



دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

دانشکده بهداشت

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

عنوان :

بررسی مقایسه کارایی فرآیندهای الکتروپرسولفات و الکتروفنتون در حذف دیازینون از محیط های آبی

نگارنده :

مریم حیدری

استاد راهنما :

دکتر سید احمد مختاری

استادان مشاور:

دکتر هادی صادقی

دکتر مهدی وثوقی نیری

شماره پایان نامه : ۲۱

تابستان ۹۹

الله
الكرام
الكرام

اظهار نامه اصالت پایان نامه

اینجانب مریم حیدری دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل نویسنده پایان نامه بررسی مقایسه کارایی فرآیندهای الکتروپرسولفات و الکتروفنتون در حذف دیازینون از محیط های آبی تحت راهنمایی دکتر سید احمد مختاری 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



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی اردبیل
معاونت تحقیقات و فن آوری

بسمه تعالی

فرم حق مالکیت مادی و معنوی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل در مورد نتایج پژوهش های علمی

اینجانب مریم حیدری فرزند محمدعلی به شماره ملی ۲۷۵۵۵۲۶۴۴۰ و شماره دانشجویی ۹۵۱۱۳۹۰۰۲، دانشجوی رشته مهندسی بهداشت محیط مقطع کارشناسی ارشد ورودی سال ۱۳۹۵

اطلاع دارم که کلیه حقوق ناشی از پایان نامه با عنوان " بررسی مقایسه کارایی فرآیندهای الکتروپرسولفات و الکتروفنتون در حذف دیازینون از محیط های آبی " به راهنمایی استاد محترم: دکتر سید احمد مختاری و مشاوران: دکتر مهدی وثوقی نیری و دکتر هادی صادقی متعلق به گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل بوده و استاد راهنما مسئول اصلی پایان نامه و نویسنده مسئول و یا نویسنده اول کلیه مقالات و کتب می باشد.

اینجانب موظف هستم کلیه مقالات حاصل از این پایان نامه اعم از مقالات در کنگره های داخلی و خارجی، مقالات در مجلات علمی و پژوهشی داخلی و خارجی، مقالات داخل کتاب ها، بولتن ها و بروشورها به زبان فارسی و انگلیسی، و یا سایر زبان ها و کلیه موارد علمی حاصل از پایان نامه را قبل از چاپ و یا ارائه ، به تایید استاد راهنمای پایان نامه فوق الذکر برسانم و مجوز چاپ یا انتشار آن را کتباً اخذ نمایم و وابستگی سازمانی (**Affiliation**) خود را گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ذکر نمایم و در هر مقطع زمانی که خلاف این امر ثابت شود دانشگاه یا استاد راهنما مراتب را از طریق مراجع ذیصلاح از جمله هیئت انتظامی هیات علمی، کمیته انضباطی دانشجویان، هیئت های بدوی و تجدید نظر رسیدگی به تخلفات کارکنان دولت ارجاع و

پیگیری خواهند نمود. کلیه موارد فوق الذکر را در کمال سلامت جسمی و روانی مطالعه نموده و قبول داشته و موظف به اجرای کلیه مفاد آن می باشم.

امضاء:

تاریخ:

نام و نام خانوادگی:

تقدیم و سپاسگزاری :

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم م و معرفت بیازماید.

تقدیم به پدر، مادر و همسر عزیزم

و به تمام آزاد مردانی که نیک می اندیشند و عقل و منطق را پیشه خود نموده و جز رضای الهی و پیشرفت و سعادت جامعه، هدفی ندارند. دانشمندان، بزرگان، و جوانمردانی که جان و مال خود را در حفظ و اعتلای این مرز و بوم فدا نموده و می نمایند.

از استاد گرامیم جناب آقای دکتر سید احمد مختاری برای تمام حمایتها و زحمات بی دریغ شان و همچنین از اساتید مشاور محترم، جناب آقای دکتر مهدی وثوقی نیری و جناب آقای دکتر هادی صادقی بسیار سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر عالیقدری و همچنین آقای دکتر درگاهی که زحمت داوری این رساله را به عهده داشتند سپاس فراوان دارم.

