



بررسی کارایی کربن فعال دانه ای در کاهش COD ناشی از آلودگی آب با گازوئیل نویسندگان: محمدحسین سلمانی^۱، مهدی مختاری^۲، محمدحسن احرامپوش^۳، فاطمه سهل آبادی^۴، محسن عسکری شاهی^۵، طاهره جاسمی زاد^۶، پروا نه طالبی^۷

۱. مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۲. استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۳. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۴. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد. تلفن تماس: ۰۹۱۵۳۶۳۵۵۰۸. Email: fatemehsahlabadi82@gmail.com
۵. استادیار گروه آمار حیاتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۶. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۷. دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد میبد

چکیده

مقدمه: آلودگی با مواد نفتی اثرات شدیدی روی منابع آب آشامیدنی، محیط زیست، خاک و در نهایت سلامت انسان‌ها دارد. از اهداف مهم مهندسی بهداشت محیط حذف و خارج کردن آلاینده‌ها از محیط می‌باشد. یکی از روش‌های موثر در حذف آلاینده‌ها فرآیند جذب سطحی است. در این مطالعه کارایی فرآیند جذب سطحی با کربن فعال دانه‌ای جهت کاهش اکسیژن مورد نیاز شیمیایی ناشی از مقادیر کم گازوئیل در آب بررسی شده است.

روش بررسی: این تحقیق، یک مطالعه تجربی است که در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. فرایند جذب به روش پیوسته در حجم ۱۰۰ میلی لیتر در ارلن مایر درب دار انجام و متغیرهای موثر چون غلظت آلاینده (۱ و ۲ درصد حجمی) و زمان تماس (۶۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰، ۵، ۲ دقیقه)، بهینه شدند. در تمام آزمایش‌ها pH نمونه‌ها (۷/۸۵) و مقدار جاذب ۱ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر، ثابت بود. مقدار COD با روش رفلکس برگشتی مطابق با روش D ۵۲۲۰ استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب اندازه گیری شد. برای تعیین ایزوترم جذب داده‌های به دست آمده را با سه مدل فروندلیچ، لانگمیر و تمکین برازش شدند و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد متوسط درصد حذف گازوئیل در غلظت یک و دو درصد به ترتیب $\pm 3/17$ و $93/64 \pm 22/76$ بود که این تفاوت از نظر آماری معنادار است ($P < 0/05$). همچنین ظرفیت جذب کربن در غلظت یک درصد و دو درصد به ترتیب $53/71 \pm 264/28$ و $199/85 \pm 87/17$ میلی گرم بر گرم به دست آمد که این تفاوت از نظر آماری معنادار

نیست ($P > 0/05$). مدل فروندلیچ بهترین ایزوترم برای فرایند حذف گازوئیل با کربن فعال ($R^2 = 0/84$) به دست آمد و سینتیک واکنش از سینتیک شبه درجه دوم پیروی کرد.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که کربن فعال جاذب مناسبی جهت کاهش COD ناشی از آلودگی مقادیر کم گازوئیل در آب است. استفاده از این جاذب می‌تواند در زمان ۳۰ دقیقه اولیه به خوبی COD ناشی از آلودگی آب با گازوئیل را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: گازوئیل، COD، کربن فعال، حذف، محلول آبی

این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد می باشد.

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال سیزدهم

شماره: چهارم

مهر و آبان ۱۳۹۳

شماره مسلسل: ۴۶

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۱۱/۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۰

