

## بررسی کارایی جاذب های طبیعی ( میوه کاج زغالی شده، خاک کائولینیت، خاک اره زغالی شده، کربن فعال و خاک اره) در حذف دترجنت

مهدی برقی<sup>۱</sup>

امیر حسام حسنی<sup>۲</sup>

احمد رضا یزدان بخش<sup>۳</sup>

ملیحه شاهنگیان<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۵

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲۰

ورود فاضلاب های حاوی ترکیبات پاک کننده و شوینده به محیط زیست طی فرآیند تولید و مصرف مخاطرات عدیده ای را برای محیط زیست ایجاد می کند. روش های متداول تصفیه فاضلاب بازده مناسبی برای این ترکیبات ندارند به همین دلیل باید از روش های مناسبی جهت حذف این ترکیبات استفاده کرد. پژوهش حاضر در جهت بررسی کارایی جاذب های طبیعی در حذف دترجنت انجام گرفته است. در این مطالعه از جاذب های طبیعی نظیر خاک اره خام، میوه کاج زغالی شده، خاک اره زغالی شده، کربن فعال و خاک کائولینیت استفاده گردید. این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی و با استفاده از نمونه های فاضلاب سنتتیک حاوی دترجنت آنبونی از نوع LAS انجام گرفت، بدین منظور نمونه هایی با سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر LAS ساخته شد.

پس از آماده سازی اولیه جاذب و اضافه نمودن مقدار مشخصی از جاذب به نمونه های فاضلاب، زمان تعادل و بازده جذب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد زمان تعادل کربن فعال ۹۰ دقیقه، خاک اره زغالی شده ۶۰ دقیقه، میوه کاج زغالی شده در تماس با غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر LAS، ۳۰ دقیقه و در تماس با غلظت ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر LAS، ۴۵ دقیقه می باشد. همچنین در این مطالعه مشخص گردید که با کاربرد ۱۰ گرم میوه کاج زغالی شده بازده جذب حدود ۹۵٪ حاصل می گردد که با بازده جذب ۱/۵ گرم کربن فعال برابر می باشد. در صورتی که بازده جذب برای خاک کائولینیت و خاک اره بسیار کم و برای خاک اره زغالی شده

۱- استاد گروه شیمی، دانشگاه شریف

۲- استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران.

۳- دانشیار، دانشکده بهداشت گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی .

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران.

حدود ۳۵٪ به دست آمد. در نهایت ایزوترم جذب هر کدام از جاذب ها تعیین گردید. کربن فعال و خاک اره زغالی شده از جذب فروندلیخ تبعیت می کردند و فرایند جذب توسط میوه کاج زغالی شده از معادله جذب لانگموئر پیروی می کرد.

**واژه های کلیدی:** دترجنت، میوه کاج زغالی شده، خاک کائولینیت، خاک اره زغالی شده، کربن فعال.

## مقدمه

زیست اعمال نماید (۲)، ایجاد سد در مقابل پخش اکسیژن و اختلال در عمل سنتز در سطح تماس مایع، کاهش سرعت تنفس باکتری ها و ممانعت از واکنش آنزیمی آن ها در نتیجه تقلیل سرعت تجزیه مواد آلی در مرحله تصفیه بیولوژیکی، آلودگی آب های زیر زمینی، ایجاد مسمومیت برای ماهی ها (۳)، ایجاد اختلال در فرایندهای تصفیه چون انعقاد و لخته سازی مواد معلق و کلوئیدی (دی فلوکولاسیون کلوئیدها و در نتیجه مصرف بیشتر مواد منعقد کننده) و اختلال در واحد ته نشینی، کاهش شدید  $O_2$  محلول در واحد ته نشینی و در حوض هوادهی، ایجاد کف شدید، امولسیون سازی چربی ها و روغن ها و ایجاد پدیده یوتروفیکاسیون اهم این مشکلات می باشند (۴). یکی از ویژگی های فاضلاب صنایع شوینده COD بسیار بالا می باشد (میلی گرم برلیتر ۴۰۰۰-۶۰۰۰) به همین دلیل روش هایی که برای تصفیه این فاضلاب ها به کار برده می شود، محدود است (۲).

