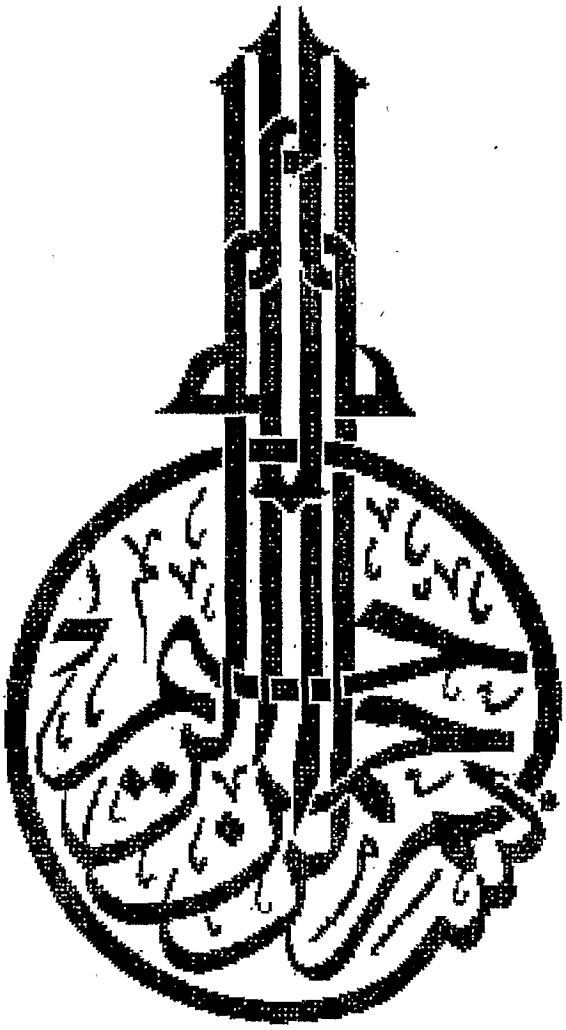

١٣٩١٠٢

دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی ایران
دانشکده بهداشت

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط
گروه مهندسی بهداشت محیط

عنوان :

بررسی کارایی بنتونیت اصلاح شده درحذف کروم شش ظرفیتی از فاضلاب سنتتیک

استاد راهنما:
جناب آقای دکتر احمد عامری

استادان مشاور:
سرکار خانم دکتر روشنک رضایی
جناب آقای دکتر مهدی فرزادکیا
جناب آقای دکترحسن ایزانلو

نگارش:
علی اکبر ده پهلوان

۱۳۸۹/۴/۲۵
تهیه مدارک

زمستان
۱۳۸۸

۱۳۹۱۰۲

تقدیم به :

پدر ومادر عزیز ومهربانم که در راه تحصیل علم وسعادتمندی اینجانب رنج فراوان کشیده اند وهمیشه مشوق وراهنمای من در علم آموزی بوده اند.

تقدیم به :

همسر مهربان وفداکار که با تحمل سختی فراوان ،امکان ادامه تحصیل را برایم فراهم نمود وقوت قلب ایشان پویایی در تحصیل را مهیا می کرد.

تقدیم به :

به فرزند دلبندم ، محمد یاسین که به تلاش هایم معنی می بخشد.

تقدیم به :

پویندگان راه علم و دانش

تقدیر وتشکر:

با تشکر فراوان از :
استاد گرانمایه جناب آقای دکتر احمد عامری که راهنمایی اینجانب را در انجام کار تحقیق برعهده داشتند وبا درایت وصبر وصف ناپذیر خویش ، از هیچ کوشش وتلاشی در این راه فروگذار ننمودند.

وبا تشکر وسپاس فراوان از زحمات سرکار خانم دکتر روشنک رضایی که به عنوان مشاورراز نظرات ایشان بهره مند شده ام و در تنظیم این رساله کمک شایانی به اینجانب نمودند .

همچنین تشکر وسپاس فراوان ازجناب آقای دکتر مهدی فرزاد کیا که به عنوان مشاور از رهنمودهای ایشان بهره برده ام تشکر فراوان ازجناب آقای دکتر حسن ایزانلو دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم که در جهت انجام کار تحقیق اینجانب را از راهنمایی خویش بهرهمند نمودند .

همچنین تشکر وسپاس فراوان از سرکار خانم دکتر میترا غلامی مدیریت محترم گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران به جهت حمایت های ایشان در امر تحصیل .

وبا تشکر از استاد محترم گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران:
جناب آقای دکتر احمد جنیدی

و با تشکر از آقای مهندس اسرافیلی که در امور آزمایشگاهی اینجانب را راهنمایی ویاری نموده است .
وتشکر از همکلاسیهای عزیز ودوستانی که با اینجانب همکاری کرده اند.

چکیده :
حذف کروم شش ظرفیتی به عنوان یک فلز سمی با خطر بالقوه برای سلامتی انسان، اهمیت ویژه ای دارد. استفاده از فرایندهای مختلف فیزیکی وشیمیایی از جمله جذب به عنوان یکی از موثرترین ومتداولترین روشهای حذف این آلاینده از پسابها است.همچنین استفاده از جاذب های ارزان قیمت واصلاح آنها به منظور توسعه فرایند جذب از نکات مورد توجه پژوهشگران است. در این تحقیق، امکان استفاده از بنتونیت خام واصلاح شده با اسید سولفوریک وکلرور فریک به عنوان جاذب بر ای جذب کروم شش ظرفیتی از فاضلاب سنتیک وتاثیر پارامتر های جذب مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به قابلیت اصلاح پذیری بنتوینت از اسید سولفوریک وکلرور فریک برای اصلاح بنتوینت استفاده شد. بنابراین هدف از تحقیق،بررسی عملکرد بنتونیت خام در جذب کروم شش ظرفیتی ومقایسه با بنتونیت اصلاح شده با اسید وکلرور فریک است.

