

تصفیه پیشرفته یک فاضلاب صنعتی آغشته بمواد نفتی

نوشته: دکتر محمود شریعت

دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه تهران

چکیده

هدف نهائی از این بررسی راهنمایی و نصب دستگاههای پیشرفته جهت تصفیه یک فاضلاب صنعتی بود تا به کمپانی ساترن سرویس اجازه داده شود پسب فاضلاب خود را در شبکه فاضلاب شهری منطقه سنت برنارد دفع نماید. سیستم طوری تهیه شده بود که بتوانند مکرراً "از نفت استفاده نمایند. فاضلاب یک حالت امولسیون روغن-آب نشان میداد که تصفیه آن بروشهای پیشرفته فیزیکی و شیمیائی احتیاج داشت. جهت شکستن امولسیون و تقلیل مواد آلوده کننده روشهای سانتریفوژ - حرارت دادن - اسیدی کردن - انعقاد - فلوکولاسیون - شناور نمودن و صاف کردن مورد استفاده قرار گرفتند و سرانجام روش مجموع افزودن پلیمر - انعقاد و شناور نمودن انتخاب گردید. این روش تصفیه منجر به کاهش مجدد COD به ۹۵٪ و ۸۸٪ تقلیل مواد نفتی شده که با در نظر گرفتن کاهش COD در اثر عمل سانتریفوژ میزان کل کاهش COD به ۹۹٪ بالغ گردید و پسبایی که پس از تصفیه پیشرفته به فاضلاب شهری وارد می شد مواد آلوده کننده موجود در آن خیلی پائین تر از فاضلاب شهری بود. مواد معلق نداشته pH آن در حدود خنثی بود و فقط کمی بوی نفت میداد دفع چنین پسبایی به سیستم فاضلاب شهری بهیچوجه اثر سوئی روی سیستم تصفیه فاضلاب نگذاشته و نیز هیچگونه مساله ای برای سیستم جمع آوری فاضلاب پیش نیامورد.