تاکنون جهت تصفیه دترجنت ها از فاضلاب روش های بیولوژیکی و روش های شیمیایی، فیزیکی که شامل فرایندهای انعقاد و لخته سازی، شناورسازی، روش اسمز معکوس، اکسیداسیون به روش فنتون، تجزیه به کمک اشعه فرابنفش و جذب سطحی مورد بررسی قرار گرفته است. بعضی از این روش ها، روش های پر هزینه هستند (۳).

روش جذب سطحی نیز به دلیل کاربرد ماده جاذب، در صورتی که ماده جاذب گران قیمت باشد روش پر هزینه ای است بنابراین قیمت بالای کربن ایجاب می کند روش جذب سطحی با مواد ارزان قیمت جایگزین شود. تاکنون مطالعات زیادی در مورد با استفاده از جاذب های غیر مرسوم و کم هزینه شامل مواد طبیعی به خصوص ضایعات کشاورزی، خاک

اصطلاح دترجنت<sup>۱</sup> در واقع به هر ماده شیمیایی با قدرت نفوذ، حلالیت، پخش کنندگی، خیس کنندگی، امولسیون کنندگی و کاهش دهنده کشش سطحی که از قدرت پاک کنندگی بالایی برخوردار است اطلاق می شود. اجزای شیمیایی یک پاک کننده به طور کلی به سه دسته عمومی طبقه بندی می شود.

۱. سورفاکتانت ها<sup>۲</sup> (مواد فعال کننده سطحی) ۲۰-۳۰٪ از وزن شوینده را تشکیل داده و اصلی ترین و مهم ترین ماده شیمیایی شوینده ها می باشد.

۲. سازنده ها: به موادی گفته می شود که به شیوه های مصنوعی یا صابون برای بهبود اثر فراورده در شرایط مصرف در حین ساخت اضافه می کنند تا بازده پاک کنندگی را بیشتر کنند و ۸۰-۷۰٪ دترجنت را تشکیل می دهد.

۳. پر کننده ها: ماده ای که به شوینده ها اضافه می شود ولی بهبودی در خواص و جذابیت آن ایجاد نمی کند (۱).

میزان تولید و مصرف دترجنت ها در جهان بسیار زیاد است به طوری که تولید سالانه دترجنت در آمریکا و اروپای غربی در حدود  $10^6 \times 6$  تن می باشد. بنابراین مصرف این مواد باعث بروز مشکلات زیاد در محیط زیست به خصوص در زمینه تصفیه پساب های بهداشتی و صنعتی می گردد.

فاضلاب های ناشی از کارخانجات دترجنت شامل مقادیر زیادی از مواد خام باقی مانده می باشد که به علت تنوع بار آلودگی می تواند اثرات زیست محیطی شدیدی را بر محیط

1- Detergent  
2- Surfactants

بنتونیت، کائولینیت، ماسه و ضایعات گیاهان انجام گرفته است (۲).  
 Rudy Crisafully et al (۲۰۰۸) در یک تحقیق، حذف بعضی از هیدروکربورهای آروماتیک چند حلقه ای را از ضایعات پتروشیمی توسط جاذب های طبیعی ارزان قیمت مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه از جاذب های با منشأ باگاس، پوسته های نارگیل سبز، کیتین، چیتوزان استفاده نمودند. نتایج این مطالعه نشان دهنده حذف مؤثر این ترکیبات بوده است. همچنین ایزوترم های جذب از مدل فروندلیخ تبعیت نموده است (۱۰).

