بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تربیت معلم تهران
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران- محیط زیست

تحلیل پاکسازی ستون خاک ماسه ای آلوده به دیزل(گازوئیل) با سورفکتنت آنیونی به وسیله مدل UTCHEM

نگارش:
نازیلا نوری فر

استاد راهنما:
دکترغلامرضا اسدالله فردی

استاد مشاور:
دکتر احمد خدادادی

دی ۸۸

تقدیم به

پدر و مادر

بزرگوار و فداکارم

و

خواهرو برادر مهربانم

سپاسگزاری

نگارنده بر خود می‌داند که از زحمات بی‌دریغ، تلاش‌های بی‌وقفه و راهنمایی‌های ارزشمند استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر غلامرضا اسدالله فردی همچنین استاد مشاور ارجمند جناب آقای دکتر احمد خدادادی که با راهنمایی های خود در راستای انجام این پروژه راهگشای اینجانب بوده اند تشکر و قدردانی نماید.

مراتب تشکر خود را از جناب آقای دکتر علی قنبری مدیر محترم گروه عمران برای کمک ها و همدردیها و همراهی های بی دریغ ایشان اعلام می دارم.

مراتب تشکر و حق شناسی خود را از استاد گرامی جناب آقای دکتر عبدالرضا کرباسی به جهت راهنما ییهای سازنده ایشان و همچنین حضورشان در جلسه دفاع پایان نامه ام مراتب تشکر و حق شناسی خود را اعلام می دارم.

از جناب آقای دکتر اسماعیل صلاحی و کارکنان محترم کتابخانه پژوهشگاه مواد و انرژی بخاطر مساعدت فراوان در حین اجرای پایان نامه بسیار تشکر و قدردانی می نمایم.

از زحمات اساتید محترم و مسئولین آموزش دانشکده فنی به خصوص سرکار خانم سخا که با تمام وجود در کنار دانشجویان و همراه آنها هستند و دانشجویان صمیمی و مهربان دانشگاه تربیت معلم که در طول مدت تحصیل کمکهای خود را بی دریغ در اختیار من قرار داده اند کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از دوستان عزیزم به خصوص جناب آقای مهندس رضا امید و سرکار خانم مهندس مهتاب محرابی که در طول مدت انجام پایان نامه با حضور گرم و صمیمی خود به من امید می دادند و در همه لحظات مرا یاری کردند، بسیار متشکرم.

در پایان از پدر و مادرم به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی، از مادربزگ عزیزم به پاس محبت های بی دریغش که هرگز فروکش نمی کند و از خواهر و برادرم به پاس قلب های بزرگشان

که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید تشکر می کنم و این پایان نامه را به آنان تقدیم می کنم.

چکیده

آلودگی نفتی خاک یکی ازمسائل مهم زیست محیطی است که کشورهای مختلف جهان از جمله ایران که یکی از تولید کننده های عمده نفت می باشد، با آن مواجه اند.پاکسازی خاک از مواد نفتی به عنوان یک مسئله مهم مطرح می باشد.در این راستا حذف دیزل از خاک در این مطالعه مورد تحلیل قرار گرفته است.داده های آزمایشگاهی ستون خاک ماسه ای آلوده به دیزل با دو غلظت ۱۰۰۰۰و۲۰۰۰۰ ppm که توسط سورفکتنت آنیونی (دو دسیل سولفات سدیم) با ۴ میزان متفاوت (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد وزنی)پاکسازی شده است مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.برای تحلیل از مدل ترکیبی UTCHEM استفاده شده است ونتایج حاصل از شبیه سازی مدل با نتایج مطالعات آزمایشگاهی از تطابق خوبی برخوردار بوده و نشان می دهد که که بیشترین راندمان پاکسازی که معادل ۴۰/۷۳٪ می باشد با استفاده از سورفکتنت به میزان ۰/۱٪ و در میزان آلودگی اولیه ppm۲۰۰۰۰ به دست آمده است. همچنین بیشترین بازدهی پاکسازی با میزان آلودگی ppm۱۰۰۰۰ با غلظت سورفکتنت به میزان ۰/۳ درصد وزنی معادل ۲۶/۷۷٪ حاصل گردید. راندمان پاکسازی با افزایش میزان شوینده کاهش می یابد و این پدیده را ممکن است بتوان به این صورت توجیه کرد که افزایش در میزان محلول شستشو (سورفکتنت) و همچنین میزان آلودگی در ستون خاک منجر به بروز واکنشهای اضافی بین ذرات خاک و مولکولهای سورفکتنت می شود. این واکنش ها ترکیبات ژله ای را در میان سطوح خاک تولید می کنند و جداسازی گازوئیل متصل به ذرات خاک را دشوار ساخته و منجر به کاهش راندمان پاکسازی می شوند. عامل قابل لمس برای این کاهش راندمان را می توان کاهش نفوذپذیری خاک در اثر این ترکیبات ژله ای نام برد. با کاهش نفوذپذیری، سطح تماس سورفکتنت با ذرات گازوئیل محبوس در بین حفرات خاک کاهش می یابد و به این صورت است که توانایی سورفکتنت در حل کردن وجابجایی گازوئیل بسیار پائین می آیدوراندمان پاکسازی کاهش می یابد.همچنین با توجه به افزایش جذب سطحی سورفکتنت که یکی از مهمترین خصوصیات سورفکتنت در مدل UTCHEM می باشد، به طور مستقیم با افزایش غلظت آن و به طور عکس با کاهش نفوذپذیری خاک،میزان و سرعت مصرف سورفکتنت به دلیل جذب قسمت اعظم آن توسط خاک افزایش یافته و کارایی آن در حلال سازی آلاینده که مکانیسم اصلی پاکسازی می باشد کاهش می یابد. این پدیده را می توان به صورت بر هم خوردن تعادل میان میزان سورفکتنت جذب شده توسط خاک وآلاینده توجیه نمود.همچنین با آنالیز حساسیت مدل به تغییرات نفوذ پذیری،کاهش راندمان پاکسازی در صورت کاهش نفوذ پذیری نسبی و افزایش راندمان با افزایش مقادیر نفوذپذیری قابل مشاهده است.