۱- مطالعات مقدماتی

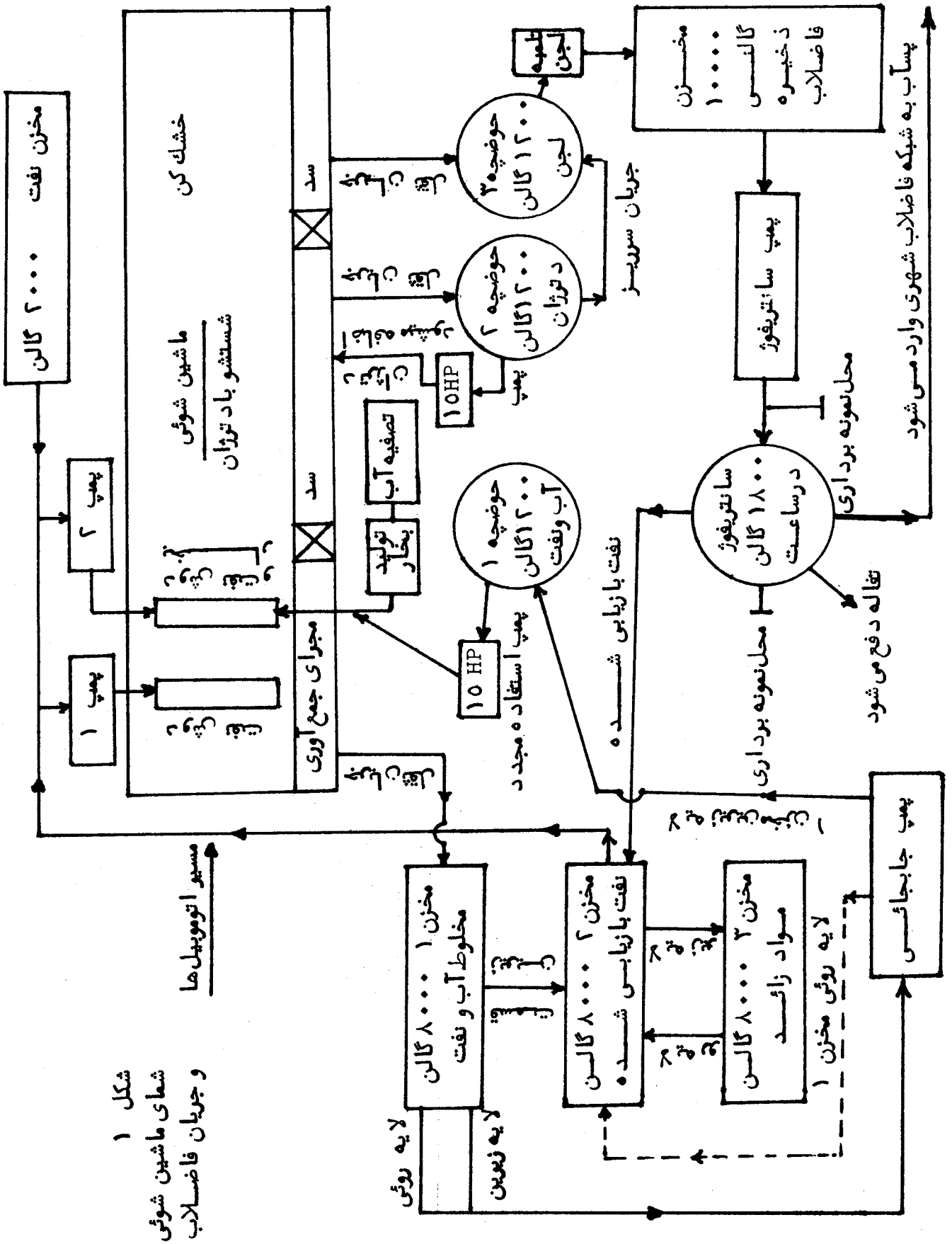
۱-۱- بررسی سیستم تصفیه موجود

شستشوی ماشین های سواری بانفت و مواد پاک کننده در یک کارخانه سرویس کاری بسیار وسیع انجام میگرفت. سیستم طوری تهیه شده بود که بتوانند از نفت دوباره استفاده نمایند (شکل ۱). فاضلابی که در قسمت دوش نفت و همچنین دوش نفت با بخار تولید می شود توسط مجرائی به تانک شماره ۱ بظرفیت ۸۰۰۰ گالن وارد می گردد. و قتیکه ماشین شوئی کار نمی کنند نفت و آب در این مخزن بزودی از هم جدا می گردند و توسط یک پمپ قابل حمل و نقل نفت را از قسمت بالائی این مخزن به مخزن شماره ۲ که آن نیز ۸۰۰۰ گالن ظرفیت دارد برای استفاده مجدد پمپ می نمایند. آب باقیمانده در مخزن شماره ۱ به حوضچه ۱ به گنجایش ۱۲۰۰ گالن هدایت می شود که برای استفاده مجدد در شستشوی ماشین مصرف شود. مخزن سوم نیز بظرفیت ۸۰۰۰ گالن برای ذخیره مواد زائد ولجنی که در مخازن دیگر جمع شده اند تعبیه شده است.

در موقعی که سیستم کار می کند کلیه آبها از قسمتی که مواد پاک کننده (دترژان) افزوده می گردد در مجرائی جمع آوری شده به حوضچه به گنجایش ۱۲۰۰ گالن (شماره ۲) وارد می گردد. مقدار اضافی فاضلاب از این حوضچه به حوضچه دیگری به ظرفیت ۱۲۰۰ گالن (شماره ۳) سرریز می نماید. یک پمپ مکنده بطور اتوماتیک وقتی که سطح فاضلاب به حدمعینی میرسد بکار افتاده فاضلاب اضافی موجود در حوضچه سوم را به یک مخزن ذخیره زمینی به گنجایش ۱۰۰۰۰ گالن وارد می نماید. پس از اینکه عمل جدا شدن نفت و آب خودبخود در این مخزن در طول شب انجام میگردد فاضلاب آن توسط پمپی به سانتریفوژ مخصوص جدا کردن نفت از آب از نوع

(DeLaval Model MAB - 209

Centrifugal Oil Purifier)



