

صلى الله عليه وسلم



دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

گرایش کاربردی

تهیه کربن فعال از منابع گیاهی با استفاده از امواج مایکروویو و بررسی کار آبی آن در حذف برخی

آلاینده‌های آلی در محیط آبی

از

زهرا امامی

استادان راهنما

دکتر سعید عزیزیان - دکتر اسفندیار علیزاده

استاد مشاور

دکتر حمید دژم‌پناه

پاییز ۱۳۹۱

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم که سایه

شان بر سرم همه مهر است و تارم به

پایشان همه شرم و وجودشان گواهی

است بر مهربانی خداوند.

تقدیر و تشکر

اکنون که با لطف و عنایت پروردگار، مرحله‌ای دیگر از زندگی‌ام را پشت سر گذاشته‌ام بر خود می‌دانم از تمام کسانی که در پیمودن این مرحله مرا یاری نمودند قدردانی نمایم.

از اساتید راهنمای عزیزم جناب آقایان دکتر عزیزبان و دکتر عزیزاده که کاستی‌های مرا با صبر فراوان تحمل نمودند، صمیمانه سپاس‌گذارم.

از استاد مشاور گرانقدرم جناب آقای دکتر دژمپناه که با راهنمایی‌های ارزشمند ایشان این پروژه به انجام رسید، قدردانی می‌نمایم.

از اساتید بزرگواریم جناب آقای دکتر قلمی و جناب آقای دکتر زنجانچی که زحمت قرائت و داوری این پایان‌نامه را پذیرفتند، نهایت سپاس‌گذاری را دارم.

در نهایت سپاس از هر یاری دهنده‌ای که وسعت همراهی‌اش حتی به قدر لحظای مرا به سپاسی ابدی موظف نمود.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول) مقدمه و تئوری.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- جذب سطحی.....
۴	۳-۱- انواع جاذبها.....
۵	۱-۳-۱- آلومینای فعال.....
۵	۲-۳-۱- چیتوسان.....
۶	۳-۳-۱- زئولیتها.....
۷	۴-۳-۱- سیلیکاژل.....
۸	۵-۳-۱- کربن فعال.....
۹	۴-۱- کاربردهای کربن فعال.....
۹	۱-۴-۱- طبقه‌بندی کربن فعال.....
۱۲	۲-۴-۱- تهیه کربن فعال.....
۱۲	۳-۴-۱- روش‌های گرمادهی در تهیه کربن فعال.....
۱۳	۵-۱- روش تهیه کربن فعال.....
۱۳	۱-۵-۱- فعالسازی فیزیکی.....
۱۴	۲-۵-۱- فعالسازی شیمیایی.....
۱۵	۳-۵-۱- فعالسازی زیستی.....
۱۵	۶-۱- بررسی پارامترهای دخیل در میزان جذب.....
۱۵	۱-۶-۱- زمان فعالسازی.....
۱۶	۲-۶-۱- نسبت ماده فعالساز به ماده اولیه.....
۱۶	۳-۶-۱- گروه‌های عاملی روی سطح.....
۱۷	۷-۱- جذب سطحی.....
۱۸	۱-۷-۱- انواع جذب سطحی.....

