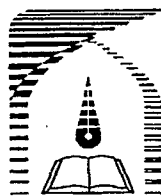


1944 10/18

99.18



دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده فنی و مهندسی  
بخش مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد  
مهندسی عمران - محیط زیست

حذف سرب از آبهای آلوده با استفاده از جاذب های طبیعی

سعید اسکندری

استاد راهنما:

دکتر حسین گنجی دوست

استاد مشاور:

دکتر بیتا آیتی

کتابخانه تخصصی مهندسی عمران  
دانشگاه تربیت مدرس

۱۵/۱/۲۲

زمستان ۸۶

۹۹۰۸۵

۱۴۰۶۲



بسمه تعالی

### تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

آقای سعید اسکندری پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان حذف سرب از آبهای آلوده با استفاده از جاذب های طبیعی در تاریخ ۱۳۸۶/۱۲/۱۹ 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 عمران - محیط زیست پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر حسین گنجی دوست	استاد	
استاد مشاور	دکتر بیتا آیتی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر احمد خدادادی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر نادر مختارانی	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر احمد خدادادی	استادیار	

۹۹۰۱۸



## 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 دهند.

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 **عمران** است که در سال **۱۳۸۶** در دانشکده **تربیت مدرس** / **فنی مهندسی** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر **گنجی دولت** مشاور سرکار خانم / جناب آقای دکتر **رکتر آیینی** 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 را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

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

دانشجوی رشته **عمران** - **محیط زیست** مقطع

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

ماده ۶: اینجانب

**کامران**

نام و نام خانوادگی  
تاریخ و امضاء: **۸/۱۶/۱۹**

تقدیم به مادرم.

## سپاسگزاری

با سپاس فراوان از راهنمایی‌های استاد راهنمای فرزانه ام جناب آقای دکتر گنجی دوست که علاوه بر علم، اخلاق به من آموخت. همچنین از سرکار خانم دکتر آیتی استاد مشاور ارجمند و جناب آقای دکتر خدادادی به خاطر زحماتشان تشکر می‌نمایم.

## چکیده

پیشرفت سریع علوم در جوامع بشری و افزایش تولیدات صنعتی باعث گردیده که استفاده از انواع فلزات رشد چشمگیری داشته و این امر منجر به افزایش غلظت این فلزات در محیط زیست گردد. یکی از اصلی ترین اجزاء پذیرنده این آلاینده ها در محیط زیست محیط های آبی می باشند که حیات بسیاری از موجودات زنده به آن وابسته است. در این میان مشکلات ناشی از فلزات سنگین بعلا آنکه این مواد بعنوان مواد خام اولیه در جوامع صنعتی به کار می روند اهمیت ویژه ای داشته و پساب خروجی بسیاری از صنایع حاوی این مواد آلاینده است.

این آلاینده ها سبب بروز خطرات جدی در زمینه بهداشت و سلامت عمومی می شوند و باعث بوجود آمدن بیماریهای گوارشی، پوستی، تنفسی، اسکلتی، کلیوی، کبدی، مغز و سلسله اعصاب مرکزی و حتی انواع بیماریهای صعب العلاج و لاعلاج در انسان می شوند.

یکی از این فلزات که امروزه بعلا خواص ویژه مصارف فراوانی پیدا کرده است سرب می باشد. سرب در صنایع مختلف مانند باطری سازی، رنگ سازی، صنایع نظامی، صنایع تولید شیشه و بسیاری از صنایع دیگر کاربرد دارد.

در این تحقیق از دو جاذب طبیعی (خاک اره و پوسته شلتوک) و همچنین کربن فعال در حذف سرب با آزمایشات ناپیوسته و ستون های پیوسته استفاده شده است. آزمایشها با ۳ غلظت متفاوت (۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر جذب شونده) و pH اولیه محلول برابر ۵ انجام شده است.

