



دانشگاه پیام نور

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی تجزیه

دانشکده علوم پایه

گروه علمی شیمی

عنوان پایان نامه:

تثبیت آلاینده های فلزی موجود در خاکهای آلوده با استفاده از افزودنیهای

فسفات با در نظر گرفتن اثر زمان

اساتید راهنما:

جناب آقای دکتر حسین توللی

جناب آقای دکتر امین فلامکی

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر سید احمد رضوی زاده

نگارش:

ابوذر مرادی

شهریور ۱۳۸۹

بسمه تعالی

تصویب پایان نامه

پایان نامه تحت عنوان: **تثبیت آلاینده های فلزی موجود در خاکهای آلوده با استفاده از افزودنیهای فسفات با در نظر گرفتن اثر زمان** که توسط ابوذر مرادی در مرکز شیراز تهیه و به هیات داوران ارائه گردیده است مورد تایید می باشد.

تاریخ دفاع: ۱۳۸۹/۶/۳۰ نمره: ۱۷/۷۵ نمره ارزشیابی: خوب
اعضای هیات داوران:

<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>هیات داوران</u>	<u>مرتبه علمی</u>	<u>امضاء</u>
۱-دکتر حسین توللی	استاد راهنما	دانشیار	
۲-دکتر امین فلامکی	استاد راهنما	استادیار	
۳-دکتر سید احمد رضوی زاده	استاد مشاور	استادیار	
۴-دکتر محمدجواد تشخوریان	استاد داور	استادیار	
۵-دکتر سارا فخرایی	نماینده تحصیلات تکمیلی	استادیار	

تقدیم به:

این پایان نامه را با کمال سپاس و قدردانی به مادر عزیزم
و روح پاک پدرم تقدیم می نمایم. باشد که بتوانم ذره ای
از زحمات بی شائبه ی ایشان را پاسخ گویم.

«

»

پس از حمد و ستایش پرودگار متعال لازم می دانم مراتب تقدیر خود را از اساتید محترم جناب آقای دکتر فلامکی و جناب آقای دکتر توللی به خاطر راهنمایی های دلسوزانه و زحماتی که برای تکمیل این پایان نامه متحمل شدند، اعلام نمایم.

چکیده

خاک یکی از منابع مهم و ارزشمند طبیعت است. امروزه آلودگی خاک و منابع آب زیرزمینی توسط فلزات سنگین به دلیل دارا بودن پتانسیل تاثیرات مضر اکولوژیکی، تبدیل به یک نگرانی زیست محیطی شده است. این در حالی است که از میان تمام آلاینده های خاک، آلاینده های شیمیایی، عناصر کمیاب و فلزات سنگین می تواند اثرات اکولوژیکی، بیولوژیکی و یا بهداشتی خاصی روی محیط زیست موجودات زنده ساکن روی کره زمین داشته باشد.

آلاینده های فلزی موجود در پسماند معدن مس بوانات توسط دستگاه پلاسمای جفت شده القایی تعیین گردیده و نتایج حاصله نشان می دهد که غلظت منگنز^۱، کبالت^۲، مس^۳، سرب^۴ و روی^۵ بالا بوده و از آلاینده های فلزی عمده پسماند معدن مس به شمار می آیند. مقدار این آلاینده ها بر اساس میلی گرم بر لیتر به ترتیب عبارتند از: ۵۳۸/۳، ۷۲/۲، ۳۳/۱، ۲۷/۰، ۴۳/۴.

این تحقیق به منظور ایجاد پایداری فلزات سنگین در خاک با افزودن سدیم تری پلی فسفات برای جلوگیری از نفوذ آلاینده ها از خاک و ورود آن به آبهای زیرزمینی صورت گرفته است.

نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی شیرابه عبور کرده از این پسماند نشان می دهد که خود خاک نیز به تنهایی و بدون افزودن تثبیت کننده به آن در صورتی که میزان آلودگی زیاد نباشد می تواند از نفوذ آلاینده ها تا حدی جلوگیری کند و در صورت بالا بودن میزان آلودگی، افزودن این تثبیت کننده تا میزان زیادی باعث کاهش نفوذ آلودگی می شود که خود دارای یک مقدار بهینه است که میزان آن نسبت وزنی-وزنی ۰/۲ به ۱۰۰ تثبیت کننده به خاک می باشد. نکته مهم این است که پس از افزودن تثبیت کننده به خاک، این مخلوط باید برای زمانی حدود یک ماه نگهداری شود تا حداکثر کارایی را داشته باشد و نیز گذشت زمان به اندازه عبور آب مقطر به میزان ۱۶ برابر حجم فضاهای خالی خاک تغییر محسوسی بر میزان خروجی آلاینده ها ندارد.

¹ Manganese

² Cobalt

³ Copper

⁴ Lead

⁵ Zinc

فصل اول: مقدمه

۲	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ بیان مسئله
۲	۳-۱ هدف و کاربرد پروژه
۳	۴-۱ ضرورت تحقیق
۳	۵-۱ محدوده تحقیق و فرضیات
۳	۶-۱ سازمان دهی پایان نامه

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده

۵	۲-۱ تثبیت آلاینده های فلزی
۶	۲-۲ ارزیابی جذب سطحی و نفوذ
۷	۲-۲-۱ آزمون ستونی لیجیت
۹	۳-۲ برهمکنش خاک-آلاینده
۱۱	۴-۲ برهمکنش بین گروه های واکنش پذیر شیمیایی
۱۵	۵-۲ مکانیسم برهمکنش خاک-آلاینده
۱۵	۶-۲ جذب سطحی
۱۵	۶-۲-۱ جذب فیزیکی
۱۷	۶-۲-۲ جذب سطحی ویژه
۱۷	۶-۲-۳ جذب سطحی شیمیایی
۱۸	۷-۲ کمپلکس شدن
۲۰	۸-۲ رسوب گذاری
۲۳	۹-۲ جذب سطحی آلاینده ها

فصل سوم: روش انجام تحقیق

۲۶	۳-۱ مقدمه
۲۶	۳-۲ آزمایشهای مقدماتی
۲۷	۳-۲-۱ دستگاهها و وسایل مورد استفاده
۲۷	۳-۲-۲ محلول سازی
۲۸	۳-۲-۳ انتخاب تثبیت کننده مناسب و ارزیابی عملکرد آن در فاز محلول
۲۸	۳-۳ آزمایشهای تکمیلی

- ۲۹ ۱-۳-۳ آزمایش ستون خاک
- ۳۳ ۱-۱-۳-۳ روش نمونه سازی
- ۳۵ ۲-۱-۳-۳ محاسبه نسبت تخلخل، پوکی و نسبت فضاهای خالی
- ۳۷ ۳-۱-۳-۳ محاسبه نفوذپذیری هیدرولیکی
- ۳۹ ۲-۳-۳ آنالیز شیمیایی شیرابه عبور کرده از ستون خاک

