مقاله مروری

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۶۰، بهار ۱۴۰۱ صص ۲۴۷-۲۵۶

روش‌های تصفیه پساب عملیات استخراج و فراورش نفت خام به منظور جلوگیری از آلودگی آب

مریم رفعتی[۱] *

m.rafati.env@gmail.com

حمید فرشادفر[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۱۷ **تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۳**

چکیده:

زمینه و هدف: مدیریت محیط‌زیستی پساب عملیات استخراج و فراورش نفت خام به دلیل حجم و آلودگی قابل‌توجه آن، چالشی جدی در صنایع نفت بشمار می‌رود. تخلیه این پساب‌ها به محیط پذیرنده یا استفاده مجدد و بازیابی آنها، مستلزم تامین استانداردهای محیط‌زیستی می-باشد. بنابراین بررسی روش‌های مختلف تصفیه پساب‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.

روش بررسی: در این پژوهش، فرایندهای مختلف تصفیه پساب تولید شده در واحدهای صنعت نفت شامل روش تصفیه مرحله اول، و مرحله دوم (روش های فیزیکی و شیمیایی) و تصفیه مرحله سوم (روش زیستی) به صورت مروری مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: روش تصفیه مرحله اول به‌عنوان پرکاربردترین روش تصفیه، برپایه اختلاف وزن آب، مواد نفتی و ماسه استوار است و بزرگترین عیب آن، عدم قابلیت جمع‌آوری ذرات روغن کوچکتر از ۱۵۰ میکرون است. روش تصفیه مرحله دوم شامل روش های رسوب‌گیری و شناور کردن به‌وسیله هوا است که بازده آنها برای آب‌هایی که آلودگی مواد نفتی زیاد دارند، تا ۹۵ درصد خواهد بود و از جمله معایب این روش‌ها می‌توان به هزینه‌های بالای نگهداری و تامین موادشیمیایی آنها اشاره کرد. روش تصفیه مرحله سوم یا تکمیلی، روش زیستی است که بیشترین بازده را در تصفیه پساب‌های نفتی دارد. از جمله معایب روشهای زیستی می‌توان نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی نسبتاً زیاد ، بالا بودن هزینه‌ها به واسطه مصرف انرژی زیاد و مشکلات بهره برداری از قبیل ایجاد کف و بالا آمدن و حجیم شدن لجن را نام برد.

بحث و نتیجه گیری: به‌صورت یک جمع‌بندی می‌توان اظهار داشت که ترکیب روش‌های مرحله دوم یا سوم با روش مرحله اول، به‌عنوان کارامدترین روش‌های تصفیه در عملیات استخراج و فراورش نفت خام معرفی می شوند.

واژگان کلیدی: پساب نفتی، تصفیه، تصفیه زیستی. آلودگی آب.

۱- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (مسئول مکاتبات)

۲- دانشجوی دکتری آلودگی محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، ، تهران، ایران.

Human and Environment, No. 60, Spring 2022, pp.247-256

Methods of Wastewater Refining in Extracting and Processing of Crude Oil in Order to Prevent Water Pollution

Maryam Rafati[1*]
m.rafati.env@gmail.com
Hamid Farshadfar[2]

Received: November 8, 2018 Accepted: January 13, 2019

Abstract

Background and Objective: Due to its significant volume and pollution, the extracting and processing of wastewater from crude oil is a serious challenge in oil industries. The discharge of these wastewaters to the acceptor environment or to reuse them requires the provision of environmental standards. Therefore, the study of different wastewater refine methods is of great importance.

Materials and Methods: In this study, the different processes of wastewater refinery produced in oil industry units included the first, second (physicochemical methods), and third stages of refinery methods (biological) were studied.

Results: The first refinery stage is used as the most widely used method based on water weight dispute, oil, and sand, and its biggest drawback is the lack of gathering particles smaller than 150 microns. The second refinery stage included flocculation and air flotation methods and the efficiency of this method for water polluted by oil is 95%, and one of the most disadvantages of this method are high costs of chemical supplies and maintenance. The third refinery stage is the biological method which has the highest efficiency in wastewater refinery, and disadvantages of this method including high electrical and mechanical equipment, and also high costs due to high energy consumption.

Discussion and Conclusions: The second and third refinery stages are expensive and one can be stated that the combination of the second or third method with the first stage is achieved as the most efficient method in extracting and processing of crude oil.

Keywords: Biological refinery, Water pollution, Oil wastewater, Refine.

1- Assistant Professor, Department of Environment, Technical and Engineering Faculty, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding author).

