



دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی شیمی (پیشرفته)

حذف گازوئیل از آبهای آلوده، توسط جذب با خاک طبیعی

توسط

حسین کوتیان نژاد

استادان راهنما:

دکتر داریوش مولا

دکتر پیمان کشاورز

آذر ماه ۱۳۹۱

به نام خدا

حذف گازوئیل از آبهای آلوده، توسط جذب با خاک طبیعی

به وسیله ی:

حسین کوتیان نژاد

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

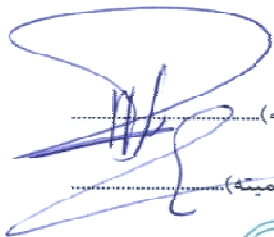
مهندسی شیمی - مهندسی شیمی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

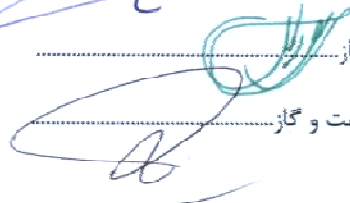
ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی



دکتر داریوش مولا، استاد بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز (رئیس کمیته).....

دکتر بیجان کشاورز، استادیار بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز (رئیس کمیته).....

دکتر نصیر مهرانبد، استادیار بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز.....



دکتر فریدون اسماعیل زاده، دانشیار بخش مهندسی شیمی نفت و گاز.....

آذر ماه ۱۳۹۱

به نام خدا

اینجانب حسین کوتیان نژاد دانشجوی رشته مهندسی شیمی دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز اظهار می‌کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاورد های آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.



نام و نام خانوادگی: حسین کوتیان نژاد

تاریخ و امضاء: ۹۱/۹/۶

سپاسگزاری

خدا را سپاس می‌گوییم که این مرحله از تحقیق را به پایان رساندیم. از اساتید گرانقدر، جناب آقای دکتر داریوش مولا و آقای دکتر پیمان کشاورز که در انجام این پروژه از راهنمایی‌های ایشان بهره‌فراوان برده‌ام، کمال تشکر و قدردانی را دارم. سپاس صمیمانه خود را تقدیم جناب آقای مهرانبد و آقای دکتر فریدون اسماعیل زاده که وقت گرانبهایشان را صرف ارائه هر چه بهتر این پژوهش نمودند، می‌نمایم. بر خود لازم می‌دانیم از همکاری سرکار خانم مهندس کبری صالحی، دانشجوی محترم دکتری دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه شیراز که وقت ارزشمند خود را صرف ارائه هر چه بهتر این پژوهش نموده‌اند تشکر نماییم.

چکیده

حذف گازوئیل از آبهای آلوده، توسط جذب با خاک طبیعی

به وسیله ی:

