

## تعیین پارامترهای بهینه در حذف فنل از پساب صنایع با استفاده از پر شتر مرغ

محمد منشوری<sup>۱</sup>، احمدرضا یزدانبخش<sup>۲</sup>، هستی دارائی<sup>۳\*</sup>

### چکیده

زمینه و هدف: فنل از جمله آلاینده‌های آلی موجود در پساب صنایع بوده که به شدت برای انسان و محیط زیست سمی می‌باشد. هدف از این مطالعه کاربرد پر شتر مرغ به عنوان منبع طبیعی از اسید آمینه‌های فعال برای حذف فنل از محلول‌های آبی است.

روش بررسی: در این مطالعه از پر شتر مرغ به عنوان یک جاذب جدید برای حذف فنل در وزن‌های ۰/۲، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۱ و ۱/۵ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر استفاده شد و تغییرات اثر زمان، pH، مقدار جاذب و دما در حین فرایند حذف و همچنین تبعیت فرایند جذب از معادلات فروندلیش و لانگمیر مورد بررسی قرار گرفت و از نرم افزار Excel برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده معلوم کرد که با افزایش مقدار ماده جاذب از ۰/۲ تا ۰/۷ g میزان جذب افزایش می‌یابد. جذب فنل با افزایش مقدار pH محلول کاهش می‌یابد. همچنین این نتیجه به دست آمد که افزایش زمان تماس تأثیر ویژه‌ای (۷۰ درصد) در میزان جذب از محلول دارد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، این جاذب به صورت موفق آمیزی برای تصفیه نمونه‌های آبی صنعتی و محلول‌های آبی می‌تواند به کار رود.

کلید واژگان: اسید آمینه، پر شتر مرغ، جاذب، فنل.

۱- استادیار گروه بهداشت محیط.

۲- دانشیار گروه بهداشت محیط.

۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط.

۱- گروه بهداشت محیط، دانشکده

بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید

بهشتی، تهران، ایران.

۲- گروه بهداشت محیط، دانشکده

بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی

شهید بهشتی، تهران، ایران.

\* نویسنده مسؤل:

هستی دارائی؛ گروه بهداشت محیط،

دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی

شهید بهشتی، تهران، ایران.

تلفن: ۰۰۹۸۹۱۶۳۶۱۱۸۳۹

Email: hasti.daraei@yahoo.com

## مقدمه

گرفته شد تا از دیگر مواد زائدی همچون پر ماکیان به عنوان یک جاذب استفاده شود (۵). در حقیقت، پرماکیان از جمله جاذب‌های طبیعی هستند که می‌توانند برای تصفیه آب به کار گرفته شوند و در مقادیر زیادی به عنوان یک ماده زائد در مرغداری‌ها و کشتارگاه‌ها تولید می‌شوند (۶). بر عکس کربن فعال، پر یک ماده ارزان قیمت بوده که به راحتی نیز در دسترس می‌باشد (۷). موفقیت در کاربرد پر مرغ در آلودگی زدایی از فاضلاب به ارزش این ماده زائد تولیدی افزوده است. پره‌های مرغ همچنین برای جذب زیستی یون‌های فلزات با ارزشی همچون طلا و پلاتینیوم به کار گرفته شده است (۸). با توجه به اطلاعات موجود تحقیق حاضر با هدف بررسی امکان کاربرد پر شترمرغ به عنوان یک جاذب برای حذف آلاینده آلی همچون فنل انجام شد.

## روش بررسی

پره‌های شترمرغ از مراکز پرورش شترمرغ تهیه و جمع‌آوری شد. سپس آنها چندین بار با آب و دترجنت شسته شده و در نهایت پرها مجدداً با آب مقطر شستشو داده شدند. در مرحله بعدی پرها در دمای اتاق خشک شدند. سپس ساقه‌های خشک پرها از آنها جدا و ریش‌های نرم آنها بریده شده و سپس به اندازه‌های حدود ۰/۳ سانتی‌متر خرد شدند. ماده به دست آمده سپس برای کاربرد در این تحقیق نگهداری شد. فنل مورد استفاده در این تحقیق برای تولید غلظت مشخصی از آلودگی در آب، از شرکت مرک آلمان و به صورت جامد، با درجه خلوص ۹۹ تا ۱۰۰ درصد برای آنالیزهای آزمایشگاهی می‌باشد.

