تصفیه پساب­های پالایشگاهی

**نگارنده**

**تیر 1399**



فهرست مطالب

فهرست مطالب...............................................................................................................................................ث

فهرست جداول.............................................................................................................................................. ح

فهرست اشكال............................................................................................................................................... خ

فهرست علائم.................................................................................................................................................. د

چكيده.............................................................................................................................................................. ذ

[فصل 1 مقدمه 1](#_Toc45614957)

[1-1 پیشینه تحقیق و اهمیت موضوع 1](#_Toc45614958)

[1-1-1 منشأ پساب تولیدی پالایش نفت 3](#_Toc45614959)

[1-2 روش تحقیق 5](#_Toc45614960)

[1-3 روش تحقیق 5](#_Toc45614961)

[فصل 2 مروری بر تحقیقات 7](#_Toc45614963)

[2-1 بخشها و مشخصات پساپ پالایشگاهی 7](#_Toc45614964)

[2-1-1 مشخصات پساب 8](#_Toc45614965)

[2-1-1-1 مشخصات فیزیکی پساپ 8](#_Toc45614966)

[2-1-1-2 مشخصات شیمیایی پساب 9](#_Toc45614967)

3-1-1-2 [مشخصه های بیولوژیکی پساب 11](#_Toc45614968)

[2-1-2 منابع آلودگی 11](#_Toc45614970)

[2-1-3 مرور کلی بر تصفیه پساب و فاضلابها 13](#_Toc45614971)

[2-1-4 انواع روش های تصفیه 17](#_Toc45614972)

[2-1-4-1 روش های فیزیکی تصفیه 17](#_Toc45614973)

[2-1-4-1-1اسمز معکوس....................................................... 19](#_Toc45614974)

[2-1-4-2 روشهای تصفیه بیولوژیکی 20](#_Toc45614975)

[1-2-4-1-2PH...................................................................... 23](#_Toc45614976)

[2-1-4-2-2 تصفیه بیولوژیکی هوازی........................... 24](#_Toc45614977)

[2-1-4-2-3 تصفیه بیولوژیکی بی هوازی..................... 25](#_Toc45614978)

[2-1-4-2-4 تصفیه بیولوژیکی دوگانه................................ 25](#_Toc45614979)

[2-1-4-2-5 لجن فعال.............................................................. 26](#_Toc45614980)

[6-2-4-1-2 تصفیه فلزات سنگین.......................................... 27](#_Toc45614981)

[2-1-4-2-7 تصفیه مواد شیمیایی مختل کننده غدد درون ریز (EDC) 30](#_Toc45614982)

[2-1-4-2-8 مزایای استفاده از جلبک ها..................... 34](#_Toc45614983)

[5-1-2 روش های شیمیایی تصفیه 47](#_Toc45614984)

[2-1-5-1 فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته 48](#_Toc45614985)

[2-1-5-2 ازناسیون (O3)................ 50](#_Toc45614986)

[2-1-5-2-1ازن و هیدروژن پر اکسید(H2O2\O3).............. 52](#_Toc45614987)

[2-1-5-2-2 .ازن در حضور کاتالیست (catalyst/O3) 52](#_Toc45614988)

[فصل 3 نتیجه گیری و پیشنهادات 55](#_Toc45614989)

[**3-1** **نتیجه گیری** 55](#_Toc45614990)

[3-2 پیشنهادات 59](#_Toc45614991)

فهرست جداول

[جدول ‏1‑2: آلاینده های موجود در پساب و روش های حذف آن[20] 16](#_Toc45486163)

[جدول ‏2‑2 : تحقیقات انجام شده توسط محققین مختلف در مورد تصفیه پساب و فاضلاب شهری 36](#_Toc45486164)

[جدول ‏1‑3 :انواع روش های تصفیه پساب و مزایا و معایب آن ها 56](#_Toc45486165)

فهرست اشکال

[شکل ‏1–1 : ورود فاضلاب به رودخانه [6] 3](#_Toc45486294)

[شکل ‏1–2: پساب تأسیسات نفتی ساحلی و فلات قاره را پس از سال ۱۹۹۰ و پیش بینی ان در سال 2015[9] 4](#_Toc45486295)

[شکل ‏2–1: نحوه عملکرد فرایند های فیلتراسیون غشایی در حذف آلاینده ها از آب[21] 18](#_Toc45486296)

[شکل ‏2–2: پدیده اسمز[23] 19](#_Toc45486297)

[شکل ‏2–3 : پدیده اسمز معکوس[23] 20](#_Toc45486298)

[شکل ‏2–4 : فعالیت بیولوژیکی نسبت به تغیرات PH[35] 24](#_Toc45486299)

[شکل ‏2–5 : صورت کلی تصفیه آزمایشگاهی لجن فعال[39] 26](#_Toc45486300)

چکیده

با توجه به اینکه میزان آب شیرین موجود در کره زمین بسیار اندک است و کشور ما تقریبا در منطقه خشکی قرار دارد باید اب مصرفی مسکونی و صنعتی تصفیه شده و دوباره به چرخه باز گردد تا قسمتی از کمبود اب کشور جبران شود.

فاضلاب به دو بخش عمده تقسیم میشود.1- فاضلاب بهداشتی: که شامل فاضلاب تولیدی منازل مسکونی، مجتمع های اداری و تجاری، بیمارستان ها و … می باشد.2- فاضلاب صنعتی :که شامل فاضلاب تولیدی مراکز صنعتی و تولیدی از جمله کارخانه جات، کارگاهها ، نیروگاه ها میباشد و بسته به نوع فاضلاب روشهای تصفیه آن نیز متفاوت است با توجه به کیفیت و کمیت آن می‌توان از روش‌های متنوعی برای تصفیه آن استفاده نمود.

روشهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای جداسازی آلاینده ها از فاضلاب موجود هستند با افزایش روزافزون صنایع، تصفیه پساب ناشی از این صنایع نیز روز به روز در حال پیشرفت می باشد. از مهمترین صنایع آلوده کننده محیط زیست می توان به صنایع غذایی شامل صنایع لبنی، صنایع فرآورده های گوشتی و غیره ، صنایع فولاد، صنایع کاغذ و مقوا، صنایع نساجی، صنایع شیشه سازی، صنایع نفت و گاز و پتروشیمی و سایر صنایع اشاره نمود.امروزه تقریباً در تمامی فرآیندهای صنعتی از آب بعنوان شستشو دهنده، خنک کننده با حلال استفاده میشود. در خلال استفاده از آب در صنعت، غالبا مواد خارجی بصورت محلول یا معلق وارد جریان آب شده و کیفیت آب را تغییر میدهند. چنانچه غلظت این مواد به بیش از حدود مجاز برسد، لازم است که فاضلاب تولیدی برای دفع به منابع پذیرنده مورد تصفیه قرار گیرد.در این پروژه فاضلاب صنعتی بررسی شده است و سعی شده به انواع الاینده ها و روش های تصفیه انها اشاره شود.