پارامتر های موثر در جذب مانند pH ،زمان تماس،دز جاذب وغلظت اولیه فلز به عنوان متغییر های مستقل وغلظت نهایی کروم شش ظرفیتی به عنوان متغییر وابسته بررسی گردید. آزمایش به روش سیستم ناپیوسته انجام گردید جاذب به ظرف حاوی محلول کروم شش ظرفیتی اضافه شده ودر مدت زمان مورد نیاز به کمک شیکر هم زده شد با عمل صاف سازی جامدات از محلول جدا سازی شد و مقدار باقیمانده کروم شش ظرفیتی در محلول با کمک جذب اتمی اندازه گیری گردید. اساس هر آزمایش بر ثابت نگه داشتن چند عامل وتغییر یک عامل جهت بررسی اثر آن عامل بوده است.نتایج حاصل از هر مرحله پایه ومبنای آزمایشهای مرحله بعد را تشکیل می داد. ماکزیمم راندمان جذب در مورد بنتونیت خام در pHبرابر ۲ وبنتونیت اصلاح شده با کلرور فریک واسید سولفوریک در pHبرابر ۵ حاصل شد.دزبهینه برای بنتونیت خام ۱۰گرم در لیتر و برای بنتونیت اصلاح شده با کلرور فریک واسید سولفوریک ۵ گرم درلیتر بدست آمد.در هر سه جاذب زمان بهینه ۴۰دقیقه گزارش گردید . ایزوترم های جذب با استفاده از معادلات فرندلیخ ولانگمیر وسینتیک آن براساس واکنش با استفاده از معادلات درجه اول ودوم مورد بررسی قرار گرفت.
بر اساس ایزوترم جذب فرندلیخ در مورد بنتونیت خام حداکثرظرفیت جذب معادل $11,25\,mg/g$ ومقادیر n، k_f وR^2 به ترتیب $1,02، 1,93\,mg/g$ و۰,۹۸۴۲می باشد.در بنتونیت اصلاح شده با کلرورفریک حداکثرظرفیت جذب معادل $30\,mg/g$ و مقادیر n، k_f وR^2 به ترتیب $2,37\,mg/g$، ۱,۷۵ و۰,۹۹۵می باشد ودرمورد بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک حداکثرظرفیت جذب معادل $27\,mg/g$ ومقادیر n، k_f وR^2 به ترتیب $3,1، 2,16\,mg/g$ و۰,۹۶۰۲ می باشد. بر اساس ایزوترم جذب لانگمیر مقادیر Q_o ، b و R^2 به ترتیب معادل $9,52\ mg/g$ ، $0,104\ l/mg^{-1}$ و۰,۹۹۵ می باشد. در بنتونیت اصلاح شده با کلرورفریک مقادیر Q_o ، b و R^2 به ترتیب معادل $23,7\ mg/g$ ، $0,123\ l/mg^{-1}$ و۰,۹۹۶۱ می باشد. ودرمورد بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک مقادیر Q_o ، b و R^2 به ترتیب معادل $20,5\ mg/g$ ، $0,2\ l/mg^{-1}$ و۰,۹۹۶۴ می باشد
با توجه به مقادیر بدست آمده برای R^2 می توان نتیجه گیری کرد که در هر سه جاذب فرایند جذب هم از مدل فرندلیخ وهم لانگمیر پیروی می کند ودر این میان با مدل لانگمیر همخوانی بیشتری دارد. با توجه به مقادیر n جذب مطلوب می باشد بنابراین خاک بنتونیت به عنوان یک جاذب ارزان قیمت که به وفور در طبیعت یافت می شود شناخته می شود.
کلمات کلیدی:
جذب سطحی ،بنتونیت ، بنتونیت اصلاح شده،کروم شش ظرفیتی ،لانگمیر

فهرست مطالب

عنوان..... صفحه
۱- فصل اول
۱- ۱- مقدمه.....۲
۱- ۲- بیان مسئله.....۲
۱- ۳- اهمیت پژوهش.....۳
۱- ۴- وجوه ممیزه پژوهش.....۴
۱- ۵- اهداف پژوهش.....۴
۱- ۵-۱- اهداف کلی طرح.....۴
۱- ۵-۲- اهداف ویژه.....۴
۱- ۶ - سؤال های پژوهش.....۴
۲- فصل دوم
۲-۱- فلزات سنگین.....۷
۲-۱- ۱- مقدم.....۷
۲-۱-۲ - فلزات سنگین در محیط زیست.....۷
۲-۱-۲-۱- فلزات در آب.....۱۰
۲-۱-۲-۲- فلزات در خاک.....۱۰
۲-۱-۲-۴-روشهای کلی حذف فلزات سنگین.....۱۰
۲-۱-۵- کروم.....۱۱
۲-۱-۵-۱- ویژگی های عمومی.....۱۱
۲-۱- ۵ -۲- مصارف عمده کروم.....۱۲
۲-۱- ۵- ۳- منابع ورود به محیط زیست.....۱۳
۲-۱- ۵ - ۴ - سینتیک ومتابولیسم.....۱۴
۲-۱- ۵- ۵ - اثرات بر انسان وسایر موجودات.....۱۵
۲-۱- ۵- ۶- روشهای حذف کروم.....۱۶
۲-۱- ۵ - ۶-۱- تبادل یونی.....۱۶
۲-۱- ۵- ۶-۲- اسمز معکوس.....۱۶
۲-۱- ۵ - ۶ - ۳- ترسیب شیمیایی.....۱۷
۲-۱- ۵ - ۶ - ۴ - جذب سطحی.....۱۷
۲-۱-۵-۶-۵- الکتروشیمیایی.....۱۷
۲-۲- فرایند جذب سطحی.....۱۸
۲-۲-۱- جذب سطحی.....۱۸
۲-۲-۲- مکانیسم جذب سطحی.....۱۸
۲-۲-۲-۱- جذب فیزیکی.....۱۸