واژه های کلیدی: آلودگی خاک ، جذب سطحی سورفکتنت، مدل UTCHEM ودیزل(گازوییل)

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه	۱
۱-۱- اهمیت موضوع تحقیق	۲
۱-۲- اهداف تحقیق	۳
۱-۳- راهکار انجام تحقیق	۳
۲-آلودگی خاک	۵
۲-۱- طبقه بندی آلاینده های خاک	۶
۲-۱-۱- ترکیبات آلی فرار	۶
۲-۱-۲- ترکیبات آلی نیمه فرار	۷
۲-۱-۳- مواد مختلف سوختی	۷
۲-۱-۴- ترکیبات معدنی	۸
۲-۱-۴-۱- رادیونوکلئید ها	۹
۲-۱-۵- مواد منفجره	۹
۲-۲- هیدرو کربن های نفتی(TPH)	۱۰
۲-۳- پیوند خاک وآلاینده ها	۱۲
۲-۴- توزیع آلاینده در خاک	۱۲
۲-۴-۱- منطقه غیر اشباع	۱۴
۲-۴-۲- منطقه اشباع	۱۷
۲-۵- روش های پاکسازی خاک ها و آبهای آلوده به نفت	۲۰
۲-۵- ۱- کاربردهای زیست محیطی میکروارگانیزم ها در پاکسازی زیستی خاک و آبهای آلوده نفتی	۲۲
۲-۵-۲- مروری بر خاکشویی	۲۳
۲-۵-۳- پاکسازی محیط های آبی به وسیله سورفکتنت ها	۲۴
۲-۵-۳-۱- سورفکتنت ها	۲۴
۲-۵-۳-۱-۱- سورفکتنت های بیولوژیک	۲۶
۲-۵-۳-۱-۲- سورفکتنت های آنیونی	۳۱
۲-۵-۳-۱-۳- سورفکتنت های شیمیایی	۳۲
۲-۵-۴- ا همیت جذب سطحی سورفکتنت درپاکسازی	۳۴

۲-۵-۴-۱- جذب سطحی سورفکتنت های آنیونی..... ۳۴
۲-۵-۴-۲- جذب سطحی سورفکتنت های کاتیونی..... ۳۴
۲-۵-۴-۳- جذب سطحی سورفکتنت های غیر یونی..... ۳۴
۲-۵-۴-۳-۱- اهمیت ترکیب خاک..... ۳۵
۲-۵-۴-۴- جذب سطحی سورفکتنت های دوگانه..... ۳۶
۲-۶- کاربرد های صنعتی و زیست محیطی سورفکتنت های بیولوژیک و شیمیایی..... ۳۷
۳-ادبیات موضوع..... ۴۱
۴- مروری بر مدل های ریاضی حاکم بر فرآیند پاکسازی و مکانیسم عملکرد شوینده..... ۴۷
۴-۱- مدل ریاضی عملکرد شوینده در خاکشویی..... ۵۲
۴-۲- مروری بر مدل های دیگر پاکسازی..... ۵۴
۴-۲-۱- مدل Bioscreen..... ۵۴
۴-۲-۲- مدل HSSM..... ۵۴
۴-۲-۳- مدل BIOPLUMIII..... ۵۵
۴-۳- تئوری UTCHEMدرحذف دیزل..... ۵۵
۵-معرفی مدل UTCHEM..... ۵۸
۵-۱- مقدمه..... ۵۸
۵-۲- استفاده از UTCHEM در کاربردهای آب های زیرزمینی..... ۵۹
۵-۳- معرفی نرم افزار..... ۵۹