2- Ph.D. student of environmental pollution, Department of the Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

مقدمه

آب بر روی کره زمین به صورت غیریکنواخت توزیع شده است؛ زیرا که کره زمین یک سیاره کاملاً هموار نیست. وجود پستی‌ها و بلندی‌ها در نقاط مختلف زمین سبب شده است که آب در مناطق فرورفته آن تجمع یافته و به صورت گسترده دریاها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها را به وجود آورد (1). بیش از ۷۰ درصد کره زمین را آب اشغال می‌کند و بشر از آغاز آفرینش پی برده که آب بزرگترین و مهمترین عامل حیات است. علیرغم این که دوسوم سطح زمین را آب در بر می‌گیرد، اما بیش از ۹۷ درصد کل منابع آب، دراقیانوس‌ها و سایر بسترهای نمکی وجود دارد که برای اکثر مصارف انسان قابل استفاده نیستند. در این بین منابع آب شیرین تنها ۲/۵ درصداز مقدارکل آب‌ها را تشکیل می‌دهند که همین مقدار آب برای جواب‌گویی نیازهای آبی بشر کافی است؛ اما در حقیقت مشکل از آنجا ناشی می‌شود که عامل‌هایی نظیر عدم مدیریت صحیح استفاده از منابع آب، توسعه‌یافتگی جوامع، افزایش بی‌رویه جمعیت، تمرکز شدید و نقطه‌ای جوامع در مناطق خوش آب و هوا، افزایش سطح رفاه و استانداردهای مصرف آب و هم‌چنین پخش نامتوازن زمانی و مکانی منابع آب در کره زمین، فشار مضاعفی را بر منابع آب این کره وارد ساخته است (2).

رشد چشمگیر صنایع و کارخانه‌ها در جهان بخصوص در ابتدای قرن بیستم پاسخی به نیاز روزافزون به رفاه و زندگی راحت بوده است. این توسعه هرچند که رفاه نسبی و سهولت زندگی را برای انسان به ارمغان آورده اما از سویی به‌واسطه تهی‌سازی منابع طبیعی و تولید انواع گوناگون زائدات، حیات انسان را به خطر انداخته است (3). ازاین‌رو منابع آب بالقوه‌ای در شهرها به‌صورت فاضلاب به وجود آمده که پیوسته بر حجم آن‌ها اضافه می‌شود. به دلیل بحران آب در بسیاری از کشورهای دنیا، استفاده از آب‌های غیرمتعارف، ازجمله پساب کارخانه‌ها، به‌تدریج جایگاه مطمئنی در چرخه مصرف آب بشر پیدا کرده است. هم‌چنین در نزد کشورهای توسعه‌یافته، با وجود رشد بهداشت عمومی، تلاش گسترده‌ای برای تأمین نیاز آب و استفاده از آب حاصل از پساب کارخانه‌ها برای تأمین نیازهای بشر صورت می‌گیرد(5،4).

از نگاه دیگر دفع پساب‌های غیر تصفیه‌شده کارخانه‌ها و صنایع مخاطرات بهداشتی زیادی برای جوامع بشر ایجاد می‌کند. برای کاهش این خطرات به‌ناچار طرح‌های تصفیه پساب کارخانه‌ها نیز باید توسعه یابد. بنابراین کاربرد آب حاصل از تصفیه فاضلاب‌ها در مصارف کشاورزی، نه‌تنها می تواند سهمی مهم در تأمین آب جامعه ایجاد کند، بلکه به‌عنوان راهکاری در حفظ محیط‌زیست و توسعه پایدار نیز مطرح است (6).

سیال تولیدی چاه‌های نفت معمولاً به‌صورت ترکیبی از گاز، نفت و آب است. آبِ همراه نفت، می‌تواند به‌صورت آبِ آزاد و یا قطرات ریز معلق پراکنده و یا به هر دو شکل در سیال مشاهده گردد. ازآنجایی‌که تولید آب‌های مازاد جزء لاینفک عملیات تولید و فراورش مقدماتی نفت خام است (7)، به‌منظور جلوگیری از آلودگی‌های محیط‌زیستی، حفظ فشار مخزن و ازدیاد برداشت از چاه‌های تولید نفت، این آب‌ها پس از تصفیه مقدماتی در سیستم-های تصفیه واحدهای نمک‌زدایی، مجدداً به چاه‌های دفعی که برای این منظور در نظر گرفته شده است تزریق می‌گردد. مقدار تولید آب‌های شور همراه با نفت در واحدهای نمک‌زدایی از نفت خام چشمگیر است. این پساب‌ها به دلیل خصوصیات کمی و کیفی خاص که شامل نمک‌های محلول بالا (۵۰ تا ۱۷۰ گرم در لیتر)، وجود مواد نفتی، مواد آلی فرار و غیر فرار ، سایر آلاینده-های مخاطره‌آمیز برای محیط‌زیست و حجم زیاد است، مشکل بزرگی در مجاورت واحدهای نفتی و محیط‌زیست اطراف آن‌ها ایجاد کرده اند (8). به دلیل وجود املاح محلول در حد فوق اشباع و ذرات معلق و عوامل خورنده، این پساب‌ها تمایل شدیدی به رسوب‌گذاری داشته و درصورتی‌که بدون تصفیه اولیه به چاه تزریق گردد، ممکن است با گذشت زمان باعث گرفتگی مسیر جریان در لوله‌های جریانی سطح‌الارضی و یا دهانه چاه شده و یا