حسین کوتیان نژاد

در این مطالعه جذب گازوئیل از آب های آلوده به وسیله سه نمونه خاک طبیعی بررسی شده است. نتایج ابتدایی جذب گازوئیل به وسیله این خاک ها نشان می دهند که یکی از خاک های طبیعی بسیار جاذبتر از دو خاک دیگر است و به سبب قدرت جذب بالا، ارزانی و همچنین در دسترس بودن این جاذب، آن را سوپر خاک جاذب (super adsorbent clay به اختصار SAC) نامیده ایم. نتایج جذب گازوئیل به وسیله جاذب SAC نشان می دهد که ۰/۳ گرم از این خاک توانایی جذب ۱۰۰۰ ppm گازوئیل موجود در ۵۰ میلی لیتر آب را تا حد کمتر از ۱۰ ppm دارد. سه خاک طبیعی مورد آنالیز X-ray diffraction (XRD) قرار گرفته اند و نتایج نشان می دهند که جاذب SAC عمدتاً از اکسید سرب تشکیل شده است (PbO)، اکسید سرب در جاذب SAC سایت های جاذب فعالی را محیاء کرده که این سایت ها عامل جذب گازوئیل هستند. عملکرد جذب SAC در شرایط مختلف دمایی (۲۰-۶۰ درجه سانتی گراد)، pH (۳-۱۲)، زمان اختلاط (۲/۵ تا ۳۰ دقیقه) سرعت اختلاط (۵۰ rpm-۶۰۰ rpm) و مقادیر مختلف SAC (۰/۱ تا ۱ گرم) برای جذب گازوئیل، بنزین و نفت خام بدست آمده است. نتایج نشان می دهد سرعت و زمان اختلاط فاکتور های مهمتری نسبت به سایر فاکتور ها هستند. مدل های ایزوترم برای جذب گازوئیل توسط جاذب SAC به کار برده شده و مشخص گردید که ایزوترم فرندلیچ می تواند پیش بینی بهتری از جذب را داشته باشد. سر انجام جاذب اشباع شده با گازوئیل برای چهار دما به منظور احیا مورد بررسی قرار گرفته که نتایج نشان می دهد در زمان کمتر از ۸ دقیقه و دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد جاذب SAC به طور کامل احیا و قابل استفاده مجدد می باشد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- گازوئیل چیست؟
۳	۲-۱- روش های انتشار گازوئیل
۳	۳-۱- خطرات آلودگی گازوئیل
۴	۴-۱- روش های حذف گازوئیل از آب ها
۵	۱-۴-۱- استفاده از اشعه های پر انرژی
۵	۲-۴-۱- میکروبی
۵	۳-۴-۱- گرمایی
۵	۴-۴-۱- فیلتراسیون
۶	۵-۴-۱- جذب
۶	۱-۵-۴-۱- کرین فعال
۶	۲-۵-۴-۱- هوا
۷	۳-۵-۴-۱- خاک
۸	فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده
۱۲	فصل سوم: روش انجام کار
۱۳	۱-۳- دستگاه اندازه گیری
۱۴	۲-۳- مواد و تجهیزات
۱۶	۳-۳- دستگاه اسپکتروفوتومتر
۱۷	۱-۳-۳- پیدا کردن طول موج مواد نفتی در دستگاه اسپکتروفوتومتر
۱۷	۴-۳- آنالیز خاک های جاذب
۱۸	۱-۴-۳- آنالیز خاک های طبیعی توسط دستگاه XRD

۱۸	۳-۴-۲- اسپکتروفوتومتری جذب اتمی (AAS)
۱۸	۳-۴-۳- دانسیته خاک های طبیعی
۱۹	۳-۴-۴- سایز ذرات
۱۹	۳-۵-۵- روش انجام آزمایش های جذب مواد نفتی در سیستم بسته
۲۰	۳-۵-۱- اثر دما بر جذب
۲۰	۳-۵-۲- اثر pH بر جذب
۲۰	۳-۵-۳- اثر مقدار SAC بر جذب
۲۱	۳-۵-۴- اثر زمان تماس بر جذب
۲۱	۳-۵-۵- اثر دور همزن بر جذب
۲۱	۳-۵-۶- اشباعیت SAC
۲۱	۳-۶-۶- اثر سایر پارامترها بر میزان جذب گازوئیل توسط SAC
۲۲	۳-۶-۱- اثر مواد شوینده موجود در آب
۲۲	۳-۶-۲- اثر میزان گازوئیل در آب
۲۲	۳-۶-۳- اثر نوع گازوئیل
۲۲	۳-۷-۷- جذب گازوئیل در برج بستر ثابت پر شده با SAC
۲۳	۳-۷-۱- اثر ارتفاع برج بر میزان جذب
۲۴	۳-۷-۲- اثر دبی آب آلوده ورودی به برج
۲۴	۳-۸-۸- احیای خاک
۲۴	۳-۹-۹- نحوه جداسازی جاذب از محلول

فصل چهارم: نتایج، بحث و پیشنهادها

۲۵	
۲۶	۴-۱- نتایج جذب گازوئیل در سیستم بسته توسط سه خاک جاذب طبیعی
۳۰	۴-۲- XRD خاک های طبیعی و نتایج حاصل از آن
۳۲	۴-۳- آنالیز جاذب SAC از نظر دانسیته، تخلخل، ترکیب درصد عناصر
۳۳	۴-۴- نتایج جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۳۳	۴-۴-۱- اثر زمان
۳۴	۴-۴-۲- اثر دما
۳۵	۴-۴-۳- اثر pH
۳۶	۴-۴-۴- اثر دور همزن
۳۷	۴-۴-۵- اثر غلظت اولیه ی گازوئیل در محلول
۳۸	۴-۴-۶- اثر سایز ذرات جاذب

