بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد شاهرود
دانشکده فنی مهندسی – گروه مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"

گرایش : مهندسی محیط زیست

عنوان:

بررسي اثر دما ، pH و زمان فرآيند در حذف سرب و كادميوم توسط نانولوله هاي كربني از فاضلاب

استاد راهنما:
دکتر علیرضا شاکری

استاد مشاور:
دکتر علی اصغر روحانی

نگارش :
علی اکبر بسطامی

فروردین ۱۳۹۲

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Shahrood Branch

Faculty of Engineering – Department of Chemical Engineering

"M.Sc." Thesis

On Environment
Subject:

Effect of Temperature, pH and Time in the Process of Removal of Lead and Cadmium from Wastewater by Carbon Nanotubes

Thesis Advisor:
SHakeri Ph.D.

Consulting Advisor:

Rouhani Ph.D.

BY:

Ali Akbar Bastami

April 2013

سپاســگزاری

بعد از حمد و ستایش خداوند متعال که به من توفیق انجام این پژوهش را عطا فرمودند، لازم می دانم از جناب آقای دکتر علیرضا شاکری که راهنمائی این تحقیق را بر عهده داشتند و در طول مراحل پروژه با صبر و حوصله و جدیت، چراغ راه من بودند و در راهنمائی اینجانب از هیچ مساعدتی دریغ نورزیدند، سپاسگزاری نمایم. همچنین، از زحمات جناب آقای دکتر علی اصغر روحانی به عنوان استاد مشاور که از مشاورت ایشان بهره فراوانی بردم، کمال تشکر را دارم.

در پایان لازم می دانم از همسرم و تمامی افرادی که بطور مستقیم و غیر مستقیم در به ثمر رسیدن این کار تحقیقاتی مرا مرهون مساعدت و همکاری خود نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

فهرست مطالب

عنوان مطالب شـــــماره صفحه

چکیده ۱
مقدمه ۲
فصل اول: کلیات
۱-۱- تعریف فلزات سنگین ۶
۱-۲- نقش فلزات سنگین در محیط زیست ۶
۱-۳- منابع آلودگی آب و خاک ۸
۱-۴- مضررات کادمیوم و راههای انتشار آن ۸
۱-۵- مضررات سرب و راههای انتشار آن ۹
۱-۶- روشهای حذف فلزات سنگین از آب و فاضلاب ۱۰
۱-۶-۱- اسمز معکوس ۱۲
۱-۶-۲- فرایند انعقاد و شناورسازی الکتریکی ۱۳
۱-۶-۳-الکترودیالیز ۱۳
۱-۶-۴- الترافیلتراسیون ۱۴
۱-۶-۵- تبادل یونی ۱۴
۱-۶-۶- جذب بیولوژیکی ۱۵
۱-۶-۷- جذب زیستی ۱۵
۱-۶-۸- رسوب شیمیائی ۱۶
۱-۷- استفاده از نانو مواد در حذف فلزات سنگین ۱۶

۱-۷-۱- نانوفیلتراسیون ۱۷
۱-۷-۲- موارد کاربرد ذرات نانو در تصفیه و حذف آلاینده ها ۲۰
۱-۸- نانو لوله کربنی ۲۰
۱-۸-۱- آلوتروپ هاي کربن ۲۰
۱-۸-۲- تعریف نانولوله کربني ۲۲
۱-۸-۳- انواع نانولوله هاي کربني ۲۳
۱-۹- روشهای تولید نانولوله های کربنی ۲۵
۱-۹-۱- روش تخلیه قوس ۲۵
۱-۹-۲-روش تابش لیزر ۲۵
۱-۹-۳- رسوب شیمیائی بخار ۲۶
۱-۱۰- خواص فیزیکی نانو لوله های کربنی ۲۷
۱-۱۱- ویژگی نانو لوله های کربنی ۲۸
۱-۱۲- انواع روشهاي استفاده از نانو لوله کربنی در حذف فلزات سنگین ۲۹
۱-۱۲-۱- استفاده از ستون جذب شیشه اي ۲۹
۱-۱۲-۲- استفاده از ورقه هاي نانو لوله کربني ۳۰
۱-۱۲-۳- استفاده از پودر نانو لوله کربني ۳۲