همچنین از سرکار خانم مهندس سمیه علیزاده و آقای مهندس یوسف رشتبری به دلیل یاریها و راهنماییهای بی چشمداشت آنها که بسیاری از سختی ها را برایم آسان تر نمودند، و بعد از مدتها، پس از پیمودن راههای فراوان که با حضور شیرین اساتید عزیزم، با راهنماییها و دغدغه های فراوانشان و شیطنتهای زیبای آن دوران، نگاههای پدر مادرم، با چشمهای پر از برق شوق، و زیبایی حضور همسرم در کنارم، که خستگیهای این راه را به امید و روشنی راه تبدیل کرده و امیدوارم بتوانم در آینده ای نزدیک جوابگوی این همه محبت آنها باشم ...

زمینه و هدف: دیازینون یکی از مهم‌ترین آفت‌کش‌هایی است که به طور گسترده در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آن جایی که این ترکیبات، مقاوم به تجزیه بیولوژیکی هستند و ورود آن‌ها به منابع آبی به یک مشکل زیست محیطی جدی تبدیل شده است. لذا این مطالعه با هدف بررسی قابلیت استفاده از فرایند الکتروفنتون و الکتروپرسولفات در حذف دیازینون از محیط‌های آبی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه راندمان حذف دیازینون در فرآیند های الکتروفنتون و الکتروپرسولفات به صورت جدا در یک راکتور از جنس پلاکسی گلاس به حجم یک لیتر مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای مورد مطالعه در فرآیند الکتروپرسولفات pH، دانسیته جریان و زمان واکنش و پرسولفات بود و در فرآیند الکتروفنتون pH، غلظت پروکسید هیدروژن، دانسیته جریان و زمان واکنش مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل نشان داد که مدل درجه دوم برای داده‌های حاصل مناسب بوده (0/0001).
 $P_{\text{value}} = 0/279$ و در شرایط بهینه عملکرد فرایند الکتروفنتون ($\text{pH} = 3$)، غلظت پراکسید هیدروژن 0/279 میلی مول بر لیتر، دانسیته جریان 5/04 میلی آمپر بر سانتی متر مربع، زمان واکنش 47/09 دقیقه) برابر با 100 درصد و عملکرد فرآیند الکتروپرسولفات ($\text{pH} = 3$)، غلظت پرسولفات 80 میلی مول بر لیتر، دانسیته جریان 7/82 میلی آمپر بر سانتی متر مربع و زمان واکنش 60 دقیقه) برابر با 98/59 درصد تعیین شد. آنالیز رگرسیون با ضریب همبستگی بالا در فرایند الکتروفنتون ($R^2 = 0/9980$) و مقدار F_{value} مدل برابر 765/56 و در فرایند الکتروپرسولفات ($R^2 = 0/9869$) و مقدار F_{value} مدل برابر 113/22 به معنای کفایت مدل به دست آمد. اعتباربخشی مدل با استفاده از آنالیز گرافیکی باقیمانده و نمودارهای تشخیصی مورد تایید قرار گرفت.

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از آن است که روش های اکسیداسیون پیشرفته نظیر الکتروفنتون و الکتروپرسولفات، می تواند یک فرآیند جایگزین برای فرآیند های تصفیه شیمیایی و بیولوژیکی باشد و و طرح Box-Benken ابزاری مفید برای بهینه‌سازی شرایط فرایند مزبور می‌باشد.