موجب خوردگی لوله‌های جریانی و در نتیجه نشت پساب به محیط گردد(8)؛ بنابراین در این پژوهش به تشریح روش‌های گوناگون جداسازی آب از نفت در واحدهای استخراج و فراورش نفت کشور پرداخته شده است.

روش‌های تصفیه پساب عملیات استخراج و فراورش نفت خام

بر اساس مرور منابع، روش‌های تصفیه به سه دسته اصلی تقسیم-بندی می‌شوند. دسته نخست روش‌هایی که از اختلاف وزن مخصوص مواد نفتی و آب استفاده نموده و به کمک وسایلی مثل همزن[1] و نفت‌روب[2]، مواد نفتی را از آب جدا می‌نمایند. دسته دوم روش‌هایی هستند که در آن‌ها با افزودن مواد شیمیایی، بخش مهمی از مواد نفتی و نیز مواد معلق موجود در پساب‌ها گرفته می‌شود و دسته سوم روش‌هایی است که هوا و یا اکسیژن به پساب‌ها دمیده می‌شود تا به خاطر واکنش‌هایی که به وجود می-آید، از مقدار اکسیژن‌خواهی زیستی (BOD) و اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD) کاسته شود (9-11).

روش تصفیه مرحله اول

در صنایع نفت، روش‌های تصفیه مرحله اول، به‌عنوان رایج‌ترین و پرکاربردترین روش‌های تصفیه پساب شناخته می‌شوند و کمتر تأسیسات نفتی هست که آب آلوده حاصل از فراورش نفت را بی-آنکه با این روش‌ها تصفیه‌شده باشد به محیط اطراف رها نماید (12). از میان این روش‌ها، روش به‌کارگیری دستگاه‌های جداکننده نفت از آب که API Separator خوانده می‌شود بیش از همه استفاده می‌شود. این نوع جداکننده‌ها از دو یا چند کانال موازی تشکیل‌شده‌اند. آب آلوده از یک‌سوی این دستگاه وارد شده و مدتی به‌صورت نیمه راکد در آن باقی می‌ماند. زمان ماندن آب در دستگاه از مهم‌ترین عوامل مؤثر در طراحی این نوع جداکننده-ها است و مقدار آن به میزان تصفیه مورد نیاز و عوامل اقتصادی بستگی دارد. همانطوری‌که قبلاً اشاره شد عملکرد این نوع جداکننده‌ها بر پایه اختلاف وزن آب، مواد نفتی، شن و ماسه است و در آن بخش مهمی از مواد نفتی موجود در آب به‌صورت ذرات معلق به‌طرف سطح آب بالا آمده و لجن، شن و ماسه در کف کانال‌ها ته‌نشین می‌شود (13). نفت جداشده در سطح آب به‌وسیله پاروهای نفت‌روبی که به‌طور افقی حرکت می‌کنند به بخش خروجی رانده می‌شود. در حوضچه‌های API کارخانه‌های قدیمی این تسهیلات وجود ندارد و حرکت لایه مواد روغنی به سمت خروجی به‌صورت طبیعی انجام نمی‌شود و این‌یک مورد نقص در جداکننده‌های مذکور محسوب می‌شود. همچنین این حوضچه‌ها در کف، لجن‌روب ندارند و این عمل برحسب نیاز و در صورت فراهم شدن شرایط قطع جریان ورودی بعد از چندین سال و اخذ مجوز بسته شدن کارخانه‌ها برای مدت موردتقاضا، به‌صورت دستی و با استفاده از تجهیزات مکانیکی انجام می‌شود که این نیز یک مورد عیب در این جداکننده‌ها است. این نوع جداکننده ها برای جداسازی ذرات روغن با اندازه‌ی بزرگتر از ۱۵۰ میکرون طراحی شده‌اند و هر عاملی که درصد ذرات روغن کوچکتر از ۱۵۰ میکرون را افزایش دهد کارایی جداکننده را تحت تأثیر قرار خواهد داد. آب شور و مواد قلیایی از جمله مواردی هستند که سایز قطرات روغن را تغییر داده و ذرات معلق روغن را پدید می آورند (۱۱).