فصل دوم: مروری بر منابع

۲-۱- مطالعات انجام شده قبلی ۳۵

فصل سوم: مواد و روش تحقیق

۳-۱- مشخصات مواد جاذب مصرفی ۴۴
۳-۲- روش آزمایش ۴۶
۳-۲-۱- آماده سازی محلول حاوی یونهای فلزی ۴۹
۳-۲-۲- مقدار مصرفی مواد جاذب در آزمایشات ۴۹
۳-۳- مراحل انجام آزمایشات جذب ۵۰
۳-۳-۱- آزمایش تغییرات میزان جذب بر حسبpH ۵۰
۳-۳-۲- آزمایش تغییرات میزان جذب بر حسب تغییر غلظت نانو لوله ها ۵۱
۳-۳-۳- آزمایش تغییرات میزان جذب بر حسب زمان فرایند ۵۲
۳-۳-۴- آزمایش تغییرات میزان جذب بر حسب دمای محلول ۵۳
۳-۳-۵- آزمایش تغییرات میزان جذب بر حسب تغییر غلظت یونهای فلزی ۵۴

فصل چهارم : بحث و نتیجه گیری

۴-۱- تشریح فرایند جذب ۵۷

۴-۱-۱- مکانیسم جذب ۵۷

۴-۱-۲- ظرفیت جذب ۵۸

۴-۲- مقایسه میزان جذب نانو لوله ها با تغییرمدت زمان تماس ۶۰

۴-۳- مقایسه میزان جذب نانو لوله ها با تغییر مقدار غلظت اولیه یونهاي فلزي ۶۴

۴-۴- مقایسه میزان جذب نانو لوله ها با تغییر pH ۶۷

۴-۵- مقایسه میزان جذب یونهای فلزی توسط نانو لوله ها با تغییر دما ۷۱

۴-۶- مقایسه میزان جذب نانو لوله ها با تغییر غلظت مواد جاذب.. ..... ۷۸

۴-۷- معادله جذب سطحی ۷۸

۴-۷- ۱- مدل سازی ایزوترم جذب یونهای فلزی ۷۸

۴-۷- ۲- تعیین ثوابت معادله لانگمیر ۷۹

۴-۷- ۳- تعیین ثوابت معادله فروندلیچ ۸۴

۴-۸- ترمودینامیک جذب ۸۹

۴-۹- نتیجه گیری ۹۷

۴-۱۰- پیشنهادات ۹۸

منابع غیر فارسی ۱۰۳

منابع فارسی ۱۰۴

چکیده انگلیسی ۱۰۷

فهرست نمودار

عنوان نمودار شماره صفحه

نمودار ۴-۱ : درصد حذف یونهای کادمیوم توسط MWCNT و MWCNT-COOH بر حسب زمان..... ۶۲
نمودار ٤-۲ : درصد حذف یونهای سرب توسط MWCNT و MWCNT-COOH بر حسب زمان ۶۳
نمودار ۴-۳ : تغییرات میزان شدت جذب یونهای کادمیوم و سرب بر حسب تغییر زمان ۶۳
نمودار ۴-۴ : درصد حذف یونهای کادمیوم توسط MWCNT و MWCNT-COOH بر حسب غلظت یونها..... ۶۵
نمودار ٥- ٤ : درصد حذف یونهای سرب توسط MWCNT و MWCNT-COOH بر حسب غلظت یونها..... ۶۶
نمودار ۴-۶ : تغییرات میزان شدت جذب یونهای سرب و کادمیوم بر حسب تغییر غلظت کاتیونهای ۶۷
نمودار ٤-۷ : درصد حذف یونهای کادمیوم توسط MWCNT و MWCNT-COOH بر حسب تغییرPH ۶۹
نمودار ٤-۸ : درصد حذف یونهای سرب توسط MWCNT و MWCNT-COOH بر حسب تغییرPH ۶۹
نمودار ٤-۹ : تغییرات میزان شدت جذب یونهای کادمیوم و سرب بر اساس PH محلول..... ۷۱
نمودار ٤-۱۰ : درصد حذف یونهای کادمیوم توسط MWCNT و MWCNT-COOH با تغییر دمای محلول..... ۷۳
نمودار ٤-۱۱ : درصد حذف یونهای سرب توسط MWCNT و MWCNT-COOH با تغییر دمای محلول..... ۷۳
نمودار ٤-۱۲ : تغییرات میزان شدت جذب یونهای کادمیوم و سرب بر حسب دمای محلول..... ۷۴
نمودار ٤-۱۳ : درصد حذف یونهای کادمیوم توسط MWCNT و MWCNT-COOH با تغییر