شکل ۱
شمای ماشین شویی
و جریان فاضلاب

مسیر اتوموبیل‌ها

پساب به شبکه فاضلاب شهری وارد می‌شود

تفاله دفع می‌شود

جریان سوربیز

نفت بازایی شده

لایه روئی مخزن ۱

مخزن ۳ ۸۰۰۰ گالن
سواد زائد

مخزن ۲ ۸۰۰۰ گالن
نفت بازایی شده

مخزن ۱ ۸۰۰۰ گالن
مخلوط آب و نفت

سازتیرفور
۱۸۰۰ گالن
در ساعت

پمپ سانتریفور

مخزن
۱۰۰۰۰
گالنی
ذخیره
فاضلاب

حوضچه ۲
۱۲۰۰ گالن

حوضچه ۱
۲۰۰۰ گالن

حوضچه ۱
۲۰۰۰ گالن
آب و نفت

پمپ استفاده مجدد
۱۰ HP

پمپ ۱۰HP

تولید بخار
تصفیه آب

سد

سد

سد

سد

سد

سد

خشک کن
ماشین شویی
شستشو باد تریزان

مخزن نفت ۲۰۰۰ گالن

پمپ ۱

پمپ ۲

با ظرفیت ۱۸۰۰ گالن در ساعت هدایت میگردد. این دستگاه قادر است که ۵۰% COD و تقریباً ۹۹% نفت را از فاضلاب جدا نماید. نفت جدا شده به مخزن شماره ۲ جهت استفاده مجدد پمپ می شود.

۱-۲- خصوصیات فاضلاب:

عملیات ابتدائی برای متمرکز بود که خصوصیات فیزیکی و شیمیائی پساب خارج شده از سانتریفوز را بدست آوریم. نمونه برداریهای متعدد و آزمایش های مکرری روی نمونه های پساب خارج شده از سانتریفوز عمل آمد تا خصوصیات این فاضلاب را جهت دفع آن به شبکه جمع آوری فاضلاب شهری بررسی نمائیم. در تمام طول مدتی که مخزن ذخیره ۱۰۰۰۰۰۰ گالنی تدریجاً تخلیه می شد هر نیم ساعت یک نمونه از پساب سانتریفوز برداشته می شد و نمونه های اتفاقی بایکدیگر مخلوط شده پارامترهای مختلف فاضلاب برطبق روشهای استاندارد متد [۱] اندازه گیری می شدند. این عمل نمونه برداری بطور کامل برای مدت ۱۰ روز ادامه پیدانمود تا نمونه واقعی فاضلاب مشخص شود. خصوصیات فاضلاب خروجی از سانتریفوز در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

تابلوی ۱

خصوصیات فاضلاب خروجی از سانتریفوز

۱۰۰۰۰۰ - ۵۰۰۰۰	جریان فاضلاب (گالن در روز)
۸۰۰ - ۳۰۰	کدورت (JTU)
۷/۰ - ۶/۸	pH
۳۰ - ۲۵	درجه حرارت (سانتیگراد)
۱۳۵ - ۳۵	جامدات معلق میلیگرم در لیتر
۲۰ - ۶۵ در ۵۵۰ درجه سانتیگراد	جامدات معلق قابل تصعید میلیگرم در لیتر
" " ۱۰ - ۷۰ در ۱۸۰	جامدات معلق غیر قابل تصعید ^۱
" " ۲۱۰ - ۷۵۰ در ۱۸۰	کل مواد محلول میلیگرم در لیتر
" " ۷۰ - ۲۴۰ در ۵۵۰	مواد محلول قابل تصعید میلیگرم در لیتر
" " ۱۴۵ - ۵۰۵ در ۵۵۰	مواد محلول غیر قابل تصعید "
۱۵۵ - ۱۲۵	قلیائیت تام برحسب کربنات کلسیم میلیگرم در لیتر
۱۳۵ - ۱۲۰	سختی تام برحسب کربنات کلسیم "
۱۳۵ - ۶۸	کلرور میلیگرم در لیتر
۱۰۰ - ۴۸	" " سولفات
۳۵۰۰ - ۲۷۰۰	" " COD
۱/۲ - ۰/۳	دترژان ها (آنیونیک) میلیگرم در لیتر
۱۷۵ - ۱۲۵	روغن و چربی میلیگرم در لیتر
۲۰۰ - ۱۵۰	کل هیدروکربورها ^۲ "

۱- آزمایش در حرارت ۱۸۰ درجه سانتیگراد انجام شد که برابر نقطه جوش نفت است که در عملیات مورد استفاده قرار گرفته است.

۲- هیدروکربورهای تام بمنظور تخمین میزان نفت موجود در فاضلاب اندازه گیری شده است.