روش تصفیه مرحله دوم

اگر آب به‌دست‌آمده از جداکننده‌های نفت از آب (API Separator) از دیدگاه قوانین محیط‌زیست قابل‌قبول نباشد از روش‌های تصفیه نوع دوم و یا نوع سوم که در حقیقت عملیاتی تکمیلی هستند استفاده می‌شود. روش‌های تصفیه مرحله دوم شامل روش رسوب‌گیری[3] و روش شناور کردن به‌وسیله هوا[4] است (14-15).

1- Mixer

2- Skimmer

3- Flocculation

4- Air Flotation

روش رسوب‌گیری

این روش برای آب‌هایی بکار برده می‌شود که مقدار آن کم است و بر پایه افزایش نمک‌های فریک[1] یا نمک‌های آلومینیم است. روش کار چنین است که مقداری از این نمک‌ها را (صد میلی‌گرم برای هر لیتر آب) در یک pH مناسب میان ۸ تا ۹/۵ به آب می‌افزایند. این نمک‌ها به شکل گلوله‌های هیدروکسید به کف حوضچه دستگاه رسوب پیدا می‌کنند و در این حرکت ذرات نفتی را نیز با خود می‌برند. کنترل pH در این عملیات با افزودن اسید سولفوریک با آهک انجام می‌گردد. ازآنجایی‌که در این عملیات مواد شیمیایی بسیاری مصرف می‌شود بکار بردن برای آب‌های آلوده‌ای که مقدارش زیاد است، مقرون‌به‌صرفه نیست (۱۴،۱۶).

روش شناور کردن به‌وسیله هوا

روش دیگر برای جدا کردن مواد معلق آز آب‌های آلوده، شناور کردن ذرات معلق در هوا است. در این روش هوا با فشاری برابر ۲ تا ۴ اتمسفر، به آب دمیده می‌شود. پیش از اینکه آب به مخزن شناور ساز وارد شود به‌طور ناگهانی فشار هوا، کاهش داده می‌شود و درنتیجه حباب‌های کوچک بسیاری از هوا تشکیل می‌گردد که ضمن بالا آمدن، مواد نفتی معلق را نیز با خود شناور کرده و به سطح آب می‌آورد و در نتیجه این مواد از آب جدا می‌شود (۱۱،۱۷). این روش نه‌تنها می‌تواند مقدار مواد معلق را کاهش دهد، بلکه مقدار اکسیژن مورد نیاز زیستی (BOD) را نیز کاهش می‌دهد. بازده این روش برای آب‌هایی که آلودگی مواد نفتی در آن زیاد است تا ۹۵ درصد خواهد بود (۱۱). از جمله معایب این روش می‌توان به هزینه‌های نگهداری سیستم، افزایش فشار، هزینه‌های مواد شیمیایی، هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمپرسورها و سیستم لوله‌کشی آن اشاره کرد.

روش تصفیه مرحله سوم

اگر میزان تصفیه آب در روش‌های مرحله اول و دوم کافی نباشد، از روش تصفیه زیستی استفاده می‌شود که بیشترین بازده را در تصفیه پساب های نفتی دارد. در نتیجه استفاده از این روش از میزان مواد اکسیژن‌گیر ونیز از رنگ و طعم آب کاسته می‌گردد. چنان‌که در برخی از موارد آب به‌دست‌آمده از تصفیه مرحله سوم را پس از کلرینه کردن می‌توان دوباره برای مصارف شهری بکار برد (۱۱). بازده این عملیات چنان است که می‌توان مقدار فنل موجود در آب آلوده پالایشگاه‌ها و تأسیسات نفتی را تا ۹۹/۹ درصد، BOD را تا ۹۰ درصد و COD را تا ۸۰ درصد کاهش داد. اساس این روش تبدیل مواد آلی و زنده به گازهای فرار و آب است. دستگاه‌هایی که برپایه این روش عمل می‌کنند عبارت‌اند از: حوضچه‌های اکسیداسیون زیستی، لجن‌های فعال و صافی‌های چکاننده معایب روش‌های تصفیه مرحله سوم عبارتند از: نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی نسبتاً زیاد و در نتیجه افزایش واردات و ارزبری در مقایسه با سایر فرایندهای تصفیه، بالا بودن هزینه‌های راهبری به واسطه مصرف انرژی بیشتر در طول سال‌های بهره-برداری، مشکلات بهره‌برداری از قبیل ایجاد کف، حجیم شدن لجن، بالا آمدن لجن، رشد پراکنده دسته ها و همچنین مقاوت کم در برابر شوک آلی و هیدرولیکی(۱۴)..