واژگان کلیدی: دیازینون، الکتروفنتون، الکتروپرسولفات، الکتروده‌آهن، محیط های آبی

فهرست مطالب

فصل اول

- ۱ مقدمه و کلیات _____
- ۲ ۱-۱ بیان مسئله و اهمیت موضوع _____
- ۵ ۲-۱ خصوصیات دیازینون _____
- ۵ ۱-۲-۱ تاریخچه پیدایش _____
- ۵ ۲-۲-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی دیازینون _____
- ۷ ۳-۱ منابع مصارف، اثرات بهداشتی و استاندارد ها زیست محیطی دیازینون _____
- ۷ ۳-۱-۱ منابع مصارف و تماسها صنعتی _____
- ۷ ۲-۳-۱ اثرات فیزیولوژیکی _____
- ۸ ۳-۳-۱ اثر بر روی گیاهان _____
- ۸ ۴-۳-۱ اثر بر روی منابع آب _____
- ۹ ۵-۳-۱ اثر بر روی انسان _____
- ۹ ۶-۳-۱ استاندارد های دیازینون _____
- ۱۰ ۴-۱ راهکارها و روش های کنترل و حذف دیازینون در محیط های آبی _____
- ۱۰ ۱-۴-۱ فرآیند های اکسیداسیون پیشرفته _____
- ۱۰ ۵-۱ فرآیند حذف با استفاده از فرآیند فنتون _____
- ۱۱ ۱-۵-۱ کلیات فرآیند الکتروفنتون _____
- ۱۱ ۲-۵-۱ واکنشگر فنتون _____
- ۱۲ ۶-۱ فرآیند الکتروپرسولفات _____
- ۱۳ ۱-۶-۱ اشکال تولیدی پرسولفات _____
- ۱۳ ۷-۱ روش سطح و پاسخ _____

- ۱-۷-۱ تجزیه واریانس و ارائه مدل ریاضی _____ ۱۴
- ۸-۱ اهداف اصلی طرح _____ ۱۶
- ۹-۱ اهداف فرعی _____ ۱۶
- ۱۰-۱ اهداف کاربردی _____ ۱۶
- ۱۱-۱ فرضیات/سوالات پژوهش _____ ۱۷
- ۱۲-۱ بررسی منابع و سابقه متون _____ ۱۷
- ۱-۱۲-۱ مطالعات انجام گرفته در ایران _____ ۱۷
- ۲-۱۲-۱ مطالعات انجام گرفته در جهان _____ ۱۹

فصل دوم

- مواد و روش ها _____ ۲۲
- ۱-۲ متغیرهای مورد مطالعه در تحقیق _____ ۲۲
- ۲-۲ روش تحقیق _____ ۲۲
- ۳-۲ وسایل و مواد مورد نیاز _____ ۲۳
- ۴-۲ روش کار _____ ۲۴
- ۱-۴-۲ طرح آزمایش و تحلیل آماری _____ ۲۴
- ۵-۲ روش تهیه محلول های مورد نیاز در این مطالعه _____ ۲۵
- ۱-۵-۲ تهیه ی محلول مادر دیازینون _____ ۲۶
- ۲-۵-۲ تهیه ی غلظت های مورد نیاز دیازینون جهت انجام آزمایش و رسم منحنی استاندارد _____ ۲۶
- ۳-۵-۲ نحوه تنظیم pH نمونه ها _____ ۲۶
- ۴-۵-۲ رسم منحنی استاندارد _____ ۲۶
- ۶-۲ روش محاسبه حجم نمونه _____ ۲۷

فصل سوم

یافته ها _____ ۲۹

۱-۳ نتایج _____ ۲۹

۲-۳ نتایج مربوط به فرآیند الکتروپرسولفات _____ ۲۹

۱-۲-۳ مدل سازی و آنالیز آماری با استفاده از روش RSM _____ ۲۹

۲-۲-۳ تعیین تاثیر pH _____ ۳۶

۳-۲-۳ تعیین تاثیر غلظت پرسولفات _____ ۳۶

۴-۲-۳ تعیین تاثیر تغییرات دانسیته جریان _____ ۳۷

۵-۲-۳ تعیین تاثیر زمان واکنش _____ ۳۸

۳-۳ نتایج مربوط به فرآیند الکتروفنتون _____ ۳۸

۱-۳-۳ مدل سازی و آنالیز آماری با استفاده از روش RSM _____ ۳۸

۲-۳-۳ تعیین تاثیر غلظت pH _____ ۴۴

۳-۳-۳ تعیین تاثیر غلظت هیدروژن پروکسید _____ ۴۵

۴-۳-۳ تعیین تاثیر دانسیته جریان _____ ۴۵

۵-۳-۳ تعیین تاثیر زمان واکنش _____ ۴۶

۴-۳ مقایسه کارایی فرآیند الکتروفنتون و الکترو پرسولفات در شرایط بهینه _____ ۴۶

۵-۳ بررسی مکانیسم احتمالی و واکنش تجزیه دیازینون و محصولات جانبی تولید شده _____ ۴۸

