بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامي

واحد شاهرود

دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد « M.Sc»

گرایش: فرآیند

عنوان:

تأثیر پیش‌پالایش و تثبیت زیست‌توده های‌جلبکی و افزودن نانوذرات اکسید آهن بر توانایی آنها برای حذف فلزات سنگین از آب

استاد راهنما:

دکتر صاحبعلی منافی

استاد مشاور:

دکتر پرویز درویشی

نگارش:

سجاد اقبال پور

پاییز ۱۳۹۲

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Shahrood Branch

Faculty of Engineering-Department of Chemical Engineering

((M.Sc)) Thesis

On : Engineering Process

Subject:

Effects of pre - treating and immobilization of algal biomasses and adding iron oxide nano particles on ability of them for heavy metals elemenation from water

Thesis Advisor:

Sahebali Manafi Ph.D.

Consulting Advisor:

Parviz Darvishi Ph.D.

By:

Sajjad Eghbalpoor

Fall 2013

بسمه تعالی

تعهدنامه اصالت رساله پایان نامه

اینجانب سجاد اقبال پور دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد در رشته شیمی - فرآیند که در تاریخ ۱۳۹۲/۷/۲۹ از پایان نامه خود تحت عنوان " **تأثیر پیش پالایش و تثبیت زیست توده های جلبکی و افزودن نانوذرات اکسید آهن بر توانایی آ نها برای حذف فلزات سنگین از آب** " با کسب نمره ۱۸ و درجه بسیارخوب دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می شوم :

۱) این پایان نامه حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه ، کتاب ، مقاله و ...) استفاده نموده ام ، مطابق ضوابط و رویه موجود ، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست مربوطه ذکر و درج کرده ام .

۲) این پایان نامه قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح ، پایین تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است .

۳) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل ، قصد استفاده و هرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب ، ثبت اختراع و ... از این پایان نامه داشته باشم ، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم .

۴) چنانچه در هر مقطعی زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود ، عواقب نا شی از آن را می پذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت .

سجاد اقبال پور

سپاسگزارم ؛

خدای بی همتا را که در لحظه لحظه زندگی ، وجودش را با تمام وجودم حس کردم و در تمام طول حیاتم از او یاری طلبیده و می طلبم از او می خواهم به من اراده ای توانا دهد ، تا تمام وجودم را وقف مستمندان و نیازمندان سازم . او خود حافظ و هادی همگان می باشد و بس

با تشکر و سپاس بی پایان از زحمات ارزشمند اساتید گرانقدرم

جناب آقای دکتر صاحبعلی منافی

جناب آقای دکتر پرویز درویشی

جناب آقای دکتر سعید شیرچی

و سایر اساتیدی که در دوره تحصیل مرا یاری نمودند .

تقدیم به الهه عشق ، ملکه خوبیها ؛ مادرم

فرشته مهربانی که تمام مرارتها را به جان خرید ، همواره پشتیبان من در تمام مراحل زندگیم بوده است و به من درس پایداری آموخت ، مادر عزیزم لحظه لحظه زندگیم آکنده از مهربانی ها و محبتهای بی دریغ توست .

این تقدیم بی ارجحی است از ذره به خورشید .

تقدیم به اسطوره مردانگی ؛ پدرم

که وجودم ، همه برایش رنج بود و رنج

وجودش برای همه عشق بود و عشق

توانش رفت تا به توانایی برسم

بلنگاه پر فروغش و با عشق به زندگی اش به من درس زندگی آموخت .

فهرست مطالب

عنوان
صفحه

چکیده ---------- ۱

مقدمه ---------- ۲

فصل اول: مروری بر منابع مطالعاتی

۱-۱- اهمیت تصفیه آب ---------- ۵

۱-۲- آب آشامیدنی و استانداردهای آن ---------- ۵

۱-۳- نانوذرات و کاربردهای آنها ---------- ۷

۱-۴- استفاده از نانوذرات برای حذف فلزات سنگین از آب ---------- ۸

۱-۵- نانوذرات اکسید آهن ---------- ۹

۱-۶- میکروارگانیزم‌ها و کاربردهای آنها ---------- ۱۱

۱-۷- استفاده از میکروارگانیزم ا برای حذف فلزات سنگین از آب ---------- ۱۱

۱-۸- مراحل کلی در حذف مواد آلوده کننده از آب بوسیله میکروارگانیزم‌ها ---------- ۱۳

