

Removal of 1,2-dichloroethane from industrial wastewater with membrane filtration

A.R. Yazdanbakhsh¹, N. Jaafarzadeh², Sh. Hematian³, A. Sheikhmohammadi⁴

1- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Professor, Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

3- MSc, Islamic Azad University, Ahwaz Science and Research branch

4- Ph.D Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ABSTRACT

Background and Aims: 1,2-dichloroethane [ethylene dichloride (EDC)] is a chlorinated hydrocarbon which is widely used to produce vinyl chloride. The later is the major precursor to PVC production. Wastewater originating from EDC production is characterized by high turbidity and contains ethylene dichloride and FeCl₃ particles. The aim of the present study was to investigate the treatability of EDC effluent using membrane filtration.

Materials and Methods: Laboratory scale experiments were carried out on Abadan petrochemical complex wastewater (EDC unit) with various membrane filtration processes that combine microfiltration with nanofiltration. Microfiltration membrane was used as a pretreatment to remove turbidity as well as FeCl₃ fine particles, which may subsequently damage nanofiltration system. The microfiltration effluent was thereafter fed to a nanofiltration membrane cell. The filtration performance was assessed through turbidity, TDS, COD and 1,2-dichloroethane removals. pH, temperature and system pressure were also controlled during the study.

Results: Successful removal of turbidity (97.5%) and FeCl₃ particles (98%) was achieved by microfiltration. EDC concentration in raw effluent was ranged between 2,000 to 3,000 ppm. The nanofiltration membrane cell followed by microfiltration achieved a very high 1,2-dichloroethane removal (96.7) from water. The experimental results indeed showed that the permeate was consisted mainly of water, which asserts that 1,2-dichloroethane was separated in waste phase.

Conclusion: The results obtained provide further support for previous researches into this brain area and support the application of membrane technology to remove and recovery of soluble organic compounds from petrochemical wastewater.

Key words: Petrochemical wastewater, 1,2-dichloroethane, Membrane filtration, Nanofiltration, Microfiltration

*Corresponding Author:

Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Tel: +982122432040

Email: yazdanbakhsh@sbm.ac.ir

Received: 24 November 2014

Accepted: 20 April 2015

بررسی کارایی فیلتر غشایی در حذف FeCl_3 دی کلرواتان از پساب صنعتی

احمدرضا یزدانبخش^{۱*}، نعمت الله جعفر زاده^۲، شهرداد همتیان^۳، امیر شیخ محمدی^۴

^۱ دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اهواز، اهواز، ایران

^۳ کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، اهواز، ایران

^۴ دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: ماده شیمیایی FeCl_3 دی کلرواتان یا اتیلن دی کلراید (EDC) از جمله مواد شیمیایی تولیدی در صنایع پتروشیمی می باشد. این ماده در صنایع، مصارف عمده ای دارد (از جمله در تهیه پلی وینیل کلراید). پساب واحدهای تولید FeCl_3 دی کلرواتان بسیار کدر و حاوی FeCl_3 دی کلرواتان، آب و ذرات FeCl_3 می باشد. هدف از این تحقیق بررسی کارایی فرآیند غشایی در حذف FeCl_3 دی کلرواتان از پساب واحد پتروشیمی می باشد.

مواد و روش ها: این مطالعه در مقیاس پایلوت و بر روی پساب واحد FeCl_3 دی کلرواتان پتروشیمی آبادان انجام گرفت. با توجه به وجود ذرات FeCl_3 در پساب و برای جلوگیری از صدمه به غشا نانو فیلتراسیون (NF)، یک پایلوت آزمایشگاهی میکروفیلتراسیون (MF) بعنوان مرحله پیش تصفیه فرآیند طراحی و مورد استفاده قرار گرفت. پساب این واحد بعنوان خوراک واحد نانو فیلتراسیون در نظر گرفته شد. آزمایشها بر روی نمونه های فاضلاب خام ورودی به سیستم میکروفیلتراسیون، پساب سیستم میکروفیلتراسیون و پساب سیستم نانو فیلتراسیون انجام گرفت. پارامترهای مورد آزمایش شامل کدورت، TDS، COD، غلظت FeCl_3 دی کلرواتان و pH بوده است. همچنین در مرحله نهایی فرآیند جداسازی غشایی NF جهت جداسازی FeCl_3 دی کلرواتان از آب نیز مورد بررسی قرار گرفت. **یافته ها:** میزان حذف کدورت و ذرات آهن در واحد میکروفیلتراسیون به ترتیب برابر ۹۷/۵٪ و ۹۸٪ حاصل شد. غلظت ۱ و ۲ دی کلرواتان در فاضلاب خام بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ ppm اندازه گیری شد و پس از دو مرحله جداسازی غشایی توسط میکروفیلتراسیون (MF) و نانو فیلتراسیون (NF)، میزان بالای حذف معادل ۹۶/۷٪ حاصل گردید. با آزمایشهای انجام شده با آب حاوی ۱ و ۲ دی کلرواتان مشاهده گردید که آب بصورت فاز نفوذ کرده و ۱ و ۲ دی کلرواتان در فاز پسماند جدا می گردد.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد فرآیند میکروفیلتراسیون برای حذف کدورت و حذف ذرات کلوئیدی کلرور فریک به عنوان روش پیش تصفیه برای این گونه پسابها مناسب می باشد. همچنین روش فیلتراسیون غشایی کارایی بالا برای جداسازی، حذف و بازیابی از فاضلاب دارد. همچنین می توان پیش بینی نمود، با توجه به امکان حذف EDC در غلظت های پائین در سیستم های تصفیه بیولوژیکی هوازی، باقیمانده EDC در پساب واحدهای غشایی را می توان در این گونه سیستم ها مورد تصفیه قرار داد.