غلظت جاذب..... ۷۶
نمودار۱۴-٤ : درصد حذف یونهای سرب توسط MWCNT و MWCNT-COOH با تغییر غلظت جاذب..... ۷۷
نمودار۱۵-٤ : تغییرات میزان شدت جذب سرب و کادمیوم بر حسب غلظت جاذب..... ۷۷
نمودار۱۶-۴ : مدل لانگمیر در جذب یونهای سرب با MWCNT ۸۱
نمودار۱۷-٤ : مدل لانگمیر در جذب یونهای کادمیوم با MWCNT..... ۸۲
نمودار۱۸-٤ : مدل لانگمیر در جذب یونهای سرب با MWCNT-COOH..... ۸۳
نمودار۱۹-٤ : مدل لانگمیر در جذب یونهای کادمیوم با MWCNT-COOH..... ۸۳
نمودار۲۰-٤ : مدل فروندلیچ در جذب یونهای سرب با MWCNT..... ۸۵
نمودار۲۱-٤ : مدل فروندلیچ در جذب یونهای کادمیوم با MWCNT ۸٦
نمودار۲۲-٤ : مدل فروندلیچ در جذب یونهای سرب با MWCNT-COOH ۸۶
نمودار۲۳-٤ : مدل فروندلیچ در جذب یونهای کادمیوم با MWCNT-COOH..... ..... ۸۷
نمودار۲٤-٤ : تغییرات نسبت توزیع بر حسب دما(کادمیوم)MWCNT ۹۲
نمودار۲۵-٤ : تغییرات نسبت توزیع بر حسب دما(سرب)MWCNT ۹۳
نمودار۲٦-٤ : تغییرات نسبت توزیع بر حسب دما(کادمیوم)MWCNT-COOH ۹٤
نمودار۲۷-٤ : تغییرات نسبت توزیع بر حسب دما(سرب)MWCNT-COOH ۹۴

فهرست اشکال

عنوان شکل شـــــماره
صفحه

شکل (۱-۱). نمائی از فرایند اسمز معکوس در حذف کاتیونهای فلزی ۱۲
شکل (۱-۲).نمائی از فرایند الکترودیالیز جهت حذف فلزات سنگین ۱۳
شکل (۱-۳).انتقال جرم درفرایند نانو فیلتراسیون..... ۱۸
شکل (۱-۴).غشاي نانو لوله اي..... ۱۹
شکل (۱-۵). انواع فرم جامد کربن در طبیت ۲۱
شکل (۱-۶). تصاویر نانو لوله کربنی تک جداره و چند جداره ۲۳
شکل (۱-۷). ستون جذب شیشه ای حاوی نانو کامپوزیت (نانو لوله کربنی/متاتارس)..... ۳۰
شکل(۱-۸). تصویر ورقه تولید شده نانو لوله چند کربنی اکسید شده ۳۱
شکل (۳-۱) تصویرTEM نانو لوله کربنی چند جداره ساده با خلوص ۹۵ درصد ۴۴
شکل(۳-۲). تصویرTEM نانو لوله کربنی چند جداره عامل دار با خلوص ۹۵ درصد ۴۵
شکل (۳-۳).دستگاه مولد امواج مافوق صوت جهت اختلاط پودر نانو لوله..... ۴۷
شکل (۳-۴). دستگاه طیف سنج اتمی..... ٤٨
شکل (٤-۱). مکانیسم جذب سطحی یونهای فلزی دو ظرفیتی بروی دیواره نانو لوله های کربنی ۵۷

فهرست جداول

عنوان جدول شـــــــماره صفحه

جدول ۱-۳ : تغییرات pH و آزمایش میزان جذب توسط نانو لوله های کربنی چند جداره.....۵۰

جدول ۲-۳ : تغییرات غلظت جاذب و آزمایش میزان جذب توسط نانو لوله های کربنی چند جداره...۵۱

جدول ۳-۳ : تغییرات مدت زمان تماس و آزمایش میزان جذب توسط نانو لوله های کربنی چند جداره۵۲

جدول ٤-۳ : تغییرات دمای محلول و آزمایش میزان جذب توسط نانو لوله های کربنی چند جداره۵۳

جدول ٥-۳ : تغییرات غلظت یونهای فلزی و آزمایش میزان جذب توسط نانو لوله های کربنی چند جداره۵۴

جدول ۱-۴ : مقادیر مربوط به غلظتهای تعادلی و درصد حذف کاتیونهای فلزی با تغییر مدت زمان۶۰