**واژگان کلیدی فارسی**: پساب پالایشگاهی،تصفیه،تصفیه فیزیکی،تصفیه بیولوژیکی،تصفیه شیمیایی

#  مقدمه

## پیشینه تحقیق و اهمیت موضوع

با توجه به اینکه کشور ما در منطقه خشک و تیم خشک قرار دارد و کمبود آب به شدت کشور ما را تهدید می کند به گونه ای که منابع آب شیرین کشور در حال پایان است. بنابراین یافتن راه حل اساسی برای جبران کمبود منابع آب در کشور ضروری به نظر می رسد. علاوه بر این، نیاز صنعت به آب در کشور ما به دلیل وجود پالایشگاهها و پتروشیمی های متعدد که مصرف آب بالایی دارند. در بخش صنعت نفت بیشتر از دیگر صنایع به چشم می خورد. یکی از راهکارهای اساسی برای حل مشکل کم آبی تصفیه و بازیافت آب موجود در فاضلاب های صنعتی و خانگی و استفاده مجدد از آن در صنایع مختلف است. بر اساس ارزیابی های به عمل آمده، آلودگی آب دغدغه نیمی از جمعیت جهان است. تصفیه آبهای آشامیدنی و پسابها از چالش های مهم محسوب می شود[1]. آلودگی های موجود در پساب مواد گوناگونی را شامل می شود: تعداد ترکیبات آلی که در شروع قرن جدید ساخته شده از مرز نیم میلیون گذشته است و هر سال حدود ده هزار ترکیب جدید به آنها اضافه می شود.و این مواد به پساب ها وارد میشوند که مستلزم تصفیه با روش های بهتر است، همچنین در پساب صنعتی و پالایشگاهی مقادیر زیادی از ترکیبات الی با فلزات وجود دارد. مواد آلی طبیعی موجود در منابع آبی مشکلات زیادی به ویژه در تصفیه متداول آب ایجاد می­­کند. از جمله اختلال در عملکرد فرایند های اکسیداسیون، انعقاد و مهمترین اثر این ترکیبات واکنش کلر با این ترکیبات و ایجاد محصولات جانی کلرزنی است. مطالعات انجام شده بر روی آبهای گندزدایی شده با کلر مشخص می کند در ترکیبات واکنش کلر با مواد آلی موجود در آب، محصولات جانبی گند زادیی تولید می شود که عمده ترین این ترکیبات، تری هالومتان ها (THM) و هالواستیک اسیدها (HAA) هستند. این ترکیبات سمی سرطان زا و جهش زا هستند[2]. جهت حذف مواد آلی از روشهایی چون جذب توسط کربن فعال، الکترولیز، فیلتراسیون، تجزیه بیولوژیکی، ازناسیون و غیره استفاده میشود[3].آمونیاک نیز به نوبه خود می تواند یکی از منابع آلوده کننده باشد. از مهمترین منابع آلودگی آمونیاکی محیط زیست می توان به پساب های خروجی از پتروشیمی و پالایشگاه ها اشاره کرد که از آلودگی های نیتروژن دار به شمار می آیند. از چندین روش برای حذف آمونیاک در پساب استفاده میشود که روش فتوکاتالیستی در سال های اخیر مورد استقبال قرار گرفته است. چرا که در مقایسه با سایر روش ها، دارای بازده بالاتر بوده و آمونیاک را به گازهای بی خطر تبدیل می کند [4-5].

سرعت افزایش آلودگی منابع آب به میزانی است که اگر تدابیری برای تصفیه و احیاء آن اتخاذ نشود، ممکن است بشر در آینده با مشکلات شدید کم آبی در سراسر دنیا رو به رو گردد چرا که با افزایش روز افزون جمعیت نیازها به آب هر روز بیشتر می شود و از طرفی منابع و دخایر آب قابل مصرف جهان رو به کاهش است و از طرف دیگر ذخایر آب موجود در معرض آلودگی قرار گرفته اند که میزان این آلودگی ها یا صنعتی شدن جوامع رو به افزایش است.پساب های شهری و صنعتی به عنوان مهم ترین آلاینده های محیط زیست به شمار می روند، زیرا ترکیبات آلی و غیر آلی موجود در فاضلاب ها و پساب ها جزء ترکیباتی اند که سازمان بین المللی محیط زیست از آنها به عنوان آلاینده نام برده است [6].

. 

شکل ‏1–1 : ورود فاضلاب به رودخانه [6]

### منشأ پساب تولیدی پالایش نفت

به طور طبیعی مخازن نفتی، در تشکیلات زمین شناسی زیر سطحی به وسیله سیالات سطحی گوناگون مانند نفت، گاز و آب شور تحت نفوذ قرار می گیرند. قبل از اینکه ترکیبات هیدروکربوری در مخازن به تله بیافتند، در مجاورت آب شور اشباع می شوند. هیدروکربن های با دانسیته کمتر به تله نفتی مهاجرت کرده و بامقداری از آب شور جابه جا می شوند. سرانجام، مخزن هیدروکربن (نفت و گاز ) آب شور را جذب می کند.

سه منشأ را برای آب شور می توان نام برد:

1- جریان بالا با زیر منطقه هیدروکربن

۲- جریان درون منطقه هیدروکربن

۳- جریان ناشی از سیالات تزریقی و اضافه شونده در طی فعالیت های تولید .

 آخرین دسته مذکور، آب تشکيل[[1]](#footnote-2)نامیده شده و به صورت مخلوط با هیدروکربن به سطح می آید[7].

در فعالیت های تولید نفت و گاز، بخار آب به منظور افزایش فشار و بالا بردن سطح راندمان، به چاه تزریق میگردد. هر دو آب تشکیل شده و تزریق شده مخلوطی با هیدروکربن تولید می کنند. پس از استخراج، فرآیندهایی به منظور جداسازی هیدروکربن از سال با آب تولیدی مورد استفاده قرار می گیرد[8[.

پساب تولیدی جهان در حدود ۲۵۰ میلیون بشکه در روز در مقایسه با حدود ۸۰ میلیون بشکه در روز نفت میباشد. به عنوان نتیجه، نسبت پساب به نفت در حدود ۳ به ۱ می باشد. از یک دهه پیش تولید جهانی پساب افزایش یافته است. پساب با به کارگیری میادین قدیمی افزایش و با روش­های مدیریتی بهتر و احداث میادین نفتی جدید کاهش می یابد [10-9]



شکل ‏1–2: پساب تأسیسات نفتی ساحلی و فلات قاره را پس از سال ۱۹۹۰ و

پیش بینی آن در سال ۲۰۱۵ [9].

