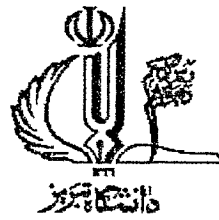


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده شیمی
گروه شیمی کاربردی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی کاربردی

تهیه کربن فعال فیبری از کنف در حضور K_2HPO_4
برای استفاده در تصفیه آب

استاد راهنما

جناب آقای دکتر سهیل عابر

استاد مشاور

جناب آقای دکتر علیرضا ختائی

۱۳۸۸ / ۴ / ۳۱

پژوهشگر

محسن شیدائی

مشاور اطلاعات مدارک علمی بزرگ
تیم مدیریت

بهمن ۱۳۸۷

۱۱۳۴۸۱

تقدیم به:

پدر بزرگوار، مادر فداکار و برادر مهربانم

آموزگارانی که برایم زندگی را زیبا معنی کردند.

با تشکر از:

- جناب آقای دکتر سهیل عابر که راهنمایی و سرپرستی پایاننامه را بر عهده

داشته اند

- جناب آقای دکتر علیرضا ختایی استاد مشاور پایاننامه

- جناب آقای دکتر علی اولاد داور محترم پایاننامه

- جناب آقای دکتر داریوش سالاری مدیریت محترم گروه شیمی کاربردی

- جناب آقای دکتر نمازی ریاست محترم دانشکده شیمی

- جناب آقای دکتر نیایی معاونت محترم پژوهشی دانشکده و نماینده تحصیلات

تکمیلی

- جناب آقای دکتر خاندان معاونت محترم آموزشی دانشکده

- دانشجویان تحصیلات تکمیلی گروه شیمی کاربردی بویژه دوستان

هم آزمایشگاهی آقایان: زارعی، نبوی، امانی، پورعطا، وطن پور، سید دراجی،

پارسا، جوشنی، مهریزاده و خانمها: حدادی، ایوبی و سخندانی.

- تمامی کارکنان گروه شیمی کاربردی و کادر اداری دانشکده شیمی

نام خانوادگی دانشجو: شیدائی	نام: محسن
عنوان پایان نامه: تهیه کربن فعال فیبری از کنف در حضور K_2HPO_4 برای استفاده در تصفیه آب	
استاد راهنما: دکتر سهیل عابر استاد مشاور: دکتر علیرضا ختانی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی گرایش: شیمی کاربردی دانشگاه: دانشگاه تبریز	
دانشکده: شیمی	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۷/۱۱/۲۰ تعداد صفحه: ۱۰۶
کلید واژه: کربن فعال فیبری. کنف، تاگوچی، K_2HPO_4 و CO_2	
چکیده:	
<p>جذب سطحی با کربن فعال یک روش موثر برای حذف آلاینده های آلی و معدنی از جریانهای آبی و گازی می باشد. در سالهای اخیر از میان انواع کربن های فعال مورد استفاده در تصفیه آب، کربن های فعال فیبری بدلیل داشتن سرعت جذب و مساحت سطح بیشتر توجه زیادی را بعنوان یک جاذب موثر به خود جلب کرده اند. در این پروژه کربن فعال فیبری از پیش ماده طبیعی کنف تهیه شده و برای تهیه کربن فعال از دو روش فعال سازی شیمیایی و فیزیکوشیمیایی استفاده شده است. در روش فعال سازی شیمیایی از فعال کننده شیمیایی K_2HPO_4 و در روش فعال سازی فیزیکوشیمیایی از فعال کننده شیمیایی K_2HPO_4 و فعال کننده فیزیکی CO_2 استفاده شده است. در روش فعال سازی شیمیایی تاثیر عوامل موثر بر تهیه کربن فعال مانند دمای فعال سازی، نسبت وزنی حجمی ماده فعال کننده در محلول فعال سازی، سرعت افزایش دما تا رسیدن به دمای فعال سازی، مدت زمان فعال سازی و دمای کربونیزاسیون بررسی شده و برای تعیین بهترین سطح هر یک از پارامترها و شرایط تهیه بهینه کربن فعال از روش طراحی آزمایش تاگوچی استفاده شده است. عدد یدی و بیشینه جذب سطحی فنول بعنوان پارامترهای شاخص فعالیت جذب سطحی نمونه های کربن فعال اندازه گیری و بعنوان معیار یافتن شرایط بهینه با روش تاگوچی مورد استفاده قرار گرفتند. مشاهده شد که کربونیزاسیون در دمای $300^{\circ}C$، آغشته سازی با محلول با ۳۰ درصد وزنی - حجمی از ماده فعال کننده و فعال سازی در دمای $700^{\circ}C$ به مدت زمان فعال سازی ۲ h با سرعت افزایش دمای $2^{\circ}C/min$ تا رسیدن به دمای فعال سازی، شرایط بهینه برای تهیه کربن فعال فیبری میباشد. بر اساس نتایج بدست آمده از روش تاگوچی دمای فعال سازی بیشترین تاثیر را بر روی توانایی جذب سطحی کربن فعال تهیه شده دارد.</p>	