جدول ۲-۴ : مقادیر مربوط به غلظتهای تعادلی و درصد حذف کاتیونهای فلزی با تغییر غلظت اولیه یونهای فلزی ۶۴

جدول ۳-۴ : مقادیر مربوط به غلظتهای تعادلی و درصد حذف کاتیونهای فلزی با تغییر pH محلول۶۸

جدول ۴-۴ : مقادیر مربوط به غلظتهای تعادلی و درصد حذف کاتیونهای فلزی با تغییر دمای محلول۷۲

جدول ۵-۴ : مقادیر مربوط به غلظتهای تعادلی و درصد حذف کاتیونهای فلزی با تغییر غلظت نانو۷۵

جدول ۶-۴ : مقدارعددی غلظتهای تعادلی و میزان ظرفیت جذب بر حسب معادله لانگمیر۸۰

جدول ۴-۷ : مقدارعددی غلظتهای تعادلی و میزان ظرفیت جذب بر حسب معادله فروندلیچ۸۴

جدول ۴-۸ : پارامترهای جذب سطحی در حذف کاتیونهای فلزی توسط نانو لوله های کربنی چندجداره۸۸

جدول ۴-۹ : محاسبه مقدارعددی نسبت توزیع($Ln(K_o)$ وΔG^o ۹۱

جدول ۴-۱۰ : تعیین پارامترهای ترمودینامیکی فرآیند جذب توسط نانو لوله های کربنی چندجداره۹۵

چکیده :

دراين تحقيق حذف يون هاي فلزي سنگين كادميوم و سرب از پساب ها(كاتيون دو ظرفيتي cd(II) و pb(II)) به كمك نانولوله هاي كربني چند جداره ساده (MWCNTs) و عامل دار باعامل كربوكسيل (MWCNT- COOHs) تهيه شده به روش رسوب شيميايي بخار (CVD) با خلوص ۹۵ درصد مورد بررسي قرار گرفت، همچنين تأثير تغييرات دمايي، مدت زمان تماس، pH محلول و غلظت مواد نانو ذره بر راندمان حذف فلزات سنگين طي آزمايشات انجام شده و براى سه مرحله با هر كدام از مواد جاذب بررسي و نهايتاً تأثير تغيير پارامترها(دما، زمان، غلظت اوليه يونهای فلزی وpH) در روند حذف با نمودار نشان داده شد. مطابق با نتايج حاصله مشخص گرديد حذف فلزات سنگين توسط MWCNT-COOH نسبت به MWCNT بيشتر بوده و بهينه ترين شرايط حذف فلزات سنگين از محلولهای آبی توسط نانو لوله های کربنی چند جداره در حالتی است كه pH =6، T=318K و زمان تماس t=60min در نظر گرفته شود، در انتها با تعيين پارامترهاي ترموديناميكي ضمن افزايش دما و ثابت فرض نمودن ساير متغييرها نشان داده شد آنتالپی(ΔH) واكنش مقداری مثبت می باشد، كه اين امرگرماگير بودن فرآيند جذب را تأييد می كند همچنين با تغيير غلظت اوليه يونهای فلزی در شرايطی كه ساير پارامترها ثابت بودند بهترين معادله حاكم برفرآيند جذب همدما نيز مورد مطالعه و بررسي قرار گرفت ودر مجموع معادله فروندليچ بعنوان مدل مناسب پذيرفته شد.

مقدمه:

یکی از مهمترین مسائل دنیاي امروز، آلودگی محیط زیست به فلزات سمی و خطرناك می باشد. استخراج فلزات از معادن و کاربرد گسترده فلزات سنگین در صنایع باعث شده است که غلظت این فلزات در آب، فاضلاب، هوا و خاك بیشتر از حد استاندارد افزایش پیدا کند. حضور این عناصر در غلظت هاي بیش از حد مجاز عوارض سوء متعددي هم براي انسان و هم براي سایر موجودات ایجاد کرده ضمن آنکه آلودگی و خطرات زیست محیطی را نیز به همراه دارد .فلزات سنگین شامل جیوه، آرسنیک، کادمیوم، نیکل، مس، سرب، کروم، روي، وانادیوم و ... می باشد. از جمله منابع آلاینده محیط زیست در ارتباط با فلزات سنگین عبارتند از:

صنایع استخراج فلزات از معادن، صنایع فلزي، ریخته گري، آبکاري، رنگ سازي، باطری سازي، دباغی، نساجی، کاغذسازي و سایر صنایع مشابه که با دفع و انتشار عناصري همچون کادمیوم، جیوه، نیکل، سرب، روي، کروم، مس و نقره در محیط باعث آلودگی می شوند. وجود فلزات سنگین در فاضلاب هاي شهري در سیستم تصفیه فاضلاب اختلال ایجاد کرده و باعث کاهش راندمان تصفیه و در موارد حاد، باعث توقف فعالیت هاي بیولوژیکی سیستم هاي تصفیه می گردد[1].

