امکانسجی جداسازی منگنز به روش جذب سطحی با جاذب گرافن از پساب صنعتی

علی افروس[۱] ، فؤاد مزرعه[۲]، محبوبه چراغی*[۳] ، سارا عباسی[۴]

۱-گروه مهندسی آب، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

۲- کارشناس ارشد، مهندسی شیمی.

۳*- گروه مهندسی محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۴- دکتری محیط زیست .

* ایمیل نویسنده مسئول : mahboobeh_cheraghi_env@yahoo.com

تاریخ دریافت :۱۴۰۱/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۱/۰۸/۲۳

چکیده

مساله تأمین آب به عنوان مهم‌ترین سرویس جانبی هر واحد صنعتی می‌باشد که طی مصارف مختلف تبدیل به فاضلاب صنعتی می‌گردد دستیابی به روش های بازیابی فاضلاب های صنعتی واجد اهمیت است. درمطالعه حاضر آزمایش های حذف منگنز توسط جاذب گرافن در شرایط مختلف بصورت ناپیوسته انجام شد . سپس اثر پارامتر های موثر بر جذب منگنز نظیر) pH از محیط اسیدی ۲ تا محیط بازی ۱۲) ، زمان تماس(از ۵ تا ۳۰ دقیقه)، غلظت اولیه20 ppmو میزان جاذب مورد استفاده gr0.02) و 0.04 grو 0.06 grو0.08 grو (0.1 grبررسی شد . برای اندازه گیری میزان منگنز در محلول از دستگاه جذب اتمیک استفاده شد. نتایج نشان داد که محیط بازی بهینه برای جاذب برابر ۱۰ بوده است.در بررسی اثر گرم جاذب بر درصد جذب مشاهده شد که نانو گرافن استفاده شده قدرت جذب فوق العاده بالایی در حذف آلاینده ها دارد. نتایج نشان داد که فرآیند حذف منگنز از محلول آبی از معادله شبه درجه دوم با دقت بسیار بالایی تبعیت دارد. ماکسیمم حذف منگنز از محلول آبی 2 ppmتوسط 0.08 grنانوگرافن در محیط بازی ۱۰ و در زمان تماس ۳۰ دقیقه بوده است ، که درصد جذب ۹۹،۰۵٪ بدست آمد. گرافن عملکرد بسیار خوبی در حذف فلزمنگنز از پساب دارد. در واقع هرچه وسعت سطح و منافذ جاذب بیشتر باشد میزان جذب نیز افزایش می یابد .

کلمات کلیدی

" گرافن "، " جذب سطحی "، " ایزوترم جذب "، " پساب"

۱- مقدمه

منگنز یکی از انواع فلزات ، و فلزی دو ظرفیتی نرم، چکش خوار، انعطاف پذیر و به رنگ سفید مایل به آبی است که با چاقو به راحتی بریده می‌شود. این عنصر از بسیاری جهات شبیه روی است اما منگنز ترکیبات پیچیده بیشتری بوجود می‌آورد. معمولی ترین حالت اکسیداسیون منگنز ۲+ می‌باشد، گرچه نمونه‌های کمیابی از ۱+ نیز می‌توان پیدا کرد.و در محیط به شکل های مختلف عنصر فلزی (mn)، نمک های معدنی منگنز و ترکیبات آلی منگنز یافت می شود. منگنز یکی از عناصر بسیار خطرناک است که سبب بیماریهای شدید مزمن یا مرگ انسان می شود. غلظت مجاز آن در خروجی پساب صنعتی ناچیز و در آب های آشامیدنی**ppm** ۰،۱تعیین شده است. بنابراین حذف آن از آب ها و فاضلاب های صنعتی حائز اهمیت است، در غیر اینصورت پس ازتخلیه به محیط شده و توسط موجودات آبزی جذب می شود و از طریق زنجیره غذایی افزایش بیو لوژیکی می یابد و در نهایت حیات و سلامت مصرف کنندگان نهایی یعنی پرندگان، ماهی ها و انسان را به خطر می اندازد (فتحی و همکاران،۱۳۹۸). امروزه با توجه به قوانین سخت¬گیرانه¬ای که برای حفاظت از سلامت انسان و محیط¬زیست و نیز جبران کمبود منابع آب در دسترس اجتماعات تدوین شده، لازم است تدابیری اتخاذ گردد تا حذف آلاینده¬ها از ترکیب فاضلاب و آب¬های آلوده با راندمان بالا انجام گیرد. در¬حالی¬که روش¬های فوق راندمان پایینی در حذف فلزات¬سنگین دارند (مثل روش¬های رسوبدهی) و یا بهترین کارایی خود را در فاضلاب¬های غلیظ حاوی فلزات¬سنگین نشان می¬دهند (مثل روش¬های تبادل یون و استخراج با حلال) و از این¬رو برای حذف غلظت¬های کم فلزات-سنگین از پساب¬های صنعتی و رساندن کیفیت آنها به حد استانداردهای موجود مناسب نیست و از آنجا که فلزات¬سنگین در طبیعت از بین نمی¬روند، نیاز به تکنولوژی¬های جدیدی است که آنها را حذف و از پساب جدا کند(کریمی و همکاران،۱۳۹۴). با توجه به ازدیاد آلاینده¬ها در محیط¬زیست¬، دانشمندان به حذف فلزات سنگین با استفاده از جاذب¬هایی با سطح تماس بالا نظیر پلی-مر¬ها، کربن¬های فعال، اکسیدهای فلزی، سیلیکا، رزین¬ها و دندریمرها تمایل پیدا کرده¬اند (عباسی و یوسفی،۱۳۹۴). زیرا این مواد دارای کمترین اثرات مخرب زیست¬محیطی بوده وراندمان بالاتری را نسبت به روش¬های گذشته استخراج و الکترودیالیز از خود نشان می¬دهند. علاوه بر این حذف آلاینده ها با این روش¬های نوین با محدودیت¬های کمتری از لحاظ عملی مواجه است(فتحی و همکاران،۱۳۹۶). فرآیند جذب از بهترین روشها برای حذف فلزات سنگین به شمار می رود که دارای مزیتهایی از جمله کاربرد ساده و مؤثر، عدم نیاز به تجهیزات پیچیده، عدم تولید لجن، امکان احیاء ماده جاذب و هزینه کم)درصورت استفاده از جاذبهای طبیعی و ارزان(نسبت به سایر روشهای تصفیه اس(صیاحی و همکاران،۱۴۰۰). نظر به اهمیت کاربرد و معرفی روش های به روز و کارآمد و اهمیت زیست محیطی عنصر نیکل در پساب های صنعتی¬، در مطالعه حاضر توانایی و امکان سنجی حذف منگنز از پساب صنعتی بر اساس روش جذب-سطحی با استفاده از گرافن بررسی می¬شود. گرافن دارای سطح تخلخل بالا، انعطاف‌پذیری، پایداری و قابلیت هدایت¬الکتریکی است که ویژگی¬های بسیار مناسبی برای جذب