ادامه چکیده پایان نامه:

در بخش دوم این کار پژوهشی، کربن فعال فیبری با روش فیزیکوشیمیایی تهیه شد. برای تهیه کربن فعال از روش بهینه شده برای تهیه کربن فعال فیبری به روش شیمیایی استفاده و فقط تاثیر دمای فعال سازی در تهیه کربن فعال بررسی شد. بر اساس نتایج عدد یدی نمونه‌های تهیه شده بهترین دمای فعال سازی برابر با 50°C بود.

ویژگیهای سطحی کربن فعال فیبری تهیه شده با روش شیمیایی بهینه شده و کربن فعال فیبری تهیه شده با روش فیزیکوشیمیایی مانند مساحت سطح، حجم تخلخل، توزیع اندازه حفرات، تصاویر سطحی گرفته شده بوسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، طیف مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) و pH نقطه ایزوالکتریک سطح (pH_{pzc}) بررسی شدند. همچنین مطالعه جذب سطحی آلاینده های فنول، پارانیتروفنول و پارکتروفنول بر روی کربن فعال فیبری تهیه شده با روش شیمیایی و جذب سطحی آلاینده های فنول و رنگ قرمز ۱۴ بر روی کربن فعال فیبری تهیه شده با روش فیزیکوشیمیایی انجام گرفت.

مقایسه توانایی جذب سطحی و ویژگیهای سطحی کربنهای فعال فیبری تهیه شده با روش بهینه شیمیایی و روش فیزیکوشیمیایی حاکی از بیشتر بودن مساحت سطح و توانایی جذب سطحی نمونه تهیه شده با روش فیزیکوشیمیایی بود.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

صفحه	عنوان
۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- جذب سطحی
۳	۳-۱- مکانیسم جذب سطحی
۴	۴-۱- مهمترین عوامل مؤثر بر جذب سطحی
۴	۱-۴-۱- نوع جاذب
۶	۲-۴-۱- مساحت سطح جاذب
۸	۳-۴-۱- pH
۸	۴-۴-۱- دما
۹	۵-۱- کربن فعال
۹	۱-۵-۱- ساختار کریستالی کربن فعال
۱۰	۲-۵-۱- ساختار تخلخل کربن فعال
۱۱	۳-۵-۱- ساختار شیمیایی کربن فعال
۱۲	۴-۵-۱- انواع کربن فعال
۱۲	۱-۴-۵-۱- کربن فعال پودری
۱۳	۲-۴-۵-۱- کربن فعال گرانوله
۱۳	۳-۴-۵-۱- کربن فعال فیبری
۱۳	۵-۴-۵-۱- تهیه کربن فعال
۱۴	۱-۵-۵-۱- فعال سازی فیزیکی
۱۴	۲-۵-۵-۱- فعال سازی شیمیایی
۱۵	۳-۵-۵-۱- فعال سازی فیزیکوشیمیایی
۱۵	۶-۱- آلاینده های آب
۱۶	۱-۶-۱- ترکیبات فنولی
۱۷	۲-۶-۱- رنگینه اسید قرمز ۱۴
۱۷	۷-۱- تعادل های جذب
۱۸	۸-۱- تئوری های جذب تعادلی ایزوترم جذب
۱۸	۱-۸-۱- ایزوترم جذبی لانگمویر

صفحه	عنوان
۱۹	۱-۸-۲- ایزوترم BET
۲۰	۱-۸-۳- ایزوترم جذبی فروندلیچ
۲۰	۱-۸-۴- ایزوترم دوینین- رادوشکویچ (D-R)
۲۱	۱-۸-۵- ایزوترم تمکین
۲۲	۱-۹- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه تهیه کربن فعال فیبری
۲۴	۱-۱۰- اهداف پروژه حاضر