کلید واژه ها: پساب پتروشیمی، FeCl_3 دی کلرواتان، فیلتر غشایی، نانو فیلتراسیون، میکروفیلتراسیون

*آدرس نویسنده مسئول:

تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی - دانشکده بهداشت. تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۳۲۰۴۳

Email: yazdanbakhsh@sbm.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۲۰

مقدمه

به سایر روشها، جداسازی‌های اختصاصی که ممکن است توسط روشهای دیگر امکان پذیر نباشد، حداقل احتیاج به مواد شیمیایی ثانویه (مثل حلالها و افزودنیها) و راندمان بالا جهت جداسازی در محلول‌های رقیق می‌باشد [۶-۹]. از زمان ارائه ایده استفاده از اسمز معکوس در دانشگاه کالیفرنیا توسط پرفسور Yuster.T.S برای تهیه آب شیرین از آب نمک در دهه ۵۰ تا دهه ۸۰ کاربرد فرایندهای غشائی به خاطر مشکلات در تهیه غشاهای، قیمت بالای غشاهای و احتیاج به انرژی بالا، محدود بود. ولی با توجه به رفع بعضی از محدودیت‌ها، بررسی منابع در سالهای اخیر نشان دهنده توسعه و گسترش فرایندهای غشائی جهت تصفیه آب و فاضلاب در مقیاس‌های بزرگ و کوچک است. بطوری که جهت کاربرد این فرایند برای کاهش املاح آب، فلزات سنگین از آب و فاضلاب، حذف مواد آلی سمی و غیر قابل تجزیه بیولوژیکی از فاضلاب‌های صنعتی، مطالعات گسترده‌ای انجام شده است [۱۰-۱۲]. با توجه به توسعه صنایع پتروشیمی در ایران و با توجه به ماهیت ترکیبات و عناصر موجود در پساب این صنایع، معمولا کاربرد فرایندهای غشائی، حداقل به عنوان جزئی از سیستم‌های تصفیه اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این تحقیق هدف بررسی کارائی این فرایند برای تصفیه پساب واحد تولید EDC بوده است.

مواد و روشها

این مطالعه بر روی پساب فرایند تولید EDC واحد پتروشیمی آبادان در مقیاس پایلوت انجام گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی او۲ دی کلرو اتان در جدول ۱ ذکر گردیده است.

جدول شماره ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی او۲ دی کلرو اتان

فرمول	C ₂ H ₄ Cl ₂
جرم مولکولی	۹۹
اسامی دیگر	اتیلن دی کلراید- اتن کلراید
حالت	مایع و بدون رنگ و با بویی ملایم شبیه کلروفرم
دانسیته	۱/۲۵ گرم بر سانتی متر مکعب
حلالیت در آب	۸/۷ گرم بر لیتر
نقطه جوش	۸۳/۷ درجه سانتی گراد
نقطه انجماد	۳۵/۵- درجه سانتی گراد
فشار بخار	۶۷ میلیمتر جیوه