جهت جلوگیري ازورود این مواد سمي به چرخه هاي غذایي جدا کردن این یون هاي فلزي از پساب ها پیش از دفع و رها سازي آب هاي آلوده در طبیعت ضروري به نظر مي رسد.

سرب عنصري فلزي و به رنگ سفید مایل به آبي است و یکي از چهار فلزي است که بیشترین عوارض را بر روي سلامتي انسان دارد سرب بصورت طبیعي درمحیط زیست وجود دارد ولي عمدتاً حاصل فعالیت هاي بشري منجمله در فرآیند تولید بنزین است. سرب باعث مسمومیت، کم خوني، ضایعات مغزي و ورم کلیه مي شود [2].

کادمیوم نیز عنصري فلزي و به رنگ سفید است و به عنوان محصول فرعي تصفیه روي مي باشد، کادمیوم از طریق هوا زدگي سنگها و ورود به رودخانه ها و یا فعالیت آتشفشاني و عمدتاً فعالیت هاي بشري مانند تولید کودهاي فسفاته و یا شیرابه زباله هاي صنعتي وارد طبیعت مي شوند سرب و کادمیوم مانند بسیاري از عناصر دیگر موجود در طبیعت درصورت وجود بیش از حد در آبهای آشامیدني ودیگر مواد غذایي باعث بروز بیماري در انسان مي گردند [2].

از عوارض نامطلوب افزایش کادمیوم در بدن اسهال، شکم درد، شکستگي استخوان، عقیم شدن و آسیب به سیستم عصبي مرکزي و سیستم ایمني را مي توان نام برد.

بنابراين با توجه به اثرات زيان آور تخليه پساب هاي حاوي فلزات سنگين به محيط زيست و موجودات زنده آن، استانداردهاي خروجی فاضلابها از طرف سازمانهاي حفاظت محيط زيست[1] (EPA) جهت تخليه فاضلابهاي صنعتی به منابع مختلف ارائه شده است.

حداكثر مقدار مجاز سرب و كادميوم در آب آبياري براي استفاده بلند مدت به ترتيب ۰/۰۱ و ۰/۵ ميلی گرم در ليتر، و برای استفاده كوتاه مدت به ترتيب ۰/۰۵ و ۱۰ ميلی گرم در ليتر توصيه شده است. حداكثر غلظت قابل قبول سرب و كادميوم در سازمان بهداشت جهاني[2] (WHO) براي آب آشاميدني به ترتيب 0/01 و 0/005 ميلي گرم بر ليتر توصيه شده است باتوجه به موارد فوق و همچنين به دليل مصرف فراوان اين عناصر در دنياي صنعتي امروز و وجود آلودگي هاي اجتناب ناپذير ناشي از آن در منابع آب و فاضلاب هاي صنعتي، انديشيدن تدابيري خاص جهت حذف سرب و كادميوم محلول در آب ضروري است[3,4,5].

راههاي مختلفي براي جداسازي يون هاي فلزي از محلول هاي آبي مورد مطالعه قرار گرفته است از قبيل اكسايش- احيا، رسوب دهي، فيلتراسيون غشايي، تعويض كاتيوني و جذب سطحي كه مورد اخير بدليل برخورداری از قابليت بازيابي جاذب و در نتيجه صرفه اقتصادي، بيشتر مورد توجه قرار گرفته است از مواد بكار رفته در روش جذب سطحي مي توان كربن فعال شده، زئوليت، رزين ها و نانو لوله هاي كربني را نام برد[6 ,1].

نانو لوله هاي كربني (CNT_S)، در سال ۱۹۹۱ توسط ايجيما[3] توليد شده و موارد استفاده زيادي تاكنون داشته است يكي از روشهاي مهم توليد نانو لوله هاي كربني روش[4] CVD (رسوب شيميايی بخار) مي باشد[7].