نفت کش‌های دریایی پس از هر بار بارگیری و تخلیه از طریق شستشوی مخازن خود با آب دریا، مقادیر عظیمی نفت به دریا تخلیه می‌نمایند. کلیه عوامل آلوده‌کننده جریان‌های آبی می‌توانند به نحوی از طریق تخلیه بر روی سطح زمین و نفوذ در آن، سبب آلوده شدن آب‌های زیرزمینی گردند که با این عمل آلودگی‌ها قادر هستند حین نفوذ در زمین با طی مسافت زیادی بدون تغییر باقی مانده و به سفره‌های آب زیرزمینی پیوندند (۱). در ایران نیز در نمونه برداری‌های انجام شده از چاه‌های اطراف پالایشگاه‌های نفت و لوله‌های آب اطراف انبارهای نفت، آلودگی آب‌های زیرزمینی به مواد نفتی مشاهده شده است که از جمله این موارد می‌توان به آلودگی آب زیرزمینی در نواحی اطراف پالایشگاه‌های اصفهان، شیراز و تهران به عنوان نمونه اشاره نمود (۲). ریخت و پاش و نشت مواد نفتی اثرات شدیدی روی منابع آب آشامیدنی دارد (۳). زیرا سوخت‌های نفتی دارای تعدادی ترکیبات سمی شامل حلال‌های متداول مانند بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و گزین، و افزودنی‌هایی مانند اتیلن دی بروماید و ترکیبات آلی سرب می‌باشند. مواد نفتی وقتی با آب در غلظت کم مخلوط می‌شوند، نمی‌توان با بوئیدن یا چشیدن تشخیص داد اما قادرند مشکلات بهداشتی شدیدی ایجاد کنند (۴). اثرات سمی مواد نفتی منتشره در محیط را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد. دسته اول شامل اثرات پوششی و خفه‌کننده‌ی نفت بر روی ارگانسیم‌ها می‌باشد. دسته دوم شامل اثرات سمی ناشی از اختلال در متابولیسم ارگانسیم‌ها بدلیل بلعیدن مواد نفتی و نفوذ هیدروکربن‌ها در



بافت‌های لیپیدی و دیگر بافت‌ها در غلظت‌های کافی بوده که موجب اختلال در عملکرد ارگانسیم می‌شوند (۵). ورود نفت به محیط‌های آب شیرین از طرق حوادث و تصادفات و پساب‌های حاوی نفت صورت می‌گیرد. حجم وارد شدن نفت به محیط‌های آب شیرین از طریق حوادث تصادفی قابل توجه بوده و گزارش‌ها نشان می‌دهد میزان سالانه آن در حدود $10^7 \times 2/3$ لیتر در سال بوده است (۶). کشور ما نیز یکی از تولیدکنندگان بزرگ نفت خام بوده و دارای صنایع بزرگ و گسترده‌ای در زمینه‌های نفت و پتروشیمی می‌باشد و در آینده گسترش قابل ملاحظه‌ای در این صنایع پیش بینی می‌گردد، در نتیجه امکان آلوده شدن منابع آبی کشور به مواد نفتی به طرق مختلف وجود دارد، که از جمله ترکیدن لوله‌های انتقال نفت است، که با این اتفاق حجم زیادی از نفت خام وارد منابع سطحی و زیرزمینی می‌گردد.

بنابراین در صورت بروز حوادث مشابه نیاز به اقدامات تصفیه‌ای در شرایط اضطراری واضح می‌باشد (۷) و استفاده از جاذب‌های با ظرفیت بالا و سریع اهمیت دارد بنابراین مطالعه در مورد تصفیه آب آلوده به ترکیبات نفتی به خصوص در منابع آب دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. در مورد آلودگی‌های نفتی با مقیاس بزرگ اغلب این امکان وجود دارد که نفت ریخته شده را از خاک یا از دریا پمپ کنیم اما در حوادث و رویدادها با مقیاس کوچک این امکان وجود ندارد، در این گونه موارد معمولاً جاذب‌های متنوعی برای جذب نفت استفاده می‌شوند (۸).

تکنولوژی جذب سطحی یکی از مؤثرترین روش‌ها جهت حذف مؤثر مواد آلی موجود در آب است. در بررسی‌های انجام شده در



ترکیبات نفت خام در آب آشامیدنی استفاده گردید. در این مطالعه کارایی کربن فعال دانه‌ای برای کاهش تقاضای اکسیژن شیمیایی ناشی از گازوئیل محلول در آب در فرایند جذب سطحی بررسی و پارامترهای موثر بر فرایند حذف بهینه شدند.

روش بررسی

این مطالعه از نوع تجربی است که در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. تمام مواد شیمیایی مورد استفاده در انجام آزمایش‌ها از جمله کربن فعال دانه‌ای از محصول شرکت مرک آلمان بودند. گازوئیل مورد استفاده از منبع ذخیره جایگاه شرکت نفت یزد تهیه شد که خصوصیات آن در جدول ۱ ارائه شده است.

در تمام آزمایش‌ها مقدار جاذب (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و برای نزدیک‌تر بودن شرایط آزمایش به شرایط طبیعی، pH نمونه‌ها pH آب شهر (۷/۸۵) و دمای نمونه‌های مورد آزمایش دمای محیط آزمایشگاه ($25 \pm 2^\circ C$)، ثابت بود.

