## چکیده

وجود فنول و فنول کلرینه در جریان فاضلاب صنعتی، پیش از آنکه بتواند در محیط زیست تخلیه شود، به شدت در حد پایینی از غلظت محدود شده است. از آنجا که سطوح فنولی سمی‌اند و برای انسان و حیات آبی مضر است، زدودن این آلودگی‌ها از فاضلاب از نظر زیست محیطی مهم است. علاوه بر این فنول همانطور که توسط سازمان محیط زیست در مصوبه کیفیت محیط زیست مالزی ۱۹۷۹ (فاضلاب و پساب صنعتی)، به تصویب رسیده است، به عنوان یکی از آلودگی‌های اولیه طبقه‌بندی می‌شود که [در نتیجه] باید رسیدگی شود تا کمتر از 1ppm برای تخلیه در آب‌های غیرآزاد باشد.

این متن در نظر دارد که روشهای متعدد تصفیه پساب ها و فاضلاب های حاوی فنل را مورد بررسی قرار داده و با توضیحات نه چندان زیاد اما کافی و مفید از هرکدام از روشها امکان مطالعه و مقایسه بین روش ها را فراهم کند.

برای تصفیه فاضلاب های حاوی فنل روشهای متعددی وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از: اکسیداسیون شیمیایی ، جذب سطحی ، تصفیه بیولوژیکی و ترکیبی از روشهای مذکور. در میان روشهای فوق الذکر، سیستم های بیولوژیکی به دلیل مزایای خاصی که نسبت به سایر روشها دارند بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از مزایای عمده این روشها این است که سازگاری بیشتری با محیط زیست دارند، به عبارتی از دیدگاه محیط زیست ایمن تر محسوب می شوند. مزیت دیگر این سیستم ها نسبت به روشهای شیمیایی این است که معمولا در آنها هیچ گونه ماده شیمیایی زیان آوری برای محیط زیست مصرف نمی شود، لذا دفع پساب و لجن حاصل از این فرآیندها نسبت به فرآیندهای شیمیایی در منابع پذیرنده ، اثرات سوئ کمتری به دنبال دارد. با علم به این که در سیستم های تصفیه بیولوژیکی ، میکروارگانیسم ها مسوول تصفیه آلاینده های موردنظر هستند، لذا شناسایی باکتری های تجزیه کننده آلاینده ها گام مهمی در روند تکاملی سیستم های تصفیه فاضلاب بخصوص مواد سمی محسوب می شود. از طرفی گونه های میکروبی موثر در فرآیند تصفیه متناسب با نوع ماده آلاینده و همچنین نوع سیستم تصفیه متفاوت است ، لذا شناسایی و معرفی این گونه میکروب ها برای استفاده طراحان و بهره برداران سیستم های تصفیه و همچنین محققان مختلف بخصوص متخصصان محیط زیست و بیوتکنولوژی مفید است .



کلیدواژه ها در این پایان نامه پساب صنعتی (industrial wastewater) ، فنل (phenol)، لجن فعال ( activated sludge) و فتوکاتالیست (photocatalyst) است.