او۲ دی کلرو اتان که معمولا با نام اتیلن دی کلراید (EDC) شناخته می‌شود، یک هیدروکربن کلره می‌باشد که بطور عمده برای تولید مونومر وینیل کلراید مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مونومر پیش ساز اصلی برای تولید پلی وینیل کلراید (PVC) می‌باشد. اتیلن دی کلراید، مایع بدون رنگ با بوی شبیه به کلروفرم است. این ماده همچنین بعنوان ماده واسط برای تولید دیگر ترکیبات شیمیائی آلی و همچنین به عنوان حلال مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده از طریق واکنش اتیلن با کلر در حضور کلور فریک به عنوان کاتالیزور تولید می‌شود [۱]. بیشترین تولید این ماده در آمریکا، اروپای غربی، ژاپن و ایران می‌باشد. ظرفیت تولید این ماده در واحد ۵۰۰ پتروشیمی آبادان، سالانه حدود ۴۰۰۰۰ تن است [۲]. اتیلن دی کلراید ماده‌ای سمی، دارای خاصیت خوردگی و قابلیت اشتعال بالا می‌باشد. حلالیت آن در آب بالا و برابر ۸/۷ گرم در لیتر است. این ماده در صورت تماس با پوست موجب خشک شدن پوست و در صورت ورود به بدن، به کلیه‌ها، ریه و سیستم اعصاب مرکزی صدمه وارد می‌نماید. این ماده برای آزیان نظیر ماهیان خطرناک می‌باشد [۳]. پساب واحدهای تولید EDC، حاوی ذرات کلوئیدی کلورور فریک و هیدروکسید سدیم می‌باشد. تخلیه این پساب به محیط، بخصوص محیط‌های آبی، باعث آلودگی آب شده و اثرات زیست محیطی و بهداشتی در پی خواهد داشت. بنابراین تصفیه پساب این واحدها، قبل از دفع به محیط ضرورت دارد. همچنین تصفیه، بازیافت یا برگشت این مواد شیمیایی دارای اهمیت است. با توجه به سمیت و غلظت بالای ترکیبات موجود در این پساب، کاربرد روشهای بیولوژیکی در این زمینه محدودیت دارد. فرایندهای مختلفی جهت حذف فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی و مقاوم به تجزیه بیولوژیکی کاربرد دارند [۴،۵]. از جمله این روشها می‌توان به ته‌نشینی (انعقاد شیمیایی)، تبادل یونی، کمپلکس سازی یون، جذب، تبخیر، فرایندهای الکتروشیمیایی، اکسیداسیون، جذب سطحی و زدایش با هوا اشاره نمود. امروزه از تعداد مطالعات انجام شده، مشخص است که استفاده از فرایند جداسازی غشایی جهت تصفیه این پسابها رشد زیادی داشته است. روشهای جداسازی غشایی، مزایایی نسبت به روشهای دیگر دارند، این مزایا بطور خلاصه شامل حجم بسیار کم مدوله‌های غشایی و نیاز به فضای کم، تولید غشاهای و مدوله‌ها به اشکال و ابعاد مورد نیاز، انتقال جرم بالا نسبت

در این مطالعه ابتدا جهت تعیین کیفیت پساب، آزمایشهای کدورت، COD، TSS، pH، روغن، کلراید، آهن کل، هدایت الکتریکی و غلظت EDC، بر روی پساب در چند مرحله انجام گرفت.

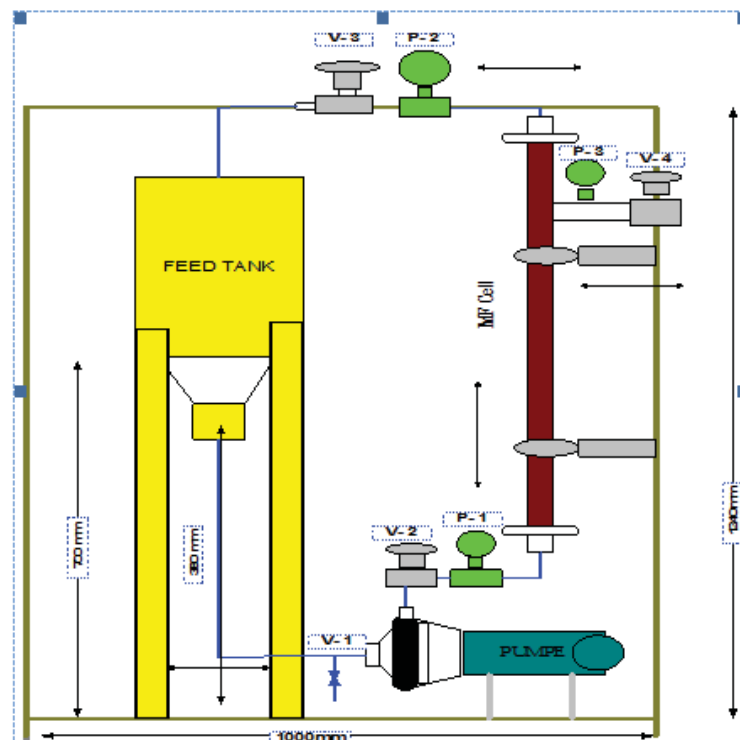
پسپ با توجه به خصوصیت پساب، جهت حذف کدورت و ذرات آهن از یک واحد فیلتر میکروفیلتراسیون استفاده شد. جدول ۲ مشخصات میکروفیلتر و شکل ۱ دیاگرام نحوه استقرار سیستم میکروفیلتراسیون مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲- مشخصات میکروفیلتر

جنس	اندازه منافذ μm	درصد تخلخل	مساحت مترمربع	محدوده pH	ماکزیمم درجه حرارت $^{\circ}\text{C}$	ماکزیمم فشار بار	شرکت سازنده
سرامیکی	۵	۳۵	۰/۰۶	۰/۵ تا ۱۳/۵	۱۴۰	۸	فیری انگلستان

فاضلاب توسط پمپ به سل میکروفیلتراسیون تزریق می‌شد. شیر، فشار سنج و جریان بازگشتی جهت تنظیم دبی و فشار داخل سل در نظر گرفته شد. همچنین بر روی مسیر ورودی یا فاز نفوذی، یک شیر و یک فشارسنج جهت تنظیم دبی و ثبت فشار تعبیه گردید. با تنظیم شیرها (V_2 و V_3) فشار عملیاتی در حد بهینه، تنظیم گردید. سل میکروفیلتراسیون متشکل از یک قطعه سرامیکی و دارای مجراهای عبور سیال از روی سطح غشاء و عبور فاز تراوشی بود. همچنین یک نگهدارنده جهت محافظت مکانیکی غشاء در برابر فشار عملیاتی در نظر گرفته شد.