آزمایش‌ها در یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتر درب سنباده‌ای به روش ناپیوسته انجام گرفت. آزمایشات به گونه‌ای انجام شد که در هر مرحله تماس، همه عوامل ثابت نگه داشته شد و تنها یک پارامتر به‌عنوان متغیر مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری COD با روش رفلکس برگشتی مطابق با روش D ۵۲۲۰ از روش‌های استاندارد آزمایش آب و فاضلاب انجام شد. با توجه به بررسی متون و با استفاده از اطلاعات ارائه شده توسط شرکت نفت مقدار تقریبی آلاننده نفتی در آب تعیین و نمونه‌هایی با غلظت ۱ و ۲ درصد حجمی با افزودن گازوئیل به آب شهر یزد در آزمایشگاه شیمی محیط تهیه شد.

مورد فرآیند جذب مواد نفتی، از جاذب‌های متفاوتی مثل بنتونیت، کربن فعال، زئولیت و خاک پیت استفاده شده است (۱۲-۹). کربن فعال بعنوان یک جاذب با ظرفیت جذب بالا و قیمت پائین، کاربردهای بسیار فراوانی را در فرآیندهای جذب از فاز مایع داشته است (۱۳).

از مهم‌ترین مزایای این فرآیند می‌توان به مواردی نظیر مؤثر بودن برای حذف مواد آلی محلول، نیاز به حجم کم، قابلیت تطابق با سیستم‌های تصفیه موجود، راه اندازی آسان و احیای مجدد کربن فعال اشاره کرد (۱۲).

هاشمی نژاد و همکاران طی مطالعه‌ای در اصفهان از کربن فعال دانه‌ای جهت حذف بنزین از آب استفاده کردند. میزان جذب ترکیبات نفتی توسط کربن فعال با افزایش دما و غلظت پراکسید هیدروژن در سیستم کاهش یافت (۲). در مطالعه‌ی دیگری خالد اوکائیل و همکاران از کربن فعال، بنتونیت و کربن ته نشین شده جهت تصفیه امولسیون‌های آب-نفت استفاده کردند. نتایج مدارکی را مبنی بر توانایی جاذب‌ها برای جذب سطحی نفت نشان داد (۱۴). ژنگ و همکاران از کربن فعال پودری جهت تصفیه پساب‌های پالایشگاه استفاده کردند و با کمک آن نرخ حذف TOC در پساب به بیش از ۹۹ درصد رسید (۱۵).

با توجه به اینکه بسیاری از ترکیبات نفتی، سمی و سرطانزا هستند واضح است که حذف آلودگی منابع آبی با این ترکیبات حائز اهمیت است. در این تحقیق با توجه به کاربرد مؤثر کربن فعال برای حذف مواد آلی و اینکه بیشتر ترکیبات موجود در نفت خام دارای ماهیت آلی هستند از کربن فعال دانه‌ای جهت کاهش



جدول ۱: مشخصات گازوئیل مورد استفاده در این تحقیق

مقدار	واحد	خصوصیت
۰/۸۲۰-۰/۸۶۰	Kg/L	دانسیته در ۱۵°C
۵۴	°C	نقطه اشتعال (حداکثر)
۱/۰	% w/w	کل سولفور (حداکثر)
۲/۰-۵/۵	mm ² /s	ویسکوزیته سینماتیک در ۳۷/۸°C
۰/۱۰	% w/w	کربن باقیمانده (حداکثر)
۰/۰۱	% w/w	خاکستر (حداکثر)

آب آلوده به مواد نفتی فاقد کربن فعال به منظور اندازه گیری مقدار کاهش COD بر اثر تبخیر و یا جذب به جداره ظرف محتوی نمونه و یا اکسیداسیون در حین انجام آزمایش (سری C) می باشد. با استفاده از نتایج به دست آمده از اندازه گیری COD در هر آزمایش راندمان حذف فرایند جذب به صورت زیر محاسبه شد.

