



دانشگاه علوم پزشکی

و خدمات بهداشتی درمانی استان اردبیل

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

دانشکده بهداشت

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی بهداشت محیط

عنوان:

سنتز نانو ذرات ZnO و nZVI با استفاده از عصاره پوست انار و نشانیدن آن بر روی کربن فعال تولیدی از پوست انار و کاربرد آن برای حذف سفالکسین از محیط‌های آبی

استاد راهنما:

زنده یاد دکتر صادق حضرتی

اساتید مشاور:

مهندس مهدی فضل زاده

دکتر مهدی وثوقی

محقق و نگارنده:

یوسف رشتبری

تابستان ۱۳۹۸

شماره پایان نامه: ۱۶



اظهار نامه اصالت پایان نامه

اینجانب یوسف رشتبری دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل نویسنده پایان نامه «سنتز نانو ذرات ZnO و nZVI با استفاده از عصاره پوست انار و نشانند آن بر روی کربن فعال تولیدی از پوست انار و کاربرد آن برای حذف سفالکسین از محیط‌های آبی» تحت راهنمایی زنده‌یاد دکتر صادق حضرتی متعهد میشوم:

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است .

در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد کرده ام .

مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی ارائه نگردیده است .

در تمامی مراحل انجام این پایان نامه اصل رازداری و اصول اخلاق پژوهشی را رعایت نموده ام.

امضای دانشجو

تاریخ

اظهار نامه مربوط به انتشار مقاله

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه علوم پزشکی اردبیل است. مقالات مستخرج با نام دانشگاه علوم پزشکی اردبیل و یا Ardabil University of Medical Science به چاپ خواهد رسید.

متعهد می‌گردم حقوق معنوی تمام افرادی که در بدست آوردن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده‌اند را در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت نمایم و در تمامی آن‌ها نام استاد راهنما به عنوان نویسنده مسئول و نیز نام استاد(ان) مشاور و نشانی الکترونیکی دانشگاهی آنان را قید نمایم

امضای دانشجو

تاریخ

تقدیم به پدر و مادر عزیزتر از جانم:

پروردگارا نه می‌توانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دست‌های پینه بسته‌شان که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم. پس توفیقم ده که هر لحظه شکرگزارشان باشم و ثانیه‌های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذرانم.

تقدیم به برادران و خواهرانم:

که وجودشان شادی بخش و صفایشان، مایه آرامش من بود.

تقدیم به پسرعمه عزیزم آقای قلیزاده:

که همواره در طول تحصیل متحمل زحماتم بود و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات و وجودش مایه دلگرمی من می باشد.

تقدیم به روح پرفتوح استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر صادق حضرتی

تقدیر و سپاس

با سپاس از پروردگار جهانیان که قدرت آموختن را به بشر ارزانی کرد . اینک که این پژوهش به پایان رسیده است بر خود تکلیف میدانم از اساتید گرامی که با گشاده‌دستی از محضرشان کسب فیض نمودم قدردانی و تشکر کنم و برایشان توفیق روزافزون از محضر خالق یکتا خواهان باشم.

مراتب قدردانی خود را از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر صادق حضرتی که در اجرای این پروژه، دلسوزانه و با صبر و حوصله بسیار راهنمای بنده چه از نظر علمی و چه از نظر اخلاقی بودند تقدیم و برای روح بزرگوارشان از خداوند منان طلب آمرزش می‌نمایم و افتخار شاگردی ایشان، فرصتی ارزشمند برای من بوده است.

از اساتید مشاور محترم، جناب آقای مهندس مهدی فضل زاده و جناب آقای دکتر مهدی وثوقی که در انجام مراحل مختلف تحقیق مساعدت‌های بی‌شماری را مبذول فرمودند و نظرات سازنده‌ای را در اختیار این جانب نهادند، کمال تشکر را دارم.

از اساتید محترم آقایان دکتر ادهم، دکتر عباسقلیزاده، دکتر مختاری، دکتر صادقی، دکتر پرستار و نیز از سایر اساتید و کارشناسان بزرگوار گروه مهندسی بهداشت محیط و حرفه ای که همواره مرا در طول دوران تحصیل یاری نمودند بی‌نهایت قدردانم.

از جناب آقای دکتر پورعشق که با تمام وجود و خالصانه مرا یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. آرزوی سلامتی و موفقیت روز افزون برایشان از خداوند خواستارم.

از خانم مهندس افشین برای همراهی کردن بنده در تمامی این سال های دانشجویی نهایت سپاس را دارم.