به دلیل کمبود آب در دنیا تصفیه فاضلاب و بازگرداندن آب مصرف شده به چرخه اهمیت پیدا کرده است. توسعه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مستلزم رفع موانع موجود و ارائه راه‌کارهای جدید و کم هزینه است. قدیمی بودن لوله‌های انتقال و فناوری‌های به کار رفته یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی صنعت تصفیه فاضلاب است. سلامتی انسان: بيماري هاي مسری ناشي از آب، عوامل اصلي میزان گسترش بیماری و مرگ انسان ها در سراسر جهان محسوب می شوند. هدف اصلی این مقاله، بحث در مورد پیشرفت های تکنولوژیکی در تصفیه پساب و فاضلاب شهری است.

در این پروزه سعی شده به سوالات زیر پاسخ داده شود:

1-چه روش­هایی هزینه­ی کمتری در تصفیه پساب دارند.

2-بازده کدام روش­ها بیشتر است.

3-مزایا و معایب انواع روش های تصفیه پساب.

## روش تحقیق

ابتدا به بررسی پساب­های پالایشگاهی و برخی روش های متداول تصفيه آن پرداخته خواهد شد.نحوه تحقیقات و گردآوری مطالب در این پروژه بر پایه کتب و مقالاتی است که گرد­آوری شده و مورد مطالعه قرار گرفته­اند. در این پروژه تحقیقاتی سعی شده است به اساسی ترین نکات مربوط به تصفیه پساب­های پالایشگاهی و انواع آن پرداخته شود و موضوع از همه جهات مورد بررسی قرار بگیرد.

## روش تحقیق

### ابتدا به بررسی پساب­های پالایشگاهی و برخی روش های متداول تصفيه آن پرداخته خواهد شد.نحوه تحقیقات و گردآوری مطالب در این پروژه بر پایه کتب و مقالاتی است که گرد­آوری شده و مورد مطالعه قرار گرفته­اند. در این پروژه تحقیقاتی سعی شده است به اساسی ترین نکات مربوط به تصفیه پساب­های پالایشگاهی و انواع آن پرداخته شود و موضوع از همه جهات مورد بررسی قرار بگیرد.

#  مروری بر تحقیقات

## بخش­ها و مشخصات پساپ پالایشگاهی

اهمیت گاز طیعی و نفت در تمدن مدرن بر کسی پوشیده نیست. با این وجود، مانند بسیاری از فعالیتهای فرآیندهای نفت و گاز مقادیر بزرگی از پساب را که شامل مواد آلی و غیر آلی است در میادین نفتی با صنایع تولید می­کنند . تخلیه پساب تولیدی می­­تواند آبهای سطحی و زیر­زمینی و همچنین خاک را آلوده کند. محدوده مجاز برای نفت و گریس در مورد پسات تولیدی تخلیه شده در استرالیا L / mg۳0 به صورت متوسط روزانه و L/ mg۵۰ لحظه ای می باشد[11] . بر مبنای مقررات آژانس حمایت از محیط زیست ایالات متحده، محدوده ماکزیم روزانه برای نفت و گریس L /mg ۴۲ و محدوده متوسط ماهانهL / mg۲۹ میباشد [12]. متناسب با مواد مهم در محیط زیست، بسیاری از کشورها استانداردهای آیین نامه­ای بسیار سخت گیرانه­ای را در مورد تخلیه پساب تولیدی به اجرا در آوردند . محدوده میانگین ماهانه تخلیه پساب نفت و گریس و نیاز اکسیژن شیمیایی مشخص شده توسط جمهوری خلق چین به ترتیب، L/ mg۱۰ و L / mg ۱۰۰ میباشد [13].

 بر اساس پیمان حفاظت از محیط زیست دریایی آتلانتیک شمال­شرق، محدوده میانگین سالانه برای تخلیه پساب تولیدی به دریا L/ mg۴۰ میباشد.به دلیل اهمیت آلودگی محیط زیست به وسیله پساب های ناشی از صنایع نفت و گاز، به شدت تمرکز روی یافتن روش­های تصفیه­ای که در مورد حذف آلودگی که از لحاظ کارایی و هزینه موثر باشند، افزایش یافته است. به منظور برآوردن شرایط مقررات محیط زیست و همچنین استفاده مجدد و بازیابی پساب تولیدی، بسیاری از محققان بر روی تفیضه پساب تمک­­دار نفتی تمرکز کردند. مقادير نفت و تمک موجود در پساب تولیدی از فعالیت­های صنعتی ساحلی و فلات قاره، می تواند به وسیله روش های مختلف شیمیایی،فیزیکی و بیولوژیکی کاهش یابد[14].

مهم ترین هدف تصفیه این است که :

1) نیاز به آب بر اساس پیش بینی ها تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۵۰% افزایش خواهد داشت و با این وجود40% مناطقی دنیا تا سال ۲۰5۰ کم آب خواهند بود

۲) مخازن آب زیرزمینی به علت افزایش استخراج 3-2% در سال بسیار کم شده اند.

۳) بیش از 2/1 میلیارد از مردم جهان در مناطق کم آب (فراهم بودن آب کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب به ازای هر نفر در سال زندگی می کنند که این موضوع پیشرفت اقتصادی و وضعیت بهداشت را با بحران جدی رو به رو می­کند).

### مشخصات پساب

شناخت طبیعت و ماهیت پساب برای طراحی و به کار گیری تأسیسات جمع آوری، تصفیه و دفع پساب ضروری است و به منظور تعیین مشخصه های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی پساب و تعیین بهترین روش کاهش غلظت مواد آلاینده موجود در پساب، صورت می پذیرد.

####  مشخصات فیزیکی پساپ

مشخصات فیزیکی پساب عبارت اند از :

 1­­. مواد جامد: به آن دسته از موادی اطلاق می شود که پس از تبخير پساب در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سلسیوس باقی می ماند که می تواند شامل مواد شناور، مواد قابل ته نشینی، مواد کلوئیدی و مواد محلول باشد. موادی که دارای فشار بخار قابل توجهی در این دما باشند، در طول تبخیر از بین رفته و به عنوان مواد جامد تلقی نخواهند شد.

 ۲. رنگ: نمایانگر عمر فاضلاب و وضعیت کیفی آن است.

 ٣. بو: معمولا از گازهای حاصل از تجزیه مواد آلی با گازهای محلول در پساب و مواد افزوده شده به آن ناشی می شود.

 ۴. دما: عدم کنترل دمای پساب های صنعتی و خانگی که معمولا به دلیل واکنش های زیست شناختی با افزایش روبه رو است، باعث ایجاد شوک به آبهای پذیرنده پسابها از لحاظ افت شدید اکسیژن محلول موجب مرگ و میر آبزیان شود.