فلزات سنگین در مقیاس صنعتی محسوب می‌شود (فتحی و همکاران۱۳۹۶). در این مطالعه ضمن بررسی کارایی گرافن در جداسازی نیکل از پساب، اثر متغیرهایی مانند دما، غلظت آلاینده و غلظت جاذب و زمان تماس و **pH** بر میزان جذب فلز توسط جاذب بررسی می‌شود.

۲- روش انجام تحقیق

نمونه برداری در بطری های شیشه ای که قبلاً با آب مقطر شستشو داده شده بود، صورت گرفت. میزان تقریبی آب برداشت شده در حدود **ml** ۵۰۰ بوده و روی بطری ها تاریخ و ساعت و محل دقیق نمونه برداری یادداشت گردید.

خصوصیات جاذب گرافن بکار رفته

Research Grade Graphene Nanoplatelets Powder

Purity: 99.5% - Graphene

Thickness: 2-18nm, Less Than 32 Layers

Ph: 7 - 7.7 (30 ^{0}C)

Volume Resistivity: 4x10^{-4} ohm.cm

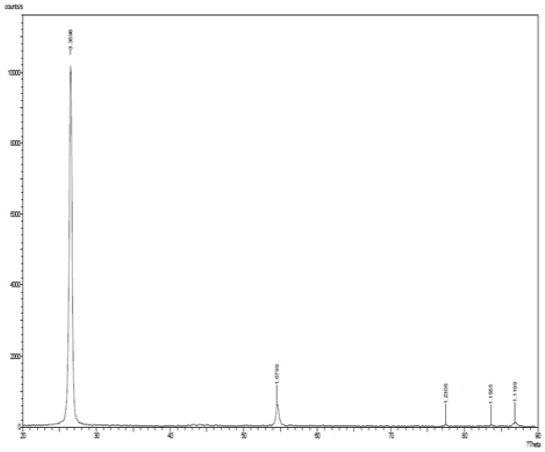
Diameter: 4-12um

The Product COA: C=99.7%, O<0.3%

Graphene Nanoplatelets – X-ray

US Research Nanomaterials Inc.

Stock# US1059



نمودار x-ray گرافن

روش تهیه محلول استاندارد با غلظت mg L-11

برای تهیه محلول استاندارد اولیه با غلظت mg L-120 ازمنگنز به روش زیر عمل شد

حجم های مورد نیاز برای تهیه محلول استاندارد اولیه:

پس از تهیه محلول های مورد نیاز جهت انجام آزمایش، pHمحلول ها توسط دستگاه pH متر اندازه گیری شد.

شرح آزمایش

در این آزمایش برای مطالعه pH اولیه ، زمان تماس ، غلظت اولیه و وزن جاذب مقدار ۰,۱ گرم گرافن، در زمان تماس ۳۰ دقیقه و در حجم نمونه 50 mlبدست آمد. بررسی اثر pH بین ۲ تا ۱۲ انجام شد و pHنمونه ها بهینه و حدود ۱۰ تنظیم گردید. به منظور تنظیم pH محلول منگنز از سود و اسید نیتریک ودستگاه pH متر انجام شد. آزمایش های جذب با استفاده از دستگاه Shaker ، تماس بین جاذب و ترکیبات حاضر در محلول، توسط ارلن های شیشه ای به حجم ml50ایجاد شد. سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال گرافن با دقت اندازه گیری گردید و مقدار مورد نیاز بدست آمد. سپس با استفاده از کاغذ صافی نمونه ها صاف گردید و بخش صاف شده محلول برای تعیین غلظت باقی مانده منگنز مورد آزمایش قرار گرفت. اندازه گیری غلظت منگنز با استفاده از دستگاه طیف سنجی جذب اتمی AA220 به همراه مولد تولید هیدرید (VGA 77) ساخت شرکت Varian بروش استاندارد متد در طول موج 253.7 nmانجام شد. منحنی های استاندارد با استفاده از نمونه ها با غلظت های معین و با اندازه گیری رسم گردید. در ادامه میانگین و انحراف معیار مراحل مختلف آزمایش ها تعیین گردید. و در نهایت اطلاعات نهایی بصورت نمودار ارائه شد و معادله ضریب خط برای معادلات مربوط به ایزوترم های جذب لانگمایر ، فرندلیچ و تمکین تعیین و محاسبه شد. در ابتدا آزمایش برای مطالعه اثر pHاولیه، زمان تماس و مقدار g0.1 گرافن در50 ml محلول با غلظت 20 ppm منگنز استفاده گردید. برای بررسی اثر وزن جاذب مقادیر مختلف گرافن از ۰,۰۲ تا0.1 g و50 mL محلول و برای بررسی اثر غلظت و تعیین ایزوترم های جذب ، منگنز با غلظت هایی از ۰,۵ تاppm2 در ارلن های 50 ml درون دستگاه شیکر قرار داده شد. بررسی اثر pH بین ۲ تا ۱۲ انجام شد . به منظور تنظیم pH محلول منگنز از سدیم هیدروکسید و اسید نیتریک ۱- mol L1/0 و دستگاه pH متر مدل ECO10 ساخت شرکت Hach آلمان استفاده شد.در نهایت اندازه گیری غلظت منگنز در محلول های صاف شده توسط دستگاه VGA به همراه طیف سنج جذب اتمی اندازه گیری شد.