به همین منظور ابتدا طبق استاندارد متد، برای به دست آوردن میزان جذب مناسب، غلظت‌های استاندارد از فنل (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) تهیه و به دستگاه اسپکتروفتومتر داده شده و در طول موج nm ۵۰۰ قرائت شد. در مرحله بعد یک محلول استوک ۱۰۰ mg/L تهیه و در ظرف شیشه‌ای قهوه‌ای رنگ و در

امروزه حضور فنل و مشتقات آن در آب و فاضلاب بدلیل خطراتی که بر روی سلامت انسان و محیط دارد به عنوان یک نگرانی عمده محسوب می‌شود. فنل به صورت طبیعی در نتیجه تجزیه آگ‌ها و گیاهان وارد محیط می‌شود اما حضور این ماده در آب‌های سطحی عمدتاً در نتیجه آلودگی ناشی از فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد (۱). فنل و ترکیبات آن بطور گسترده‌ای به عنوان آلاینده‌های محیطی در محیط منتشر می‌شوند. تصفیه فاضلاب‌های صنعتی آلوده شده با ترکیبات فنلی یک مشکل عمده جدی می‌باشد. این آلاینده آلی در غلظت‌های گوناگون از طریق فاضلاب صنایع پتروشیمی، تولید رزین و پلاستیک، کاغذ، پالایشگاه نفت، صنعت فولاد و آفت‌کش یافت می‌گردد (۲). فنل یک هیدروکربن آروماتیک و از مشتقات بنزین می‌باشد که در آب حلالیت بالایی دارد و پس از حل شدن در آب به آن خاصیت اسیدی می‌دهد. با توجه به اینکه این آلاینده یک ماده سمی بوده و کاهش و حذف بیولوژیکی آن مشکل می‌باشد، لذا استانداردهای سخت گیرانه‌ای برای تخلیه مواد فنل دار به محیط زیست در نظر گرفته شده است (۳). ترکیبات فنل همچنین می‌توانند با کلر حاصل از کلرینه کردن آب، ترکیبات فنلی کلردار تولیدکننده که این عملیات باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب در آب نماید (۳). با توجه به این مشکلات حذف این نوع از ترکیبات آلی از فاضلاب صنایع شیمیایی و پتروشیمی، یکی از اجزای لازم و ضروری در سیستم‌های تصفیه فاضلاب این صنایع به شمار می‌رود (۴). در طی دو دهه اخیر تحقیقات زیادی در ارتباط با جذب مواد آلی با قابلیت تجزیه‌پذیری پایین صوت گرفته است. هدف اصلی این تحقیقات، تشخیص یک ماده جاذب موثر و ارزان قیمت جهت حذف آلاینده‌های آلی از محلول‌های آبی است (۵). به طوری‌که در طی سالیان گذشته جهت حذف آلاینده‌های خطرناک از آب و فاضلاب بر روی کاربرد زائدات صنعتی و کشاورزی به عنوان جاذب‌های بالقوه تمرکز شد. در این راستا تصمیم

آمده از نمودار بیشترین درصد حذف فنل در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  می‌باشد.

تأثیر مقدار ماده جاذب بر روی کارایی حذف: در سیستم مورد مطالعه با تغییر در دوز جاذب ( $0/2$ ،  $0/3$ ،  $0/5$ ،  $0/7$ ،  $1$  و  $1/5$  گرم بر  $100$  میلی‌لیتر) و  $\text{pH}=2$  و غلظت اولیه فنل  $15 \text{ mg/L}$  در زمان  $8$  ساعت بررسی شد. نمودار  $3$  تأثیر مقدار ماده جاذب را بر روی کارایی حذف نشان می‌دهد. همانطور که از نمودار پیداست با افزایش مقدار ماده جاذب تا حد معینی میزان جذب فنل بالا می‌رود.

تأثیر زمان تماس بر روی حذف فنل: تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف در سیستم مورد مطالعه با تغییر در زمان تماس از  $0/5$  ساعت تا  $24$  ساعت در  $\text{pH}=2$  مقدار ماده جاذب  $0/7 \text{ g}$  در  $100$  میلی‌لیتر و غلظت اولیه فنل  $15 \text{ mg/L}$  بررسی شد. نمودار  $4$  تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف را نشان می‌دهد. همانطور که از نمودار مشاهده می‌شود با افزایش زمان تماس میزان حذف بالا می‌رود. بطوری‌که برای دوز  $0/7$  گرم از جاذب در زمان  $0/5$  ساعت حداقل حذف فنل ( $10$  درصد) و در  $24$  ساعت حداکثر میزان حذف فنل ( $70$  درصد) مشاهده می‌گردد.

تأثیر غلظت اولیه فنل بر میزان حذف آن: تأثیر غلظت اولیه فنل در حذف آن با کاربرد  $5$  غلظت اولیه  $1$ ،  $5$ ،  $15$ ،  $25$  و  $50$  میلی‌گرم در لیتر از فنل بررسی گردید. نتایج این بررسی در نمودار  $5$  نشان داده شده است.