فصل دوم: مواد و روشها

صفحه	عنوان
۲۶	۲-۱- مواد مورد استفاده
۲۷	۲-۲- دستگاه‌های مورد استفاده
۲۷	۲-۳- ساخت کوره آزمایشگاهی با قابلیت ایجاد محیط گازی کنترل شده
۲۸	۲-۴- روش تهیه محلول های مورد استفاده
۲۸	۲-۴-۱- محلول فسفت دی پتاسیم (فعال کننده تیمیایی)
۲۸	۲-۴-۲- محلول هیدروکسید سدیم (جهت تنظیم pH)
۲۹	۲-۴-۳- محلول اسید هیدروکلریک (جهت تنظیم pH)
۲۹	۲-۴-۴- محلول $0.1 N$ نیترات سدیم
۲۹	۲-۴-۵- محلول اسید هیدروکلریک ۰.۵٪ حجمی/وزنی
۲۹	۲-۴-۶- محلول تیوسولفات سدیم ($0.1 N$)
۲۹	۲-۴-۷- محلول یدات پتاسیم $0.1 N$
۲۹	۲-۴-۸- محلول ید استاندارد ($0.01 \pm 0.1 N$)
۳۰	۲-۴-۹- محلول مادر فنول
۳۰	۲-۴-۱۰- محلول مادر پارانیتروفنول
۳۰	۲-۴-۱۱- محلول مادر پاراکلروفنول
۳۰	۲-۴-۱۲- محلول مادر اسید قرمز ۱۴
۳۰	۲-۴-۱۳- محلول کاتیوزوری سولفات نقره
۳۰	۲-۴-۱۴- محلول استاندارد پتاسیم هیدروژن فتالات
۳۱	۲-۴-۱۵- محلول محاسم پتاسیم دی کرومات

صفحه	عنوان
۳۱	۵-۲- روشهای تهیه کربن فعال فیبری
۳۱	۱-۵-۲- تهیه کربن فعال فیبری با روش فعالسازی شیمیایی
۳۲	۱-۱-۵-۲- طراحی آزمایشهای بهینه سازی
۳۵	۲-۵-۲- تهیه کربن فعال فیبری با روش فعالسازی فیزیکوشیمیایی
۳۶	۶-۲- اندازه گیری عدد یدی کربن فعال بعنوان عامل هدف برای آزمایشهای بهینه سازی
	۷-۲- اندازه گیری بیشینه مقدار آلاینده جذب شده به مرت تعادلی بر روی کربن فعال
۳۷	فیبری بعنوان عامل هدف برای آزمایشهای بهینه سازی
۳۸	۸-۲- اندازه گیری سطح ویژه، حجم و توزیع حفره‌ها
۳۸	۱-۸-۲- تعیین نوع جذب سطحی با آنالیز ایزوترمهای جذب- واجذبی
۳۹	BET-Plot -۲ -۸-۲
۴۰	t-Plot -۳ -۸-۲
۴۱	MP-Plot -۴ -۸-۲
۴۱	BJH -۵ -۸-۲
۴۲	۹-۲- آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۴۲	۱۰-۲- طیف برداری FT-IR
۴۲	۱۱-۲- آزمایش تعیین نقطه ایزوالکتریک
	۱۲-۲- اندازه گیری غلظت فنول ، پارانیتروفنول ، پاراکلروفنول و اسید قرمز ۱۴ در
۴۳	محلول آبی
	۱۳-۲- روشهای بررسی جذب سطحی فنول ، پارانیتروفنول ، پاراکلروفنول
۴۶	و اسید قرمز ۱۴ از محلولهای آبی
۴۶	۱-۱۳-۲- روش آزمایش تاثیر زمان تماس بر روی مقدار آلاینده جذب سطحی شده
۴۷	۲-۱۳-۲- روش آزمایش تعیین ایزوترم های جذب سطحی
۴۷	۱۴-۲- روش بررسی قابلیت جذب سطحی تعادلی آلاینده های موجود در پساب چرم شهر
	تبریز
۴۸	۱-۱۴-۲- اندازه گیری COD
۴۹	۲-۱۴-۲- اندازه گیری رنگ
۵۰	۱۵-۲- روش محاسبه حد اطمینان نتایج بدست آمده

