

جداسازی روغن از محلول‌های آبی با نانو فیلتر آب گریز پلی استر

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۹

کد مقاله: ۳۱۲۲۱

روح الله حسنی^{۱*}، شهلا شیاسی^۲

چکیده

جداکنده‌های آب از روغن و مشتقات نفتی، به‌وفور در محوطه‌های صنعتی جهت جداسازی مشتقات نفتی از فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. بسته به نوع آلاینده‌های نفتی، اختلاف دانسیته آلاینده با محلول‌های آبی و سایر موارد، راندمان حذف روغن توسط جداکنده‌ها تغییر می‌کند. در این پژوهش با استفاده از نانو ذرات ZnO عاملدار شده با استئاریک اسید، یک فیلتر پلی‌استر تحت اصلاح قرار گرفت و یک سطح برای جداسازی مخلوط‌های مختلف آب/هیدروکربن به‌دست آمد. نتایج نشان داد که بازیافت آب از محلول‌های آبی و روغن‌ها ۹۵٪ صورت گرفت. همچنین جداسازی صورت گرفته با فیلتر الیاف پلی‌استر اصلاح شده با نانو ذرات اکسید روی عاملدار شده نشان داد که فیلتر پلی‌استر با غلظت نانو ذرات 5 gr/100cc راندمان بالاتری را به خود اختصاص داده و جداسازی با راندمان بالای ۹۰٪ تا ۹۵٪ و روغن جداسازی شده خلوص ۹۵٪ می‌دهد. در صورتی که در فیلتر اصلاح شده با غلظت نانو ذرات 2 gr/100cc جداسازی روغن از مخلوط از ۸۰٪ تا ۹۰٪ با خلوص روغن جداسازی شده ۸۵٪ هست.

واژگان کلیدی: پلی‌استر، نانو ذرات اکسید روی، هیدروکربن، جداسازی

۱- مهندسی شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (شهرضا)، اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول)
Rouhallahhassani@gmail.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (شهرضا)، اصفهان، ایران

۱- مقدمه

صاف کردن یا فیلتراسیون یک روش فیزیکی برای حذف ذرات معلق در هر مایع است. این ذرات معلق می‌توانند گل، رنگ، مواد آلی، پلانکتون، باکتری، ذرات حاصل از سختی گیری و غیره باشند. فیلترها بر اساس اندازه منافذشان به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند. میکروفیلترها، اولترافیلترها، نانو فیلترها. نانو فیلتر در اصل فیلتراسیون با فشار پایین تر است، بنابراین قیمت تمام شده نانو فیلترها و انرژی مصرفی آن‌ها نسبت به دو روش دیگر کمتر می‌باشد [۱]. جداکننده‌های آب از روغن و مشتقات نفتی، تجهیزاتی می‌باشند که به منظور جداسازی انواع روغن، مشتقات نفتی، گریس و چربی از آب یا پساب مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سیستم‌ها به وفور در محوطه های صنعتی جهت جداسازی مشتقات نفتی از فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. بسته به نوع آلاینده های نفتی، اختلاف دانسیته آلاینده با پساب، تغییرات PH و سایر موارد، راندمان حذف روغن توسط جدا کننده ها تغییر می کند. جدا کننده ها جهت حذف گازوئیل و بنزین، انواع مشتقات نفتی، چربی های گیاهی و آشپزخانه، انواع روغن های سبکتر یا سنگینتر از آب، گریس، چربی های حیوانی و به طور کلی جداسازی سیالاتی که بعد از گذشت زمان می‌توانند به صورت چند فازی درآیند مناسب می‌باشد. در مواردی که پساب به علت بالا بودن غلظت چربی و روغن، استانداردهای تخلیه به محیط زیست و منابع آب پذیرنده را ندارد از واحدهای جدا کننده استفاده می‌گردد. با توجه به اینکه چربی و روغن و مشتقات نفتی از آلاینده های مضر می‌باشند که فرایند بیولوژیکی لجن فعال را مختل می‌کنند بنابراین در بسیاری از تصفیه خانه های صنعتی که چربی و روغن در پساب وجود دارد در ابتدای تصفیه خانه یک واحد جداکننده تعبیه می‌گردد. نکته مهمی که باید توجه داشت این است که چربی و روغن در واحدهای هوادهی باعث چسبیدن به روی توده های لجن فعال شده و عمل اکسیژن رسانی به میکروارگانیسم‌ها را کاهش می‌دهد. در نتیجه بازده تصفیه پساب کاهش پیدا می‌کند [۲]. در پی مطالعات انجام گرفته محققان به بررسی غشاهای نانوفیلتر آب گریز متعددی پرداختند، به عنوان مثال ترکیب پنبه و اکسید روی، ترکیب غشاهای پلیمری با نانوذرات تیتانیوم دی اکساید، ترکیب پلی سولفون با اکسید روی و ترکیب پلی استر با نانو ذرات مختلف از جمله نانو لوله های کربن حاکی از بهبود عملکرد این نوع غشاهای می‌باشد [۱۱-۳].