این امکان وجود داشت که جریان خروجی از سل را از سیستم خارج نمود و یا آن را دوباره به مخزن بازگرداند. جزء تراوش کرده از خروجی شیر تعبیه شده، قابل جمع آوری بود. بعد از پر نمودن مخزن پایلوت و روشن نمودن پمپ و تنظیم فشار بهینه عملیاتی، جریان خروجی از سمت فاز نفوذ شونده اندازه گیری می‌گردید. این مراحل، اول با آب مقطر و سپس با پساب انجام گردید. از پساب خروجی واحد میکروفیلتراسیون نمونه برداری و بر روی نمونه‌ها، آزمایشهای کدورت، آهن، COD، TDS، pH و غلظت EDC انجام گرفت.



شکل شماره ۱- دیاگرام پایلوت میکروفیلتراسیون (MF)

جدول شماره ۳- مشخصات غشاء نانو فیلتراسیون

جنس غشاء	محدوده pH	جریان آب خالص (l/m ² h)	ماکزیمم درجه حرارت °C	مساحت (m ²)	شرکت سازنده
هیدروفیلیک پلی اتر سولوفون	۰-۱۴	۴۰-۷۰	۹۵	۰/۰۴	ندیر آلمان

آب خالص و پساب نسبت به زمان در سل نانوفیلتراسیون و همچنین مشخصه‌های پساب در هر مرحله مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت.

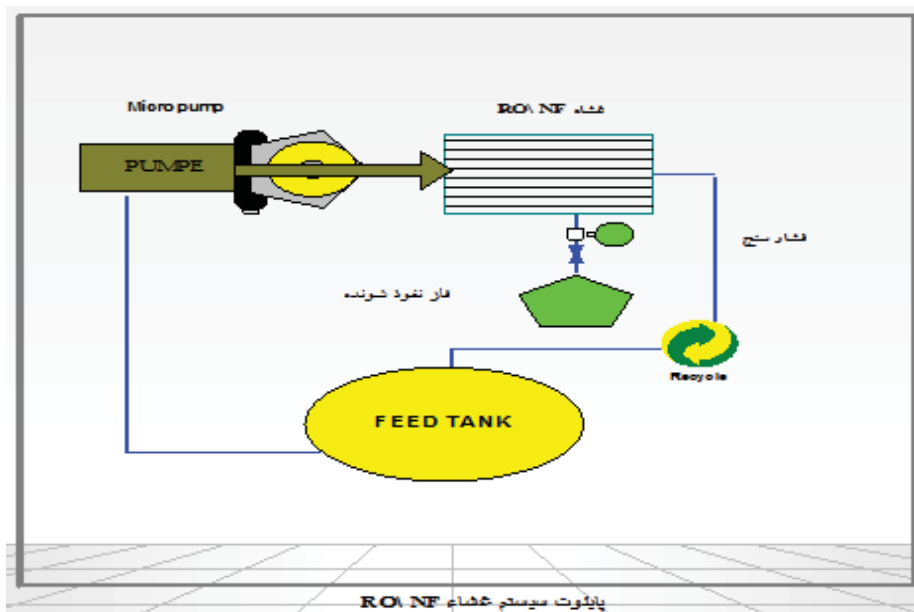
تعیین جریان آب خالص نسبت به زمان در غشاء میکروفیلتراسیون
برای این منظور آب خالص در شرایط عملیاتی $P_1=3 \text{ kg/cm}^2$ ، $P_2=2 \text{ kg/cm}^2$ و $P_3=0,85 \text{ kg/cm}^2$ در تماس با غشا قرار گرفت و میزان فلاکس آب تراوش کرده از میان غشاء اندازه گیری شد. تعیین فلاکس مطابق رابطه ۱ صورت می‌گیرد.

$$j_w = \frac{V}{A_m t} \quad (1)$$

A_m سطح غشاء، t زمان تراوش و V حجم تراوش می‌باشد.

جهت حذف EDC از پساب خروجی واحد MF از یک واحد فیلتر غشایی نانوفیلتراسیون با مشخصات مندرج در جدول ۳ استفاده گردید. همچنین شکل ۲، دیاگرام واحد نانوفیلتراسیون و نمودار جریان در این واحد را نشان می‌دهد.