فصل چهارم: نتایج و تحلیل

- ۴۱ ۱-۴ نتایج آنالیز شیمیایی آلاینده های فلزی موجود در پسماند معدن مس و خاک ماسه ای
- ۴۱ ۱-۱-۴ آنالیز شیمیایی پسماند معدن مس
- ۴۲ ۲-۱-۴ آنالیز شیمیایی خاک ماسه ای
- ۴۵ ۲-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی هنگام عبور آب مقطر از ستون حاوی خاک پسماند بدون تثبیت کننده
- ۴۵ ۳-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی هنگام عبور آب مقطر از ستون حاوی خاک پسماند با نسبت تثبیت کننده ۰/۱ به ۱۰۰ وزنی-وزنی
- ۴۶ ۴-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی هنگام عبور آب مقطر از ستون حاوی خاک پسماند با نسبت تثبیت کننده ۰/۲ به ۱۰۰ وزنی-وزنی
- ۴۷ ۵-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی هنگام عبور آب مقطر از ستون حاوی خاک پسماند با نسبت تثبیت کننده ۰/۵ به ۱۰۰ وزنی-وزنی
- ۴۷ ۶-۴ مقایسه ثابت هیدرولیکی برای نسبت ۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۵ به ۱۰۰ تثبیت کننده به خاک
- ۴۸ ۷-۴ نمودار ثابت هیدرولیکی برای خاک ماسه ای
- ۴۹ ۸-۴ مقایسه بین حجم فضاهای خالی به دست آمده در تهیه ستون خاک
- ۴۹ ۱-۸-۴ مقایسه بین حجم فضاهای خالی به دست آمده در تهیه ستون خاک پسماند
- ۵۰ ۲-۸-۴ مقایسه بین حجم فضاهای خالی به دست آمده در تهیه ستون خاک ماسه ای
- ۵۰ ۹-۴ نتایج آنالیز آلاینده های موجود در شیرابه عبور کرده از پسماند معدن مس
- ۵۰ ۱-۹-۴ نتایج آنالیز کبالت عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده
- ۵۱ ۲-۹-۴ نتایج آنالیز مس عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده
- ۵۲ ۳-۹-۴ نتایج آنالیز سرب عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده
- ۵۲ ۴-۹-۴ نتایج آنالیز روی عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده
- ۵۳ ۵-۹-۴ نتایج آنالیز منگنز عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده
- ۵۳ ۶-۹-۴ نتایج آنالیز پنج فلز عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده

- ۴-۱۰ نتایج آنالیز آلاینده های موجود در شیرابه عبوری از پسماند معدن مس با اضافه کردن تثبیت کننده با نسبت های وزنی-وزنی مختلف ۵۴
- ۴-۱۱ نتایج آنالیز آلاینده های عبور کرده از خاک ماسه ای با اضافه کردن تثبیت کننده با نسبت های وزنی-وزنی مختلف ۵۵
- نتیجه گیری ۵۷
- منابع ۶۰

فهرست جدول ها

- جدول ۱-۳ مقادیر لازم برای محلول سازی ۲۷
- جدول ۲-۳ مشخصات ستونهایی با نسبت های وزنی-وزنی تثبیت کننده به پسماند معدن مس ۳۵
- جدول ۳-۳ مشخصات ستونهایی با نسبت های وزنی-وزنی تثبیت کننده به خاک ماسه ای ۳۵
- جدول ۱-۴ مقادیر آلاینده های فلزی موجود در پسماند معدن مس ۴۱
- جدول ۲-۴ کانی شناسی خاک ماسه ای استفاده شده در ستون خاک ۴۲
- جدول ۳-۴ نام اختصاری و مشخصات مربوط به انواع تست های انجام شده ۴۳
- جدول ۴-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی عبور آب مقطر از خاک پسماند بدون تثبیت کننده ۴۵
- جدول ۵-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی عبور آب مقطر از خاک پسماند با نسبت تثبیت کننده ۰/۱ به ۱۰۰ وزنی-وزنی ۴۶
- جدول ۶-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی عبور آب مقطر از خاک پسماند با نسبت تثبیت کننده ۰/۲ به ۱۰۰ وزنی-وزنی ۴۷
- جدول ۷-۴ مقادیر مربوط به نفوذپذیری هیدرولیکی عبور آب مقطر از خاک پسماند با نسبت تثبیت کننده ۰/۵ به ۱۰۰ وزنی-وزنی ۴۷
- جدول ۸-۴ مقادیر فضاهای خالی محاسبه شده در تست های خاک پسماند ۴۹
- جدول ۹-۴ مقادیر فضاهای خالی محاسبه شده در تست های خاک ماسه ای ۵۰