۱۹-۲-۷-۱- دیدگاه‌های جذب سطحی	۱۹
۱۹-۱-۲-۷-۱- هم‌دما جذب سطحی	۱۹
۱۹-۲-۲-۷-۱- هم‌فشار جذب سطحی	۱۹
۲۰-۳-۲-۷-۱- ایزوستر جذب سطحی	۲۰
۲۱-۳-۷-۱- طبقه‌بندی هم‌دماهای جذب سطحی	۲۱
۲۱-۱-۳-۷-۱- هم‌دماهای دو پارامتری	۲۱
۲۱-۱-۳-۷-۱- هم‌دما لانگمویر	۲۱
۲۲-۲-۳-۷-۱- هم‌دما فروندلیچ	۲۲
۲۳-۳-۱-۳-۷-۱- هم‌دما تمکین	۲۳
۲۳-۴-۱-۳-۷-۱- هم‌دما دوبینین راداشکویچ	۲۳
۲۴-۵-۱-۳-۷-۱- هم‌دما عزیزیان-ولکوو	۲۴
۲۴-۲-۳-۷-۱- هم‌دماهای سه پارامتری و بیشتر	۲۴
۲۵-۱-۲-۳-۷-۱- هم‌دما لانگمویر-فروندلیچ (سیپس)	۲۵
۲۵-۲-۲-۳-۷-۱- هم‌دما ردلیچ-پترسون	۲۵
۲۵-۳-۲-۳-۷-۱- هم‌دما تات	۲۵
۲۶-۴-۲-۳-۷-۱- هم‌دما لانگمویر توسعه یافته	۲۶
۲۶-۵-۲-۳-۷-۱- هم‌دما فیریتز-اشلاندر	۲۶
۲۶-۴-۷-۱- مدل‌های سینتیکی سیستم‌های جذب سطحی	۲۶
۲۷-۱-۴-۷-۱- معادله سرعت شبه مرتبه اول (معادله لاگرگرن)	۲۷
۲۷-۲-۴-۷-۱- معادله سرعت شبه مرتبه دوم	۲۷
۲۸-۳-۴-۷-۱- معادله سرعت الوویچ	۲۸
۲۹-۴-۴-۷-۱- معادله سرعت شبه مرتبه nام اصلاح شده	۲۹
۲۹-۸-۱- جمع‌بندی و اهداف پایان‌نامه	۲۹
۳۱- فصل دوم) کارهای تجربی	۳۱

۳۲	۱-۲- مواد شیمیایی به کار رفته در کار تحقیقاتی حاضر.....
۳۷	۲-۲- وسایل و تجهیزات.....
۳۷	۳-۲- تهیه کربن فعال.....
۳۸	۴-۲- بررسی برخی از ویژگی‌های جاذب.....
۳۹	۱-۴-۲- ویژگی‌های فیزیکی.....
۳۹	۱-۱-۴-۲- هم‌دمای جذب و واجذب سطحی نیتروژن.....
۳۹	۲-۱-۴-۲- توزیع اندازه حفرات.....
۳۹	۲-۴-۲- ویژگی‌های شیمیایی.....
۳۹	۱-۲-۴-۲- آنالیز عنصری CHN.....
۴۰	۲-۲-۴-۲- تعیین pH مربوط به نقطه صفر بار (pH_{pzc}).....
۴۰	۳-۲-۴-۲- طیف FT-IR.....
۴۰	۵-۲- رسم نمودار استاندارد خطی.....
۴۱	۶-۲- بررسی اثر pH بر جذب سطحی.....
۴۲	۷-۲- آزمایش‌های جذب سطحی.....
۴۲	۱-۷-۲- آزمایش جذب سطحی تعادلی.....
۴۳	۲-۷-۲- آزمایش جذب سطحی سینتیکی.....
۴۳	۸-۲- بررسی اثر وزن جاذب.....
۴۴	فصل سوم) بحث و نتیجه‌گیری.....
۴۵	۱-۳- مقدمه.....
۴۵	۲-۳- بهینه‌سازی شرایط تهیه کربن فعال به کمک پارامترهای تجربی.....
۴۵	۱-۲-۳- بررسی غلظت فسفریک اسید.....
۴۷	۲-۲-۳- بررسی توان میکروویو.....
۴۹	۳-۲-۳- بررسی زمان تابش‌دهی.....
۵۰	۳-۳- بهینه‌سازی شرایط تهیه کربن فعال به کمک روش‌های آماری.....