در آزمایشات ناپیوسته مدت زمان به تعادل رسیدن محلول با جاذب در کربن فعال بیشترین بوده و بطور کل برای هر ۳ جاذب در مدت زمان بعد از یک ساعت تعادل برقرار شده است. آزمایش با غلظت های متفاوت ماده جذب شونده و جاذب انجام شده که بطور کلی با افزایش غلظت ماده جذب شونده راندمان حذف کمتر و با افزایش غلظت ماده جاذب راندمان حذف بیشتر شده است. نتایج جذب هم با ایزوترم جذب سطحی فرنرندلیچ و هم با ایزوترم جذب سطحی لانگمایر همخوانی دارد. در نمونه های ستونی نیز با افزایش غلظت ماده جذب شونده راندمان حذف کمتر شده است. زمان اولیه تماس با توجه به نوع جریان (رو به بالا) و دبی ۰/۳۵ لیتر بر دقیقه و رطوبت اولیه در هر ۳ جاذب، بیش از یک ساعت بوده است. طبق نتایج مطالعات راندمان حذف پوسته شلتوک در حدود ۸۰ درصد، خاک اره حدود ۶۰ درصد و کربن فعال حدود ۹۴ درصد بوده است.

**واژگان کلیدی:** سرب، جاذب های طبیعی، خاک اره، پوسته شلتوک، پیوسته

## فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
پیشگفتار.....	۱.....
فصل ۱: کلیات.....	۶.....
۱-۱- مقدمه.....	۷.....
۲-۱- تعریف فلزات سنگین.....	۷.....
۳-۱- ویژگیهای فلزات سنگین.....	۹.....
۴-۱- منابع انتشار فلزات سنگین در محیط زیست.....	۹.....
۱-۴-۱- منابع طبیعی.....	۱۰.....
۲-۴-۱- منابع ناشی از فعالیت های انسانی.....	۱۱.....
۱-۲-۴-۱- معدنکاری فلزات.....	۱۱.....
۱-۲-۴-۱- مواد مورد استفاده در کشاورزی.....	۱۱.....
۲-۲-۴-۱- احتراق سوختهای فسیلی.....	۱۱.....
۳-۲-۴-۱- منابع دیگر.....	۱۲.....
۵-۱- سرب.....	۱۴.....
۱-۵-۱- خواص کلی سرب.....	۱۴.....
۲-۵-۱- سرب و ترکیبات آن.....	۱۴.....
۳-۴-۱- صنایع استفاده کننده از سرب.....	۱۴.....
۴-۵-۱- راههای ورود و جذب سرب در بدن انسان.....	۱۷.....
۵-۵-۱- سرب در طبیعت.....	۱۸.....
۶-۱- حذف فلزات سنگین.....	۱۸.....
۱-۶-۱- روش های حذف فلزات سنگین.....	۱۹.....
۲-۶-۱- روش های شیمیائی.....	۱۹.....
۳-۶-۱- روش های بیولوژیکی.....	۲۰.....
۷-۱- جذب سطحی.....	۲۰.....
۱-۷-۱- مکانیسم جذب سطحی.....	۲۱.....
۱-۱-۷-۱- جذب سطحی فیزیکی.....	۲۱.....
۲-۱-۷-۱- جذب سطحی شیمیائی.....	۲۱.....
۳-۱-۷-۱- جذب سطحی تبادل.....	۲۲.....
۲-۷-۱- عوامل موثر بر فرایند جذب سطحی.....	۲۲.....
۱-۲-۷-۱- نوع و خصوصیات جسم جاذب.....	۲۳.....
۲-۲-۷-۱- نوع و خصوصیات ماده جذب شونده.....	۲۳.....
۳-۲-۷-۱- میزان اختلاط و بهم زدن فاز سیال.....	۲۳.....
۴-۲-۷-۱- pH محیط عمل.....	۲۴.....
۵-۲-۷-۱- دمای محیط عمل.....	۲۵.....
۳-۷-۱- ایزوترمهای جذب سطحی.....	۲۵.....



