



دانشگاه کردستان  
دانشکده مهندسی  
گروه مهندسی شیمی

عنوان:

بررسی فرآیند انعقاد الکتریکی /شناورسازی جهت تصفیه شیرابه‌ی محل دفن

پژوهشگر:

کامبیز ویسی

استاد راهنما:

دکتر تیمور امانی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی

شهریور ماه ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه کردستان است.

## \*\*\* تعهد نامه \*\*\*

اینجانب کامبیز ویسی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی دانشگاه کردستان، دانشکده مهندسی گروه مهندسی شیمی تعهد می نمایم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

کامبیز ویسی

۱۳۹۲/۰۶/۲۳



دانشگاه کردستان  
دانشکده مهندسی  
گروه مهندسی شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی

عنوان:

بررسی فرآیند انعقاد الکتریکی/شناورسازی جهت تصفیه شیرابه‌ی محل دفن

پژوهشگر:

کامبیز ویسی

در تاریخ ۱۳۹۲/۰۶/۲۳ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره ۱۹/۶۵ و درجه عالی به تصویب رسید.

<u>امضاء</u>	<u>مرتبه علمی</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>هیات داوران</u>
	استادیار	دکتر تیمور امانی	۱- استاد راهنما
	استادیار	دکتر بهزاد شاهمرادی	۲- استاد داور خارجی
	استادیار	دکتر فرانک اخلاقیان	۳- استاد داور داخلی

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

مهر و امضاء گروه

**تقدیم به پدر و مادر عزیزه به خاطر محبت و**

**مهربانی بی دریغشان**

## تقدیر و تشکر

بدین منظور لازم میدانم از کلیه عزیزانی که در این راه مرا یاری نمودند، صمیمانه قدردانی نمایم:

استاد گرامی جناب آقای دکتر تیمور امانی که در طول دوران تحصیل افتخار شاگردی در محضرشان را داشتم و علم، درایت، خردمندی، همراهی، دوستی، راهنمایی و بلندنظری ایشان پشتوانه پیشبرد این تحقیق بود، و خانواده عزیزم به ویژه **پدر و مادرم** که مشوق و پشتیبان همیشگی ام بوده‌اند، و همچنین از دوستان عزیزم وفا دستیار، مسیح مجرد، صباح یوسفی، مهدی مخزنی توکل، سامان مفاخری، امید پیروزرام، محمد چرخابی، شیلان الیاسی و بنت‌الهدی چنارانی که در این مدت به اینجانب لطف داشته‌اند بسیار سپاسگذارم.