۱-۵-۳ بررسی مکانیسم احتمالی و واکنش تجزیه دیازینون و محصولات جانبی تولید شده در فرآیند

الکتروپرسولفات _____ ۴۸

۲-۵-۳ بررسی مکانیسم احتمالی و واکنش تجزیه دیازینون و محصولات جانبی تولید شده در فرآیند

الکتروفنتون _____ ۵۱

فصل چهارم

بحث و نتیجه گیری _____ ۵۵

۱-۴ مباحث مربوط به روش الکتروپرسولفات در حذف دیازینون _____ ۵۵

- ۱-۱-۴ تجزیه و تحلیل آماری _____
۵۵
- ۲-۱-۴ بررسی دقت و اعتبار مدل پیشنهادی _____
۵۵
- ۳-۱-۴ اثر pH بر بازدهی حذف دیازینون _____ ۵۶
- ۴-۱-۴ اثر دانسیته جریان بر بازدهی حذف دیازینون _____ ۵۸
- ۵-۱-۴ اثر غلظت پرسولفات بر بازدهی حذف دیازینون _____ ۵۹
- ۶-۱-۴ اثر زمان در بازدهی حذف دیازینون _____ ۶۰
- ۲-۲-۴ مباحث مربوط به روش الکتروفنتون در حذف دیازینون _____
۶۰
- ۱-۲-۴ تجزیه و تحلیل آماری _____
۶۰
- ۲-۲-۴ بررسی دقت و اعتبار مدل پیشنهادی _____
۶۱
- ۳-۲-۴ اثر pH بر بازدهی حذف دیازینون _____
۶۱
- ۴-۲-۴ اثر دانسیته جریان بر بازدهی حذف دیازینون _____ ۶۲
- ۵-۲-۴ اثر غلظت پرسولفات بر بازدهی حذف دیازینون _____
۶۲
- ۶-۲-۴ اثر زمان در بازدهی حذف دیازینون _____ ۶۳
- ۳-۴ نتیجه گیری _____ ۶۴
- ۴-۴ پیشنهادات _____ ۶۵
- منابع _____ ۶۶
- چکیده انگلیسی _____ ۷۴

توضیحات	علامت اختصاری	ردیف
Environmental Protection Agency	EPA	۱
World Health Organization	WHO	۲
Lethal Dose, 50%	LD₅₀	۳
Hydroxyl ions	OH⁻	۵
Advanced Oxidation Processes	AOP_s	۶
potential of Hydrogen	PH	۸
Initial Concentration of HA	C_o	۹
Concentration of HA at reaction time	C_t	۱۰
Persistent Organic Pollutan	POPs	۱۱
Response Surface Methodology	RSM	۱۵
Box-Behnken design	BBD	۱۶

