



دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی

گرایش بیوتکنولوژی

عنوان پایان نامه:

تولید کشت شروع کننده برای حذف
هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای از پساب پالایشگاه نفت

نام دانشجو:

طاهره نوعی آقایی

استاد راهنما:

دکتر سید عباس شجاع الساداتی

استاد مشاور:

دکترسید محمد موسوی بفرویی

شهریور ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

خانم طاهره نوعی آقایی پایان نامه ۸ واحدی خود را با عنوان تولید کشت های شروع کننده برای حذف آلودگی های خاص از پساب های صنایع نفتی در تاریخ ۱۳۸۹/۶/۲۷ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر سید عباس شجاع الساداتی	استاد	
استاد مشاور	دکتر سید محمد موسوی بفرویی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر سمیره هاشمی نجف آبادی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر سهیلا یغمایی	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر سمیره هاشمی نجف آبادی	استادیار	

این نسخه به عتق
امضای استاد راهنما
امه/ارسله مورد تأیید است.

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته _____ است که در _____ سال _____ در دانشکده _____ دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____ و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____ از آن

دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب _____ دانشجوی رشته _____

مقطع _____

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: _____

تاریخ و امضا: _____ ۱۳۸۹/۷/۲۶



دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی

امضاء

ساحره لوی کرمانی
۱۳۸۹، ۷، ۲۶

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم،

به خاطر زحمات بی دریغشان،

و

همسر مهربانم،

برای همراهی و همفکری سازنده‌اش.

با سپاس فراوان از

استاد ارجمند جناب آقای دکتر سید عباس شجاع‌الساداتی،

به دلیل راهنمایی‌های بی چشمداشت ایشان که بسیاری از سختی‌ها را برایم آسان‌تر نمودند،

و

استاد محترم جناب آقای دکتر سید محمد موسوی بفرویی،

به دلیل راهنمایی‌های بی دریغشان.

در پایان از سرکار خانم فاطمه تیموری، مهندس صفورا حسینی، مهندس فاطمه خدارحمی، مهندس

امیر مقصودی و مهندس مجید رضایی جهت همکاری ایشان در پیشبرد این پایان‌نامه سپاسگزارم.

چکیده

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای، از خطرناک‌ترین آلاینده‌های نفتی می‌باشند که حضور آن‌ها در محیط زیست ناشی از احتراق ناقص مواد آلی است. این ترکیبات به علت دارا بودن خصوصیتی همچون سمیت، جهش‌زایی و سرطان‌زایی در ردیف آلاینده‌های مقدم قرار گرفته‌اند. در این تحقیق ۱۳ سویه باکتریایی از سه محل آلوده در پالایشگاه نفت تهران جداسازی شد که پس از ارزیابی عملکرد آن‌ها در تجزیه زیستی این ترکیبات، ۹ سویه انتخاب و مخلوط آن‌ها در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش‌های تجزیه زیستی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در فاز آبی انجام شد و برای اندازه‌گیری میزان تجزیه، آنالیز کروماتوگرافی گازی به کار گرفته شد. ابتدا تجزیه زیستی سه هیدروکربن آروماتیک چند حلقه‌ای فنانترن، آنتراسن و پایرن به صورت مجزا (با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) در طول ۲۰ روز، توسط مخلوط سویه‌ها انجام شد. پس از گذشت ۲۰ روز، فنانترن ۹۴٪، آنتراسن ۷۱/۳٪ و پایرن ۵۳/۶۸٪ تجزیه شدند. در مرحله بعد و تحت شرایط یکسان، تجزیه زیستی مخلوط سه هیدروکربن، توسط مخلوط سویه‌ها انجام شد. تاثیر حضور هیدروکربن‌ها به صورت مخلوط باعث شد که تجزیه آنتراسن و فنانترن سه حلقه‌ای به ۶۳/۵۶٪ و ۸۱/۵۲٪ کاهش و تجزیه پایرن چهارحلقه‌ای از ۵۳/۶۸٪ به ۵۷/۸۸٪ افزایش یابد.