۳- نتایج

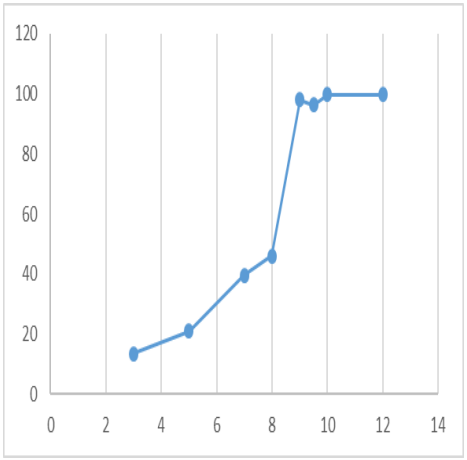
بحث و نتایج

آزمایش های جذب در حالت Batch جهت بررسی اثر متغیّرهای مختلف بر فرآیند جذب انجام شد pH،، زمان تماس، ، غلظت آلاینده و وزن جاذب پارامترهای بررسی شده در این آزمایش ها بودند.

بررسی اثر PH بر میزان حذف منگنز

در این مرحله از آزمایش ابتدا ۱سی سی از محلول استوک آلاینده را برمی داریم، و سپس ارلن ml50 برداشته وپس از بدست آوردن pH مورد نظر بین ۲تا ۱۲با آب مقطر به حجم می رسانیم ،سپس جاذب را اضافه کرده و بمدت ۳۰ دقیقه در دستگاه شیکر قرار می دهیم. بعد از سپری شدن این زمان با برداشتن نمونه ها از روی دستگاه شیکر، بااستفاده از کاغذ صافی صاف کرده و بخش صاف شده را با تعیین غلظت منگنز باقیمانده مورد آزمایش قرار گرفت (شکل ۱) . میزان جذب نیز افزایش می یابد، به گونه ای که این افزایش در فاصله ۱۰ خود

را بیشتر نشان می دهد. یعنی هر اندازه از محیط اسیدی به محیط خنثی نزدیک شویم میزان جذب سطحی روی جاذب افزایش می یابد که این را می توان به اثر آزاد شدن یون -OHو باردار شدن سطح کربن که جذب شیمیایی با گروه های عاملی از قبیل –COOH و تشکیل کمپلکس سطحی را به همراه دارد، ارتباط داد. pHایده ال جهت حذف گرافن ۱۰ pHو ۹۹,۷۵ MAX REM بود.

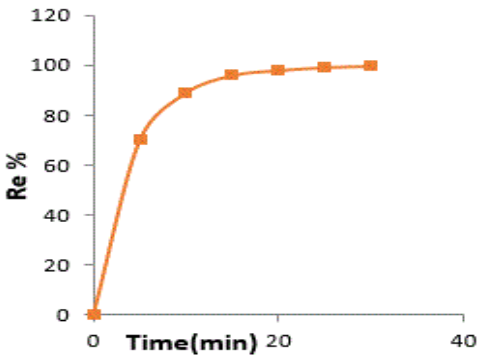


شکل ۱ اثر pH بر درصد حذف منگنز توسط گرافن

مطالعات سینتیکی

بررسی اثر زمان تماس بر میزان حذف منگنز

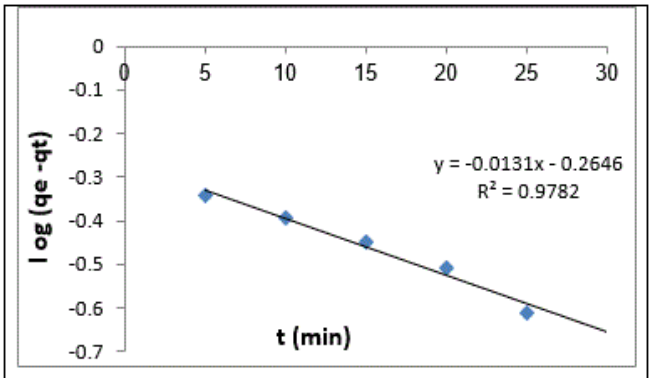
در این مرحله با pH مناسب که در آن بیشترین حذف منگنز صورت گرفته بود و استفاده از0.1 g از جاذب، آزمایشات ادامه می یابد. مجدداً از محلول های موجود، محلول فلزی با غلظت اولیه ppm20 تهیه شد و در زمان های مختلف (بین ۵-۳۰ دقیقه)، توسط دستگاه شیکر قرار گرفت. در نهایت زمان رسیدن به تعادل برای جاذب بدست آمد که در این زمان بیشینه جذب حاصل شده است و پس از آن محلول و جاذب در تبادل فلز سنگین به تعادل می رسند و در صورت افزایش زمان اختلاط کارایی جاذب ثابت و مقدار جذب قابل توجهی نخواهند داشت. نتایج بدست آمده نشان داد که اکثر جذب در مدت زمان ۳۰ دقیقه صورت می گیرد.