## بررسی فرآیند انعقادالکتریکی/شناورسازی جهت تصفیه شیرابه‌ی محل دفن

### چکیده:

تصفیه شیرابه حاصل از محل‌های دفن مواد زاید شهری، به عنوان یکی از مهمترین مسائل زیست-محیطی، بندرت در ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از این مطالعه ارزیابی راندمان حذف COD و TSS از شیرابه محل‌دفن کارخانه زیست‌کمپوست سنندج توسط فرآیند انعقاد الکتریکی/شناورسازی بود. این بررسی یک مطالعه تجربی در مقیاس آزمایشگاهی بود که در فرآیند ناپیوسته در یک مخزن از جنس پلکسی‌گلاس به حجم ۶ لیتر (حجم مؤثر ۳/۵ لیتر) حاوی ۲ الکتروود صفحه‌ای آهن و آلومینیوم با آرایش‌های Al-Al، Fe-Fe، Al-Fe و Fe-Al و در فرآیند پیوسته در یک مخزن با حجم مؤثر ۱/۵ لیتر حاوی ۲ الکتروود صفحه‌ای از جنس آلومینیومی مورد استفاده قرار گرفت. الکتروودها به روش دو قطبی به یک منبع تغذیه به منظور تبدیل جریان برق متناوب به مستقیم متصل شدند. طراحی آزمایش‌ها به روش RSM-CCD انجام و تعداد ۲۹ آزمایش برای هر یک از آرایش الکتروودها در هر راکتور صورت گرفت. آزمایش‌های ناپیوسته و پیوسته با غلظت‌های بالای COD ورودی (در محدوده ۱۹۱۲۵-۶۲۵ میلی‌گرم بر لیتر) انجام شد. تحلیل نتایج آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار DX-7، نشان داد که فرآیند انعقاد الکتریکی/شناورسازی توانایی بالایی در حذف COD و TSS شیرابه محل‌دفن دارد. نتایج حاصله برای فرآیند ناپیوسته نشان داد که راندمان حذف COD و TSS در شرایط بهینه COD ورودی ۱۲۶۲۷ میلی‌گرم بر لیتر، ولتاژ ۱۹ ولت، فاصله بین الکتروودها ۳ سانتیمتر و مدت زمان الکتروولیز ۷۵ دقیقه، برای حالت Al-Al به ترتیب ۹۶ و ۹۹ درصد و برای حالت Fe-Fe در شرایط بهینه COD ورودی ۱۲۰۳۷ میلی‌گرم بر لیتر، ولتاژ ۲۱ ولت، فاصله بین الکتروودها ۳ سانتیمتر و مدت زمان الکتروولیز ۷۵ دقیقه، به ترتیب ۹۱ و ۷۲ درصد و برای حالت AL-Fe (آند آلومینیومی) در شرایط بهینه COD ورودی ۱۴۰۳۱ میلی‌گرم بر لیتر، ولتاژ ۲۰ ولت، فاصله بین الکتروودها ۳ سانتیمتر و مدت زمان الکتروولیز ۷۴ دقیقه، به ترتیب ۹۶ و ۹۷ درصد و برای حالت AL-Fe (آند آهنی) در شرایط بهینه COD ورودی ۹۸۸۵ میلی‌گرم بر لیتر، ولتاژ ۲۱ ولت، فاصله بین الکتروودها ۵ سانتیمتر و مدت زمان الکتروولیز ۷۵ دقیقه، به ترتیب ۹۱ و ۷۸ درصد بدست آمدند. همچنین نتایج حاصله برای فرآیند پیوسته نشان داد که راندمان حذف COD و TSS در شرایط بهینه COD ورودی ۱۳۷۶۶ میلی‌گرم بر لیتر، ولتاژ ۲۰ ولت، فاصله بین الکتروودها ۳ سانتیمتر و مدت زمان الکتروولیز ۷۵ دقیقه، برای حالت Al-Al به ترتیب ۹۶ و ۹۹ درصد بدست آمد.

### واژه‌های کلیدی:

انعقاد الکتریکی/شناورسازی، شیرابه محل‌دفن، فرآیند ناپیوسته، فرآیند پیوسته، حذف COD، حذف TSS

فصل ۱ مقدمه

- ۱-۱ مقدمه..... ۱
- ۲-۱ روش‌های تصفیه فاضلاب‌های صنعتی..... ۳
- ۳-۱ انعقاد الکتریکی..... ۵
- ۴-۱ بیان مسئله و اهداف تحقیق..... ۸
- ۵-۱ چگونگی تنظیم مطالب و روند نگارش رساله..... ۹

فصل ۲ مروری بر پژوهش‌های پیشین

- ۱-۲ مقدمه..... ۱۰
- ۲-۲ انعقاد الکتریکی..... ۱۰
- ۱-۲-۲ سازوکار فرآیند انعقاد الکتریکی..... ۱۱
- ۳-۲ مروری بر پژوهش‌های پیشین در استفاده از فرآیند انعقاد الکتریکی..... ۱۶
- ۱-۳-۲ تصفیه روغن..... ۱۶
- ۲-۳-۲ حذف رنگ و تصفیه فاضلاب نساجی..... ۱۷
- ۳-۳-۲ حذف ترکیبات آلی..... ۱۸
- ۱-۳-۳-۲ حذف ترکیبات فنلی..... ۱۸
- ۲-۳-۳-۲ تصفیه فاضلاب شهری..... ۱۹
- ۳-۳-۳-۲ تصفیه پساب صنعتی..... ۲۰
- ۴-۳-۳-۲ حذف فلزات سنگین..... ۲۱
- ۵-۳-۳-۲ حذف نیترات، نیتريت و آمونیاک..... ۲۱
- ۶-۳-۳-۲ شیرابه محل دفن..... ۲۲