 5. کدورت: برای تعیین کیفیت پسابها و آب های طبیعی از لحاظ مقدار مواد معلق اضافی و کلوئیدی موجود در آنها، به عنوان یک شاخص است.

6.چگالی: به دلیل امکان تشکیل جریان هایی با چگالی بالا در مخازن ته نشینی و در سایر واحدهای تصفیه خانه، از مشخصهای فیزیکی مهم پساب تلقی می شود[6].

####  مشخصات شیمیایی پساب

1.مواد آلی: شامل کربوهیدرات ها، پروتئین ها، پاک کننده ها و آلاينده های درجه اول است. کربوهیدراتها به طور گسترده در طبیعت یافت می شوند و دارای کربن و هیدروژن و اکسیژن می باشند. پروتتئینها اجزای عمده ارگانیسم های حیوانی هستند و به میزان کمتری در گیاهان یافت می شوند. پاک کننده ها با مواد آلی سطحی، مولکولهای آلی بزرگی هستند که تا حدی در آب قابل حل هستند. این مواد اغلب در سطح تماس هوا با آب جمع می شوند و در جریان هوادهی پساب، کف بسیار پایداری را به وجود می آورند.آلودگی فاضلاب­ها بیشتر به واسطه وجود مواد آلی است. مواد آلی موجود در فاضلاب­ها ناپایدار بوده و می­توان آنها را با کمک هوادهی و اکسیداسیون تبدیل به نیتریتها، نیتراتها و فسفاتها نموده و بعد آنها را به صورت مواد ته نشین شده از فاضلاب جدا کرد. برای نشان دادن درجه آلودگی فاضلاب معمولا به جای اینکه مقدار مواد آلی موجود در فاضلاب را اندازه گیری کنند، مقدار اکسیژن لازم برای اکسیداسیون مواد نامبرده را اندازه گیری می کنند. معمولا شدت و ضعف پساب از نظر مواد آلی موجود در آن بر حسب معیارهای زیر سنجیده می شود[6].

الف) اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (BOD[[2]](#footnote-3))

 این معیار مهم ترین ابزار سنجش مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی است که در مورد پساب­ها کاربرد متداول دارد. در این روش مقدار اکسیژن موردنیاز برای اکسیداسیون مواد آلی پساب، توسط باکتری ها به دست می آید. با استفاده از اندازه گیری مقدار اکسیژن موردنیاز، غلظت مواد آلی موجود در پساب که قابل اکسیداسیون باکتریایی است (تجزیه پذیری بیولوژیکی) به دست می آید. مقدار BOD معمولا بر اساس پنج روز در حرارت ۲۰ درجه سلسیوس بیان می گردد که همان اکسیژن مصرف شده در طول اکسیداسیون پساب است[6].

ب) اکسیژن خواهی شیمیایی (COD[[3]](#footnote-4))

 اکسیداسیون پساب توسط یک اکسنده قوی شیمیایی (عموما دی کرومات) در محیط اسیدی و تبدیل مواد آلی به آب و گاز دی اکسید کربن در آزمایشگاه صورت می گیرد.

ج) كل كربن آلی (TOC[[4]](#footnote-5)) این معیار بیانگر کل کربن آلی موجود در پساب است.

۲. مواد غیر آلی: این مواد شامل کلریدها، فلزات سنگین، نیتروژن، ترکیبات غیر آلی سمی، گوگرد و فسفر می باشند.

 ٣. گازهایی که عموما در پساب های تصفیه نشده یافت می شوند عبارت اند از: نیتروژن، اکسیژن، کربن دی اکسید هیدروژن سولفید، آمونياك و متان است [6].

#### مشخصه های بیولوژیکی پساب

#### این مشخصه ها مربوط به تمامی باکتری ها، کلی فرم ها، تخم انگل ها و عوامل بیماری زای موجود در پساب می باشند. موفقیت در تصفیه بیولوژیکی پساب، به عنوان مثال قابلیت تجزیه مواد موجود در فاضلاب با قابلیت ته نشینی آنها، به اجتماع میکرو ارگانیسم های تک سلولی و پرسلولی بستگی دارد.

### منابع آلودگی

منبع اصلی آلودگی ها، مصارف محلی، صنعتی و ضایعات کشاورزی به علاوه آلوده شدن حرارتی، ضایعات روغن و ضایعات رادیو اکتبو[[5]](#footnote-6) می­باشند. ضایعات محلی اغلب درنتیجه مصارف خانگی و مصارف کشاورزی و تا حدی صنعتی می باشند. این مواد تقریبا به طور کامل آلی بوده و توسط عمليات باکتری ها از هم پاشیده شده و به نیترات، فسفات، دی اکسید کربن و آب تبدیل می شوند. عملیات کشاورزی باعث انتقال مقداری مواد غذایی و گیاه کش ها به سیستم آبی می گردند این مواد در زنجیره های غذایی آب های شیرین و شور وارد شده و سبب آلوده کردن منابع آبی می شوند.صنایع یکی دیگر از منابع آلوده کننده محسوب می شوند. ضایعات صنعتی از شست و شوی الیاف شروع و به پسماندهای کارخانه های شیمیایی منتهی می شود. اکثر اوقات این ضایعات منشأ آلی داشته و به شدت قلیایی می باشند.در صنایع غذایی، تهیه مواد غذایی از گوشت، لبنیات و نیشکر به همراه عملیات پخت، تقطیر و کنسرو نمودن مقدار زیادی مواد جانبی آلی به وجود می آورند که به عنوان ضایعات به صورت پساب دور ریخته می­شوند. در صنعت تولید کاغذ، موادی در ضایعات وجود دارد که خورنده به حساب می آیند و به همراه تکه های چوب، پنتاکلروفنل، پنتاکلروفنات سدیم، متیل مرکاپتان وارد آب شده و به صورت پساب خارج می گردند.

صنعت نساجی یک صنعت پیشرو برای بسیاری از کشورها از جمله چین، سنگاپور و انگلیس و ایتالیا و غيره محسوب می گردد. پساب های این صنعت شامل مقادیر زیادی از رنگ ها و سایر مواد شیمیایی آلی می باشند که در نتیجه چالش های زیست محیطی را برای صنعت نساجی به همراه دارد. بخش عمده اینحضور آلاینده های آلی از قبیل رنگ ها، آفت کش ها و غیره در هیدروسفر اب نگرانی هایی درباره آبهای شیرین و شرایط محیط زیست سواحل گرديده است، از طرفی طبعیت بالقوه سرطان زای اکثر این ترکیبات، نگرانی ها را چندین برایر کرده است.