۳۹	۴-۴-۷- اثر نوع گازوئیل
۳۹	۴-۴-۸- اثر مواد شوینده در محلول
۴۱	۴-۵-۵- نتایج جذب گازوئیل در سیستم پیوسته توسط برج جذب پر شده با جاذب SAC
۴۱	۴-۵-۱- اثر ارتفاع برج بر میزان جذب گازوئیل
۴۲	۴-۵-۲- اثر دبی جریان ورودی بر میزان جذب گازوئیل
۴۳	۴-۶-۱- ایزوترم های جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۴۵	۴-۷-۱- احیای جاذب SAC اشباع شده با گازوئیل
۴۹	۴-۸-۱- جذب نفت خام و بنزین توسط جاذب SAC
۴۹	۴-۸-۱- اثر زمان در جذب
۵۰	۴-۸-۲- اثر مقدار خاک در میزان جذب
۵۲	۴-۸-۳- اثر دما
۵۳	۴-۸-۴- اثر PH در میزان جذب
۵۴	۴-۹-۱- حلالیت SAC در آب

۵۵ نتیجه گیری

۵۶ فهرست منابع و مآخذ

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان و شماره
۱۹	جدول شماره ۱-۳: دانسیته الکل اتیلیک در دماهای مختلف
۳۲	جدول شماره ۱-۴: نتایج آنالیز جاذب SAC توسط دستگاه اسپکتروفوتومتری جذب اتمی
۳۹	جدول شماره ۲-۴: اثر سایز ذرات بر میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۳۹	جدول شماره ۳-۴: اثر نوع گازوئیل بر میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۴۸	جدول شماره ۴-۴: بررسی قدرت جذب خاک SAC احیا شده در دماهای مختلف

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان و شماره

۱۴	شکل شماره ۱-۳: خاک های جاذب طبیعی: A جاذب SAC، B خاک جاذب دوم و C خاک جاذب سوم
۱۵	شکل شماره ۲-۳: دستگاه اسپکتروفوتومتر
۱۵	شکل شماره ۳-۳: دستگاه تنظیم دور همزن
۱۶	شکل شماره ۴-۳: دستگاه pH متر
۱۶	شکل شماره ۵-۳: تصویر کلی از برج جذب
۲۳	شکل شماره ۶-۳: برج های جذب با ارتفاع های ۱۰، ۵ و ۱۵ سانتی متری
۲۳	شکل شماره ۷-۳: نحوه بسته شدن برج جذب درون سیستم
۲۶-۲۸	شکل شماره ۱-۴: میزان جذب گازوئیل توسط مقادیر مختلف از خاک های جاذب
۲۸-۲۹	شکل شماره ۲-۴: میزان تصفیه آب آلوده به گازوئیل توسط خاک های جاذب
۳۰-۳۱	شکل شماره ۳-۴: الگوی خاک های جاذب ترسیم شده توسط دستگاه XRD
۳۲	شکل شماره ۴-۴: عکس جاذب SAC توسط میکروسکوپ
۳۳	شکل شماره ۵-۴: تماس جاذب و آلودگی در سیستم بسته
۳۴	شکل شماره ۶-۴: اثر زمان بر میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۳۵	شکل شماره ۷-۴: اثر زمان بر میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۳۶	شکل شماره ۸-۴: اثر pH بر میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۳۷	شکل شماره ۹-۴: اثر دور همزن بر میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC
۳۸	شکل شماره ۱۰-۴: اثر غلظت اولیه گازوئیل در میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC

عنوان و شماره

صفحه

- شکل شماره ۴-۱۱: اثر مواد شوینده بر میزان جذب گازوئیل توسط جاذب SAC ۴۰
- شکل شماره ۴-۱۲: اثر ارتفاع برج بر میزان جذب گازوئیل در دبی های مختلف ۴۱
- شکل شماره ۴-۱۳: اثر دبی جریان ورودی به برج بر میزان جذب گازوئیل ۴۲
- شکل شماره ۴-۱۴: ایزوترم لنگمور ۴۴
- شکل شماره ۴-۱۵: ایزوترم فرندلیچ ۴۴
- شکل شماره ۴-۱۶: مقایسه ایزوترم های لنگمور و فرندلیچ با داده های تجربی ۴۵
- شکل شماره ۴-۱۷: احیای خاک جاذب SAC در دماهای مختلف ۴۶-۴۸
- شکل شماره ۴-۱۸: اثر زمان بر میزان جذب نفت خام و بنزین توسط جاذب SAC ۴۹-۵۰
- شکل شماره ۴-۱۹: اثر مقدار جاذب SAC بر میزان جذب نفت خام و بنزین ۵۱
- شکل شماره ۴-۲۰: اثر دما بر میزان جذب نفت خام و بنزین توسط جاذب SAC ۵۲
- شکل شماره ۴-۲۱: اثر pH بر میزان جذب نفت خام و بنزین توسط جاذب SAC ۵۳

فصل اول

مقدمه

امروزه آلودگی محیط زیست یکی از بزرگترین خطرات برای زندگی انسان ها تلقی می شود. این آلودگی ها به دو صورت طبیعی و مصنوعی ایجاد می شوند. در روش طبیعی پدیده های طبیعی نظیر: طوفان، سیل، آتشفشان، آتش سوزی و غیره عامل آلودگی هستند، در حالی که در روش های مصنوعی آلودگی ها به طور مستقیم و غیر مستقیم توسط انسان ها ایجاد می شوند. برخی از آلودگی های مصنوعی عبارتند از: ورود فاضلاب های شهری و صنعتی به درون رودخانه ها، ورود دود خودروها و کارخانه ها به هوا، قطع بی رویه درختان، ریختن زباله ها به منابع آبی و غیره [۱].

آلودگی های محیط زیست به سه بخش کلی آلودگی های آب، هوا و خاک تقسیم می شوند [۲]. در این میان، آلودگی ها در هوا و آب به دلیل سیال بودن محیط آلوده شده، به سرعت منتشر شده و سبب آلودگی محیط های پاک می شوند. آلودگی آب در مقایسه با آلودگی هوا پایدارتر است و اثر بالاتری بر سلامت انسان ها دارد، از اینرو آلودگی آبها مورد توجه بیشتری قرار گرفته است [۳].

آنها توسط بسیاری از آلاینده ها نظیر مواد نفتی، مواد شوینده، حلال ها و مواد شیمیایی و معدنی آلوده می شوند. از بین این آلاینده ها بیشترین آلودگی اختصاص به مواد نفتی دارد که سالیانه حدود ۱۰ میلیون تن در دنیا به بیرون ریخته می شود [۴]. مواد نفتی بر اساس نقطه جوش در پالایشگاه ها جداسازی می شوند و محصولات سوختی نظیر نفت سفید، بنزین، گازوئیل و غیره را تولید می کنند. گازوئیل که یکی از این محصولات است، به دلیل ارزان تر بودن نسبت به بعضی سوخت ها، انفجاری نبودن در حالت معمولی و ایجاد انرژی بالا بر اثر احتراق بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۵، ۶].

۱-۱- گازوئیل چیست؟

گازوئیل از تقطیر جزئی نفت خام در دمای بین ۲۰۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی گراد در فشار اتمسفری حاصل می شود که دارای هیدروکربن هایی با طول زنجیره ای ۸ تا ۲۱ کربن هستند [۷]. گازوئیل معمولی از ۷۵ درصد هیدروکربن های اشباع (عمدتاً پارافین های نرمال، ایزو و سیکلو پارافین ها) و ۲۵ درصد سیکلو هیدروکربن ها (شامل نفتالن ها و الکیل بنزن ها) تشکیل شده است. فرمول شیمیایی برای گازوئیل معمولی به صورت $C_{12}H_{23}$ است که به صورت تقریبی برای رنج هیدرو کربن های $C_{10}H_{20}$ تا $C_{15}H_{28}$ تعیین شده است [۷].