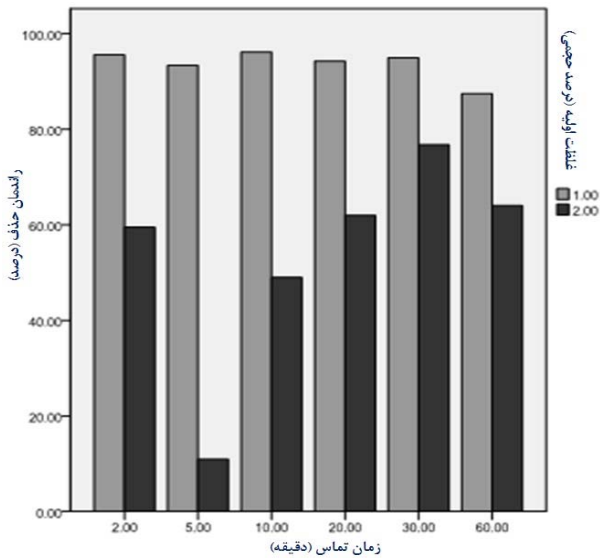
$$\%R = \frac{COD_A - (COD_B + COD_C)}{COD_A} \times 100$$

که در این رابطه مجموع $COD_B + COD_C$ به عنوان نمونه شاهد به دست آمد و مقدار COD_A جذب و آب شهر و گازوئیل به عنوان نمونه اصلی در نظر گرفته شد.

یافته ها

راندمان حذف کربن فعال دانه ای در کاهش COD ناشی از گازوئیل در آب شهر با زمان های مختلف تماس در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین کارایی کاهش COD ناشی از گازوئیل در زمان ۱۰ دقیقه، ۹۶/۱۷٪ به دست آمد و بعد از گذشت زمان ۶۰ دقیقه، کارایی حذف به ۸۷٪ کاهش داشت.

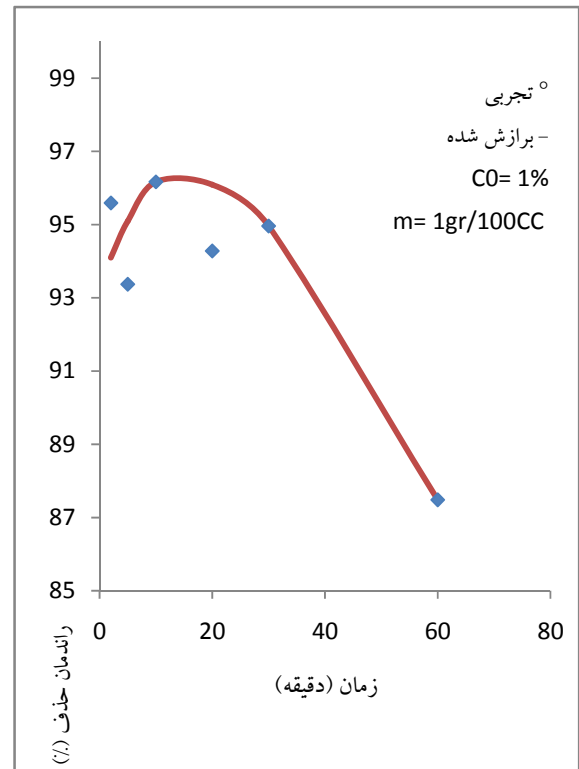
ابتدا، برای برطرف کردن ناخالصی ها از سطح کربن فعال، این جاذب چندین بار با آب مقطر شسته شد پس از آن، کربن فعال در اون در دمای ۱۰۵°C خشک گردید. جاذب خشک شده را با آسیاب خرد کرده و با الک های مش ۴۰-۱۸ دانه بندی شدند تا همه ذرات استفاده شده در آزمایش یکسان باشند. به منظور تهیه آب آلوده شده، ۲۵ میلی لیتر آب شهر را با غلظت های ۱ و ۲ درصد حجمی از گازوئیل مخلوط شد و ظرفیت جذب در غلظت های مختلف از گازوئیل با مقدار جاذب ۱٪ به نمونه ها اضافه شد. پس از افزودن جاذب برای دسترسی مناسب جاذب و جذب شونده، نمونه ها به آرامی در زمان تماس های مختلف (۶۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰، ۵، ۲ دقیقه) با شیکر بهم زده شدند. بعد از زمان مورد نظر، جاذب بوسیله فیلتر فایبرگلاس از نمونه ها جدا و آزمایش COD روی نمونه صاف شده انجام شد. برای تعیین COD ناشی از گازوئیل سه سری آزمایش برای هر نمونه طراحی شد. یک سری حاوی جاذب و آب آلوده به مواد نفتی (سری A)، سری دیگر شامل جاذب به همراه آب شهر به منظور اندازه گیری اکسیژن مورد نیاز شیمیایی کربن فعال (سری B) و سری آخر شامل نمونه های