در شیرین سازی گاز طبیعی برای جذب هیدروژن سولفید و کربن دی اکسید از حلال های شیمیایی، حلال های فیزیکی و حلال های فیزیکی شیمیایی استفاده میشود. ولی مرسوم ترین و پرکاربردترین فرآیند، همان فرآیند شیرین سازی گاز با استفاده از آمین ها است. تا آنجایی که تخمین زده می شود امروزه حدود ۹۰ درصد واحدهای شیرین سازی گاز جهان از آمین ها به عنوان حلال استفاده می کنند. یکی از مهم ترین دلایل این استفاده وسیع از آمینها برای شیرین سازی گاز طبیعی، توانایی بالای این مواد در رساندن غلظت گازهای اسیدی در گاز مورد فراورش به سطوح بسیار پایین است [15].

در طی فرایند جذب و دفع شیرین سازی گاز، آلاینده ها (آمین های مصرف شده ) درون سیستم جمع می شوند که باعث کاهش عمده ای در بهره وری و مشکلات عملیاتی با توجه چرخه بسته سیستم می شود؛ بنابراین پسایی که از واحد شیرین سازی گاز می آید اغلب آلوده به محلول های آمینی خام ، محصولات ناشی از تخریب آمینها، نمک های حرارتی پایدار، هیدروکربن های سنگین و ذرات دیگر است. همچنین در طی خاموش کردن و تعمیر تجهیزات، ممکن است حجم زیادی از آلكانو آمینها وارد پساب شوند.

MDEA باعث تحریک و سوزش چشم ها و همچنین خارش و تحریک پوست می شود. عدم حذف این ماده از پساب ، می تواند محیط زیست و اکوسیستم را به خطر بیندازد. پساب محتوی آلکانو آمین ها برای باکتری ها سمی است و برای تصفیه بیولوژیکی مزاحمت ایجاد می کند و با روش های تصفیه معمولی قابل تصفیه نیست.

### مرور کلی بر تصفیه پساب و فاضلاب­ها

بطور کلی، تقریبا از سال 1900 تا اوایل دهه 1970، اهداف تصفیه بدین شرح بودند:

1. حذف مواد معلق و شناور از فاضلاب
2. تصفیه مواد آلی زیست تجزیه پذیر (حذف BOD)
3. از بین بردن میکروارگانیسم های بیماری زا

 از اوایل دهه 1970 تا حدود دهه 1990، در تصفیه فاضلاب به نگرانی های زیبایی شناختی و زیست محیطی توجه می شد. وظایف قبلی کاهش و حذف BOD، مواد جامد معلق و میکروارگانیسم های بیماری زا ادامه داشت، اما در سطوح گسترده تر. حذف مواد مغذی از جمله نیتروژن و فسفر، به ویژه در برخی از آبراهه ها و دریاچه ها، مورد توجه قرار گرفت. برای دستیابی به تصفیه مؤثرتر و گسترده تر فاضلاب به منظور بهبود کیفیت آب های زیرزمینی، اقدامات اساسی در سراسر جهان صورت گرفت. این تلاش به دلیل درک بیشتر در مورد اثرات زیست محیطی ناشی از تخلیه فاضلاب دانش در مورد اثرات نامطلوب طولانی مدت ناشی از تخلیه برخی از ترکیبات خاص موجود در فاضلاب بود. از سال 1990 به دلیل افزایش دانش علمی و گسترش پایگاه اطلاعاتی، در تصفیه فاضلاب به نگرانی های بهداشتی مربوط به مواد شیمیایی سمی و بالقوه سمی که در محیط زیست آزاد می شوند، توجه ویژه ای شد. اهداف بهبود کیفیت آب در دهه 1970 ادامه داشته است، اما تأکیدات به تعریف و حذف ترکیبات سمی و کم مقدار تغییر کرده اند، که احتمالاً باعث ایجاد اثرات طولانی مدت بهداشتی و تأثیرات منفی روی محیط زیست می شود. در نتیجه، در حالیکه اهداف تصفیه اولیه همچنان معتبر هستند، میزان تصفیه لازم موردنیاز بطور قابل توجهی افزایش یافته است. یک سیستم Dewats ( سیستم تصفیه غیرمتمرکز فاضلاب) معمولی شامل تصفیه مقدماتی، تصفیه ثانویه و دفع (یا استفاده از) مواد جامد و آب تصفیه شده است. تصفیه مقدماتی ممکن است در از بین بردن مواد ته نشین شونده به سادگی یک مخزن گنداب باشد (و ارائه روش تصفیه بی هوازی محدود)، که می توان از آن در مناطقی با آب های زیرزمینی زیاد استفاده کرد. اصلاحاتی که در سیستم فوق انجام شده است، تصفیه هوازی فاضلاب را امکان پذیر ساخته و از ورود مواد جامد شناور به تضفیه ثانویه جلوگیری می کند. اگرچه این سیستم ها ارزان هستند و به تعمیر و نگهداری کمی نیاز دارند، اما مستعد خرابی هستند و حتی زمانیکه به طور موثر کار می کنند ممکن است یک جریان ضایعات غنی از عوامل بیماری زا را تصفیه نکنند. سیستم های تصفیه ثانویه، بر اساس صافی های ماسه ای، به طور مؤثری عوامل بیماری زا را در مناطقی که دارای خاک هایی با نفوذپذیری عمیق هستند، از بین می برد، اما در مناطقی با خاک بسیار نفوذ پذیر بی اثر هستند. توجه زیادی به استفاده از سیستم های بیولوژیکی برای از بین بردن نوکلیدهای پرتوزا و فلزات سنگین از محلول ها شده است. مسعود و همکارانش و پارکینسون و تایلر بررسی جامعی را در مورد روش های تصفیه موجود انجام داده اند. در کلیه فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی از توانایی میکروارگانیسم ها در استفاده از مواد تشکیل دهنده فاضلاب به منظور تامین انرژی متابولیسم میکروبی و اجزای سنتز سلولی بهره برداری می شود. این فعالیت متابولیکی آلاینده هایی را که به اندازه مواد اولیه و فرآورده های جانبی متنوع هستند، از بین می برد. محتوای فلزات سمی باقیمانده در تصفیه خانه های فاضلاب بر انتخاب روش حذف مورد استفاده تأثیر می گذارد[16-17].

روش های مختلفی برای تصفیه نهایی استفاده می شود، مانند جذب با استفاده از کربن فعال یا سایر جاذب های مناسب، پس رسوبی، تبادل یونی، اسمز معکوس، تصفیه الکتروشیمیایی و تبخیر [19-18].