۵-۴- فرمولاسیون مدل..... ۶۰

۵-۴-۱-تعاریف کلی.....	۶۰
۵-۴-۲- معادلات تعادل جرم.....	۶۱
۵-۴-۳- معادله پاسیتاری انرژی.....	۶۲

۵-۴-۴- معادله فشار.....	۶۲
۵-۵- خصوصیات مایع و خاک.....	۶۳
۵-۵-۱- جذب سطحی سورفکتنت.....	۶۳
۵-۵-۲- شوری مؤثر.....	۶۴
۵-۵-۳-کشش بین سطوح.....	۶۴
۵-۵-۴- دانسیته.....	۶۵
۵-۵-۵- فشار کاپیلاری.....	۶۶
۵-۵-۶- نفوذپذیری نسبی.....	۶۹
۵-۵-۷- عدد حبس.....	۷۰
۶- بحث و نتیجه گیری.....	۷۳

۶-۱-آنالیز حساسیت مدل به تغییرات نفوذ پذیری خاک.....	۸۳
۷- جمع بندی نتایج و پیشنهادات.....	۹۰
منابع و مراجع.....	۹۴

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل۲-۱:نمونه هایی از ترکیبات آلی در محدوده ی گازولین(GRO)	۱۰
شکل۲-۲:نمونه هایی ازترکیبات آلی درمحدوده ی دیزل	۱۱
شکل ۲-۳:توزیع آلاینده DNAPL میان ۴فاز ناحیه غیر اشباع	۱۵
شکل۲-۴:نمایی از نشت DNAPL	۱۶
شکل۲-۵:توزیع آلاینده DNAPL میان 3فاز ناحیه اشباع	۱۸
شکل ۲-۶:انتشار آلودگی در جهت عکس جریان آب زیرزمینی	۱۹
شکل ۲-۷:تکنولوژی های پاکسازی	۲۱
شکل۲-۸: کشش سطحی،کشش بین سطحی و محلول سازی به عنوان تابعی از غلظت سورفکتنت	۲۵
شکل ۲-۹ : ساختار شیمیاییrhamnolipid	۲۸
شکل۲-۱۰: ساختار ۴ rhamnolipid تولید شده به وسیله ی P.aeruginosa	۲۹
شکل۲-۱۱:ساختار sophorolipid از C.bombicola	۳۰
شکل۲-۱۲:ساختار surfactin	۳۰
شکل ۲-۱۳ : ساختار شیمیاییsodium dodecyl sulfate	۳۲
شکل ۲-۱۴: ساختار شیمیایی saponin	۳۳
شکل۴-۱:رفتاردیزل در فازهای آبی و جامد	۵۱
شکل۴-۲:دیاگرام فازی محلول سورفکتنت بهینه برای انحلال دیزل	۵۶
شکل۶-۱: بازیابی نفت با میزان دیزل ۱۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۱	۷۷
شکل۶-۲: بازیابی نفت با میزان دیزل ۱۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۲	۷۸
شکل۶-۳: بازیابی نفت با میزان دیزل ۱۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۳	۷۸

شکل۶-۴: بازیابی نفت با میزان دیزل ۱۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۴ ۷۹

شکل۶-۵: بازیابی نفت با میزان دیزل ۲۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۱ ۸۰
شکل۶-۶: بازیابی نفت با میزان دیزل ۲۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۲ ۸۱
شکل۶-۷: بازیابی نفت با میزان دیزل ۲۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۳ ۷۸
شکل۶-۸: بازیابی نفت با میزان دیزل ۲۰۰۰۰وسورفکتنت ۰/۴ ۸۲
شکل ۶-۹:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۱ودیزل ppm۱۰۰۰۰ ۸۳
شکل ۶-۱۰:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۲ودیزل ppm۱۰۰۰۰ ۸۴
شکل ۶-۱۱:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۳ودیزل ppm۱۰۰۰۰ ۸۵
شکل ۶-۱۲:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۴ودیزل ppm۱۰۰۰۰ ۸۶
شکل ۶-۱۳:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۱ودیزل ppm۲۰۰۰۰ ۸۷
شکل ۶-۱۴:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۲ودیزل ppm۲۰۰۰۰ ۸۷
شکل ۶-۱۵:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۳ودیزل ppm۲۰۰۰۰ ۸۸

شکل ۶-۱۶:تاثیر افزایش وکاهش نفوذ پذیری در راندمان پاکسازی با میزان سورفکتنت ۰.۴ودیزل ppm۲۰۰۰۰ ۸۹
شکل۷-۱: میزان پاکسازی را برای کلیه حالات در نظر گرفته شده ۹۱