۱-۸-۱- انتخاب توده زیستی ---------- ۱۳

۱-۸-۲- پیش پالایش توده زیستی ---------- ۱۴

۱-۸-۳- غیره متحرک سازی توده زیستی ---------- ۱۷

۱-۸-۴- گرانول بندی ---------- ۱۹
۱-۸-۵- گرانول‌ها در محلول قرار داده می‌شوند ---------- ۲۰
۱-۸-۶- دفع فلزات سنگین، باز استفاده از جاذب بیولوژیکی و فلزات سنگین جذب شده توسط آنها ---------- ۲۰
۱-۹- بهینه کردن پارامترهای تاثیر گذار در میزان حذف ---------- ۲۰
۱-۱۰- تعریف فلزات سنگین، کاربردها، تاثیرات و انواع آنها، خواص، ..... --------- ۳۰
۱-۱۱-۱ خواص، کاربردها و تاثیرات کروم ---------- ۳۱
۱-۱۱-۲ خصوصیات کروم ---------- ۳۳
۱-۱۱-۳ ترکیبات کروم ---------- ۳۳
۱-۱۱-۴اثرات زیست محیطی کروم ---------- ۳۴
۱-۱۱-۵ سمیت و اثرات بهداشتی کروم ---------- ۳۴
۱-۱۱-۶ اثرات نامطلوب کروم بر سلامتی انسان ---------- ۳۵
۱-۱۲ خواص ،کاربردها و تاثیرات سرب ---------- ۳۶
۱-۱۲-۱ ویژگی‌های عمومی سرب ---------- ۳۶
۱-۱۲-۲ مصارف عمده سرب ---------- ۳۷
۱-۱۲-۳ منابع ورود سرب به محیط زیست ---------- ۳۸
۱-۱۲-۴ سرنوشت زیست محیطی ---------- ۳۸
۱-۱۲-۵ روش‌های تجزیه‌ای ---------- ۳۹
۱-۱۲ -۶ سطوح زیست محیطی و تماس انسان از راه آب، هوا و غذا ---------- ۳۹
۱-۱۲-۷ کنتیک و متابولیسم ---------- ۴۰

۱-۱۲-۸ اثرات سرب بر انسان و سایر موجودات ---------- ۴۱
۱-۱۳- اهمیت جداسازی فلزات سنگین از آب ---------- ۴۲
۱-۱۴- بررسی روش‌های حذف فلزات سنگین ---------- ۴۳
۱-۱۴-۱- روش جذب ---------- ۴۳
۱-۱۴-۲- روش ترسیب شیمیائی ---------- ۴۴
۱-۱۴-۳- روش تبادل یونی ---------- ۴۴
۱-۱۴-۴- تکنولوژی غشائی ---------- ۴۴
۱-۱۴-۵- تصفیه الکترو شیمیائی ---------- ۴۵
۱-۱۴-۶ بررسی جوانب مختلف روش حذف کروم بلنانوذرات و میکروارگانیزم‌ها-------- ۴۵

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد تشکیل دهنده جاذب ---------- ۴۹
۲-۲- روش تولید نانوذرات اکسید آهن ---------- ۴۹
۲-۳- تولید جاذب زیست توده جلبکی ---------- ۵۱
۲-۴- انجام آزمایش‌ها ---------- ۵۲
۲-۴-۱- انجام آزمایش‌های اولیه برای آشنائی با شرایط ---------- ۵۲
۲-۴-۲- روش محلول سازی فلز کروم ---------- ۵۳
۲-۴-۳ روش محلول سازی فلز سرب ---------- ۵۳
۲-۴-۴- انجام آزمایش‌های اولیه---------- ۵۴
۲-۴-۵- بهینه کردن زمان جذب ---------- ۵۴