فهرست شکلها

- شکل ۱-۲ سلول لیچیت معمولی برای تعیین ویژگیهای جذب یک خاک ۷
- شکل ۲-۲ منحنی نقطه شکست برای حل شونده فعال و غیرفعال از آزمایشات لیچینگ ۸
- شکل ۳-۲ روش کلی تست برای تعیین مهاجرت آلاینده ها و جذب سطحی اجزاء خاک ۹
- شکل ۲-۴ کمپلکس شدن یونهای فلزی و مواد آلی ۱۹
- شکل ۲-۵ حلالیت یک ترکیب هیدروکسید فلزی و رابطه آن با pH کمپلکس ۲۱
- شکل ۲-۶ جذب سطحی سرب ۲۲
- شکل ۲-۷ آرایش ساختاری رسوب گذاری سرب در خاک ۲۳
- شکل ۳-۱ شمایی از دستگاه ستون خاک ۲۹
- شکل ۳-۲ شمایی از یک بشقابک میانی ۳۲
- شکل ۳-۳ شمایی از ستونهای متصل شده ۳۲
- شکل ۳-۴ طریقه پر کردن ستون ۳۴
- شکل ۴-۱ مقایسه ثابت هیدرولیکی برای نسبت ۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۵ تثبیت کننده به خاک پسماند ۴۸
- شکل ۴-۲ نمودار آنالیز کبالت عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده ۵۱
- شکل ۴-۳ نمودار آنالیز مس عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده ۵۱
- شکل ۴-۴ نمودار آنالیز سرب عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده ۵۲
- شکل ۴-۵ نمودار آنالیز روی عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده ۵۲
- شکل ۴-۶ نمودار آنالیز منگنز عبور کرده از ستون خاک پسماند بدون تثبیت کننده ۵۳
- شکل ۴-۷ مقایسه نمودار آنالیز اتمی کبالت، مس، سرب، روی و منگنز ۵۳
- شکل ۴-۸ مقایسه نمودار منگنز عبور کرده از ستون خاک پسماند با اضافه کردن تثبیت کننده با نسبت های وزنی-وزنی مختلف ۵۴
- شکل ۴-۹ مقایسه نمودارهای ثابت هیدرولیکی در انواع تست های خاک ماسه ای ۵۵

فهرست روابط

۳۶	رابطه ۱ وزن مخصوص خاک (فرمول ۱)
۳۶	رابطه ۲ وزن مخصوص خاک (فرمول ۲)
۳۶	رابطه ۳ پوکی
۳۶	رابطه ۴ نسبت فضاهای خالی
۳۸	رابطه ۵ نفوذپذیری هیدرولیکی

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

در دهه گذشته ورود آلاینده ها به خاک، مانند فلزات سنگین به مقدار زیادی افزایش یافته است که به عنوان خطری جدی برای حیات اکوسیستم زمین به شمار می رود. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی و مصنوعی ناشی از فعالیت انسان وارد محیط زیست می شوند. میزان ورود این فلزات به داخل محیط زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به وسیله فرایندهای طبیعی برداشت شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست قابل ملاحظه است. تجمع فلزات سنگین در آب و خاک یک مشکل زیست محیطی بسیار مهم می باشد [۱].

یکی از اساسی ترین مسائل در ارتباط با فلزات سنگین، عدم متابولیزه شدن آنها در بدن می باشد. در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن، دیگر از بدن دفع نشده، بلکه در بافتهایی مثل چربی، عضلات، استخوان ها و مفاصل رسوب کرده و انباشته می گردد که همین امر موجب بروز بیماریها و عوارض متعددی در بدن می شود [۱].

آلودگی منابع خاک می تواند ناشی از علل مختلفی از جمله منابع آلوده کننده صنعتی، معدنی، کشاورزی (کاربرد سموم و کودهای شیمیایی) و انواع زباله های شهری و زباله های ویژه (خطرناک) و غیره باشد [۱].