**مراجع**

[1] N. L. Nemerow, F. J. Agardy, and J. A. Salvato, Environmental engineering: water, wastewater, soil and groundwater treatment and remediation. Wiley Hoboken, NJ, 2009

[2] G. e. Çapar and Ü. Yetış, "Removal of THM precursors by GAC: Ankara case study," Water Research, vol. 36, no. 5, pp. 1379-1384, 2002

[3] H. Humbert, H. Gallard, H. Suty, and J.-P. Croué, "Natural organic matter (NOM) and pesticides removal using a combination of ion exchange resin and powdered activated carbon (PAC)," Water Research, vol. 42, no. 6-7, pp. 1635-1643, 2008

[4] N. R. F. Machado and V. S. Santana, "Influence of thermal treatment on the structure and photocatalytic activity of TiO2 P25," Catalysis Today, vol. 107, pp. 595-601, 2005.

[5] B. Lin, R. Yamaguchi, M. Hosomi, and A. Murakami, "A new treatment process for photo-processing waste using a sulfur-oxidizing bacteria/granular activated carbon system followed by Fenton oxidation," Water science and technology, vol. 38, no. 4-5, pp. 163-170, 1998.

[6] L.Metcalf., H. P. Eddy, and G. Tchobanoglous. "Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse". McGraw-Hill, ١٩٧٢.

[7] J. Veil, M.G. Puder, D. Elcock, R.J.J. Redweik, A White Paper Describing Produced Water from Production of Crude Oil, Natural Gas and Coal Bed Methane, http://www.netl.doe.gov/publications/oil pubs/prodwaterpaper.pdf ,2004

[8] P. Ekins, R. Vanner, J. Firebrace, Zero emissions of oil in water from offshore oil and gas installations: economic and environmental implications, J. Clean.Prod. 2007

[9] B.Dal Ferro, M. Smith, Global Onshore and Offshore Water Production, http://www.touchoilandgas.com/global-onshore-offshorewater-a7137-1.html, 2007.

[10] Z. Khatib, P. Verbeek, Water to value-produced water management for sustainable field development of mature and green fields, in: SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Kuala Lumpur, Malaysia, 2022 March,2002

[11] J.M. Neff, Bioaccumulation in Marine Organisms: Effect of Contaminants from Oil Well Produced Water, Elsevier, The Netherlands, 2002

[12] http://www.epa.gov [۲].

 [13] G.T. Tellez, N. Nirmalakhandan, J.L. Gardea-Torresdey, Performance evaluation of an activated sludge system for removing petroleum hydrocarbons from oil field produced water, Adv. Environ. Res. 6 ,2002

[14] O.Commission, Report on Discharges Spills and Emissions from Offshore Oil and Gas Installations,http://www.ospar.org/documents/dbase/Publications/p00221offshore%20report%202003.pdf, 2005.

[15] T. K.Mondal,. "Phase Equilibrium Modeling in Gas Purification System." PhD diss., National Institute of Technology Rourkela, 2009

[16] M.A. Massoud, A. Tarhini, J.A. Nasr, Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries, J. Environ. Manage. 90 ,2009

 [17] J. Parkinson, K. Tayler, Decentralized wastewater management in periurbanareasinlow-incomecountries,Environ.Urban.15(1),2003

[18] I.Bakkaloglu,T.J.Butter,L.M.Evison,I.C.Holland,Screeningofvarious types biomass for removal and recovery of heavy metals (Zn, Cu, Ni) by biosorption, sedimentation and desorption, Water Sci.Technol. 38 ,1998

[19] N.Matsumotto,H.Uemoto,H.Saiki,Casestudyofelectrochemicalmetal removal from actual sediment, sludge, sewage and scallop organs and subsequent pH adjustment of sediment for agricultural use, Water Res. 41,2007

[20] IPIECA1 Operations Best Practice Series, “Petroleum refining water/wastewater use and management”. by AECOM, Inc. on behalf of the IPIECA Refinery Water Management Task Force,2010

[21] aquafieldservices.com, 13-03-2014

[22] N. T. Carter, “Desalination and Membrane Technologies: Federal Research and Adoption Issues”, Specialist in Natural Resources Policy, January 8, 2013

[23] C. C.Teodosiu, M. Kennedy, H. A. Van Straten , J. C. Schippers,” Evaluation of secondary refinery effluent treatment using ultrafiltration membranes”, Wat. Res, 1999

[24] P.X.Sheng,Y.-P.Ting,J.P.Chen,Biosorptionofheavymetalions(Pb,Cu, and Cd) from aqueous solutions by the marine alga Sargassum sp. in single- and multiple-metal systems, Ind. Eng. Chem. Res. 46 (8) 2007

[25] J. Todd, B. Josephson, The design of living technologies for waste treatment, Ecol. Eng. 6 ,1996

[26] A. Norström, Treatment of domestic wastewater using microbiological processes and hydroponics in Sweden (Ph.D. thesis), Department of Biotechnology, Royal Institute ofTechnology, Stockholm, Sweden, 2005

[27] J. Zhao, D. Wang, X. Li, Q. Yang, H. Chen, Y. Zhong, et al., An efﬁcient process for wastewater treatment to mitigate free nitrous acid generation and its inhibition on biological phosphorus removal, Sci. Rep. 5 ,2015

[28] Y. Wu, T. Li, L. Yang, Mechanisms of removing pollutants from aqueous solutions by microorganisms and their aggregates: a review, Bioresour. Technol. 107 ,2012

[29] F. Guo, Z.-P. Wang, K. Yu, T. Zhang, Detailed investigation of the microbial community in foaming activated sludge reveals novel foam formers, Sci. Rep. 5 ,2015

[30] A.E. El-Enany, A.A. Issa, Cyanobacteria as a biosorbent of heavy metals in sewage water, Environ. Toxicol. Pharmacol. 8 (2) ,2000

[31] N. Mallick, Biotechnological potential of Chlorella vulgaris for accumulation of Cu and Ni from single and binary metal solutions, World J. Microbiol. Biotechnol. 19 (2003) 695–701.

[32] A.Y. Dursun, The effect of pH on the equilibrium of heavy metal biosorption byAspergillus niger, Fresenius Environ. Bull. 12 (11),2003

[33] K.N. Ghimire, I. Katsutoshi, O. Keisuke, T. Hayashida, Adsorptive separation of metallic pollutants onto waste seaweeds, PorphyraYezoensis and Ulva Japonica, Sep. Sci. Technol. 42 (2007) 2003–2018.

[34] M. Ziagova, G. Dimitriadis, D. Aslanidou, X. Papaioannou, E. Litopoulou-Tzannetaki, M. Liakopoulou-Kyriakides, Comparative study of Cd (II) and Cr(VI) biosorption on Staphylococcus xylosus and Pseudomonas sp, Bioresour. Technol. 98,2007

[35] R.junkins, K.Deeny, Th.Eckoff; The Activated Sludge Process: fundamentals of operation; Ann Arbor,Mich.Science 1983.