۲-۴-۶- بررسی تاثیر دور همزن بر میزان حذف ---------- ۵۶

۲-۴-۷- بهینه کردن مقدار جاذب ---------- ۵۷

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- نتایج حاصل از مرحله آزمایش‌های اولیه ---------- ۶۰

۳-۲- بحث و نتیجه‌گیری در مورد نتایج مرحله آزمایش‌های اولیه ---------- ۶۰

۳-۳- نتایج مرحله بهینه کردن زمان ---------- ۶۱

۳-۴- بحث و نتیجه‌گیری در مورد نتایج مرحله بهینه کردن زمان ---------- ۶۳

۳-۵ نتایج حاصل از مرحله پیش‌پالایش ---------- ۶۷

۳-۶ بحث و نتیجه‌گیری در مورد نتایج حاصل از مرحله پیش‌پالایش ---------- ۶۸

۳-۷- نتایج مرحله بهینه کردن دور همزن ---------- ۷۴

۳-۸- بحث و نتیجه‌گیری در مورد نتایج مرحله بهینه کردن دور همزن ---------- ۷۶

۳-۹- نتایج مرحله بهینه کردن میزان جاذب ---------- ۷۷

۳-۱۰- بحث و نتیجه‌گیری در مورد نتایج مرحله بهینه کردن مقدار جاذب ---------- ۷۹

۳-۱۱نتایج حاصل از بهینه کردن pH ---------- ۸۱

۳-۱۲بحث و نتیجه‌گیری در مورد نتایج حاصل از مرحله بهینه کردن pH ---------- ۸۲

۳-۱۳نتایج حاصل از بهینه‌سازی غلظت ---------- ۸۲

۳-۱۴بحث و نتیجه‌گیری در مورد نتایج حاصل از بهینه‌سازی غلظت ---------- ۸۳

۳-۱۵نتایج حاصل از مرحله تثبیت جاذب زیست توده جلبکی ---------- ۸۴

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱- نتیجه‌گیری ---------- ۸۶

۴-۲- پیشنهادات ---------- ۸۸

منابع فارسی ---------- ۹۰

منابع غیر فارسی ---------- ۱۰۱

۴-۴- چکیده انگلیسی ---------- ۱۰۳

فهرست اشکال

عناوین صفحه

شکل ۱-۱: درب سمت راست رنگ معمولی بوده و درب سمت چپ نانورنگ است که هر دو درب ۶۰ بار شسته شده اند ---------- ۸

شکل ۱-۲: مراحل کلی در فرآیند حذف فلزات سنگین با میکروارگانیزم‌ها ---------- ۱۳

شکل ۱-۳: تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح میکروارگانیزم ساکارومایسس سرویسیه قبل از پیش پالایش الکلی ---------- ۱۶

شکل۱- ۴: تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح میکروارگانیزم ساکارومایسس سرویسیه پس از پیش پالایش الکلی ---------- ۱۶

شکل۱-۵ جاذب تثبیت شده بربسترپلیمری به صورت دانه‌های گرانولی ---------- ۲۰

شکل ۱-۶: میزان جذب یون‌های کادمیوم بر حسب زمان تماس با غلظت‌های متفاوت زیست توده، pH معادل ۵ و غلظت کادمیوم برابر ۱۹ میلی گرم در لیتر ---------- ۲۲

شکل ۱-۷: میزان جذب یون های کادمیوم بر حسب زمان تماس در pH متفاوت و غلظت ثابت کادمیوم ۱۹ میلی گرم در لیتر و غلظت زیست توده ثابت ۳/۸ گرم در لیتر ---------- ۲۳

شکل ۱-۸: میزان جذب یون های کادمیوم بر حسب زمان تماس ب ا غلظت های متفاوت کادمیوم، pH معادل ۵ و غلظت زیست توده معادل ۳/۸ گرم در لیتر ---------- ۲۳

