاهی باعث اثرات تخریبی در منابع آبی شوند. شستن فضولات و ضایعات صنایع به مقدار زیادی آب نیاز دارد و فاضلاب حاصله حاوی مقادیر زیادی مواد شیمیایی است که اغلب سمی هستند. امروزه به دلیل گسترش روزافزون صنایع شیمیایی تولید فرآورده های مربوطه و نیاز شدید به آب در فرآیندهای مختلف، با تولید انواع پساب های خطرناک حاوی ترکیباتی چون هیدروکربورها، چربی ها، روغن های معدنی، فنل، فلزات سنگین، سولفید هیدروژن و غیره مواجه هستیم که به طبیعت وارد می شوند. در بین ترکیبات شیمیایی موجود در پساب-

های صنعتی، فلزات سنگین به دلیل تجمع زیستی در بدن انسان و گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (۱۸-۲۰).

فلزاتی نظیر نیکل، کادمیوم، سرب، مس و روی از طریق فعالیت‌های صنعتی باعث آلودگی محیط زیست می‌گردند، به این جهت آلودگی فاضلاب به‌وسیله یون‌های فلزی سمی یک مشکل زیست محیطی جهانی محسوب می‌گردد. انباشت این فلزات سمی و سنگین در خاک‌های مرغوب کشاورزی، آن‌ها را بدون استفاده می‌کند، که این امر به‌دلیل جذب بیولوژیک این فلزات توسط گیاهان و در نتیجه، انباشت در زنجیره غذایی می‌باشد. دلایل اهمیت جلوگیری از ورود فلزات سنگین عبارتند از: ماندگاری طولانی مدت در طبیعت؛ سمی تر شدن برخی فلزات سنگین در طبیعت؛ در معرض خطر قرار گرفتن زندگی انسان به واسطه تجمع زیستی فلزات سنگین در زنجیره غذایی و به تبع آن، تهدید فعالیت فیزیولوژیکی نرمال میکروارگانیسم‌ها. به‌علاوه، تجزیه فلزات سنگین توسط روش‌های تصفیه زیستی غیر ممکن است و حداکثر کاری که می‌توان انجام داد، تغییر نوع و ظرفیت آن-هاست. در نهایت این که فلزات سنگین حتی در غلظت‌های پایین، یعنی حدود ۱ تا ۱۰ میلی گرم در لیتر نیز سمی هستند. بعضی از فلزات سنگین نظیر جیوه و کادمیوم حتی در غلظت‌های خیلی کمتر، حدود ۰/۰۰۱ تا ۰/۱ میلی گرم بر لیتر نیز سمی هستند. مهمترین مصرف کادمیوم به علت مقاومت بسیار زیاد آن در مقابل خوردگی، در آبکاری فولاد است. همچنین به عنوان روکش آهن، مس، برنز، و سایر آلیاژها به منظور حفاظت در مقابل خوردگی به کار می‌رود. سمیت مزمن و خطرزایی کادمیوم برای انسان و محیط زیست اثبات شده است. مقدار ایمن و مجاز آن در آب آشامیدنی در آمریکا ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر تعیین گردیده است. کادمیوم به عنوان یک یون سمی با یون‌های مس و روی در ساختار آنزیمی تداخل می‌کند و واکنش‌های آنزیمی ضروری را در بدن به مخاطره می‌اندازد (۱۸، ۲۰).

از مهم‌ترین فجایع آلودگی با جیوه به فاجعه آلودگی آب رودخانه میناماتا در ژاپن با ترکیبات ارگانومرکوری که به‌عنوان کاتالیزور در کارخانه پلاستیک‌سازی استفاده می‌شود، می‌توان اشاره کرد که طی آن مردم اطراف رودخانه به مرض اسرار آمیزی مبتلا

شدند که ناشی از وجود جیوه فراوان در بدن آن‌ها بود و هزاران نوزاد ناقص‌الخلقه و فوت تعدادی از مردم، نتیجه آلودگی آب با پساب این کارخانه بود (۲۱).