۲-۱ بیان مسئله

با توجه به اینکه دفع اکثر پسماندهای حاصل از صنایع، معادن، پتروشیمی و غیره از طریق دفن کردن و تخلیه در محیط صورت می گیرد و شیرابه حاصل از این پسماندها حاوی آلاینده های فلزی خطرناک می باشد، آیا با استفاده از یک ماده تثبیت کننده فلزات سنگین می توان نسبت به جذب، تثبیت و در نهایت جلوگیری از انتشار و نفوذ آلاینده ها از خاک به درون آبهای زیرزمینی اقدام نمود؟

خاک و ماده تثبیت کننده موثر باید دارای چه خصوصاتی باشند؟

خاک و تثبیت کننده باید با چه نسبتی با هم مخلوط شوند تا حداکثر کارایی به دست آید؟ [۲]

۳-۱ هدف و کاربرد پروژه

هدف از انجام این پروژه تثبیت و نگهداری آلاینده های فلزی موجود در پسماندهای خاکی است، به طوری که با نفوذ آب به لایه های خاک، فلزات درون آن حرکت نکنند، همچنین اثر زمان بر نگهداری فلزات سنگین در خاک بررسی می گردد.

با استفاده از نتایج این تحقیق می توان پسماندهای آلوده به فلزات سنگین را با اطمینان از عدم آلوده شدن آبهای زیرزمینی دفن کرد.

۱-۴ ضرورت تحقیق

امروزه دفع بخش عظیمی از پسماندهای گوناگون از طریق دفن کردن و تخلیه در محیط صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه پسماند خاکی برخی صنایع حاوی آلاینده های فلزی گوناگونی بوده و دفع آن به محیط موجب آلودگی آبهای زیرزمینی می‌گردد، با افزودن تثبیت کننده فلزات به خاک آلوده که قابلیت جذب بالایی داشته باشد، می‌توان از انتشار و نفوذ آلاینده های فلزی در خاک و آبهای سطحی زیرزمینی جلوگیری نمود و نیز کاربرد دیگر آن در دفع پسماند معادن و صنایع پتروشیمی می‌باشد. در حال حاضر معادن و صنایع زیادی در سطح کشور تولید کننده این گونه پسماندها هستند، بنابراین انجام این تحقیق ضروری می‌باشد.

۱-۵ محدوده تحقیق و فرضیات

در این تحقیق فرض بر این است که عبور آب از میان لایه های خاک آلوده باعث خروج آلاینده های فلزی از آن می‌شود و لیگاندهای فسفاتی می‌توانند با کاتیونهای آلاینده واکنش داده و موجب رسوب آنها شوند.

۱-۶ سازماندهی پایان نامه

این پایان نامه در چهار بخش کلی تنظیم گردیده است که فصل اول شامل مقدمه ای بر بیان مسئله و اهداف مورد نظر از این تحقیق می‌باشد.

در بخش دوم، توضیح روش و تحقیقات انجام شده در مورد تثبیت آلاینده ها و همچنین ماده افزودنی شیمیایی به منظور تثبیت آلاینده های فلزی موجود در خاک آلوده بیان شده است.

در فصل سوم به شرح آزمایش های انجام شده پرداخته شده است و در ادامه شرح آزمایش های ستون خاک-تثبیت کننده درج شده و آب مقطر از درون ستون هایی محتوی خاک بدون مواد افزودنی و مخلوط خاک و مواد افزودنی با نسبت های وزنی-وزنی مختلف تثبیت کننده به خاک، عبور داده شده و عمل نمونه برداری انجام گرفت.

در فصل چهارم نتایج آزمایشات انجام شده در بخش های قبل ارائه و مورد تحلیل قرار گرفته است و یک نتیجه گیری کلی استنباط شده از نتایج بدست آمده در بخش های قبل را ارائه می‌دهد.

