بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه مهندسی معدن گرایش اکتشاف

عنوان پایان نامه ارشد

بررسی حذف فنل از پساب پالایشگاه با استفاده از دو روش اکسیداسیون پیشرفته و تصفیه بیولوژیکی

هانیه جلایری

استاد راهنما:

دکتر فرامرز دولتی

دکتر رضا مرندی

پایاننامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تابستان ۸۹

تقدیم به

پدر و مادرم به پاس سالها مهربانی

و تقدیم به

همسرم، همسفرم در تمامی ثانیه های زندگیم

با تشکر و قدردانی از جناب آقای دکتر دولتی که دلسوزی ها و راهنمایی های بی دریغ ایشان باعث انجام این تحقیق شد.

همچنین از جناب آقای دکتر مرندی که در انجام این پایانامه مرا خالصانه یاری نمودند تشکر مینمایم.

تشکر میکنم از سرکار خانم مظهر که در انجام کارهای آزمایشگاهی مرا یاری نمودند.

در پایان از تمامی اساتید محترم و همچنین داوران گرامی که زحمت قضاوت این پایان نامه را تقبل نمودند کمال تشکر را دارم.

چکیده

ترکیبات فنلی بسیار سمی هستند و برای انسان سرطان زا شناخته شده اند، این آلاینده ها در فاضلاب خروجی بسیاری از صنایع از جمله پالایشگاه نفت، کارخانه تولید مواد شیمیایی، کارخانه مواد منفجره و کوره زغال کک دیده میشوند؛ آنها همچنین در تهیه گندزداها، رنگها، صمغهای مصنوعی(رزین)، آفت کشها و روغن مورد استفاده قرار میگیرند.

امروزه از روش های اکسیداسیون پیشرفته نظیر ازن زنی که یکی از روش های اکسیداسیون پیشرفته میباشد و همچنین روش های تصفیه بیولوژیکی مانند استفاده از لجن فعال و باکتری های مختلف به منظور حذف ترکیبات آلی به دلیل کم هزینه بودن آن ها مورد استفاده قرار گرفته اند.

در این تحقیق با استفاده از ازن زنی و تصفیه بیولوژیکی کآرایی این دو روش در حذف فنل به عنوان یکی از ترکیبات آروماتیک سمی که هم اکنون مشکل تصفیه پساب بسیاری از صنایع میباشد، مورد مطالعه قرار گرفت. بدین ترتیب با بررسی عملکرد سیستم ازن زنی در غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و۴۰۰ ppm که به ترتیب در طی زمان های ۱۵، ۳۵، ۵۵، ۷۵ دقیقه کارآیی آن به حداکثر ۹۹٪ حذف فنل رسید. همچنین شرایط بهینه pH درحدود ۱۱ بوده است و عامل اکسنده دیگری مانند پراکسید هیدروژن تاثیر چندانی در افزایش سرعت واکنش و تغییر در حذف غلظت آلاینده نداشت. سیستم متعارف لجن فعال (که یکی از متداول ترین روش های تصفیه بیولوژیکی جهت تصفیه پساب های صنعتی است) مورد بررسی قرارگرفت به طوریکه پارامترهای موثر در حذف فنل بهینه سازی شد. pH بهینه، pH ۷ و میزان تلقیح ۵ میلی لیتر از لجن فعال بهترین درصد حذف را در زمان کمتری نشان داد. همچنین در غلظت های ۱۰۰ ، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ ppm که مورد آزمایش فرار گرفت، به ترتیب در زمان های ۱۸، ۲۱، ۲۴/۲۵ و ۲۸ ساعت، ماکزیمم مقدار حذف فنل به دست آمد.