در دو دهه گذشته به حفظ محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن توجه زیادی شده است. تقریباً همه کشورهای دنیا متعهد گردیدند که در حفظ محیط زیست به‌طور جدی تلاش و این کره خاکی را برای نسل‌های آینده حفظ نمایند. امروزه در اکثر شهرک-های صنعتی بزرگ و کوچک کشور شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب صنعتی یا ساخته شده و یا در حال احداث می‌باشند. هدف اصلی از این اقدام جلوگیری از آلودگی منابع آب و افزایش سطح سلامت مردم و حفاظت از محیط زیست است. واقعیت این است که فاضلاب‌های صنعتی معمولاً دارای ترکیبات سمی، زیان‌آور و خطرناکی هستند که ممکن است برای شبکه جمع‌آوری فاضلاب و فرآیند تصفیه و استفاده مجدد از پساب مضر باشد یا مشکلاتی را در بهره‌برداری ایجاد نماید. بنابراین باید برای تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به سیستم فاضلاب شهری محدودیت و نظارت‌های مستقیم و غیر مستقیم وجود داشته باشد، تا عملکرد سیستم مختل نشود. اصولاً یکی از ارکان مهم توسعه پایدار در بخش صنعت جلوگیری از آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی (به-خصوص فاضلاب‌های صنعتی) و تصفیه فاضلاب‌ها با روش‌های مناسب و با استانداردهای قابل قبول در جهت استفاده مجدد و بازیافت آب است (۲۲، ۲۳).

جدول ۱-۱- طبقه بندی آلاینده‌های موجود در فاضلاب صنعتی (۱۲، ۱۳)

آلاینده‌های متداول	آلاینده‌های غیر متداول	آلاینده‌های مقدم
BOD <sub>5</sub>	آمونیاک	آزبست
جامدات معلق	کروم ۶ ظرفیتی	سیانید
چربی و روغن	اکسیژن خواهی شیمیایی	مواد فلزی
pH	COD/BOD <sub>5</sub>	مواد آلی
	فلورید	فرار
	منگنز	نیمه فرار

مواد سمی	نیتрат
	اجزاء تشکیل دهنده فعال آفت کشها
	فنل
	فسفر
	کل کربن آلی

از جمله آلاینده‌های مقدم فلزی می‌توان به آنتیموان، مس، نقره، آرسنیک، سرب، تالیوم، برلیوم، جیوه، روی، کادمیوم، نیکل، سلنیوم و کروم اشاره نمود (۲۴). وارد شدن ترکیبات فسفردار و نیتروژن‌دار در آب موجب رشد جلبک‌هایی می‌شود که ضمن ایجاد بو و مزه غیر طبیعی آب، اکسیژن آب را مصرف کرده و باعث کاهش میزان آب آن و بروز صدمات و تلفات آبزیان می‌شود. با وجود این که نیترات برای بدن انسان سمی نمی‌باشد، ولی در شرایط به خصوص در بدن به ترکیبات سمی تبدیل شود. مواد حاصل از متابولیسم نیترات شامل نیتريت، اکسید نیتريك و نیتروز آمین می‌باشد. حضور این ترکیبات در غذا برای افراد بزرگسال با افزایش خطر سرطان روده و معده و در افراد خردسال با بیماری متهموگلوبینمی همراه است. ترکیبات نیتروز همچنین اثرات مضر دیگری نظیر هیپرپلازی قشر فوق کلیوی و نئوپلازی معده دارند (۲۵, ۲۶).

مطالعات در خصوص منابع افزایش نیترات در چرخه آب و خاک نشان داده است که کودها، فضولات، فاضلاب‌ها و ضایعات صنعتی از منابع عمده افزایش نیترات در این چرخه می‌باشد. همچنین در خصوص متابولیسم نیترات اضافی در بدن و تأثیر نیتريت و نیتروز آمین حاصل از آن بر جداره عروق و اریتروسیت‌ها، قدرت این ترکیبات در عبور از غشای جنینی و تأثیر بر گلبول‌های قرمز، کاهش تولید ظرفیت تولید شیر و ظرفیت عملکردی حیوانات نشخوار کننده مطالعات مختلفی صورت گرفته است (۲۵-۲۷).