۵۱	.....RMS یا RMS	۱-۳-۳
۵۸	.....RMS	۲-۳-۳
۵۹	.....	۴-۳
۶۰	.....CHN	۱-۴-۳
۶۰	..... (pH _{pzc})	۲-۴-۳
۶۱	.....	۳-۴-۳
۶۲	.....	۱-۳-۴-۳
۶۲	.....	۲-۳-۴-۳
۶۳	.....	۴-۴-۳
۶۵	.....FT-IR	۵-۴-۳
۶۹	.....	۵-۳
۶۹	.....	۱-۵-۳
۷۰	.....	۲-۵-۳
۷۳	.....	۶-۳
۷۳	.....PAC	۱-۶-۳
۷۶	.....PAC	۲-۶-۳
۸۲	.....PAC	۳-۶-۳
۸۴	.....PAC	۴-۶-۳
۸۸	.....	۷-۳
۹۰	.....	۸-۳
۹۰	.....	۹-۳
۹۱	.....	۱۰-۳
۹۲	.....	فصل چهارم)

جدول ۱-۲- مشخصات مواد شیمیایی مصرفی.....	۳۲
جدول ۲-۲- مشخصات رنگ‌های مورد استفاده.....	۳۳
جدول ۱-۳- بررسی توان خروجی مایکروویو بر درصد حذف متیل‌اورانژ با غلظت ۲۰ ppm.....	۴۷
جدول ۲-۳- مقایسه درصد حذف محاسبه شده برای جذب شونده بروموتیمول‌بلو به دو طریق تجربی و مدلسازی ریاضی، به کمک تغییر توان خروجی و زمان تابش‌دهی.....	۵۴
جدول ۳-۳- مقایسه درصد حذف محاسبه شده برای جذب شونده متیل‌اورانژ به دو طریق تجربی و مدلسازی ریاضی، به کمک تغییر توان خروجی و زمان تابش‌دهی.....	۵۶
جدول ۴-۳- مقایسه درصد حذف محاسبه شده برای جذب شونده متیل‌ویولت به دو طریق تجربی و مدلسازی ریاضی، به کمک تغییر توان خروجی و زمان تابش‌دهی.....	۵۷
جدول ۵-۳- نتایج حاصل از آنالیز عنصری CHN.....	۶۰
جدول ۶-۳- بررسی درصد حذف جذب‌شونده‌های مختلف با تغییرات دما.....	۶۴
جدول ۷-۳- برخی از مشخصات بدست آمده از هم‌دما جذب و واجذب سطحی نیتروژن برای جاذب تهیه شده از غلاف گل آذین خرما.....	۶۹
جدول ۸-۳- معادلات خطی و غیرخطی مدل‌های سینتیکی به کار رفته برای برازش داده‌های تجربی.....	۷۳
جدول ۹-۳- مقادیر پارامترهای بدست آمده از هم‌دماهای مختلف برای جذب سطحی متیل‌ویولت روی جاذب تهیه شده.....	۷۵
جدول ۱۰-۳- مدل‌های سینتیکی به کار رفته جهت برازش داده‌های تجربی.....	۷۷
جدول ۱۱-۳- مقادیر پارامترهای بدست آمده از مدل‌های مختلف سینتیکی به منظور جذب سطحی متیل‌ویولت بر سطح PAC با غلظت اولیه (mg/L) ۵.....	۷۸
جدول ۱۲-۳- مقادیر پارامترهای بدست آمده از مدل‌های مختلف سینتیکی به منظور جذب سطحی متیل‌ویولت بر سطح PAC با غلظت اولیه (mg/L) ۱۰.....	۷۹
جدول ۱۳-۳- مقادیر پارامترهای بدست آمده از مدل‌های مختلف سینتیکی به منظور جذب سطحی متیل‌ویولت بر سطح PAC با غلظت اولیه (mg/L) ۱۵.....	۸۰
جدول ۱۴-۳- مقادیر پارامترهای بدست آمده از هم‌دماهای مختلف جهت جذب سطحی متیل‌اورانژ.....	۸۳