شکل ۱-۹: نتایج بهینه کردن زمان حذف در پژوهش اسدی و همکاران ---------- ۲۴

شکل ۱-۱۰: نتایج بهینه کردن زمان حذف در پژوهش رحمانی و همکارانش---------- ۲۵

شکل ۱-۱۱: نتایج مرحله بهینه کردن زمان در پژوهش رحمانی و همکاران ---------- ۲۶

شکل ۱-۱۲: نتایج مرحله بهینه کردن زمان در پژوهش رحمانی و همکاران ---------- ۲۷

شکل ۱-۱۳: تغییرات q در اثر تغییر مقدار pH محلول---------- ۲۷

شکل ۱-۱۴: تغییرات مقدار q در اثر تغییر غلظت فلز کادمیوم---------- ۲۸

شکل ۲-۱: دیاگرام روش تولید نانوذرات اکسید آهن به روش رسوبدهی شیمیائی ---------- ۵۲

شکل ۲-۲:تصاویر TEM از نانوذرات مگ‌همایت مورد استفاده ---------- ۵۲

شکل ۲-۳: نمودار توزیع دانه‌بندی نانوذرات مگ‌همایت مورد استفاده ---------- ۵۳

شکل ۲-۴: نتایج آنالیزFTIR پودر تولید شده ---------- ۵۳

شکل ۲-۵: تصویرزیست توده جلبکی مورد استفاده در آزمایش ---------- ۵۴

شکل ۲-۶:جاذب زیست توده جلبکی خشک و پودر شده ---------- ۵۵

شکل ۲-۷ مراحل کلی انجام فرایند حذف فلزات سنگین ---------- ۶۱

شکل ۳-۱ کارایی حذف فلزات در زمان تماس های متفاوت با استفاده از جاذب نانواکسید آهن در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر pH= ۹، دوز جاذب ۰/۱ گرم در لیتر، دور همزن ۲۴۰ دور در دقیقه، که کارایی جاذب برای جذب سرب بیشتر است---------- ۶۵

شکل ۳-۲: نتایج مرحله بهینه کردن زمان در پژوهش دباغ و همکاران ---------- ۶۹

شکل ۳-۳: نتایج بدست آمده در مرحله بهینه کردن زمان توسط درویش فراش و همکاران--- ۷۰

شکل۳-۴ کارایی حذف فلزات سنگین بعد از پیش‌پالایش جاذب زیست توده جلبکی---------- ۷۲

شکل ۳-۵ بررسی دور همزن بر کارایی حذف فلزات با استفاده از جاذب نانواکسیدآهن در غلظت mg/ml ۱۰ ،مقدار ۰/۱ گرم درلیتر،زمان بهینه ---------- ۷۸

شکل ۳- ۶ بررسی دور همزن بر کارایی حذف فلزات با استفاده از جاذب زیست‌توده جلبکی در غلظت mg/ml ۱۰ ،مقدار ۰/۱ گرم در لیتر، زمان بهینه ---------- ۷۹

شکل ۳-۷کارایی حذف فلزات سرب وکروم در مقدار جاذب متفاوت با استفاده از جاذب نانو در pH بهینه، دور همزن ۲۴۰ دور دقیقه، زمان بهینه، غلظت بهینه---------- ۸۱

شکل ۳- ۸ بررسی تاثیر و کارایی میزان جاذب زیست‌توده جلبکی بر حذف فلزات سرب- کروم در غلظت mg/ml ۱۰ ، دور همزن بهینه، زمان بهینه---------- ۸۲

شکل ۳-۹:نتایج مرحله بهینه کردن مقدار جاذب در پژوهش درویش فراش و همکاران------ ۸۳

شکل ۳-۱۰: نتایج مرحله بهینه کردن مقدار جاذب در پژوهش ملکوتیان و همکاران-------- ۸۴

شکل ۳-۱۱ کارایی حذف فلزات در pH های متفاوت با استفاده از جاذب نانو اکسید آهن در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، دوز جاذب۰/۱ گرم در لیتر، دور همزن ۲۴۰ دور در دقیقه و نشان دهنده درصد بالای حذف فلز سرب می‌باشد ---------- ۸۶

شکل ۳-۱۲ بررسی تاثیر غلظت بر کارایی حذف فلزات با استفاده از جاذب نانو اکسید آهن در غلظت mg/ml ۱۰ ،مقدار۰/۱ گرم در لیتر، دور همزن ۲۴۰ دور در دقیقه، ز مان بهینه ---------- ۸۷