عنوان..... صفحه
۲-۲-۲-۲- جذب شیمیایی..... ۱۸
۲-۲-۴- تعادل جذب..... ۱۹
۲-۲-۵- معادلات ایزوترم..... ۱۹
۲-۲-۵-۱-ایزوترم لانگمایر..... ۱۹
۲-۲-۵-۲- ایزوترم فرند لیخ..... ۲۱
۲-۲-۵-۳- ایزوترم B.E.T. (Brunauer-Emmett-Teller)..... ۲۳
۲-۲-۶- سینتیک جذب..... ۲۳
۲-۲-۷- عوامل موثر بر تعادل جذب..... ۲۴
۲-۲-۷-۱- خصوصیات جاذب..... ۲۴
۲-۲-۷-۲- خصوصیات مواد جذب شونده..... ۲۴
۲-۲-۷-۳- *pH*..... ۲۴
۲-۳-۷-۴- دما..... ۲۵
۲-۲-۷-۵- سرعت هم زدن..... ۲۵
۲-۲-۷-۶- زمان تماس..... ۲۵
۲-۲-۸- انواع جاذبها..... ۲۵
۲-۲-۸-۱- طبیعی..... ۲۶
۲-۲-۸-۱-۱- جاذبهای طبیعی با منشاء آلی..... ۲۶
۲-۲-۸-۱-۲- جاذبهای طبیعی با منشاءمعدنی..... ۲۶
۲-۲-۸-۲- مصنوعی..... ۲۶
۲-۲-۸-۲-۲- جاذبهای مصنوعی با منشاء معدنی..... ۲۶
۲-۲-۸-۲-۱- جاذبهای مصنوعی با منشاء آلی..... ۲۶
۲-۲-۹- جذب شونده ها..... ۲۶
۲-۲-۱۰- روشهای انجام عمل جذب..... ۲۷
۲-۲-۱۰-۱- سیستم ناپیوسته..... ۲۷
۲-۲-۱۰-۲- سیستم ستونی(پیوسته)..... ۲۷
۲ -۳-بنتونیت..... ۲۸
۲- ۳-۱- ویژگیهای عمومی بنتونیت..... ۲۸
۲-۳-۲- ساختار شیمیایی بنتونیت..... ۲۸
۲-۳-۲-۱- رسها..... ۲۸
۲-۳-۲-۲- رسهای سیلیکاتی..... ۲۸
۲-۳-۲-۳-رس های بنتونیتی..... ۲۹
۲-۳-۲-۴- انواع بنتونیت صنعتی..... ۲۹
۲-۳-۳- بعضی خواص رس..... ۲۹
۲-۳-۴- خواص فیزیکو شیمیایی بنتونیت..... ۳۰
۲-۳-۴-۱- منشاء بار الکتریکی..... ۳۰

عنوان..... صفحه
۲-۳-۴-۲ - وکنش تبادل کاتیونی..... ۳۰
۲-۳-۵- تهیه بنتونیت..... ۳۰
۲-۳-۶- فعال سازی بنتونیت..... ۳۱
۲-۳-۷- بنتونیت در ایران..... ۳۶
۲-۳-۷-۱- کانی شناسی..... ۳۶
۲- ۳-۷-۲- ترکیب شیمیایی..... ۳۶
۲-۳-۷-۳- تولید بنتونیت در ایران..... ۳۶
۲-۴- مطالعات انجام شده..... ۳۷
۳- فصل سوم
۳-۱- جامعه پژوهش..... ۴۶
۳-۲- نمونه پژوهش..... ۴۶
۳-۳- نوع پژوهش..... ۴۶
۳-۴- روش پژوهش..... ۴۶
۳- ۴-۱- مواد مورد استفاده شامل..... ۴۶
۳-۴-۲- ابزار و لوازم آزمایشگاهی مورد نیاز..... ۴۶
۳-۴-۳- روش تهیه جاذب..... ۴۶
۳-۴-۳-۱-روش تهیه بنتونیت خام..... ۴۶
۳-۴-۳-۲- روش تهیه بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک..... ۴۶
۳-۴-۳-۳- روش تهیه بنتونیت اصلاح شده با کلرور فریک..... ۴۷
۳-٤-٤- روش تهیه محلول کروم.....
۴۷
۳-۴-۵-روش اندازه گیری pH..... ۴۷
۳-۴-۶- روش اندازه گیری کروم..... ۴۷
۳-۴-۷- روش تعیین تعداد نمونه..... ۴۷
۳-۴-۸- روش انجام آزمایش..... ۴۷
۳-۴-۸-۱-روش سنجش pH بهینه..... ۴۸
۳-۴-۸-۲- روش سنجش زمان تماس بهینه..... ۴۸
۳-۴-۸-۳- روش سنجش دز بهینه..... ۴۸
۳-۴-۸-۴- روش سنجش غلظت بهینه کروم شش ظرفیتی ۴۸
۳-۵- آزمایشات تعیین ایزوترم های جذب..... ۴۸
۴- فصل چهارم
۴-۱-۱- تاثیر مقدارpHدر جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام واصلاح شده با کلرور
فریک واسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۵۰
۴-۱-۲- تاثیر زمان تماس جاذب در حذف کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام واصلاح شده
با کلرور فریک واسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک ۵۲