- جدول ۳-۱۵- مقادیر پارامترهای بدست آمده از مدل‌های مختلف سینتیکی به منظور جذب سطحی متیل‌اورانژ بر سطح PAC با غلظت اولیه (mg/L) ۱۰ ۸۵
- جدول ۳-۱۶- مقادیر پارامترهای بدست آمده از مدل‌های مختلف سینتیکی به منظور جذب سطحی متیل‌اورانژ بر سطح PAC با غلظت اولیه (mg/L) ۱۵ ۸۶
- جدول ۳-۱۷- مقادیر پارامترهای بدست آمده از مدل‌های مختلف سینتیکی به منظور جذب سطحی متیل‌اورانژ بر سطح PAC با غلظت اولیه (mg/L) ۲۰ ۸۷
- جدول ۳-۱۸- چند نمونه q_m به دست آمده برای جذب سطحی رنگ‌های متیل‌اورانژ و متیل‌ویولت توسط جاذب‌های مختلف ۸۹

شکل ۱-۱- شمایی از مولکول چیتوسان.....	۶
شکل ۲-۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی کربن فعال تهیه شده از ساقه برنج.....	۸
شکل ۳-۱- گروه‌های رایج در سطح کربن فعال.....	۱۷
شکل ۴-۱- نمودار یک هم‌دما جذب سطحی.....	۱۹
شکل ۵-۱- نمودار یک هم‌فشار جذب سطحی.....	۲۰
شکل ۶-۱- نمودار یک ایزوستر جذب سطحی.....	۲۰
شکل ۱-۲- شمایی از ساختار مولکولی متیل‌اورانژ.....	۳۳
شکل ۲-۲- شمایی از ساختار مولکولی بروموتیمول-بلو.....	۳۴
شکل ۳-۲- شمایی از ساختار مولکولی متیل‌ویولت.....	۳۴
شکل ۴-۲- شمایی از ساختار مولکولی رد آمین بی.....	۳۴
شکل ۵-۲- شمایی از ساختار مولکولی بیسمارک برون.....	۳۴
شکل ۶-۲- شمایی از ساختار مولکولی ری‌اکتیو بلو (۴۱).....	۳۴
شکل ۷-۲- شمایی از ساختار مولکولی رد کروزول.....	۳۴
شکل ۸-۲- شمایی از ساختار مولکولی ری‌اکتیو اورانژ (۱۳).....	۳۵
شکل ۹-۲- شمایی از ساختار مولکولی ری‌اکتیو یلو (۱۵).....	۳۵
شکل ۱۰-۲- طیف فرابنفش- مرئی متیل‌ویولت با غلظت ۱۰ ppm، متیل‌اورانژ با غلظت ۲۰ ppm و رد آمین با غلظت ۳ ppm.....	۳۵
شکل ۱۱-۲- طیف فرابنفش- مرئی ری‌اکتیو بلو (۴۱) با غلظت ۱۰ ppm، ری‌اکتیو اورانژ (۱۳) با غلظت ۱۰۰ ppm و ری‌اکتیو یلو (۱۵) با غلظت ۱۰ ppm.....	۳۶
شکل ۱۲-۲- طیف فرابنفش- مرئی بیسمارک برون با غلظت ۲۵ ppm، رد کروزول با غلظت ۲۰ ppm و بروموتیمول‌بلو با غلظت ۲۰ ppm.....	۳۶
شکل ۱۳-۲- نمودار استاندارد خطی برای محلول آبی متیل‌ویولت.....	۴۱
شکل ۱۴-۲- نمودار استاندارد خطی برای محلول آبی متیل‌اورانژ.....	۴۱