ایزوترم‌های جذب فنل (فروندلیچ و لانگمیر): در این مطالعه از مدل‌های ایزوترم فروندلیش و لانگمیر برای بیان ارتباط بین مقدار فنل جذب شده و غلظت تعادلی آن در محلول استفاده شده است. نتایج مربوطه در نمودارهای  $6$  و  $7$  نشان داده شده است.

همچنین ثابت‌های این دو ایزوترم در جدول  $1$  ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصله مشاهده می‌شود که جذب فنل بر روی پرشتر مرغ بخوبی از ایزوترم فروندلیش ( $0/98 >$ ) تبعیت می‌کند

یخچال نگهداری شد و در مراحل بعدی آزمایش از محلول استوک مذکور برای تهیه نمونه‌های آب آلوده به فنل با غلظت‌های مورد نیاز جهت آزمایش‌ها با رقیق سازی به کمک آب مقطر استفاده شده است. سپس نمونه‌های تهیه شده برای تعیین پارامترهای بهینه مؤثر در این آزمایش شامل دما،  $\text{pH}$ ، زمان و غلظت ماده جاذب مورد آنالیز قرار گرفتند. برای این منظور ابتدا آزمایش با یک غلظت ثابت و مشخص از فنل انجام شده و برای هر یک از پارامترهای مشخص مقادیر بهینه به دست آمد. در شکل  $1$  استانداردهای ساخته شده و نمونه‌های آماده برای آنالیز نشان داده شده‌اند.

### یافته‌ها

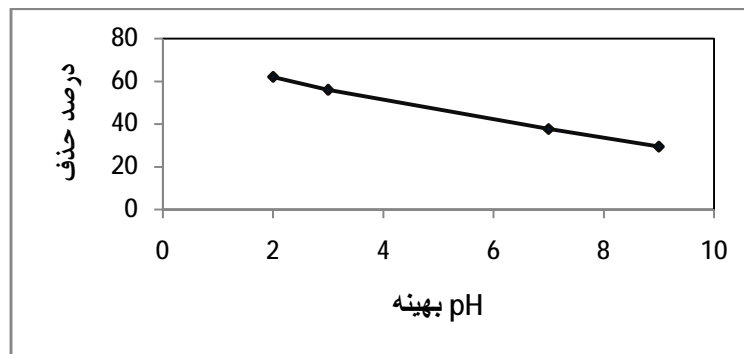
نتایج حاصل از این مطالعه در خصوص اثر  $\text{pH}$  محیط آبی در راندمان حذف فنل توسط پرشتر مرغ، اثر زمان تماس در میزان حذف فنل، تأثیر دما، نهایتاً اثر مقدار پرشتر مرغ و نهایتاً تأثیر غلظت اولیه فنل در میزان کارایی سیستم در حذف فنل به ترتیب در نمودارهای  $1$  الی  $4$  نمایش داده شده است.

تأثیر  $\text{pH}$  اولیه بر روی کارایی حذف: در خصوص تعیین  $\text{pH}$  بهینه، محلول‌های مورد نظر با  $\text{pH}$ های اولیه ( $2$ ،  $3$ ،  $7$ ،  $9$ ) از محلول استوک ساخته شد. سپس نمونه‌های مورد نظر در غلظت ثابت فنل  $15 \text{ mg/L}$  و مقدار جاذب  $0/5 \text{ g}$  به مدت  $8$  ساعت مخلوط شد و در نهایت غلظت باقیمانده فنل به روش اسپکتروفتومتری تعیین شد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود با افزایش  $\text{pH}$  کارایی حذف کاهش می‌یابد. بطوری‌که در  $\text{pH}=2$  میزان حذف فنل در حدود  $62$  درصد بوده و در  $\text{pH}=9$  میزان حذف به  $29/5$  درصد کاهش می‌یابد.