فراربت، کیفیت احتراق (با عدد ستان^۲ بیان می شود) ویسکوزیته، مقدار سولفور و درصد ترکیبات آروماتیک از ویژگی های مهم گازوئیل ها هستند. عدد ستان بسیار شبیه به عدد اکتان است. عدد ستان نشان دهنده ی درصد حجمی بهترین کیفیت سوختن (C₁₆H₃₄) به کمترین کیفیت احتراق (C₁₁H₁₀) است. گازوئیل ها دارای انواع مختلفی هستند [۷] که در اینجا دو نوع آن آورده شده است.

نوع اول: سوپر دیزل ها^۳، عموماً از هیدروکربن های سنگین تحت دمای کم و فشار بالا تهیه می شوند که عدد ستان آنها بالای ۴۵ و نقطه ی جوش آنها بین ۱۸۲ تا ۳۱۶ درجه سانتی گراد است و برای اتومبیل های خیلی سریع، کامیون ها و اتوبوس ها استفاده می شوند [۷].

نوع دوم: این نوع گازوئیل محدوده وسیعتری نسبت به نوع اول دارد و ممکن است از مخلوط کردن نفتا، نفت چراغ، نفت سفید و نفت کراک شده تهیه شود. برخی از ویژگی های محدود کننده این نوع گازوئیل، نقطه فلش^۴ (۵۲ درجه سانتی گراد)، درصد سولفور (حداکثر ۰/۵ درصد) رنج تقطیر و عدد ستان (حداقل ۴۰) است [۷].

۱-۲- روش های انتشار گازوئیل

گازوئیل یکی از مهمترین انرژی های حمل و نقل در سراسر دنیا به حساب می آید [۵، ۶]. گازوئیل به دلیل مصرف بالایی که در دنیا دارد، به طور مداوم تولید، ذخیره، انتقال و مورد مصرف قرار می گیرد [۴، ۱]. در طی این مراحل گازوئیل زیادی به شیوه های مختلف نظیر: تخلیه برج تقطیر در مرحله توقف عملیات^۵، ریختن مواد نفتی در مرحله استخراج از کف دریا، نشستی از مخازن گازوئیل در پالایشگاه، ماشین های حمل سوخت و کشتی ها، هدر رفتن مقدار زیادی گازوئیل در بارگیری به کشتی ها و ماشین ها و قاچاق سوخت وارد منابع آب می شود [۱].

۱-۳- خطرات آلودگی گازوئیل

گازوئیل شامل چندین مواد سمی شامل اتیل بنزن، بنزن و تولوئن است [۷]. همچنین شامل پلی سیکلیک آروماتیک هیدروکربن ها (PAHS) است. بنزن و PAHS هر دو با هم عامل سرطان هستند [۹، ۸]. اخیراً کشف شده است که گازوئیل بسیار زیاد برای افزایش فراکینگ سیال استفاده می شود. فراکینگ یک ترم برای توصیف تزریق آب و گازوئیل برای جلوگیری از احتراق درون کانال زنی و حفر چاه است.

-
- 2- Cetane number
 - 3- Super diesel foul
 - 4- Flash point
 - 5- Shut down

آب آلوده به گازوئیل و مواد سمی باعث می شود هر شخص که از آن آب مصرف کند مسموم شود. تماس با پوست باعث تحریک پوست و آزار دهنده است. در حالتی که بخار آن آثار مختلف دیگری مانند: مشکلات تنفسی و تهوع و استفراغ، بالا بردن فشار خون و سر درد، از دست دادن تعادل و اختلال حواس را به دنبال دارد [۱۰].

استفاده از اتومبیل های با سوخت دیزل، علاوه بر اقتصادی بودن سوخت، مقدار کمتری گاز گلخانه ای نیز تولید می کنند. اقتصادی بودن استفاده از سوخت دیزل، به انرژی حاصل از آن و همچنین ماهیت خود اتومبیل بستگی دارد [۵، ۶]. سوخت دیزل مقدار زیادی سولفور دارد، به همین علت استفاده از کاتالیست در اگزوز وسایل نقلیه برای کاهش سولفور ناشی از سوخت دیزل بسیار مهم است. باران اسیدی و عوارض بیولوژیکی از مهمترین عوارض آلودگی سولفور محسوب می شوند [۱۰].