شکل ۲: اثر غلظت اولیه گازوئیل بر کارایی حذف بوسيله جاذب کربن فعال دانه‌ای ($m = 1g/100mL$)

داده های به دست آمده از فرایند جذب گازوئیل توسط کربن فعال دانه‌ای در زمان‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰ دقیقه، غلظت اولیه یک و دو درصد حجمی، جرم جاذب $1g/100 mL$ و دمای $2^{\circ}C$ ± 25 مدل‌های ایزوترم لانگمیر، فروندلیچ و تمکین مورد بررسی قرار گرفت.

پارامترهای به دست آمده و مقدار ضریب رگرسیون R^2 برای هر سه مدل در فرایند جذب کربن فعال دانه‌ای با غلظت‌های ۱ و ۲٪ آلاینده گازوئیل در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به جدول، مقدار R^2 برای ایزوترم فروندلیچ برای گازوئیل ۱ درصد، ۰/۵۵ و برای گازوئیل ۲ درصد ۰/۸۴ بود که این مدل برای جاذب کربن فعال دانه‌ای در کاهش COD ناشی از گازوئیل در آب شهر مناسب‌ترین مدل ایزوترم بود.



شکل ۱: اثر زمان تماس بر راندمان کاهش COD ناشی از گازوئیل از آب شهر بوسيله جاذب کربن فعال دانه‌ای

شکل ۲ کارایی کربن فعال دانه‌ای در حذف گازوئیل از آب شهر را در غلظت‌های اولیه ۱ و ۲ درصد در زمان تماس‌های مختلف نشان می‌دهد. بیشترین راندمان حذف COD ناشی از گازوئیل با غلظت اولیه آلاینده یک و دو درصد به ترتیب ۹۶/۱۷ و ۷۶/۸٪ است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد حداکثر راندمان حذف به وسیله جاذب کربن فعال دانه‌ای با افزایش غلظت آلاینده از ۱ به ۲٪ به ترتیب در زمان‌های ۳۰ دقیقه ۹۶/۱۷ و ۱۰ دقیقه ۷۶/۸٪ به دست آمد.



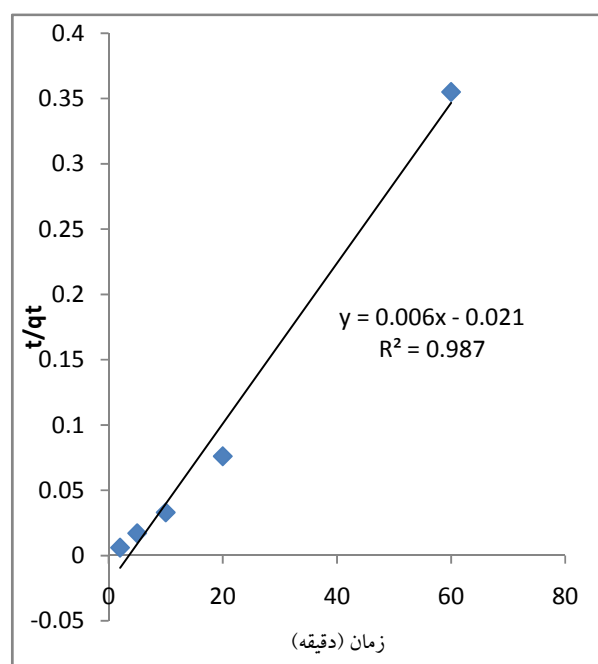
جدول ۲: پارامترهای ایزوترم جذب گازوئیل یک و دو درصد حجمی

لانگمیر			فروندلیچ			تمکین			ایزوترم
R ²	b	q _{max}	R ²	n	K _F	R ²	K _T	B _T	پارامتر
۰/۴۷	-۶۳/۸	-۲/۵۲۸	۰/۵۵	-۱/۷	۵۴۱۱/۵۹	۰/۵۳	-۱۳۸/۶۴	۹۸۴/۴۲	گازوئیل ۱٪
۰/۶۲	-۱۰۰۷/۲۵	-۰/۰۳۴	۰/۸۴	-۰/۵۵	۷۱۴۱۳۶۷۹/۶	۰/۸۷	-۲۰۶/۴۶	۱۶۹۶/۹	گازوئیل ۲٪