۲۶	۱-۳-۷-۱- ایزوترم مدل لانگمیر.....
۲۷	۱-۳-۷-۲- ایزوترم مدل BET.....
۲۷	۱-۳-۷-۳- ایزوترم مدل فرنلیچ.....
۲۸	۱-۸- ستون جذب و نحوه عملکرد.....
۳۱	فصل ۲: مطالعات کتابخانه ای.....
۳۲	۱-۲- مقدمه.....
۳۲	۲-۲- مطالعات جاذبها.....
۳۹	فصل ۳: مواد و روش های آزمایش.....
۴۰	۱-۳- مقدمه.....
۴۰	۳-۲- روش انجام آزمایش های ناپیوسته.....
۴۲	۳-۳- روش انجام آزمایش های پیوسته.....
۴۲	۳-۴- شرح پیلوت.....
۴۵	۳-۵- دستگاهها.....
۴۶	۳-۵-۱- دستگاه جذب اتمی.....
۴۷	۳-۶- مواد مورد استفاده.....
۴۷	۳-۶-۱- جاذب ها.....
۴۷	۳-۶-۲- نیترات سرب.....
۴۷	۳-۶-۳- اسید نیتریک.....
۴۸	۳-۶-۴- آب مورد استفاده جهت ساخت نمونه.....
۴۹	فصل ۴: نتایج و بحث.....
۵۰	۱-۴- مقدمه.....
۵۰	۴-۲- نتایج آزمایش های ناپیوسته.....
۵۱	۴-۲-۱- نتایج آزمایش مقدار ثابت ماده جاذب و غلظت های متفاوت ماده جذب شونده.....
۵۵	۴-۲-۲- نتایج آزمایش غلظت ثابت ماده جذب شونده و مقادیر متفاوت جاذب.....
۵۷	۴-۲-۳- مدل های ایزوترم فرنلیچ و لانگمیر برای آزمایشات انجام شده.....
۶۰	۴-۳- نتایج آزمایش های پیوسته ستونی.....
۶۹	فصل ۵: جمع بندی و پیشنهادات.....
۷۰	۵-۱- مقدمه.....
۷۰	۵-۲- جمع بندی.....
۷۱	۵-۳- پیشنهادات.....
۷۳	مراجع.....

## فهرست شکل ها

عنوان ..... صفحه

---

- شکل ۱-۳: پیلوت طراحی شده جهت انجام آزمایش های ستون ..... ۴۳
- شکل ۲-۳: نمایی از شناور ثابت نگهدارنده ارتفاع در مخزن ۲۰ لیتری ..... ۴۴
- شکل ۳-۳: نمایی از ورودی جریان به ستون جذب ..... ۴۴

## فهرست جدول‌ها

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۱-۱: بیماریهای ایجاد شده توسط فلزات سنگین و غلظت آنها در آب آشامیدنی.....	۹
جدول ۲-۱: مقادیر سمی و کشنده فلزات سنگین در رژیم غذایی انسان.....	۱۰
جدول ۳-۱: کانیهای فلزات غیر آهنی و فلزات سنگین موجود در آنها.....	۱۲
جدول ۴-۱: فلزات سنگین موجود در پساب صنایع.....	۱۳
جدول ۵-۱: سطوح سرب گزارش شده در فاضلاب صنایع مختلف.....	۱۵
جدول ۱-۲: میزان جذب فلزات سنگین توسط جاذب‌های کم‌هزینه.....	۳۷
جدول ۱-۳: خواص ستون جذب مورد استفاده در تحقیق.....	۴۵
جدول ۲-۳: خواص جاذب های مورد استفاده.....	۴۵
جدول ۳-۳: مشخصات شیمیایی آب مورد استفاده.....	۴۸
جدول ۱-۴: غلظت نهایی و درصد حذف سرب با مقادیر متفاوت ماده جاذب.....	۵۶
جدول ۲-۴: مشخصات مدل های ایزوترم جذب سطحی فرندلیچ و لانگمایر برای جذب سطحی سرب.....	۶۰