سنتز نانو ذرات ZnO و nZVI با استفاده از عصاره پوست انار و نشاندن آن بر روی کربن فعال تولیدی از پوست انار و کاربرد آن برای حذف سفالکسین از محیط‌های آبی

چکیده

زمینه و هدف: در سال‌های اخیر نگرانی‌ها درباره حضور غلظت‌های بالای آنتی‌بیوتیک‌ها در محیط‌زیست افزایش یافته است. فرایندهای متداول تصفیه آب قادر به حذف این آلاینده‌های مقاوم نیستند. روش‌های متنوعی برای حذف این ترکیبات وجود دارد ولی روش جذب سطحی دارای قابلیت بیشتری بوده است. بنابراین این تحقیق جهت بررسی کارایی کربن فعال پوشش داده‌شده با نانو ذرات ZnO و nZVI برای حذف سفالکسین از محلول‌های آبی انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت تجربی و در مقیاس آزمایشگاهی در سیستم بسته انجام گرفت. در این مطالعه نانو ذرات ZnO و nZVI با استفاده از عصاره پوست انار سنتز شد. تأثیر متغیرهای pH، دوز جاذب، غلظت اولیه آنتی‌بیوتیک و زمان واکنش بر روی کارایی فرآیند جذب مورد مطالعه قرار گرفت. ایزوترم (لانگمویر و فروندلیچ) و سینتیک جذب در غلظت‌های مختلف برای ارزیابی فرآیند مورد بررسی قرار گرفت. ساختار جاذب‌ها و مرفولوژی آن‌ها توسط تکنیک‌های FTIR، FESEM، BET و EDX مورد بررسی قرار گرفت. غلظت سفالکسین با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS Spectrometer در طول موج ۲۶۱nm تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میزان حذف سفالکسین با افزایش دوز جاذب و زمان تماس، افزایش و با افزایش غلظت اولیه سفالکسین و کاهش pH محلول، میزان حذف کاهش یافت. نتایج حاصل از مطالعه ایزوترم و سینتیک جذب نشان داد که فرآیند جذب بر هر دو جاذب، با مدل ایزوترم لانگمویر با ضریب همبستگی ۰/۹۹۸۷ و ۰/۹۹۹۱ به ترتیب برای AC-nZVI و AC-ZnO دارای تطابق بیشتری می‌باشد و از سینتیک شبه درجه دوم تبعیت می‌کنند. حداکثر ظرفیت جذب سفالکسین برای AC-ZnO و AC-nZVI بر اساس مدل لانگمویر به ترتیب برابر با ۸۳/۳۳ و ۸۹/۲۸ میلی‌گرم بر گرم به دست آمد. مساحت سطح ویژه AC-ZnO، AC-nZVI و AC به ترتیب برابر با ۷۴۵/۶۵، ۸۲۷/۶۶ و ۷۳۸/۱۷ مترمربع بر گرم محاسبه شده است. نتایج بازیابی مؤثر بودن هیدروکسید سدیم را نشان داده است. این نتایج نشان می‌دهد که AC-nZVI و AC-ZnO برای جذب سفالکسین قابل بازیابی بوده است.

نتیجه‌گیری: میزان حذف به‌وسیله هر دو نوع جاذب به‌طور قابل‌توجهی بالا بود که نشان‌دهنده نقش مؤثر تثبیت نانو ذرات بر کربن فعال می‌باشد. در نتیجه با استفاده از فن‌آوری تثبیت نانو ذرات بر کربن فعال به‌عنوان یک جاذب ارزان‌قیمت و کارآمد می‌تواند برای حذف سفالکسین از محیط‌های آبی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: سفالکسین، جذب سطحی، سنتز سبز، کربن فعال، نانو ذرات، nZVI, ZnO