کلید واژه: فنل،اکسیداسیون پیشرفته، ازناسیون، لجن فعال، باکتری، سودوموناس

مقاله استخراج شده:

هانیه جلایری، رضا مرندی، فرامرز دولتی ارده جانی (۱۳۸۹) "حذف فنل از پساب های صنعتی به روش ازن زنی" چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران

فهرســت مطالــب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱ـ۱مقدمه ۲

۱ـ۲ـ مروری بر مطالعات انجام شده ۳

۱ـ۳ـ اهداف تحقیق ۴

۱ـ۴ـ ضرورت تحقیق ۵

۱ـ۵ـ ساختار پایان‌نامه ۵

فصل دوم: کلیات

۲ـ۱ـ پساب و انواع آن ۸

۲ـ۱ـ۱ـ آلودگی ناشی از پساب‌های صنعتی ۱۰

۲ـ۱ـ۲ـ آلودگی ناشی از پساب‌های کشاورزی ۱۱

۲ـ۱ـ۳ـ آلودگی ناشی از سایر آلوده کننده‌ها ۱۱

۲ـ۲ـ آلاینده‌های آلی ۱۲

۲ـ۲ـ۱ـ منشا مواد آلی و نحوه ورود آنها به منابع آب ۱۲

۲ـ۲ـ۲ـ تقسیم‌بندی مواد آلی در آب و مشکلات عمده آنها ۱۳

۲ـ۳ـ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فنل ۱۴

۲ـ۳ـ۱ـ منابع تولید فنل در فاضلاب‌های صنعتی ۱۵

۲ـ۳ـ۲ـ استاندارد بهداشتی و تماس مجاز ۱۷

۲ـ۳ـ۳ـ اثرات فنل بر سلامت انسان ۱۸

۲ـ۴ـ فرآیندهای تصفیه ترکیبات فنلی ۱۹

۲ـ۴ـ۱ـ فرآیندهای تصفیه فیزیکی ۲۰

۲ـ۴ـ۱ـ۱ـ جذب سطحی بر روی کربن فعال ۲۰
۲ـ۴ـ۱ـ۲ـ استخراج با حلال ۲۳
۲ـ۴ـ۱ـ۳ـ جداسازی با تزریق بخار به پساب ۲۴
۲ـ۴ـ۱ـ۴ـ روش انجماد ـ تبلور ۲۵
۲ـ۴ـ۱ـ۵ـ تصفیه غشایی ۲۵
۲ـ۴ـ۲ـ فرآیندهای تصفیه فیزیکی شیمیایی ۲۶
۲ـ۴ـ۲ـ۱ـ اکسیداسیون شیمیایی ۲۶
۲ـ۴ـ۲ـ۱ـ۱ـ اکسیدکننده‌های مختلف ۲۶
۲ـ۴ـ۲ـ۲ـ اکسیداسیون مرطوب ۲۸
۲ـ۴ـ۲ـ۳ـ حذف فنل توسط اکسیداسیون ازنی ۲۸
۲ـ۴ـ۲ـ۴ـ تبادل یونی ۲۹
۲ـ۴ـ۲ـ۵ـ پرتوافکنی اشعه گاما ۲۹
۲ـ۴ـ۳ـ روش‌های بیولوژیکی ۳۰
۲ـ۴ـ۳ـ۱ـ سیستم‌های هوازی ۳۲
۲ـ۴ـ۳ـ۱ـ۱ـ لجن فعال ۳۳
۲ـ۴ـ۳ـ۱ـ۲ـ راکتور بیوفیلمی با بستر متحرک ۳۳
۲ـ۴ـ۳ـ۱ـ۳ـ راکتور بیولوژیکی دیسک‌های چرخان ۳۵
۲ـ۴ـ۳ـ۱ـ۴ـ بیوراکتورهای دوفازی (TPPB) ۳۶
۲ـ۴ـ۳ـ۱ـ۵ـ راکتور ناپیوسته ترتیبی ۳۶
۲ـ۴ـ۳ـ۲ـ سیستم‌های بی‌هوازی ۳۸
۲ـ۴ـ۳ـ۲ـ۱ـ لاگون ۳۸
۲ـ۴ـ۳ـ۲ـ۲ـ راکتور بی‌هوازی با لجن دانه‌ای و جریان رو بالا ۳۹