در این پژوهش رفتار جذب آلکیل سولفونات خطی (LAS)<sup>۱</sup> بر روی برخی از جاذب های طبیعی، به عنوان جاذب های ارزان قیمت، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

#### روش تحقیق

این تحقیق در مقیاس آزمایشگاهی با ساخت فاضلاب سنتتیک حاوی دترجنت با سه غلظت ۵۰، ۲۵ و ۳۰۰ میلی گرم برلیتر انجام گرفت. غلظت ۲۵ و ۳۰۰ میلی گرم برلیتر برای جاذب (میوه کاج زغالی شده)، غلظت ۵۰ میلی گرم برلیتر برای جاذب خاک اره و نیز غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر برای همه جاذب ها به جز خاک اره مورد استفاده قرار گرفت.

برای تهیه این مواد جاذب ابتدا میوه کاج بعد از پیچیدن داخل فویل درون کوره الکتریکی با دمای °C ۶۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد. پس از خارج کردن از کوره خرد شده و به عنوان جاذب مورد استفاده قرار گرفت. برای خاک اره زغالی شده نیز فرایند یاد شده انجام یافت و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۰۰-۳۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. کربن فعال مورد استفاده در این مطالعه به صورت گرانول می باشد و نیز خاک کائولینیت به صورت خالص تهیه و استفاده گردید. خاک اره خام نیز پس از جداسازی ذرات درشت تر مورد استفاده قرار گرفت.

در این مطالعه برای اندازه گیری دترجنت از روش MBAS مطابق دستور العمل ارائه شده در کتاب استاندارد متد استفاده شد (۱۱).

Luchesi et al (۱۹۸۳) در مطالعه ای از لاستیک های فرسوده به روش پیرولیز حرارتی در محیط بدون اکسیژن نوعی کربن فعال تولید و برای حذف ترکیبات آلی مورد استفاده قرار دادند (۵).

Periasamy et al (۱۹۹۴) در یک مطالعه از ضایعات کشاورزی مانند پوست بادام، هسته هلو، هسته و چوب خرما، پس از فعال سازی با استفاده از کربناسیون حرارتی و فعال سازی شیمیایی جاذب هایی با سطح ویژه مناسب تولید و حذف فلزات سنگین و ترکیبات حلقوی از قبیل کلروفلن ها را مورد بررسی قرار دادند (۶).

G. Thriupathi et al (۲۰۰۶) در یک تحقیق، حذف نمک های غیر آلی و دترجنت ها را بر روی بستر ماسه ای مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه سیستم های بسته و همچنین سیستم های با جریان مداوم به دو طریق با برگشت جریان و بدون برگشت جریان مورد بررسی قرار گرفته و ایزوترم های جذب و زمان تعادل به دست آمده است (۷).

Onder et al (۲۰۰۶) و همکاران، حذف سورفاکتانت ها را از آب به روش انعقاد الکتروشیمیایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داده است که این روش می تواند برای آب های آلوده به دترجنت به عنوان یک روش اقتصادی و مؤثر مطرح گردد (۸).

Wang et al (۲۰۰۷) در مقاله ای مروری نتایج حاصل از مطالعات انجام یافته برای حذف یون های فلزی از فاضلاب از طریق ضایعات گیاهی اصلاح شده منتشر کردند. در این مقاله به مطالعاتی اشاره شده است که در آن ها از مواد زاید سلولزی، خاک اره، باگاس، سبوس برنج، ضایعات میوه و انواع علف ها به عنوان جاذب های ارزان قیمت برای جذب یون های فلزی مثل کادمیوم، مس، سرب، روی و نیکل استفاده شده است. در این مقاله مروری به حدود ۵۰ مطالعه در این زمینه اشاره شده است (۹).