فصل ۳ مواد و روش‌ها

- ۱-۳ مقدمه..... ۲۸
- ۲-۳ مواد، لوازم و دستگاه‌ها..... ۲۸
- ۳-۳ مشخصات راکتور ناپیوسته..... ۲۹
- ۴-۳ مشخصات راکتور پیوسته..... ۳۱
- ۵-۳ روش‌های اندازه‌گیری..... ۳۳
- ۳-۵-۱. اندازه‌گیری COD و TSS..... ۳۳



- ۳-۶ روش طراحی آزمایش..... ۳۵
- ۳-۷ نحوه انتخاب متغیرها و دامنه تغییرات آنها..... ۳۷

#### فصل ۴ نتایج و بحث

- ۴-۱ مقدمه ..... ۴۰
- ۴-۲ نتایج آزمایشها در راکتور ناپیوسته..... ۴۱
- ۴-۲-۱ آلومینیم (آند)- آلومینیم (کاتد)..... ۴۱
- ۴-۲-۱-۱ برهم کنش و اثرات فاصله بین اکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف  
COD و TSS..... ۴۴
- ۴-۲-۱-۲ برهم کنش و اثرات مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۴۹
- ۴-۲-۱-۳ برهم کنش و اثرات غلظت COD ورودی و مدت زمان الکترولیز  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۵۲
- ۴-۲-۲ آهن (آند)- آهن (کاتد)..... ۵۵
- ۴-۲-۲-۱ برهم کنش و اثرات فاصله بین اکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف  
COD و TSS..... ۵۸
- ۴-۲-۲-۲ برهم کنش و اثرات مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۶۲
- ۴-۲-۲-۳ برهم کنش و اثرات غلظت COD ورودی و مدت زمان الکترولیز  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۶۵
- ۴-۲-۳ آلومینیم (آند)- آهن (کاتد)..... ۶۹
- ۴-۲-۳-۱ برهم کنش و اثرات فاصله بین اکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف  
COD و TSS..... ۷۲
- ۴-۲-۳-۲ برهم کنش و اثرات مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۷۵
- ۴-۲-۳-۳ برهم کنش و اثرات غلظت COD ورودی و مدت زمان الکترولیز  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۷۸
- ۴-۲-۴ آهن (آند)- آلومینیم (کاتد)..... ۸۲
- ۴-۲-۴-۱ برهم کنش و اثرات فاصله بین اکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف  
COD و TSS..... ۸۵
- ۴-۲-۴-۲ برهم کنش و اثرات مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۸۹
- ۴-۲-۴-۳ برهم کنش و اثرات غلظت COD ورودی و مدت زمان الکترولیز  
بر راندمان حذف COD و TSS..... ۹۲

۹۵.....	۵-۲-۴ تأثیر جنس الکترودها بر میزان حذف COD و TSS
۶-۲-۴	مقدار توان مصرفی فرآیند انعقاد الکتریکی/شناورسازی در حالت
۱۰۰.....	آرایش مختلف الکترودها.....
۱۰۱.....	۳-۴ نتایج آزمایش‌ها در راکتور پیوسته.....
۱-۳-۴	برهم‌کنش و اثرات غلظت COD ورودی و ولتاژ بر میزان حذف
۱۰۴.....	TSS و COD
۲-۳-۴	برهم‌کنش و اثرات فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر میزان حذف
۱۰۷.....	TSS و COD
۳-۳-۴	برهم‌کنش و اثرات مدت زمان الکترولیز و ولتاژ بر میزان حذف
۱۱۰.....	TSS و COD

### فصل ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۱۱۴.....	۱-۵. نتیجه‌گیری.....
۱۱۶.....	۲-۵. نوآوری پژوهش و سهم آن در پیشبرد دانش.....
۱۱۷.....	۳-۵. پیشنهادها.....
۱۱۸.....	مراجع و مآخذ.....
۱۲۴.....	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی.....
۱۲۶.....	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی.....