فصل سوم: تئوری

۳ـ۱ـ شیمی ازن ۴۲

۳ـ۲ـ تولید ازن ۴۴

۳ـ۳ـ مکانیزم واکنش ازن ۴۵

۳ـ۴ـ باکتری‌ها ۴۷

۳ـ۵ـ شکل باکتری‌ها ۴۷

۳ـ۵ـ۱ـ ساختمان باکتری‌ها ۴۸

۳ـ۶ـ باکتری سودوموناس ۴۹

۳ـ۷ـ محیط کشت ۵۰

۳ـ۸ـ روش‌های کشت میکروارگانیسم‌ها ۵۲

۳ـ۸ـ۱ـ کشت خطی ۵۲

۳ـ۸ـ۲ـ روش جداسازی و تهیه رقت ۵۴

۳ـ۸ـ۳ـ کشت گسترده ۵۴

۳ـ۹ـ لجن فعال ۵۴

۳ـ۹ـ۱ـ فرایند تشکیل لجن فعال ۵۴

۳ـ۹ـ۱ـ۱ـ مرحله انتقال ۵۴

۳ـ۹ـ۱ـ۲ـ مرحل تبدیل ۵۵

۳ـ۹ـ۱ـ۳ـ مرحله تجمع ۵۶

۳ـ۹ـ۲ـ میکروبیولوژی سیستم لجن فعال ۵۸

۳ـ۹ـ۲ـ۱ـ باکتری‌ها ۵۸

۳ـ۹ـ۲ـ۲ـ قارچ‌ها ۵۹

۳ـ۹ـ۲ـ۳ـ پروتوزها ۶۰

۳ـ۹ـ۲ـ۴ـ روتیفرها ۶۱
۳ـ۱۰ـ تثبیت میکروارگانیسم در بستر(کلسیم آلژینات) ۶۱
۳ـ۱۱ـ چگونگی رشد بیوفیلم و عوامل موثر بر آن ۶۲

فصل چهارم: مواد و روش ها

۴-۱- عملیات شیمیایی ۶۶
۴-۱-۱- تهیه پساب مصنوعی ۶۶
۴-۱-۲- عملیات ازن زنی ۶۶
۴-۱-۲-۱- طراحی ستون ازن زنی ۶۶
۴-۱-۲-۳- تنظیم pH پساب مصنوعی ۶۷
۴-۱-۲-۴- تاثیر مقدار پراکسید هیدروژن ۶۷
۴-۲- عملیات میکروبیولوژی ۶۸
۴-۲-۱- ساخت محیط کشت جامد در داخل پلیت ۶۸
۴-۲-۲- ساخت محیط کشت مایع در داخل ارلن ۶۹
۴-۲-۳- تهیه محیط کشت MS ۶۹
۴-۲-۴- کشت سودوموناس در پلیت ۶۹
۴-۲-۵- مطالعات میکروسکوپی ۷۰
۴-۲-۵-۱- تهیه لام و بررسی میکرو ارگانیسم در زیر میکروسکوپ ۷۰
۴-۲-۵-۲- رنگ آمیزی گرم ۷۰
۴-۲-۶- تهیه محلول استوک فنل در شرایط استریل ۷۱
۴-۲-۷- تهیه کدورت نیم مکفارلند از باکتری سودو موناس ۷۲
۴-۲-۸- تلقیح رقت های مختلف فنل در پلیت و بررسی میزان بازداری باکتری ۷۲
۴-۲-۹- انجام عملیات حذف فنل در سیستم ناپیوسته ۷۳