بحث و نتیجه گیری

زمان تماس از مهم ترین مشخصات فرایند جذب است که جهت طراحی سیستم های بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد. روشن است هرچه زمان تماس برای حذف آلاینده کمتر باشد، جاذب استفاده شده از نظر کاربردی ارجح تر و فرایند جذب اقتصادی تر است. همان طور که نتایج مطالعه حاضر نشان داد COD ناشی از گازوئیل در زمان کمتر از ۱۰ دقیقه به مقدار زیادی کاهش داشت. با افزایش زمان تماس کارایی حذف گازوئیل و ظرفیت جذب کربن فعال دانه ای تغییر کرد. پس از این مدت زمان، کارایی حذف آلاینده ها با تغییرات اندکی کاهش یافت که این امر می تواند نشان دهنده اشباع شدن ساختار جاذب از آلاینده های جذب شده، است که در لایه اولیه جاذب صورت می گیرد و چون مولکول های جذب شونده، مولکول های درشتی هستند سریع منافذ جاذب را می پوشانند و اجازه افزایش فرآیند جذب را نمی دهند. از عوامل مؤثر دیگر در جذب سطحی غلظت جزء جذب شونده می باشد. در این تحقیق جهت بررسی اثر غلظت اولیه آلاینده بر کارایی حذف غلظت های مختلف گازوئیل به وسیله ۱g / ۱۰۰ mL جاذب کربن فعال دانه ای، غلظت های اولیه یک و دو درصد حجمی مورد مطالعه قرار گرفت.

داده های حاصل از فرایند جذب با استفاده از مدل های شبه درجه اول، شبه درجه دوم و مدل Elovich برازش داده شدند. بر اساس نتایج، بیشترین میزان مطابقت با مدل شبه درجه دوم مشاهده گردید و این مدل توصیف کننده رفتار سینتیکی جاذب کربن فعال دانه ای در جذب گازوئیل از آب انتخاب شد (شکل ۳).



شکل ۳: سینتیک شبه درجه دوم در جذب گازوئیل ۱٪ با کربن فعال دانه ای



می‌شوند و گروه دیگری در فرایند جذب به صورت نفوذ در منافذ کربن فعال جذب می‌گردند.

جهت بررسی سینتیک جذب گازوئیل توسط جاذب‌های مورد مطالعه، آزمایش‌ها با غلظت اولیه یک درصد حجمی، جرم جاذب ۱g/۱۰۰ mL و زمان‌های مختلف تماس ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰ دقیقه انجام شد. داده‌های حاصل از جذب با استفاده با مدل‌های شبه درجه اول، شبه درجه دوم و مدل Elovich برازش داده شدند. بر اساس نتایج بدست آمده، مدل شبه درجه اول با داده‌های مطالعه حاضر مطابقت نداشت و بیشترین مطابقت با مدل شبه درجه دوم ($R^2 = 0/987$) بود. تویدا و همکاران در سال ۲۰۰۰ بر روی گرافیت لایه‌ای تحقیقی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که گرافیت لایه‌ای به طور خیلی سریعی قادر به جذب مقدار زیادی از نفت خام سنگین شناور بر روی آب در دمای اتاق می‌باشد و g از ۸۶ از نفت خام سنگین درجه A در مدت ۲ دقیقه بوسیله کربن لایه لایه جذب شد (۱۶) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین مطالعه‌ای تحت عنوان تصفیه امولسیون‌های آب-نفت بوسیله جذب در کربن فعال، بنتونیت و کربن ته‌نشین شده به وسیله خالد و همکاران در مصر در سال ۲۰۱۱ انجام شد. در این تحقیق اثر زمان تماس و غلظت مواد جذب شده روی جذب نفت مورد مطالعه قرار گرفت. کارایی حذف نفت با افزایش زمان تماس، افزایش و با افزایش غلظت مواد جذب شده، کاهش یافت. همچنین مشخص شد که ایزوترم فروندلیچ بهترین ایزوترم برای حذف نفت توسط سه جاذب مذکور است (۱۴). مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی آزمایشگاهی تأثیر pH، دما و پراکسید هیدروژن بر

همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، با افزایش غلظت اولیه آلاینده-ها کارایی حذف کاهش یافته است. این پدیده به این دلیل است که سطح جاذب دارای نقاط مشخصی برای جذب آلاینده می‌باشد که با افزایش غلظت آلاینده نسبت سطح در دسترس به تعداد مولکول‌های آلاینده‌ای که باید جذب شود کمتر می‌گردد، در نتیجه باعث کاهش کارایی حذف آلاینده می‌گردد. به نظر می‌رسد که جذب گازوئیل بر روی کربن فعال یک فرآیند تک لایه-ای است که با پر شدن سطح جاذب دیگر امکان جذب وجود ندارد. در این مطالعه همچنین به منظور تعیین مدل ایزوترم جذب، مدل‌های ایزوترمی فروندلیچ، لانگمیر و تمکین بررسی شد. مطابقت فرایند جذب جاذب کربن فعال دانه ای برای آلودگی نفتی با مدل‌های مختلف بر حسب ضریب همبستگی برآورد شد، به طوری که مقدار آن برای سه ایزوترم تمکین، فروندلیچ و لانگمیر در کاهش COD ناشی از گازوئیل توسط کربن فعال دانه‌ای به ترتیب برابر با ۰/۵۳، ۰/۵۵ و ۰/۴۷ شد. بر اساس نتایج، جاذب کربن فعال دانه‌ای در کاهش COD ناشی از گازوئیل بیشترین مطابقت را با ایزوترم فروندلیچ داشته است. ایزوترم فروندلیچ یک مدل تجربی است که با فرض جاذب با سطح ناهمگن بنا شده است و نشان دهنده این واقعیت است که کربن فعال در جذب آلاینده گازوئیل به دو گونه متفاوت عمل می‌کند. از آنجا که ترکیبات موجود در گازوئیل مختلف هستند، به نظر می‌رسد برخی از ترکیبات با سطح باردار روی کربن فعال جذب



شد. نتایج به دست آمده از مطالعه آنها، نشان داد که جذب نفت در هیدروژل ترجیحاً به جای سنتتیک درجه اول کاذب مثل یک مدل سنتتیک درجه دوم کاذب رفتار کرد (۱۷). نتایج مطالعه حاضر نشان داد جاذب کربن فعال دانه ای توانایی جذب گازوئیل در مقادیر کم از آب را دارد و می تواند COD تولید شده از این آلاینده را از آب شهر به خوبی در زمان های اولیه کاهش دهد.

حذف بنزین از آب توسط کربن فعال دانه ای توسط هاشمی نژاد و همکاران در اصفهان در سال ۱۳۸۷ انجام شد. داده های آزمایشگاهی به دست آمده در این مطالعه با دو مدل فروندلیچ و لانگمیر برازش داده شدند و ضریب تعیین به دست آمده حکایت از مناسب بودن مدل فروندلیچ داشت (۲). مطالعه ای تحت عنوان جذب نفت خام از محلول آبی بوسیله هیدروژل کیتوزان با پایه پلی آکریلامید بوسیله سوکر و همکاران در مصر در سال ۲۰۱۱ انجام

References

- 1- Abbaspoor M. environmental engineering. Tehran: Islamic Azad University, Center for Academic Publications; 2005.
- 2- Hasheminejad H, Karimi- Jashni K, Taleb Beydokhty N, Monajemi P, Experimental Study of Effects of pH, Temperature and H₂O₂ on Gasoline Removal from Contaminated Water Using Granular Activated Carbon. Journal of Water 2008; (4): 43- 53.
- 3- EPA. Oil Spill Program Update, The U.S. EPA, Oil Program Center Report 1998; 1(4): 2-3.
- 4- Khurshid R, Sheikh M, Iqbal S. Health of people working/living in the vicinity of an oil-polluted beach near Karachi, Pakistan. EMHJ 2008; 14: 179-82.
- 5- Laws EA. Aquatic pollution: an introductory text: Wiley& Sons; 2000; 201-208
- 6-Administration API. Proceedings of joint conference on prevention and control of oil spills. Washington DC: Sheraton Park Hotel; 2006; 145-151.
- 7-Sadani M, Movahedian-Atar H, Faraji M, Jaberean B., Abouee E., Removal of toxic compounds in the crude oil in the water by powdered activated carbon adsorption. Shahrekord University of Medical Sciences 2012; 13(5): 46-54.
- 8-Suni S, Kosunen AL, Hautala M, Pasila A, Romantschuk M. Use of a by-product of peat excavation, cotton grass fibre, as a sorbent for oil-spills. Marine pollution bulletin. 2004; 49(11): 916-21.