شده در زمان معین (میلی گرم برلیتر). همچنین فرم خطی ایزوترم لانگ موثر به صورت زیر است  $C_e/x/m = Ce/b + (1/ab)$  که  $a$  و  $b$  ثابت های معادله می باشند. برای تعیین بازده جذب هر یک از مواد جاذب مورد مطالعه به صورت زیر عمل گردید. ابتدا مقادیر مختلفی از مواد جاذب را در تماس محلول حاوی LAS با غلظت های مختلف قرار دادیم و پس از صاف سازی و استخراج LAS توسط روش MBAS، بازده جذب برای هر یک از جاذب ها حاصل گردید.

### نتایج

نتایج آزمایش های انجام یافته در این مطالعه به دو بخش اصلی تقسیم گردیده است. بخش اول: در مورد بررسی جذب هر کدام از جاذب ها و به دست آوردن زمان تعادل در خصوص هر یک.

بخش دوم: شامل تعیین ایزوترم مربوط به عمل جذب برای هر یک از جاذب ها و تعیین درصد جذب هر یک از جاذب ها در غلظت های مختلف جاذب و LAS.

برای تعیین زمان تعادل مطابق روش ذکر شده در قسمت قبل آزمایش ها انجام گرفت که نتایج آن به شرح زیر می باشد.

زمان تعادل برای خاک اره زغالی شده و کربن فعال، به ترتیب: ۶۰ و ۹۰ دقیقه بود و نیز زمان تعادل برای میوه کاج زغالی شده در معرض غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر، ۳۰ دقیقه و در معرض ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر ۴۵ دقیقه می باشد. جذب توسط خاک اره خام و خاک کائولینیت بسیار جزئی می باشد، بنابراین از مطالعه خارج گردید.

منحنی های ایزوترم جذب برای جاذب های مورد مطالعه در نمودارهای ۱ تا ۴ ارائه شده است.

بررسی ایزوترم های مختلف جذب نشان داد که رفتار جذب کربن فعال و خاک اره زغالی شده از معادله جذب ایزوترم فروندلیخ تبعیت می کند و نیز نمودارهای رسم شده و ضریب همبستگی این منحنی ها نشان دهنده این است که رفتار جذب تابع ایزوترم لانگ موثر نمی باشد (نمودارهای ۱ و ۲).

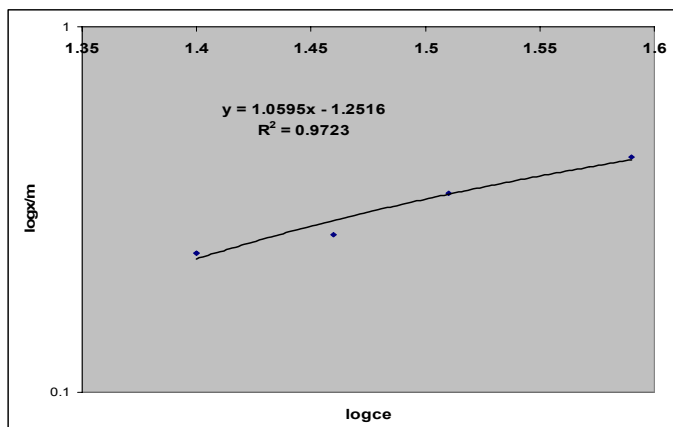
برای تعیین زمان تعادل برای هر یک از مواد جاذب به صورت زیر عمل گردید:

ابتدا مقداری ماده جاذب را با کمک دستگاه شیکر با دور ۱۲۰ rpm و در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  در تماس با غلظت مشخصی از دترجنت قرار دادیم و زمان را بین ۵-۱۲۰ دقیقه در محدوده غلظت مورد آزمایش تغییر داده سپس مخلوط حاصله را توسط صافی واتمن ۴۲ صاف کردیم و پس از استخراج دترجنت توسط روش MBAS مدت زمانی که غلظت های مختلف LAS با ماده جاذب به حالت تعادل می رسد به دست آمد و نیز برای تعیین ایزوترم جذب برای هر یک از مواد جاذب مورد مطالعه، مقداری از جاذب با کمک دستگاه شیکر با دور ۱۲۰ rpm و در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  و در زمان تعادل به دست آمده برای هر ماده جاذب در تماس با غلظت های مشخصی از دترجنت قرار داده شد. سپس غلظت باقیمانده دترجنت مورد اندازه گیری قرار گرفت.