۴-۲-۹- ۱- انجام عملیات حذف فنل در سیستم فلاسک غوطه ور توسط باکتری سودوموناس..... ۷۳
۴-۲-۹- ۲- انجام عملیات حذف فنل در سیستم فلاسک غوطه ور توسط لجن فعال ۷۵
۴-۳- تلفیق دو روش ازن زنی و لجن فعال ۷۶
۴-۳- نمونه برداری از لجن فعال ۷۶
۴-۴- نمونه برداری از ارلن ها به منظور اندازه گیری غلظت فنل ۷۶
۴ـ۵ـ روش تهیه آلژینات ۷۷
۴-۶- آنالیز نمونه ها ۷۸
۴-۶-۱- اندازه گیری غلظت فنل ۷۸
۴-۶-۱-۱- روش کار ۷۸
۴-۶-۲- اندازه گیری غلظت میکروارگانیسم ۷۹

فصل پنجم: نتایج و بحث

۵ـ۱ـمقدمه ۸۱
۵-۲- فرایند ازن زنی ۸۱
۵ـ۱ـ۱ـ بررسی تاثیر غلظت اولیه فنل ۸۱
۵ـ۱ـ۲ـ بررسی تاثیر pH..... ۸۲
۵ـ۱ـ۳ـ تاثیر پراکسید هیدروژن..... ۸۴
۵ـ۲ـ فرآیندهای بیولوژیکی ۸۶
۵ـ۲ـ۱ـ بررسی میزان بازداری باکتری سودوموناس..... ۸۶
۵ـ۲ـ۲ـ عملیات بررسی حذف فنل درسیستم ناپیوسته توسط باکتری سودوموناس ۸۸
۵ـ۲ـ۲ـ۱ـ بررسی میزان تلقیح ۸۸
۵ـ۲ـ۲ـ۲ـ بررسی غلظت اولیه فنل ۸۹
۵ـ۲ـ۲ـ۳ـ بررسی اثر pH..... ۹۰

۵ـ۲ـ۳ـ انجام عملیات حذف فنل در سیستم فلاسک غوطه‌ور توسط لجن فعال ۹۱
۵ـ۲ـ۳ـ۱ـ بررسی میزان تلقیح بهینه لجن فعال ۹۱
۵ـ۲ـ۳ـ۲ـ اثر غلظت اولیه فنل ۹۳
۵ـ۲ـ۳ـ۳ـ تاثیر pH ۹۴
۵ـ۳ـ تلفیق دو روش ازن زنی و لجن فعال ۹۵
۵ـ۴ـ بررسی تثبیت بیوفیلم بر روی آلژینات ۹۷

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶ـ۱ـ نتایج ۱۰۰
۶ـ۱ـ۱ـ در بررسی حذف فنل در فرآیند شیمیایی ازن زنی نتایج زیر حاصل شد ۱۰۰
۶ـ۱ـ۲ـ در بررسی حذف بیولوژیکی فنل در پساب مصنوعی نتایج زیر حاصل شد ۱۰۰
۶ـ۱ـ۲ـ۱ـ عملیات حذف در سیستم ناپیوسته توسط باکتری سودوموناس ۱۰۰
۶ـ۱ـ۲ـ۲ـ عملیات حذف در سیستم ناپیوسته توسط لجن فعال ۱۰۱
۶ـ۱ـ۳ـ بررسی آلژینات به منظور تثبیت میکروارگانیسم‌ها بر روی آن ۱۰۱
۶ـ۲ـ پیشنهادات ۱۰۱
منابع ۱۰۳