شکل ۳- ۱۳ بررسی تاثیر و کارایی تثبیت جاذب زیست‌توده جلبکی بر حذف فلزات سرب- کروم در غلظت mg/ml ۱۰ ،مقدار۰/۱ گرم در لیتر، دور همزن بهینه، زمان بهینه-------- ۸۹

فهرست جداول

عناوین **صفحه**

جدول ۱-۱: مثال‌هائی محدود از کاربردهای نانومواد در صنایع مختلف---------- ۷

جدول ۱-۲: فرآیندهای که در آنها از نانومواد برای حذف مواد آلاینده مختلف استفاده می-شود ---------- ۹

جدول ۱-۳: فرآیندهای که در آنها از میکروارگانیزم ها برای حذف مواد مختلف آلوده کننده آب استفاده می‌شود ---------- ۲۹

جدول ۱-۴: فرآیندهای که در آنها از جلبک ¬ها برای حذف مواد مختلف آلوده کننده آب استفاده می‌شود ---------- ۳۰

جدول ۱-۵: غلظت‌های مجاز فلزات سنگین مختلف در محیطهای مختلف ---------- ۳۴

جدول ۱- ۶ غلظت‌های مجاز کروم به ترتیب در EPA ، WHO و استاندارد ملی ایران بر حسب میلی گرم در لیتر ---------- ۳۴

جدول۱-۷ ویژگی های عمومی کروم ---------- ۳۴

جدول ۱-۸: مجموعه‌ای از روش‌های متفاوت بکار گرفته شده برای حذف فلزات سنگین ---- ۴۵

جدول ۲-۱: مشخصات دی کرومات پتاسیم ---------- ۵۶

جدول ۲-۲: مشخصات نیترات سرب ---------- ۵۷

جدول۳-۱ بررسی تاثیر زمان تماس برکارایی حذف کروم با استفاده از نانو اکسید آهن در غلظت mg/ml ۱۰ کروم، pH =۹، مقدار ۰/۱ گرم نانو اکسید آهن – دورهمزن ۲۴۰ دور در دقیقه ---------- ۶۴

جدول۳-۲ بررسی زمان تماس بر کارایی حذف سرب با استفاده از نانو اکسید آهن در غلظت mg/ml ۱۰ سرب، pH =۹ ، مقدار ۰/۱ گرم نانو اکسید آهن، دور همزن ۲۴۰ دور در دقیقه ---------- ۶۵

جدول۳-۳: نتایج درصد حذف فلزات کروم - سرب بعد از پیش پالایش بازی، اسیدی و الکلی جاذب جلبک ---------- ۷۱

جدول ۳-۴: مقایسه مقدار R روش‌های مختلف حذف کروم و سرب ---------- ۷۵

جدول۳-۵ بررسی مقدار دورهمزن بر کارایی حذف فلزات با استفاده از نانو اکسید آهن در غلظت بهینه ۱۰میلی گرم، دوز جاذب بهینه ۰/۱ گرم در لیتر، pH بهینه، زمان بهینه 240 دقیقه ---------- ۷۷

جدول ۳-۶ بررسی مقدار دورهمزن بر کارایی حذف فلزات با استفاده از جاذب زیست توده جلبکی در غلظت بهینه ۱۰میلی گرم، دوز جاذب بهینه ۰/۱ گرم در لیتر، pH بهینه، زمان بهینه ۲۴۰ دقیقه ---------- ۷۸

جدول ۳- ۷ بررسی مقدار دوز جاذب بر کارایی حذف فلزات با استفاده از نانو اکسید آهن در غلظت mg/l ۱۰ کروم- سرب ، دور همزن ۲۴۰ دور در دقیقه، زمان بهینه، pH بهینه - ۸۰

جدول ۳- ۸ کارایی حذف فلزات سرب- کروم درمقادیر متفاوت جاذب زیست توده جل‌بکی، در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، دور همزن بهینه و نشان دهنده درصد بالای حذف فلز سرب می‌باشد ---------- ۸۱

جدول۳- ۹ بررسی pH بر کارایی حذف فلزات با استفاده از نانو اکسید آهن در غلظت mg/ml ۱۰ کروم، سرب ،مقدار gr ۰/۱ نانو اکسید آهن، دور همزن ۲۴۰ دور در دقیقه، زمان بهینه ---------- ۸۵