این سیستم دارای یک مخزن خوراک بود که توسط یک پمپ از نوع میکرو با حداکثر فشار عملیاتی ۱۲۵ psi و حداکثر دما ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، پساب تصفیه شده در مرحله MF را به سمت یک غشاء نانوفیلتراسیون پمپ می‌کرد. یک شیر و یک فشارسنج جهت تنظیم دبی و فشار در داخل سل در نظر گرفته شده بود. جهت بررسی عملکرد سیستم، جریان عبوری غشاء میکروفیلتراسیون و نانوفیلتراسیون، فلاکس آب خالص و پساب نسبت به زمان در سل میکروفیلتراسیون، فلاکس



شکل شماره ۲- دیاگرام پایلوت نانو فیلتراسیون

به مدت ۲۰ دقیقه، مشاهده گردید که کدورت پساب به نحو قابل توجهی کاهش پیدا کرده و ذرات معلق در آن (FeCl_3) به قدر قابل توجهی حذف شده‌اند. در این مرحله خوراک شفاف گشته و برای عمل جداسازی و تصفیه در سیستم نانوفیلتراسیون آماده گردید.

تعیین جریان پساب در سیستم میکروفیلتراسیون
برای این منظور پس از پر کردن مخزن خوراک و تنظیم سیستم در شرایط عملیاتی $P_1=2.8 \text{ kg/cm}^2$ ، $P_2=1.8 \text{ kg/cm}^2$ و $P_3=0.9 \text{ kg/cm}^2$ ، تغییرات فلاکس تراوش نسبت به زمان تعیین گردید. پس از انجام مراحل فوق و فیلتراسیون

یافته‌ها

میانگین نتایج حاصل از آزمایشهای انجام شده بر روی پساب واحد EDC در جدول (۴) آمده است. همانگونه که مشخص است، کدورت و جامدات معلق نمونه زیاد می‌باشد و ورود مستقیم این پساب به سل نانوفیلتراسیون مطلوب نیست. شکل ۳، تغییرات فلاکس آب خالص نسبت به زمان را در سل میکروفیلتر و شکل ۴ چگونگی میزان فلاکس پساب نسبت به زمان را نشان می‌دهند. همانطور که در شکل مشخص است، این چنین استنباط می‌شود که کاهش فلاکس تراوش در ۲-۳ دقیقه اول و سپس کاهش ملایمتر آن در طول زمانهای بعدی است. به نظر می‌رسد که تشکیل کیک و افزایش ضخامت آن در دقایق اولیه آغاز فرآیند، با سرعت زیادی رخ می‌دهد که همین امر باعث افت فلاکس گردیده است. بعد از آن، رشد کیک تقریباً متوقف شده و از آن پس بروز تغییرات در ساختار آن با کاهش ملایم‌تری صورت می‌گیرد. متوسط نتایج آزمایشهای انجام شده در فرآیند میکروفیلتراسیون در جدول ۵ آمده است.

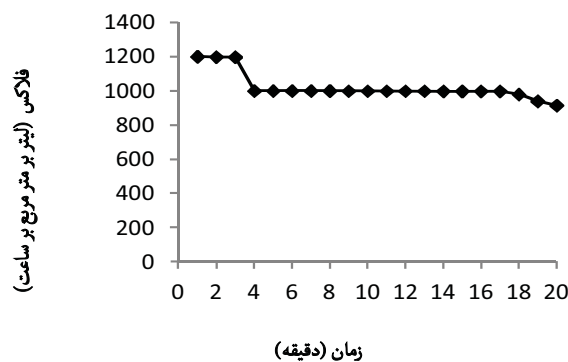
تعیین جریان آب خالص در غشاء نانوفیلتراسیون

برای این منظور مخزن خوراک سیستم را با آب خالص در شرایط عملیاتی $P = 94 \pm 1$ psi، پر نموده و تغییرات فلاکس تراوش نسبت به زمان مورد مطالعه قرار گرفت.

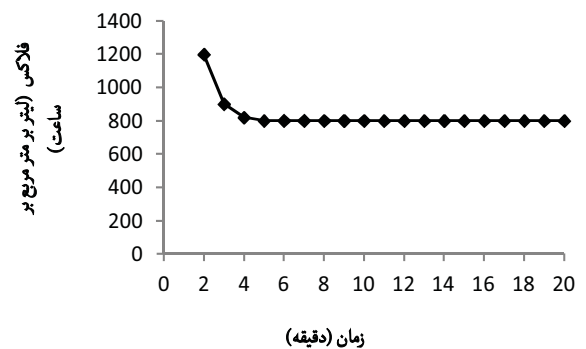
تعیین جریان پساب حاوی اتیلن دی کلراید در غشاء نانوفیلتراسیون
برای این منظور مخزن خوراک سیستم را با خوراک پساب تصفیه شده در مرحله MF پر کرده و در شرایط عملیاتی $P = 94 \pm 1$ psi، تغییرات فلاکس تراوش نسبت به زمان مورد مطالعه قرار گرفت. برای بدست آوردن خروجی از قسمت فاز نفوذ شونده، فشار بصورت تدریجی افزایش داده شد. بطوری که در حدود فشار 90 psi، مایع در قسمت فاز نفوذ شونده مشاهده گردید. آزمایشها بر اساس روشهای مندرج در کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب انجام شده است [۱۳]. اندازه گیری EDC توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی GC مارک Varian صورت پذیرفت، قبل از اندازه گیری نمونه‌ها، دستگاه توسط محلول استاندارد حاوی EDC کالیبره گردید.