فصل دوم
مروری بر تحقیقات انجام
شده

۲-۱ تثبیت آلاینده های فلزی

تحقیقات و آزمایشات قبلی نشان می دهد که افزودنی های شیمیایی^۶ مختلفی می توانند با فلزات سنگین و دیگر کاتیونهای فلزی واکنش داده و با ایجاد کمپلکس های پایدار، موجب تثبیت آنها گردند. تاکنون مطالعاتی در مورد نوع افزودنی ها و مکانیسم برهمکنش آنها با کاتیون های فلزی انجام شده است. برای نمونه پارک^۷ و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقات خود توانستند با افزودن محلول کمپلکس دهنده ای شامل سدیم فسفات، سدیم سترات، آمونیوم نترات و کلسیم کلراید به خاکهای آلوده موجب تثبیت فلزات سنگین گردند [۳].

همچنین جیانگو^۸ و همکاران (۲۰۰۳) با افزودن عامل کمپلکس کننده سدیم سولفید^۹ به خاکسترهای بجا مانده از سوزاندن زباله های شهری موفق به تثبیت فلزات سنگین نظیر کادمیم و سرب شده و از انتشار آنها در محیط جلوگیری نمودند [۴].

یکی از عوامل تثبیت کننده که اخیراً مورد توجه بسیار قرار گرفته است عامل اورتو فسفات^{۱۰} (PO_4^{3-}) است. تحقیقات مختلف نشان می دهد که افزودن عوامل فسفاتی می تواند به عنوان روشی مؤثر برای ممانعت از تحرک و انتشار آلاینده های فلزی و رادیونوکلئیدی^{۱۱} موجود در خاک ها و فاضلاب های آلوده خطرناک بکار رود و بیش از ۵۰ مورد مطالعه در این زمینه صورت پذیرفته است. به عنوان مثال بردلی^{۱۲} و همکاران (۲۰۰۰) موفق شدند با استفاده از عوامل کمپلکس دهنده فسفاتی نظیر آپاتیت^{۱۳}، فلزات سنگین موجود در خاکسترهای بجا مانده از سوزاندن زباله های شهری را تثبیت نمایند [۵].

بارتل^{۱۴} و همکارانش (۱۹۹۷) موفق شدند با افزودن کودهای فسفاتی به خاکهای آلوده به فلزات سنگین آنها را تثبیت کرده و از انتشار این فلزات توسط آب باران جلوگیری نمایند [۶]. لاور^{۱۵} و همکاران (۱۹۹۸) توانستند تشکیل و رسوب کمپلکس های فلزی ایجاد شده در اثر افزودن هیدروکسی آپاتیت به خاک آلوده به فلزات سنگین نظیر سرب را با استفاده از میکروسکوپ الکترونی مشاهده نمایند [۷].

⁶ Chemical additives

⁷ Park

⁸ Jianguo

⁹ Sodium sulfide

¹⁰ Orthophosphate

¹¹ Radionuclide

¹² Bradley

¹³ Apatite

¹⁴ Barthel

¹⁵ Lower

از طرفی برتی^{۱۶} و کانینگهام^{۱۷} (۱۹۹۷) نشان دادند منابع فسفاتی قابل حل می توانند محلولهایی به وجود آورند که حاوی مقادیر زیادی فسفر بوده و باعث افزایش راندمان تشکیل مواد معدنی فلز-فسفات می گردد [۸].

قابل ذکر است که در مطالعات فراوانی نظیر مطالعات پرسون^{۱۸} و همکارانش (۲۰۰۷) از روش استاندارد تحت عنوان آزمایش ستون شیرابه^{۱۹} برای عبور آزمایشگاهی شیرابه از درون ستون خاک استفاده شده است [۹].

