Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال سوم، شماره‌ی ۱۱
تابستان ۱۳۹۱، صفحات۳۳-۲۹

حذف ترکیب آلی ٤-کلرو-۲-نیتروفنل از محلول‌های آبی به وسیله نانو الیاف کربنی

نسرین عباسی*
گروه شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر- ایران
n.abbasi.65@gmail.com

پروین غربانی
گروه شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر- ایران
P-gharbani@iau-ahar.ac.ir

علی مهری زاد
گروه شیمی، واحد علوم و تحقیقات آذربایجان شرقی، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز- ایران
mehrizad@iauasrb.ac.ir

چکیده
هدف اصلی این تحقیق حذف ترکیب ۴-کلرو-۲-نیتروفنل از محلول‌های آبی با استفاده از نانو الیاف کربنی می‌باشد. پارامترهای مختلف مانند pH محلول، دوز نانو الیاف کربنی، غلظت ۴-کلرو-۲-نیتروفنل و زمان تماس جهت تعیین اثر این پارامترها روی ظرفیت جذب ۴-کلرو-۲-نیتروفنل از آب مورد بررسی قرار گرفتند . شرایط بهینه جذب ۴-کلرو-۲-نیتروفنل pH≈6.04، ۰/۰۱ گرم از نانو الیاف کربنی و مدت زمان تعادلی ۲۰ دقیقه حاصل شد. نتایج نشان داد که کارائی حذف ۴-کلرو-۲-نیتروفنل با افزایش غلظت ۴-کلرو-۲-نیتروفنل افزایش می‌یابد و با افزایش غلظت نانو الیاف کربنی و pH کاهش می‌یابد .

کلید واژه: ۴-کلرو-۲- نیتروفنل، نانوالیاف کربنی، جذب سطحی.

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات در کشورهای مختلف فقدان آب سالم و یا آلودگی منابع آب است و آلودگی منابع آب (چشمه‌ها، رودخانه‌ها، آب‌های زیرزمینی) تهدید جدی علیه سلامت همه انسان‌ها می‌باشد. این آلودگی‌های آلی ممکن است از منابع مختلفی از جمله تخلیه نادرست پساب خروجی صنایع شیمیایی مانند صنعت پتروشیمی، پسماندهای صنعتی، کارخانه‌های داروسازی و انواع آفت کش‌های کشاورزی وارد آب شوند. از جمله این آلاینده‌ها می توان به پساب‌های خروجی از صنایع سموم کشاورزی اشاره کرد [۴-۱]. ۴- کلرو-۲- نیتروفنل یکی از این ترکیبات آروماتیکی است که در پساب صنایع سموم کشاورزی موجود بوده و روزانه مقدار زیادی از آن در جریان فرآیند شست و شوی راکتورها وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود. ازآن‌جایی که این ترکیب سرطان زا می باشد لذا نیازمند حذف از محیط می‌باشد. بنابراین لزوم تصفیه پساب خروجی واحدهای مختلف صنایع تولید کننده این مواد آلی ضروری است. برای حذف آلاینده‌های آلی از روش‌های متفاوتی استفاده شده است که از آن جمله می توان به روش اکسیداسیون پیشرفته، بیولوژیکی، الکتروشیمیایی و جذب سطحی اشاره کرد[۱۴-۵]. در بین روش‌های مختلف، انتخاب فناوری‌های ساده و کم‌هزینه که ضمن بالابودن کارایی، پیاده سازی آن در مقیاس صنعتی نیز امکان پذیر باشد حائز اهمیت است که در این میان فرآیند جذب سطحی با توجه به عمل‌کرد ساده، راندمان بالا، هزینه پایین و قابلیت حذف گسترده وسیعی از ترکیبات شیمیایی به عنوان یک روش اقتصادی و کارآمد محسوب می‌شود [۱۷-۱۵].

به همین دلیل در تحقیق حاضر در نظر است جذب سطحی ۴- کلرو-۲- نیتروفنل از محلول‌های آبی بر روی نانو الیاف کربنی مورد مطالعه قرار گیرد.

بخش تجربی

مواد

نانوالیاف کربنی با قطر ۲۰۰ نانومترو طول ۲۰-۱۰ میکرومتر از شرکت Showa Denko خریداری شد. ترکیب ۴- کلرو-۲- نیتروفنل [4C2NP] با فرمول شیمیایی $C_6H_4ClNO_3$ و وزن مولکولی ۱۷۳/۵۶ gr/mol از شرکت Fluca خریداری شد. سایر مواد مصرفی محصول شرکت مرک بودند.