## فهرست نمودار ها

عنوان	صفحه
نمودار ۳-۱: pH نمونه های مختلف سرب و آب خام مورد آزمایش.....	۴۱
نمودار ۴-۱: راندمان حذف سرب در غلظت های ۱۰،۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر سرب و ۲۰ گرم بر لیتر.....	۵۱
نمودار ۴-۲: راندمان حذف سرب در غلظت های ۱۰،۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر سرب و ۲۰ گرم بر لیتر.....	۵۲
نمودار ۴-۳: راندمان حذف سرب در غلظت های ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر سرب و ۲۰ گرم بر لیتر.....	۵۳
نمودار ۴-۴: راندمان حذف سرب در غلظت ۵ میلی گرم بر لیتر محلول و ۲۰ گرم بر لیتر ماده جاذب.....	۵۴
نمودار ۴-۵: راندمان حذف سرب در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر محلول و ۲۰ گرم بر لیتر ماده جاذب برای.....	۵۴
نمودار ۴-۶: راندمان حذف سرب در غلظت ۲۰ میلی گرم بر لیتر محلول و ۲۰ گرم بر لیتر ماده جاذب برای.....	۵۵
نمودار ۴-۷: راندمان حذف جاذب های مختلف ( کربن فعال، خاک اره و پوسته شلتوک ) با افزایش غلظت.....	۵۶
نمودار ۴-۸: ایزوترم جذب سطحی فرندلیچ برای سرب با غلظت اولیه ppm ۵ و جاذب پوسته شلتوک.....	۵۷
نمودار ۴-۹: ایزوترم جذب سطحی لانگمایر برای سرب با غلظت اولیه ppm ۵ و جاذب پوسته شلتوک.....	۵۸
نمودار ۴-۱۰: ایزوترم جذب سطحی فرندلیچ برای سرب با غلظت اولیه ppm ۵ جاذب خاک اره.....	۵۸
نمودار ۴-۱۱: ایزوترم جذب سطحی لانگمایر برای سرب با غلظت اولیه ppm ۵ جاذب خاک اره.....	۵۹
نمودار ۴-۱۲: ایزوترم جذب سطحی فرندلیچ برای سرب با غلظت اولیه ppm ۵ و جاذب کربن فعال.....	۵۹
نمودار ۴-۱۳: ایزوترم جذب سطحی لانگمایر برای سرب با غلظت اولیه ppm ۵ و جاذب کربن فعال.....	۶۰
نمودار ۴: ۱۴: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب پوسته شلتوک.....	۶۱
نمودار ۴: ۱۵: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب خاک اره.....	۶۲
نمودار ۴: ۱۶: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب کربن فعال.....	۶۳
نمودار ۴: ۱۷: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب پوسته شلتوک.....	۶۴
نمودار ۴: ۱۸: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب خاک اره.....	۶۴
نمودار ۴: ۱۹: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب کربن فعال.....	۶۵
نمودار ۴: ۲۰: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب پوسته شلتوک.....	۶۶
نمودار ۴: ۲۱: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب خاک اره.....	۶۶
نمودار ۴: ۲۲: غلظت تعادلی خروجی از ستون جذب به ازای حجم آب عبوری برای جاذب کربن فعال.....	۶۸

## پیش‌گفتار

پیشرفت سریع علوم در جوامع بشری و افزایش تولیدات صنعتی باعث شده است که استفاده از انواع فلزات رشد چشمگیری داشته و این امر منجر به افزایش غلظت این فلزات در محیط زیست گردد، زیرا در هر یک از مراحل استخراج سنگ معدن، ذوب، تصفیه و مصرف در صنایع گوناگون این فلزات از روش‌های مختلف وارد محیط زیست می‌شوند. یکی از اصلی‌ترین اجزاء پذیرنده این آلاینده‌ها در محیط زیست محیط‌های آبی می‌باشند که حیات بسیاری از موجودات زنده به آن وابسته است.

در این میان مشکلات ناشی از فلزات سنگین بعثت آنکه این مواد بعنوان مواد خام اولیه در جوامع صنعتی به کار می‌روند اهمیت ویژه‌ای داشته و پساب خروجی بسیاری از صنایع حاوی این مواد آلاینده است.

اهمیت جلوگیری از ورود فلزات سنگین به محیط زیست بدان جهت است که این عناصر حتی در غلظت‌های بسیار پایین نیز برای سیستم‌های زنده سمی بشمار می‌آیند. فلزات مانندی آلاینده‌های آلی نمی‌توانند از طریق واکنش‌های شیمیایی یا فرایندهای بیولوژیکی در طبیعت تجزیه شوند بلکه ترکیبات آنها تغییر می‌یابد و فلز همچنان در محیط باقی می‌ماند. در نهایت عدم تجزیه فلزات باعث افزایش آنها در زنجیره غذایی و تجمع در بدن موجودات زنده می‌شود که گاهی اوقات غلظتی چندین برابر آنچه در محیط یافت می‌شود در بدن موجود زنده مشاهده می‌شود [۱].