[36] Chu, C. P., W. C. Feng, B. V. Chang, C. H. Chou, and D. J. Lee. "Reduction of microbial density level in wastewater activated sludge via freezing and thawing." Water Research ٣٣, no. 16-3532,1999

[37] P. Miretzky, A. Fernandez Cirelli, Fluoride removal from water by chitosan derivatives and composites: a review, J. Fluor. Chem. 132,2011

[38] H.-X. Wu, T.-J. Wang, L. Chen, Y. Jin, Y. Zhang, X.-M. Dou, Granulation of Fe–Al–Ce hydroxide nano-adsorbent by immobilization in porous polyvinyl alcohol for ﬂuoride removal in drinking water, PowderTechnol. 209 ,2011

[39] Metcalf & Eddy Inc; Wastewater Eengineering, disposal & resue, 4th edition; Mc Graw Hill; New York 2003.

[40] J. He, J.P. Chen, A comprehensive review on biosorption of heavy metals by algal biomass: materials, performances, chemistry, and modelling simulation tools, Bioresour. Technol. 160,2014

[41] S.S. Ahluwalia, D. Goyal, Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater, Bioresour. Technol. 98,2007

[42] K. Vijayaraghavan, J. Jegan, K. Palanivelu, M. Velan, Biosorption of copper, cobalt and nickel by marine green alga Ulva reticulata in a packed column, Chemosphere 60,2005

[43] B. Singh, S. Gaur, V.K. Garg, Fluoride in drinking water and human urine in Southern Haryana, India, J. Hazard. Mater. 144,2007

[44] N. Ahalya, R.D. Kanamadi, T.V. Ramachandra, Biosorption of chromium (VI) from aqueous solutions by the husk of Bengal gram (Cicer arientinum), Electron. J. Biotechnol. 8 (3),2005

[45] W.Z.Wang,R.Wang,C.Zhang,S.Lu,T.X.Liu,Synthesis,characterization and self-assembly behavior in water as ﬂuorescent sensors of cationic water-soluble conjugated polyﬂuorene-b-poly (N-isopropyl acrylamide) diblock copolymers, Polymer (Guildf.) 50,2009

[46] K. Vijayaraghavan, J. Jegan, K. Palanivelu, M. Velan, Biosorption of copper, cobalt and nickel by marine green alga Ulva reticulata in a packed column, Chemosphere 60,2005

[47] L. Deng, Y. Zhang, J. Qin, X. Wang, X. Zhu, Biosorption of Cr(VI) from aqueous solutions by nonliving green algae Cladophora albida, Miner. Eng. 22 (4),2009

[48] T.A. Davis, B. Volesky, A. Mucci, A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae, Water Res. 37 ,2003

[49] R.H.S.F. Vieira, B. Volesky, Biosorption: a solution to pollution?, Int. Microbiol. 3,2000

[50] H. Javadian, M. Ahmadi, M. Ghiasvand, S. Kahrizi, R. Katal, Removal of Cr(VI) by modiﬁed brown algae Sargassum bevanom from aqueous solution and industrial wastewater, J. Taiwan Inst. Chem. Eng. 44 (6) ,2013

[51] M. Harja, G. Buema, L. Bulgariu, D. Bulgariu, D.M. Sutiman, G. Ciobanu, Removal of cadmium(II) from aqueous solution by adsorption onto modiﬁed algae, Korean J. Chem. Eng. 32 (9),2015

[52] S. Ghorbanzadeh Mashkani, P. Tajer Mohammad Ghazvini, Biotechnological potential ofAzolla ﬁliculoides for biosorption of Cs and Sr: application of Micro-PIXE for measurement of biosorption, Bioresour. Technol. 100 (6),2009

[53] S. Zakhama, H. Dhaouadi, F. M’Henni, Nonlinear modelisation of heavy metal removal from aqueous solution using Ulva lactuca algae, Bioresour. Technol. 102 (2),2011

[54] A. El Nemr, A. El-Sikaily, A. Khaled, O. Abdelwahab, Copper sorption onto dried red alga Pterocladia capillacea and its activated carbon, Chem. Eng. J. 168 (2),2011

[55] U. Soltmann, S. Matys, G. Kieszig, W. Pompe, H. Bottcher, Algae-silica hybrid materials for biosorption of heavy metals, JWARP. 2 (2),2010

[56] H.J. Cho, K. Baek, J.-K. Jeon, S.H. Park, D.J. Suh, Y.-K. Park, Removal characteristics of copper by marine macro-algae-derived chars, Chem. Eng. J. 217 ,2013

[57] C.Daniel,D.Alfano,V.Venditto,S.Cardea,E.D.Reverchon,E.Larobina, Aerogels with a microporous crystalline host phase, Adv. Mater. 17 ,2005

[58] G. Vidal, M.C. Diez, Methanogenic toxicity and continuous anaerobic treatment of wood processing efﬂuents, J. Environ. Manage. 74,2005

[59] Z. Liu, Y. Kanjo, S. Mizutani, Removal mechanisms for endocrine disrupting compounds (EDCs) in wastewater treatment – physical means, biodegradation, and chemical advanced oxidation: a review, Sci. Total Environ. 407 (2),2009

[60] X. Ye, X. Guo, X. Cui, X. Zhang, H. Zhang, M.K. Wang, et al., Occurrence and removal of endocrine-disrupting chemicals in wastewater treatment plants in theThree Gorges Reservoir area, Chongqing, China, J. Environ. Monit. 14,2012

[61] G.C. Campbell, E.S. Borglin, F.B. Green, A. Grayson, E. Wozei, T.W. Stringfellow, Biologically directed environmental monitoring, fate, and transport of estrogenic endocrine disrupting compounds in water: a review, Chemosphere 65,2006

[62] Y. Zhang, J.L. Zhou, Occurrence and removal of endocrine disrupting chemicals in wastewater, Chemosphere 73,2008

[63] P. Westerhoff, Y. Yoon, S. Snyder, E. Wert, Fate of endocrine-disruptor, pharmaceutical, and personal care product chemicals during simulated drinking water treatment processes, Environ. Sci.Technol. 39 (17),2005

[64] D. Balabanic, D. Hermosilla, N. Merayo, A.K. Klemencic, A. Blanco, Comparison of different wastewater treatments for removal of selected endocrine-disruptors from paper mill wastewaters, J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng. 47 (10),2012

[65] C.E. Gattullo, A. Traversa, N. Senesi, E. Loffredo, Phytodecontamination of the endocrine disruptor 4-nonylphenol in water also in the presence of two natural organic fractions, Water Air Soil Pollut. 223 ,2012