۲-۲ ارزیابی جذب سطحی و نفوذ

ویژگیهای خاک و برهمکنش هایی که بین سطوح خاک و آلاینده ها وجود دارد در تحقیقات متعددی بررسی شده است. با این وجود هنوز روش تئوری ساده و دقیقی جهت پیش بینی کمی جذب یک آلاینده در خاک وجود ندارد و نمی توان تعیین نمود که چه مقدار از یک آلاینده در یک دوره از زمان جذب خاک می شود.

با توجه به موارد قبل، به دست آوردن یک عملکرد فیزیکی برای مشخص شدن توانایی یک خاک در جذب آلاینده ها ضروری است. از آنجا که توسعه تئوری مرتبط با ظرفیت بافری شیمیایی خاک نشان داده است که یک اساس و پایه محکم برای جذب آلاینده ها به وسیله خاک وجود دارد، تشخیص ماهیت مختلف ترکیبات شیمیایی یک لیچیت آلاینده و ماهیت مختلف خاک این مسئله را دنبال می کند که این تئوری باید با شواهد فیزیکی و گویا و مستدل تایید شود.

برای بررسی ویژگیهای جذب خاک معمولاً^{۲۰} دو تکنیک تجربی در آزمایشگاه استفاده می شود.

- آزمون تعادلی مجزا^{۲۰}

- آزمون ستونی شیرابه خاک^{۲۱}

اینها دو روش مختلف آزمون هستند و ویژگیها و خصوصیات جذب هر یک از این دو روش نباید با یکدیگر اشتباه شود.

ایزوترمهای جذب با آزمون های تعادلی مجزا^{۲۲} بدست می آیند و برای سوسپانسیون خاک بکار می روند. مدل های فیزیکی که فرض می کنیم با این وضعیت کاملاً^{۲۳} متفاوت است سیستم ذرات خاک است، به گونه ای که در آن تمام سطوح ذرات خاک در معرض و قابل دسترسی برای برهمکنش با

¹⁶ Berti

¹⁷ Cunningham

¹⁸ Person

¹⁹ Leachate column test

²⁰ Bach equilibrium test

²¹ Soil column leaching test

²² Batch

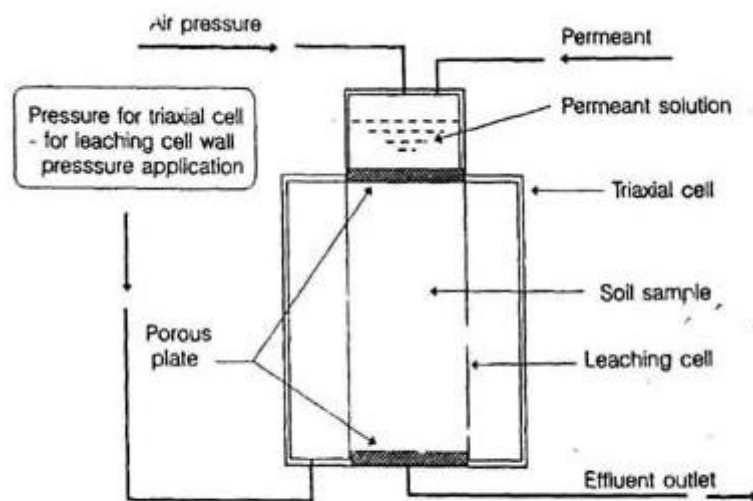
آلوده کننده است. از طرف دیگر آزمون ستونی لیچیت خاک با نمونه های خاک دست نخورده انجام می شود. یعنی نمونه هایی که دارای بافت و ساختار مشخص است. ویژگیهای جذب این آزمون ها در نتیجه برهمکنش آلاینده ها با یک سیستم ساختاری که همه سطوح ذرات خاک در معرض برهمکنش با آلاینده های شیمیایی است بدست می آیند.