این آلاینده‌ها سبب بروز خطرات جدی در زمینه بهداشت و سلامت عمومی می‌شوند و باعث بوجود آمدن بیماری‌های گوارشی، پوستی، تنفسی، اسکلتی، کلیوی، کبدی، مغز و سلسله اعصاب مرکزی و حتی انواع بیماری‌های صعب‌العلاج و لاعلاج در انسان می‌شوند. نظر به اهمیت موضوع مؤسسات فعال در زمینه تامین سلامت جامعه و حفظ محیط زیست، در سطوح مختلف قوانین و استانداردهای دقیقی را برای تعیین حداکثر غلظت مجاز یونهای فلزات سنگین در

پسابهای صنعتی و آبهای سطحی وضع کرده‌اند. از آن جمله می‌توان به قانون آب پاک فدرال، تدوین شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا<sup>۱</sup> و نیز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی<sup>۲</sup> در زمینه تخلیه فلزات سنگین به محیطهای پذیرنده اشاره نمود. در سطح ملی نیز سازمان حفاظت محیط زیست و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استانداردهایی را در این زمینه عرضه نموده‌اند که تحت عناوین نشریه های ۳-۱۱۶ (استاندارد کیفیت آب آشامیدنی) و ۱۰۵۳ (ویژگیهای آب آشامیدنی) تعیین شده است.

با وجود آنکه چنین قوانینی برای حفاظت منابع آب از آسیب آلاینده ها وضع گردیده است اما عدم نظارت و کنترل مناسب در اجرای این ضوابط سبب شده است که آلودگیهای ناشی از این فلزات روند رو به رشدی داشته و بررسی روشهای حذف این آلاینده ها مورد توجه بسیاری از پژوهشگران باشد.

جهت حذف و یا کاهش غلظت فلزات سنگین از محیط های آبی روشهای متنوعی به طرق مختلف فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و یا تلفیقی از آنها وجود دارد. روش های شیمیایی نظیر رسوبدهی شیمیایی، روش الکتروشیمی و فرآیند تبادل یونی از جمله روشهای شیمیایی متداول در حذف فلزات سنگین از محیطهای آبی هستند. روشهای فیزیکی همانند جذب سطحی، میکرو فیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، تبخیر، الکترودیالیز و اسمز معکوس روشهایی هستند که بر مبنای فرآیندهای فیزیکی غلظت فلزات سنگین را در محیط آبی کاهش می‌دهند. روشهای بیولوژیکی همچون استفاده از باکتریهای احیا کننده سولفات و جداسازی بیومغناطیسی نیز روشهای جدیدی هستند که استفاده از آنها رو به گسترش است [۲].

با توجه به اینکه ملاحظات اقتصادی در طرح ها همواره بعنوان یکی از مهمترین شاخص ها مطرح بوده است بنابراین تلاش برای یافتن روشهایی که در آنها هزینه های کمتری بر طرح

1. EPA (Environmental Protection Agency)

2. WHO (World Health Organization)

تحمیل شود همواره بعنوان یک اصل بوده است. از این رو در تحقیقات اخیر حذف فلزات سنگین با استفاده از جاذب های طبیعی و ارزان قیمت همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است. این جاذبها معمولاً دارای هزینه تهیه کم بوده و دسترسی محلی به آنها آسان می باشد و عموماً جاذبهایی را کم هزینه می دانند که علاوه بر داشتن قدرت جذب قابل ملاحظه در طبیعت به میزان زیاد موجود باشد.

در این تحقیق با توجه به فراوانی پوسته شلتوک و خاک اره از این دو جاذب طبیعی در حذف سرب استفاده شده است. پوسته شلتوک از فراورده های جنبی شلتوک در کارخانجات برنج کوبی بوده که در کشور ما استفاده مطلوبی از آن نمی شود.

تولید سالیانه پوسته شلتوک در جهان در حدود ۱۰۰ میلیون تن است که ۴۵ درصد آن مربوط به ایران است [۱۱]. پوسته شلتوک بطور کلی در حدود ۲۰٪ وزن شلتوک را شامل می شود [۳].

خاک اره نیز از زائدات صنایع چوب بری بوده که بعنوان ماده دور ریز این صنعت قلمداد می شود و به مقدار زیاد در دسترس می باشد.