فهرست اشکال

شکل ۲ـ۱ـ فرآیند استخراج با حلال ۲۴

شکل ۲ـ۲ـ راکتور با سیستم پرتوافکنی گاما ۳۰

شکل ۲ـ۳ـ متابولیک و هوازی تجزیه فنل ۳۲

شکل ۲ـ۴ـ شمای کلی راکتور MBBR ۳۴

شکل ۲ـ۵ـ شمای کلی راکتور RBC ۳۵

شکل ۲ـ۶ـ بیوراکتورهای دوفازی ۳۶

شکل ۲ـ۷ـ شمای کلی راکتور SBR ۳۷

شکل ۲ـ۸ـ اجزای اصلی راکتور UASB ۴۰

شکل ۳ـ۱ـ واکنش‌های اکسیداسیون ترکیبات (سوبسترا) در طول ازوناسیون آب ۴۳

شکل ۳ـ۲ـ اشکال مختلف باکتری‌ها ۴۷

شکل ۳ـ۳ـ ساختمان و اجزای تشکیل‌دهنده باکتری ۴۸

شکل ۳ـ۴ـ سودوموناس آئروژینوزا ۵۰

شکل ۳ـ۵ـ کشت خطی باکتری‌ها ۵۳

شکل ۳ـ۶ـ جداسازی و تهیه رقت ۵۳

شکل ۳ـ۷ـ فرآیند انتقال در لجن فعال ۵۵

شکل ۳ـ۸ـ فرآیند تجمع در لجن فعال ۵۶

شکل ۳ـ۹ـ Floc در زیر میکروسکوپ ۵۷

شکل ۳ـ۱۰ـ انواع پروتوزوها ۶۰

شکل ۳ـ۱۱ـ انواع روتیفرها ۶۱

شکل ۴ـ۱ـ ستون ازن زنی ۶۷

شکل ۴ـ۲ـ دستگاه اتوکلاو ۶۸

شکل ۴ـ۳ـ تصویر میکروسکوپی باکتری سودوموناس ۷۱
شکل ۴ـ۴ـ فور ۶۴
شکل ۴ـ۵ـ شیکر انکوباتور ۶۳
شکل ۴ـ۶ـ حوضچه برگشتی لجن فعال تصفیه خانه قیطریه ۷۶
شکل ۴ـ۷ـ دستگاه اپندرف ۷۷
شکل ۴ـ۸ـ دستگاه ورتکس ۷۸
شکل ۵ـ۱ـ تاثیر غلظت اولیه فنل روی درصد حذف آن برحسب زمان برای ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول فنل ۸۲
شکل ۵ـ۲ـ تاثیر pH روی درصد حذف آن برحسب زمان برای ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول فنل ۸۳
شکل ۵ـ۳ـ تاثیر pH روی درصد حذف فنل در ۱۰ دقیقه ابتدایی آزمایش ۸۴
شکل ۵ـ۴ـ درصد حذف فنل در مقادیر مختلف H_2O_2 ..... ۸۵
شکل ۵ـ۵ـ درصد حذف فنل در ۱۰دقیقه ابتدایی بر حسب مقادیر متفاوت پراکسید هیدروژن ۸۶
شکل ۵ـ۶ـ چاهک‌های حاوی ۵۰ ، ۶۰ و ۷۰ ppm فنل ۸۷
شکل ۵ـ۷ـ چاهک‌های حاوی ۲۰۰ ، ۲۴۰ و ۲۵۰ ppm فنل ۸۷
شکل ۵-۸: میزان رشد باکتری در ۶۰۰ ppm فنل برحسب زمان در ۳ تلقیح متفاوت ۸۸
شکل ۵-۹: میزان رشد باکتری در ۸۰۰ ppm فنل برحسب زمان در ۳ تلقیح متفاوت ۸۹
شکل ۵-۱۰: تاثیر غلطت اولیه فنل بر در صد حذف آن ۹۰
شکل ۵-۱۱: درصد حذف فنل در pH های مختلف ۹۱
شکل ۵-۱۲: مقدار حذف ۱۰۰ ppm فنل در تلقیح های مختلف لجن فعال ۹۲
شکل ۵-۱۳: مقدار حذف ۴۰۰ ppm فنل در تلقیح های مختلف لجن فعال ۹۲
شکل ۵-۱۴: مقدار حذف ۸۰۰ ppm فنل در تلقیح های مختلف لجن فعال ۹۳
شکل ۵-۱۵: درصد حذف فنل در غلظت‌های مختلف فنل ۹۴