در سال‌های اخیر توجه بیشتری به فیلترهای الیاف پلی استر شده است. پلی استر هم بدلیل جنس پلیمری برای محلولهای بازی و اسیدی و خنثی استفاده می‌شود. ضمن داشتن مزایای پارچه های پلی استرهای ضخیمتر بدلیل داشتن ضخامت بیشتر شرایط آبنمایی مناسب تری دارد و تحمل فشار بالا تری دارد. پارچه از نوع پلی استر PE دارای مقاومت حرارتی بهتر در حدود ۱۷۰ درجه سانتی گراد و از استحکام مناسب تری برخوردار است. ولی در مقابل مواد شیمیایی آلیکالیدی مقاومت کمتری خود نشان می‌دهد و داری پایداری ابعاد خوب در قیل و بعد از نصب روی صفحه بوده و مقاومت سایشی مناسبی دارد. فناوری فیلتر الیاف پلی استر کاربردهای بالقوه‌ی جذابی در تصفیه‌ی پساب روغن‌های صنعتی و حذف لکه‌های نفتی دارد از دیگر کاربرد این فیلتر در صنایع نفت و پتروشیمی و همچنین محیط زیست می‌باشد. این فیلتر برای بازیافت نفت‌های نشت کرده به دریا و جدا نمودن آب‌های شور از نفت خام و چاه‌های نفتی که نفت آن‌ها با آب شور مخلوط شده است کاربرد دارد.

در این پژوهش سعی می‌گردد با توجه به تحقیقات به عمل آمده با استفاده از ساخت غشا جدید نانو فیلتر با پایه پلی استر و بهبود خواص آن توسط اکسید روی و اصلاح سطح آن بهترین راهکار ساخت غشا برای جداسازی روغن از آب بررسی گردد. هدف از این تحقیق افزودن پایه جدید نانوذرات اکسید روی سازگار با پلیمر مذکور و در نتیجه ی آن، نفوذپذیری روغن نسبت به آب افزایش می‌یابد. علاوه بر این غشاء نانو فیلتر حاصل دارای ساختار چگالتی و محکمتر در مقایسه با غشا های ساخته شده ی پیشین خواهدبود و مقاومت شیمیایی و پایداری حرارتی آن بهبود یافته و همچنین بدلیل برهمکنش قوی بین غشاء و نانو ذرات اکسید روی خواص غشا بهبود یابد و جداسازی بهتر صورت پذیرد

۲- هدف اصلی پژوهش

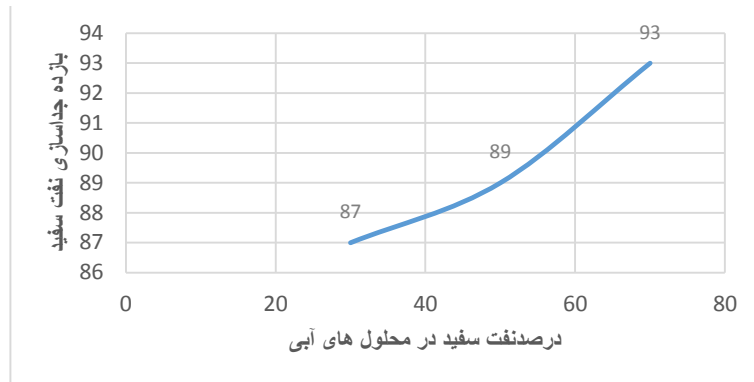
در این تحقیق هدف پوشش دهی فیلتر الیاف پلی استر با استفاده از مواد نانوذرات ZnO عاملدار به منظور جداسازی مخلوط‌های هیدروکربنی با آب می‌باشد که جداسازی با درصد‌های مختلف هیدرو کربن‌ها انجام گردید.