فصل سوم: نتایج و بحث

صفحه	عنوان
۵۱	۱-۳- بهینه سازی تهیه کربن فعال به روش شیمیایی
۵۱	۱-۱-۳- نتایج بهینه سازی تهیه کربن فعال بر اساس عدد یدی
۵۴	۲-۱-۳- نتایج بهینه سازی تهیه کربن فعال بر اساس بیشینه جذب سطحی تعادلی فنول
۵۷	۳-۱-۳- بررسی نتایج بدست آمده از پاسخ S/N برای عدد یدی و ایزوترم جذب فنول
۵۷	۱-۳-۱-۳- تاثیر دمای فعال سازی بر روی کربن فعال فیبری تهیه شده
۵۸	۲-۳-۱-۳- تاثیر درصد وزنی - حجمی ماده فعال کننده در محلول فعال سازی بر روی کربن فعال فیبری تهیه شده
۵۸	۳-۳-۱-۳- تاثیر سرعت افزایش دما تا رسیدن به دمای فعال سازی بر روی کربن فعال فیبری تهیه شده
۵۹	۴-۳-۱-۳- تاثیر مدت زمان حرارت دهی در دمای فعال سازی بر روی کربن فعال فیبری تهیه شده
۵۹	۵-۳-۱-۳- تاثیر دمای کربونیزاسیون بر روی کربن فعال فیبری تهیه شده
۶۰	۲-۲- بررسی ویژگیهای سطحی نمونه CACF
۶۰	۱-۲-۳- اندازه گیری مساحت سطح ویژه، حجم خلخل و توزیع اندازه حفره ها با ایزوترم جذب سطحی نیتروژن
۶۰	۱-۱-۲-۳- منحنی ایزوترم جذب - واجذب
۶۱	۲-۱-۲-۳- نمودار t-Plot
۶۱	۳-۱-۲-۳- نمودار MP-Plot
۶۲	۴-۱-۲-۳- نمودار BJH
۶۳	۲-۲-۳- تصاویر SEM نمونه CACF
۶۴	۳-۲-۳- طیف FT-IR نمونه CACF
۶۵	۴-۲-۳- pH _{pzc} نمونه CACF
۶۶	۳-۳- بررسی قابلیت CACF برای جذب سطحی فنول، نیتروفنول و کلروفنول
۶۶	۱-۳-۳- جذب سطحی فنول
۶۶	۱-۱-۳-۳- بررسی اثر زمان تماس در فرآیند جذب سطحی
۶۷	۲-۱-۳-۳- بررسی نتایج حاصل از آزمایش تعیین ایزوترم های جذب سطحی
۷۰	۲-۳-۳- جذب سطحی پارانیتروفنول
۷۰	۱-۲-۳-۳- بررسی اثر زمان تماس در فرآیند جذب سطحی