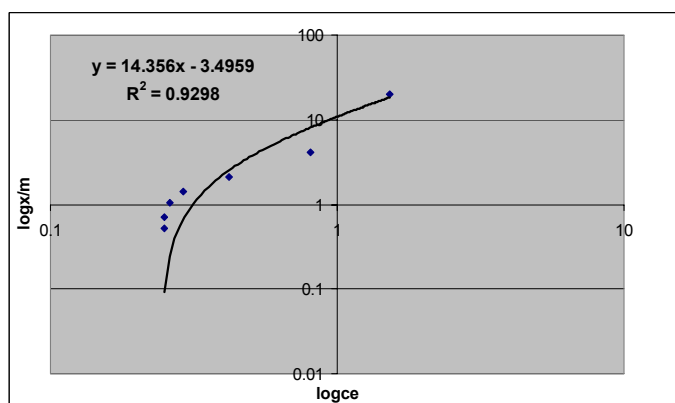
در این بخش از مطالعه به منظور بررسی رفتار جذب هریک از جاذب ها از مدل های جذب، با توجه به زمان های تعادل به دست آمده در مرحله قبل، نسبت به تماس جاذب ها با محلول های حاوی LAS اقدام شده و در این مرحله این مقدار جاذب می باشد که متغیر است و از مقدار (۱ تا ۳۰) گرم برای غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم بر لیتر LAS و مقدار (۵ تا ۵۰) گرم برای غلظت های ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر LAS، مقدار جاذب در تماس با محلول حاوی LAS تغییر داده شد. از ۲ مدل جذب فروندلیخ و لانگ موثر برای تعیین ایزوترم جذب استفاده گردید (۱۲).

ایزوترم فروندلیخ یک مدل بسیار خوب برای تشریح جذب در سیستم های آبی است که در آزمایش ها از آن استفاده گردید. ایزوترم فروندلیخ به صورت زیر است:

معادله همان  $x/m = kC_e^{1/n}$  که می باشد.  $\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log C_e$  : میزان ماده جذب شده بر واحد جرم جاذب بر حسب  $mg/gr$ ،  $k$  : ثابت ظرفیت جذب،  $1/n$  : شدت جذب،  $C_e$  : غلظت ماده جذب



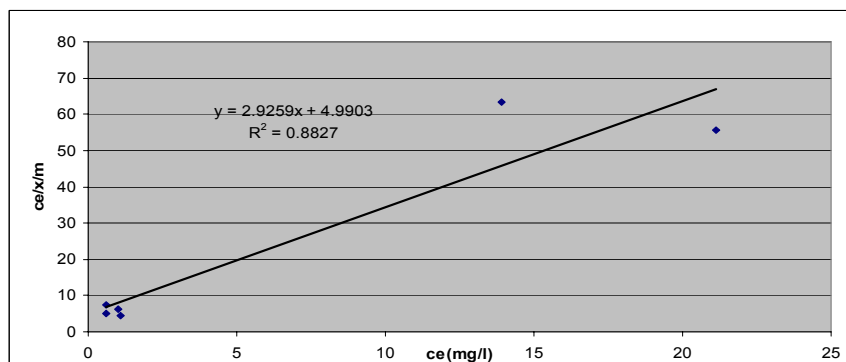
نمودار ۱- منحنی ایزوترم جذب فروندلیخ، جاذب خاک اره زغالی شده در مجاورت محلول LAS با غلظت ۵۰ میلی گرم برلیتر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد



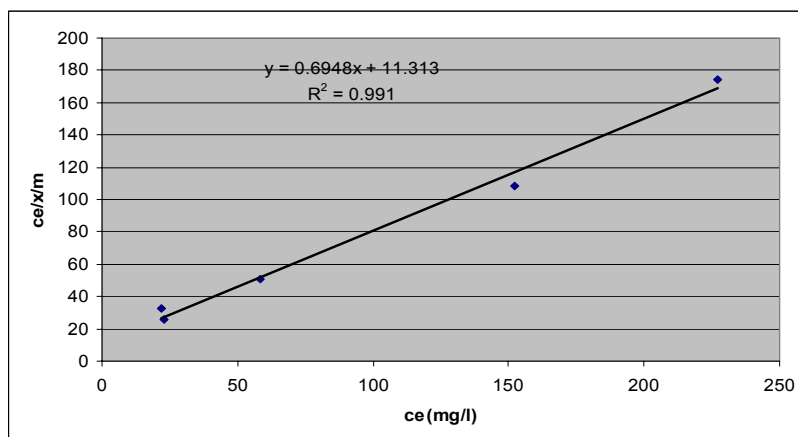
نمودار ۲- منحنی ایزوترم جذب فروندلیخ، جاذب کربن فعال در مجاورت محلول LAS با غلظت ۲۵ میلی گرم برلیتر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد

او با توجه به اشکال منحنی های رسم شده و ضریب همبستگی هر یک، نشانگر این مهم است که تابع ایزوترم فروندلیخ نمی باشد (نمودارهای ۴ و ۳).

و نیز بررسی ایزوترم جذب در خصوص رفتار جذب میوه کاج زغالی، از معادله جذب ایزوترم لانگ موثر تبعیت می کند.



نمودار ۳- منحنی ایزوترم جذب لانگ موثر، جاذب میوه کاج در مجاورت محلول LAS با غلظت ۲۵ میلی گرم برلیتر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد



نمودار ۴- منحنی ایزوترم جذب لانگ موئر، جاذب میوه کاج مخروط در

مجاورت محلول LAS با غلظت ۳۰۰ میلی گرم برلیتر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد

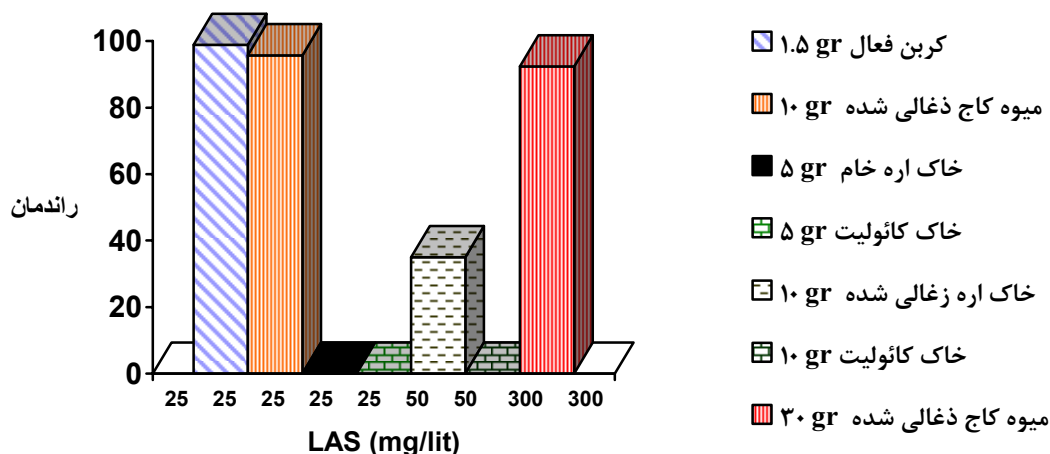
تعیین بازده جاذب ها در محلول

با توجه به جدول ۱ و نمودار ۵ مشخص می گردد که

بازده کربن فعال در جذب LAS بسیار مناسب است.