کاهش تجزیه زیستی ترکیبات سه حلقه‌ای و افزایش میزان تجزیه پایرن نشان می‌دهد که تجزیه پایرن با سازوکار سوخت و ساز همراه انجام شده است. استفاده از سوخت و ساز همراه در فن‌آوری زیست‌پالایی هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای، باعث افزایش تجزیه زیستی ترکیبات با وزن مولکولی بالا خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای، تجزیه زیستی، سویه‌های جداسازی شده

عنوان	صفحه
فصل ۱ مفاهیم بنیادی و مروری بر تحقیقات انجام شده	۱
۱-۱. آلودگی های زیست محیطی	۲
۱-۱-۱. مقدمه	۲
۲-۱-۱. انواع آلودگی های زیست محیطی	۲
۳-۱-۱. آلودگی های زیست محیطی ناشی از صنایع نفت	۴
۱-۳-۱-۱. آلودگی هوا	۴
۲-۳-۱-۱. آلودگی آب	۵
۳-۳-۱-۱. آلودگی خاک	۷
۲-۱. تولید پساب و روش های تصفیه آن در پالایشگاه نفت	۸
۱-۲-۱. منابع تولید پساب در پالایشگاه نفت	۸
۲-۲-۱. آلودگی های موجود در پساب پالایشگاه	۹
۱-۲-۲-۱. نفت و هیدروکربن ها	۱۰
۲-۲-۲-۱. مواد سمی	۱۰
۳-۲-۲-۱. فلزات سنگین	۱۰
۳-۲-۱. انواع فرآیندهای تصفیه پساب	۱۱
۱-۳-۲-۱. فرآیندهای مقدماتی	۱۳
۲-۳-۲-۱. فرآیندهای اولیه	۱۳
۳-۳-۲-۱. فرآیندهای ثانویه	۱۴
۳-۱. زیست پالایی	۱۴
۱-۳-۱. مقدمه	۱۴
۲-۳-۱. تجزیه زیستی	۱۵
۳-۳-۱. عوامل موثر در فرآیند تجزیه زیستی	۱۷
۱-۳-۳-۱. ریزسازواره ها	۱۷
۲-۳-۳-۱. زیست دسترس پذیری	۱۸
۳-۳-۳-۱. سوخت و ساز همراه	۲۰
۴-۳-۳-۱. عوامل محیطی	۲۰

۲۳	۴-۱. هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای
۲۳	۱-۴-۱. مقدمه
۲۵	۲-۴-۱. خصوصیات فیزیکی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای
۲۶	۲-۲-۴-۱. منابع تولید هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای
۲۷	۳-۴-۱. حضور هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در محیط زیست
۲۷	۴-۴-۱. سمیت هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای
۲۸	۵-۴-۱. زیست تخریب پذیری هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای
۲۸	۶-۴-۱. تجزیه میکروبی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای
۳۰	۱-۶-۴-۱. تجزیه میکروبی توسط باکتری ها
۳۶	۲-۶-۴-۱. تجزیه میکروبی توسط قارچ ها
۳۷	۳-۶-۴-۱. تجزیه میکروبی توسط جلبک ها
۳۸	۴-۶-۴-۱. فرآیند بی هوازی تجزیه هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای
۴۰	۵-۱. کشت شروع کننده
۴۲	فصل ۲ مواد و روش ها
۴۳	۱-۲. نمونه برداری
۴۴	۲-۲. آنالیز کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی
۴۶	۳-۲. دستگاه ها
۴۷	۴-۲. غنی سازی
۵۲	۵-۲. مرحله خالص سازی یا کشت میکروبی
۵۳	۶-۲. شناسایی گونه های باکتریایی
۵۵	۷-۲. آزمایش های مرحله ارزیابی
	۱-۷-۲. تجزیه زیستی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای توسط گونه های باکتریایی خالص
۵۵	
	۲-۷-۲. تجزیه زیستی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در مجاورت مخلوط گونه های
۵۷	باکتریایی
	۳-۷-۲. تجزیه زیستی مخلوط هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در مجاورت مخلوط گونه
۵۸	های باکتریایی

۵۹	فصل ۳ نتایج و بحث
۶۰	۱-۳. شناسایی سویه باکتریایی
۶۱	۲-۳. تجزیه زیستی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در محیط آبی
۶۱	۱-۲-۳. تجزیه زیستی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای توسط گونه های باکتریایی خالص
۶۳	۲-۲-۳. انتخاب سویه های مناسب
۶۴	۳-۲-۳. تجزیه زیستی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای توسط مخلوط سویه های باکتریایی
۶۷	۴-۲-۳. تجزیه زیستی مخلوط هیدروکربن ها توسط مخلوط سویه های باکتریایی
۶۹	۵-۲-۳. تغییرات pH در طول آزمایش های تجزیه زیستی
۷۱	۶-۲-۳. بررسی میزان رشد باکتری ها در طول آزمایش های تجزیه زیستی
۷۱	۳-۳. نتایج کلی
۷۲	۴-۳. پیشنهادها