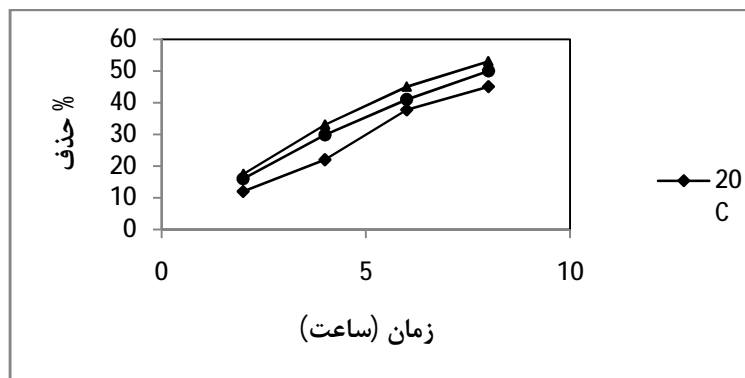
تأثیر دما بر میزان حذف فنل: تأثیر دما بر روی کارایی حذف در سیستم مورد مطالعه در شرایط یکسان ( $\text{pH}=2$ )، غلظت اولیه فنل  $15 \text{ mg/L}$ ، زمان  $2$  تا  $8$  ساعت و غلظت جاذب  $0/5 \text{ g}$  بررسی گردید. نمودار  $2$  تأثیر دما را بر کارایی حذف فنل نشان می‌دهد. مطابق نتایج به دست



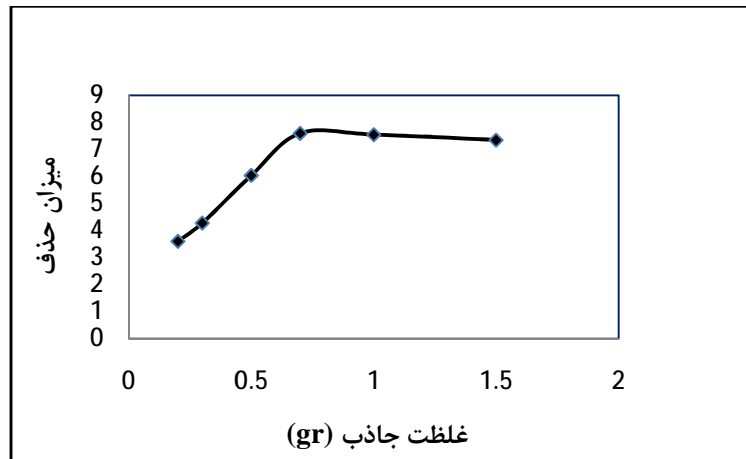
شکل 1: استانداردهای ساخته شده در غلظت‌های ذکر شده و نمونه‌های ساخته شده برای آنالیز در دستگاه آنکوباتور (راست به چپ)



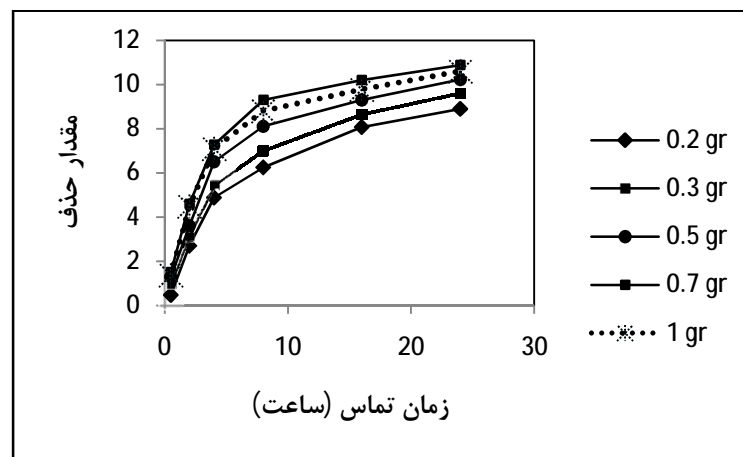
نمودار 1: اثر pH در حذف فنل توسط پر شترمرغ در غلظت اولیه فنل 15 mg/L



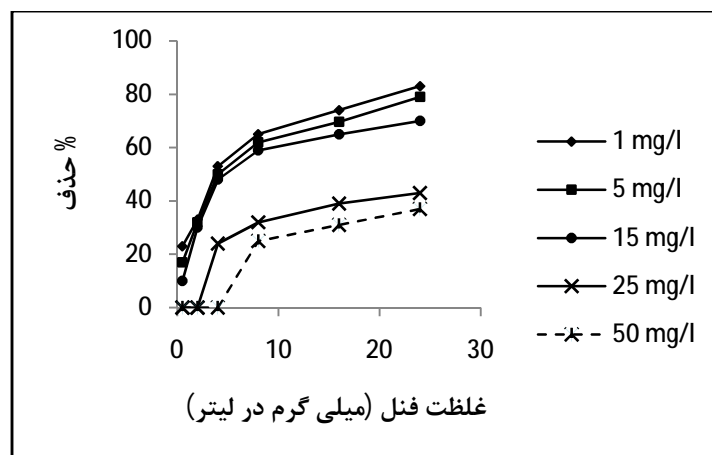
نمودار 2: اثر دما در حذف فنل توسط پر شترمرغ