حوضچه‌های اکسیداسیون زیستی

در این روش آب آلوده برای مدتی در حوضچه‌های بزرگی باقی می‌ماند. در این مدت اکسیژن موجود در هوا یا اکسیژن به‌دست‌آمده از فتوسنتز برخی گیاهان موجود در آب، بخش مهمی از مواد آلی را اکسید کرده به گازکربنیک و آب تبدیل می-کند. این عملیات باید در دمای بیشتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد انجام شود. عمق حوضچه‌ها نیز نباید از یک متر بیشتر باشد و اگر هوای اضافی به‌طور مصنوعی به درون این حوضچه‌ها دمیده نشود، زمان توقف آب را می‌توان به ۳ روز کاهش داد. این روش بااینکه ارزان‌ترین روش زیستی است، به سبب نیاز به فضای وسیع برای کندن حوضچه‌های کم‌عمق و توقف زیاد آب در آن‌ها، چندان مورداستفاده قرار نمی‌گیرد (۱۴).

1- Ferric salts

لجن‌های فعال

این روش بر پایه واردکردن آب آلوده به درون مخزنی که در آن مواد سلولزی فعال وجود دارد، قرار داشته و هوا به‌وسیله یک دمنده یا جاروهای گردان به‌طور پی‌درپی به سطح بخش فعال دمیده شده، کنش و واکنش تبدیل مواد آلی موجود در آب به گازکربنیک با سرعت انجام می‌شود. مواد آلی مرده در سطح آب جمع شده و آب تصفیه‌شده از بخش زیرین مخزن بیرون می‌آید. بازده این روش زیاد است چنانکه برای مدت توقف پنج ساعت، حدود ۷۰ در صد از BOD و برای ۱۰ ساعت حدود ۹۰ درصد BOD آب کاهش می‌یابد، ولی این روش ازنظر اقتصادی گران تمام می‌شود (۱۴).

صافی‌های چکاننده

این دستگاه از یک مخزن سیمانی با کف مشبک که از سنگ و زغال یا مواد پلاستیکی پر شده، تشکیل گردیده است. آب آلوده از بالا وارد مخزن شده و هوا از کف مخزن به‌وسیله دمنده‌هایی قوی از جهت مخالف به درون آب دمیده می‌شود. فعل‌وانفعالات شیمیایی روی سطح سنگ‌ها و یا مواد موجود در مخزن انجام می‌گیرد. سرعت آب به نوع صافی بستگی دارد. بازده این روش تقریباً برابر روش لجن فعال است با این تفاوت که کار تصفیه تندتر صورت می‌گیرد. بر اساس پژوهش‌های جدید می‌توان بجای سنگ، شن و زغال از مواد پلاستیکی چون PVC استفاده کرد (۱۸).

روش‌های تصفیه فاضلاب‌های آغشته به روغن و مواد هیدروکربنی پالایشگاهی

واحدهای تصفیه فیزیکی

آشغال‌گیری[1]

آشغال‌گیر ابزاری است که در ابتدای ورود به تأسیسات تصفیه‌خانه قرار می‌گیرد تا مواد درشت جامد فاضلاب که در واحدهای پایین‌دستی مشکل ایجاد می‌کند، را از آن حذف نماید (۱۹).

شناورسازی با هوا

در این روش جداسازی از طریق وارد کردن حباب‌های ریز گاز (معمولاً هوا) به داخل فاز مایع صورت می‌پذیرد. حباب‌های هوا به ذرات جامد می‌چسبد و نیروی شناوری مجموعه ذره و حباب‌های گاز به‌قدری زیاد است که سبب صعود ذره به سطح می‌شود. صعود ذرات با چگالی کمتر از مایع (مانند روغن محلول در آب) را نیز می‌توان با این عمل تسهیل کرد. به‌طورکلی فرآیند شناورسازی از چهار مرحله اساسی تشکیل می‌شود که عبارت‌اند از ۱) تولید حباب در پساب روغنی، ۲) برخورد بین حباب‌های گاز و قطرات روغن شناور در آب، ۳) چسبیدن ذرات روغن به حباب‌های گاز و ۴) صعود مجموعه هوا-روغن به سطح آب یعنی جایی که روغن و ذرات جامد معلق همراه آن، جمع‌آوری می‌شوند (۲۰).

