بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید بهشتی

دانشکده بهداشت و ایمنی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته دوره های عالی بهداشت عمومی (MPH)

عنوان

تهیه کربن فعال از مواد ارزان قیمت و مغناطیسی شده با نانوذرات Fe_3O_4 جهت حذف کروم شش ظرفیتی از محلول های آبی؛ مطالعه ایزوترم و سینتیک

استاد (اساتید راهنما):

دکتر امین باقری

استاد مشاور:

دکتر هادی صادقی

نگارش:

یوسف بابائی

تقدیم به

خدایی که آفرید...

جهان را، انسان را، عقل را، علم را،

معرفت را، عشق را...

تقدیم به پدرم:

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی ، سخاوت، سکوت، مهربانی و...

پدرم راه تمام زندگیست...

تقدیم به مادر دلسوز و مهربانم:

به او که آفتاب مهرش در آستانه قلبم، همچنان پابرجاست و هرگز غروب نخواهد کرد... به خودم تبریک می گویم که تو را دارم و دنیا با همه بزرگیش مثل تو را ندارد ...

تقدیم به همسر مهربانم و فرزندان عزیزم:

به همسر مهربانم که همواره همراه و همگام من بوده و وجودش آرام بخش

و فرزندانم که وجودشان، شادی بخش لحظات زندگی من است

تقدیر و سپاس

از جناب آقای **دکتر امین باقری** استاد راهنمایم

که در طی کردن این مسیر گام به گام دلسوزانه و با صبر و حوصله همراهم بوده اند و بدون راهنمایی‌ها و کمک‌هایشان انجام این کار از عهده اینجانب خارج بود تشکر می نمایم.

با تقدیر و تشکر شایسته از استاد مشاور فرهیخته جناب آقای **دکتر هادی صادقی** که با نکته های دلاویز و گفته های بلند ، صحیفه های سخن را علم پرور نمود و همواره راهنما و راه گشای نگارنده در اتمام واکمال پایان نامه بوده است.

از استاد محترم جناب آقای دکتر حسین حاتمی مدیر محترم گروه MPH و از سایر اساتید و کارشناسان بزرگوار دانشکده بهداشت و ایمنی که همواره مرا در طول دوران تحصیل یاری نمودند بی نهایت قدردانم.

بسمه تعالی

اینجانب یوسف بابائی دانشجوی رشته مدیریت بیماری‌ها دوره MPH به شماره ی دانشجویی ۹۴۱۱۹۱۰۰۶ تأیید می نماییم که کلیه‌ی نتایج این پایان نامه حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده ام در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق موافان، منصفان و قانون، ترجمه و تکثیر کتب نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی وانضباطی)... با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می کنم. در ضمن مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی صلاح (اعم از اداری و قضایی) بر عهده ی خودم خواهد بود و دانشگاه هیچ گونه مسئولیتی در این باره نخواهد داشت

نام و نام خانوادگی دانشجو

تاریخ و امضا و اثر انگشت

حق مالکیت مادی و معنوی و مجوز بهره برداری از پایان نامه

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی مبین بخشی از فعالیت های علمی و پژوهشی دانشگاه است بنابراین حقوق مادی و معنوی پایان نامه های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آئین نامه و دستورالعملهای مصوب دانشگاه باشد نسخه برداری) به هر روش (چه از متن کامل یا از استخراج تنها با هماهنگی استاد راهنما و نویسنده ثبت شده و بر اساس دستورالعمل کتابخانه ی مرکزی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی امکان پذیر است تکثیر نسخه های بیشتر به هر شکل از کپی های موجود، بر اساس این دستورالعمل بدون اجازه کتبی امکان پذیر نیست.

انتشار مقاله یا مقاله های مستخرج از پایان نامه به صورت چاپ در نشریات علمی یا ارائه آرم مجامع علمی باید با نام دانشگاه بوده و استاد راهنما نویسنده مسئول) ترجیحا (یا اول مقاله باشند در مقاله هایی که پس از دانش آموختگی به صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه نیز منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود لازم است اساتید محترم راهنما و مشاور قبل از ارسال، پذیرش یا چاپ مقاله کلیه ی محتوای آن را تأیید و در صورت وجود هرگونه مشکل نسبت به توقف روند اقدام نمایند . ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه ی یافته ها در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه باید با هماهنگی استاد راهنما انجام گیرد .