داده های جذبی برای چندین هدف مورد نیاز است که عبارتند از:

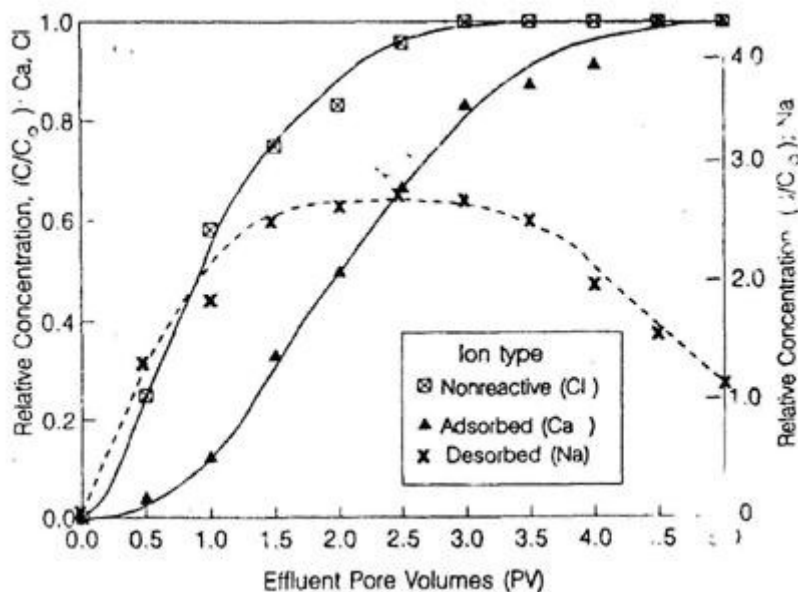
- برای مطالعه جذب خاک و کاهش آلاینده ها.
- تعیین تعداد PV^{23} (حجم فضاهای خالی خاک) مورد نیاز برای کم کردن آلاینده ها.
- برای به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه پارامترهایی که در کم کردن آلاینده ها تاثیر دارند.
- تعیین پارامترهای انتقال (نفوذ)، پخش و ضریب نفوذ که مهاجرت آلوده کننده ها را از میان لایه های خاک کنترل می کنند.

۱-۲-۲ آزمون ستونی لیچیت

تعیین ویژگیهای جذب خاک نیازمند همانندسازی عبور لیچیتی است که مورد بررسی قرار گرفته است. برای تحقق این امر، یک ستون خاک و چیزی که سلول لیچیت نامیده می شود مورد استفاده قرار می گیرد. شکل زیر یک نوع سلول معمولی که برای آزمایش لیچینگ استفاده می شود را نشان می دهد.



شکل ۱-۲ سلول لیچیت معمولی برای تعیین ویژگیهای جذب یک خاک [۱۰].



شکل ۲-۲ منحنی نقطه شکست را برای حل شونده فعال و غیرفعال از آزمایشات لیچینگ نشان می دهد [۱۰].

غلظت (C) گونه های شیمیایی است که از تست کردن سیال خروجی در مخزن پساب در طول زمان اندازه گیری شده و نتایج بدست آمده در شکل منحنی نقطه شکست^{۲۴} رسم شده است.

توجه کنید که واجدبی برای سدیم در تست لیچینگ نشان داده شده است و نیز نسبت c/c_0 در مقابل زمان یا حجم فضاهای خالی خاک همان گونه که دیده می شود در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. بیان کردن کل جریان لیچیت در عبارت PV در مقابل کل زمان صرف شده برای عبور لیچیت از میان خاک، یک روش ساده تر برای تست نتایج است.

در این روش، مقایسه بین وضعیت های متفاوت، بدون پیچیدگی و مشکل "اثر زمان" روی ویژگیهای جذب می تواند تست شود. یعنی از آنجایی که عموماً "علاقمندیم که چه میزان آلودگی قبل از فرسایش کامل بافر می تواند جذب خاک شود، برای مطالعه مشخصات کاهش آلاینده های ناشی از انتقال آلودگی ها با تست خاک از نمونه های تکراری با آزمون ستون لیچینگ استفاده می شود.

²⁴ Breakthrough