جدول۳-۱۰ بررسی تاثیر غلظت بر کارایی حذف فلزات با استفاده از جاذب نانو اکسید آهن در غلظت mg/ml ۱۰ ،مقدار ۰/۱ گرم در لیتر، دور همزن ۲۴۰ دور در دقیقه، زمان بهینه ---------- ۸۷

جدول ۳- ۱۱بررسی تاثیر و کارایی تثبیت جاذب زیست‌توده جلبکی بر حذف فلزات سرب-کروم در غلظت mg/ml ۱۰ ،مقدار ۰/۱ گرم در لیتر، دور همزن بهینه، زمان بهینه-------- ۸۸

چکیده

امروزه استفاده از نانومواد مختلف از قبیل نانو اکسید آهن برای حذف فلزات سنگین از آب روز به روز در حال گسترش است. دلیل این امر نیز مزایای فراوان و معایب کمتر آن نسبت به دیگر روش ها می‌باشد، همچنین جاذب های زیستی دارای توانایی ها و مزایای بسیار ی در حذف فلزات سنگین از محیط‌های آبی هستند، بنابراین در این پژوهش این دو روش برای حذف فلز سنگین کروم و سرب از آب استفاده شد . ابتدا تاثیر افزودن نانوذرات اکسید آهن (γ - Fe_2O_3) و در ادامه اثر تثبیت و پیش-پالایش جلبک در حذف سرب و کروم بررسی شد، نتایج اندازه‌گیری غلظت با دستگاه ICP نشان داد که پیش‌پالایش در محیط الکلی بیشترین میزان حذف را درپی دارد و تثبیت جاذب بر یک بستر راندمان حذف را افزایش می‌دهد، همچنین ترکیب جاذب نانوذرات آهن و جاذب جلبکی برای پلایش آب بهترین جاذب است، همچنین محلول با غلظت ppm ۱۰ بهترین محلول برای حذف کروم و سرب از آب بود و در تمامی آزمایش هایی که نانوذرات مورد استفاده قرار گرفتند کروم Cr^{6+}به کروم Cr^{3+} و سرب Pb^{3+}به سربPb^{2+} تبدیل گردید. در ادامه برای بدست آوردن زمان بهینه و تاث یر افزودن جلبک و بدست آوردن دیگر فاکتورهای بهینه در فرآیند حذف ، در زمان های ۲۰، ۴۵، ۹۰، ۱۲۰ و۲۴۰دقیقه از محلول با غلظتppm ۱۰ که حاوی مقدار مشخصی از جاذب بود و بوسیله همزنی با سرعت های ۱۲۰ و ۲۴۰ دور در دقیقه همزده می‌شد نمونه برداری شد، سپس با تغییر مقدار جاذب استفاده شده در آزمایش سعی شد مقدار جاذب بهینه برای جذب بدست آید برای این منظور پنج مقدار یا غلظت متفاوت از جاذب در آب استفاده شد و نتایج نشان داد که افزایش مقدار جاذ ب موجب افزایش درصد حذف خواهد شد، در تمامی آزمایش‌هایی که زانوذرات مورد استفاده قرار گر فت کروم Cr^{6+}به کروم Cr^{3+} تبدیل گردید که خود یک مزیت می‌باشد به این علت که کروم Cr^{6+}فلزی به مراتب خطرناکتر و سمی‌تر از کروم Cr^{3+} می‌باشد. نتایج نشان داد دوره ۲۴۰دقیقه، میزان ۰/۱گرم جاذب نانو، سرعت همزن ۱۲۰ دور بر دقیقه براد جاذب جلبکی و سرعت همزن ۲۴۰ دور بر دقیقه برای جاذب نانو، و البته پیش‌پالایش الکلی و تثبیت جاذب بهینه‌ترین حالات برای حذف کروم و سرب می‌باشند.