استفاده از پایان نامه در مقاله ها و یا هر نوشته علمی منوط به ذکر منبع می باشد .

نام و نام خانوادگی دانشجو

تاریخ و امضا و اثر انگشت

تهیه کربن فعال از مواد ارزان قیمت و مغناطیسی شده با نانوذرات Fe_3O_4 جهت حذف کروم شش ظرفیتی از محلول های آبی؛ مطالعه ایزوترم و سینتیک

چکیده

زمینه و هدف: فلزات سنگین از جمله کروم از رایجترین آلاینده هایی هستند که معمولا در غلظت های بالا در فاضلاب صنایع یافت می شوند و موجب آسیب به محیط های آبی و به مخاطره افتادن سلامت موجودات زنده به خصوص انسان می‌شوند. هدف این مطالعه تعیین شرایط بهینه حذف کروم شش ظرفیتی توسط کربن فعال مغناطیسی شده (AC/Fe_3O_4) از محلول‌های آبی می‌باشد.

روش کار: ساختار و خواص AC/Fe_3O_4 با تکنیک‌های FESEM، FTIR، BET و VSM مورد بررسی قرار گرفت. اثر پارامتر pH محلول (۳-۱۱)، غلظت اولیه کروم شش ظرفیتی (۱۰-۵۰) میلی‌گرم بر لیتر و دوز جاذب (۰/۵-۲) گرم بر لیتر بر راندمان حذف کروم شش ظرفیتی به همراه مطالعات ایزوترم و سینتیک مورد بررسی قرار گرفت. غلطت کروم شش ظرفیتی با قرائت مستقیم در طول موج ۵۴۰nm با دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین گردید.

یافته‌ها: شرایط بهینه برای حداکثر حذف کروم شش ظرفیتی درpH ۳، زمان تماس ۶۰ دقیقه، میزان جاذب ۱.۵ گرم در لیتر با غلظت اولیه کروم شش ظرفیتی ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر حاصل شد. مطالعه ایزوترم و سینتیک نشان داد که داده های تجربی از مدل لانگمویر و شبه درجه دوم تبعیت کرده اند.

نتیجه گیری: در شرایط مطلوب، حداکثر ظرفیت جذب AC/Fe_3O_4 به مقدار ۲۱/۱۴ میلی‌گرم بر گرم افزایش یافت. مطالعه حاضر نشان داد که AC/Fe_3O_4می‌تواند به عنوان یک جاذب برای حذف کروم از محلول‌های آبی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: جذب سطحی؛ کربن فعال؛ تایر فرسوده؛ نانو ذرات مغناطیسی؛ کروم شش ظرفیتی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

«فصل اول کلیات»