- شکل ۲-۱۵- اثر وزن جاذب بر حسب درصد حذف متیل اورانژ..... ۴۳
- شکل ۳-۱- اثر غلظت فسفریک اسید به کار رفته در تهیه کربن فعال برای حذف رنگ متیل اورانژ با غلظت ۲۰ ppm..... ۴۶
- شکل ۳-۲- درصد حذف رنگ‌های متیل ویولت و بروموتیمول بلو روی سطح جاذب‌های تهیه شده با توان‌های ۵۴۰ (Ac-14) و ۷۰۰ وات (Ac-17) در مدت ۲ دقیقه..... ۴۸
- شکل ۳-۳- درصد حذف متیل اورانژ جاذب‌های تولیدی در زمان‌های تابش‌دهی متفاوت..... ۵۰
- شکل ۳-۴- نمودار سه بعدی درصد حذف بروموتیمول بلو توسط جاذب‌های تهیه شده در شرایط مختلفی از توان مایکروویو و (X_1) و زمان تابش‌دهی (X_2) ۵۳
- شکل ۳-۵- نمودار سه بعدی درصد حذف متیل اورانژ توسط جاذب‌های تهیه شده در شرایط مختلفی از توان مایکروویو (X_1) و زمان تابش‌دهی (X_2) ۵۵
- شکل ۳-۶- نمودار سه بعدی درصد حذف متیل ویولت توسط جاذب‌های تهیه شده در شرایط مختلفی از توان مایکروویو (X_1) و زمان تابش‌دهی (X_2) ۵۷
- شکل ۳-۷- نمودار درصد حذف تئوری بر حسب مقادیر تجربی برای رنگ متیل ویولت..... ۵۸
- شکل ۳-۸- نمودار درصد حذف تئوری بر حسب مقادیر تجربی برای رنگ بروموتیمول بلو..... ۵۹
- شکل ۳-۹- نمودار درصد حذف تئوری بر حسب مقادیر تجربی برای رنگ متیل اورانژ..... ۵۹
- شکل ۳-۱۰- تعیین pH_{pzc} برای کربن فعال تهیه شده از غلاف گل آذین خرما..... ۶۱
- شکل ۳-۱۱- بررسی اثر pH بر درصد حذف متیل اورانژ ($\%R$) توسط جاذب تهیه شده..... ۶۲
- شکل ۳-۱۲- بررسی اثر pH بر درصد حذف متیل ویولت ($\%R$) توسط جاذب تهیه شده..... ۶۳
- شکل ۳-۱۳- طیف FT-IR مربوط به ماده‌ی اولیه (غلاف گل آذین خرما)..... ۶۷
- شکل ۳-۱۴- طیف FT-IR مربوط به جاذب تهیه شده..... ۶۸
- شکل ۳-۱۵- هم‌دمای جذب و واجذب سطحی نیتروژن در $۷۷/۳\text{ K}$ برای نمونه کربنی تهیه شده..... ۷۰
- شکل ۳-۱۶- توزیع سایز حفره‌های به‌دست آمده برای جاذب تهیه شده به کمک روش DFT..... ۷۱
- شکل ۳-۱۷- توزیع سایز حفره‌های به‌دست آمده برای جاذب تهیه شده به کمک روش DA Plot..... ۷۲
- شکل ۳-۱۸- داده‌های تجربی و نقاط پیش‌بینی شده توسط هم‌دمای B-S برای جذب سطحی متیل ویولت روی PAC در ۳۰ C° ۷۴

شکل ۳-۱۹- داده‌های تجربی و نقاط پیش‌بینی شده توسط مدل سینتیکی MPnO برای جذب سطحی متیل‌ویولت روی

PAC در سه غلظت ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر 30°C ۷۶

شکل ۳-۲۰- نمودار t/q_t بر حسب t برای جذب متیل‌ویولت بر سطح PAC ۸۴

شکل ۳-۲۱- داده‌های تجربی (نقاط) و مقادیر پیش‌بینی شده توسط هم‌دما R-P برای جذب سطحی متیل‌اورانژ روی PAC

در دمای $30/0^{\circ}\text{C}$ ۸۲

شکل ۳-۲۲- داده‌های تجربی (نقاط) و مقادیر پیش‌بینی شده (نقطه‌چین) توسط مدل سینتیکی Elovich برای جذب