شناورسازی توسط جریان الکتریکی

این فنّاوری روش دیگری از شناورسازی است که موجب ایجاد حباب‌های کوچک گاز ناشی از الکترولیز آب و تجزیه آن به اکسیژن و هیدروژن می‌شود. هنگامی‌که جریان پساب خروجی در میان دو الکترود قرار می‌گیرد به علت ایجاد جریان الکتریکی، ذرات به هم چسبیده و لخته‌هایی را تشکیل داده که همراه با حباب‌های ایجاد شده در سطح جمع و توسط کف‌روب‌ها از سیستم خارج می‌شود. پارامترهای عمده مؤثر pH، نوع الکترولیت، چگالی جریان و زمان ماند پساب هستند (۱۱).

شناورسازی با هوای محلول[2]

شناورسازی با هوای محلول، معمولاً بعد از جداکننده ثقلی قرار می‌گیرد و با استفاده از مواد شیمیایی و شناورسازی، روغن‌های امولسیونی جدا می‌شوند. این سیستم از پمپ ایجاد فشار، سیستم تزریق هوا، مخزن اشباع‌سازی، شیر فشارشکن، مخزن شناورسازی و سیستم افزایش مواد شیمیایی تشکیل شده است (۱۷).

1- Screening

1- Dissolved Air Flotation

واحدهای تصفیه حرارتی

این نوع تصفیه‌کننده‌ها بسته به نوع کاربرد به حرارت مستقیم و حرارت غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند. در تصفیه‌کننده‌های نوع حرارت مستقیم انتقال حرارت از طریق تماس مستقیم سیال با محفظه آتش صورت می‌گیرد. این نوع تصفیه‌کننده‌ها در مقایسه با نوع حرارت غیرمستقیم توانایی تصفیه کردن مقدار بیشتری از نفت خام را با مصرف سوخت کمتری دارند. در تصفیه-کننده‌های حرارتی غیرمستقیم، به دلیل عدم تماس مستقیم امولسیون نفت خام با محفظه آتش، از مقدار خوردگی و رسوب-گیری کاسته شده و همچنین خطرات آتش‌سوزی و انفجار کمتر است (۲۲).

واحدهای تصفیه الکترواستاتیکی

با توجه به اینکه سرعت ته‌نشینی قطرات آب در اثر نیروی ثقل کم است، از تصفیه‌کننده‌های نوع الکترواستاتیکی استفاده می-شود. همچنین ازآنجایی‌که می‌بایستی نفت ورودی این دستگاه‌ها گرم باشد، ابتدا نفت ورودی توسط پیش‌گرم‌کن، گرم می‌شود و یا حتی ممکن است خود نمک‌گیرها مجهز به پیش‌گرم‌کن باشند که اصطلاحاً به آن‌ها تصفیه‌کننده‌های الکترواستاتیک حرارتی می-گویند. این نوع تصفیه‌کننده‌ها در مقایسه با تصفیه‌کننده‌های حرارتی ازنظر اقتصادی باصرفه هستند و با توجه به اینکه قادر به حذف قطرات ریز آب از نفت خام می‌باشند، برای خارج نمودن آب نمک از نفت خام بسیار مؤثر هستند (۲۳). دمای عملیاتی در این تصفیه‌کننده‌ها به‌طور قابل‌توجهی کمتر از تصفیه‌کننده‌های حرارتی بوده و با ابعاد کوچک‌تری می‌توان تولید بیشتری داشت. عیب عمده این تصفیه‌کننده‌ها بالا بودن هزینه کنترل، نگهداری و سرمایه ثابت اولیه نسبت به سایر تصفیه‌کننده‌هاست که این افزایش هزینه معمولاً با بهبود عملکرد تصفیه‌کننده و آب‌زدایی بهتر آن‌ها تعدیل می‌گردد (۲۴).

واحدهای تصفیه شیمیایی

برای تصفیه شیمیایی پساب آغشته به نفت خام، از مواد شیمیایی شکننده امولسیون استفاده می‌شود. این مواد تحت عناوین تجاری مختلف در دنیا فروخته می‌شوند. عملکرد این مواد به گونه‌ای است که باعث می‌شوند غشاء نازک اطراف قطرات امولسیونی آب پاره شود. البته باید توجه داشت که تزریق بیش از حد این مواد، باعث تولید مواد امولسیونی جدید می‌شود، که بعدها در فرایند تصفیه پساب مشکلات فراوانی ایجاد می‌کند. لذا در تعیین نرخ تزریق این مواد باید محاسبات دقیقی صورت بگیرد. اگر امولسیون‌های تشکیل شده، ضعیف باشند تنها با نیروهای مکانیکی می‌توان آنها را خنثی کرد و عمل ائتلاف را انجام داد (۲۵).