دو نوع نانو لوله كربني شناسايي شده است كه عبارتند از تك ديواره[5] ($SWCNT_S$) و چند جداره[6] ($MWCNT_S$) ، سطح ويژة بالا در نانولوله ها عامل اصلي انتخاب اين ماده بعنوان جاذب يون هاي فلزي مي باشد اما مشكل اصلي در اين راه هزينة بالاي توليد CNT_S است كه در سال هاي اخير يافتن راههايي جهت كاهش هزينه هاي توليد آن، پژوهشهاي زيادي را به خود اختصاص داده است[8].

1-Environmental Protection Agency
2- World Health Organization
3- Iijima,S
4- Chemical Vapor Deposition
5- Single Wall Carbon Nano Tube
6- Multi Wall Carbon Nano Tube

بـا قراردادن CNT_S در معرض اکسید کننده هـايي مثل محلول HNO_3 ، $KMno_4$ و NaoCl بنيـان هايي مثل COOH- ، OH و C=O در دو سر انتهایی نانو لوله هاي کربنـي کـه سـاختار شبیه فولـوین داشته و واکنش پذیرند افزوده شده و واکنش پذيري آنها بیشتر، و به نوعي قابلیت جذب کاتیونهای مثبت فلزي زیادتر می گردد[1,9]. نانولوله های کربنی داراي پتانسیل زیـادي بـه عنـوان مـواد جـاذب سطحـي براي از بین بردن بسیاري از مواد آلاینده آلي و معدني از قبیل دیوکسین ها، ترکیبـات آلـي فرار از هوا و یونهاي فلزي دوبار مثبت از محلول هاي آبي مي باشند، لذا در ادامـه بـه معرفـی چند روش عمده کـه تاکنون در تحقیقات انجام شده قبلـی توسط محققین جهت حذف فلزات سنگین بـه کمـک نـانو لولـه هـای کربنی استفاده شده، اشاره خواهد شد که این روشها عبارتند از:

۱- استفاده از نانولوله کربنی به همراه یک ماده کامپوزیتی در یک ستون جذب شیشه ای[10]

۲- استفاده از نانو لوله کربنی به شکل یک ورقه[11]

۳- استفاده از نانو لوله کربنی بصورت پودر و اختلاط آن در محلول[12]

در این تحقیق هدف اصلي بررسي فرآیند حذف فلزات سنگین سرب و کـادمیوم از فاضـلاب و محلول هاي آبي توسط نانو لوله هاي کربني چند جداره ساده و مقایسه آن با حالتي که نانو لوله کربنـي اصـلاح شده استفاده می گردد، مطـابق بـا روش اشـاره شده در ردیف ۳ مـی باشد، ضـمن اینکـه بهتـرین شـرایط حضور این مواد در واکنش از قبیل میزان دما، مدت زمان تماس و pH محلول در حالت بهینه شناسایی شدند همچنین بـا تعیین نمـودن پارامترهـاي ترمودینـامیکي بـا افزایش دمـا و ثابت فرض نمـودن سـایر متغییرها، میزان آنتالپی (ΔH) به منظور مشخص نمودن گرماگیر یا گرمازا بودن فرایند مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با بررسی صورت گرفته در میزان حذف بر اثر تغییرات غلظت اولیـه یونهـای فلزی در دمای ثابت بهترین معادله حاکم بر جذب سطحی تعیین گردید.

فصل اول:

کلیات

۱-۱- تعريف فلزات سنگين :

در جدول تناوبي به آن تعداد ازعناصر كه وزن اتمي بالائي داشته و در درجه حرارت اتاق خاصيت فلزي دارند فلز سنگين اطلاق مي شود. از آنجائي كه تعاريف مختلفي براي اين عناصر شده و در اين طبقه عناصر مختلفي قرار داده شده اند بايد تنها از اصطلاح فلزات و يا شبه فلزات استفاده نمود.

بر اساس اين تعاريف فلزات مس تا بيسموت در جدول تناوبي كه دانستيته بيشتر از ٤ دارند به عنوان فلزات سنگين تعريف شده اند. در جدول تناوبي به فلزات گروه ٣ تا ١٦ در تناوب ٤ و ٤ به بعد فلزات سنگين مي گويند. بسياري از اين عناصر نه تنها براي حيات بيولوژيكي ضروري نيستند بلكه بسيار هم خاصيت سمي دارند. ارگانيسم هاي زنده به مقادير بسيار كمي از فلزات سنگين براي ادامه رشد و بقاء نيار دارند كه به اصطلاح به آنها عناصر ناچيز ($Trace\ Element_s$) مي گويند مثل آهن، كبالت، مس، منيزيم، موليبدن، وانـاديم، استرنيم و روي و اگر ازآن حداقل مورد نياز و ضروري افزايش يابند باعث اختلال در رشد مي گردند.