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	« فصل اول »
۱	کلیات و پیشینه تحقیق.....
۱-۱	۱-۱-۱. مقدمه
۱-۲	۱-۲-۱. بیان مسئله
۳-۱	۳-۱-۱. کیفیت آب و آلودگی آن
۱-۳-۱	۱-۳-۱-۱. انواع آلاینده‌های آب
۱-۳-۱-۱	۱-۳-۱-۱-۱. آلاینده‌های متداول
۲-۳-۱	۲-۳-۱-۱. آلاینده‌های نوظهور در فاضلاب
۲-۳-۱	۲-۳-۱-۲. ترکیبات دارویی
۳-۳-۱	۳-۳-۱-۱. آنتی‌بیوتیک‌ها و خواص آن‌ها
۵-۳-۱	۵-۳-۱-۱. مکانیسم اثر آنتی‌بیوتیک‌ها
۶-۳-۱	۶-۳-۱-۱. میزان مصرفی آنتی‌بیوتیک در جهان و ایران
۷-۳-۱	۷-۳-۱-۱. منابع ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به آب
۸-۳-۱	۸-۳-۱-۱. اثرات آنتی‌بیوتیک‌ها بر محیط‌زیست و انسان
۱-۴	۱-۴-۱. آنتی‌بیوتیک‌ها
۱-۵	۱-۵-۱. سفالوسپورین‌ها
۱-۶	۱-۶-۱. آنتی‌بیوتیک سفالکسین
۱-۶-۱	۱-۶-۱-۱. فارماکوکینتیک، دینامیک و مکانیسم اثر
۱-۶-۱	۱-۶-۱-۱. ساختار شیمیایی سفالکسین
۱-۷	۱-۷-۱. روش‌های حذف آنتی‌بیوتیک‌ها
۱-۷-۱	۱-۷-۱-۱. روش‌های بیولوژیکی
۲-۷-۱	۲-۷-۱-۲. فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته
۳-۷-۱	۳-۷-۱-۳. روش‌های فیزیکی-شیمیایی از جمله جذب سطحی و فرآیندهای غشایی
۱-۳-۷-۱	۱-۳-۷-۱-۱. فرآیندهای غشایی
۲-۳-۷-۱	۲-۳-۷-۱-۲. جذب سطحی
۱-۲-۳-۷-۱	۱-۲-۳-۷-۱-۱. جذب توسط کربن فعال
۱-۲-۳-۷-۱	۱-۲-۳-۷-۱-۱. شکل کربن فعال (GAC یا PAC)
۲-۲-۳-۷-۱	۲-۲-۳-۷-۱-۲. ظرفیت و سرعت جذب
۳-۲-۳-۷-۱	۳-۲-۳-۷-۱-۳. بازیافت کربن فعال
۴-۲-۳-۷-۱	۴-۲-۳-۷-۱-۴. متداولترین روش‌های بازیافت

۲۱	۱-۷-۳-۲-۵. جذب آنتی بیوتیک‌ها توسط کربن فعال
۲۱	۱-۷-۳-۲-۶. مکانیسم‌های فرایند جذب
۲۳	۸-۱. عوامل مؤثر بر تعادل جذب
۲۳	۱-۸-۱. خصوصیات جاذب
۲۳	۱-۸-۲. خصوصیات ماده جذب‌شونده
۲۳	۱-۸-۳. pH
۲۳	۱-۸-۴. دما
۲۳	۱-۸-۵. سرعت به هم زدن
۲۴	۱-۸-۶. زمان تماس
۲۴	۱-۸-۷. سطح جاذب
۲۵	۹-۱. کلیاتی در مورد نقطه شارژ صفر pH (pHzpc)
۲۵	۱۰-۱. سنتز سبز نانو ذرات
۲۶	۱۱-۱. تعادل و ایزوترم جذب
۲۶	۱۱-۱-۱. مدل ایزوترم لانگمویر
۲۷	۱۱-۱-۲. مدل ایزوترم فروندلیچ
۲۷	۱۲-۱. سینتیک جذب و مدلسازی آن
۲۸	۱۲-۱-۱. سینتیک شبه درجه اول
۲۸	۱۲-۲. سینتیک شبه درجه دوم
۲۸	۱۳-۱. بررسی متون
۲۸	۱۳-۱-۱. مبانی نظری
۲۹	۱۳-۲. مطالعات جهان
۳۱	۱۳-۳. مطالعات انجام گرفته در ایران
۳۳	۱۴-۱. اهداف و فرضیات
۳۳	۱۴-۱-۱. هدف کلی
۳۴	۱۴-۳. اهداف کاربردی
۳۴	۱۴-۴. فرضیات یا سوالات تحقیق

فصل دوم

۳۶	۲-۱. مقدمه
۳۶	۲-۲. طرح کلی تحقیق
۳۶	۲-۲-۱. بررسی منابع علمی و تدوین متغیرها
۳۶	۲-۲-۲. جامعه مورد مطالعه، نمونه‌گیری و حجم نمونه
۳۸	۲-۲-۳. روش گردآوری اطلاعات
۳۸	۲-۳. مشخصات سیستم‌های آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش

۳۹	۴-۲. داروی آنتی‌بیوتیک سفالکسین
۳۹	۲-۵. روش انجام آزمایشات
۳۹	۲-۵-۱. مواد و معرف‌های موردنیاز
۳۹	۲-۵-۲. تهیه کربن فعال
۴۰	۲-۵-۳. سنتز نانوذره
۴۰	۲-۵-۳-۲. بارگذاری نانو ذرات اکسید روی بر روی کربن فعال پودری (AC-ZnO)
۴۱	۲-۵-۴. آماده‌سازی نمونه
۴۲	۲-۶. تعیین pH _{zpc} جاذب
۴۳	۲-۷. تعیین مشخصات جاذب‌های مورد استفاده
۴۴	۲-۸. متغیرهای پژوهش
۴۵	۲-۹. آزمایشات مربوط به فرایند جذب
۴۵	۲-۹-۱. اندازه‌گیری غلظت سفالکسین
۴۶	۲-۹-۲. رسم منحنی کالیبراسیون دستگاه اسپکتروفتومتر
۴۷	۲-۹-۳. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها
۴۷	۲-۱۰. آزمایشات مربوط به فرایند جذب سطحی
۴۷	۲-۱۰-۱. اثر pH محلول و مکانیسم جذب سفالکسین
۴۷	۲-۱۰-۲. تعیین تأثیر دوز جاذب بر میزان جذب سفالکسین
۴۷	۲-۱۰-۳. بررسی تأثیر زمان تماس در فرایند جذب سفالکسین
۴۷	۲-۱۰-۴. بررسی تأثیر غلظت اولیه سفالکسین در کارایی فرایند جذب
۴۸	۲-۱۰-۵. تعیین مدل‌های سینتیک و ایزوترم جذب

فصل سوم

۵۱	۳-۱. مقدمه
۵۱	۳-۲. مشخصات جاذب
۵۱	۳-۲-۱. نتایج آنالیز FTIR
۵۲	۳-۲-۲. نتایج آنالیز FESEM
۵۳	۳-۲-۳. نتایج آنالیز EDX
۵۴	۳-۲-۴. آنالیز سطح ویژه جاذب با استفاده از جذب نیتروژن BET
۵۵	۳-۳. تأثیر pH اولیه محلول بر کارایی فرایند جذب
۵۶	۳-۴. تأثیر مقدار جاذب بر میزان جذب سفالکسین
۵۷	۳-۵. تأثیر زمان تماس بر کارایی جذب سفالکسین
۵۸	۳-۶. تأثیر غلظت اولیه سفالکسین بر کارایی جذب
۵۹	۳-۷. بررسی سینتیک واکنش حذف سفالکسین
۶۱	۳-۸. بررسی ایزوترم واکنش حذف سفالکسین

۶۳	۳-۹. بررسی کارایی فرایندهای جذب AC, ZnO, nZVI, AC-ZnO, AC-nZVI به‌تنهایی
۶۳	۳-۱۰. اجرای شرایط بهینه آزمایشگاهی بر روی نمونه واقعی
۶۴	۳-۱۱. بازیابی جاذب
۶۶	فصل چهارم
۶۶	بحث و نتیجه‌گیری
۶۷	۴-۱. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی جاذب‌ها
۶۸	۴-۲. pH_{ZPC}
۶۸	۴-۳. اثر pH محلول و مکانیسم جذب
۶۹	۴-۴. اثر مقدار جاذب کربن فعال و مکانیسم جذب
۷۰	۴-۵. تأثیر غلظت اولیه بر راندمان حذف
۷۰	۴-۶. سینتیک در مطالعه جذب
۷۱	۴-۷. ایزوترم و مکانیسم جذب
۷۲	۴-۸. بررسی کارایی فرایندهای جذب AC, ZnO, nZVI, AC-ZnO, AC-nZVI به‌تنهایی
۷۳	۴-۹. نمونه واقعی
۷۳	۴-۱۰. بازیابی جاذب
۷۳	۴-۱۱. نتیجه‌گیری
۷۴	۴-۱۲. پیشنهادها
۷۵	فهرست منابع و مأخذ