جدول ۱- بازده جذب جاذب های استفاده شده در مطالعه در مقابل محلول LAS

بازده	مقدار جاذب (gr)	نوع جاذب	غلظت LAS (mg/l)
٪۹۸/۸۴	۱/۵	کربن فعال	۲۵
٪۹۵/۷۲	۱۰	میوه کاج ذغالی شده	۲۵
۰	۵	خاک اره خام	۲۵
۰	۵	خاک کائولینیت	۲۵
٪۳۵	۱۰	خاک اره زغالی شده	۵۰
۰	۱۰	خاک کائولینیت	۵۰
٪۹۲/۴	۳۰	میوه کاج زغالی شده	۳۰۰



نمودار ۵- بازده جذب جاذب های استفاده شده در مطالعه در مقابل محلول LAS

### بحث و نتیجه گیری

کربن فعال کاربردی در مقایسه با سایر جاذب ها (خاک اره، میوه کاج و ...) بسیار بوده است.

بخش دوم - تعیین ایزوترم تعادلی جذب برای هر یک از مواد جاذب

پس از رسم منحنی ایزوترم جذب فروندلیخ و لانگ موئر برای هر یک از مواد جاذب و با توجه به نتایج حاصل که در نمودارهای ۱ تا ۴ آمده است و نیز با توجه به ضریب همبستگی هر یک از نمودارها مشخص گردید رفتار جذب خاک اره ذغالی شده و کربن فعال از معادله جذب ایزوترم فروندلیخ تبعیت می نماید. ضرایب  $k_f = -3/96$  و  $1/n = 14/35$  برای کربن فعال در تماس با محلول ۲۵ میلی گرم برلیتر، LAS به دست آمد و  $k_f = -1/25$  ،  $1/n = 1/0.59$  برای خاک اره ذغالی شده در تماس با محلول ۵۰ میلی گرم برلیتر ، LAS به دست آمد. و نتیجه گیری کلی در مورد ایزوترم فروندلیخ به صورت زیر است: هرچه  $k$  بزرگ باشد، ظرفیت جذب کربن بیشتر است و هرچه  $n$  کوچک باشد در نتیجه  $1/n$  بزرگ می شود و شدت جذب افزایش می یابد. و همچنین در این پژوهش مشخص گردید ایزوترم جذب میوه کاج ذغالی شده از مدل جذب لانگ موئر تبعیت می نماید و ضرایب  $1/ab = 4/99$  ،  $1/b = 2/92$  در تماس با محلول ۲۵ میلی گرم برلیتر، LAS

بخش اول: بررسی جذب هر کدام از جاذب ها و به دست آوردن زمان تعادل در خصوص هر یک

آنچه از آزمایش ها نتیجه می شود آن است که مقدار باقی مانده LAS در محلول جذب شده توسط کربن فعال و میوه کاج ذغالی شده به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش یافته است که میزان آن به ترتیب ۹۸/۸۴٪ و ۹۵/۷۲٪ از کل مقدار اولیه LAS در محلول می باشد که نشان دهنده این است که کربن فعال و میوه کاج ذغالی شده قادر به جذب مطلوب LAS می باشد و همچنین بازده جذب برای خاک کائولینیت و خاک اره خام بسیار کم و برای خاک اره ذغالی شده ۳۵٪ به دست آمد.

- تعیین زمان تعادل برای هر یک از مواد جاذب

در محدوده غلظت مورد آزمایش زمان بین ۱۲۰ - ۵ دقیقه تغییر داده شد.

با توجه به نتایج حاصل که در قسمت قبل ارایه گردید مشاهده می شود که زمان تعادل کربن فعال نسبت به سایر مواد جاذب بیشتر است. دلیل این امر را می توان سطح جاذب بسیار بالاتر از کربن فعال ذکر نمود که باعث افزایش قدرت جذب کنندگی ماده جاذب شده و نیز مدت زمان بیشتری برای اشباع آن نیاز است. این نکته وقتی مشخص تر می شود که میزان

۴. نوری جعفر، شهریاری افشار، عباس، "بررسی نقش

دترجنت های آنیونی در آلودگی محیط زیست"

تهران، دانشگاه آزاد اسلامی.