## فهرست علائم اختصاری

---

---

AP.....	دقت مناسب.....
Adjusted-R <sup>2</sup> .....	ضریب همبستگی تعدیل یافته.....
BOD (mg/L).....	تقاضای اکسیژن بیوشیمیایی.....
COD (mg/L).....	تقاضای اکسیژن شیمیایی.....
COD <sub>in</sub> (mg/L).....	COD ورودی به راکتور.....
CV.....	ضریب تغییرات.....
EC.....	انعقاد الکتریکی.....
ECF.....	انعقاد الکتریکی/شناورسازی.....
ET (min).....	مدت زمان الکترولیز.....
HRT (min).....	زمان ماند هیدرولیکی.....
R <sup>2</sup> .....	ضریب همبستگی.....
SS (mg/L).....	جامدات معلق.....
TSS (mg/L).....	کل جامدات معلق.....

---

---

صفحه	عنوان
	شکل ۲-۱ شماتیک سازوکار فرآیند انعقاد الکتریکی با استفاده از الکترودهای آلومینیمی..... ۱۵
۳۱	شکل ۳-۱ نمای شماتیک راکتور ناپیوسته انعقاد الکتریکی/شناورسازی..... ۳۱
۳۳	شکل ۳-۲ نمای شماتیک راکتور پیوسته انعقاد الکتریکی/شناورسازی..... ۳۳
۳۹	شکل ۳-۳ انواع نقاط طراحی در روش CCD..... ۳۹
۴۵	شکل ۴-۱ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف COD..... ۴۵
۴۷	شکل ۴-۲ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف TSS..... ۴۷
۴۸	شکل ۴-۳ اثر ولتاژ بر راندمان حذف COD و TSS..... ۴۸
	شکل ۴-۴ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف COD..... ۵۰
	شکل ۴-۵ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف TSS..... ۵۱
۵۳	شکل ۴-۶ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف COD..... ۵۳
۵۴	شکل ۴-۷ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف TSS..... ۵۴
۵۹	شکل ۴-۸ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف COD..... ۵۹
۶۱	شکل ۴-۹ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف TSS..... ۶۱
	شکل ۴-۱۰ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف COD..... ۶۳
	شکل ۴-۱۱ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف TSS..... ۶۴
۶۶	شکل ۴-۱۲ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف COD..... ۶۶
۶۷	شکل ۴-۱۳ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف TSS..... ۶۷
۶۸	شکل ۴-۱۴ اثر COD ورودی بر راندمان حذف COD و TSS..... ۶۸
۷۳	شکل ۴-۱۵ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف COD..... ۷۳
۷۴	شکل ۴-۱۶ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف TSS..... ۷۴
	شکل ۴-۱۷ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف COD..... ۷۶

شکل ۴-۱۸ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف	۷۷
TSS	
شکل ۴-۱۹ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف COD	۷۹
شکل ۴-۲۰ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف TSS	۸۰
شکل ۴-۲۱ اثر مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف COD و TSS	۸۱
شکل ۴-۲۲ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف COD	۸۶
شکل ۴-۲۳ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف TSS	۸۷
شکل ۴-۲۴ اثر COD ورودی بر راندمان حذف COD و TSS	۸۸
شکل ۴-۲۵ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف	
COD	۹۰
شکل ۴-۲۶ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف	
TSS	۹۱
شکل ۴-۲۷ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف COD	۹۳
شکل ۴-۲۸ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف TSS	۹۴
شکل ۴-۲۹ مقایسه راندمان حذف COD برای الکترودهای مختلف	۹۷
شکل ۴-۳۰ مقایسه راندمان حذف TSS برای الکترودهای مختلف	۹۸
شکل ۴-۸ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف COD	۱۰۵
شکل ۴-۹ اثر فاصله بین الکترودها و ولتاژ بر راندمان حذف TSS	۱۰۶
شکل ۴-۱۰ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف	
COD	۱۰۸
شکل ۴-۱۱ اثر مدت زمان الکترولیز و فاصله بین الکترودها بر راندمان حذف	
TSS	۱۰۹
شکل ۴-۱۲ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف COD	۱۱۱
شکل ۴-۱۳ اثر COD ورودی و مدت زمان الکترولیز بر راندمان حذف TSS	۱۱۲