ساير فلزات سنگين مانند جيوه، سرب و كادميم عناصر حياتي نبوده و اثرات سود مندي بر حيات ارگانيسم هاي زنده ندارند به طوريكه تجمع آنها در بدن موجودات زنده به خصوص پستانداران باعث بيماري هاي خطرناكي مي گردد.

۱-۲- نقش فلزات سنگين در محيط زيست :

در دهه گذشته ورود آلاينده ها با منشاء انساني حاوی فلزات سنگين درون اكوسيستم، به مقدار زيادي افزايش يافته است كه اين به عنوان يک خطر جدي براي حيات اكوسيستم زمين به شمار مي آيد. فلزات سنگين در يک مقياس وسيع، از منابع طبيعي و انسان وارد محيط زيست مي شوند. ميزان ورود اين فلزات سنگين به داخل محيط زيست، بسيار فراتر از ميزاني است كه به وسيله فرايندهاي طبيعي برداشت مي شوند. بنابراين تجمع فلزات سنگين در محيط زيست قابل ملاحظه است.

فلزات سنگين در پساب بسياري از صنايع مانند صنايع استخراج روي و ساير فلزات سنگين از سنگ معدن، صنايع پتروشيمی، صنايع پالايش نفت، صنايع كاغذسازي، صنايع دارويی، صنايع رنگسازي، صنايع فرآورده هاي پلاستيكی و ... وجود دارند و در صورت راهيابی به سيستمهاي تصفيه فاضلاب روي ميكروارگانيسمها و سينتيک واكنشهاي تصفيه فاضلاب به علت ويژگی سميت خود تأثير گذاشته، باعث كاهش راندمان سيستم می شوند. اين امر سبب می گردد كه غلظت اين تركيبات در فاضلاب خروجی تصفيه خانه هاي صنايع مذكور با استاندارد تعيين شده از سوي مراجع داخلی و بين المللی مطابقت ننمايد. از سوي ديگر راه يابی اين عناصر سنگين و تركيبات به محيط زيست، اثرات جبران

ناپذيري را بر محيط زيست و انسان خواهد داشت. با عنايت به موارد ذكر شده، تصفيه اين تركيبات و حذف آنها مطابق استانداردهاي داخلی و بين المللی از اهميت بسياري برخوردار است.

در مبحث حفاظت محيط زيست، بهداشت و سلامت انسانها فلزاتي مانند سرب، جيوه، مس، كادميوم، نيكل، كروم و.. جزء گروه فلزات سنگين بوده كه اين عناصر و بسياري از تركيبات آنها به لحاظ اثرات سوء و زيانبارشان بر سلامت انسان و محيط زيست از سموم پرخطر پيرامون ما محسوب مي گردند.

يكي از اساس ترين مسئله در ارتباط با فلزات سنگين عدم متابوليزه شدن آنها در بدن مي باشد. در واقع فلزات سنگين پس از ورود به بدن ديگر از بدن دفع نشده بلكه در بافتهائي مثل چربي، عضلات، استخوانها و مفاصل رسوب كرده و انباشته مي گردندكه همين امر موجب بروز بيماريها و عوارض متعددي در بدن مي شود.

حضور فلزات سنگين بيش از استانداردهاي تعريف شده در محيط باعث بروز مشكلات و عوارض زيست محيطي براي ساكنان آن محل و اكوسيستم مي گردد. تاثيرات فلزات سنگين روي انسان مختلف بوده و عمده ترين آن مربوط به بروز اختلالات عصبي است[2].

فلزات سنگين همچنين جايگزين ديگر املاح و مواد معدني مورد نياز در بدن مي گردند. مثلاً در صورت كمبود روي در مواد غذايي كادميوم جايگزين آن مي گردد. به طور كلي اختلالات عصبي (پاركينسون، آلزايمر، افسردگي، اسكيزوفرني) - انواع سرطان ها - فقر مواد مغذي - بر هم خوردن تعادل هورمونها - چاقي - سقط جنين - اختلالات تنفسي و قلبي، عروقي - آسيب به كبد، كليه ها و مغز - آلرژي و آسم - اختلالات غدد درونريز-عفونتهاي ويروسي مزمن - كاهش آستانه تحمل بدن - اختلال در عملكرد آنزيمها - تغيير در سوخت و ساز - ناباروري - كم خوني - خستگي - تهوع و استفراغ - سردرد و سرگيجه - تحريك پذيري - تضعيف سيستم ايمني بدن - تخريب ژنها - پيري زودرس- اختلالات پوستي - كاهش حافظه - بي اشتهايي - التهاب مفاصل - ريزش مو - پوكي استخوان و در موارد حاد مرگ از نتايج اثرات ورود فلزات سنگين به بدن انسان مي باشد[2].