روش کار

روش کار به صورت تجربی بود که در آزمایشگاه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر انجام یافت که روش کار به صورت زیر بود:

تغییرات غلظت ۴- کلرو-۲- نیتروفنل در طول زمان نسبت به پارامترهای مختلف نظیر دوز جاذب (۰/۱، ۰/۰۲، ۰/۰۳، ۰/۰۴، ۰/۰۵ گرم)، pH آغازی (۳، ۷، ۱۰) و غلظت اولیه رنگ (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) مورد ارزیابی قرار گرفت. محلول مادر از انحلال مقدار مناسبی از ترکیب ۴- کلرو-۲- نیتروفنل در اتانول تهیه شد و سپس با استفاده از آب مقطر، محلول‌هایی با غلظت مورد نظر بدست آمد. جهت تنظیم pH محلول ها از HCl و NaOH ۰/۱ نرمال استفاده شد. فرآیند جذب سطحی، با افزودن مقدار مناسبی از نانوالیاف کربنی در ۲۵۰ میلی لیتر از محلول ۴- کلرو-۲- نیتروفنل با غلظت، pH و دمای معین دنبال شد و مخلوط حاصل به کمک همزن مغناطیسی هم زده شد. در طول فرآیند و در فواصل زمانی معین نمونه برداری از ظرف انجام شد. پس از صاف شدن نمونه‌ها با میکروفیلتر (با قطر منافذ ۰/۲۲ میکرومتر)، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-Vis مدل DR 5000 شرکت HACH)، مقدار جذب محلول صاف شده در طول موج ماکزیمم ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل ($^{a}_{max}$ = ۲۲۰ nm) تعیین و غلظت آن با استفاده از نمودار

www.SID.ir

Archive of SID

کالیبراسیون محاسبه شد. برای تعیین درصد ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل جذب شده یعنی (٪) Adsorption از رابطه (۱-۱) استفاده شد:

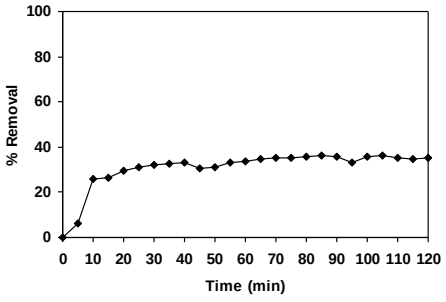
$$\text{Adsorption } (\%)= \frac{(C_0-C_t)}{C_0}\times 100 \quad (1\text{-}1)$$

در این رابطه C_0 و C_t به ترتیب؛ غلظت اولیه و غلظت محلول در لحظات مختلف (mg/L) می باشد.

نتایج و بحث

اثر مدت زمان تماس

برای بررسی اثر مدت زمان تماس در فرآیند جذب سطحی ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل از محلول آبی بر روی نانوالیاف کربنی، ۰/۰۱ g از نانوالیاف کربنی به ۲۵۰ mL از محلول ۴- کلرو- ۲- نیتروفنل با غلظت ۱۰ mg/L و pH =۶/۰۴ در دمای 25^0C اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۱۲۰ دقیقه بر روی دستگاه شیکر هم زده شد و در فواصل زمانی ۵ دقیقه نمونه برداری از آن انجام گرفت که نتایج حاصل در شکل (۱) ارائه شده است.



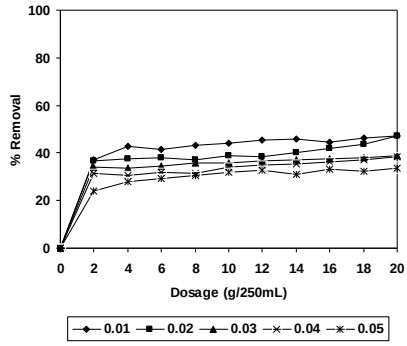
شکل(۱) اثر مدت زمان تماس در میزان جذب سطحی ۴-کلرو-۲- نیتروفنل

$[4C2NP]=10mg/L;\ [NFC]=0.01g/250mL;\ pH=6.04;\ T=25^0C$

با توجه به شکل (۱) مقدار جذب ۴- کلرو-۲-نیتروفنل بر روی نانو الیاف کربنی تا دقیقه ۲۰، رفته رفته افزایش یافته و بعد از زمان ۲۰ دقیقه به حالت ثابتی می‌رسد. با توجه به اینکه هر جاذب در برابر یک جذب شونده مشخص دارای تعداد معینی مکان جذب بوده و روی هر مکان جذب، فقط یک مولکول جذب شونده، جذب شده و یک جذب تک لایه ای نامتحرک را به وجود می‌آورد. بنابراین پس از جذب یک لایه از جذب شونده روی جاذب، دیگر جذبی صورت نخواهد گرفت و فرآیند به حالت پایداری خواهد رسید. با توجه به نتایج بدست آمده، مدت زمان تماس تا ۲۰ دقیقه در نظر گرفته و بقیه آزمایشات از این به بعد تا دقیقه ۲۰ مورد بررسی قرار گرفته است.