جدول شماره ۴- میانگین نتایج مشخصه‌های اندازه گیری شده پساب واحد EDC

مشخصه	EDC (mg/L)	EC (μ S/cm)	Total Fe (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Oil (mg/L)	COD (mg/L)	pH	TSS (mg/L)	Turbidity (NTU)
نتایج	۲۴۸۰	۱۹۶۴۵	۱۵	۱۸۴۰	۱۷	۱۹۸۴	۱۲/۷	۵۷/۶	۵۵



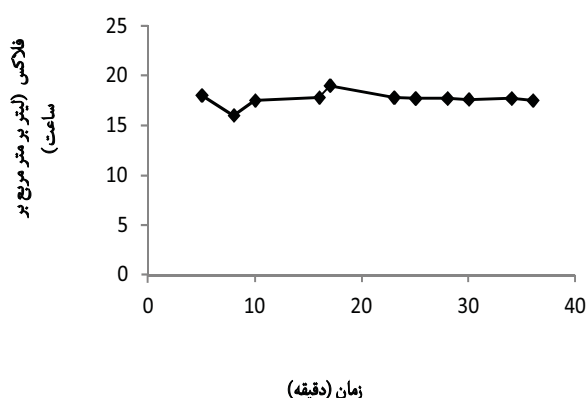
نمودار ۴- تغییرات فلاکس پساب نسبت به زمان در سل میکروفیلتر



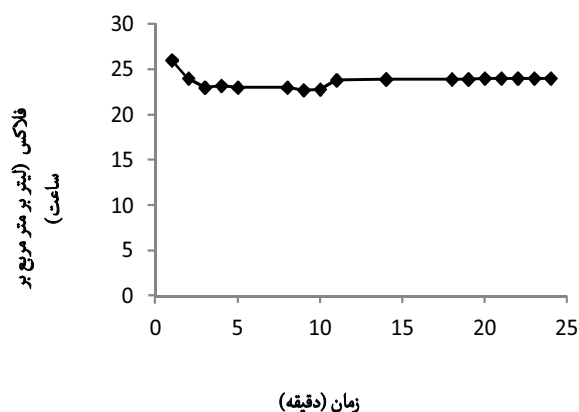
نمودار ۳- تغییرات فلاکس آب خالص نسبت به زمان در سل میکرو فیلتر

جدول شماره ۵- نتایج مشخصه‌های پساب قبل و بعد از میکروفیلتراسیون

pH	Turbidity (NTU)	TDS (mg/l)	EDC (mg/l)	Fe (mg/l)	COD (mg/l)	پارامترهای اندازه گیری شده
۱۲/۶	۵۵	۱۲۶۶۴	۲۴۸۱	۱۸	۱۹۸۴	نتایج قبل از MF
۱۲/۴	۱	۱۱۱۲۰	۲۲۹۰	۰/۴۵	۱۸۲۰	نتایج بعد از MF



زمان (دقیقه)



زمان (دقیقه)

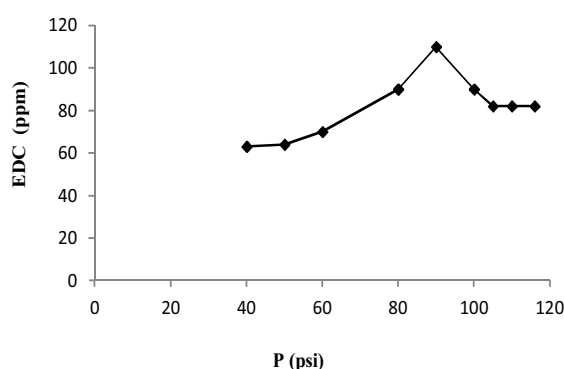
شکل شماره ۶- تغییرات فلاکس پساب EDC نسبت به زمان در سل NF

بحث

تاثیر پارامترهای مختلف در طی میکروفیلتراسیون و نانوفیلتراسیون که در سیستم جداسازی غشایی موثر هستند، در این آزمایشات مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تغییرات در ادامه بیان شده است. با توجه به اشکال ۳ و ۴، این چنین استنباط می‌شود که کاهش فلاکس تراوش در ۲ تا ۳ دقیقه اول بوده و سپس کاهش ملایمتر آن در طول زمان‌های بعدی می‌باشد. به نظر می‌رسد که تشکیل کیک و افزایش ضخامت آن در دقایق اولیه آغاز فرایند با سرعت بیشتری رخ می‌دهد که همین امر باعث افت فلاکس گردیده است. بعد از این مدت از آغاز فرایند، رشد کیک تقریباً متوقف شده و از آن پس بروز تغییراتی در ساختار آن باعث کاهش ملایمتری در فلاکس تراوش می‌گردد. در پیش تصفیه که توسط میکروفیلتراسیون انجام گردید، آهن و کدورت که مشکل اساسی برای سیستم NF می‌باشد، تقریباً بطور کامل حذف گردید، ولی مقدار EDC بدون تغییر باقی ماند، که این امر تصفیه با NF/RO را ضروری نشان می‌دهد [۱۴-۱۷].