گازوئیل ریخته شده بر کف جاده ها و خیابان ها تا مدت زیادی در آنجا باقی می ماند و پس تبخیر فازهای سبک مواد لغزنده ای بر روی جاده ها باقی می ماند و عامل بسیاری از تصادفات جاده ای خواهد بود. گازوئیل موجود در آبها به خرچنگ ها و دیگر رده های سخت پوستان آسیب می رساند، دمای قابل تحمل را برای آنها کاهش می دهد و به گیاهان و جانوران نظیر پلانکتون ها، ماهی ها و میکروارگانیسم های کوچک دریایی آسیب می رساند [۱۰]. گازوئیل جلبکهای خوراکی دریایی را سمی می کند، چرخه ها و زنجیره غذایی را مختل می کند، همچنین پرندگانی را که در گازوئیل شناور هستند نیز آسیب می بینند. استفاده از آبهای آلوده به گازوئیل برای مصارف کشاورزی باعث مرگ گیاهان شده و وارد شدن آن به آب شرب باعث اختلال در سیستم گوارشی، مسمومیت و حتی مرگ انسان ها می شود [۳].

۱-۴- روش های حذف گازوئیل از آب ها

مواد نفتی موجود در پساب ها به روش های طبیعی از قبیل: تبخیر شدن از سطح آب، حل و پراکنده شدن درون آب، تجزیه شدن به وسیله اشعه ی تابشی خورشید، تجزیه شدن به وسیله باکتری های موجود در آب، جذب شدن روی مواد جامد موجود در آب، ته نشین شدن و غیره از آب جدا می شوند [۱۱، ۱۲]. اما متأسفانه مقدار آلودگی ها به حدی زیاد است که روش های طبیعی پاسخگوی تصفیه ی آنها از مواد نفتی نیستند. علاوه بر این محققان متوجه شدند که در تجزیه مواد نفتی به وسیله ی طبیعت، مواد نفتی کم خطر به مواد نفتی خطرناکتری نظیر، آروماتیک ها، آلفاتیک ها، بنزن ها، اسید های نفتالی، الکل ها، فنول و آلفاتیک کتون ها تبدیل می شوند [۸، ۹، ۱۳]. به همین دلیل محققان به فکر روش های مصنوعی زیر افتادند:

۱. استفاده از اشعه های پر انرژی
۲. میکروبی
۳. گرمایی
۴. فیلتراسیون
۵. جذب

۱-۴-۱- استفاده از اشعه های پر انرژی

در این روش از اشعه های پر انرژی نظیر: مافوق بنفش (UV) و تشعشعات میکروویو (MW) جهت فرآیند های اکسیداسیون استفاده می شود. از این روش برای تجزیه مواد آلی و معدنی استفاده می شود [۱۴]. در سال های اخیر استفاده از این روش به سرعت جهت تبدیل مواد آلاینده به مواد غیر سمی گسترش یافته است [۱۵].

این روش بر پایه تولید رادیکال های آزاد فعال مخصوصا هیدروکسیل استوار است. هیدروکسیل یک واکنش دهنده بسیار قوی بوده و باعث واکنش سریع با اغلب مواد آلی می گردد. از معایب این روش خطر ناک بودن پرتو های به کار گیری شده برای انسان و هزینه زیاد این عملیات می باشد [۱۴، ۱۵].

۱-۴-۲- میکروبی

تصفیه میکروبی برای از بین بردن مواد آلی موجود در آب به کار می رود. در این روش از هر نوع میکروب برای حذف مواد خاصی استفاده می شود. به این معنی که نمی توان با یک میکروب هرگونه آلودگی را از بین برد [۱۶]. میکروب های استفاده شده مواد آلی را به موادی بی خطر مانند دی اکسید کربن و آب تجزیه می کنند [۱۷].

روش میکروبی برای محلول های رقیق و مواد تجزیه پذیر قابل استفاده است و معمولا برای محلول های غلیظ از ترکیب این روش با روش های دیگر استفاده می شود. از معایب روش میکروبی، دشواری در کشت میکروب و عادت دادن میکروب با شرایط محیط پساب است [۱۶].

۱-۴-۳- گرمایی

در این روش آب های آلوده را در برابر حرارت بالا قرار می دهند تا مواد آلی آنها تجزیه شود. در این روش ممکن است بر اثر حرارت، مواد آلی با یکدیگر وارد واکنش شده و مواد سمی تولید کنند، همچنین از معایب دیگر این روش هزینه بالا برای افزایش دمای آبهای آلوده است [۱۸]، به این دلیل این روش چندان رایج نیست.