جدول ۱-۲	خلاصه‌ای از کارهای انجام گرفته جهت حذف آلاینده‌های مختلف با استفاده از روش انعقاد الکتریکی.....	۲۴
جدول ۱-۳	طراحی آزمایش‌ها و سطوح متغیرها برای راکتور ناپیوسته.....	۳۷
جدول ۱-۴	شرایط ورودی آزمایش‌های انعقاد الکتریکی /شناورسازی و نتایج آنها برای آند و کاتد آلومینیمی.....	۴۲
جدول ۲-۴	نتایج آنالیز واریانس برای روابط به‌دست آمده برای پاسخ‌ها با استفاده از آند و کاتد آلومینیمی.....	۴۴
جدول ۳-۴	مشخصات نقطه بهینه برای الکترودهای آلومینیمی در راکتور ناپیوسته.....	۵۵
جدول ۴-۴	شرایط ورودی آزمایش‌های انعقاد الکتریکی /شناورسازی و نتایج آنها برای آند و کاتد آهنی.....	۵۶
جدول ۵-۴	نتایج آنالیز واریانس برای روابط به‌دست آمده برای پاسخ‌ها با استفاده از آند و کاتد آهنی.....	۵۸
جدول ۶-۴	مشخصات نقطه بهینه برای الکترودهای آهنی در راکتور ناپیوسته.....	۶۹
جدول ۷-۴	شرایط ورودی آزمایش‌های انعقاد الکتریکی /شناورسازی و نتایج آنها برای آند آلومینیمی و کاتد آهنی.....	۷۰
جدول ۸-۴	نتایج آنالیز واریانس برای روابط به‌دست آمده برای پاسخ‌ها با استفاده از آند آلومینیمی.....	۷۱
جدول ۹-۴	مشخصات نقطه بهینه برای آند آلومینیمی و کاتد آهنی در راکتور ناپیوسته.....	۸۲
جدول ۱۰-۴	شرایط ورودی آزمایش‌های انعقاد الکتریکی /شناورسازی و نتایج آنها برای آند آهنی و کاتد آلومینیمی.....	۸۳
جدول ۱۱-۴	نتایج آنالیز واریانس برای روابط به‌دست آمده برای پاسخ‌ها با استفاده از آند آهنی و کاتد آلومینیمی.....	۸۴
جدول ۱۲-۴	مشخصات نقطه بهینه برای آند آهنی و کاتد آلومینیمی در راکتور ناپیوسته.....	۹۵

- جدول ۴-۱۳ مقدار توان مصرفی در فرآیند انعقاد الکتریکی/شناورسازی در  
حالت آرایش مختلف الکترودها..... ۱۰۱
- جدول ۴-۱۴ شرایط ورودی آزمایش‌های انعقاد الکتریکی/شناورسازی و نتایج آنها  
برای آند و کاتد آلومینیمی..... ۱۰۲
- جدول ۴-۱۵ نتایج آنالیز واریانس برای روابط به‌دست آمده برای پاسخ‌ها با استفاده  
از آند و کاتد آلومینیمی (راکتور پیوسته)..... ۱۰۴
- جدول ۴-۱۶ مشخصات نقطه بهینه برای الکترودهای آلومینیمی در راکتور  
پیوسته..... ۱۱۳



## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱ مقدمه

تمدن‌های قدیمی همواره در مجاورت منابع آب شکل گرفته‌اند. با این که مقدار آب موجود و قابل استفاده دغدغه اصلی نیاکان ما بوده است، اما تعریف درست و جامعی از کیفیت آب وجود نداشته است. با این وجود منابع تاریخی بسیاری حکایت از تلاش انسانهای عصر گذشته برای تصفیه آب و زدودن ذرات معلق و طعم و بو از آن دارد. اما قرن‌ها طول کشید که انسانها به این نتیجه دست یافتند که حواس بینایی، بویایی و چشایی نمی‌توانند تنها ملاک‌های تشخیص کیفیت آب باشند. استفاده از روش‌های مختلف جهت بهبود طعم و بوی آب به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد. در نوشته‌های بر جا مانده از سانسکریت و یونان باستان استفاده از زغال چوب جهت فیلتر کردن آب، قراردادن آب در معرض نور آفتاب، جوشاندن آب و قراردادن تکه‌های فلز داغ در آب قبل از نوشیدن آن توصیه شده

است. مصری‌ها ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد از ((آلوم)) جهت تصفیه آب و ته نشین کردن ذرات معلق در آن استفاده می‌کردند. بقراط، دانشمند یونانی که در سال ۴۶۰ تا ۳۵۴ قبل از میلاد می‌زیسته، جهت دستیابی به آب با طعم مناسب، که به باور او آب سالم می‌بود، فیلتر پارچه ای اختراع نمود که با عبور دادن آب جوشیده شده از آن باعث زدودن ذرات عامل طعم و بوی نامناسب از آب می‌شد. پس از سال ۱۷۰۰ میلادی، با آشنایی مردم از خطرات آلودگی‌های موجود در آب شرب، فیلترهای خانگی ساخته شده از پشم، اسفنج و زغال چوب مورد استفاده قرار گرفتند. در قرن ۱۹ میلادی، فیلترهای شنی کند بهترین گزینه جهت تصفیه آب باقی ماندند. با این حال سطح بزرگ مورد نیاز این فیلترها همواره از معایب آنها به شمار می‌رفت. با افزایش جمعیت شهرها و افزایش نیاز به ظرفیت‌های بالا در تصفیه خانه‌های آب، مساحت بزرگی از زمین می‌بایست صرف ساخت این فیلترها می‌شد. امروزه کلرزنی نقش تعیین کننده‌ای در تصفیه آب شهری ایفا می‌کند. حدود ۹۸٪ از تصفیه خانه های آب شهری از کلر جهت ضد عفونی کردن آب استفاده می‌کنند. با این حال دانشمندان در سالهای اخیر متوجه مشتقات بوجود آمده از کلر در آب و عوارض جانبی آنها شده اند. آب کلردار در تحریک بیماری‌های دستگاه تنفسی نظیر آسم نقش اساسی ایفا می‌کند. لذا توجه محققین و دانشمندان به استفاده از سایر روشهای ضد عفونی کردن آب جلب شده است. در ابتدای قرن بیستم تلاش در جهت تصفیه آب از پیشگیری انتقال بیماری های واگیردار، به تهیه آب غیر سخت و با مواد معدنی کمتر معطوف گردید. سختی‌گیری‌های آب که از یونهای سدیم جهت جایگزین کردن مواد معدنی سختی‌زا در آب بهره می‌جستند، در سال ۱۹۰۳ به بازار معرفی شدند. تئوری تعویض یونی، که در آن یون‌های بی‌ضرر با یون‌های ضرر دار جایگزین می‌شوند، تاثیر قابل ملاحظه‌ای در صنعت تصفیه آب گذاشته و از آن جهت از بین بردن سرب، جیوه و سایر فلزات سنگین در آب استفاده می‌شود. توجه به محیط-زیست در دهه های ۱۹۶۰، ۱۹۷۰ میلادی در آمریکا بیش از پیش گسترش یافت. در سال ۱۹۶۲ استانداردهایی جهت آب شرب در آمریکا تنظیم و وضع گردید که کامل ترین در نوع خود تا آن زمان به شمار می‌رفت. تمام ایالات آمریکا این استانداردها را به عنوان آئین‌نامه یا راهنمای تصفیه و توزیع

آب شرب پذیرفتند. در اواخر دهه ۱۹۶۰ مشخص گردید که ذرات معلق و پاتوژن‌ها تنها آلودگی‌های موجود در آب نیستند. پیشرفت‌های صنعتی و کشاورزی باعث پدید آمدن مواد شیمیایی مصنوعی بسیاری شده بود که راه خود را به منابع آب، از طریق پساب کارخانجات، نشت مخازن مواد دور ریز صنایع و غیره، باز کرده بودند [۴-۱].