راندمان حذف برای کدورت و آهن بترتیب برابر با ۹۸/۱ و ۹۷/۵ درصد بدست آمد. البته با استفاده از رزین‌های کاتیونی و مواد منعقد کننده، می‌توان آهن را حذف نمود. اما احیاء مداوم و نگهداری رزینها و نیاز به تجهیزات و هزینه بالا برای مواد منعقد کننده، استفاده آنها را محدود کرده است. با توجه به نمودار ۵ و ۶ مشاهده می‌شود که پس از تست غشاء با پساب، فلاکس فاز نفوذ شونده در ۱۵ دقیقه اول نامنظم بوده که مربوط به چگونگی تشکیل کیک است. پس از ۱۵ دقیقه اول و در طول زمانهای بعدی، فلاکس آب کاهش ملایمتری دارد. پس از آن، رشد کیک تقریباً ثابت می‌باشد. با توجه به نمودار ۷ مشاهده می‌شود که با افزایش فشار، غلظت EDC در فاز نفوذ شونده نیز افزایش پیدا می‌کند.

شکل شماره ۵- تغییرات آب خالص نسبت به زمان در سل NF



P (psi)

شکل شماره ۷- ارتباط بین غلظت EDC در فاز نفوذ شونده و فشار در سل نانوفیلتر

با انجام عمل پیش تصفیه بوسیله فرایند میکروفیلتراسیون، پساب به نحو قابل توجهی شفاف گردید که برای تصفیه در مرحله نانوفیلتراسیون مناسب بود. نمودار ۵ تغییرات فلاکس آب خالص نسبت به زمان و نمودار ۶ تغییرات فلاکس پساب EDC (گرفته شده از مرحله MF) در نانوفیلتراسیون را نشان می‌دهد. ارتباط بین غلظت EDC در فاز نفوذ شونده و فشار در سل نانوفیلتر در نمودار ۷ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که غلظت اولیه EDC برابر ۲۴۸۰ ppm بوده است. با توجه به نمودار شکل ۷، مشاهده می‌شود با افزایش فشار، غلظت EDC در فاز نفوذ شونده نیز افزایش پیدا می‌کند. این مقدار تا یک ماکزیمم افزایش یافته و سپس ثابت باقی می‌ماند. طبق این نمودار مشاهده گردید، برای بدست آوردن غلظت یکنواختی از EDC فشار بهینه بین ۹۸-۹۰ psi می‌باشد. متوسط غلظت EDC در فاز نفوذ شونده در شرایط عملیاتی بهینه ۸۵-۸۰ ppm و متوسط غلظت EDC در فاز پسماند در شرایط عملیاتی بهینه ۷۶۵۰ ppm می‌باشد.

- غشاء سیستم نانوفیلتراسیون بکار رفته جهت جداسازی EDC با توجه به محدوده تغییرات pH عملکرد خوب داشته و مناسب می باشد .

- با افزایش فشار، غلظت نیز افزایش پیدا می کند. این افزایش تا یک حد حداکثر بوده و سپس در فشار ۹۸-۹۰ psi یکنواخت می گردد (در این حالت غلظت EDC برابر با ۸۵-۸۰ ppm بود).

- با افزایش فشار، فلاکس EDC در فاز نفوذ شونده افزایش پیدا می کند.

در یک نتیجه گیری کلی باید عنوان نمود که علیرغم وجود روشهای دیگر جهت حذف اتیلن دی کلراید، مانند زدایش با هوا، اکسیداسیون، جذب توسط کربن فعال که در منابع به آن اشاره شده است، ولی به علت انحلال بالای EDC در آب و همچنین سمیت این ماده، کاربرد روش غشایی می تواند گزینه مناسبی در این زمینه باشد. کاربرد فیلتر غشایی علاوه بر مزایای ذکر شده در مقدمه این مقاله، می تواند به عنوان گزینه ای جهت بازیابی EDC و همچنین آب مطرح باشد.