شکل ۱-۱	فرآیند معدنی شدن گلوکز توسط ریزسازواره در شرایط هوازی	۱۷
شکل ۱-۲	امکان دسترسی ریزسازواره به هیدروکربن های موجود در فاز آبی	۱۹
شکل ۱-۳	ساختار شیمیایی برخی از ترکیبات PAH	۲۵
شکل ۱-۴	سوخت و ساز میکروبی شکستن حلقه آروماتیک توسط باکتری	۳۶
شکل ۱-۲	کروماتوگرام حاصل از استخراج مایع-مایع توسط حلال بازی، بر روی نمونه پساب	
	خروجی از واحد روغن گیری پالایشگاه تهران	۴۵
شکل ۲-۲	کروماتوگرام حاصل از استخراج مایع-مایع توسط حلال اسیدی، بر روی نمونه پساب	
	خروجی از واحد روغن گیری پالایشگاه تهران	۴۶
شکل ۲-۳	فلاسک های ۲۵۰ میلی لیتری حاوی ۱۰۰ میلی لیتر محیط کشت بر روی هم زن با	
	دور ۱۵۰ دور بر دقیقه و دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در طی مرحله غنی سازی	۵۱
شکل ۲-۴	انتقال کلنی های رشد کرده در محیط نوترینت آگار به محیط جامد معدنی	۵۲
شکل ۲-۵	الکتروفورز محصول PCR	۵۵
شکل ۳-۱	درصدهای تجزیه سه ترکیب آنتراسن، فنانترن و پیرن توسط سویه های جداسازی	
	شده	۶۳
شکل ۳-۲	نمودار تغییرات غلظت بر حسب زمان هیدروکربن ها به صورت خالص و در مجاورت	
	مخلوط سویه ها	۶۵
شکل ۳-۳	نمودار تغییرات غلظت بر حسب زمان هیدروکربن ها در مخلوط سه ترکیب و در	
	مجاورت مخلوط سویه ها	۶۸
شکل ۳-۴	تغییرات PH مربوط به تجزیه سه هیدروکربن توسط مخلوط سویه ها	۷۰
شکل ۳-۵	تغییرات دانسیته نوری مخلوط سویه ها بر حسب زمان در طول آزمایش های تجزیه	
	زیستی	۷۱

جدول ۱-۱. تقسیم بندی ترکیبات آلاینده آلی خاک و آب.....	۳
جدول ۱-۲. حداکثر مقدار مجاز انتشار آلاینده ها از صنایع نفت خام.....	۵
جدول ۱-۳. مشخصات پساب تولیدی پالایشگاه ها طبق گزارش بانک جهانی.....	۶
جدول ۱-۴. دستور العمل تخلیه مستقیم پساب صنعتی نفت خام (میلی گرم در لیتر).....	۷
جدول ۱-۵. خصوصیات فیزیکوشیمیایی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای.....	۲۶
جدول ۱-۶. اکسیداسیون هیدروکربن های آروماتیک چندحلقه ای توسط باکتری ها.....	۳۴
جدول ۲-۱. مشخصات نمونه های جمع آوری شده.....	۴۴
جدول ۲-۲. ترکیب محیط کشت پایه معدنی.....	۴۸
جدول ۲-۳. فرمول بندی محلول عناصر کم مقدار.....	۴۹
جدول ۲-۴. مشخصات مواد مورد استفاده در واکنش PCR.....	۵۴
جدول ۲-۵. مشخصات ستون دستگاه کروماتوگرافی گازی.....	۵۷
جدول ۳-۱. خصوصیات ظاهری ریزسازوارمهای جداسازی شده.....	۶۰
جدول ۳-۲. نتایج آزمایش ۱۶S RRNA.....	۶۱
جدول ۳-۳. نتایج تجزیه زیستی آنتراسن، فنانترن و پایرن توسط ۱۳ سویه جداسازی شده.....	۶۲
جدول ۳-۴. غلظت باقیمانده هیدروکربن های خالص در حضور مخلوط سویه ها.....	۶۵
جدول ۳-۵. درصد تجزیه سه هیدروکربن به طور مجزا توسط مخلوط سویه ها (پس از ۲۰ روز).....	۶۵
جدول ۳-۶. غلظت باقی مانده سه هیدروکربن به صورت مخلوط در حضور مخلوط سویه ها.....	۶۸
جدول ۳-۷. درصد تجزیه سه هیدروکربن به صورت مخلوط توسط مخلوط سویه ها (پس از ۲۰ روز).....	۶۸