عنوان..... صفحه
۴-۱-۳- تاثیر میزان جاذب در جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام واصلاح شده با کلرور
فریک واسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۵۴
۴-۱-۴- تاثیر غلظت اولیه کروم در میزان جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام واصلاح شده
با کلرور فریک واسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۵۶
۵- فصل پنجم
۵-۱- بحث ۵۹
۵-۱-۱- اثر pHروی جذب کروم شش ظرفیتی..... ۵۹
۵-۱-۲- اثر زمان تماس بر روی جذب کروم شش ظرفیتی..... ۶۰
۵-۱-۳- اثر میزان دز جاذب در جذب کروم شش ظرفیتی..... ۶۰
۵-۱-۴- اثر غلظت اولیه فلز بر جذب کروم شش ظرفیتی..... ۶۱
۵-۲- سینتیک جذب..... ۶۱
۵-۳- ایزوترم جذب..... ۶۴
۵-۴- نتیجه گیری..... ۷۴
۵-۵ –پیشنهادات ۷۴
منابع ۷۵

فهرست جداول

عنوان ..... صفحه
جدول (۲-۱) فلزات سنگین در فاضلاب صنایع مختلف..... ۹
جدول (۲-۲) تکنولوژیهای حذف فلزات سنگین ،مزایا ومعایب..... ۱۱
جدول (۲-۳) خواص فیزیکوشیمیایی کروم وترکیبات آن..... ۱۲
جدول (۲-۴) منابع مختلف کروم در صنایع..... ۱۳
جدول (۲-۵) نیاز گروه های سنی مختلف به کروم سه ظرفیتی..... ۱۵
جدول (۲-۶) ارتباط مقادیر مختلف RL با کیفیت جذب..... ۲۱
جدول (۲-۷) ارتباط مقدار nوشکل ایزوترم جذب فرندلیخ..... ۲۲
جدول (۲-۸)فلزات قابل جذب بوسیله فرایند جذب سطحی توسط کربن فعال..... ۲۶
جدول (۲-۹) ترکیب شیمیایی چند نوع بنتونیت در جدول مشاهده می شود..... ۳۰
جدول (۲-۱۰) مصارف بنتونیت..... ۳۵
جدول(۲-۱۱) میزان مصرف بنتونیت در کاربریهای مختلف..... ۳۵
جدول (۲-۱۲) ترکیب شیمیایی بنتونیت معادن ایران..... ۳۶
جدول (۲-۱۳) مشخصات فعالیتهای انجام شد..... ۴۲
جدول(٤-۱)تاثیر میزانpH در جذب کروم شش ظرفیتي با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک..... ۵۰
جدول(۴-۲)تاثیر pHبر روی میزان جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده به وسیله کلرور فریک از فاضلاب سنتتیک... ..... ۵۰
جدول(۴-۳)تاثیر pH برروی میزان جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۵۱
جدول(۴-۴)تاثیر زمان تماس در جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک..... ۵۲
جدول(۴- ۵)تاثیر زمان تماس جاذب بر روی جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده به وسیله کلرورفریک از فاضلاب سنتتیک ۵۲
جدول(۴-۶)تاثیر زمان تماس بر روی میزان جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک ۵۳
جدول (۴-۷)تاثیر میزان دز بر روی جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک..... ۵۴
جدول(۴-۸)تاثیرمیزان دز بنتونیت اصلاح شده با کلرورفریک بر روی میزان جذب کروم شش ظرفیتی از فاضلاب سنتتیک ۵۴
جدول(۴-۹)تاثیر دز جاذب بر روی میزان جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۵۵
جدول(۴-۱۰)تاثیر غلظت اولیه کروم برروی میزان جذب کروم شش ظرفیتی ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک..... ۵۶
جدول(۴-۱۱)تاثیر غلظت اولیه فلز روی جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرورفریک از فاضلاب سنتتیک..... ۵۶

عنوان ..... صفحه
جدول(۴-۱۲)تاثیر غلظت اولیه فلزبر روی میزان جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۵۷
جدول (۵-۱)یافته های مربوط به تعیین مدل ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک ۶۵
جدول(۵-۲) پارمترهای های موثر درجذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک ۶۷
جدول (۵-۳) یافته های مربوط به تعیین مدل ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح بوسیله کلرور فریک از فاضلاب سنتتیک..... ۶۸
جدول(۵-۴)پارمترهای های موثر درجذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح بوسیله کلرور فریک از فاضلاب سنتتیک..... ۶۹
جدول (۵-۵)یافته های مربوط به تعیین مدل ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده به وسیله اسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک ۷۰
جدول(۵-۶)پارمترهای های موثر درجذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده به وسیله اسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۷۲
جدول(۵-۷)مقایسه پارامتر های جذب در جاذب های مختلف..... ۷۳