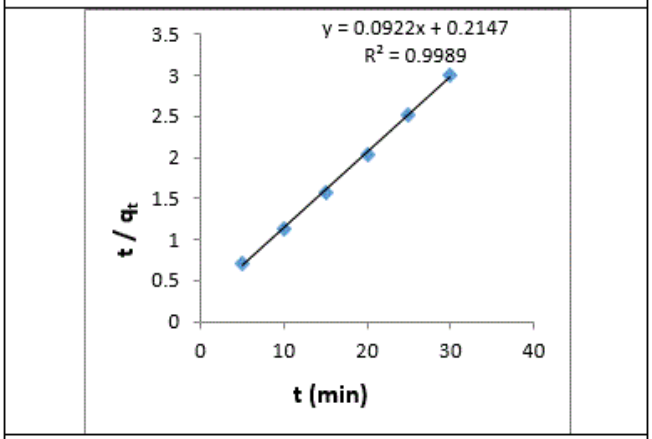
شکل ۲ اثر زمان اختلاط بر درصد حذف منگنز توسط جاذب

بررسی ثابت سرعت

در این بخش ثابت سرعت جذب سطحی منگنز را برای گرافن، با استفاده از معادله سرعت شبه درجه اول مدل لاگرانژ و معادله شبه درجه دوم ارائه شده توسط Ho و McKay بدست می اید. منحنی های این مدل در مورد کربن فعال های مورد بررسی، در شکل های ۳ و ۴ رسم شده اند. مقادیر به دست آمده برای k1 نیز در جدول۱ آورده شده است. مشاهده می شود که فرایند جذب سطحی منگنز توسط گرافن مورد بررسی، تطابق خوبی با مدل سنتیکی شبه درجه دوم دارند.



شکل ۳منحنی سنتیکی درجه اول برای جذب منگنز با جاذب



شکل ٤منحنی سنتیکی درجه دوم برای جذب منگنز با جاذب

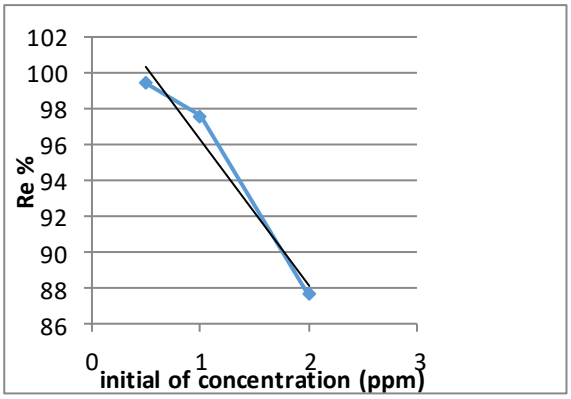
جدول ۱ثابت سرعت جذب سطحی منگنز

ثابت سرعت	گرافن
مدل سینتیکی شبه درجه اول (k_1) (min^{-1})	۰/۰۳۰۱
مدل سینتیکی شبه درجه دوم (k_2) (g/mg.min)	۰/۴۶۱

بررسی اثر غلظت اولیه بر میزان حذف منگنز

این مرحله از آزمایشات برای هر جاذب به این صورت انجام می گرفت که در هر سری ابتدا از محلول پساب مورد نظر سه محلول با غلظت مشخص فلزات سنگین تهیه شد (۰,۵ و۱ و ppm2)در ادامه pHبهینه تنظیم و سپس ۰,۱ گرم از جاذب به هر ارلن اضافه شد، در پایان محلول ها در دستگاه شیکر قرار گرفت.بطورکلی با افزایش غلظت

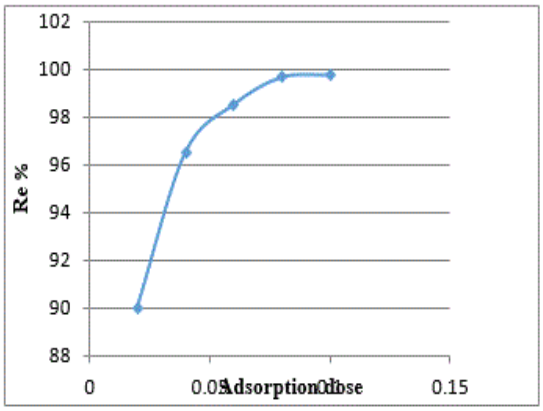
فلز، درصد حذف کاهش می یابد . نتایج نشان داد با افزایش غلظت فلز، درصد حذف کاهش می یابد.که این امر را می توان به دلیل افزایش نسبت کاتیون های موجود در محلول به سطح جاذب دانست.



شکل ۵ بررسی غلظت اولیه

بررسی اثر وزن جاذب بر میزان حذف منگنز

در این مرحله اثر مقدار جاذب مورد بررسی قرار گرفت. به گونه ای که به هریک از ارلن ها وزن مشخصی از جاذب مورد نظر اضافه شد (بین ۰,۰۲ تا ۰,۱ میلی گرم جاذب) و مانند مراحل قبل پس از تنظیم pH، زمان بهینه، محلول ها را صاف کرده و در نهایت بوسیله دستگاه جذب اتمی میزان جذب منگنز را اندازه گیری می شود.



شکل ٦ بررسی وزن جاذب

نتایج نشان داد با افزایش مقدار جاذب سطح مورد استفاده برای عمل جذب افزایش یافته و در نتیجه مقدار منگنز جذب شده افزایش می یابد. ولی زمانی که که جرم جاذب بیشتر می شود نرخ حذف کند شده و درصد حذف منگنز از پساب تغییر ات زیادی نمی یابد. این مسئله را چنین می توان توجیه نمود که با افزایش جرم جاذب در محلول ذرات جاذب بیشتر با یکدیگر برخورد نموده و تراکم آنها در محلول بیشتر می شود و بهم چسبیده و تشکیل ذرات بزرگ تری می دهند که این باعث کاهش سطح تماس جاذب با محلول شده و متعاقباً کاهش سطح، درصد حذف نیز کاهش می یابد.