[66] O.Gulnaz,S.Dincer,BiodegradationofbisphenolAbyChlorellavulgaris and Aeromonas hydrophila, J. App. Bio. Sci. 3 (2) ,2009

[67] G.-J. Zhou, G.-G. Ying, S. Liu, L.-J. Zhou, Z.-F. Chen, F.-Q. Peng, Simultaneous removal of inorganic and organic compounds in wastewater by freshwater green microalgae, Environ. Sci. 16,2014

[68] H. Mahdavi, V. Prasad, Y. Liu, A.C. Ulrich, In situ biodegradation of naphthenic acids in oil sands tailings pond water using indigenous algae–bacteria consortium, Bioresour. Technol. 187,2015

[69] J. De la Noüe, N. De Pauw, The potential of microalgal biotechnology.A review of production and uses of microalgae, Biotechnol. Adv. 6,1988

[70] D.M. Mahapatra, H.N. Chanakya, T.V. Ramachandra, Bioremediation and lipid synthesis through mixotrophic algal consortia in municipal wastewater, Bioresour. Technol. 168 ,2014

[71] I. Udom, H.B. Zaribaf, T. Halfhide, B. Gillie, O. Dalrymple, Q. Zhang, et al., Harvesting microalgae grown on wastewater, Bioresour. Technol. 139,2013

[72] A. Zhu, J. Guo, B.-J. Ni, S. Wang, Q. Yang, Y. Peng, A novel protocol for model calibration in biological wastewater treatment, Sci. Rep. 5,2015

[73] S. Atkinson, S.F. Thomas, P. Goddard, R.M. Bransgrove, P.T. Mason, A. Oak, et al., Swirl ﬂow bioreactor coupled with Cu-alginate beads, a system for the eradication of coliform and Escherichia coli from biological efﬂuents, Sci. Rep. 5,2015

[74] D.W. Kolpin, E.T. Meyer, M. Thurman, S.D. Zaugg, L.B. Barber, H.T. Buxton, Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999–2000: a national reconnaissance, Environ. Sci. Technol. 36 (6),2002

[75] K.B. Chekroun, E. Sánchez, M. Baghour, The role of algae in bioremediation of organic pollutants, Int. Res. J. Public Environ. Health. 1 (2),2014

[76] N. Abdel-Raouf, A.A. Al-Homaidan, I.B.M. Ibraheem, Microalgae and wastewater treatment, Saudi J. Biol. Sci. 19 (3),2012

[77] S.Renou, J. G. Givaudan, S. Poulain, F. Dirassouyan, and P. Moulin. "Landfill leachate treatment: Review and opportunity." Journal of hazardous materials 150, no 493-468,2008

[78] A .Baban , A. Yediler, D. Lienert, N. Kemerdere, and A. Kettrup. "Ozonation of high strength segregated effluents from a woollen textile dyeing and finishing plant." Dyes and pigments 58, no. 2,93-98,2003

[79] M.Tzitzi,D. V. Vayenas, and G. Lyberatos. "Pretreatment of textile industry wastewaters with ozone." Water Science & Technology 29, no. 9160-151,1994.

[80] J. L.De Morais, P. P. Zamora. "Use of advanced oxidation processes to improve the biodegradability of mature landfill leachates." Journal of Hazardous Materials 1864-181,2005

[81] R. Shokouhi, L. Ebrahimzadeh, A. R. Rahmani, S. J. A. D. Ebrahimi, M. R.Samarghandi. "Comparison of the advanced oxidation processes in phenol degradation in laboratory scale." Water and Wastewater ,2010

[82] C.Gottschalk, , J. A. Libra, and A. Saupe. "Ozonation of water and waste water: A practical guide to understanding ozone and its applications". John Wiley & Sons, 2009

[83]Tech commentary, "Advanced oxidation processes for treatment of industrial wastewater ", An EPRI Community Environmental Center Publ. No. ١, 1996

[84] K .Koike, M. Nifuku, K. Izumi, S. Nakamura, S. Fujiwara, and S. Horiguchi. "Explosion properties of highly concentrated ozone gas." Journal of loss prevention in the process industries 18, no. 468-465 ,2005

[85] J. W .Choi, H. K. Song, W. Lee, K. K. Koo, C. Han, and B. K. Na. "Reduction of COD and color of acid and reactive dyestuff wastewater using ozone." Korean Journal of Chemical Engineering 21, no. 2 403-398,2004

[86] M.Hautaniemi , J. Kallas, R. Munter, and M. Trapido. "Modelling of chlorophenol treatment in aqueous solutions. ١. Ozonation and ozonation combined with UV radiation under acidic conditions." 282-259,1998

 [87] S.Wang, F. Shiraishi, and K. Nakano. "A synergistic effect of photocatalysis and ozonation on decomposition of formic acid in an aqueous solution." Chemical Engineering Journal ٨٧, no. 2,271-261,2002

[88] H .Paillard, R. Brunet, and M. Dore. "Optimal conditions for applying an ozonehydrogen peroxide oxidizing system." Water Research ٢٢, no. 1 103-98,1998

[89] S.Cortes, J.Sarasa, P.Ormad, R.Gracia, and J.Ovelleiro, "Comparative efficiency of the systems O٣/high pH and O٣/CAT for the oxidation of chlorobenzenes in water", In Proc. Int. Reg. Conf. Ozonation and AOPs in Water Treatment, September ٢٣-٢٥, Poitiers, France, 1998

 [90] N.Karpel Vel Leitner, F. Delanoe, B. Acedo, F. Papillault and B. Legube "Catalytic ozonation of succinic acid in aqueous solution: A kinetic approach”, In Proc. Int. Reg.Conf. Ozonation and AOPs in Water Treatment, September ٢٣-٢٥, Poitiers, France, 1998

[91] B. Legube, B. Delouane, N. Karpel Vel Leitner and F. Luck"Catalytic ozonation of salicylic acid in aqueous solution: Efficiency and mechanisms", In Proc. Reg. Conf. Ozone, UV-light, AOPs Water Treatm., September 24-26, Amsterdam, Netherlands, 1996

[92] H .Paillard, M. Dore, and M. M. Bourbigot. "Prospects concerning applications of catalytic ozonation in drinking water treatment." In Proc. ١٠th Ozone World Congress, vol. ١,. Paris, France: Intl. Ozone Assoc., European-African Group. pp. ٣١٣-٣٢٩, 1991

1. Produced Wate [↑](#footnote-ref-2)
2. Biochemical Oxygen Demand [↑](#footnote-ref-3)
3. Chemical Oxygen Demand [↑](#footnote-ref-4)
4. Total organic carbon [↑](#footnote-ref-5)
5. Radioactive [↑](#footnote-ref-6)