۱-۴-۴- فیلتراسیون

این روش برای حذف مواد معلق، کدورات، رنگ، بو، طعم، کلر مازاد، باکتری ها، ویروس ها، میکروب ها و در نهایت حذف املاح محلول در داخل آب بکار می رود [۱۹]. دستگاه های تصفیه فیزیکی آب به روش اسمز معکوس امروزه در صنایع بسیار زیادی از جمله نفت و گاز، پتروشیمی، آب و فاضلاب، صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی و غیره کاربرد فراوانی دارند [۱۹]. همچنین این دستگاه ها می توانند کل مواد جامد محلول در آب را مطابق با استاندارد های آشامیدن، آبیاری و حتی آب صنعتی مورد نیاز خط تولید کارخانجات پایین

بیاورند [۲۰]. در حالی که بسیاری از روش های پیشرفته مانند ممبرین ها، بایو راکتور ممبرین ها می توانند برای تصفیه آب استفاده شوند [۱، ۲۱]، اما قیمت اولیه و نگهداری از این تجهیزات بسیار بالا بوده و به همین علت برای حذف آلودگی های نفتی زیاد کاربرد ندارند [۱].

۱-۴-۵- جذب

در این روش آلاینده های موجود در آب را توسط یک جاذب، جذب می کنند و به این صورت آب های آلوده را تصفیه می کنند. برخی از این جاذب ها در زیر آمده است:

۱. کربن فعال
۲. هوا
۳. خاک

هر کدام از این جاذب ها، دارای قدرت متفاوتی از جذب هستند که برای منظور خاصی مورد استفاده قرار می گیرند.

۱-۴-۵-۱- کربن فعال

کربن فعال یکی از جاذب های پر کاربرد در صنعت است که برای حذف بسیاری از آلودگی ها بکار می رود. این جاذب از جنس کربن متخلخل است و به همین علت سطح جاذب زیادی را محیاء می کند [۲۲]. در تصفیه خانه ها، کربن فعال را به صورت تماس مستقیم با آب های آلوده قرار می دهند و پس از عمل جذب، ذرات ته نشین شده و جمع آوری می شوند. کربن فعال برای حذف مواد نفتی چندان مناسب نیست، زیرا بر اثر تماس مواد نفتی با آن، حفره هایش مسدود شده و قدرت جذب خود را از دست می دهد [۲۲]. از معایب دیگر این روش احیای دشوار کربن فعال است و در عمل احیاء، مقدار زیادی کربن فعال تخریب و نابود می شود.

۱-۴-۵-۲- هوا

هوا جاذب دیگری است که به منظور تصفیه آبهای آلوده مورد استفاده قرار گرفته است. اساس کار این روش، شناور سازی ذرات آلاینده موجود در آب توسط حباب های هوا می باشد [۲۳]. به این گونه که ذرات آلاینده به حباب های هوا می چسبند و به همراه آنها شناور می شوند. این روش می تواند برای شناورسازی ذرات با دانسیته بیشتر و کمتر از آب استفاده شود. پس از صعود ذرات آلوده کننده به سطح آب، جدا و جمع آوری می شوند. از معایب این روش هزینه زیاد و مصرف بالای انرژی برای ایجاد جریان هوا توسط کمپرسور می باشد [۲۳].

۱-۴-۵-۳- خاک

خاک نیز یکی از این جاذب ها است. اکثر خاک ها به دلیل آبدوست بودن به جای جذب مواد نفتی، آب را جذب می کنند [۲۴]. محققان برای رفع این مشکل خاک های جاذب را به وسیله مبادله یونی با کاتیون های آلی، از حالت آبدوست خارج کرده و باعث می شوند تا خاک اصلاح شده مواد آلی را به خوبی جذب کند به خاک اصلاح شده خاک اورگانیک می گویند [۲۵، ۲۶]. از معایب استفاده از خاک اورگانیک می توان به نداشتن قدرت احیای مجدد خاک، طول عمر کم جاذب و وارد شدن مواد اصلاح کننده به آب اشاره کرد.

فصل دوم