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱: ترکیبات سوختی	۸
جدول۲-۲: ترکیبات معدنی	۸
جدول ۲-۳ : رادیونوکلئید ها	۹
جدول ۲-۴: نوع و منشآ میکروبی سورفکتنت های بیولوژیک	۲۷
جدول ۲-۵:کاربردهای متفاوت سورفکتنت ها	۳۷
جدول ۲-۶: خصوصیات سورفکتنت ها	۳۹
جدول ۶-۱: مشخصات خاک	۷۳
جدول ۶-۲: مشخصات SDS	۷۴
جدول۶-۳:پارامترهای مورد نیاز UTCHEM	۷۵
جدول۶-۴:راندمان پاکسازی با گازوئیل به میزان20000 ppm	۸۰

فصل اول

۱ – مقد مه

امروزه علی رغم رشد سریع دانش و تکنولوژی بشری متاسفانه محیط زیست در وضعیت بسیار پیچیده و بحرانی در سطوح ملی و منطقه ای قرار گرفته است. آلودگی هوا، خاک و آب و رشد بی رویه فعالیت های بشری از یک سو و نابودی منابع طبیعی از سوی دیگر لحظه ای متوقف نمی گردد.در این میان خاک به عنوان بخشی فعال از محیط زیست که ارتباط تنگاتنگی با فعالیت های بشری دارد نیز از این آلوده گی ها مصون نبوده است. روش های مختلف رفع آلودگی از خاک جهت حفظ این منبع با ارزش طراحی گشته است و استفاده از این روش ها جهت پاکسازی گامی بزرگ جهت بهبود وضعیت محیط زیست و توسعه پایدار می باشد.فعالیت های روزافزون بشر بر روی کره زمین سبب شده است که فعالیت بخش خاک که خود جزئی از زمین است در مواردی دچار اختلال شود. بدیهی است که اگر جمله بالا را تعریف آلودگی خاک بدانیم، آلودگی خاک را یک پدیده نامطلوب می انگاریم و بایستی انواع دخالت های مجاز و غیر مجاز انسان را مشخص ساخته و برای هر یک از آنها مرزی تعیین کنیم، زیرا حدود مجاز و غیر مجاز مواد آلوده کننده که از فعالیت بشر ناشی می شود، پایه و اساس آئین نامه های اجرائی است که برای جلوگیری از آلودگی خاک باید به تصویب برسند. علت مبهم بودن تعریف آلودگی خاک را در خود خاک باید جستجو نمود. زیرا برای اینکه تاثیر مواد آلوده کننده را بر روی خاک مشخص ساخته و در آینده پیش بینی گردد، لازم است بطور دقیق کارکرد مطلوب سیستم خاک را شناخته و سپس دانش خود را معطوف مواردی ساخت که ممکن است در آینده در کارکرد طبیعی و آرمانی خاک خللی وارد کنند. از طرفی بعضی از مواد که آلوده کننده هستند در خاک موجود بوده و فقط در مواردی که مقدار آنها از حد معینی فراتر رود، موجبات اختلال در سیستم خاک را فراهم می آورد. از دیدگاه جهانی، پس از آب و هوا، خاک سومین جزء محیط زیست می باشد. خاک علاوه بر اینکه پایگاه موجودات خشکی زی بویژه جوامع انسانی است، محیط منحصر بفردی برای زندگی انواع حیات، مخصوصا گیاهان بشمار می آید. چون گیاهان نیز عامل جذب نور خورشید بوده و گردش گاز کربنیک را در طبیعت به عهده دارند، لذا در کلیه انواع حیات به ترتیبی، پای خاک در میان است.بر خلاف آب و هوا، آلودگی خاک از نظر ترکیب شیمیایی بآسانی قابل اندازه گیری نیست و همانطور که می دانیم یک خاک پاک یا خالص تعریف پذیر نمی باشد. حتی اگر ردیابی ترکیباتی در خاک، وجود مواد زیان بخشی را تایید نماید، نمی توان با قاطعیت بر خلل پذیری کارکرد خاک صحه گذارد. از طرفی در صورتی که کارکرد طبیعی خاک مختل شده باشد این اختلال را نمی توان با چشم مشاهده نمود و متاسفانه هنگامی که چنین مشاهداتی صورت می پذیرد برای رفع آلودگی کمی دیر شده است و مخارج عملیات بالاتر خواهد رفت. بنابراین بایستی مساله آلودگی خاک را در چارچوب پیش بینی خطرات و صدمات مطالعه نمود و بدین منظور ترکیب موادی که به خاک

افزوده می گردد بسیار مهم خواهد بود. نکته مهم در پدیده آلودگی خاک فرایند انتقال و انباشتگی مواد و بویژه ترکیبات خطرناک در خاک می باشد و این دو پدیده نیز از اثرات متقابل بین ترکیبات و ذرات خاک ناشی می شود.