نتیجه‌گیری

مدیریت محیط‌زیستی پساب عملیات استخراج و فراورش نفت خام به دلیل حجم و آلودگی قابل‌توجه آن، چالشی جدی در صنایع بالادستی صنعت نفت بشمار می‌رود. ازجمله راهکارهای دفع این نوع پساب، تزریق مجدد آن به چاه‌های نفت به‌منظور حفظ فشار مخزن و ازدیاد برداشت از چاه است. لیکن به دلیل وجود املاح محلول در حد فوق اشباع ، ذرات معلق و عوامل خورنده، این پساب تمایل شدیدی برای رسوب‌گذاری داشته و درصورتی‌که بدون تصفیه اولیه به چاه تزریق گردد درزمانی کوتاه پدیده گرفتگی رخ خواهد داد که به‌طور ناخواسته موجب تخلیه پساب به محیط اطراف و تخریب محیط‌زیست می‌گردد. علاوه بر خوردگی خطوط لوله انتقال و تجهیزات در سیستم تصفیه پساب ، تشکیل رسوبات از جنس کربنات کلسیم و سولفات باریم درون خطوط لوله انتقال پساب جهت تزریق و درون ظروف و تجهیزات نیز مشاهده می گردد که برای جداسازی آنها در سیستمهای تصفیه پساب فعلی واحدهای نمک‌زدایی، تسهیلاتی وجود ندارد. به عبارتی دیگر، این نوع رسوبات با تصفیه مراحل اول، دوم و سوم حذف نمی شوند. بنابراین اضافه نمودن تجهیزات اسمز معکوس می تواند بسیار مؤثر واقع شود. در اینصورت می توان حتی از آب شیرین خروجی این سیستمها، در فضای سبز واحدهای مذکور نیز استفاده کرد. از طرفی دیگر، از آنجائیکه حوضچه های تفکیک

APIموجود در واحدهای عملیاتی مجهز به تجهیزات اسکیمر ، نفت روب سطحی و لجن روب کف نیستند و هزینه های بازسازی و بهینه سازی آنها نیز زیاد است، لذا تفکیک‌گرهای CPI گزینه مناسبی برای جایگزین نمودن تفکیک‌گرهای مذبور خواهد بود. در پایان با عنایت به اشکالات و نواقص موجود در سیستم‌های تصفیه پساب در واحدهای نفتی کشور، جهت جلوگیری از آلودگی‌های محیط‌زیستی و کاهش هزینه‌های اقتصادی ، چاره‌اندیشی در خصوص رفع نواقص و پیشگیری از اتفاقات ناخواسته ضروری است و این قبیل مطالعات، به تکمیل اطلاعات مدیران و دست‌اندرکاران برای انتخاب روش‌های مناسب تصفیه پساب عملیات استخراج و فراورش نفت خام کمک می‌کند. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به بررسی چگونگی اصلاح و حداکثر رساندن بازده روش‌های موجود تصفیه پساب و هم‌چنین تاثیر روش‌های ترکیبی جدید در تصفیه پساب‌های نفتی پرداخته شود.

منابع

1- Wang, F., Ducharne, A., Cheruy, F., Lo, M. H., Grandpeix, J. Y. 2017. Impact of a shallow groundwater table on the global water cycle in the IPSL land–atmosphere coupled model, Climate Dynamics, DOI: 10.1007/s00382-017-3820-9.

2- Omidvar, K. 2015. Water resources of Iran, Firs edition, Yazd university press, 292 pages. (In Persian)

3- San, V., Spoann, V., Schmidt, J. 2018. Industrial pollution load assessment in Phnom Penh, Cambodia using an industrial pollution projection system, Science of the Total Environment, 615: 990-999.

4- Pakdel, P. M., Peighambardoust, S. J. 2018. A review on acrylic based hydrogels and their applications in wastewater treatment, Journal of environmental management, 217:123-143.

5- Ugya, A. Y., Imam, T. S., Ajibade, F. O. 2017. Remediation of refinery wastewater using electrocoagulation process, Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 10 (1): 57-61.

6- Bunting, S. W., Edwards, P. 2018. Global Prospects for Safe Wastewater Reuse Through Aquaculture in Wastewater Management Through Aquaculture (Springer, Singapore): pp. 55-72.