سطحی متیل‌اورانژ روی PAC در سه غلظت ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر در دمای $30/0^{\circ}\text{C}$ ۸۴

علایم و اختصارات

Granular activated carbon	کربن فعال دانه‌ای (GAC)
Powdered activated carbon	کربن فعال پودری (PAC)
Molecular sieving carbon	غربالگرهای مولکولی کربنی (MSC)
Activated carbon cloth	کربن فعال پارچه‌ای (ACC)
Prepared activated carbon	جاذب تهیه شده (PAC)
Langmuir constant	ثابت لانگمویر (K_L)
Freundlich constant	ثابت فروندلیچ (K_F)
Tempkin constant	ثابت تمکین (a_T)
Dubbinin constant	ثابت دوبینین (K_D)
Langmuir- Freundlich constant	ثابت لانگمویر- فروندلیچ (K_{L-F})
Redlich- Peterson constant	ثابت ردلیچ- پترسون (K_{R-P})
Toth constant	ثابت تاث (K_T)
Extended Langmuir constant	ثابت لانگمویر توسعه یافته (K_{E-L})
Fritz- schlunder constant	ثابت‌های فیریتز- اشلاندر ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)
Peseudo- first- order rate constant	ثابت سرعت جذب سطحی شبه مرتبه اول (K_1)
Peseudo- second- order rate constant	ثابت سرعت جذب سطحی شبه مرتبه دوم (K_2)
Adsorption rate constant	ثابت سرعت جذب (K_a)
Desorption rate constant	ثابت سرعت واجذب (k_d)
Elovich constant	ثابت‌های الوویچ (A,B)
Modified pseudo- n- order equation constant	ثابت معادله شبه مرتبه \ln نام اصلاح شده (K')
Pseudo- first- order kinetic model	مدل سینتیکی شبه مرتبه اول (PFO)
Pseudo- second- order kinetic model	مدل سینتیکی شبه مرتبه دوم (PSO)
Elovich kinetic model	مدل سینتیکی الوویچ (E)
Mixed order equation kinetic model	مدل سینتیکی مرتبه مختلط ۱ و ۲ (MOE)
Pseudo-n- order kinetic model	مدل سینتیکی شبه مرتبه \ln نام (Pno)

Modified Pseudo-n- order kinetic model	مدل سینتیکی شبه مرتبه n اصلاح شده (MpnO)
Correlation coefficient	ضریب همبستگی (r^2)
Broerous-Sotolongo	هم‌دما بروئوس- سوتولانگو (B-S)
Equilibrium concentration	غلظت تعادلی (C_e)
Amount adsorbed at time t	مقدار ماده جذب شده در زمان (q_t)
Amount of solute adsorbed at equilibrium condition	مقدار ماده جذب شده در لحظه تعادل (q_e)
Removal percent	درصد حذف ($R\%$)
pH of zero point charge	پی اچ مربوط به نقطه صفر بار (PH_{pzc})
Final pH	پی اچ نهایی (PH_f)
Initial pH	پی اچ اولیه (PH_i)
Adsorption	جذب (A)
Initial adsorption	جذب اولیه (A_0)
Wight of adsorbent	وزن جاذب (W)
Volume of solution	حجم محلول (V)
Response Surface Methodology	روش پاسخ دهی سطح (RMS)
Dubbinin- Astakhov plot	روش نقطه گذاری دی- آ (DA plot)
Brunauer- Emmer- Teller Surface area	مساحت سطح (BET)
Fourier transform infrared spectrum	طیف مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)
Ultraviolet/ Visiable spectrophotometer	طیف سنج مرئی/ ماورا بنفش (UV/Vis)
Density functional theory	تئوری دانسیته گروه‌های عاملی (DFT)
Carbon Hydrogen Nitrogen elemental analysis	آنالیز عنصری کربن، هیدروژن، نیتروژن (CHN)