۱-۳- منابع آلودگي آب و خاک :

منابع اصلي آلودگي وانتشار فلزات سنگين شامل منابع انسان ساخت و منابع طبيعي مي باشد. در حال حاضر به‌دليل توليد بيش از حد زباله، جمع آوري نادرست و بازيافت ناقص زباله‌هاي خانگي، صنعتي، بيمارستاني، پساب‌هاي صنعتي، فاضلاب شهري و نخاله‌هاي ساختماني و انباشت زباله در حاشيه

شهرها با آلودگي شديد خاک و منابع آب روبه‌رو هستيم. يکي از مشکلات فاضلاب‌ها و پسماندهاي صنعتي که وارد خاک مي‌شود فلزات سنگين است.
در اکثر شهرها شاهديم که پساب‌هاي کارخانه‌ها به رودخانه‌ها ريخته مي‌شود که اين مسئله علاوه بر آلودگي آب هاي سطحي و آلودگي خاک به آلوده شدن منابع زيرزميني نيز منجر مي‌شود. مقاومت و پايداري عناصر سنگين در خاک نسبت به ساير آلاينده‌ها بسيار طولاني بوده و آلودگي خاک و آب توسط فلزات سنگين تقريبا دائمي است.
فاضلاب هاي صنعتي از صنايع مختلف حاصل مي شوند و نسبت به نوع صنايع ترکيبات شيميائي مختلف دارند مهمترين آلاينده هاي آنها مواد جامد معلق، مواد آلي قابل تجزيه بيولوژيکي، عوامل بيماري زا، مواد آلي مقاوم، فلزات سنگين، جامدات محلول غيرآلي نيتروژن و فسفر، روغن، مواد شناور و مواد فرار مي باشد. نمکهاي فلزات سنگين موجود در پساب هاي صنعتي بسيار سمي است و سبب آلودگي شديد محيط زيست مي باشد.
دراين تحقيق پس از معرفي سرب و کادميوم و همچنين مضررات اين عناصر به نحوه حذف آنها از آب هاي آلوده وفاضلاب ها پرداخته شده است.

۱-۴- مضررات کادميوم و راههاي انتشار آن :

کادميوم عنصري فلزي و نرم به رنگ سفيد مايل به آبي است. اين عنصر به عنوان محصول فرعي از تصفيه روي به دست مي آيد و بيشتر خصوصيات آن شبيه روي است. کادميوم و ترکيبات آن بسيار سمي است. کادميم از زمره عناصري است که در بدن انباشته مي‌شود و مقدار کمي از آن دفع مي‌شود. به طور طبيعي ساليانه حدود ۲۵۰۰۰ تن کادميوم وارد محيط زيست مي شود. حدود نيمي از اين کادميوم از طريق منابع طبيعي شامل هوا زدگي سنگ ها وارد رودخانه ها مي شود. آتش سوزي جنگل ها، فعاليت آتشفشان ها، فعاليت هاي بشري مانند شيرابه زباله هاي صنعتي، توليد کودهاي فسفاته مصنوعي از منابع مهم منتشر کننده کادميوم هستند. رودخانه هاي بسيار آلوده با کادميوم، از طريق آبياري در کشاورزي، لايروبي رسوبات و يا سيلاب ها مي توانند مناطق اطراف را آلوده کنند[3].
اين عنصر عمدتاً از راه مصرف غذاهايي مانند جگر، قارچ، صدف رودخانه اي و ... که کادميوم بالايي دارند، وارد بدن انسان شده و نهايتاً در کليه تجمع مي يابد. جذب کادميوم از طريق پوست بسيار محدود است. کليه و کبد محل مناسبي جهت تمرکز کادميوم مي باشند از جمله عوارض نامطلوب حضور آن در بدن مي توان به اسهال، شکم درد، استفراغ شديد، شکستگي استخوان، عقيم شدن، آسيب به سيستم عصبي مرکزي، آسيب به سيستم ايمني، ناهنجاري هاي رواني و سرطان اشاره کرد. اثرات