فصل ۱

مفاهیم بنیادی و مروری بر

تحقیقات انجام شده

۱-۱. آلودگی های زیست محیطی

۱-۱-۱. مقدمه

آلودگی محیط زیست از مهم ترین و حاد ترین مسایل ناشی از پیشرفت های گوناگون در جهان امروز به شمار می رود و از مهم ترین مسایل مطرح در جوامع صنعتی، بحث آلودگی محیط زیست و راه های مقابله با آن می باشد. به طور کلی هر عاملی که باعث بر هم زدن شرایط طبیعی محیط زیست و ایجاد تغییرات نامطلوب در آن شود، آلودگی نامیده می شود. آلودگی های زیست محیطی نه تنها در جوامع صنعتی بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز به صورت معضل درآمده و چنان چه با آن مقابله نشود باعث افت کیفیت زندگی خواهد شد. برای کنترل و یا حذف آلودگی بایستی منشاء ایجاد آلودگی را شناسایی کرده و راهکارهای لازم برای رفع آن را بیابیم [۱].

۱-۱-۲. انواع آلودگی های زیست محیطی

آلودگی های زیست محیطی انواع مختلفی دارند و از منابع متعددی تولید می شوند. به طور کلی، آلودگی های زیست محیطی به دو دسته آلودگی های آلی و غیر آلی تقسیم می شوند. ترکیبات آلی از عمده ترین آلاینده های آب و خاک محسوب می شوند. بخشی از این مواد حلالیت متوسط تا بالا در آب داشته و این خاصیت باعث عبور و مهاجرت از میان ذرات خاک و رسیدن به آب های زیرزمینی می شود. این دسته شامل حلال های کلریدی، هیدروکربن های آلیفاتیک اکسیدی و کلریدهای بنزن می شود. از طرف دیگر مواد آلاینده آلی که حلالیت بسیار کمی در آب دارند، تمایل به باقی ماندن بر روی سطوح جامد داشته و از آلاینده های خاک و رسوبات به شمار می آیند. اکثر آفت کش ها و هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در این گروه قرار دارند و در شبکه خاک پایداری زیادی از خود نشان می دهند. بعضی از ترکیبات آلی مانند هیدروکربن های آلیفاتیک نیز با داشتن

مفاهیم بنیادی و مروری بر تحقیقات انجام شده

فشار بخار بالا به سهولت تبخیر شده و به اتمسفر منتقل می‌شوند [۲].

تقسیم‌بندی ترکیبات آلاینده آلی در جدول ۱-۱ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱. تقسیم بندی ترکیبات آلاینده آلی خاک و آب

اثرات سمی آلاینده	تحرک آلاینده	مکان های آلوده به آلاینده	گروه آلاینده
ایجاد سرطان و بیماری- های دستگاه اعصاب	معمولا کم	مزارع ، فرودگاه‌ها، کارخانجات تولید	ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی
سرطانزا	کم تا متوسط	مراکز و ایستگاه‌های توزیع، محوطه‌های نظامی، پالایشگاه- ها، شهرهای بزرگ	بنزین و گازوییل
سمیت بعثت حضور فلزات سنگین، شامل ترکیبات سرطانزا، مخرب سامانه اعصاب	متوسط تا زیاد	اماکن دفع زباله شهری	رنگ‌ها
سرطانزا، مخرب سامانه اعصاب	متوسط تا زیاد	کارخانجات تولید، گاراژها، محوطه‌های نظامی	حلال‌ها
سرطانزا	کم تا متوسط	کارخانجات تولید گاز یا قطران ذغال سنگ	هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای ^۱
سرطانزا	کم	ترانسفورماتورهای الکتریکی	بی‌فنیل‌های پلی‌کلرینه
تولید تومورهای مغزی	کم	کاخانجات تولید مواد شیمیایی، مکان های ویژه سوزاندن زباله‌ها	دی‌اکسین‌ها

1. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

آلودگی‌های غیرآلی (عناصر معدنی) نیز به دو گروه فلزی و غیر فلزی تقسیم می‌شوند.