امروزه سرب در صنعت به خاطر خواص ویژه مصارف فراوانی پیدا کرده است. سرب در صنایع مختلف مانند باطری سازی، ساخت صفحات اکومولاتور، در رنگ سازی بصورت صفحات لیتارژ- کرومات و سولفات، در ساخت گلوله های سربی و تسلیحات مختلف، در ساخت انواع حشره کش ها، همچنین در صنعت نساجی، چاپ، و ... وجود دارد [۷].

برای نمونه میزان سرب در پساب صنایع رنگ در حدود ۱/۱ تا ۱/۶ میلی گرم بر لیتر، در کارخانجات باطری سازی در حدود ۴۰/۳ تا ۳۱۹/۴ میلی گرم بر لیتر و در صنایع ذوب فلزات در حدود ۷/۷ میلی گرم بر لیتر است [۷]. علیرغم کلیه قوانین و مقرراتی که در زمینه تخلیه پساب به محیط زیست وضع گردیده است جلوگیری از ورود پساب این صنایع به محیط پذیرنده و بخصوص آب های سطحی و زیر زمینی امری اجتناب ناپذیر است.

حداکثر غلظت مجاز سرب در آبهای آشامیدنی ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر [۵] همچنین برای استفاده پساب در آبیاری و کشاورزی، تخلیه در چاههای جذبی و همچنین تخلیه به آبهای سطحی نیز برابر ۱ میلی گرم بر لیتر است [۶].

با عنایت به موارد ذکر شده ضرورت استفاده از روش های ارزان قیمت در زدودن سرب از آب های آلوده به سرب امری طبیعی بوده و بخصوص می تواند در جوامع کوچک که با چنین مشکلاتی مواجه هستند بسیار مفید و کارساز باشد.

با توجه به اینکه جاذب های طبیعی که عمده آنها به فراوانی در طبیعت یافت می شوند در حذف فلزات سنگین نتایج قابل قبولی را ارائه داده اند لذا در این تحقیق از دو جاذب طبیعی خاک اره و پوسته شلتوک استفاده شده که نتایج آنها با کربن فعال نیز مقایسه شده است.

لازم به یادآوری است که در این آزمایشات هم ستون های جذب که بطور پیوسته<sup>۱</sup> در مدار بهره برداری می باشند و هم آزمایش های ناپیوسته<sup>۲</sup> انجام شده است تا میزان حذف سرب توسط جاذب های مختلف، سازگاری فرایند با مدل های ارائه شده جذب شامل ایزوترم های فرنرندلیچ و لانگمایر، همچنین اثرات غلظت جذب شونده بر میزان جذب مشخص گردد.

در انجام این تحقیق بطور کلی اهداف زیر دنبال شده است:

۱- تعیین میزان جذب سرب توسط جاذب های طبیعی (خاک اره و پوسته شلتوک)

که بصورت خام در آزمایش ناپیوسته استفاده شده اند و مقایسه میزان جذب آنها با کربن فعال تجاری.

۲- بررسی اثر غلظت ماده جذب شونده بر میزان جذب و مقایسه آن با کربن فعال در

آزمایش های ناپیوسته

<sup>۱</sup>. Continous

<sup>۲</sup>. batch



۳- بررسی میزان پیروی نتایج بدست آمده از آزمایشات جذب یون سرب توسط

جاذبه‌های طبیعی از ایزوترم‌های جذب سطحی

۴- تعیین میزان حذف سرب توسط جاذب‌های طبیعی در ستون‌های جذب و مقایسه

آن با آزمایش‌های ناپیوسته

۵- بررسی اثرات غلظت ماده جذب شونده در آزمایش‌های پیوسته و مقایسه آن با

آزمایش‌های ناپیوسته

۶- تعیین مدت زمان عملکرد بهینه ستون جذب در جاذب‌های مورد استفاده

فصل ۱

کلیات

## ۱-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا خواص و ویژگیهای فلزات سنگین آورده شده است. در ادامه منابع مختلف انتشار فلزات سنگین در محیط زیست مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به اینکه فلز سنگین مورد تحقیق سرب می باشد، مهمترین خواص و ویژگیهای فلز مذکور شرح داده شده است. طبق آنچه که در ادامه این فصل آمده است روش های متفاوتی برای حذف فلزات سنگین وجود دارد که روش مورد بررسی در این تحقیق استفاده از جذب سطحی می باشد، لذا بدین منظور انواع فرایندهای جذب سطحی آورده شده و عوامل موثر بر جذب و ایزوترم های جذب سطحی مورد بررسی قرار گرفته شده است. در پایان نیز ستون جذب و نحوه عملکرد آن شرح داده شده است.