بخش عمده‌ای از آلاینده‌های فاضلاب ناشی از فعالیت صنایع مختلف می‌باشد از جمله مهمترین صنایع آلوده‌کننده محیط‌زیست می‌توان به صنایع غذایی (شامل صنایع لبنی، صنایع فرآورده‌های گوشتی و غیره)، صنایع فولاد، صنایع کاغذ و مقوا، صنایع نساجی، صنایع شیشه‌سازی، صنایع نفت و گاز و پتروشیمی و سایر صنایع اشاره نمود.

از جمله پساب‌های بسیار آلوده شیرابه است. شیرابه عمدتاً توسط آب‌های نشتی که از میان زباله‌های جامد عبور می‌کند تولید می‌شود و آلودگی فاز جامد را به فاز مایع منتقل می‌کند. ظاهر فیزیکی شیرابه هنگامی که از محل دفن خارج می‌شود عموماً زرد رنگ یا سیاه رنگ است و بوی اسیدی دارد و فاضلابی بسیار آلوده است که تولید گاز زیستی<sup>۱</sup> می‌کند و می‌توان از آن به عنوان منبعی برای تولید انرژی استفاده کرد [۵].

## ۲-۱ روش‌های تصفیه فاضلاب‌های صنعتی:

بخش عمده‌ای از آلاینده‌های فاضلاب ناشی از فعالیت صنایع مختلف می‌باشد از جمله مهمترین صنایع آلوده‌کننده محیط‌زیست می‌توان به صنایع غذایی (شامل صنایع لبنی، صنایع فرآورده‌های گوشتی و ...)، صنایع فولاد، صنایع کاغذ و مقوا، صنایع نساجی، صنایع شیشه‌سازی، صنایع نفت و گاز و پتروشیمی و سایر صنایع اشاره نمود.

---

<sup>۱</sup> Bio Gas

روش‌های تصفیه فاضلاب‌های صنعتی:

۱. روش‌های فیزیکی [۵ و ۶]:

به روش‌هایی که طی آنها از نیروها و ویژگی‌های فیزیکی مواد برای حذف آنها استفاده می‌شود، روش‌های فیزیکی می‌گویند. آشغالگیری، دانه‌گیری، ترسیب شیمیایی، فیلتراسیون و ته‌نشینی نمونه‌هایی از روشهای فیزیکی تصفیه فاضلاب هستند.

۲. روش‌های شیمیایی [۷ و ۸]:

به روش‌هایی که در آنها برای حذف آلاینده‌ها از مواد و واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌شود، روش‌های شیمیایی می‌گویند. اکسیداسیون آهن، انعقاد و لخته‌سازی روش‌های شیمیایی محسوب می‌گردند.

۳. روش‌های زیست‌شناختی<sup>۱</sup> [۹ و ۱۰]:

به آن دسته از روش‌هایی که در آنها از فرآیندهای زیستی برای حذف آلاینده‌ها استفاده می‌شود، روش‌های زیست‌شناختی می‌گویند. روش‌های زیست‌شناختی را به دو دسته کلی تقسیم بندی می‌نمایند:

الف. روش‌های هوازی:

برخی از فرآیندهای زیستی در حضور اکسیژن محلول صورت می‌پذیرد که به آنها فرآیندهای هوازی و به روش‌هایی که از فرآیندهای هوازی در آنها استفاده می‌شود، روش‌های زیست‌شناختی هوازی گفته می‌شود. انواع فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی هوازی مورد استفاده عبارتند از:

- فرایند لجن فعال<sup>۲</sup>

---

<sup>۱</sup> Biological process

<sup>۲</sup> Activated sludge