مرحله ی دوم آزمایش ها

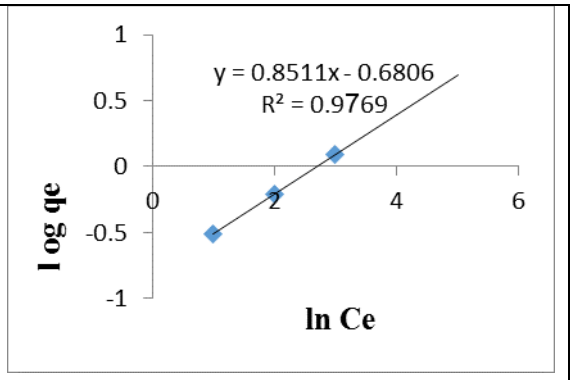
این آزمایش ها جهت بررسی رفتار جاذب و تعیین الگوی مناسب پیش بینی جذب انجام شد و با استفاده از داده های بدست آمده، ثوابت ایزوترم ها بدست آمد.

ترسیم ایزوترم های جذب

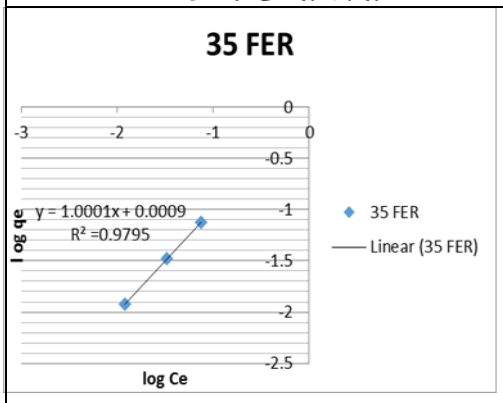
جهت بررسی رفتار جاذب در حذف آلاینده ها و ترسیم ایزوترم های جذب طبق بررسی های انجام شده در مقاله های گوناگون، از شیوه های آزمایشگاهی گوناگونی استفاده میشود. اکثر این شیوه ها، شامل آزمایش در حالت Batch می باشد. یکی ازاین روش ها شامل استفاده از محلول با غلظت اولیه ثابت استفاده از مقدار جاذب متغیّر ((mمی باشد. روش دیگر شامل استفاده از مقدار جاذب ثابت ((mو محلول با غلظت اولیه متغیّر می باشد. لذا بدلیل اینکه شرایط ما با روش دوّم سازگارتر بود، جهت ترسیم ایزوترم های جذب از روش دوم استفاده کردیم. در این بخش، جهت بررسی رفتار جاذب و تعیین الگوی پیش بینی جذب ، از ایزوترم های Freundlich، Langmuir استفاده شد.

ایزو ترم های جذب

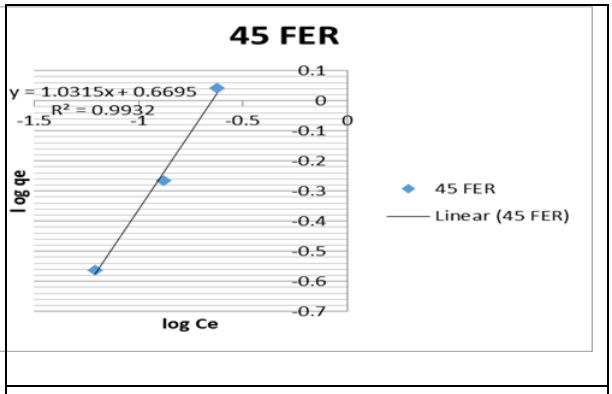
در شکل های ۷ الی ۱۵ نمودارهای ایزوترم های جذب نشان داده شده است.