میزان تولید نفت در سال ۲۰۰۸ در جهان به بیشترین میزان خود معادل ۸۱/۷۳ میلیون بشکه در روز رسیده که مقادیر بسیاری از آنها آلاینده محیط هستند. طبق گزارش *EPA* حدود ۷ میلیون تانک ذخیره زیر زمینی نفت در آمریکا وجود دارد که به دلیل نشت بخش عزیمی از آنها محیط زیست را با خطر جدی مواجه کرده است [2].ورود مواد نفتی به داخل خاک می تواند در اطراف پالایشگاهها، جایگاه سوخت گیری، مخازن ذخیره نفت و فرآورده های نفتی و محل عبور لوله های تاسیسات انتقال سوخت صورت پذیرد. نشت ترکیبات نفتی شامل بنزن، اتیلن بنزن، تولوئن، زایلن، رزین ها، سیکلو آلکانها، هیدورکربنهای آروماتیک در لایه های مختلف زمین، آبهای زیر زمینی و آبهای سطحی موجبات آلودگی آب و خاک را فراهم می سازد. هیدروکربنهای نفتی در محیط به علت سمیت، جهش زایی و اثرات سرطانزایی بالقوه و توانایی ورود به چرخه غذایی که مسئله همگانی و نیز علمی و کنترلی است که موجب حرکت به سمت تحول و رشد و کاربرد روشهای تصفیه می شود. استفاده از روش تصفیه به روش خاکشویی از جمله روشهای متداول در تجزیه و حذف این ترکیبات است.

در گذشته آلاینده های شیمیایی در خاک با فرایندهای شیمیایی و فیزیکی پر هزینه اصلاح می شدند، ولی امروزه خاکشویی با استفاده از شوینده های تجاری و ارزان قیمت جهت پاک کردن و زدودن مواد شیمیایی خطرناک در خاک استفاده می شود. در حال حاضر بکارگیری از مکانیزم خاکشویی خارج از محل، از مهمترین راهکارهای اصلاح و احیای خاکهای آلوده می باشد[19] .

۱-۱- اهمیت موضوع تحقیق

آلاینده های نفتی زیادی امروزه در محیط زیست بوسیله صنایع نفتی و شیمیایی تولید می شوند و جزء مهمترین آلوده کننده های محیط محسوب می شوند. نشت ترکیبات نفتی تحت تاثیر نیروهای کاپیلاری و ثقلی، منجر به حرکت عمودی در خاکهای غیر اشباع شده و خلل و فرج خاک را پر می کند. آلودگی خاک ناشی از نشت تانکهای ذخیره مواد نفتی و اثرات نا مطلوب آن، از مشکلات عمده ای است که امروزه با آن روبرو هستیم.براساس آماری که تا سال ۸۰ اعلام گردیده است، کشور ایران با توجه به دارا بودن ۸/۵۸ درصد از منابع نفتی جهان و تولیدات پتروشیمی حدود ۳۰ میلیون تن در سال و دارا بودن مقام دوم ذخایر گازی جهان، وجود بیش از ۲۵۰۰۰ کیلومتر خطوط انتقال نفت و گاز، دارا بودن بیش از ۱۳۰۰ ایستگاه انتقال سوختگیری و ۱۰۰۰۰ تانکر حمل نفت و فراورده های نفتی، بسیار در معرض آلوده شدن خاک به فراورده های نفتی قرار دارد[۳۳]. بنابراین توجه به مساله آلودگی های نفتی و ارائه راه حل مناسب جهت حل این مساله بسیار مهم می باشد و هر گونه مطالعه برای رفع آلودگی نفتی از خاک از اهمیت ویژه ای بر خوردار است. روش های رفع آلودگی از خاک به سه دسته کلی بیولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و حرارتی تقسیم می گردند و کلیه روش های پاکسازی