شکل ۵-۱۶: درصد حذف فنل در pH های مختلف ۹۵
شکل ۵-۱۷: حذف ۸۰۰ ppm فنل نسبت به زمان در مرحله ازن زنی ۹۶
شکل ۵ـ۱۸ـ حذف مابقی فنل نسبت به زمان در تصفیه بیولوژیکی توسط لجن فعال ۹۷
شکل ۵-۱۹: تغییرات وزن ارلن ها بر حسب زمان ۹۸

فهرست جداول

جدول ۲-۱-روشهای کلی حذف مواد زاید ۹

جدول ۲ـ۲ـ خصوصیات فیزیکی فنل ۱۵

جدول ۲ـ۳ـ ترکیبات فنلی موجود در برخی از صنایع ۱۶

جدول ۲ـ۴ـ غلظت ترکیبات فنلیک موجود در فاضلاب برخی صنایع ۱۷

جدول ۳ـ۱ـ سیستم‌های معمول تولید ازن ۴۳

فصل اول :

مقدمه

۱ ۱ -مقدمه

بسیاری از فرآیندهای صنعتی محصولات جانبی تولید میکنند که باعث ورود مقادیر زیادی از ترکیبات به خاک، هوا و آب های سطحی می شوند. عمده این ترکیبات، آلاینده های آلی هستند که بیشتر آنها توسط روش های تصفیه بیولوژیکی حذف می گردند.

در این ارتباط با توجه به توسعه وگسترش روز افزون صنایع شیمیایی به ویژه بر پایه مواد نفتی، نیاز به فرآورده های نفتی بیشتر شده است. بنابراین پالایش نفت خام و تولید فرآورده های مربوطه نیاز به فضای وسیع و مناسب تولید، دخالت گسترده آب در فرآیند تولید و نهایتاً آلودگی شدید آب و تولید انواع پساب های حاوی ترکیباتی چون هیدروکربن های آروماتیک، چربی و روغن، سولفید هیدروژن و... را منجر شده است. بنابراین بررسی دقیق و ارائه راه های مناسب جمع آوری، تصفیه و دفع پساب های فوق از اهمیت خاصی برخوردار است.

هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAH_s)، مدت مدیدی است که در فهرست آلاینده های مقدم آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (US EPA) قرار دارند. این ترکیبات خواص سمی، جهش - زایی و یا سرطانزایی از خود نشان می دهند. تماس انسان با PAH هایی که وزن مولکولی کم و انحلال پذیری آبی بیشتری دارند می تواند از طریق آب آلوده اتفاق بیافتد [۱]. در بین ترکیبات شیمیایی موجود در پساب های صنعتی، فنل از جمله آروماتیک های تک حلقه ای مهم است. این ماده و مشتقات آن یکی از ترکیبات فراگیر است که علاوه بر روش های مصنوعی از طریق طبیعی نیز وارد منابع آب شده و همچنین به دلیل پایداری در محیط، قابلیت انحلال در آب و مشکلات بهداشتی، مورد توجه است [۲]. اجزاء فنل و مشتقاتش در پسابهای صنعتی زیادی از جمله پالایشگاه نفت، کارخانه تولید مواد شیمیایی، کارخانه مواد منفجره و کوره زغال کک دیده میشوند؛ همچنین در تهیه گندزداها، رنگها، صمغهای مصنوعی(رزین)، آفت کشها و روغن مورد استفاده قرار میگیرند [۳-۶].

۱-۲- مروری برمطالعات انجام شده

وو و همکارانش در سال ۲۰۰۰ محلول آبی فنل را برای اولین بار در pH بیشتر از ۱۲ تحت ازن زنی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش pH نرخ تولید رادیکال ها افزایش می یابد و حذف فنل سریع تر رخ می دهد[۷].

پوزنیاک و همکارانش در سال ۲۰۰۵ کاربرد شبکه های عصبی را برای ازناسیون فنل در آب مورد بررسی قرار دادند[۸].