فهرست اشکال ونمودار ها

عنوان ..... صفحه
شکل(۲-۱) ایزوترم جذب بر اساس مدل لانگمیر ۲۰
شکل (۲-۲) نمودار خطی ایزوترم جذب فرندلیخ ۲۲
شکل (۲-۳) ایزوترم تعادلی جذب $B.E.T$ ۲۳
شکل (۲-۴ اسکن میکروسکپ الکترونی بنتونیت خام با بزرگنمایی ۵۰۰۰... ... . ۳۲
شکل (۲-۵ اسکن میکروسکپ الکترونی بنتونیت اصلاح شده با اسید سولفوریک بزرگنمایی ۵۰۰۰.....۳۳
شکل (۲-۶ اسکن میکروسکپ الکترونی بنتونیت اصلاح شده با کلرور فریک با بزرگنمایی ۵۰۰۰..... ۳۴
نمودار (۵-۱)سینتیک جذب مدل pseudo-second-order برای جذب کروم با کمک بنتونیت خام..... ۶۲
نمودار(۵-۲) سینتیک جذب مدل pseudo-second-order برای جذب کروم با کمک بنتونیت اصلاح
شده با کلرور فریک ۶۳
نمودار (۵-۳) سینتیک مدل pseudo-second-order برای جذب کروم با کمک بنتونیت اصلاح شده
با اسید سولفوریک ۶۵
نمودار(۵-۴) رابطه بین میزان ظرفیت جذب وغلظت اولیه فلز با استفاده از جاذب بنتونیت خام..... ۶۴
نمودار (۵-۵) ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک براساس
مدل فرندلیخ..... ۶۶
نمودار(۵-۶)ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت خام از فاضلاب سنتتیک براساس
مدل لانگمایر ۶۶
نمودار(۵-۷) رابطه بین میزان ظرفیت جذب کروم شش ظرفیتی وغلظت اولیه فلز با استفاده از بنتونیت
اصلاح بوسیله کلرور فریک..... ۶۷
نمودار(۵-۸) ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح بوسیله کلرور فریک از فاضلاب
سنتتیک براساس مدل فرندلیخ..... ۶۸
نمودار(۵-۹)ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح بوسیله کلرور فریک از فاضلاب
سنتتیک براساس مدل لانگمیر..... ۶۹
نمودار (۵-۱۰)ابطه بین میزان ظرفیت جذب کروم شش ظرفیتی وغلظت اولیه فلز با استفاده از بنتونیت
اصلاح شده با اسید سولفوریک از فاضلاب سنتتیک..... ۷۰
نمودار (۵-۱۱) ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتی با استفاده از بنتونیت اصلاح شده به وسیله اسید سولفوریک
از فاضلاب سنتتیک براساس مدل فرندلیخ..... ۷۱
نمودار(۵-۱۲) ایزوترم جذب کروم شش ظرفیتي با استفاده از بنتونیت اصلاح شده به وسیله اسید سولفوریک
از فاضلاب سنتتیک براساس مدل لانگمیر..... ۷۱

فصل اول

۱-۱- مقدمه:

با آگاهی از این حقیقت که آب، تنها ومهمترین ماده حیاتی است که جایگزینی آن به هیچ صورت دیگری امکان پذیر نمی باشد، لذا باید از آن در برابر آلودگی های صنعتی حفاظت شود. واز طرفی در قرن حاضر از دیر باز عناصر ومواد شیمیایی معدنی وآلی از جمله مواد نفتی ،شوینده ها،سموم دفع آفات، مواد صنعتی از قبیل عناصر سنگین وغیره از طریق فاضلاب به محیط زیست از جمله آب وارد شده اند.طبق مواد قانونی، صنایع مختلف موظف هستند که فاضلاب تولیدی را به اشکال مختلف پیش از ورود به آب های پذیرنده ومحیط زیست تصفیه نمایند.امروزه کروم به علت استفاده وسیع در صنعت به یک معضل جدی برای محیط زیست ،گیاهان ،حیوانات وانسان تبدیل شده است.املاح کروم سه ظرفیتی مشکلات بهداشتی کمتری نسبت به کروم شش ظرفیتی دارد.کرومات ها وبیکرومات ها به عنوان رسوب دهنده های پروتئین شناخته شده ودارای خواص محرک و التهاب آور می باشند.مطالعات نشان داده که کرومات ها سبب آسیب شدید به کلیه وایجاد آلبومین می شود.همچنین تحقیقات نشان داده هرزمان زخمی در انسان با اسید کرومیک آلوده شود ویا بسوزد، امکان اینکه منجر به مرگ شود زیاد است.کرومات ها می توانند از طریق پوست جذب شده، ایجاد مسمومیت کنند.استنشاق گرد وغبار اسید کرومیک سبب ایجاد تورم وعوارض ریوی می گردد.در این پژوهش اثر احتمالی کاربرد بنتونیت در حذف کروم از فاضلاب سنتتیک مورد بررسی قرار گرفته است. اگرچه در مورد خواص ورفتار بنتونیت در جذب آلاینده های معدنی وآلی مطالعات زیادی صورت گرفته است اما مطالعه روی جذب فلزات سنگین در کشور به تعداد اندک انجام گردیده است .اساس حذف فلزات سنگین توسط بنتونیت فرایند جذب سطحی است .این فرایند به صورت گسترده در تصفیه آب وفاضلاب مورد استفاده قرار می گیرد. بنتونیت یک خاک رس از گروه مونتموریلونیت (کلسیم ،سدیم ،منیزیم وآلومینیم سیلیکات) است که طی تغییر طبیعی صخره های آتشفشانی غنی از سیلیس با مواد معدنی مافیک وغیره تشکیل شده است.بنتونیت در آب به صورت کلوئید حل شده ودارای ویژگی جذب است ودر نتیجه دارای خاصیت منبسط شونده است.این ماده در تجارت به شکل گرانولی وپودری فروخته می شود.دارای رنگ طوسی روشن متمایل به قرمز است.بنتونیت دارای بار سطحی منفی می باشد. مونت موریلونیت یک کانی رسی سه لایه متشکل از سیلیکا وآلومینا می باشد که دو لایه چهار وجهی سیلیکا با به اشتراک گرفتن اتم های اکسیژن از یک لایه آلومینا آن را در بر گرفته اند.

سهولت دسترسی وخواص ویژه متعدد بنتونیت به آن ارزش تجاری داده است که از آن جمله می توان به کاربرد در حفاری ،صنایع شیمیایی ،رنگبری و... اشاره نمود.فراوانی خاک بنتونیت در ایران وارزان بودن قیمت آن نسبت به سایر جاذب ها واثرات سوءکروم عوامل انتخاب این موضوع تحقیقی بوده است.