۳- روش انجام کار

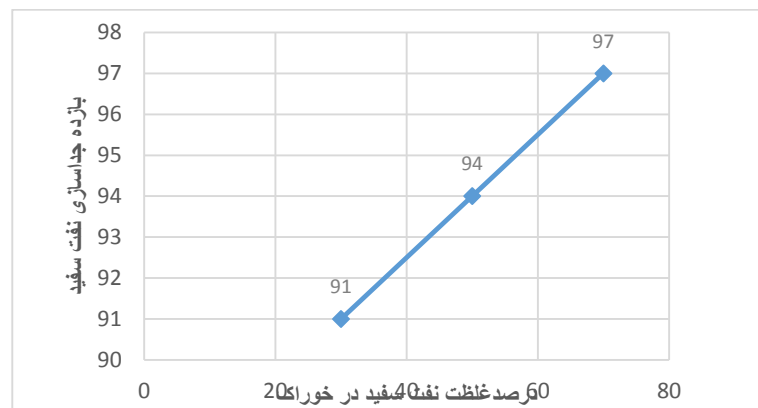
آزمایش به روش پوشش دهی بر روی فیلتر مورد نظر صورت گرفت.

الف- نتایج حاصل از فیلتر پلی استر اصلاح شده با ۲gr/100cc و ۵ نانو ذرات اکسید روی در نفت سفید
 نمودار ۱ درصد نفت سفید جداسازی شده از مخلوط با ۵gr/100cc نانو ذرات را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌گردد، بالاترین درصد جداسازی نفت سفید مربوط به مخلوط ۷۰٪ نفت سفید است که ۹۷٪ می‌باشد و کمترین درصد جداسازی مربوط به مخلوط ۳۰٪ نفت سفید می‌باشد که تقریباً ۹۰٪ است. زمانی که نفت سفید از ۵۰٪ حجمی بالاتر می‌رود، درصد

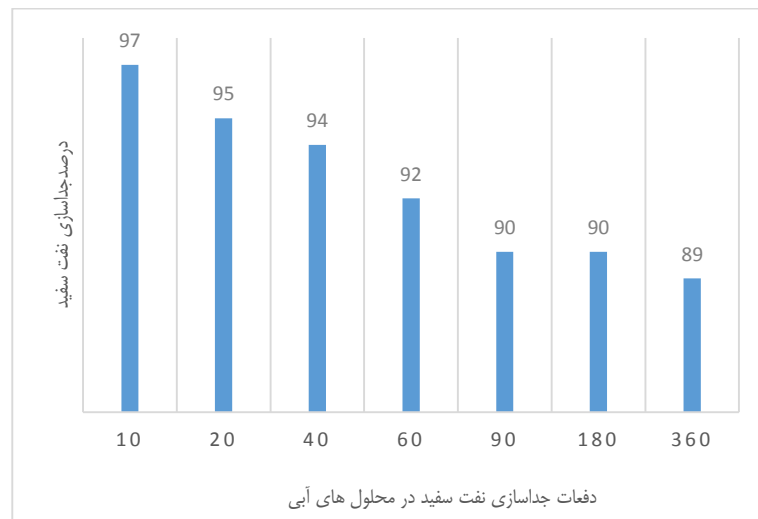
جداسازی به طور چشمگیری افزایش می‌یابد. در ادامه روند بررسی نمونه‌ها با $2\text{ gr}/100\text{cc}$ نانو ذرات بالاترین مقادیر را در ۹۳٪ و کمترین مقدار در ۸۷٪ نمایان گردید.