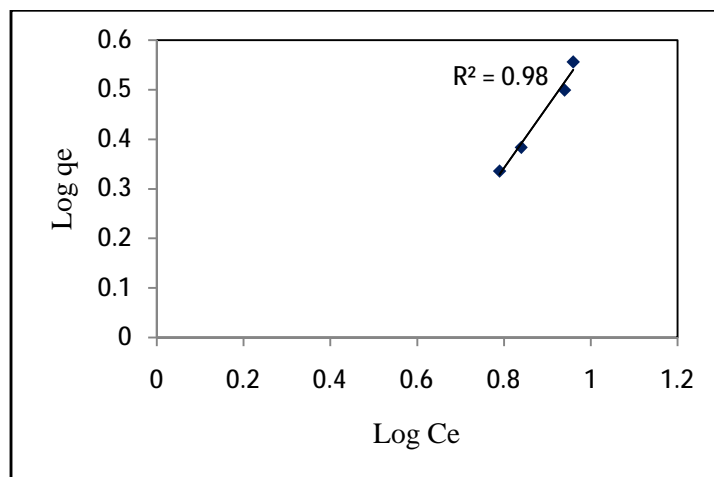
نمودار 3: اثر مقدار ماده جاذب در حذف فنل



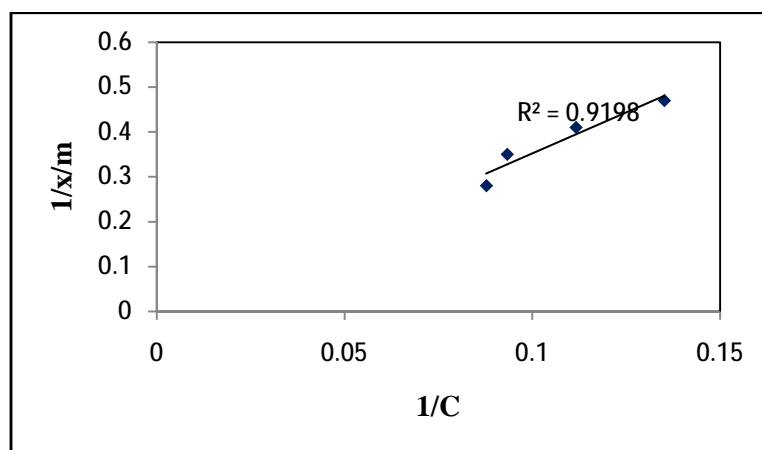
نمودار 4: اثر زمان تماس در حذف فنل توسط پر شتر مرغ (غلظت فنل 15 mg/L، pH=2، مقدار 0/2 تا 1 گرم ماده جاذب)



نمودار 5: اثر غلظت اولیه فنل در حذف آن توسط پر شتر مرغ



نمودار 6: ایزوترم خطی جذب فروندلیش برای فنل توسط پر شتر مرغ در دمای 30 °C



نمودار 7: ایزوترم خطی جذب لانگمیر برای جذب فنل توسط پر شتر مرغ در دمای 30 °C

جدول 1: پارامترهای مدل ایزوترم جذب فروندلیچ و لانگمیر

مدل لانگمیر			مدل فروندلیش			نوع ایزوترم
R <sup>2</sup>	b	Q <sup>0</sup>	R <sup>2</sup>	1/n	K	پارامتر جذب
0/919	1/66	0.04	0/98	0/8	0/01	پر شتر مرغ

## بحث

دارد، زیرا pH بر روی شارژ الکتریکی سطح جاذب اثر گذاشته و درجه یونیزاسیون فنل را تغییر می‌دهد (9). طبق نتایج حاصل شده مقدار جذب فنل با افزایش pH کاهش می‌یابد. این امر ممکن است به دلیل نقش pH در یونیزاسیون فنل باشد. بخش یونی فنل (ions) توسط

در این تحقیق طبق نمودار 1 با ثابت نگه داشتن پارامترهایی همچون مقدار ماده جاذب، دما و غلظت فنل تأثیر اثر فنل بر روی کارایی حذف فنل بررسی شد. طبق تحقیق انجام شده مشخص شد که جذب فنل از محلول-های آبی در درجه اول وابستگی زیادی به pH محلول

## نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده در ارتباط با تأثیر افزایش مقدار ماده جاذب بر کارایی حذف فنل (نمودار ۳). مشخص شد که در غلظت ۰/۲ g حداقل مقدار حذف دارد اما با افزایش مقدار ماده جاذب راندمان حذف افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد به طوری که با مقدار جاذب ۰/۷ g میزان حذف افزایش می‌یابد و پس از آن راندمان حذف دچار کاهش می‌شود و به عبارتی با افزایش مقدار ماده جاذب به بیش از ۰/۷ g جذب فنل به محیط اتفاق می‌افتد. این کاهش جذب می‌تواند بعلت کمبود غلظت فنل در مقادیر بالاتر جاذب (از ۰/۷ تا ۲ گرم) باشد. در تحقیقات مشابه در زمینه حذف فنل مشاهده شده که با افزایش مقدار جاذب‌هایی مانند بنتونیت اصلاح شده توسط دیانتی، سبوس برنج و کربن آن توسط ملکی، پر مرغ توسط فازی (Fawzi)، پوست بلوط توسط وازیز (Vazquez) و برگ تندبو توسط ناگدا (Nagda) درصد حذف فنل افزایش می‌یابد. همچنین در یک تحقیق مشابه که توسط میشر (Mishra) برای حذف فنل بر روی کربن برگ انجام داد مشاهده شد که با افزایش مقدار ماده جاذب میزان حذف فنل کاهش می‌یابد (۵، ۸، ۹، ۱۵-۱۷).

همان‌طور که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود راندمان حذف فنل در غلظت اولیه ۱۵ mg/L فنل و مقادیر متفاوت جاذب (۱-۰/۲ g) در زمان تماس ۳۰ دقیقه در حداقل مقدار خود می‌باشد اما با افزایش زمان، راندمان حذف افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد به طوری که در زمان تماس ۲۴ ساعت راندمان حذف فنل توسط پر شتر مرغ در هر ۵ غلظت ماده جاذب به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در این زمینه نتایج مشابهی برای جذب فنل بر روی پر مرغ توسط فازی (Fawzi)، بر روی بنتونیت اصلاح شده توسط دیانتی و بر روی خاکستر زغال سنگ آفریقای جنوبی توسط پتگیتر (Potgieter) ارائه شده است (۵، ۸، ۱۸).

رابطه زیر محاسبه می‌شود (۱۰):  $\phi ions = [1/1+1] (PKa - pH)$  (۱).

مطابق فرمول بالا مشاهده می‌شود که  $\phi ions$  با افزایش pH، افزایش می‌یابد و با توجه به این نکته که فنل یک اسید ضعیف می‌باشد در نتیجه به مقدار ناچیز در pH بالا تفکیک می‌شود (۱۱). همچنین در pHهای پایین سطح جاذب دارای بار مثبت شده و در نتیجه در یک کشش قوی با یون‌های با بار منفی فنل قرار می‌گیرد. همچنین با افزایش pH به سمت خنثی و قلبایی میزان کدورت نمونه افزایش می‌یابد که این ممکن است بدلیل تجزیه برخی از اجزای آلی پر در نمونه باشد. نتایج مشابهی در این خصوص برای جذب فنل بر روی کربن فعال توسط هاللی (Halouli)، بر روی بنتونیت توسط بنات (Banat)، بر روی خاکستر نیشکر توسط ویمال (Vimal) و بر کربن پوست گردو و پوست بادام توسط سعیدی ارائه شده است (۱۱-۱۳).

مطابق نتایج ارائه شده در نمودار ۲ مشاهده می‌شود که با افزایش دما کارایی جاذب بالا رفته و میزان حذف فنل افزایش می‌یابد. به طوری که با افزایش دما از ۲۰ °C به ۳۰ °C افزایش قابل ملاحظه‌ای در جذب فنل توسط پر شتر مرغ مشاهده می‌شود و بعد از آن با افزایش دما تا ۴۰ °C کارایی پر در جذب کاهش می‌یابد. افزایش کارایی جذب با افزایش دما ممکن است بدلیل انبساط جاذب و در نتیجه افزایش محل‌های فعال بیشتر برای حذف فنلی که در تماس با آن است باشد. همچنین کاهش راندمان سیستم با افزایش بیشتر دما تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد بدلیل افزایش حرکت و جنبش فنل و در نتیجه ضعیف شدن نیروی جذب بین جاذب و فنل شود. در تحقیقات مشابه- ای که با پر ماکیان بر روی آلاینده‌ها انجام شده این موضوع به اثبات رسیده است. در این زمینه می‌توان به جذب زیستی فنل با استفاده از پر مرغ توسط فازی (Fawzi)، جذب رنگ ایندیگو کارمین با پر ماکیان توسط میتال (Mittal) و جذب سرب با پر مرغ توسط دی لا رزا (De la Rosa) اشاره نمود (۶، ۸، ۱۴).