مقدمه

مسئله تامین آب شیرین سالم در جهان امروز به دلایل مختلفی مثل خشکسالی های پی در پی، رشد بیش از حد جمعیت انسانی، آلوده شدن منابع آبی بوسیله موا د مختلف شیمیائی و پاره ای از دیگر عوامل به یکی از مهم‌ترین مسائل جامعه انسانی تبدیل شده است و به همین دلیل باید از طریق روش های مختلف سعی شود تا آب های آلوده شده را به روش های مختلف تصفیه کرد و آنها را دوباره مورد استفاده قرار داد. اما برای تصفیه منابع آبی باید سعی شود تا از میان مواد و روش های مختلف بهترین ماده و روش که بیشترین مزایا و کمترین معایب را دارد انتخاب کرد زیرا هر ماده جاذب و روش حذف دارای مزایا و معایب خاص خود است که استفاده از آنها را دچار محدودیت ها و مزیت های مختص خود می کند برای مثال ممکن ا ست روش مورد استفاده برای حذف فلز سنگین روشی گران قیمت باشد که موجب غیره اقتصادی کردن آن برای استفاده در حذف شود و یا برای انجام آن روش نیاز به تجهیزات پیشرفته و حساس با تکنولوژی بالا باشد که آن تجهیزات در دسترس نباشند از سوی دیگر ممکن است ماده مورد استفاده برای حذف به مقدار مورد نیاز در دسترس نباشد و توان تولید و تامین آن محدود باشد و نتوان از آن در سطح وسیعی برای تصفیه استفاده کرد و پاره ای از دیگر موارد که باید در انتخاب روش و ماده مورد استفاده برای حذف مد نظر قرار گیرند . یک گروه از مواد بسیار جدیدی که استفاده از آنها با هدف تصفیه پساب های مختلف روز به روز در حال گسترش است انواع نانوذرات مختلف می‌باشند، نانومواد دارای مزایای متعددی می باشند از جمله اینکه این مواد دارای سطح در دسترس زیادی در مقایسه با مواد معمولی هستند و به ازاء اشغال یک حجم کم مقدار سطح در دسترس زیادی در اختیار مصرف کننده قرار می دهند. نانوذرات اکسید آهن علاوه بر این مزایا دارای مزیت - های خاص دیگری می‌باشند از جمله مزایای این نانوذرات ارزان قیمت بودن آنها می باشد همچنین این مواد فاقد اثرات سوء بر سلامت انسان هستند و از سوی دیگر نانوذرات اکسی د آهن دارای خاصیت مغناطیسی هستند که باعث سهولت استفاده از آنها در مرحله آماده سازی، استفاده و پس از استفاده می - شود، این عوامل موجب ایجاد امکان بالقوه استفاده از این مواد برای حذف مواد آلوده کننده مختلف از آب می‌شود. دسته دیگر جاذب هائی که توجه زیادی را بخو د جلب کرده اند انواع میکروارگانیسم ها هستندکه شامل جلبک ها، قارچ ها و باکتری ها هستند از میان این میکروارگانیسم ها قارچ ها و جلبک ها دارای استفاده بیشتر و راحت تری هستند . دلایل استفاده روز افزون از میکروارگانیسم ها مواردی همچون ارزان قیمت بودن بیشتر آنها، بی‌خطر بودن بیشتر انواع آنها برای سلامت انسان، رشد سریع آنها در زمانی کوتاه، دارا بودن گروه های عاملی مختلف بطور همزمان که قادرند بشکل همزمان با

انواع مختلفی از مواد آلوده کننده واکنش داده و آنها را حذف کنند و بعضی از دیگر مزایا است. یکر از خطرناکـترین مواد آلوده کننده آب ها فلزات سنگین گوناگون هستند این مواد قادرند از طریق بدن جذب شده و موجب ایجاد عوارض مختلف خطرناکی شوند همچنین این مواد از طریق فاضلاب انواع صنایع روز به روز در حال ورود روز افزون‌تر و بیشتر به منابع آبی سطحی و زیر سطحی هستند و با توجه به اینکه این مواد با گذشت زمان حذف نمی‌شوند و حتی به مرور زمان به ترکیبات سمی‌تری تبدیل می-شوند پس باید سعی شود تا حتما آنها را با روش‌های گوناگون از آب حذف کرد.

فصل اول

مروری بر منابع مطالعاتی