صفحه	عنوان
۷۱	۳-۳-۲-۲- بررسی نتایج حاصل از آزمایش تعیین ایزوترم‌های جذب سطحی
۷۵	۳-۳-۳- جذب سطحی پاراکلروفنول
۷۵	۳-۳-۳-۱- بررسی اثر زمان تماس در فرآیند جذب سطحی
۷۶	۳-۳-۲-۳- بررسی نتایج حاصل از آزمایش تعیین ایزوترم‌های جذب سطحی
	۳-۳-۴- مقایسه نتایج جذب سطحی فنول، پارانیتروفنول و پاراکلروفنول
۷۹	بر روی CACF
۸۰	۳-۴- تهیه کربن فعال فیبری با روش فعال‌سازی فیزیکیوشیمیایی
۸۱	۳-۵- بررسی ویژگی‌های سطحی PCACF
	۳-۱-۵- اندازه‌گیری مساحت سطح ویژه، حجم تخلخل و توزیع اندازه حفره‌ها با
۸۱	ایزوترم جذب نیتروژن
۸۱	۳-۱-۵-۱- منحنی ایزوترم جذب- واجذب
۸۲	۳-۱-۵-۲- نمودار BET
۸۳	۳-۱-۵-۳- نمودار t-Plot
۸۳	۳-۱-۵-۴- نمودار BJH
۸۴	۳-۵-۲- تصاویر SEM نمونه PCACF
۸۵	۳-۵-۳- طیف FT-IR نمونه PCACF
۸۶	۳-۵-۴- pH _{pzc} نمونه PCACF
۸۷	۳-۶- بررسی قابلیت PCACF برای جذب سطحی فنول واسید قرمز ۱۴
۸۷	۳-۶-۱- جذب سطحی فنول
۸۷	۳-۶-۱-۱- بررسی اثر زمان تماس در فرآیند جذب سطحی
۸۸	۳-۶-۱-۲- بررسی نتایج حاصل از آزمایش تعیین ایزوترم‌های جذب سطحی
۹۲	۳-۶-۲- جذب سطحی اسید قرمز ۱۴
۹۲	۳-۶-۲-۱- بررسی اثر زمان تماس در فرآیند جذب سطحی
۹۳	۳-۶-۲-۲- بررسی نتایج حاصل از آزمایش تعیین ایزوترم‌های جذب سطحی
۹۶	۳-۷- مقایسه قابلیت‌های کربن‌های فعال فیبری تهیه شده
۹۸	۳-۸- بررسی قابلیت جذب سطحی تعادلی آلاینده‌های موجود در پساب چرم شهر تبریز
۹۹	نتیجه‌گیری
۱۰۱	پیشنهادها
۱۰۲	منابع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۰	شکل ۱-۱- طرح شماتیک ساختار کربن فعال (a) گرافیته شده در حد زیاد و (b) گرافیته شده در حد بسیار کم.
۲۸	شکل ۱-۲- کوره آزمایشگاهی با قابلیت ایجاد محیط گازی کنترل شده
۳۹	شکل ۲-۲- ایزوترمهای جذب سطحی- واجذبی
۴۳	شکل ۳-۲- طول موج جذب بیشینه فنول در $pH=6$
۴۳	شکل ۴-۲- طول موج جذب بیشینه پارانیتروفنول در $pH=6$
۴۴	شکل ۵-۲- طول موج جذب بیشینه پاراکلروفنول در $pH=6$
۴۴	شکل ۶-۲- طول موج جذب بیشینه اسید قرمز ۱۴ در $pH=6$
۴۵	شکل ۷-۲- نمودار کالیبراسیون محلول فنول بدست آمده در طول موج 270 nm
۴۵	شکل ۸-۲- نمودار کالیبراسیون محلول پارانیتروفنول بدست آمده در طول موج 317 nm
۴۶	شکل ۹-۲- نمودار کالیبراسیون محلول پاراکلروفنول بدست آمده در طول موج 280 nm
۴۶	شکل ۱۰-۲- نمودار کالیبراسیون محلول اسید قرمز ۱۴ بدست آمده در طول موج 514 nm
۵۳	شکل ۱-۳- نمودارهای پاسخ S/N تاثیر پارامترهای بررسی شده باروش تاگوچی بر روی عدد یدی کربن فعال
۵۷	شکل ۲-۳- نمودارهای پاسخ S/N تاثیر پارامترهای بررسی شده با روش تاگوچی بر روی مقدار فنول جذب سطحی شده بر روی کربن فعال
۶۰	شکل ۳-۳- ایزوترم جذب سطحی- واجذب برای نمونه CACF
۶۱	شکل ۴-۳- نمودار t-Plot برای نمونه CACF
۶۱	شکل ۵-۳- نمودار MP-Plot برای نمونه CACF
۶۲	شکل ۶-۳- نمودار BJH برای نمونه CACF
۶۳	شکل ۷-۳- تصاویر SEM برای نمونه CACF
۶۴	شکل ۸-۳- طیف FT-IR برای نمونه CACF
۶۵	شکل ۹-۳- نمودار تعیین نقطه ایزوالکتریک برای نمونه CACF
۶۶	شکل ۱۰-۳- نمودار تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی فنول در شرایط ...
۶۸	شکل ۱۱-۳- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر فنول ...
۶۸	شکل ۱۲-۳- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ فنول ...