- 9-Ayotamuno MJ, Kogbara RB, Ogaji SOT, Probert SD, Petroleum contaminated groundwater remediation using activated carbon. *Applied Energy* 2006; 83: 1258-64.
- 10-Benito JM, Ríos G, Ortea E, Fernández E, Cambiella A, Pazos C, et al. Design and construction of a modular pilot plant for the treatment of oil-containing wastewaters. *Desalination* 2002;147(1):5-10.
- 11- Beall GW .The use of organo-clays in water treatment. *Applied clay science* 2003;24(1):11-20.
- (2008); 99 12- Srinivasan A, Viraraghavan Th. Removal of oil by walnut shell media. *Bioresource Technology* (17): 8217-20
- 13-USEPA. Granular activated carbon adsorption and regeneration. Washington D.C: Wastewater technology, .fact sheet; 2000; 4-7.
- 14- Okiel K, El-Sayed M, El-Kady MY. Treatment of oil-water emulsions by adsorption onto activated carbon, bentonite and deposited carbon. *Egyptian Journal of Petroleum* 2011;20(2):9-15.
- 15- Zhang C, Li, Q., Kang, C. Wastewater produced from an oilfield and continuous treatment with an activated carbon. *Process Biochemistry* 2005; 40(2): 873-7.
- 16-Toyoda M, Moriya K, Aizawa J, Konno H, Inagaki M. Sorption and recovery of heavy oils by using exfoliated graphite Part I: Maximum sorption capacity. *Desalination* 2000; 128(3): 205-11.
- 17-Sokker H, El-Sawy NM, Hassan M, El-Anadouli BE, Adsorption of crude oil from aqueous solution by hydrogel of chitosan based polyacrylamide prepared by radiation induced graft polymerization. *Journal of hazardous materials* 2011; 190(1): 359-65.



The Evaluation of Removal Efficiency of COD Due to Water Contaminated by Gasoline by Granular Active Carbon

Salmani MH (Ph.D S)¹, Mokhtari M(Ph.D)², Ehrampoush MH(Ph.D)³, Sahlabadi F (M.Sc)⁴, Askarshahi M(Ph.D)⁵, Jasemizad T(M.Sc)⁴, Talebi P(M.Sc S)⁶

1.Instructor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2.Assistant professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences-Yazd, Iran

3.Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences-Yazd, Iran

4Corresponding Author: M.Sc student, in Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

5.Assistant Professor: Department of Vital Statistics and Epidemiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

6. M.Sc student, in Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

7.M.Sc student, Environment Engineering, Azad university of Meybod, Yazd, Iran

Abstract

Introduction: Oil pollution has severe effects on the water resources, environment, soil and human health. One of the most important goals of environmental engineers is removing of contaminants from water. Adsorption process is an effective manner for removing of contaminants in aqueous solutions. In this study, the efficiency of adsorption process by activated carbon granular has been investigated to decrease chemical oxygen demand (COD) due to gasoline in water.

Methods: This study was an experimental study that was conducted in laboratory scale. The adsorption process was done batch in 100 ml in closed Erlenmeyer and the effective parameters such as the initial concentration of contaminant (1, 2% V/V) and contact time (2, 5, 10, 20, 30 and 60 min) were adapted. In all experiments, pH of 7.85 and the adsorbent mass of 1g/100mL were fixed. The COD values were measured by return reflux method according to D 5220 method presented in Standard Methods book for water and wastewater examinations. Data were analyzed with Freundlich, Langmuir and Temkin isotherm models for determining of adsorption isotherm. The charts were drawn by Excel software.

Results: The results of this study showed that the average of gasoline removal percent in 1 and 2% was 93.64 ± 3.17 and 53.7 ± 22.76 , respectively that the difference was significant ($P\text{-value} < 0.05$). Also, the average adsorption capacity of granular activated carbon for 1 and 2 % concentration of gasoline was attained 264.28 ± 53.71 and 199.85 ± 87.17 mg/g that this difference was not significant ($P\text{-value} > 0.05$). Regression coefficients showed that adsorption data followed by Freundlich isotherm model and pseudo-second order kinetic.

Conclusion: We can conclude from this study that the activated carbon is an appropriate adsorbent for decreasing of COD due to gasoline contamination in water. The use of this adsorbent can well decrease COD of water contamination due to gasoline at times of 30 min.

Keywords: gasoline, COD, active carbon, removal, aqueous solutions