### ۱-۱-۳- فاضلاب کشاورزی

کشاورزی بیش از همه فعالیت‌های انسان به آب نیاز دارد. تولید تمامی محصولات کشاورزی و دامی به آب وابسته است. توسعه کشاورزی برای پاسخگویی به نیاز روزافزون غذا، امری اجتناب ناپذیر است. اما در کنار آن پیامدهای ناخواسته و نامطلوب برای زندگی انسان‌ها و محیط زیست رخ می‌دهد. فعالیت‌های کشاورزی یکی از عوامل اصلی تقلیل کیفیت آب است که عموماً از ریختن چندین گونه مواد مختلف از جمله رسوبات، آفت-کش‌ها، ادرار حیوانات، کودها و دیگر مواد آلی و معدنی به درون آب رخ می‌دهد. بسیاری از این مواد آلاینده از رواناب سطحی و نفوذ گسترده به درون آب‌های سطحی و زیرزمینی منتقل می‌گردند (۱۲، ۱۳، ۱۵، ۲۷).

آفت‌کش‌های قدیمی‌تر کشاورزی که از ترکیبات کلره هستند از طریق اثرات سمی بر روی بافت‌های زنده در بسیاری از موارد در بهداشت و سلامت انسان دخیل بوده‌اند و موجب اختلالات عمده در زیست بوم در سطح وسیع گردیده‌اند. آفت‌کش‌ها از افت کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی جلوگیری می‌کنند ولی متأسفانه همراه با این نکات مثبت، نکات منفی و مضر نیز وجود دارد که برخی چنان جدی هستند که حیات زیست بوم‌های مهم را مورد تهدید قرار داده و تنوع زیستی را از بین می‌برند. عامل اصلی که باعث تأثیرات بوم‌شناختی آفت‌کش‌ها می‌گردد مربوط به آلوده‌سازی آب است که از طریق دو مکانیسم مهم تجمع در موجودات زنده و افزایش زنجیره‌ای آن در موجودات زنده رخ می‌دهد و می‌تواند منجر به مرگ موجودات زنده، ناهنجاری یا ناتوانی در دستگاه تولید مثل، نقص در سیستم ایمن‌سازی و هورمونی بدن و عوارض ناقص الخلقگی و بسیاری از تأثیرات منفی دیگر شوند (۲۸، ۲۹).

در فاضلاب حاصل از کشاورزی، سموم کشاورزی مانند هیدروکربن‌های هالوژنه، د.د.ت، آلودین، ترکیبات فسفردار نظیر پاراتیون وجود دارد. مخصوصاً ترکیبات هالوژنه بسیار خطرناک هستند و هنگامی که توأم با آب کشاورزی در لایه‌های زمین نفوذ نمایند یا به بیرون از محیط کشاورزی هدایت شوند، باعث ایجاد فاضلاب‌های کشاورزی فوق‌العاده

خطرناک می شوند. همچنین معضل افت کیفیت آب در نواحی پایین دست در اثر نمک‌ها، مواد شیمیایی کشاورزی و شیرابه‌های سمی از جمله مشکلات جدی زیست محیطی به حساب می‌آیند (۲۹، ۳۰). آلودگی‌های ناشی از کشاورزی به طور مستقیم و غیر مستقیم اثرگذار بر سلامت انسان است. گزارش بهداشت جهانی مبنی بر این است که افزایش سطح نیتروژن در آب‌های زیرزمینی بسیاری از نقاط جهان پیامد فعالیت کشاورزی می‌باشد (۴، ۷).

رسوب‌گذاری ناشی از کشاورزی نیز می‌تواند منجر به ایجاد آلودگی شود. ذرات لای و رس حامل‌های نخستین مواد شیمیایی جذب شده به خصوص فسفر، آفت‌کش‌های کلره و بیشتر فلزات هستند که این مواد به وسیله رسوبات به سیستم آبی منتقل می‌شوند (۳۱). مدیریت پساب‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی به دلیل بالا بودن حجم کاربری آن‌ها، از جایگاه مهمی برخوردار است. این پساب‌ها، از لحاظ بسیاری از فاکتورهای آلودگی فاضلاب، قابل مقایسه با فاضلاب‌های تولید شده صنعتی و شهری نمی‌باشند و به دلیل حجم بالای تولید، سهولت مدیریت و آسانی بهره‌وری مجدد، مهم ارزیابی می‌شوند (۳۲).