اثر دوز جاذب

به منظور اثر دوز جاذب در جذب سطحی ۴-کلرو-۲- نیتروفنل، آزمایشات در حضور مقادیر مختلفی از نانوالیاف کربنی (۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۵ گرم) انجام شد که نتایج حاصل در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل(۲) اثر مقدار نانوالیاف کربنی در میزان جذب سطحی ۴-کلرو-۲-نیتروفنل

$[4C2NP]=10mg/L;pH=6.04;T=25^0C$

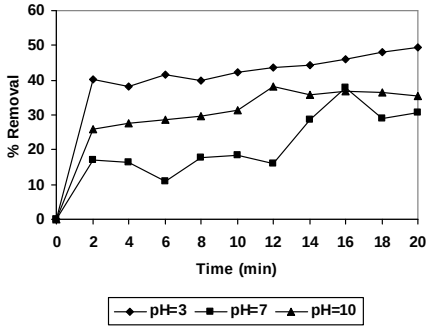
با توجه به شکل (۲) مشاهده می شود که با افزایش دوز جاذب از ۰/۰۱ g تا ۰/۰۵ g ، میزان جذب ۴-کلرو-۲- نیتروفنل روی جاذب کاهش یافته است. به نظر می رسید با افزایش مقدار نانو الیاف کربنی ، نانو الیاف به هم چسبیده و درگیر خود می‌شوند. لذا میزان جذب ۴-کلرو-۲-نیتروفنل با افزایش مقدار نانوالیاف کربنی کاهش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

اثر مقدار pH

از جمله عوامل موثر بر فرآیندهای جذب سطحی اثر pH محلول می باشد. لذا به منظور بررسی اثر pH محلول در میزان حذف ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل، محلول هایی با pH برابر ۳، ۷ و ۱۰ با هیدروکلریک اسید و سدیم هیدروکسید و به کمک دستگاه pH متر تهیه شد. در این مرحله pH محلول به عنوان تنها متغیر آزمایش بوده و آزمایشات با ثابت در نظر گرفتن سایر پارامترها (۲۵۰ mL محلول ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل با غلظت ۱۰mg/L ، ۰/۰۱ g نانوالیاف کربنی و دمای $25\,^{0}C$) انجام شد.(شکل ۳).



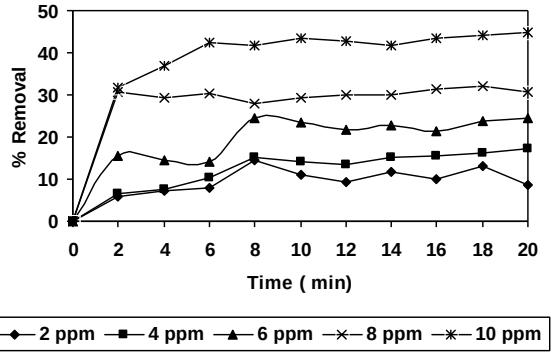
شکل (۳) اثر pH در میزان جذب سطحی ۴-کلرو-۲-نیتروفنل بوسیله نانوالیاف کربنی

$[4C2NP]$=10mg/L; $[NFC]$=0.01g/250mL; pH=6.04; $T=25^{0}C$

با توجه به شکل (۳) ملاحظه می‌شود که راندمان جذب سطحی ترکیب 4C2NP توسط نانوالیاف کربنی در pH های اسیدی، بیش تر از محیط های قلیایی و خنثی است. که دلیل این امر را به برهم‌کنش‌های الکترواستاتیکی بین سطح جاذب و ذرات جذب شونده می توان نسبت داد.

اثر غلظت اولیه رنگ

به منظور بررسی اثر غلظت اولیه ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل در جذب سطحی آن بر روی نانوالیاف کربنی، این مرحله از آزمایشات در پنج غلظت مختلف از محلول ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل (۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) انجام شد. به طوری که ۰/۰۱ گرم از نانوالیاف کربنی به ۲۵۰ میلی‌لیتر از محلول ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل با غلظت معلوم، در pH=۶/۰۴ و ۲۵ درجه سانتیگراد افزوده شد و نتایج حاصل مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل (۴) اثر غلظت اولیه در جذب سطحی ۴-کلرو-۲-نیتروفنل بوسیله نانوالیاف کربنی

$[4C2NP]$=10mg/L; $[NFC]$=0.01g; pH=6.04; $T=25^{0}C$

مطابق شکل (۴) با افزایش غلظت ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل، مقدار جذب افزایش می‌یابد. در واقع افزایش غلظت اولیه جذب شونده موجب افزایش برهم‌کنش های جاذب – جذب شونده می‌شود که این خود دلیلی بر افزایش میزان جذب سطحی با افزایش غلظت اولیه جذب شونده است.

نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، قابلیت استفاده از نانوالیاف کربنی در فرآیند جذب سطحی ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و تلاش برای بدست آوردن رابط بهینه و مناسب جهت جذب سطحی این ترکیب بر روی نانوالیاف کربنی انجام شد. نتایج نشان داد که زمان ۲۰ دقیقه به عنوان لحظه تعادل در آزمایشات جذب ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل بر روی سطح جاذب می‌باشد. بررسی اثر مقدار جاذب نیز نشان داد که با افزایش دوز جاذب، میزان جذب کاهش می‌یابد. از بررسی اثر pH در فرآیند جذب سطحی معلوم شد که pH های اسیدی، بهتر از محیط‌های خنثی و قلیایی می‌باشد. هم‌چنین مطالعه تاثیر غلظت اولیه نشان داد که با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت اولیه ۴-کلرو- ۲- نیتروفنل، میزان جذب سطحی آن بر روی جاذب رفته رفته افزایش می‌یابد.

منابع

[1]- Calace, N., Nardi, E., Petronio, Pietroletti, B. M.,2002, ***Removal Of Phenol From Aqueous Solution By Adsorption On Yeast, Saccharomyces Cerevisiae*** , Environ. Poll. 118 (2002) 315.

[2]- Ghernaout, D., Ghernaout , B., Naceur, M.V., 2011, ***Embodying the chemical water treatment in the green chemistry—A review***, Desalination, 271, 1–10.

[3]- Gunther, F.C., Hearne, N., Cotruve, J.A., 1999, ***Providing Safe Drinking Water In Small System***, Technology,Operation And Economics, New York,CRC Press, pp 247-249.

[4]- Olańczuk-Neyman, K., Stosik-Fleszar, H., Mikołajski, S.,2001, ***Evaluation of Indicator Bacteria Removal in Wastewater Treatment Processes***, Polish Journal of Environmental Studies Vol. 10, No. 6, 457-461.

[5]- Bitton, G., 1999, ***Wastewater microbiology***. Wiley & Sons. NewYork. 578 pp**.**

[6]- Khan, Z., Anjaneyulu, Y., 2005, ***Influence of soil components on adsorption-desorption of hazardous organics-development of low cost technology for reclamation of hazardous waste dumpsites***. J Hazard Mater B 118:161–169.

[7]-Akbay, F., Nuronar, A., 2003***, Photocatalytic Degradation Of Phenol***., J. Environmental Monitoring And Assessment, 83, 295-302.

[8]- Calace, N., Nardi, E., Petronio, B.M., Pietroletti, M., 2002, ***Adsorption of phenols by peparmill sludge***. Environ Poll 118(3):315–319.

[9]- Ekenfelder, W.W., 2002, ***Industrial Water Pollution Control***, Thired Edition,MC Grow Hill, Baston, MA

[10]- Rodriguez, M.,2003, ***Fenton And UV.Vis Based Advanced Oxidation Processes In Waste Water Treatment Degradation, Mineralization And Bioddegrada Bility Enhancement***, Doctoral Thesis, Department Of Chemical Engineering.

[11]- Zeinali, F., Ghoreyshi, A.A., Najafpour, G.,2011, ***Faculty of Chemical Engineering,***Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran, Vol,8. No,4.

[12]- Pauline, D., Johnson1, Girinathannair, P., Kurt, N., Ohlinger, Ritchie, S., Teuber, L., Kirby. J., ***Enhanced Removal of Heavy Metals in Primary Treatment Using Coagulation and Flocculation,*** Water Environment Research, Volume 80, Number 5.

[13]- Ghangrekar, M.M., Shinde, V.B., 2006, ***Wastewater Treatment in Microbial Fuel Cell and Electricity Generation: A Sustainable Approach***, *Paper presented in the 12th international sustainable development research conference. April 6-8, Hong Kong*

[14]- Mehrizad, A., Zare, K., Aghaie , H., Dasmalchi, S., 2012, ***Removal of 4-chloro-2-nitrophenol occurring in drug and pesticide waste by adsorption onto nano-titanium dioxide,*** Int. J. Environ. Sci. Technol. (2012) 9:355–360
.

[15]- Li Shun, X., Zheng Feng, Y., Cai Wen, L., Han Ai, Q., Xie Yu, K., 2006, ***Surface modification of nanometer size TiO2 with salicylic acid for photocatalytic degradation of 4-nitrophenol,*** Journal of Hazardous Materials., B135, pp 431-436.

[16]- Feng, D., Aldrich, C., 2003,. ***Adsorption of heavy metals by biomaterials derived from the marine alga Ecklonia maxima.*** Hydrometallurgy, 73, 1-10.

[17]- Adamson, A.W., 1990, ***Physical chemistry of surfaces***, Wily-Interscience, fifth Ed.

www.SID.ir