سیستم جاذب پر شتر مرغ در دمای ۳۰ ثابت درجه سانتی-گراد نشان می‌دهند.

شکل خطی ایزوترم لانگمیر نیز از رابطه زیر محاسبه می-شود

$$\frac{1}{qe} = \frac{1}{Q^0} + \frac{1}{bQ^0} \frac{1}{Ce} \quad (۳)$$

که در اینجا :

$Q^0$  و  $b$  = ثابت‌های ایزوترم‌های لانگمیر بر حسب  $mg/g$  و  $L/mg$  هستند که به ترتیب مربوط به حداکثر ظرفیت جذب و انرژی جذب هستند. مدل فروندلیش به صورت فیزیکی توصیف قابل اعتمادتری جهت جذب آلاینده‌ها بر روی مواد آلی ارائه می‌کند که این موضوع می‌تواند بدلیل حضور باندهای جذبی مختلف بر روی مواد آلی باشد (۱۹). داده‌های نمودارهای ۵ و ۶ نشان می‌دهند که رابطه فروندلیش به علت ضریب همبستگی بالای به دست آمده که برابر ۰/۹۸ می‌باشند نسبت به ایزوترم لانگمیر ( $R^2 = 0/919$ ) جذب فنل بر روی پر شتر مرغ را بهتر توصیف می‌کنند.

#### قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از همکاری معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی البرز، مسؤولان محترم دانشکده بهداشت و کارشناسان آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب که ما را در انجام این تحقیق یاری داده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

بر اساس نتایج مربوط به تأثیر غلظت اولیه فنل در نمودار ۵ مشاهده شد که با افزایش غلظت فنل میزان کارایی جذب کاهش می‌یابد. این به نظر می‌رسد که با افزایش غلظت فنل ظرفیت جذب جاذب بالا می‌رود که این امر ممکن است در نتیجه افزایش نیروی انتقال جرم و در نتیجه افزایش ظرفیت جذب باشد (۵، ۲۶). همچنین این به نظر می‌رسد که با افزایش غلظت فنل درصد حذف کاهش می‌یابد.

مدل‌های مختلفی برای توصیف داده‌های حاصل از آزمایشات جذب وجود دارد که مهمترین آنها ایزوترم‌های جذب است. تحلیل ایزوترم جذب به منظور دست‌یابی به یک معادله جهت نمایش دقیق نتایج و طراحی سیستم-های جذب بسیار مهم می‌باشد (۹).

شکل خطی ایزوترم فروندلیش به صورت رابطه زیر می‌باشد (۱۹، ۱۰، ۹، ۲۰):

$$\log qe = \log K + \frac{1}{n} \log Ce \quad (۲)$$

که در اینجا :

$qe$  = مقدار جسم جذب شده به ازای جرم جاذب است (mg/mg)

$Ce$  = غلظت تعادلی جسم جذب شونده (mg/L)

$K$  و  $1/n$  = ثابت‌های ایزوترم فروندلیش هستند که به ترتیب مربوط به ظرفیت جذب و شدت جاذب می‌باشند. نمودارهای ۵ و ۶ ایزوترم‌های جذب فروندلیش را بر

#### منابع

- 1-Yapar S, Ozbudak V, Dias A, Lopes A. Effect of adsorbent concentration to the adsorption of phenol on hexadecyl trimethyl ammonium-bentonite. J Hazard Mater 2005 ;121(1-3):135-9.
- 2-Bayramoglu G, Arica MY. Enzymatic removal of phenol and p-chlorophenol in enzyme reactor: horseradish peroxidase immobilized on magnetice beads. J Hazard Mater 2008; 156(1-3):148-55
- 3-Joyce TW. Design criteria for phenol treatment by plastic media tricking filter, ALCH. Symposium Series 1997;39(17):123-31
- 4-Lin SH, Cheng MJ. Adsorption of phenol and m-chlorophenol on organobentonites and repeated thermal regeneration. Waste Manage 2002;22(6):595-603
- 5-Mittal A. Removal of the dye amaranth from wastewater using hen feathers as potential adsorbent. Elect J Environ Agri Food Chem 2006;5(2):129-35.
- 6-De la Rosa G, Reynel-Avila HE, Bonilla A, Martinez AL. Word Academy of Science. Eng Technol 2008;47:394-402.
- 7-Mittal A. Use of hen feathers as potential adsorbent for the removal of a hazardous dye, Brilliant Blue FCF, from wastewater. J Hazard Mater 2006; 128(2-3):233-9.
- 8-Banat FA, Al-Asheh S. Biosorption of phenol by chicken feathers. Environ Eng Policy 2000;2(2):85-90.
- 9-Mahvi AH, Maleki A, Eslami A. Potential of rice husk and rice husk ash for phenol removal in aqueous systems. Am J Appl Sci 2004;1(4):321-6.