صفحه	عنوان
۶۹	شکل ۳-۱۳- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی تمکین فنول ...
۶۹	شکل ۳-۱۴- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی D-R فنول ...
۷۱	شکل ۳-۱۵- نمودار تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی پارانیتروفنول ...
۷۲	شکل ۳-۱۶- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر پارانیتروفنول ...
۷۳	شکل ۳-۱۷- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ پارانیتروفنول ...
۷۳	شکل ۳-۱۸- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی تمکین پارانیتروفنول ...
۷۴	شکل ۳-۱۹- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی D-R پارانیتروفنول ...
۷۵	شکل ۳-۲۰- نمودار تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی پاراکلروفنول ...
۷۶	شکل ۳-۲۱- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر پاراکلروفنول ...
۷۷	شکل ۳-۲۲- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ پاراکلروفنول ...
۷۷	شکل ۳-۲۳- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی تمکین پاراکلروفنول ...
۷۸	شکل ۳-۲۴- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی E-R پاراکلروفنول ...
	شکل ۳-۲۵- عدد یدی برای نمونه های کربن فعال تهیه شده در دماهای ۷۰۰، ۷۵۰، ۸۰۰ و ۸۵۰ °C
۸۱	
۸۲	شکل ۳-۲۶- ایزوترم جذب سطحی / واجذب برای نمونه PCACF
۸۲	شکل ۳-۲۷- نمودار BET برای نمونه PCACF
۸۳	شکل ۳-۲۸- نمودار t-Plot برای نمونه PCACF
۸۳	شکل ۳-۲۹- نمودار BJH برای نمونه PCACF
۸۵	شکل ۳-۳۰- تصاویر SEM برای نمونه PCACF
۸۶	شکل ۳-۳۱- طیف FT-IR برای نمونه PCACF
۸۷	شکل ۳-۳۲- نمودار تعیین نقطه ایزوالکتریک برای نمونه PCACF
۸۸	شکل ۳-۳۳- نمودار تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی فنول ...
۸۹	شکل ۳-۳۴- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر فنول ...
۹۰	شکل ۳-۳۵- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ فنول ...
۹۰	شکل ۳-۳۶- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی تمکین فنول ...
۹۱	شکل ۳-۳۷- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی D-R فنول ...
۹۳	شکل ۳-۳۸- نمودار تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی اسید قرمز ۱۴ ...
۹۴	شکل ۳-۳۹- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر اسید قرمز ۱۴ ...

صفحه	عنوان
۹۴	شکل ۳-۴۰- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ اسید قرمز ۱۴ ...
۹۵	شکل ۳-۴۱- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی تمکین اسید قرمز ۱۴ ...
۹۵	شکل ۳-۴۲- نمودار خطی آزمایش ایزوترم جذبی D-R اسید قرمز ۱۴ ...
۹۸	شکل ۳-۴۳- کسر حذف COD بر اثر جذب سطحی تعادلی آلاینده های پساب در حضور نمونه های PCACF و GAC
۹۹	شکل ۳-۴۴- کسر حذف رنگ بر اثر جذب سطحی آلاینده های پساب در حضور نمونه های PCACF و GAC

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۷	جدول ۱-۱- فرمول ساختاری و خصوصیات فنول، پارانیتروفنول، پاراکلروفنول و اسید قرمز ۱۴
۳۳	جدول ۱-۲- پارامترها و سطوح انتخاب شده برای آزمایش تاگوچی
۳۴	جدول ۲-۲- ترتیب آزمایشهای آرایه متعامد L16 بر اساس طرح پیشنهادی تاگوچی
۳۵	جدول ۲-۳- آرایه استاندارد L16 تاگوچی برای بهینه سازی تهیه کربن فعال فیبری
۳۸	جدول ۲-۴- طبقه بندی ایزوترمهای جذب سطحی توسط IUPAC و ویژگیهای آنها
۵۰	جدول ۲-۵- t بصورت تابعی از تعداد تکرار آزمایشها
۵۱	جدول ۳-۱- عدد یدی نمونه‌های کربن فعال تهیه شده با سطوح پیشنهادی روش تاگوچی
۵۲	جدول ۳-۲- پاسخ S/N عدد یدی بر اساس سطوح پارامترهای بررسی شده
۵۳	جدول ۳-۳- عددی یدی نمونه کربن فعال تهیه شده با روش بهینه
۵۵	جدول ۳-۴- بیشینه فنول جذب سطحی شده توسط نمونه‌های کربن فعال تهیه شده با سطوح پیشنهادی روش تاگوچی
۵۵	جدول ۳-۵- پاسخ S/N جذب سطحی فنول بر اساس سطوح پارامترهای بررسی شده
۶۵	جدول ۳-۶- pH محلولهای مورد آزمایش در تعیین pH_{pzc} برای نمونه CACF قبل و بعد از آزمایش و تفاضل pH نهایی و اولیه
۶۶	جدول ۳-۷- نتایج حاصل از آزمایش تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی فنول ...
۶۷	جدول ۳-۸- میانگین برای نتایج جذبی اندازه گیری شده حاصل از آزمایش تعیین ایزوترم‌های جذب سطحی فنول
۶۷	جدول ۳-۹- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر فنول ...
۶۸	جدول ۳-۱۰- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ و تمکین فنول ...
۶۹	جدول ۳-۱۱- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی D-R فنول ...
۷۰	جدول ۳-۱۲- ثابت‌های مدل لانگمویر، فروندلیچ، تمکین و D-R برای جذب سطحی تعادلی فنول
۷۱	جدول ۳-۱۳- نتایج حاصل از آزمایش تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی پارانیتروفنول ...
۷۲	جدول ۳-۱۴- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر پارانیتروفنول ...
۷۲	جدول ۳-۱۵- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ و تمکین پارانیتروفنول ...
۷۳	جدول ۳-۱۶- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی D-R پارانیتروفنول ...