## ۱-۲- تعریف فلزات سنگین

فلزات سنگین عناصری هستند که وزن مخصوص آنها بیشتر از وزن مخصوص آهن باشد [۱]. علاوه بر تعریف فوق، تعاریف دیگری نیز برای آنها ارائه شده است که عبارتند از [۲]:

۱- فلزات سنگین عناصری هستند که وزن مخصوص آنها بیشتر از ۶ گرم بر سانتیمتر مکعب باشد

۲- فلزات سنگین عناصری هستند که وزن اتمی آنها بیشتر از وزن اتمی سدیم (۲۲/۹) باشد

۳- فلزات سنگین عناصری هستند که جرم اتمی آنها از ۵۶ بیشتر باشد.

تعاریف مذکور محدودیت هایی را ایجاد نموده که گاهی اوقات برخی عناصر را که جزء فلزات سنگین شناخته شده اند شامل نمی شود بعنوان مثال آرسنیک یک غیر فلز است ولی بواسطه ایجاد مسمومیت و خطرات زیست محیطی که ایجاد می نماید جزء فلزات سنگین در نظر گرفته می شود و یا اینکه وزن مخصوص کادمیم از وزن مخصوص آهن کمتر است در صورتی که کادمیم جزء فلزات سنگین محسوب می شود. به همین علت است که در بسیاری از مراجع تعریف

مشخصی از فلزات سنگین ارائه نمی شود. آنچه اهمیت دارد آن است که فلزات سنگین اغلب سمی بوده و باعث بیماریهای صعب العلاج می شوند که گاه لا علاج می شوند و در بسیاری از پسابهای صنعتی کم و بیش یافت می شوند [۲].

### ۱-۳- ویژگیهای فلزات سنگین

بر خلاف اغلب آلاینده‌های آلی (نظیر مواد آلی هالوژن‌دار) فلزات سنگین به‌طور طبیعی در اشکال مختلف سنگها، مواد معدنی و خاکها وجود دارد. بنابراین اغلب یک مقدار معمول برای غلظت این فلزات به عنوان غلظت مبنا در خاک، رسوبات، آبها و بدن موجودات زنده در نظر گرفته می‌شود [۱].

برخی از فلزات سنگین در مقادیر بسیار کم جهت رشد و سلامتی اغلب موجودات زنده ضروری و لازم اند اما میزان اضافی آنها باعث بروز مسمومیت‌های شدید می‌گردد. به این دسته از عناصر، عناصر کمیاب ضروری گفته می‌شود. عناصری که نقش کمبود آنها در ایجاد نارسایی و بیماری به اثبات رسیده است عبارتند از مس، منگنز، آهن و روی برای گیاهان و حیوانات، کبالت، کروم و سلنیم فقط برای حیوانات و بور و مولیبدن فقط برای گیاهان. اغلب این عناصر از اجزای اصلی آنزیمها و پروتئینهای مؤثر در فعالیتهای متابولیکی هستند. بنابراین کاهش مقدار آنها باعث کاهش مقادیر آنزیمها و پاره‌ای از پروتئینها و در نتیجه عدم فعالیت متابولیکی کافی و سرانجام باعث بروز بیماری خواهد گردید [۹].

از جمله فلزات سنگینی که انسان با آنها سر و کار بیشتری داشته و مسمومیت آنها از سایر فلزات بیشتر می باشد جیوه، کادمیم، سرب، روی، مس، کروم، نیکل و در درجه دوم آهن، منگنز، مولیبدن، قلع، وانادیم و کبالت را می توان نام برد [۱].

جدول (۱-۱) تعدادی از بیماریهایی که فلزات سنگین در بروز آنها نقش اساسی دارند و نیز غلظت مجاز این آلاینده ها را در آب آشامیدنی نشان می دهد.