این مقدار افزایش در غلظت EDC، تا یک نقطه حداکثری افزایش می یابد و سپس ثابت باقی می ماند [۱۸-۲۰]. طبق این نمودار مشاهده گردید برای بدست آوردن غلظت یکنواختی از EDC (۸۰ تا ۸۵ ppm)، فشار بهینه بین ۹۰ psi تا ۹۸ نیاز می باشد. بایستی یادآور شد که غلظت EDC در استاندارد تخلیه به رودخانه، ۶۰ ppm می باشد. بر اساس نتایج بدست آمده استفاده از غشا نانوفیلتراسیون با فشار ۹۰ psi تا ۹۸، میزان اتیلن دی کلراید را تا حدود ۹۶٪ در صد کاهش می دهد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از بررسی پارامترهای مختلف بر روی پساب میکروفیلتراسیون، می توان نتیجه گرفت، این سیستم جهت تصفیه اولیه و حذف ذرات، کدورت و ذرات کلوئیدی آهن مناسب می باشد. همچنین با توجه به نتایج حاصل از بررسی پارامترهای مختلف در آزمایشات نانو فیلتراسیون که بر روی پساب بدست آمد، علاوه بر اینکه این سیستم کارایی مناسب برای حذف EDC را دارا می باشد، می توان موارد زیر را نیز بیان کرد:

تشکر و قدردانی:

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اهواز واحد علوم و تحقیقات می باشد. بدینوسیله از مسئولین محترم دانشگاه و از همکاری و زحمات مسئولین محترم تحقیق و توسعه پتروشیمی بندر امام و مسئولین محترم پتروشیمی آبادان بخصوص مسئولین آزمایشگاه؛ آقایان مهندس حاج عبداللهی و آسبه و حیات داوودی تشکر و قدردانی می گردد.

REFERENCES

- 1,2 -Dichloroethane, Available from: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ethylee.Dichloride>. Accessed March 30, 2013.
2. 1,2 -Dichloroethane, Available from :<http://www.abadan-petro.com>. Accessed July 20, 2012.
3. Ethylene Dichloride(1,2-Dichloroethane), Available from:<http://www.epa/ttn/atw/hlthef/di-ethan>. Accessed December 8, 2013.
4. Barredo-DamasS, Alcaina-MirandaM.I, Iborra-ClarM.I, Bes-PiàA, Mendoza J.A,Iborra-ClarA. Study of the UF process as pretreatmentof NF membranas for textile wastewaterreuse. Desalination 2006; 200: 745-747.
5. Kim I, Lee K. Dyeing process wastewater treatment using fouling resistant nanofiltrationand reverse osmosis membranes. Desalination 2006; 192: 246-251.

6. Abdulhakeem A, Tadkaew N, Mc Donald A, Khan S, Price W, Nghiem L. Combining MBR and NF/RO membrane filtration for the removal of trace organics in indirect potable water reuse applications. *Journal of Membrane Science* 2010; 365: 206-215.
7. Nghiem L.D, Hawkes S. Effects of membrane fouling on the nanofiltration of pharmaceutically active compounds (PhACs): mechanisms and role of membrane pore size. *Sep. Purif. Technol* 2007; 57: 182–190.
8. Bes A, Iborra-Clar A, Mendoza-Roca J.A, Iborra-Clar M.I, Alcaina-Miranda M.I. Nanofiltration of biologically treated textile effluents using ozone as a pre-treatment. *Desalination* 2004; 167: 387–392.
9. Chakraborty S, De S, Basu J.K, Das Gupta S. Treatment of a textile effluent: application of a combination method involving adsorption and nanofiltration. *Desalination* 2005; 174: 73–85.
10. Farshad Golbabaei K, Hasan Amini R. Treatment of Hospital Wastewater by Novel Nano-Filtration Membrane Bioreactor (NF-MBR). *Iranica Journal of Energy & Environment* 2013; 4: 60-67.
11. Banerjee P, Dasgupta S, De S. Removal of dye from aqueous solution using a combination of advanced oxidation process and nanofiltration. *J. Hazard. Mater* 2007; 140: 95–103.
12. Umesh Kumar R, Muthukrishnan M, Guha B.K. Tertiary treatment of distillery wastewater by filtration. *Desalination* 2008; 230: 70-78.
13. APHA, AWWA, WPCF, (2005), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (21st Ed), American Public Health Association, Washington, DC.
14. Feiniliu Guoliany Z, Qim M, Hongzi Z. Performance of nanofiltration and Reverse Osmosis membranes in metal effluent treatment. *Chinese Journal of chemical Engineering* 2008; 16: 491-445.
15. Garnat Khedr M. Membrane methods in tailoring simpler, more efficient, and cost effective wastewater treatment alternatives. *Desalination* 2008; 222: 35-145.
16. Arnal J, Leon M.C, Lora J. Ultrafiltration as a pre-treatment of other membrane technologies in the reuse of textile wastewaters. *Desalination* 2008; 221: 405-412.
17. Capar G. Development of a membrane based treatment scheme for waterrecovery from textile effluents. Ph.D Thesis, Middle East Technical University, Ankara (2005).
18. Maryam T.R, Tahereh K, Ali K. Application of membrane separation processes in petrochemical industry, A review. *Desalination* 2009; 235: 199-244.
19. Kim H, Choi J, Takizawa S. Comparison of initial filtration resistance by pretreatment processes in the nanofiltration for drinking water treatment. *Sep. Purif. Technol* 2007; 56: 354–362.
20. Nghiem L.D, Hawkes S. Effects of membrane fouling on the nanofiltration of pharmaceutically active compounds (PhACs): mechanisms and role of membrane pore size. *Sep. Purif. Technol* 2007; 57: 182–190.