زیر مجموعه ای از این سه دسته می باشند. عملیات پاکسازی به وسیله هر کدام از این روش ها بصورت خارج از محل آلوده (*Ex–situ*) یا در محل آلوده (*In– situ*) انجام میگیرند.به علت اینکه استفاده از هر کدام از روش ها دارای اثرات زیست محیطی فراوانی بر روی منطقه آلوده می باشد، ملاحظه و ارزیابی این اثرات به هنگام انتخاب روش پاکسازی ضروری است.مهمترین راهکار پس از از آلودگی خاک، پاکسازی آن می باشد. روش های پاکسازی خاک به تنهایی و بدون ارزیابی دقیق منطقه آلوده مورد نظر قابل استفاده نبوده و فقط راهنمایی کلی جهت مطالعه و برنامه ریزی پیرامون رفع آلودگی می باشد. در مورد هر محل آلوده باید مطالعه و ارزیابی ویژه منطقه صورت پذیرد و طراحی روش های پاکسازی باید بر اساس ویژگی های منطقه مورد نظر باشد.به علت اینکه نتایج حاصل از عملیات پاکسازی دارای ارتباط مستقیمی با ویژگی های خاک، نوع، میزان و گسترش آلاینده، شرایط هواشناسی، توپوگرافی، هیدروگرافی و بسیاری از اطلاعات دیگر می باشد، شروع عملیات پاکسازی بدون انجام بررسی های لازم و استفاده صرف از نتایج منطقه های مشابه به نتیجه مطلوبی منجر نخواهد شد.بسیاری از روش های پاکسازی خاک بصورت آزمایشی انجام گردیده اند و قابلیت استفاده از آنها در مقیاس های واقعی کم می باشد. در این تحقیق تحلیل پاکسازی ستون خاک که در اثر نفوذ طبیعی مواد شوینده در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفته است ،انجام شده است تا نتایج بدست آمده قابلیت بیشتری جهت استفاده در مقیاس واقعی داشته باشند.هدف از انجام این تحقیق، مطابقت دادن نتایج حاصل از تحلیل با داده های آزمایشگاهی و تحلیل و تفسیر آنها می باشد.

۱-۲- اهداف تحقیق

در این مطالعه هدف تحلیل و تفسیر میزان تاثیر مواد شوینده بر شستشوی خاک و بررسی تاثیر میزان مواد شوینده در افزایش یا کاهش راندمان پاکسازی وهمچنین میزان تطابق نتایج با داده های حاصل از تحلیل صالحیان در سال ۱۳۸۶ [۳۳] می باشد.

۱-۳- راهکار انجام تحقیق

۱-مطالعه کتابخانه ای کارهای انجام شده در داخل وخارج کشور

۲-جمع اوری داده های خام ازمایشگاهی موجود

۳-مطا لعه مختصری راجع به نفت وشوینده هاو بررسی پارامتر های موثر در انتقال آلودگی نفتی

۴-بررسی مدلهای ریاضی انتقال آلاینده های نفتی در خاک و نحوه پاکسازی ان

۵- بررسی نرم افزار ها ی موجود که بتواند مدلهای ریاضی مناسب در آیتم ۴ راتحلیل کند.

۶-تحلیل داده ها با نرم افزار انتخاب شده

۷-بحث و نتیجه گیری

این پایان نامه شامل ۷ فصل به شرح زیر می باشد:

فصل اول شامل مقدمه و مروری بر اهمیت موضوع و اهداف تحقیق،فصل دوم شامل مروری بر آلودگی خاک و انواع آلاینده ها و روشهای مختلف پاکسازی،فصل سوم ادبیات موضوع و مطالعات انجام گرفته در این زمینه،فصل چهارم معرفی مدل استفاده شده در مطالعه و معادلات کاربردی آن ، فصل پنجم مروری بر مدل های ریاضی حاکم بر فرآیند پاکسازی و مکانیسم عملکرد شوینده همچنین مروری بر دیگر مدل های پاکسازی،فصل ششم نتایج و بحث و فصل هفت جمع بندی و پیشنهاداتی برای تحقیقات در این زمینه می باشد.

فصل دوم

۲-آلودگی خاک

روشهای ارزیابی به ما امکان اندازه گیری و شناسایی آلاینده های شیمیایی آلی را درحد هر بیلیون سطوح آلاینده در خاک و آبهای زیرزمینی را می دهد . این به خصوص زمانی دارای اهمیت است که دور ریختن بدون استثناء مواد اولیه کارخانه ها ، روشهای ناقص برای نگهداری و دفع پسماند و امکانات ناقص دفع و تصفیه عوامل آلودگی بسیاری از مکانها شناخته شده اند .مهمترین گروههای پسماند های آلی شیمیایی شامل پسماند های آبی (آفت کش ها) ، محلولهای آبی (محلولهای مورد استفاده در خشک شویی) ، روغن ها (روغن اتوموبیل ، روغن های هیدرولیکی ، روغن سوختی) و لجن ها / مواد جامد آلی (قیرهای حاصل از فرایندهای رنگرزی) و پسماند شیمیایی تولید شده از کارخانه ها که بستگی به میزان محصولات شیمیایی دارد ، می شود .بسیاری از آلودگی خاک ناشی از نشت ها و لکه های تصادفی ناشی از فرایند تمیز کردن دستگاهها و تجهیزات ، باقی مانده های موجود در کانتینرها و مواد مصرفی تاریخ گذشته است .تولید کننده های کوچکتر آلاینده های شیمیایی شامل مراکز دفن بهداشتی زباله (land fill) که درست کنترل و مدیریت نمی شوند، می باشند[5].