## ۱-۲- آلودگی فاضلاب

آلودگی فاضلاب بیشتر به واسطه‌ی وجود مواد آلی در آن‌ها نمودار می‌شود. برای نشان دادن درجه‌ی آلودگی فاضلاب معمولاً به جای اینکه مقدار مواد آلی موجود در فاضلاب را اندازه‌گیری کنند، مقدار اکسیژن لازم برای اکسیداسیون مواد نامبرده را اندازه‌گیری می‌کنند.

مهم‌ترین روش‌های تعیین درجه‌ی آلودگی فاضلاب عبارتند از:

### ۱- تعیین مقدار اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)<sup>۱</sup>

تعیین BOD عبارتست از تعیین مقدار اکسیژن لازم که باید به فاضلاب داده شود تا باکتری‌های هوازی مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسید نموده و به مواد پایدار معدنی تبدیل سازد.

---

1-Biochemical oxygen demand

نکته: مقدار BOD فاضلاب در زمان های مختلف تغییر می کند که نه تنها به غلظت مواد آلی فاضلاب بلکه به میزان فعالیت باکتری ها، درجه ی گرما و شدت درهمی فاضلاب نیز بستگی دارد.

۲- تعیین مقدار اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)<sup>۱</sup>

تعیین COD با هدف سنجش اکی والان اکسیژن مواد آلی فاضلاب انجام می گیرد و این مواد هنگامی که نیتروژن در حال احیا می باشد در یک محلول اسیدی توسط دی کرومات اکسید می گردند.

روش های جدید آزمایش COD که در مدت زمان کوتاه انجام می گیرد از پیشرفت های این آزمایش محسوب می شود.

۳- تعیین مقدار کربن آلی کل

در این روش ترکیبات کربن دار آلی موجود در فاضلاب اندازه گیری می شود. برای این کار فاضلاب را باید تا حد سرخ شدن سوزانید و گاز کربنیک تولید شده را اندازه گیری نمود.

۴- تعیین مقدار مواد معلق (TSS)<sup>۲</sup>

مواد معلق در فاضلاب قسمتی از کل مواد خارجی موجود در آن می باشد که تعیین آن برای پیش بینی مقدار لجن حاصل از تصفیه ی فاضلاب اهمیت ویژه ای دارد.

نکته : نزدیک به ۴۰ درصد مواد محلول در فاضلاب شهری و ۷۲ تا ۷۵ درصد مواد معلق در آن دارای منشأ آلی بوده و بقیه ی مواد خارجی را مواد معدنی تشکیل می دهند.

۵- تعیین مقدار اکسیژن محلول

مقدار اکسیژن محلول موجود در فاضلاب شهری نمایشگر قدرت تصفیه ی طبیعی و خود-به خودی آن می باشد (۱۲، ۱۳، ۳۳).

نکته : مقدار اکسیژن محلول در فاضلاب نباید از ۱/۵ میلی گرم در لیتر کمتر شود.

1-Chemical oxygen demand

2- Total Suspended Solids

نکته : یکی از راه‌های اندازه‌گیری مقدار اکسیژن محلول با کمک وارد نمودن برخی از ترکیبات منگنز که قدرت جذب اکسیژن در آن‌ها زیاد است و اندازه‌گیری وزن اکسیژن جذب شده توسط آن انجام می‌گیرد.

### آلودگی فاضلاب شهری در ایران: برای تعیین درجه‌ی آلودگی فاضلاب شهری

لازم است که شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب وجود داشته باشد. به‌طور متوسط در فاضلاب-های شهری نسبت مقدار تولید سرانه‌ی مواد معلق (SS) به مقدار  $BOD_5$  پیرامون ۱/۱ تا ۱/۲ می‌باشد. مقدار تولید سرانه  $BOD_5$  و مواد معلق (SS) در تهران برابر ۴۰ و ۵۰ گرم است. میانگین آلودگی فاضلاب شهری در ایران نزدیک به ۲۵۰ میلی‌گرم  $BOD_5$  در لیتر است (۱۲، ۱۳، ۳۳). با توجه به روند افزایش جمعیت در شهرهای بزرگ که خود به صورت طبیعی باعث افزایش میزان فاضلاب شهری می‌گردد، زمینه‌ی تشکیل سیستم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهری امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. فاضلابی که به تصفیه‌خانه‌ی شهری می‌رسد، مجموع فاضلابی است که از سه منبع مختلف در شبکه فاضلاب وارد می‌شود. این سه منبع عبارتند از:

الف) فاضلاب خانگی

ب) نشت آب

ج) پساب صنعتی

بنابر تعریف مجموعه فاضلاب حاصله از سه منبع را فاضلاب شهری یا فاضلاب بهداشتی می‌خوانند.