۱-۲- بیان مسئله:

کروم بطور طبیعی در خاک ،صخره ها،گرد وغبار آتشفشان وموجودات زنده وجود دارد (۱). کروم درفاضلاب صنایع آبکاری،دباغی،رنگ، فلز کاری ومواد شیمیایی موجود است.این فلز به صورت محلول در آب وخاک وارد شده وباعث آلودگی آبهای سطحی وزیرزمینی و خاک می گردد.همچنین سبب برهم خوردن اکوسیستمهایی که به آن وارد می شود، می گردد.انسان وجانوران با مصرف آب آلوده به این فلز یا با مصرف مواد غذایی، ناشی از رشد گیاهان یا آبزیان در آب آلوده به این فلز، مبتلا به بیماریهای ناشی از وجود این فلز می شوند.بیماریهای مثل سرطان،آسیب به کلیه ها وجهش زایی از جمله مواردی است که کروم بوجود می آورد.بنابراین باید نسبت به حذف آن از فاضلاب قبل از ورود به آبهای پذیرنده یا آب های زیر زمینی اقدام گردد(۲).حد مجاز آن در آب آشامیدنی مطابق دستورالعمل WHO برابر ۰,۰۵ میلی گرم در هر لیتر است(۳). کروم با ظرفیت های ۲تا ۶ وجود دارد اما فقط به دوشکل ۳و۶ ظرفیتی در محیط زیست اهمیت دارد.کروم ۳ظرفیتی نسبتا سمی نیست وحتی برای انسان به عنوان یک ریز مغذی، لازم است.اما کروم ۶ ظرفیتی فوق العاده سمی است وبرای انسان مشکلاتی مثل سرطان زایی وجهش زایی ایجاد می کندوسبب آسیب به کلیه می شود(۴). کروم

۳ظرفیتی پایداری کمی دارد ودر حضور اکسیژن تبدیل به کروم ۶ظرفیتی می شود(۵). روشهای مختلفی برای حذف کروم مورد استفاده قرار می گیرد که عبارتند از : الکترودیالیز (۶) روش ترسیب شیمیایی(سانگ[۱] ۲۰۰۳)(۷)،تبادل یونی(رنگاراج[۲] ۲۰۰۱)(۸)،اسمز معکوس(حافظ[۳] ۲۰۰۲)(۹) وجذب سطحی(سانگ لی [۴] ۲۰۰۳)(۱۰)که در حذف کروم از فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرند. جذب سطحی فرایندی است که به تکنیک ساده وهزینه اولیه کم نیازدارد بنابراین بیش از سایر روشهای فیزیکی وشیمیایی مورد توجه است. جاذب های مختلف طبیعی و مصنوعی برای انجام فرایند جذب مورد استفاده قرار گرفته اند که در بین آنها خاک بنتونیت به عنوان یک جاذب خوب مطرح است. مطالعات مختلف نشان می دهد که خاک بنتونیت می تواند به عنوان یک جاذب خوب عمل نماید.بنتوینت هم به صورت اصلاح نشده (خام) وهم اصلاح شده استفاده می شود.با توجه به خصوصیات بنتونیت، اصلاح آن می تواند در افزایش کارائی آن موثر باشد، که در این میان از مواد مختلف ازجمله اسید ها استفاده گردیده است. ترکیبات آهن به عنوان جاذب آنیونهایی مانند کرومات،آرسناتها وفسفات ها شناخته شده اند وواضح است که کاربرد ترکیبات آهن به عنوان منعقد کننده یا ترسیب کننده ،مشکلات فیلتراسیون به همراه دارد، بنابراین اصلاح بنتونیت با کلرور فریک یک جاذب ترکیبی بوجود می آورد که ممکن است از مشکل فیلتراسیون جلوگیری کند.بنابراین در این تحقیق مقایسه ای بین عملکرد بنتونیت اصلاح شده با اسید وکلرور فریک با بنتونیت خام انجام می گیرد .با توجه به فراوانی بنتونیت در ایران وارزان بودن آن، تحقیق به مطالعه بر روی جذب کروم از فاضلاب سنتتیک توسط بنتونیت می پردازد تا چنانچه نتایج مطلوب بود، با کاربرد یک ماده جاذب ارزان وفراوان بتوان یک آلاینده با عوارض سوء برای انسان ومحیط زیست را حذف نمود.

۱-۳- اهمیت پژوهش:

روشهای مانند ترسیب شیمیایی،تبادل یونی،اسمزمعکوس،استفاده ازغشاء ها والکترودیالیزکه برای حذف ترکیبات کروم از محیط زیست مورد استفاده قرار می گیرند دارای معایبی از جمله، ناکافی بودن حذف کروم ،نیاز به وسایل گران،صرف انرژی زیاد،نیاز به مواد شیمیایی،ایجاد لجن سمی ،بالا بودن هزینه اولیه،صرف زمان زیاد ومقرون به صرفه نبودن برای واحد های صنعتی کوچک است(۱۱-۱۲-۱۳). استفاده از روش جذب سطحی با استفاده از جاذب کربن فعال دارای راندمان بالای حذف کروم می باشد، اما هزینه کربن فعال بسیار بالا واحیاء آن مشکل وپرهزینه است(۱۴)

برای حل این مشکل باید از جاذب های ارزان تر استفاده نمود،برای این منظور می توان از زائدات کشاورزی وصنعتی استفاده کرد. مزایای استفاده از این جاذب ها، داشتن تکنیک ساده،نیاز به فرایند کم،هزینه اولیه پایین،احیاء ساده وبهره برداری آسان است (۱۵). بنتونیت به عنوان یک جاذب معدنی ارزانقیمت، در کشورما به وفور یافت می شود . این ماده به عنوان جاذب. دارای سطح ویژه زیادی می باشد . ظرفیت بالایی در جذب فلزات سنگین دارد.بنابراین استفاده از بنتونیت، از نظر بهره برداری نیاز به تکنیک بالایی نداشته وبطور کلی از نظر اقتصادی مفید می باشد. کاترینا استپوا[۵] (۲۰۰۸)در مطالعه خود نشان داد ، اصلاح بنتونیت با کلرور فریک، سبب افزایش سطح ویژه بنتونیت شده که در نتیجه، حذف گاز سولفید هیدروژن افزایش یافت. بنابراین امکان افزایش راندمان حذف کروم با بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک بررسی می گردد (۱۶)