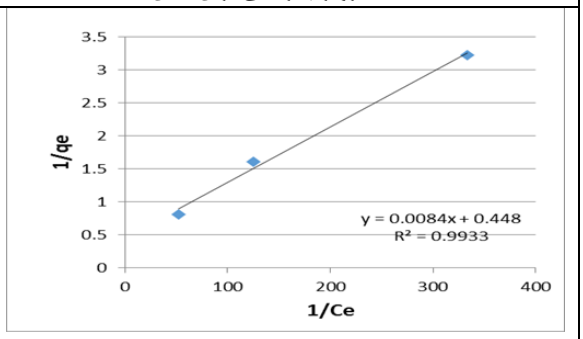
شکل ۷ ایزوترم فروندلیچ در دمای ۲۵



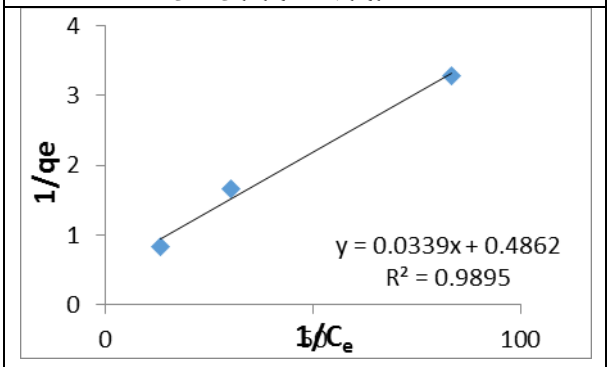
شکل۸ ایزوترم فرندلیچ برای دمای ۳۵



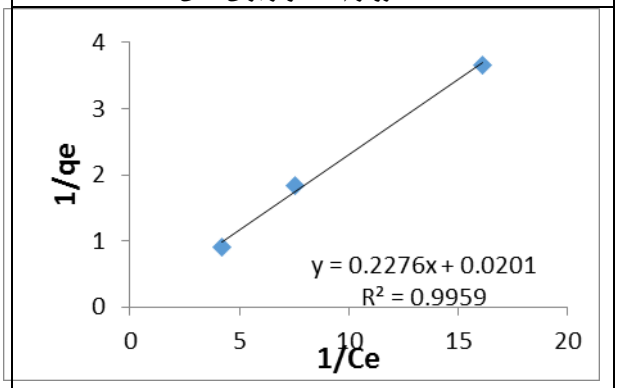
شکل ۹ایزوترم فرندلیچ برای دمای ۴۵



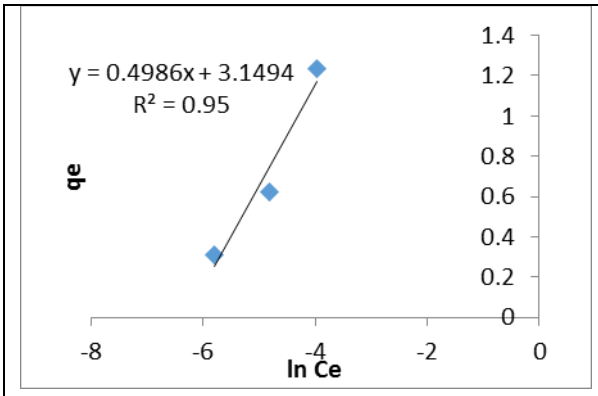
شکل ۱۰ایزوترم لانگمویر برای دمای ۲۵



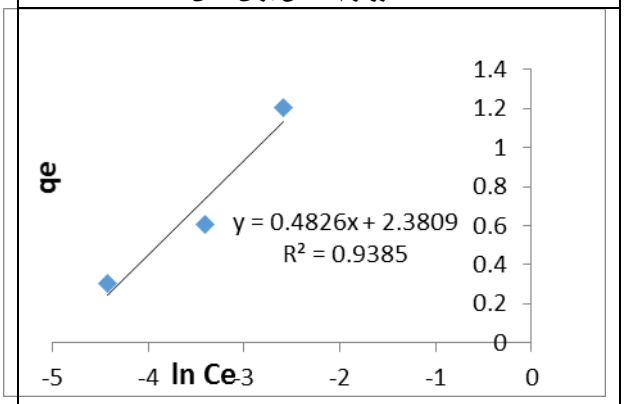
شک ۱۱ایزوترم لانگمویر برای دمای۳۵



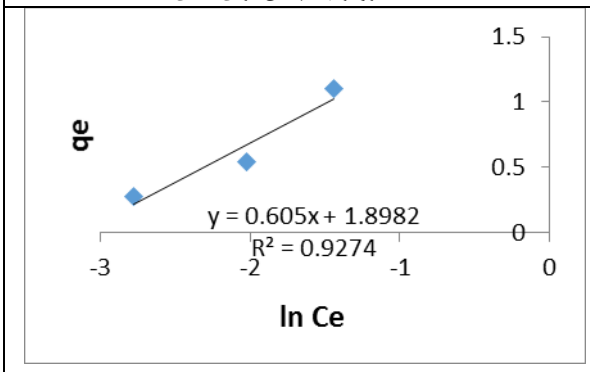
شکل ۱۲ایزوترم لانگمویر برای دمای۴۵



شکل ۱۳ایزوترم تمکین برای دمای۲۵



شکل ۱۴ ایزوترم تمپکین برای دمای ۳۵



شکل۱۵ ایزوترم تمکین برای دمای ۴۵

۴- نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر با انجام آزمایشات متعدد، اثر پارامتر های موثر بر جذب مانند pH اولیه، زمان تماس، غلظت اولیه و وزن گرافن مطالعه شد. نتایج نشان داد گرافن عملکرد بسیار خوبی در حذف فلزمنگنز از پساب دارد. در واقع هرچه وسعت سطح و منافذ جاذب بیشتر باشد میزان جذب نیز افزایش می یابد . نتایج نشان داد که با افزایش ph میزان جذب نیز افزایش می یابد و گرافن در pH اسیدی تمایل کمتری برای جذب منگنز دارد و هرچه pH به سمت محیط بازی افزایش یابد میـزان جـذب نیز افزایش می یابد. pH محیط به عنوان مهم¬ترین عامل موثر در فرآیند جذب شناخته می_شود. چون افزایش یا کاهش pH محیط باعث تغییر حالت یونی در فلزات می¬شود. این تغییرات pH باعث می¬شود سطح جاذب یونیزه شود که این امر بر روی فرآیند

جذب تاثیرگذار است(جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۳). با افزایش غلظت اولیه منگنز، درصد جذب آن کاهش می یابد ولی ظرفیت جذب منگنز افزایش می یابد که بدلیل اشباع شدن سطح جاذب می باشد با افزایش وزن جاذب میزان جذب نیز افزایش می یابد. بررسی اثر زمان تماس بر میزان جذب منگنز نشان داد که در صورت افزایش زمان اختلاط کارایی جاذب ثابت و مقدار جذب قابل توجهی نخواهند داشت. نتایج بدست آمده نشان داد که اکثر جذب در مدت زمان ۳۰ دقیقه صورت می گیرد.در مطالعه چوبداران و طباطبایی قمشه، ۱۳۹۵ جداسازی منگنز از پساب صنعتی با استفاده از فرآیند جذب سطحی توسط آنتراسیت و مقایسه آن با کربن فعال بررسی شد و نتایج ان نشان داد که با افزایش زمان تماس میزان جذب افزایش و جذب در ۷۰ دقیقه به تعادل رسید. با افزایش زمان تماس به دلیل افزایش فرصت و شانس برخورد یون های فلزی با ذرات جاذب مقدار جذب افزایش می یابد (امینی و همکاران،۱۴۰۰). فرایند جذب سطحی منگنز توسط گرافن مورد بررسی، تطابق خوبی با مدل سنتیکی شبه درجه دوم دارند. در مطالعه سعادتی و شوگردزاده ۱۳۹۸ که حذف نیکل را بررسی کردند ، نتایج نشان داد که دادههای تعادلی جذب نیکل بر روی نانو کامپوزیت سیلیکا آئروژل/ کربن اکتیو از سینتیک شبه مرتبه دوم پیروی می کند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش غلظت فلز، درصد حذف کاهش می یابد.که این امر را می توان به دلیل افزایش نسبت کاتیون های موجود در محلول به سطح جاذب دانست. با افزایش مقدار جاذب تعداد مکانهای جذب قابلدسترس برای یونهای فلز افزایش مییابد؛ لذا کارآیی فرایند جذب بیشتر میشود، اما ظرفیت جذب کاهش می یابد که دلیل آن اشباع نشدن مکان ها در واکنش های جذبی است(شکری و همکاران، ۱۳۹۶). مطالعات ایزوترم های جذب نشان داد که فرآیند جذب منگنز توسط گرافن مورد بررسی ، تطابق خوبی با معادلات فرندلیچ، لانگمویر و تمکین دارد و معادله ایزترم جذب لانگمویر در مقایسه با معادله های فرندلیچ و تمکین دارای ضریب همبستگی بالاتری است.