فهرست اشکال

شکل ۲-۱ راکتور مورد استفاده در

فرآیند ۲۴

شکل ۲-۲ منحنی استاندارد دیازینون

۲۶

شکل ۳-۱ ترسیم توزیعی داده های آزمایش در مقابل مقادیر پیش بینی شده توسط مدل

۳۴

شکل ۳-۲ باقیمانده های استاندارد شده در مقابل هر اجرای آزمایش

۳۵

شکل ۳-۳ تاثیر پارامتر های اولیه در نظر گرفته شده و نقاط بهینه آنها

۳۵

- شکل ۳-۴ نمودار پارتو برای بررسی میزان و نحوه اثر فاکتورها بر راندمان حذف (R) _____
۳۵
- شکل ۳-۵: تاثیر pH های مختلف در حذف دیازینون در فرآیند الکتروپرسولفات با الکتروُد آهن _____
۳۶
- شکل ۳-۶: تاثیر غلظت های مختلف پرسولفات در حذف دیازینون در فرآیند الکتروپرسولفات با الکتروُد آهن _____
۳۷
- شکل ۳-۷: تاثیر دانسیته های جریان مختلف در حذف دیازینون در فرآیند الکتروپرسولفات با الکتروُد آهن _____
۳۷
- شکل ۳-۸: تاثیر زمان واکنش در حذف دیازینون در فرآیند الکتروپرسولفات با الکتروُد آهن _____
۳۸
- شکل ۳-۹: ترسیم توزیعی داده های آزمایش در مقابل مقادیر پیش بینی شده توسط مدل _____
۴۳
- شکل ۳-۱۰: باقیمانده های استاندارد شده در مقابل هر اجرای آزمایش _____
۴۳
- شکل ۳-۱۱: تاثیر پارامتر های اولیه در نظر گرفته شده و نقاط بهینه آنها _____
۴۳
- شکل ۳-۱۲: نمودار پارتو برای بررسی میزان و نحوه اثر فاکتورها بر راندمان حذف (R) _____
۴۴
- شکل ۳-۱۳: تاثیر تغییرات pH محیط در فرآیند الکتروفنتون _____
۴۴
- شکل ۳-۱۴: تاثیر غلظت هیدروژن پروکسید بر راندمان حذف دیازینون در فرآیند الکتروفنتون _____
۴۵
- شکل ۳-۱۵: تاثیر دانسیته جریان بر راندمان حذف دیازینون در فرآیند الکتروفنتون _____
۴۶
- شکل ۳-۱۶: تاثیر زمان واکنش بر راندمان حذف دیازینون در فرآیند الکتروفنتون _____
۴۶

شکل ۳-۱۷ : تاثیر تغییرات غلظت دیازینون در کارایی فرآیند الکتروفنتون و الکتروپرسولفات در شرایط

بهینه _____ ۴۸

شکل ۳-۱۸ : طیف LC/Mass پساب خروجی فرآیند الکتروپرسولفات برای حذف دیازینون _____ ۴۹

شکل ۳-۱۹ : محصولات و مکانیسم احتمالی فرآیند الکتروپرسولفات در حذف دیازینون _____
۴۹

شکل ۳-۲۰ : طیف LC/Mass پساب خروجی فرآیند الکتروفنتون برای حذف دیازینون _____
۵۲

شکل ۳-۲۱ : محصولات و مکانیسم احتمالی فرآیند الکتروفنتون در حذف دیازینون _____ ۵۲

فهرست جدول

جدول ۱-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی دیازینون _____ ۶

جدول ۱-۲ متغیرهای مورد مطالعه در تحقیق _____
۲۲

جدول ۲-۲ تجهیزات مورد استفاده در این مطالعه _____ ۲۳

جدول ۲-۳ مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعه _____ ۲۳

جدول ۲-۴ محدوده متغیرهای مستقل یا طراحی BBD فرآیند الکتروفنتون _____
۲۵

جدول ۲-۵ محدوده متغیرهای مستقل یا طراحی BBD فرآیند الکتروپرسولفات _____ ۲۵

جدول ۳-۱ طراحی آزمایشات سطح پاسخ حذف دیازینون از محلول های آبی با روش الکتروپرسولفات _____ ۳۰

جدول ۳-۲ آنالیز ضعف برازش برای انتخاب مدل مناسب برای حذف روش الکتروپرسولفات _____ ۳۲

- جدول ۳-۳ آنالیز واریانس پارامترهای عملیاتی در حذف دیازینون از محلول های آبی با روش الکتروپرسولفات _____ ۳۲
- جدول ۴-۳ طراحی آزمایشات سطح پاسخ حذف دیازینون از محلول های آبی با روش الکتروفنتون _____ ۳۹
- جدول ۵-۳ آنالیز ضعف برازش برای انتخاب مدل مناسب برای حذف روش الکتروپرسولفات _____ ۴۰
- جدول ۶-۳ آنالیز واریانس پارامترهای عملیاتی در حذف دیازینون از محلول های آبی با روش الکتروفنتون _____ ۴۱
- جدول ۷-۳ : شرایط بهینه الکتروپرسولفات تعیین شده توسط نرم افزار _____ ۴۷
- جدول ۸-۳ : شرایط بهینه الکتروفنتون تعیین شده توسط نرم افزار _____ ۴۷
- جدول ۹-۳ : محصولات جانبی فرایند الکتروفنتون در حذف دیازینون _____ ۵۰
- جدول ۱۰-۳ : محصولات جانبی فرایند الکتروفنتون در حذف دیازینون _____ ۵۲