در سال ۲۰۰۹ موسوی و همکارانش تحقیقاتی در زمینه ازناسیون و همچنین ترکیب ازناسیون در فرآیندهای بیولوژیکی به منظور حذف فنل از پساب های حاوی نمک انجام دادند[۹].

کاتن و همکارانش در سال ۲۰۰۲ حذف محلول فنلی را به وسیله ازناسیون با استفاده از نمک مس و آهن به همراه لامپ UV انجام دادند[۱۰].

در سال ۲۰۰۱ اسپلوگاز و همکارانش مقایسه ای را بین روش های مختلف اکسیداسیون پیشرفته O_3، O_3/H_2O_2 ، UV، UV/ O_3، H_2O_2/UV، O_3/H_2O_2/UV و H_2O_2/Fe^+ به منظور حذف فنل انجام دادند[۱۱]. هونگ هانگ و همکارانش تخریب فنل را به وسیله اشعه مایکروویو در فرآیند H_2O_2/UV بررسی کردند [۱۲]. ویلهومن[۱] و همکارانش نیز با استفاده از اشعه UV و پراکسید هیدروژن حذف فنل را از فاز آبی بررسی کردند [۱۳].

رویگ[۲] و همکارانش مطالعاتی را روی حذف فنل به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر انجام دادند [۱۴].

لی و همکارانش فرآیند BAC- UV/ O_3 را به منظور حذف آلاینده های آلی انجام دادند[۱۵].

کومار[۳] و همکارانش سینتیک حذف فنل را با استفاده از سودوموناس پوتیدا MTCC۱۱۹۴ مورد بررسی قرار دادند[۱۶].

---

[۱] Vilhumen
[۲] Roig
[۳] kumar

تسای[1] و همکاران، حذف مخلوط فنل و سیلیکات سدیم را به وسیله سودوموناس پوتیدا CCRC۱۴۳۶۵ مورد مطالعه قرار دادند [۱۷]. همچنین در این زمینه نوردن[2] و همکارانش مطالعاتی را روی حذف فنل به وسیله سودوموناس پوتیدا تثبیت شده روی قطعاتی از پومیس(سنگ پا) انجام دادند[۱۸].

آنادورای[3] و همکاران حذف بیولوژیکی فنل با استفاده از مخلوط سودوموناس پوتیدا و لجن فعال را بررسی کردند[۱۹].

باندهیوپادهیایی[4] و همکارانش حذف فنل را به وسیله سودوموناس پوتیدا MTCC۱۱۹۴ تثبیت شده روی کلسیم آلژینات انجام دادند[۲۰].

۱-۳- اهداف تحقیق

ایران به عنوان یکی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان اصلی نفت خام در دنیا همواره با آلودگی خاک، آب های سطحی، رسوبات و آب های زیر زمینی با نفت و مشتقات آن که یک مشکل زیست محیطی می باشد، مواجه بوده است. پساب صنایع نفتی اعم از پالایشگاه ها و شرکت های پتروشیمی واجد مقادیر زیادی ترکیبات نفتی مختلف اعم از هیدروکربن های آلیفاتیک و آروماتیک می باشد که باید به طریقی آن ها را تجزیه کرد. استفاده از میکروارگانیسم ها چه به صورت میدانی و چه به صورت لجن فعال در حوضچه های تصفیه در تمامی کشورهایی که با این مسئله روبرو هستند، یکی از راهکارهای اصلی برای تجزیه زیستی این آلاینده ها می باشد. در تحقیقات صورت گرفته مشخص شده است که بسیاری از ترکیبات آلی سمی، به علت حضور غلظت های نسبتاً بالای سوبستراهایی که به آسانی قابل تجزیه بیولوژیکی نیستند، توسط سیستم های تصفیه بیولوژیکی معمولی قابل حذف نیستند [۲۱].

---

۱ Tsai
۲ Nurdan
۳ Annadurai
٤ Bandhyopadhyay