پیشنهادات

۱) انجام آزمایش های جذب منگنز از فاز محلول در ستون جاذب (پیوسته)

۲)بررسی جذب منگنز از فاز گازی

۳) بررسی چگونگی عملکردگرافن در محیط های واقعی، ازطریق انجام جذب از دیگرپساب های آلوده صنعتی، و نیز برای برای جذب سطحی سایرفلزات سنگین

۴)بررسی آزمایشات درغلظتهای بالاتروهمچنین بررسی سنتیک جذب برای دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه

منابع

- امینی ، ملیحه. نعیمی ، آتنا. رحیمی، ملیکا. ۱۴۰۰. حذف فلز سنگین روی از فاضلاب با استفاده از نانوکامپوزیت طبیعی کیتوسان/ اکسید گرافن استخراج شده از ضایعات میگو. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۲۳، شماره ۴، تیر ۱۴۰۰، صفحه ۱۴۳-۱۵۵
- جمشیدی بهزاد، دهواری محبوبه، جمشیدی بهزاد، سعدانی محسن. بررسی ایزوترم و سینتیک جذب نیکل توسط خاکستر میوه بلوط از محلول‌های آبی. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان. ۱۳۹۳; ۱۳ (۹) :۹۰۸-۸۹۷
- چوبداران، مرتضی. طباطبایی قمشه، سید مصطفی. ۱۳۹۵ . جداسازی منگنز از پساب صنعتی با استفاده از فرآیند جذب سطحی توسط آنتراسیت و مقایسه آن با کربن فعال . کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی – ۱۳۹۵
- سعادتی، زهره. شوگردزاده، محمود. ۱۳۹۸. بررسی سینتیکی و ترمودینامیکی جذب سطحی نیکل((IIتوسط نانو کامپوزیت سیلیکا آئروژل- کربن اکتیو. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۲۱، شماره ۱ - شماره پیاپی ۸۰ فروردین ۱۳۹۸. صفحه 11-1
- شکری حسین، صیادی محمد حسین، رضائی محمد رضا، اله رسانی علی. بررسی میزان حذف کادمیوم از محلول‌های آبی به وسیله نانوکامپوزیت نیکل فریت با پوشش اکسید تیتانیوم. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان. ۱۳۹۶; ۱۶ (۸) :۷۱۴-۷۰۳
- صیاحی، هانی. رفیعی، سید فرید الدین. عبدالهی، هادی. ۱۴۰۰. نانوکامپوزیت‌های مغناطیسی پایه اکسید آهن و کاربرد آن ها در فرایند جذب به منظور تصفیه آب. شیمی سبز و فناوری های پایدار. دوره ۳، شماره ۲ - شماره پیاپی ۶ تابستان ۱۴۰۰. شهریور ۱۴۰۰
- صفحه ۱-۴۲
- عباسی محمود, یوسفی راضیه. ۱۳۹۴. تهیه و مشخصه یابی نانوکامپوزیت زیستی کیتوسان با نانولوله های کربنی به منظور حذف کادمیوم ((IIاز محیط آبی. شیمی کاربردیزمستان ۱۳۹۴ , دوره ۱۰ , شماره ۳۷ ; از صفحه ۸۵ تا صفحه ۹۶ .

-فتحی، ساناز. رشیدی، علیمراد. رضایی کلانتری، روشنک . کرباسی. عبدالرضا. نمونه سازی و تعیین مشخصات نانو جاذب دورگه از گرافن به منظور جذب نیکل دو ظرفیتی از محلولهای آبی. دوره ۱۲، شماره ۴۱، شهریور ۱۳۹۸، صفحه 171-161

- فتحی، ساناز. رشیدی، علیمراد. رضایی کلانتری، روشنک . کرباسی. عبدالرضا.۱۳۹۶. حذف کرم شش ظرفیتی از آب توسط نانو گرافن متخلخل عاملدار مگنت شده((NPG/Fe3O4@COOH. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۴۳، شماره ۱
- خرداد ۱۳۹۶. صفحه ۱۳۵-۱۴۸
- کریمی تکانلو لیلا، فرزادکیا مهدی، محوی امیر حسین، اسرافیلی علی، گلشن معصومه. ارزیابی فرآیند جذب سطحی یون‌های کادمیوم از فاضلاب سنتتیک با نانو ذرات آهن مغناطیسی سنتز شده . سلامت و محیط زیست. ۱۳۹۳; ۷ (۲) :۱۸۴-۱۷۱

Feasibility study of manganese separation from industrial wastewater by surface absorption method with graphene adsorbent from industrial wastewater

Ali Afrous[1], Fouad Mazrae[2], Mehboobeh Cheraghi*[3], Sara Abbasi[4]
1-Department of Water Engineering, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.
*2 -MA chemical engineering.
3- Department of Environmental Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
4. Ph.D in Environmental Science
*Email Address: mahboobeh_cheraghi_env@yahoo.com