تهیه کربن فعال از منابع گیاهی با استفاده از امواج مایکروویو و بررسی کار آبی آن در حذف برخی آلاینده‌های آلی در

محیط آبی

زهرا امامی

در این کار تحقیقاتی به منظور حذف آلاینده‌های رنگی از محلول‌های آبی، از غلاف گل آذین خرما به عنوان ماده اولیه فراوان، ارزان و در دسترس برای تهیه کربن فعال پودری استفاده شده است. فسفریک اسید به عنوان ماده فعالساز و مایکروویو به عنوان منبع گرمایی مورد استفاده قرار گرفتند. به کارگیری تابش‌دهی مایکروویو به جای گرمادهی با کوره سبب کاهش زمان تولید، صرفه جویی در مصرف انرژی و گرمادهی یکنواخت نمونه شد. به منظور بهینه‌سازی روش تهیه، اثر پارامترهای مختلف نظیر غلظت اسید، زمان تابش‌دهی و توان مایکروویو بررسی گردید. اثر پارامترهای زمان تابش‌دهی و توان مایکروویو بر توانایی کربن فعال تهیه شده برای حذف رنگ به کمک آنالیز ریاضی و آماری مورد بررسی قرار گرفت.

برخی از خصوصیات ماده اولیه به کمک آنالیز عنصری CHN و طیف FT-IR و جذب تهیه شده، با استفاده از هم‌دما جذب و واجذب N_2 ، PH_{pzc} ، طیف FT-IR و آنالیز CHN مورد بررسی قرار گرفت. توانایی این جاذب برای حذف رنگ‌های کاتیونی (متیل‌ویولت) و آنیونی (متیل‌اورانژ) و اثر دما و pH بر حذف رنگ‌های صنعتی مختلف توسط جاذب تهیه شده بررسی گردید. جذب سطحی متیل‌ویولت و متیل‌اورانژ از دو دیدگاه سینتیکی و تعادلی مورد بحث قرار گرفت. داده‌های تجربی با هم‌دماها و مدل‌های سینتیکی مختلف برازش شد. همچنین اثر pH بر درصد حذف رنگ‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: کربن فعال، غلاف گل آذین خرما، گرمادهی مایکروویو، جذب سطحی، متیل‌ویولت، متیل‌اورانژ، درصد

حذف رنگ .

Abstract

Preparation of activated carbon from plant resources with microwave and investigation of its capability for removal of some organic pollutants from aqueous media.

Zahra Emami

In the present work date sphate has been applied as a primary, abundant, cheap and available precursor to produce powdered activated carbon for removal of dye pollutants from aqueous solutions. Phosphoric acid as an activating agent and microwave energy as a heating source have been used. Using microwave irradiation instead of furnace heating caused the decrease of time operation, saving energy and homogeneous heating of sample.

For optimizing the method of production, the effects of different parameters such as phosphoric acid concentration, time of irradiation and microwave power have been investigated.

The effects of irradiation time and microwave power on the capability of the produced activated carbon for dye removal were analyzed using mathematical and statistical methods.

Some of the characteristics of the precursor were studied using CHN elemental analysis and FT-IR spectroscopy and prepared adsorbent were studied using of N_2 adsorption/desorption Isotherm, PH_{pzc} , determining, FT-IR spectrum and CHN analysis. The ability of this adsorbent for removal of cationic and anionic dyes such as methylviolet and methylorange and the effect of temperature and pH on removal of different industrial dyes by the prepared adsorbent was studied. Adsorption of methylviolet and methylorange was studied from kinetics and equilibrium point of view. The experimental data were fitted with different isotherms and kinetics models.

The effect of pH on the removal percentage of the dyes was studied too.

Key words:

Activated carbon, Date sphate, Microwave heating, Adsorption, Methylviolet, Methylorange Dye removal percent.