۱-۳- مطالعات قابلیت تصفیه فاضلاب:

خصوصیات ظاهری فاضلاب یک حالت امولسیون بسیار پایداری است. آب رانشان می‌داد که تصفیه آن تا حد استاندارد محلی احتیاج به روشهای پیشرفته فیزیکی و یا شکستن شیمیایی امولسیون و جدانمودن مواد معلق و نهافتن کاهش COD از فاضلاب داشت. برای شکستن امولسیون روشهای فیزیکی و شیمیایی شامل حرارت دادن - سانتریفوژ - اسیدی کردن - انعقاد - فلوکولاسیون - شناور نمودن و افزودن مواد ضد امولسیون همه و همه مطابق روشهای توصیه شده برای فاضلابهای نفتی [۲] و کنترل آلودگی آبها و روشهای طرح [۳] مورد بررسی قرار گرفتند.

روشهای فیزیکی حرارت دادن و سانتریفوژ کردن موفقیت چندانی در شکستن امولسیون نداشتند. روش اسیدی کردن احتیاج به یک روز زمان ماند با افزودن ۳٪ برحسب حجم اسید سولفوریک و ۱٪ (حجمی) اسید کلریدریک داشت تا امولسیون شکسته شود. متوسط COD نمونه ها بعد از این تصفیه ۹۰۰ میلیگرم در لیتر بود که می‌توانیم بگوئیم تقریباً ۷۰٪ COD فاضلاب کاهش یافته است. در این حالت پساب کاملاً اسیدی بود و امکان خوردگی لوله‌ها و ایجاد مسائلی در سیستم جمع آوری فاضلاب شهری و همچنین تصفیه آن داشت.

در مطالعه با منعقد کننده های مختلف فقط با کلرور فریک مایع روئی کاملاً زلال بدست آمد. با بهترین غلظت ۵۰۰ میلیگرم در لیتر (غلظت اپتیموم) COD پساب پس از یک روز زمان ماند در حدود ۱۰۰ میلیگرم در لیتر بود بهترین روش خصوصیات پساب به علت فلوکولهای درشتی بود که در مقایسه با روش اسیدی کردن تشکیل شده و ته نشین گردید. روش شناور نمودن بکمک ۱۵۰ الی ۳۵۰ میلیگرم در لیتر آلوم انجام گرفت که پس از هوادهی مواد معلق را بالا آورده و قسمت زیرین زلالی بدست داد که میزان COD آن بین ۲۹ تا ۲۸۳ میلیگرم در لیتر متغیر بود. pH پساب نیز بین ۵/۳ الی ۶ بود. برای بهتر نتیجه گرفتن لازم بود که ابتدا آلوم اضافه شده سپس عمل شناور نمودن بکمک هوا انجام گیرد.

علاوه بر مطالعات آزمایشگاهی ذکر شده قبلی که در روی نمونه های پساب سانتریفوژ انجام میگرفت روشهای دیگر تصفیه فاضلاب و پالایش پساب نظیر افزودن پلیمرها متعاقب با انعقاد - فلوکولاسیون - همراه با صاف نمودن مورد بررسی قرار گرفتند. روش اخیر توسط کمپانی (Automatic Water Reclamation Systems)

معرفی شده بود. مطالعه بر روی چند نمونه برداشتی نشان داد که این روش کاملاً موثر بوده قابل مقایسه با روش انعقاد - فلوکولاسیون - شناوری توسط آلوم می‌باشد. مطالعات نشان داد که احتیاج نیست که کاملاً از کلیه قسمت‌های سیستم مجموع استفاده نمائیم و از آنجائیکه سانتریفوژ برای جدانمودن قسمت اعظم نفت نصب شده بود فیلترهای توصیه شده توسط کمپانی غیر لازم تشخیص داده شد.

۲- انتخاب روش تصفیه

سه روش از تصفیه هائی که مورد مطالعه قرار دادیم تا حد ۹۵٪ در کاهش COD و نفت و چربی که پارامترهای مهم فاضلاب هستند موفق بودند. آزمایش COD در اینجا نشان دهنده مقدار مواد آلوده کننده در پساب و آزمایش روغن و چربی موید مقدار مواد نفتی موجود در پساب می‌باشد. سه سیستم عملیاتی برقرار زیر هستند:

۱- جمع آوری و دفع لجن	سیستم ۱
	(کلرور فریک)
۲- جمع آوری و دفع لجن	سیستم ۲
	(آلوم)

سیستم شماره ۳ به چندین دلیل از همه اقتصادی تر بنظر میرسید مقایسه سه سیستم در تابلوی شماره ۲ نشان داده شده اند.