## فهرست مطالب


پیش گفتار..... ۱

فصل ۱:فنل چیست ؟ ..... ۳

۱-۱ مشخصات شیمیایی و فیزیکی فنل..... ٤

۱-۲ تولید فنل ..... ٥

۱-۳ مصارف فنل ..... ٦

۱-٤ خطرات ناشی از فنل..... ٦

۱-٥ مسمومیت های ناشی از فنل ..... ۷

فصل ۲: انواع روش های تصفیه جهت حذف فنل از پساب های صنعتی..... ۸

مقدمه..... ۹

۲-۱ منابع آلاینده آب ..... ۱۱

۲-۲ تقسیم بندی آلاینده های آلی ..... ۱٤

۲-۳ حذف فنل ..... ۱٥

۲-٤ صنایع تولید کننده پساب های حاوی مواد فنلی ..... ۱٦

۲-٥ مقدمه ای بر فرآیند های تصفیه ..... ۱۷

۲-٦ تقسیم بندی فرآیند های تصفیه ..... ۱۹

۱-٦-۲ تصفیه با کربن فعال ..... ۲۰

۲-٦-۲ استخراج با حلال ..... ۲۲

۳-٦-۲ تزریق بخار آب به پساب ..... ۲۳

٤-٦-۲ فرآیند غشایی ..... ۲۵

۱-٤-٦-۲ راکتور بیوفیلم هوازی ..... ۲۵

۲-٤-٦-۲ بیو فیلتر غشایی ..... ۲٦

۳-٤-٦-۲ بیو راکتور غشایی تجزیه شونده ..... ۲۷

٤-٤-٦-۲ بیوراکتور غشایی ..... ۲۸

۵-٦-۲ فرآیند های اکسیداسیون و احیای شیمیایی ..... ۳۰

۱-۵-٦-۲ اکسیداسیون با استفاده از ازن ..... ۳۱

۲-۵-٦-۲ اکسیداسیون با استفاده از پراکسید هیدروژن ..... ۳٤

٦-٦-۲ تزریق پساب به کوره های حرارتی ..... ۳٦

۷-٦-۲ اکسیداسیون مرطوب ..... ۳۸

۸-٦-۲ فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته ..... ٤۱

۱-۸-٦-۲ فرآیند فنتن ..... ٤۳

۲-۸-٦-۲ فرآیند فتوفنتن ..... ۵۰

۹-٦-۲ فرآیندهای کاویتاسیون ..... ۵۱

۱-۹-٦-۲ کاویتاسیون اکوستیک ..... ۵۲

۲-۹-٦-۲ کاویتاسیون هیدرودینامیکی ..... ۵۳

۱۰-٦-۲ فرآیندهای فتوکاتالیستی ..... ۵۵

۱۱-٦-۲ فرآیندهای بیولوژیکی ..... ٦۳

۱۲-٦-۲ تصفیه بیولوژیک فاضلاب و فرآیند لجن فعال ..... ٦۸

۱-۱۲-٦-۲ سیستم متعارف لجن فعال ..... ۷۰

۲-۱۲-٦-۲ سیستم تثبیت تماسی لجن فعال ..... ۷۱

۱۳-٦-۲ تصفیه فاضلاب به کمک SBR ..... ۷۲

۱٤-٦-۲ ترکیب فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته و بیولوژیکی ..... ۷۵

فصل ۳: گذری بر استانداردهای کشورهای مختلف پیرامون پساب های فنلی ..... ۷۸

مقدمه..... ۷۹

۱-۳ استانداردهای خروجی فاضلاب در ایران ..... ۸۰

۲-۳ ملاحظات کلی ..... ۸۱

نتیجه گیری و پیشنهادات ..... ۸٤

فهرست مراجع ..... ۸٦

## فهرست شکل‌ها  و جدول‌ها


جدول (۱-۱) خواص فنل ۵

شکل (۱-۱) تولید فنل از بنزن سولفونات ۵

شکل (۲-۲) ساختار لیگنین ۱۳

شکل (۳-۲) پساب کارخانه ها ۱٦

جدول (۱-۲) پساب های با غلظت بیش از ۰.۵ میلی گرم بر لیتر ۱۷

شکل (٤-۲) ساختار کربن فعال ۲۰

شکل (۵-۲) نمایی ار فرآیند استخراج ۲۲

شکل (٦-۲) روش Steam Stripping ۲٤

شکل (۷-۲) راکتور بیوفیلم هوازی ۲٦

شکل (۸-۲) بیو فیلتر غشایی ۲۳

شکل (۹-۲) نمایی از بیوراکتور غشایی تجزیه شونده ۲۸

شکل (۱۰-۲) نمایی از بیوراکتور غشایی ۲۹

شکل (۱۱-۲) ازن ۳۱

شکل (۱۲-۲) راکتورهای مورد استفاده در فرآیند اکسیداسیون با ازن ۳۳

شکل (۱۳-۲) پراکسید هیدروژن ۳٤

شکل (۱٤-۲) کوره حرارتی ۳٦

شکل (۱۵-۲) نمایی کامل از یک کوره حرارتی ۳۷

شکل (۱٦-۲) فرآیند اکسیداسیون مرطوب ۳۸

شکل (۱۷-۲) نمایی ساده از فرآیند اکسیداسیون پیشرفته ٤۲

شکل (۱۸-۲) فرآیند فنتن ٤٤

جدول (۲-۲) توان اکسید کنندگی برخی از اکسید کننده ها در مقایسه با کلر ٤۵

جدول (۳-۲) ترکیبات قابل اکسیداسیون با فرآیند فنتن ٤٦

شکل (۱۹-۲) اکسیداسیون فنتن ٤٩

شکل (۲۰-۲) راکتورهای مورد استفاده در فرآیند کاویتاسیون اکوستیک ٥٣

شکل (۲۱-۲) تجهیزات مورد استفاده در فرآیند کاویتاسیون هیدرودینامیکی ٥٥

شکل (۲۲-۲) فرآیند فتوکاتالیستی ٥٦

شکل (۲۳-۲) اکسید تیتانیوم و اکسید روی ٥٧

شکل (۲٤-۲) تجهیزات مورد استفاده در اکسیداسیون فتوکاتالیستی ٥٩

شکل (۲٥-۲) حذف فتوکاتالیستی فنل در حضور TiO2 ٦٢

شکل (۲٦-۲) باکتری های هتروتروف ٦٤

شکل (۲۷-۲) آنزیم "پراکسیداز" استخراج شده از میکروارگانیسمی به نام Horseradish ٦٦

شکل (۲۸-۲) تصفیه بیولوژیکی ٦٩

شکل (۲۹-۲) سیستم متعارف لجن فعال ۷۰

شکل (۳۰-۲) نمای کلی سیستم تثبیت تماسی لجن فعال ۷۱

شکل (۳۱-۲) راکتور SBR ۷۲

شکل (۳۲-۲) فرآیند SBR ۷۳