عنوان	صفحه
جدول ۱۷-۳- ثابت های مدل لانگمویر، فروندلیچ، تمکین و D-R برای جذب سطحی تعادلی پارانیتروفنول	۷۴
جدول ۱۸-۳- نتایج حاصل از آزمایش تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی پاراکلروفنول ...	۷۵
جدول ۱۹-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر پاراکلروفنول ...	۷۶
جدول ۲۰-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ و تمکین پاراکلروفنول ...	۷۷
جدول ۲۱-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی D-R پاراکلروفنول ...	۷۸
جدول ۲۲-۳- ثابت های مدل لانگمویر، فروندلیچ، تمکین و D-R برای جذب سطحی تعادلی پاراکلروفنول	۷۸
جدول ۲۳-۳- عدد یدی نمونه های کربن فعال تهیه شده در دماهای ۷۰۰، ۷۵۰، ۸۰۰ و ۸۵۰ °C	۸۰
جدول ۲۴-۳- pH محلولهای مورد آزمایش در تعیین pH_{pzc} نمونه PCACF قبل و بعد از آزمایش و تفاضل pH نهایی و اولیه	۸۷
جدول ۲۵-۳- نتایج حاصل از آزمایش تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی فنول ...	۸۸
جدول ۲۶-۳- حد اطمینان برای نتایج جذبی اندازه گیری شده حاصل از آزمایش تعیین ایزوترم های جذب سطحی فنول	۸۹
جدول ۲۷-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر فنول ...	۸۹
جدول ۲۸-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترمهای جذبی فروندلیچ و تمکین فنول ...	۹۰
جدول ۲۹-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی D-R فنول ...	۹۱
جدول ۳۰-۳- ثابت های مدل لانگمویر، فروندلیچ، تمکین و D-R برای جذب سطحی تعادلی فنول	۹۲
جدول ۳۱-۳- نتایج حاصل از آزمایش تاثیر زمان جذب بر جذب سطحی اسید قرمز ۱۴ ...	۹۲
جدول ۳۲-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی لانگمویر اسید قرمز ۱۴ ...	۹۳
جدول ۳۳-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی فروندلیچ و تمکین اسید قرمز ۱۴ ...	۹۴
جدول ۳۴-۳- نتایج حاصل از آزمایش ایزوترم جذبی D-R اسید قرمز ۱۴ ...	۹۵
جدول ۳۵-۳- ثابت های مدل لانگمویر، فروندلیچ، تمکین و D-R برای جذب سطحی تعادلی اسید قرمز ۱۴	۹۶

فهرست علائم و اختصارات

a_s Specific surface area (cm^2/g)

IUPAC International Union of Pure and Applied Chemistry

b Langmuir isotherm constant (L/mg)

BET Brunauer, Emmett and Teller

BJH Barrett, Joyner and Halenda

C residual filtrate iodine solution normality

C BET isotherm constant

C_0 Initial dye concentration (mg/L)

CACF Chemically activated carbon fiber

C_e Equilibrium dye concentration (mg/L)

COD Chemical Oxygen Demand (mg/L)

C_t Dye concentration at time t (mg/L)

D-R Dubinin-Radushkevich

DF Dilution factor

FT-IR Fourier transform infrared

I Iodine solution volume (mL)