۱-۱. مقدمه ۲

۱-۲. بیان مسئله ۳

۱-۳. کلیاتی در مورد فلزات سنگین ۵

۱-۴. کروم شش ظرفیتی ۶

۱-۴-۱. اثرات سلامتی کروم ۷

۱-۴-۲. کروم در آب‌های آشامیدنی ۸

۱- ۵. انواع روش‌های تصفیه فاضلاب‌ها ۹

۱-۵-۱. فرایند غشایی ۹

۱-۵-۲. ترسیب شیمیایی ۱۰

۱-۵-۳. روش‌های بیولوژیکی ۱۰

۱-۵-۴. تکنیک‌های اکسیداسیون ۱۱

۱-۵-۵. جذب سطحی ۱۱

۱-۵-۶. فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته (AOP) ۱۲

۱-۶. سایر روشهای فیزیکی- شیمیایی ۱۵

۱-۷. نانوتکنولوژی و نانوذرات ۱۶

۱-۸. روش‌های ساخت نانو ذرات ۱۷

۱-۸-۱. انباشت الکتروشیمیایی ۱۸

۱-۸-۲. آلیاژسازی مکانیکی ۱۸

۱-۸-۳. آلیاژسازی مکانیکی ۱۹

۱-۸-۴. فرایند آندایزینک ۲۰

۱-۸-۵. روش سل- ژل ۲۰

۱-۸-۶. روش لیتوگرافی ۲۱

۱-۸-۷. رسوب‌دهی از فاز مایع ۲۱

۱-۸-۸. تغییر شکل پلاستیک شدید ۲۲

۱-۸-۹. روشهای حرارتی ۲۳

۱-۹. جذب سطحی ۲۳

۱-۹-۱. کربن فعال ۲۶

۱-۹-۲. نیروی رانشی ناشی از خاصیت حلال گریزی جزء حل‌شدنی ۲۷
۱-۹-۳. کشش جزء حل‌شدنی به‌طرف جاذب جامد ۲۸
۱-۹-۴. مکانیسم جذب سطحی ۲۹
۱-۹-۵. انواع سیستمهای جذب ۳۰
۱-۹-۶. عوامل مؤثر برجذب سطحی ۳۱
۱-۱۰. ایزوترمهای جذب سطحی ۳۳
۱-۱۰-۱. ایزوترم لانگمویر ۳۳
۱-۱۰-۲. ایزوترم فروندلیچ ۳۴
۱-۱۱. سایر ایزوترمهای جذب ۳۵
۱-۱۲. معادلات سینتیکی ۳۶
۱-۱۳. اهداف و فرضیات ۳۷
۱ – ۱۳– ۱. هدف کلی ۳۷
۱ - ۱۳- ۲. اهداف اختصاصی ۳۷
۱ – ۱۳ – ۳. اهداف کاربردی ۳۷
۱ – ۱۳ – ۴ . فرضیات یا سؤالات پژوهش ۳۷

«فصل دوم بررسی متون»

۲-۱-۱. مبانی نظری ۳۹
۲-۱-۲. مطالعات جهان ۳۹
۲-۱-۳. مطالعات انجام‌گرفته در ایران ۴۰

«فصل سوم مواد و روش ها»

۳-۱. طرح کلی تحقیق ۴۳
۳-۱-۱. بررسی منابع علمی و تدوین متغیرها ۴۳
۳-۱-۲. جامعه موردمطالعه، نمونه‌گیری و حجم نمونه ۴۳
۳-۱-۳. روش گردآوری اطلاعات ۴۳
۳-۲. مشخصات تجهیزات آزمایشی مورداستفاده در این پژوهش ۴۴
۳-۳. روش انجام آزمایشات ۴۵
۳-۳-۱. سنتز کامپوزیت ۴۵
۳-۳-۱-۱. تهیه کربن فعال پودری ۴۵
۳-۳-۲. تهیه اسید و باز رقیق‌شده ۴۷
۳-۳-۳. روش انجام تهیه نمونه ۴۸

۳-۳-۴. مشخصات جاذب ۴۸
۳-۴. متغیرهای پژوهش ۴۹
۳-۵. آزمایشات مربوط به فرایند جذب سطحی ۵۰
۳-۵-۱. روش اندازه‌گیری غلظت کروم شش ظرفیتی ۵۰
۳-۵-۲. رسم منحنی کالیبراسیون ۵۱

«فصل چهارم یافته ها»

۴-۱. مقدمه ۵۴
۴-۲. مشخصات کامپوزیت ۵۴
۴-۲-۱. نتایج آنالیز FTIR ۵۴
۴-۲-۲. نتایج آنالیز FE-SEM ۵۴
۴-۲-۳. آنالیز سطح ویژه جاذب با استفاده از جذب نیتروژن BET ۵۵
۴-۲-۴. نتایج آنالیز VSM ۵۷
۴-۳. نتایج حاصل از فرایند ۵۷
۴-۳-۱. تأثیر pH بر روی کارایی جذب کروم ۶ ظرفیتی ۵۸
۴-۳-۲. تأثیر دوز جاذب بر روی کارایی جذب کروم ۶ ظرفیتی ۵۸
۴-۳-۳. تأثیر زمان تماس و غلظت اولیه کروم ۶ ظرفیتی بروی کارایی جذب ۵۹
۴-۳-۴. بررسی ایزوترم فرآیند ۶۰

« فصل پنجم بحث »

۵-۱. نتایج مربوط به حذف کروم شش ظرفیتی توسط کامپوزیت مغناطیسی ۶۵
۵ – ۲. نتیجه‌گیری ۶۷
۵-۳. پیشنهادها ۶۷
مراجع ۶۸