فصل اول

مقدمه و تئوری

۱-۱- مقدمه

امروزه یکی از معضلات زیست محیطی فاضلاب‌های صنعتی است. این پساب‌ها به دلیل داشتن مقادیر قابل ملاحظه‌ای از فلزات سنگین، رنگ‌ها، آفت کش‌ها، هیدروکربن‌های آروماتیک، استرها و غیره برای محیط زیست مخاطره آمیز بوده و مشکلات فراوانی برای آن فراهم می‌آورند [۱].

از سویی دفع نادرست و غیراصولی این پساب‌ها زمینه‌ساز بروز فجایع زیست محیطی نظیر مرگ و میر آبزیان، مسمومیت، حساسیت‌های شدید، ضایعات کروموزومی، عقب افتادگی‌های ذهنی، فراموشی، سنگ کلیه، نرمی استخوان و انواع سرطان‌ها می‌گردد [۲].

برای حذف آلاینده‌ها از محلول‌های آبی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رسوب دهی^۱
- انعقاد^۲
- شناور سازی^۳
- ته‌نشینی^۴
- فیلتراسیون^۵
- هم رسوبی^۶
- فرآیندهای غشایی^۷
- تکنیک‌های الکتروشیمیایی^۸
- تبادل یون^۹
- فرایندهای بیولوژیکی^{۱۰}

¹ Precipitation

² Coagulation

³ Flotation

⁴ Sedimentation

⁵ Filtration

⁶ Coprecipitation

⁷ Membran process

⁸ Electro chemical techniques

⁹ Ion exchange

¹⁰ Biological process

- واکنش‌های شیمیایی^۱

- اسمز معکوس^۲

- استفاده از میدان‌های مغناطیسی^۳ [۳-۸].

از معایب استفاده از این روش‌ها می‌توان گران بودن تجهیزات، وقت‌گیر بودن، استفاده مداوم از مواد شیمیایی، هزینه‌های بالای مواد اولیه، انرژی و حجم زیاد فاضلاب تولیدی را برشمرد [۹ و ۱۰].

یکی از روش‌های ساده، پرکاربرد، تقریباً ارزان و بدون نیاز به مواد شیمیایی استفاده از تکنیک‌های وابسته به جذب^۴، به ویژه جذب سطحی^۵ است [۳].

۲-۱- جذب سطحی

جذب سطحی عبارت است از فرایندی که طی آن مولکول‌های ماده حل شده موجود در یک فاز به سمت فصل مشترک^۶ با فاز دیگر کشیده شده و تجمع می‌یابند. لازمه انجام فرایند جذب سطحی تماس دو فاز با یکدیگر است. فاز اول که مواد حل شده (جذب شونده) از آن جدا گشته و به سطح مشترک می‌روند می‌تواند به شکل مایع یا گاز باشد. فاز دوم که جذب بر روی سطح آن انجام می‌شود، می‌تواند مایع یا جامد باشد، ولی برای اهدافی چون حذف آلاینده‌ها از جامدات استفاده می‌شود.

به طور کلی جذب سطحی پدیده‌ای عمومی است که در آن تمامی جامدات قادرند مقادیر محدودی از جذب شونده را جذب کنند، ولی در اهداف صنعتی تنها برخی از جامدات ظرفیت لازم برای جذب را دارا می‌باشند.

جذب روی سطح جامد به دلیل ایجاد نیروی جاذبه بین گروه‌های عاملی موجود در سطح جامد و ماده جذب شده می‌باشد. بنابراین شدت جذب بستگی به طبیعت جذب شونده و جسم جاذب دارد [۱۱]. به عبارت دیگر جاذب^۷ به ماده‌ای گفته می‌شود که قادر است انواع مایعات و گازها را بدون تغییر در حالت ساختاری‌شان جذب نمایند. جاذب‌ها معمولاً دارای مساحت سطح بالایی بوده و علاوه بر آن دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند:

- قیمت مناسب

¹ Chemical reaction

² Reverse osmosis

³ Magnetic field

⁴ Absorption

⁵ Adsorption

⁶ Interface

⁷ Adsorbent