7- Ong, L. K., Nguyen, P. L. T., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., Ju, Y. H. 2017. Kinetic evaluation of simultaneous waste cooking oil hydrolysis and reactive liquid-liquid Cu extraction from synthetic Cu-containing wastewater: Effect of various co-contaminants, Separation and Purification Technology, 187: 184-192.

8- Ghasemipanah, K. 2014. A Study on Treatability of Desalter Unit Wastewater by Solar Still Method, Petroleum Research, 24(78): 84-91. (In Persian)

9- Amy, G., Ghaffour, N., Li, Z., Francis, L., Linares, R. V., Missimer, T., Lattemann, S. 2017. Membrane-based seawater desalination: Present and future prospects, Desalination, 401: 16-21.

10- Oller, I., Malato, S., Sánchez-Pérez, J. 2011. Combination of advanced oxidation processes and biological treatments for wastewater decontamination—a review, Science of

the total environment, 409(20): 4141-4166.

11- Yu, L., Han, M., He, F. 2017. A review of treating oily wastewater. Arabian journal of chemistry, 10(2): 1913-1922.

12- Jafarinejad, S. 2017. Recent developments in the application of sequencing batch reactor (SBR) technology for the petroleum industry wastewater treatment. Chemistry International, 3(3): 342-350.

13- Bigham, J., Kosic, A., Arntsen, B., Penny, J., Katz, S. 2017. Upgrading Refinery Wastewater Treatment with MBR to New Discharge Standards at Marathon Petroleum's Detroit Refinery, Proceedings of the Water Environment Federation, 16: 231-242.

14- Poor Ebtehaj, M. 2011. Investigating different methods of separation and disposal of wastewater in desalination units from oil in Gachsaran oil field, Master's thesis in Islamic Azad University, Science and Research Branch of Ahvaz.87 pages. (In Persian)

15- Jinda, K., Keesoon, W., Dokmaingam, P. 2017. Possibility study for water reutilization of the biodiesel refinery in Thailand, The Journal of Industrial Technology, 13(1):72-82.

16- Liu, G., Zhang, F., Qu, Y., Liu, H., Zhao, L., Cui, M., Geng, D. 2017. Application of PAC and flocculants for improving settling of solid particles in oilfield wastewater with high salinity and Ca^2, Water Science and Technology, 76(5-6):1399-1408.

17- Etchepare, R., Oliveira, H., Azevedo, A., Rubio, J. 2017. Separation of emulsified crude oil in saline water by dissolved air flotation with micro and Nano bubbles, Separation and Purification Technology, 186: 326-332.

18- Ghazanfari, D., Bastani, D., Mousavi, S. A. 2017. Preparation and characterization of poly (vinyl chloride) (PVC) based membrane for wastewater treatment, Journal of Water Process Engineering, 16: 98-107.

19- Adham, S., Hussain, A., Minier-Matar, J., Janson, A., Sharma, R. 2018. Membrane applications and opportunities for water management in the oil & gas industry, Desalination, 440: 2-17.

20- Asadi, S. N. 2011. Investigating the treatment of waste water produced by gas and liquefied gas factory 900 Paznan 2, in order to prevent the pollution of the river and the possibility of reusing it to irrigate the green area of the factory, Master's thesis in Islamic Azad University, Science and Research Branch of Ahvaz.107 pages. (In Persian)

21- Nam, C., Li, H., Zhang, G., Lutz, L. R., Nazari, B., Colby, R. H., Chung, T. M. 2018. Practical Oil Spill Recovery by a Combination of Polyolefin Absorbent and Mechanical Skimmer, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 6(9):12036-12045.

22- Onishi, V. C., Fraga, E. S., Reyes-Labarta, J. A., Caballero, J. A. 2018. Desalination of shale gas wastewater: Thermal and membrane applications for zero-liquid discharge in Emerging Technologies for Sustainable Desalination Handbook, pp: 399-431.

23- An, C., Huang, G., Yao, Y., Zhao, S. 2017. Emerging usage of

electrocoagulation technology for oil removal from wastewater: A review, Science of the Total Environment, 579: 537-556.

24- Guo, H., You, F., Yu, S., Li, L., Zhao, D. 2015. Mechanisms of chemical cleaning of ion exchange membranes: A case study of plant-scale electrodialysis for oily wastewater treatment, Journal of Membrane Science, 496: 310-317.

25- Binks, B. P., Whitby, C. P. 2003. Temperature-dependent stability of water-in-undecanol emulsions, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 224(1-3): 241-249.