- 10-Banat FA, Al-Bashir B, Al-Asheh S, Hayajneh O. Adsorption of phenol by bentonite. *Env Pollut* 2000; 107(3):391-8.
- 11-Khalid N, Ahmad S, Toheed A, Ahmad J. Potential of rice husks for antimony removal. *Appl Radiat Isot* 2000;52(1):31-8.
- 12-Halhouli KA, Drawish NA, Al-Dhoon Naser M. . Effects of pH and inorganic salt on the adsorption of phenol from aqueous systems on activated decolorizing charcoal. *Separ Sci Technol* 1995;30(17):181-90.
- 13-Vimal C, Srivastava S, Mahadeva M, Indra D, Basheswar Prasadm Indra M, Mishra S. Adsorptive removal of phenol by bagasse fly ash and activated carbon: Equilibrium, kinetics and thermodynamics. *J Coll Surf* 2006;5(2):89-104.
- 14-Mittal A, Mittal J, Kurup L. Utilization of hen feathers for the adsorption of Indigo Carmine from simulated effluents. *J Environ Prot Sci* 2007;146:92-100.
- 15-Vazquez G, Gonzalez J, Freire M, Calvo M, Antorrena G. Determination of the optimal conditions for the adsorption of cadmium ions and phenol on chestnut (*castanea sativa*) shell. *Globa NEST J* 2009;11(2):196-204.
- 16-Nagda GK, Diwan AM, Ghole VS. Potential of tendu leaf refuse for phenol removal in aqueous systems *Appl Ecol Environ Res* 2007;5(2):1-19.
- 17-Mishra S, Bhattacharya J. Batch studies on phenol removal using leaf activated carbin. *Malaysian J Chem* 2007;9(1):1-15.
- 18-Potgieter JH, Bada SO, Potgieter SS. Adsorptive removal of various phenols from water by South African coal fly ash. *Water SA* 2009;35 (1):89-96.
- 19-Aksu A, Açikel U, Kabasakal E, Tezer S. Equilibrium modeling of individual and simultaneous biosorption of chromium (VI) and nickel (II) onto dried activated sludge. *Water Res* 2002;36(12):3063-73.
- 20-Rengaraj S, Moon SH, Sivabalan R, Arabindoo B, Murugesan V. Agricultural solid waste for the removal of organics: adsorption of phenol from water and wastewater by palm seed coat activated carbon. *Waste Manage* 2002;22 (5):543-8.

## Determining the Optimum Parameters of Phenol Removal from Industrial Effluents by Using Ostrich Feathers

Mohammad Manshouri<sup>1</sup>, Ahmad Reza Yazdanbakhsh<sup>2</sup>, Hasti Daraei<sup>3\*</sup>

1-Assistant Professor of Environmental Health.

2-Associated Professor of Environmental Health.

3-MSc of Environmental Health Engineering.

1-Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2,3-Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

\*Corresponding author:  
Hasti Daraei; Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.  
Tel: +989163611839  
Email: hasti.daraei@yahoo.com

### Abstract

**Backgrounds and Objectives:** Phenol is one of the organic pollutants that is found in industrial effluents and is very toxic for human and environment. This study proposes the use of ostrich feathers as a natural source of active amino acids to remove phenol from aqueous solution.

**Materials and Methods:** For this study, ostrich feather has been used as a synthetic adsorbent in removal of phenol in different doses 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 1, 1.5 g/100 ml. Besides, the effects of changing contact time, pH, adsorbent dose and temperature has been determined. Description of adsorption Freundlich isotherm has also been accomplished and Excel software for analyzing the data was used.

**Results:** The result obtained revealed that by increasing the dosage of the sorbent from 0.2 g to 0.7 g the adsorption increases. The adsorption of phenol decreases by the increase of the pH value of the solution. In addition, it is observed that the contact time significantly affect the rate of phenol adsorption (70%) from solution.

**Conclusion:** Generally, the adsorbent was applied successfully for treating industrial water samples and aqueous solution.

**Keyword:** amino acids, ostrich feather, adsorbent, phenol.

► Please cite this paper as:

Manshouri M, Yazdanbakhsh AR, Daraei H. Determine the Optimum Parameters of Phenol Removal from Industrial Effluents by Using Ostrich Feathers. *Jundishapur Sci Med J* 2012;11(5):457-466

Received: Oct 10, 2010

Revised: Jan 16, 2012

Accepted: Jan 21, 2012