رایج ترین فلزات سنگین مرتبط با فعالیت های بشر در طبیعت ، شامل سرب (pb) ، کادمیم (cd) ، مس (cu) ، کروم (cr) ، نیکل (Ni) ، آهن (Fe) و جیوه (Hg) و روی (Zn) می باشد.

پاکسازی خاک می تواند بدون استخراج و یا با استخراج خاک از طریق شستشوی خاک انجام شود.محلول سازی آلاینده ها می تواند با آب و یا به همراه افزودنی هایی انجام پذیرد . آلاینده هایی مانند تری کلرواتیلن (TCE) ، هیدروکربن های آروماتیک پلی سایکلیک (PAH_s) و پلی کلرینیتدبی فنیل (PCB_s) بسیار ضعیف حل می شوند. آلاینده های آلی نیز می توانند به صورت بیولوژیکی(bioremediation) پاکسازی شوند که کاملاً آنها را معدنی سازد. این روند می تواند طبیعی صورت گیرد و مواد ریز مغذی (nutrients) به عنوان گیرنده الکترون و یا حتی باکتریها به آن اضافه شود .با وجود این که آلاینده های غیر آلی تجزیه پذیر زیستی نیستند ، می توانند از صورتی به صورت دیگر تبدیل شوند . آلاینده های غیرآلی مانند فلزات معمولاً همراه آلاینده های آلی یافت می شوند که روند پاکسازی را با پیچیدگی بیشتری روبه رو خواهد کرد.

آلودگی خاک به دلیل تمایل آلاینده ها به جذب و چسبیدن به ذرات خاک بسیار مهم می باشد[26] .به این ترتیب نفوذ از خاک به عنوان منبع پیوسته آلودگی آبهای زیرزمینی به شمار می رود.بسیاری از آلاینده های معمول خاک و آب زیرزمینی سمی ، موتاژنیک و / یاکارسینوژنیک هستند . با وجود این که بعضی از این ترکیبات ممکن است نسبتاً درآب محلول باشند، دیگر خواص ذاتی فیزیکی شیمیایی ،آن ها را مشکل ساز کرده است . به خصوص جدایی ناپذیری بعضی فازهای مایع غیرآبی چگال(DNAPL) ،از آب و کشش سطحی بالای ((Interfacial tension(IFT) بین آنها و آب، آنها را به عنوان فاز باقی مانده و یا محبوس

مقاوم می سازد وبه این دلیل است که پاکسازی این آلاینده ها مشکل است . این مسائل زمانی که آلاینده ها اغلب با فلزات و یا رادیونوکلئیدهاهمراه می شوند حتی پیچیده تر نیز می شود [26]. فلزات سمی از راههای گوناگون ناشی از حفر معدن ،استخراج و خالص سازی و دیگر صنایع و فعالیت های نظامی ، کشاورزی و شهری وارد سطوح زمین می شوند .به این ترتیب آنها به شکلهای گوناگون در خاک پراکنده هستند و معمولاً دارای اتصال بسیار محکم هستند.زیرا فلزات کایتونی با ترکیبات آنیونی خاک واکنش می دهند .

تلاشهای قابل توجهی برای توسعه روشهای مناسب پاکسازی خاکهای آلوده به مواد نفتی انجام شده است . حفاری خاک آلوده ابتدا به عنوان راه اول بود . اما بعدها به دلیل هزینه های حفاری و محل دفن نهایی ، به علاوه کاهش محل های دفن از رونق بازماند.پاکسازی در محل آلودگی از طریق انتقال شیمیایی و یا بیولوژیکی آلاینده ها عاری از معایب اقتصادی و علمی بود و همچنین خطر انتقال آلاینده های مخاطره آمیز به تجهیزات بازیابی نیز وجود نداشت . محلولهای با بازدهی بهتر در خاک شویی شامل آب ، اسیدها / بازها ، عامل های کمپلکس ساز ، سورفکتنت ها (مواد فعال سطحی) می باشند .با وجود این استفاده از این محلولها خطرهایی را به همراه دارد. رسوب این سورفکتنت ها سمی هستند و حرکت جریان حاوی آلاینده های حل شده منجر به گسترش ناحیه آلاینده و افزایش آلودگی سفره های آب های زیرزمینی می شود.