لیست علائم اختصاری

توضیحات	علامت اختصاری	ردیف
Cephalexin	CEX	۱
nano-zero-valent iron	nZVI	۲
Zinc Oxide	ZnO	۳
Zinc chloride	ZnCl₂	۴
Hydroxyl ions	OH⁻	۵
Advanced Oxidation Processes	AOP_s	۶
Powdered Activated carbon	PAC	۷
Granular Activated carbon	GAC	۸
Sulfuric Acid	H₂SO₄	۹
potential of Hydrogen	pH	۱۰
pH point of zero charge	pH_{zpc}	۱۱
Initial Concentration of CEX	C_o	۱۲
Concentration of CEX at reaction time	C_t	۱۳
Fourier Transform Infrared Spectroscopy	FTIR	۱۴
Brunauer-Emmett-Teller	BET	۱۵
Acid dissociation constant	pK_a	۱۶
Field Emission Scanning Electron Microscopy	FESEM	۱۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱. مشخصات سفالکسین	۱۶
جدول ۱-۲. تعداد نمونه‌ها با توجه به متغیرهای مورد مطالعه	۳۷
جدول ۲-۲. تعداد کل نمونه‌ها با توجه به متغیرهای مورد مطالعه	۳۸
جدول ۳-۲. دستگاه‌های مورداستفاده در تحقیق	۳۸
جدول ۴-۲. خصوصیات ماده دارویی سفالکسین	۳۹
جدول ۵-۲. متغیرهای اندازه‌گیری شده	۴۴
جدول ۶-۲. مدل‌های سینتیک و ایزوترم جذب مورد مطالعه	۴۸
جدول ۷-۲. پارامترهای موجود در مدل‌ها	۴۹
جدول ۱-۳. مساحت سطح ویژه و حجم منافذ کل با استفاده از آنالیز BET	۵۵
نمودار ۶-۳. نمودار خطی شده مدل سینتیکی	۵۹
جدول ۲-۳. پارامترهای سینتیکی شبه درجه اول و شبه درجه دوم برای جذب سفالکسین	۶۱
جدول ۳-۳. پارامترهای مربوط به ایزوترم‌های جذب سطحی سفالکسین بر روی جاذب‌ها	۶۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱. ساختار شیمیایی سفالکسین	۴
شکل ۲-۱. شمایی از چرخه حضور آلاینده‌های دارویی در محیط‌های آبی	۱۰
شکل ۳-۱. حلقه بتالاکتام	۱۴
شکل ۴-۱. مراحل جذب سطحی در سطوح جاذب	۲۲
شکل ۱-۲. تصویر نانو ذرات اکسید روی و آهن صفر ظرفیتی سنتز شده	۴۱
شکل ۲-۲. تصاویر نانو ذرات اکسید روی و آهن صفر ظرفیتی بار گذاری شده بروی کربن فعال	۴۱
شکل ۳-۲. دستگاه اسپکتروفتومتری	۴۵
شکل ۱-۳. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (a) AC-nZVI، (b) AC-ZnO	۵۳
شکل ۲-۳. نتایج آنالیز EDX	۵۴

فهرست نمودار

عنوان	صفحه
نمودار ۱-۲. منحنی کالیبراسیون دستگاه اسپکتروفتومتر جهت سنجش سفالکسین.....	۴۶
نمودار ۱-۳. آنالیز FTIR نانو ذرات AC-ZnO و AC-nZVI قبل و بعد از واکنش.....	۵۲
شکل ۳-۳. آنالیز BET برای AC-ZnO, AC-nZVI و AC.....	۵۵
نمودار ۲-۳. بررسی اثر pH در فرآیند حذف سفالکسین با جاذب AC-nZVI و AC-ZnO (a) و نمودار pH _{zpc} (b).....	۵۶
نمودار ۳-۳. تأثیر دوز جاذب بر راندمان حذف سفالکسین.....	۵۷
نمودار ۴-۳. بررسی اثر افزایش زمان تماس بر روی راندمان حذف جاذب AC-nZVI (a), AC-ZnO (b).....	۵۸
نمودار ۵-۳. تأثیر تغییرات غلظت سفالکسین بر روی جاذب AC-nZVI و AC-ZnO.....	۵۸
شکل ۷-۳. نمودار خطی شده مدل سینتیکی شبه درجه اول به منظور تعیین پارامترهای سینتیکی شبه درجه اول (a)، شبه درجه دوم (b) در جذب سفالکسین.....	۶۰
نمودار ۸-۳. بررسی تطابق مدل لانگمویر (b,a) و مدل فروندلیچ (d,c) برای نانوکامپوزیت AC-ZnO و AC-nZVI.....	۶۲
نمودار ۹-۳. تأثیر جاذب‌ها به تنهایی بر کارایی حذف سفالکسین.....	۶۳
نمودار ۱۰-۳. کارایی حذف سفالکسین در پساب واقعی تحت شرایط بهینه آزمایشگاهی.....	۶۴
نمودار ۱۱-۳. بازیابی جاذب AC-ZnO و AC-nZVI.....	۶۵