5. Luchesi, A., Maschio, G,(1983) "Semi active Carbon and aromatics Products Produced by Pyrolysis of Scrap Tires", Conservation and recycling, Vol 6, No 3, pp 85-90.
6. Periasamy, K, Nomasivayam, C,(1994) "Process development for removal and recover of cadmium from waste water by low cost adsorbent", Ind.eng.chem., vol 33, No 2, pp317-320.
7. G. Thriupathi et al(2006) "Adsorption Characteristics of in organic salts and detergents on sand beds, Journal of Chemical engineering, Volume 125, Issue 3-2007. Pages 177-186.
8. Ebra Onder et al(2006), An alternative method, for the removal of surfactants from water,; Electrochemical Coagulation, Journal of separation and purification Technology, Vol 52. Issue 3, 2007. Pages 527-532.
9. W.S. Wang et al, (2007), Removal of heavy metal ions from waste water by Chmically modified plant wastes as adsorbents: A review, available on line: <http://www.science direct.com>, Elsvier.
10. Rudy Crisafully et al(2007), Removal of some polycyclic aromatic hydrocarbons from petrochemical waste water using Low-Cost adsorbents Origin. Journal of Bioresource Technology volume 99. Issue 10, July 2008, Pages 4515-4519.
11. E. Greenberg, Arnold. S. Clesceri, Lenore-D, Eaton, Andrew, 1992,

و  $1/ab=11/313$ ،  $1/b=0/694$  در تماس با محلول ۳۰۰ میلی گرم برلیتر، LAS به دست آمد.

نتیجه گیری کلی: در مورد ایزوترم جذب لانگ موئر به این صورت می باشد؛ هر چه  $b$  بیشتر باشد نشان دهنده بالا بودن ظرفیت جذب و هر چه  $a$  بالاتر باشد نشان دهنده اتصال قوی تر ماده جذب شونده به جاذب می باشد.

- تعیین بازده مواد جاذب در محلول های حاوی LAS

با توجه به جدول ۱ و نمودار ۵ مشاهده می گردد بازده کربن فعال در جذب LAS نسبت به سایر جاذب ها بیشتر است. این مهم به دلیل نوع آماده سازی و ساختار متخلخل و سطح فعال جذب این مواد جاذب ذکر نمود که سبب ایجاد سطح جذب بسیار بالایی درین مواد جاذب می باشد. ولی استفاده از کربن فعال مستلزم هزینه می باشد و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. برای حذف LAS نیز می توان از سایر جاذب ها (میوه کاج زغالی شده) که بازده جذب مناسبی دارند استفاده نمود. گرچه، مقدار مواد جاذب بیشتری مورد نیاز باشد تا به همان بازده دست یافته شود.

#### منابع

۱. یازندی امیر عباس، ۱۳۷۲ "مواد اولیه محصولات پاک کننده و مسایل محیط زیست در ژاپن" انتشارات شرکت تحقیقات و توسعه صنایع شوینده و بهداشتی.
2. [www.scienceDirect.com.kojo](http://www.scienceDirect.com.kojo) Arthur mensah and Christopher F. forster .2003 volume 90 – Issue 2.November 2003 page 133- 138
3. Shamon , EE; (1975) "Effect, of Detergent & Formulation on waste water characteristics & Treatment" water pollution control federation.j.Vol .47 .no.10 . p2371-2383



waste water treatment "Prentice Hall,  
Engle – wood cliffs, New Jersey.

- Standard Method For examination of  
water & waste water 18<sup>th</sup>. Edition
12. Benefield, L.D. Judkines, J.f 1982  
"Process chemistry for water and