معمولاً مقدار فاضلابی را که در طرح در نظر می‌گیرند معادل مقدار فاضلاب متوسط شبانه روز در مواقع غیربارانی است. باید توجه داشت که این رقم کاملاً قراردادی است زیرا در ساعات مختلف شبانه روز مقدار فاضلاب از مقدار متوسط در ۲۴ ساعت مرتباً کمتر و یا بیشتر می‌شود و عملاً معادل آن جز در چند لحظه ممکن نمی‌گردد (۱۲، ۱۳، ۳۳).



### ۱-۳- تصفیه فاضلاب

مجموعه فعالیتهائی که به منظور بی خطر نمودن فاضلاب‌های مختلف برای تخلیه در محیط، آب‌های جاری یا استفاده مجدد انجام می‌شود، تصفیه نام دارد. به عبارتی متناسب سازی منابع آب برای استفاده خاص آن تصفیه نامیده می‌شود. یک سیستم تصفیه فاضلاب ترکیبی است از عملیات واحد و فرآیندهای واحد که به منظور کاهش آلاینده‌های موجود در فاضلاب و رساندن آن‌ها تا حد مشخص و استاندارد طراحی شده است. به طور کلی عملیات واحد شامل جداسازی آلاینده‌ها به کمک نیروهای فیزیکی است، در حالی که فرآیندهای واحد دربرگیرنده واکنش‌های بیولوژیکی و شیمیایی به تنهایی یا توأم با یکدیگر می‌باشد (۱۲، ۱۳، ۳۴).

#### ۱-۳-۱- اهداف تصفیه فاضلاب:

به طور کلی هدف اصلی تصفیه فاضلاب این است، که اقداماتی صورت گیرد، تا به فاضلاب‌های انسانی و صنعتی بدون اینکه برای سلامتی انسان ایجاد خطر کنند یا باعث آسیب غیرقابل قبولی به محیط زیست طبیعی شوند، اجازه دفع داده شود. با توجه به آلاینده‌های موجود اهداف تصفیه فاضلاب عبارتند از:

- کاهش مواد آلی فاضلاب
- حذف/کاهش مواد آلی سرطان‌زا و سمی
- حذف/کاهش فلزات سمی
- حذف/کاهش مواد مغذی (نیتروژن، فسفر) جهت جلوگیری از آلوده شدن آب-های سطحی، آب‌های زیرزمینی
- حذف یا غیرفعال سازی پاتوژن‌ها و انگل‌ها (۳۴، ۳۵).

جدول ۱-۲- آلاینده های فاضلاب و واحدهای عملیاتی و فرآیندی در سیستم تصفیه فاضلاب (۱۲، ۱۳)

مواد آلاینده	واحدهای عملیاتی / فرآیندی
جامدات معلق	ته نشینی، آشغالگیری، فیلتراسیون، شناورسازی، افزایش مواد شیمیایی- پلیمری، سیستم های تصفیه زمینی، انعقاد/ته نشین سازی
مواد آلی قابل بیولوژیکی	فرآیندهای متنوع لجن فعال، صافی چکنده، راکتور بیولوژیکی چرخان، لاگون ها و حوضچه های اکسیداسیون، فیلتراسیون شنی، سیستم های تصفیه زمینی، سیستم های فیزیکی-شیمیایی
عوامل بیماری زا	کلرزی، هایپرکلرزی، ازن زنی، سیستم های تصفیه زمینی
مواد مغذی (نیتروژن)	نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون، تبادل یون، کلرزی تا نقطه شکست، سیستم های تصفیه زمینی
فسفر	افزایش نمک های فلزی، انعقاد، آهک / ته نشین سازی حذف از طریق بیولوژیکی-شیمیایی سیستم های تصفیه زمینی
مواد آلی مقاوم در برابر حرارت	جذب سطحی توسط کربن، ازن زنی، سیستم های تصفیه زمینی
جامدات آلی محلول	تبادل یون، اسمز معکوس، الکترودیالیز