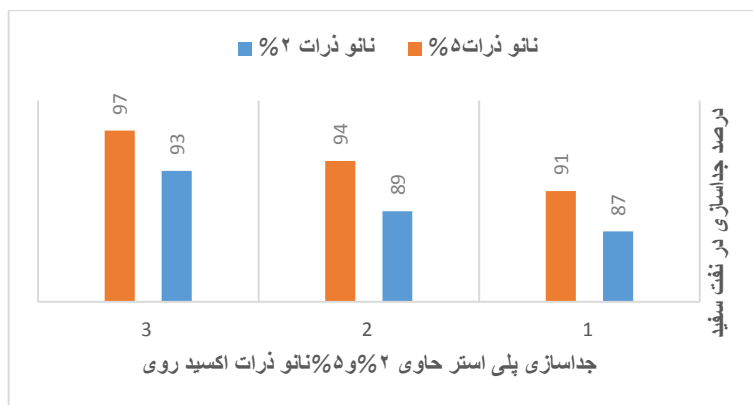
شکل ۱ درصد نفت سفید جداسازی شده از محلول آبی با فیلتر اصلاح شده ۲٪ وزنی نانو ذرات اکسیدروی



شکل ۲ درصد نفت سفید جداسازی شده از محلول آبی با فیلتر اصلاح شده ۵٪ وزنی نانو ذرات اکسیدروی



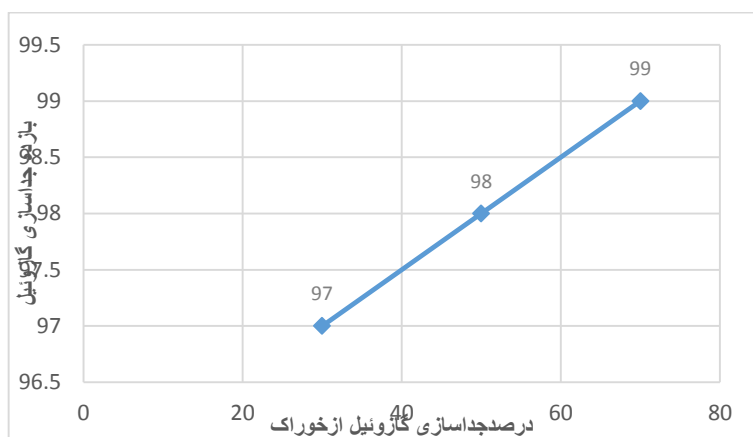
شکل ۳ جداسازی نفت سفید در محلول آبی



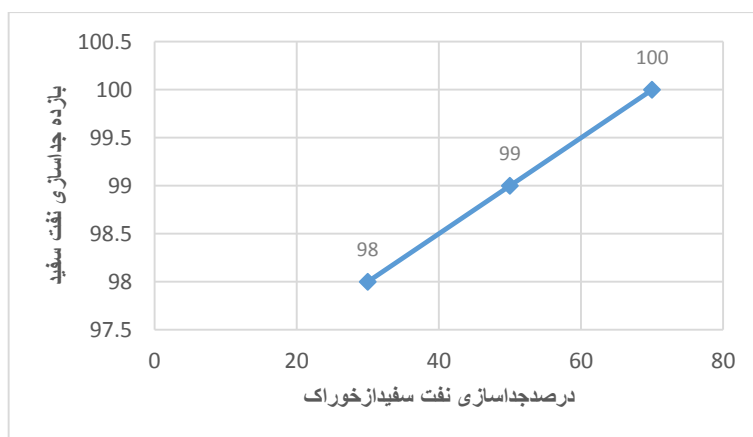
شکل ۴ مقایسه فیلتر پلی استر حاوی ۲٪ و ۵٪ نانو ذرات حاوی اکسید روی در جداسازی محلول های آبی و نفت سفید