- عناصر فلزی مانند سرب، جیوه، نیکل و غیره

- عناصر غیرفلزی مانند آرسنیک و سلنیوم

۱-۱-۳. آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از صنایع نفت

صنعت نفت به ویژه عملیات پالایش از مواردی است که در ایجاد آلودگی محیط زیست سهم زیادی دارد. در این میان عواملی چون افزایش کمی تصفیه نفت خام به علت رشد تقاضا و احداث پالایشگاه‌های بزرگ به ویژه در کنار شهرها و مناطق پرجمعیت به علت صرفه جویی در هزینه‌های حمل و نقل، سبب افزایش میزان آلودگی، از سوی این صنایع شده است. از جمله این آلودگی‌ها می‌توان به آلودگی هوا، آب و خاک اشاره کرد [۳].

۱-۱-۳-۱. آلودگی هوا

آلودگی هوا را می‌توان به عنوان نخستین مورد از آلاینده‌های پالایشگاهی مطالعه و بررسی کرد. در پالایشگاه‌های ساده، پالایشگاه‌هایی که در آن‌ها عمل تقطیر، تبدیلات کاتالیستی، تصفیه با هیدروژن و تأسیسات خارج از محل وجود دارد، مقدار کل نفت مصرف شده که شامل سوخت مصرفی و نفت هدر رفته در عملیات تولیدی است، نباید از $\frac{5}{3}$ درصد مقدار محصول بیشتر شود. هم چنین برای پالایشگاه‌هایی که دارای واحدهای تبدیلی ثانویه مانند هیدروکراکرها یا واحدهای تولید روانساز هستند، این مقدار نباید از ۶-۵ درصد و در برخی موارد تا ۱۰ درصد محصول بیشتر شود. انتشار ترکیبات آلی فرار از واحدهای فرآیندی باید تا ۰/۰۵ درصد میزان محصول و میزان کل انتشار ترکیبات آلی فرار تا کمتر از یک کیلوگرم در هر تن نفت خام یا ۰/۱ درصد میزان محصول کاهش یابد. واحدهای صنعتی باید از

مفاهیم بنیادی و مروری بر تحقیقات انجام شده

سوخت با گوگرد کمتر از ۰/۵ درصد استفاده کنند. سوخت‌هایی که دارای گوگرد بالا هستند باید به واحدهای مجهز به کنترل کننده SO_x برده شوند. مقدار کل انتشار اکسید گوگرد در یک پالایشگاه هیدرواسکیمینگ که دارای برج‌های تقطیر اتمسفریک و تحت خلاء، واحدهای رفرمینگ و فرآیند تقطیر است، باید کمتر از ۰/۵ و برای یک پالایشگاه تبدیلی کمتر از ۱ کیلوگرم در هر تن نفت خام باشد. **Error! Reference source not found.** بانک جهانی حداکثر مقدار مجاز انتشار آلاینده‌ها از صنایع نفت را به شرح جدول ۱-۲ اعلام کرده است [۲].

جدول ۱-۲. حداکثر مقدار مجاز انتشار آلاینده‌ها از صنایع نفت خام [۲]

پارامتر	حداکثر مقدار (میلی‌گرم در مترمکعب)
ذرات معلق	۵۰
اکسیدهای نیتروژن	۴۶۰
اکسیدهای گوگرد	۱۵۰ برای واحدهای بازیابی گوگرد و ۵۰۰ برای سایر واحدها
نیکل و وانادیوم	۲
سولفید هیدروژن	۱۵۲

۱-۳-۲. آلودگی آب

آلودگی آب یکی دیگر از مسایل مهم و مورد مطالعه می‌باشد و منظور از آن غلظت مواد آلوده کننده در آب‌های خروجی و پساب‌های صنعتی است که از یک پالایشگاه خارج می‌شود. پالایشگاه‌هایی که دور از سواحل دریا یا مسیر رودخانه قرار دارند نسبت به آن‌هایی که از این امکانات بهره‌مند هستند، از نظر مسایل آلودگی آب وضع دشوارتری دارند. حداکثر مقدار نفت باید به ۲۰ تا ۳۰ قسمت و در برخی اماکن حتی تا کمتر از ۵ قسمت در میلیون کاهش یابد و علاوه بر آن غلظت مواد شیمیایی آن‌ها نیز به سطح ایمن و بی خطر رسیده باشد. فاضلاب باید از مواد سمی یا مواد شیمیایی سرطانزا عاری و بنزن