Abstract
The issue of water supply is the most important side service of every industrial unit, which turns into industrial wastewater during various uses, it is important to obtain industrial wastewater recovery methods. In the present study, manganese removal experiments by graphene adsorbent were carried out continuously in different conditions. Then the effect of effective parameters on manganese absorption such as pH (from acidic environment 2 to basic environment 12), contact time (from 5 to 30 minutes), initial concentration 20ppm and amount of adsorbent used (0.02 gr, 0.04 gr, 0.06 gr, 0.08 gr and 0.1 gr)) was investigated. An atomic absorption device was used to measure the amount of manganese in the solution. The results showed that the optimum playing medium for the adsorbent was equal to 10. In the study of the effect of adsorbent heat on the absorption percentage, it was observed that the nanographene used has an extremely high absorption power in removing pollutants. The results showed that the process of removing manganese from the aqueous solution follows the pseudo-quadratic equation with very high accuracy. The maximum removal of manganese from the aqueous solution was 2ppm by 0.08gr of nanographene in 10 alkaline environment and 30 minutes contact time, and the absorption percentage was 99.05%.Graphene has a very good performance in removing manganese metal from wastewater. In fact, the larger the size of the absorbent surface and pores, the higher the absorption rate.

Introduction
Today, according to the strict laws that have been developed to protect human health and the environment, as well as to compensate for the lack of water resources available to communities, it is necessary to take measures to remove pollutants from the mixture of sewage and polluted water. To be done with high efficiency. While the above methods have low efficiency in removing heavy metals (such as sedimentation methods) or show their best efficiency in concentrated wastewater containing heavy metals (such as ion exchange methods) and solvent extraction) and therefore it is not suitable for removing low concentrations of heavy metals from industrial wastewaters and bringing their quality up to the existing standards, and since heavy metals do not disappear in nature, it is necessary It is up to new technologies to remove them and separate them from the sewage. Considering the importance of applying and introducing up-to-date and efficient methods and the environmental importance of nickel element in industrial effluents, in the present study, the ability and feasibility of removing manganese from industrial effluents based on the adsorption-surface method using graphene is investigated. . Graphene has a high level of porosity, flexibility, stability and electrical conductivity, which are very suitable features for absorbing heavy metals on an industrial scale. In this study, while investigating the effectiveness of graphene in separating nickel from wastewater, the effect of variables such as temperature, pollutant concentration, adsorbent concentration, contact time, and pH on the amount of metal absorption by the adsorbent is investigated.

Methodology
Sampling was done in glass bottles that were previously washed with distilled water. The approximate amount of water collected was around 500 ml, and the date, time and exact place of sampling were noted on the bottles. In the beginning, the experiment was used to study the effect of initial pH, contact time and the amount of 0.1 g of graphene in 50 ml of solution with a concentration of 20 ppm of manganese. To investigate the effect of adsorbent weight of different amounts of graphene from 0.02 to 0.1 g and 50 mL of solution and to investigate the effect of concentration and determination of adsorption isotherms, manganese with concentrations of 0.5 toppm2 was placed in 50 ml Erlens in the shaker. The effect of pH between 2 and 12 was investigated. In order to adjust the pH of the manganese solution, sodium hydroxide and nitric acid - 0.1 mol L and a pH meter ECO10 model made by Hach Germany were used. Finally, the concentration of manganese in the filtered solutions

was measured by a VGA device with an absorption spectrometer. Atomic was measured. In the present study, the effect of parameters affecting adsorption such as initial pH, contact time, initial concentration and weight of graphene was studied by conducting several experiments. The results showed that graphene has a very good performance in removing manganese metal from wastewater. In fact, the larger the size of the absorbent surface and pores, the higher the absorption rate.

Conclusion

The results showed that with the increase in pH, the amount of absorption also increases, and graphene has less tendency to absorb manganese in acidic pH, and as the pH increases towards the alkaline environment, the amount of absorption also increases. The pH of the environment is known as the most important effective factor in the absorption process. Because increasing or decreasing the pH of the environment changes the ionic state in metals. These pH changes cause ionization of the adsorbent surface, which affects the adsorption process .By increasing the initial concentration of manganese, its absorption percentage decreases, but the absorption capacity of manganese increases, which is due to the saturation of the absorbent surface. Investigating the effect of contact time on the amount of manganese absorption showed that if the mixing time is increased, they will not have a constant adsorbent efficiency and significant amount of absorption. The obtained results showed that most of the absorption takes place within 30 minutes. In the study of Chobdaran et al., 2015, the separation of manganese from industrial wastewater was investigated using the process of surface absorption by anthracite and its comparison with activated carbon, and the results showed showed that with increasing contact time, the absorption rate increased and absorption reached equilibrium in 70 minutes. With the increase in contact time, the amount of absorption increases due to the increase in the opportunity and chance of metal ions meeting with absorbent particles. In the study of Saadati and Shoogardzadeh., 2019, which investigated the removal of nickel, the results showed that the equilibrium data of nickel adsorption on silica airgel/active carbon nanocomposite followed pseudo-second-order kinetics. The results of the present study showed that with increasing metal concentration, the removal percentage decreases. This can be attributed to the increase in the ratio of cations in the solution to the absorbent surface. By increasing the amount of adsorbent, the number of available adsorption sites for metal ions increases; Therefore, the efficiency of the absorption process increases, but the absorption capacity decreases, which is because the sites are not saturated in the absorption reactions.Studies of adsorption isotherms showed that the adsorption process of manganese by graphene is in good agreement with Freundlich, Langmuir and Temkin equations, and Langmuir adsorption isotherm equation has a higher correlation coefficient compared to Freundlich and Temkin equations.

suggestions

1) Carrying out experiments on the absorption of manganese from the solution phase in the adsorbent column (continuous)
2) Investigating the absorption of manganese from the gas phase
3) Investigating the performance of graphene in real environments, by carrying out absorption from other polluted industrial wastes, and also for surface absorption of heavy metals.
4) Examining the experiments at higher concentrations and also studying the synthetic absorption for temperatures of 35 and 45 degrees.

Keywords

graphene, surface adsorption, adsorption isotherm, manganese, wastewater