ب- بررسی جداسازی روغن از محلول های آبی با فیلتر اصلاح نشده

با بررسی های به عمل آمده این نتیجه به دست آمد که درصد جداسازی با استفاده از فیلتر اصلاح نشده برای درصدهای مختلف در محلول های آبی بیشتر از فیلتر اصلاح شده می باشد که دلیل آن جداسازی آب و نفت سفید و یا آب و گازوئیل با هم است و این که نانو ذرات عامل دار شده توسط استئاریک اسید لابلای بافت پارچه باعث انتخاب پذیری در جذب پارچه اصلاح شده گردیده است و نبود این نانو ذرات اصلاح شده در پارچه باعث افزایش درصد جداسازی می گردد. در شکل های ۵ و ۶ مطالب فوق را تصدیق می کند. در ضمن قابل ذکر است که اختلاف در نمودارهای زیر مربوط به اختلاف زنجیره های هیدروکربنی در گازوئیل و نفت سفید است. چون زنجیره های هیدروکربنی گازوئیل بیشتر از نفت سفید است عبور نفت سفید بیشتر است.



شکل ۵ درصد گازوئیل جداسازی شده از خوراک با فیلتر اصلاح نشده



شکل ۶ درصد نفت سفید جداسازی شده از خوراک با فیلتر اصلاح نشده

۴- معرفی علائم و متغیرها در متن

در پژوهش به توسعه‌ی یک روش ساده برای ساخت فیلتر الیاف پلی استر پوشش داده با نانو ذرات ZnO عاملدار شده پرداخته شد.

نانوذرات ZnO در مجاورت استتاریک اسید عاملدار گردید و فیلتر پلی استر نانو ذرات بدست آمد. با افزایش میزان درصد روغن در مخلوط، جداسازی بهتر و راندمان بالاتر بدست آمد. هرچه درصد آب در مخلوط بیشتر باشد، میزان ناخالصی کمتر گردید.

در این پژوهش به منظور تعیین بالاترین ظرفیت جداسازی غشاء الیاف پلی استر برای جداسازی دو نوع مواد هیدروکربنی (گازوییل و نفت سفید) بر روی فیلتر اصلاحات ساختاری صورت گرفت که در این پژوهش، آزمایشات مقایسه عملکرد فیلتر و دونوع میزان نانو ذره، ۲٪ و ۵٪ وزنی نانو ذره اکسید روی برای توانایی جداسازی مواد هیدروکربنی از محلول های آبی مورد بررسی قرار گرفت و بیشترین ظرفیت جداسازی برای فیلتر الیاف پلی استر اصلاح شده، فیلتر الیاف پلی استر با میزان ۵ درصد وزنی بدست آمد. در عین حال فیلتر اصلاح شده می‌تواند به عنوان فیلتری کارا و ارزان جهت جداسازی مواد هیدروکربنی در تمام آزمایش ها به کار رود.

مواد نفتی و روغن به دلیل پایین بودن چگالی آن‌ها نسبت به آب روی سطح قرار می‌گیرد و این منجر به آلودگی آب و تشکیل یک لایه مانع از نفوذ نفت و مواد روغنی می‌شود و سبب آلودگی آب و همچنین مرگ جانداران آبی و آلودگی محیط زیست می‌شود.

با در نظر گرفتن مشکلات فوق، روشی تحت عنوان جداسازی آب و روغن با خلوص و جداسازی بالای ۹۵٪ در نظر گرفته می‌شود. در این آزمایش از فیلتر پلی استر پوشش داده شده با نانو ذرات اکسید روی به دلیل راندمان بالا در جداسازی استفاده گردید. به این صورت که بعد از هر بار جداسازی محلول هیدروکربن موجود در محلول های آبی میزان مخلوط جدا شده اندازه‌گیری و مقدار آن مقایسه شد. نتایج مقایسه نشان از کاهش میزان جداسازی بعد از ۷ بار استفاده این نوع فیلتر می‌باشد. در نتیجه چرخه مصرف فیلتر ۷ بار تعیین گردید. با توجه به نتایج حاصل، نسبت محلول سازی ۷۰ درصد در نظر گرفته شد (نسبت مخلوط آب در محلول های هیدروکربنی) که بالاترین راندمان جداسازی را در برداشت، تعیین گردید و هر بار فیلتر را با آب مقطر برای هر مرحله مورد سستشو قرار گرفت. فیلتر الیاف پلی استر به‌عنوان یک فیلتر مناسب برای انواع هیدروکربن‌های سبک و سنگین و با در نظر گرفتن مقاومت مکانیکی و حرارتی بالا به‌عنوان یک فیلتر مناسب برای جداسازی آب از مواد نفتی با خلوص بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلیه‌ی عوامل مؤثر بر راندمان جداسازی شامل نوع فیلتر، درصد پوشش دهی مواد نانو ذره، درصد خلوص، نوع روغن استخراجی، مقاومت حرارتی و مکانیکی محلول در نظر گرفته و با در نظر گرفته شدن کلیه‌ی عوامل از فیلتر پلی استر (پارچه‌ای) برای انجام آزمایش استفاده شد.