مفاهیم بنیادی و مروری بر تحقیقات انجام شده

موجود در آب به حدود ۱۰ قسمت در میلیون تقلیل داده شود. نکته قابل توجه این که مقدار مجاز غلظت مواد شیمیایی در مناطق گوناگون متفاوت است و در برخی مناطق، مقررات ایجاب می کند که برای پساب های صنعتی، دستگاه های تصفیه نصب شود. البته مواد شیمیایی این پساب ها همیشه سمی نیست، ولی این خطر وجود دارد که بیشتر آن ها به سرعت اکسید شده، اکسیژن آب را جذب کرده و سبب نابودی موجودات آبی شوند. درجه حرارت پساب های خروجی پالایشگاه ها نیز از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا بالا بودن آن، سبب مرگ ماهی ها و دیگر آبزیان می شود. از سویی جدا کردن مواد نفتی از آب جزء ضروریات عملیاتی هر پالایشگاه است. در پساب های یک پالایشگاه همیشه نفت یافت می شود و احتمال نشت آن در محیط زیست همواره وجود دارد [۳]. جدول ۱-۳ مشخصات پساب تولیدی پالایشگاه ها را طبق گزارش بانک جهانی نشان می دهد.

جدول ۱-۳. مشخصات پساب تولیدی پالایشگاه ها طبق گزارش بانک جهانی [۳]

پارامتر	حداکثر مقدار (میلی گرم در لیتر)	
BOD	۱۵۰-۲۵۰	
COD	۳۰۰-۶۰۰	
فنل	۲۰-۲۰۰	
بنزن	۱-۱۰۰	
بنزوپایرن	کمتر از ۱-۱۰۰	
فلزات سنگین	کروم	۰/۱-۱۰۰
	سرب و سایر آلاینده ها	۰/۲-۱۰۰

امروزه برای تصفیه آب های آلوده امکانات فنی گسترده ای وجود دارد، چنان که می توان پساب ناشی از صنایع نفت را به صورتی تصفیه کرد که به طور مستقیم مورد استفاده شهری قرار گیرد. در مطالعه ای که در ایالات متحده صورت گرفت، هزینه تصفیه آب های آلوده به نفت که قابل استفاده شهری باشند، از قرار ۴۳ دلار به ازای هزار گالن آب آلوده گزارش شد که این رقم تقریباً برابر با بهای شیرین

مفاهیم بنیادی و مروری بر تحقیقات انجام شده

کردن آب شور دریا است. در یک پالایشگاه جدید معمولاً ۱۵ تا ۲۰ درصد مجموع سرمایه‌گذاری، صرف فراهم کردن امکاناتی برای کنترل آلودگی‌ها و ضایعات خطرناک می‌شود. مجموع هزینه‌های اضافی برای نصب، بهره‌برداری و نگهداری این وسایل تقریباً ۱۰ تا ۲۰ سنت (در سال ۱۹۹۳) به ازای هر گالن فرآورده‌های پالایش شده است. جدول ۱-۴ دستورالعمل تخلیه مستقیم پساب‌های نفتی به آب-های سطحی را طبق راهبردهای بانک جهانی نشان می‌دهد [۳].

جدول ۱-۴. دستورالعمل تخلیه مستقیم پساب صنعتی نفت خام (میلی گرم در لیتر) [۳]

پارامتر	حداکثر مقدار (میلی گرم در لیتر)
pH	۶-۹/۰۰
BOD	۳۰/۰۰
COD	۱۵۰/۰۰
مقدار کل ذرات معلق	۳۰/۰۰
روغن و گریس	۱۰/۰۰
کروم	۰/۵۰
سرب	۰/۱۰
فنل	۰/۵۰
بنزن	۰/۰۵
بنزوپایرن	۰/۰۵
سولفید	۱/۰۰
نیترژن (کل)	۱۰/۰۰
افزایش دما	کمتر از ۳°C

۱-۱-۳-۳. آلودگی خاک

سطح کل خاک کره زمین در حدود ۱۴۴۷۷ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که بیش از ۳۰۰۰ میلیون هکتار آن در معرض آلودگی با مواد شیمیایی بوده است. خاک‌های کره زمین برحسب خصوصیات زمین‌شناسی، آب‌شناسی، آب و هوا، حاصلخیزی و سایر خواص فیزیکی، به مقدار زیادی با هم تفاوت دارند. مشخصات فیزیکی - شیمیایی خاک، در تعیین سرنوشت آلاینده بسیار مؤثر است.