فهرست جداول

جدول۱-۱. منابع صنعتی فلزات سنگین ۶
جدول۱-۲. خواص فیزیکوشیمیایی کروم ۷
جدول ۱-۳. انواع ایزوترمهای جذب ۳۵
جدول ۳-۱. تجهیزات مورد استفاده ۴۴
جدول ۳-۲. مواد شیمیایی مورداستفاده در این پروژه ۴۴
جدول ۳-۳. متغیرهای مورد مطالعه در پژوهش ۴۹
جدول ۴-۱. مساحت سطح ویژه و حجم منافذ کل با استفاده از آنالیز BET ۵۶
جدول ۴-۲. معادلات خطی ایزوترم ۶۱
جدول ۴-۳. پارامترهای مدل ایزوترم لانگمویر و فروندلیچ در غلظتهای مختلف ۶۲
جدول ۴-۴. مقایسه حداکثر ظرفیت جذب (q_{max}) جاذب های مختلف برای جذب کروم شش ظررفیتی ۶۲
جدول ۴-۵ . متغیرهای محاسبه شده برای مدل‌های سینتیک ۶۳

فهرست اشکال و نمودار

شکل ۱-۱. نمایی از ساختار کربن فعال و گروه‌های عاملی آن ۲۶
شکل ۱-۲. مراحل جذب سطحی در سطوح جاذب ۳۰
شکل ۳-۱. تصویر کربن فعال ۴۵
شکل ۳-۲. تصویر نانو ذرات Fe_3O_4 مغناطیسی بر روی کربن فعال ۴۷
شکل ۳-۳. دستگاه اسپکتروفتومتر ۵۰
نمودار ۳-۱. نمودار کالیبراسیون کروم ۵۲
نمودار ۴-۱. طیف‌سنجی FTIR برای AC/Fe_3O_4 ..... ۵۴
شکل ۴-۱. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (FE-SEM) کربن فعال (a) و کامپوزیت AC/Fe_3O_4 (b) ۵۵
نمودار ۴-۲. آنالیز BET برای کربن فعال مغناطیسی شده ۵۶
نمودار ۴-۳. آنالیز VSM برای نانوذرات Fe_3O_4، کامپوزیت AC/Fe_3O_4 ..... ۵۷

نمودار ۴-۴. اثر pH اولیه محلول بر میزان حذف کروم ۶ ظرفیتی ۵۸
نمودار ۴-۵. تأثیر تغییرات دوز جاذب بر کارایی جذب کروم با استفاده از AC/Fe_3O_4 ..... ۵۹
نمودار ۴-۶. تأثیر تغییرات زمان های مختلف برای غلظت های متفاوت کروم شش ظرفیتی بر کارایی جذب با استفاده از AC/Fe_3O_4..... ۶۰
نمودار ۴-۷. مدل ایزوترم لانگمویر(الف) و فروندلیچ (ب) در جذب کروم ۶ ظرفیتی بر روی کامپوزیت AC/Fe_3O_4..... ۶۱
نمودار ۴-۸ . مدل سینتیکی شبه درجه اول (الف) و شبه درجه دوم (ب) در جذب کروم بر روی AC/Fe_3O_4..... ۶۳

علائم اختصاری

ردیف	علامت اختصاری	توضیحات
۱	**PPCPs**	Pharmaceutical and personal care products
۲	**ETAD**	Ecological and Toxicological Association of Dyes
۳	**BCF**	Bio concentration factor
۴	**AOXs**	Absorbable Organ halides
۵	**AOP_S**	Advanced Oxidation Processes
۶	**PAC**	Powdered Activated carbon
۷	**GAC**	Granular Activated carbon
۸	**NaOH**	Sodium Hydroxide
۹	**H_2SO_4**	Sulfuric Acid
۱۰	**pH**	potential of Hydrogen
۱۱	**pH_{zpc}**	pH Point of zero charge
۱۲	**C_o**	Initial Concentration of Dye
۱۳	**C_t**	Concentration of Dye at reaction time
۱۴	**FTIR**	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
۱۵	**BET**	Brunauer-Emmett-Teller
۱۶	**XRD**	X-ray Diffraction
۱۷	**VSM**	Vibrating Sample Magnetometer
۱۸	**FESEM**	Field Emission Scanning Electron Microscopy