۲-۱- طبقه بندی آلاینده های خاک

در کل آلاینده های خاک را در پنج دسته کلی می توان طبقه بندی نمود:

- ترکیبات آلی فرار VOC_S
- ترکیبات آلی نیمه فرار $SVOC_S$
- مواد مختلف سوختی
- ترکیبات معدنی
- مواد منفجره

۲-۱-۱- ترکیبات آلی فرار VOC_S

این ترکیبات ترکیباتی هستند، که براحتی در دمای اتاق تبخیر می گردند. نکته مهم در پاکسازی این ترکیبات شناسایی هالوژنه یا غیر هالوژنه بودن این مواد می باشد. ترکیبات هالوژنه ترکیباتی هستند که حاوی یکی از عناصر هالوژنه همچون فلوئور، کلر، برم و ید می باشند و پاکسازی این ترکیبات سخت تر از ترکیبات غیر هالوژنه می باشد [29] .

حضورVOC-C1 یکی از ترکیبات آلی فرار ،در محیط زیست نتیجه فعالیت بشری است . آنها از صنایع ، از محل های دفن زباله و نیزاز سوزاندن ترکیبات حاوی وینیل (Vinyl) حاصل می شوند. کاهش طبیعی VOC-C1 در طبیعت به وسیله تضعیف طبیعی ، دی هالوژنه کردن و اکسیداسیون رخ می دهد .

۲-۱-۲- ترکیبات آلی نیمه فرار $SVOC_S$

این ترکیبات مشابه گروه اول می باشند و به سه دسته کلی: PAH، PCB_S، و آفت کشها تقسیم می گردند [29].

۲-۱-۳- مواد مختلف سوختی

سوختها در خاک تحت تجزیه بیولوژیکی هوازی و بی هوازی قرار می گیرند . تجزیه بیوشیمیایی هوازی سوختها به طور اساسی وابسته به حضور و گونه های میکروارگانیسم های آب ، دما ، غلظت المان های بیوژنیک و سمی ، آلودگی سوخت ، محتوای اکسیژن آب و سطح تماس قطرات سوخت است .سطوح تماس بین سوخت و آب نیز نقش مهمی را ایفا می کند .

نشت نفت دیزل از مخازن نگه داری زیرزمینی ، تجهیزات توزیع و صنایع گوناگون دیگر نشان دهنده منبع مهم آلودگی محیط های آبی و خاک است . این سوخت ترکیب پیچیده ای از آلکن های حلقوی، معمولی و شاخه دار و ترکیبات آروماتیک بدست آمده از واحد تقطیر در طی جداسازی نفتی می باشد[۳۳].ترکیبات مختلف سوختی بخشی از مهمترین آلاینده ها می باشند و به سه شکل : بخار، چسبیده به ذرات جامد و محلول در آب موجود می باشند. به علت استفاده وسیع در بسیاری از مناطق همچون پمپ بنزین ها باعث آلودگی خاک در بسیاری از مناطق گردیده اند. این ترکیبات بعد از ریختن بر سطح خاک بطور عمودی و تا حدی که بافت خاک اجازه دهد در پروفیل عمقی گسترش می یابند. هرچه چسبندگی بین ذرات خاک و این ترکیبات بیشتر باشد، آلودگی خاک بیشتر و امکان آلودگی آب های زیر زمینی به علت ممانعت اجزاء خاک از حرکت آلاینده ها کمتر می باشد. معمول ترین روش های پاکسازی خاک های آلوده به این ترکیبات :

- تجزیه بیولوژیکی
- احتراق و سوزاندن
- تصفیه از طریق استخراج بخار خاک
- تصفیه حرارتی با حرارت های پایین
- شستشو

می باشند.

مهمترین ترکیبات سوختی در جدول شماره۲-۱ آورده شده است.

جدول ۲-۱: ترکیبات سوختی

دی متیل فنول	بنزن
اتیل پنتان	کروزئول
ایزو بوتان	دی متیل بوتان
ایزوپنتان	دی متیل اتیل بنزن
متیل هپتان	دی متیل هپتان
متیل نفتالین	دی متیل هگزان
متیل فنول	تری متیل بنزن

۲-۱-٤- ترکیبات معدنی

این ترکیبات به دو گروه عمده فلزات، همچون : آلومینیوم، منیزیم، کادمیم، سرب و رادیو نوکلوئید ها تقسیم می گردند و معمول ترین روش های پاکسازی خاک های آلوده به این ترکیبات :

- تثبیت و پایدارسازی
- حفاری، بازیابی و دفع

می باشد[۳۳] .

مهمترین ترکیبات معدنی آلوده کننده خاک در جدول شماره ۲-۲آورده شده است.

جدول۲-۲: ترکیبات معدنی

کادمیم	آلومینیوم
نقره	منیزیم
کلسیم	انتیموان
سدیم	منگنز
کروم	ارسنیک
تالیم	جیوه
کبالت	باریم
قلع	نیکل
مس	برلیم
پتاسیم	بیسموت
آهن	پتاسیم
وانادیوم	بور
سرب	سلنیم