۵- پیشنهادات

انجام تست دمای بالا نیاز به امکانات آزمایشگاهی بیشتر و شرایط بهتری دارد، این امر می‌تواند عامل موثری در بهبود عملکرد فرآیند باشد. پس پیشنهاد می‌گردد این آزمایش در دماهای متفاوت بررسی گردد.

همچنین این فکر وجود دارد که اگر اصلاح سطح با نانو ذرات دیگر و متنوع تر و حتی هیبرید دو یا چند نوع نانو ذره باشد، قطعاً مقاومت فیلتر را بالا برده و باعث بالا رفتن اثر و افزایش جدا سازی می‌گردد.

برای افزودن نانو ذرات نیز می‌توان از نانو اکسید روی به همراه نانو ذرات دیگر مثل تیتانیوم دی اکساید یا نانو کلی استفاده کرد، نانو ذرات دیگر شاید همراه نانو ذرات اکسید روی بتوانند نقص هایی که نانو ذرات مذکور دارا می‌باشد را بپوشاند، البته با توجه به خصوصیات خوبی که در اکسید روی بررسی شده است، استفاده از آن با وجود نقص ها توصیه می‌گردد.

راه پیشنهادی دیگر استفاده از فیلترهای هیبریدی مثلاً پلی استر کتان است. شاید ادغام دو نوع فیلتر پارچه ای بتواند نقص‌های هر دو نوع فیلتر را بهبود بخشد.

۱. محمودی مالک، مقدمه ای بر تصفیه آب، دانشگاه شهید بهشتی
۲. رثوفی محمد، ملاردی محمدرضا، ۱۳۸۱، اصول تصفیه آب و پساب های صنعتی، تهران، امین.
3. Lei Wu, Junping Zhang, Bucheng Li, Aiqin Wang, Mechanical- and oil-durable superhydrophobic polyester materials for selective oil absorption and oil/water separation, 2013.
4. Ming Zhang, Chengyu Wang, Shuliang Wang, Jian Li, Fabrication of superhydrophobic cotton textiles for water-oil separation based on drop-coating route, 2013.
5. Bhanushali, D. Kloos, S., Kurth, C., & Bhattacharyya, Performance of solvent-resistant membranes for non-aqueous systems: Solvent permeation results and modeling. *Journal of Membrane Science*, 2001.
6. Rafe, A., & Razavi, S.M.A. Water and hexane permeate flux through UF polysulfone amide membrane, 2009.
7. Ghosh, M. Review on recent trends in rice bran oil processing, *Journal of the American Oil Chemists*, 2007.
8. Rautenbach, R., & Albrecht, R. *Membrane Processes*. New York: Wiley, 1989.
9. Alicio, T.V.R., Mendes, E.S., Pereira, N.C., & Motta Lima, O.C. Membrane ultrafiltration of crude soybean oil. *Desalination*, 2002.
10. Darwish, N.A., Hilal, N., Al-Zoubi, H., & Mohammad, A.W. Neural networks simulation of the filtration of sodium chloride and magnesium chloride solutions using nanofiltration membranes, 2007.
11. V. Pandiyarasan, S. Suhasini, J. Archana, M. Navaneethan, M. Abhijit, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Fabrication of hierarchical ZnO nanostructures on cotton fabric for wearable device applications, 2016.