۱- Z.Song
۲- S.Rengaraj
۳- A.I.Hafez
٤ - Sang Eun Lee
۵- Kateryna V. Stepova

۱- ۴- وجوه ممیزه پژوهش:

از جمله مزایای این روش، توجه به جنبه های اقتصادی در فرایند حذف ،نیاز به تکنیک های ساده وارزان جهت راهبری فرایند حذف ،عدم تولید مواد غیر آلوده کننده یا موادد با آلودگی بسیار کمتر در طی فرایند حذف است.

۱- ۵- اهداف پژوهش:

۱-۵-۱- اهداف کلی طرح

تعیین کارایی بنتونیت اصلاح شده درحذف کروم شش ظرفیتی ازفاضلاب سنتتیک

۱-۵-۲- اهداف ویژه:

۱- تعیین pHبهینه جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح نشده

۲- تعیین زمان بهینه جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح نشده.

۳- تعیین دز بهینه بنتونیت اصلاح نشده درحذف کروم درpH وزمان بهینه.

۴- تعیین میزان باقیمانده کروم در غلظت های مختلف با استفاده از بنتونیت اصلاح نشده درpH وزمان بهینه.

۵- تعیین pHبهینه جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک

۶- تعیین زمان بهینه جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک

۷- تعیین دز بهینه بنتونیت اصلاح شده با با اسید اسید سولفوریک درحذف کروم درpH وزمان بهینه .

۸- تعیین میزان باقیمانده کروم در غلظت های مختلف با استفاده از بنتونیت سدیم اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک درpH وزمان بهینه.

۹- تعیین pHبهینه جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک.

۱۰- تعیین زمان بهینه جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک.

۱۱- تعیین دز بهینه جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک درpH وزمان بهینه.

۱۲- تعیین میزان باقیمانده کروم در غلظت های مختلف با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک درpH وزمان بهینه.

۱- ۶ - سؤال های پژوهش:

۱- pH مناسب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح نشده چه قدر است؟

۲- زمان مناسب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح نشده چه قدر است؟

۳- غلظت مناسب جاذب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح نشده چه قدر است؟

۴- درصد جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح نشده اسید چه قدر است؟

۵- pH مناسب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک چه قدر است؟

۶- زمان مناسب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک چه قدر است؟

۷- غلظت مناسب جاذب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک چه قدر است؟

۸- درصد جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک چه قدر است؟

۹- pH مناسب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک چه قدر است؟

۱۰- زمان مناسب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک چه قدر است؟

۱۱- درصد جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک چه قدر است؟

۱۲- غلظت مناسب جاذب در جذب با استفاده از بنتونیت اصلاح شده با کلرید فریک چه قدر است؟

۱۳- آیابنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک و کلرید فریک راندمان خوبی در حذف کروم دارند؟

۱۴- کدام یک از بنتونیت اصلاح شده با اسید اسید سولفوریک و کلرید فریک کارایی بهتری در حذف کروم از فاضلاب دارند؟

فصل دوم

۲-۱- فلزات سنگین :

۲-۱- ۱- مقدمه :

فلزات سنگین به علت رشد صنایع، به صورت گسترده ای در محیط زیست واردشده اند. واکنون به یک معضل جهانی تبدیل گردید است.کادمیوم ،روی ،سرب،جیوه،نیکل ،کروم وکبالت از جمله فلزات سنگین موجود در فاضلاب صنایع هستند.برخلاف زائدات آلی که می توانند در محیط زیست تجزیه شوند، فلزات سنگین قابلیت تجزیه پذیری زیستی را ندارند .از سوی دیگر تمایل به تجمع پذیری در بافت های بدن را دارند، که همین امر موجبات توجه بیشتر به این آلاینده ها را فراهم می کند(۱۵). طیف وسیعی ازآلاینده های شیمیایی از صنعت وکشاورزی به منابع آبی ومحیط زیست راه می یابند، که فلزات سنگین از جمله، مهمترین آنها هستند.وجود فلزات سنگین، در فاضلاب صنایع وفاضلاب خانگی با غلظت های زیاد، موجب آسیب به محیط زیست وبه مخاطره انداختن سلامتی انسان می شود (۱۷).این فلزات که از فعالیت های مختلف صنعتی تولید می شوند،سموم خطر ناکی هستند که حیات انسان ،حیوانات،موجودات آبزی مانند ماهی ها وگیاهان را به شدت به خطر می اندازد.بسیاری از این آلاینده ها از جمله فلزات سنگین وآفت کش ها با ایجاد تداخل در انجام وظایف اعضاء بدن، اثرات بهداشتی وفیزیولوژیکی متعددی را ایجاد می کنند(۱۸).

۲-۱-۲ - فلزات سنگین در محیط زیست:

گروهی از فلزات به نام فلزات سنگین، بطور گسترده در صنایع مختلف استفاده می شوند.تعاریف مختلفی برای فلزات سنگین شده است که عبارتند از :

۱- هر کاتیون که دارای وزن اتمی بیش از ۲۳گرم (وزن اتمی سدیم)باشد، فلزسنگین خوانده می شود

۲- فلز سنگین، یک واژه مبهم است که معمولا شامل عناصر فلزی است که عدد اتمی بیش از ۴۰دارند.در این تعریف فلزات قلیایی خاکی،لانتانیدها واکتینید ها مستثنی هستند.