K' Adsorption energy constant (mol^2/kJ^2)

K_f Freundlich isotherm constant (mg/g) (L/g) ^{n}

K_T Temkin isotherm constant (L/g)

L Avogadro constant

m Weight of adsorbent (g)

M_g Molecular weight (g/mol)

n_f Freundlich isotherm exponent

N_2 Iodine solution normality (N)

N_I Sodium thiosulfate solution normality (N)

$p(i)$ Pressure of i th measurement point is expressed (kPa)

p_0 Saturation pressure of the adsorptive at measurement temperature (kPa)

PCACF Physicochemically activated carbon fiber

pH_{pzc} Point of zero charge pH

q_e Equilibrium solid-phase concentration (mg/g)

q_m Maximum adsorption capacity of the adsorbent (mg/g)

q_t Equilibrium solid-phase concentration at time t (mg/g)

R_L Separation factor

S Sodium thiosulfate solution volume (mL)

t Time (min)

T Temperature ($^{\circ}\text{C}$)

SEM Scanning electron microscopy

V Solution volume (L)

V_a Specific amount adsorbed expressed in the gas volume at the standard state
($\text{cm}^3\text{STP}/\text{g}$)

V_m Gas volume at the monolayer coverage and at the standard state ($\text{cm}^3\text{STP}/\text{g}$)

V_p Total pore volume ($\text{cm}^3\text{STP}/\text{g}$)

X/M iodine adsorbed per gram of carbon (mg/g)

XPS X-ray photoelectron spectroscopy

σ Cross-sectional area of an adsorbate molecule (nm^2)

ρ_g Density of adsorptive (g/cm^3)

λ_{max} Maximum absorption wavelength (nm)

فصل اول

مقدمه و

بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

رشد فزاینده صنعتی شدن و بهره برداری بی رویه از منابع طبیعی در طول چندین دهه گذشته باعث تخریب زمین شده و فشار زیادی را بر نیازهای اساسی زندگی موجودات زنده یعنی آب و هوا وارد کرده است. فاضلابهای صنایع مختلف و تاسیسات شهری همراه با استفاده بیش از حد از انواع مواد شیمیایی در کشاورزی موجب تخلیه مقادیر متفاوت از انواع مواد شیمیایی به آبهای سطحی و زیر زمینی شده و باعث ایجاد شرایط خطرناک زیست محیطی گردیده است [۱].

در چنین شرایطی یافتن روشی مؤثر برای پالایش آبهای آلوده شده ضروری بنظر می‌رسد. روشهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی متعددی برای حذف آلایندها از پسابها مورد استفاده قرار گرفته است که از آنها می‌توان به فیلتراسیون، انعقاد و ته‌نشینی، اکسایش شیمیایی، فرایندهای الکتروشیمیایی، تبادل یونی^۱، هضم بی‌هوازی^۲ و جذب سطحی^۳ اشاره کرد.

با توجه به افزایش در مقدار و تنوع مواد شیمیایی خطرناک وارد شده به رودخانه‌ها و منابع آبی زیرزمینی، جذب سطحی با کربن فعال می‌تواند بعنوان یک روش مؤثر و کارا برای حذف انواع آلاینده‌ها مورد استفاده قرار بگیرد. طراحی این روش ساده بوده و ضمن دارا بودن قابلیت‌های بسیار جهت حذف انواع آلاینده‌های آلی و معدنی، محصولات حد واسط و جانبی خطرناک تولید نمی‌نماید که این امر در سالم بودن آب حاصل از فرایند تصفیه بسیار پر اهمیت است [۲-۴].

از میان انواع کربن فعال استفاده شده برای تصفیه آب و هوا، بدلیل نیاز به ماده جاذب قوی و کم حجم در سالهای اخیر، کربن فعال فیبری توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این کربن بدلیل قطر کوچک فیبرها، مساحت سطح بالایی را در مقایسه با کربن فعال گرانوله دارا می‌باشد و ظرفیت جذب بیشتری دارد. همچنین کربن فعال فیبری مشکل افت فشار و عدم احیا مجدد کربن فعال پودری را نیز ندارد. با این وجود کربنهای فعال فیبری تهیه شده از پیش ماده‌های سنتزی بدلیل گرانتقیمت بودن پیش

^۱ Ion exchange

^۲ Anaerobic digestion

^۳ Adsorption