۳- فلزات سنگین ،دارای دانسیته بیش از ۳گرم در سانتی متر مکعب هستند.یابزرگتر از ۶گرم در سانتی متر مکعب (۱۸).

۴- فلزات، با وزن مخصوص ۵گرم در سانتی متر مکعب یا بیشتر را فلزت سنگین می نامند

۵- فلزات سنگین، نزدیک به انتهای جدول تناوبی قرار دارند ودر مقایسه با سایر مواد دانسیته بیشتری دارند.

۶- عناصر فلزی، که در پایین جدول تناوبی قرار دارند ودارای وزن اتمی بالا(بیش از ۱۰۰گرم)می باشندیا دانسیته نسبی بیشتر از ۵دارند.

به هر حال در مورد فلزات سنگین، موارد مبهم وجود دارد .آلومینیوم که به عنوان فلز سنگین مطرح است، تنها دارای عدد اتمی ۱۳می باشد .سلنیم که اغلب به عنوان فلز سنگین بیان می شود ومشابهت های با فلزات سنگین، در رفتار های زیست محیطی دارد،در هیچ یک از تعاریف فلزات سنگین قرار ندارد.فلزاتی مانند آرسنیک،سلنیم وآنتیموان خصوصیا ت شیمیایی هردو گروه فلزات وغیر فلزات را دارند .بنابراین آرسنیک گرچه یک فلز نیست اما از نظر سم شناسی با فلزات سنگین مرتبط است.

به همین دلیل، واژه دیگری را با عنوان عناصر سنگین استفاده نموده اند،تا فلزات سنگین وعناصر مربوطه را شامل گردد.در میان عناصر،۳۸عنصر دانسیته بزرگتر از ۵گرم در سانتی مترمکعب دارند که بسیاری از آنهابه مقدار زیاد در پوسته زمین یافت می شوند ودر زندگی انسان مورد استفاده قرار می گیرند.امروزه عناصری، مانند آهن،منگنز،مس،روی ومولیبدن عناصر ضروری هستند وبقیه عناصر که بطور معمول در غلظتهای کمی وجود دارند،مانند نقره،کادمیوم،جیوه وسرب بسیار سمی هستند.فلزات،آرسنیک،کادمیوم،کبالت،کروم،جیوه،نیکل،وانادیم،آهن وغیره با غلظت های متفاوتی در پوسته زمین وجود دارند(۱۹) .

آلودگی فلزات سنگین، یک پدیده جهانی است.ودر این میان فلزات جیوه،مس،کادمیوم،کروم،روی،آرسنیک وسرب از اهمیت بالاتری برخوردارهستند.فلزات سنگین، به علت مصارف زیاد در خاک،آب ،هوا،مواد زائد وفاضلاب پراکنده شده اند.مدل سازی کمی جابجایی فلزات سنگین در محیط زیست، نشاندهنده این است که تجمع این فلزات ،در آب ،خاک وزنجیره غذایی، در سراسر جهان در حال تشدید است.بطورکلی، منابع اصلی فلزات سنگین در محیط زیست عبارتند از:منابع ژئوشیمیایی،فلزات سنگین موجود در اتمسفروهیدروسفرومنابع انسان ساخت(۲۰)

فلزات سنگین، به ندرت به شکل خالص در محیط زیست یافت می شوند ومعمولا به صورت اکسید ها،کربناتها،سولفیدها،سولفاتها وکلریدها هستند.گاهی هم به صورت چیلیت[۱](کلیت[۲]) وچسبیده به مواد آلی خاک وجود دارند.این املاح فلزی دانسیته کمتری نسبت به فلز خالص دارند ودر محدوده ۲,۵ تا ۴,۵گرم در سانتی متر مکعب است. فلزات، عناصری هستند که به سادگی الکترون از دست می دهند،تا به صورت یونهای مثبت در آیند.معمولا فلزات به حالت آزاد،جریان الکتریسیته را به آسانی هدایت می کنند.اغلب فلزات ،قسمت کاتیونی نمک های اکسیژن دار مانند نیتراتهاوسولفاتها را تشکیل می دهند.فلزات، حداقل یک اکسید با خصوصیات بازی نسبتا قوی ایجاد می کنند.بعلاوه فلزات هدایت گرمایی بالایی دارند.چکش خوار ومفتول شدنی هستند.معمولا دانسیته بالایی دارند.فلزات، در طبیعت به صورت آزاد،اکسید،کربنات،سولفید وسولفات یافت
می شوند(۲۱) .

برخی فلزات مانند کبالت،آهن،کروم،سلنیم،منگنز،منیزیم،روی،مولیبدن ومس از نظر بیولوژیکی اهمیت دارند.اما سایرفلزات نقش بیولوژیکی ندارند.برخی فلزات، سمی وبعضی با توجه به غلظت سودمند ،سمی هستند.فرایندهای صنعتی، بخصوص استخراج معادن ،فرایندهای مربوط به سنگهای معدنی فلزات،پرداخت،آبکاری وساخت اشیاء فلزی منابع اصلی انتشار آلاینده های فلزی هستند.بعلاوه صنایعی مانند تولید رنگ،چرم،لاستیک،منسوجات،کاغذ،الکترونیک ونفت نیز در این زمینه موثر هستند.فاضلاب های صنعتی معادن،مواد زائد جامد،لجن فاضلاب وشیرابه اماکن دفن زباله از مهمترین منابع انتشاردهنده آلاینده های فلزی هستند(۲۲).درجدول۲-۱ کاربرد های فلزات در صنایع مختلف ذکر شده است.

۱- cheleat
۲- celeat