تابلوی شماره ۲

مقایسه سیستم های تصفیه

سیستم ۳	سیستم ۲	سیستم ۱	فاکتورهای مورد مقایسه
۵ میلیگرم در لیتر	۳۰۰ میلیگرم در لیتر	۵۰۰ میلیگرم در لیتر	مواد شیمیائی لازم
۰/۲۵ کیلوگرم در روز	۱۳ کیلوگرم در روز	۲۰ کیلوگرم در روز	مقدار لجن تولیدی
لازم نیست	لازم نیست	لازم است	تعدیل pH
فلکول درشت به سرعت شناور می شود.	فلکول نسبتاً "درشت بصورت معلق باقی میماند	فلکول درشت به آسانی ته نشین می شود	خصوصیات فلکولها
۲۵۰۰۰ دلار	۵۰۰۰۰ دلار	۵۰۰۰۰ دلار	مخارج ساخت دستگاهها

چنانچه می بینیم ساخت دو سیستم ۱ و ۲ بیشتر از ۵۰۰۰۰ دلار مخارج داشتند در حالیکه یک سیستم مجموع کامل توصیه شده توسط کمپانی مربوطه ۲۵۰۰۰ دلار قیمت داشت با حذف صافیهای دستگاه و استفاده از فایبرگلاس به عوض فولاد در ساخت حوضچه فلوکولاسیون مخارج به ۱۴۰۰۰ دلار تقلیل پیدا نمود. بعلاوه مخارج مربوط به افزودن مواد شیمیائی و جمع آوری و دفع لجن بمراتب کمتر از دوروش دیگر می باشد و نگهداری دستگاه نیز آسانتر خواهد بود. بنا براین سیستم ۳ بعنوان روش تصفیه انتخاب و سیستم مجموع با ظرفیت ۳۰ گالن در دقیقه توصیه گردید. این سیستم مجموع از قسمتهای حوضچه فلوکولاسیون، مخزن جمع آوری لجن و دو صافی ذغال فعال تشکیل شده است.

۳- کارائی سیستم تصفیه

پس از نصب حوضچه فلوکولاسیون، مخزن جمع آوری لجن و صافیهای ذغال فعال نمونه برداریهای متعددی از پساب سانتریفوژ و پساب نهائی بعمل آمد و با یکدیگر مقایسه گردیدند. COD در پساب سانتریفوژ ۱۵۲۰ میلیگرم در لیتر بود در حالیکه پساب نهائی فقط ۷۴ میلیگرم در لیتر (بطور متوسط) نشان داد. این نشان دهنده ۹۵٪ کاهش COD بعلت روش جدید تصفیه می باشد با در نظر گرفتن کاهش COD در اثر عمل سانتریفوژ میزان کل کاهش COD به ۹۹٪ بالغ گردیده است.

پساب نهائی در حدود خنثی ($pH = 7/5$) باقی ماند و میزان کلر باقیمانده که جهت به حداقل رساندن مزاحمتهای احتمالی به پساب افزوده گردیده بود بمیزان کافی یعنی ۰/۲ میلیگرم در لیتر بود.

۱- با تغییرات مختصر در سیستم تصفیه و استفاده از فایبرگلاس بعوض فولاد در ساخت مخزن فلوکولاسیون مخارج به ۱۴۰۰۰ دلار نقصان می یابد.

در آزمایش نمونه مخلوط یا مجموع که قبلاً "جهت بررسی خصوصیات فاضلاب بعمل آمده بود دیدیم که معدل COD در پساب سانتریفوژ در حدود ۳۰۰۰ میلیگرم در لیتر بود سیستم جدید تصفیه قادر است این مقدار را به حد اکثر حدود ۱۵۰ میلیگرم در لیتر تقلیل دهد که بسیار پائین تر از میزان متوسط COD در فاضلابهای خانگی می باشد. میزان روغن و چربی در اثر این عمل تصفیه از ۱۵۰ میلیگرم در لیتر به کمتر از ۲۰ میلیگرم در لیتر نقصان می یابد که این مقدار نیز بسیار کمتر از حد مجازی است که در خصوصیات فاضلاب قبل از تصفیه (۱۰۰ میلیگرم در لیتر) توصیه شده است.

فهرست منابع

- [1] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", APHA/AWWA/WPCF, 13th Edition, 1971.
- [2] Manual on Disposal of Refinery Waste, Volume of liquid Waste, American Petroleum Institute, 1st Edition, New York, 1969.
- [3] Water Pollution Control "Experimental Procedures for Process Design, Eckenfelder, W.W. and Ford, D.L., Pamberton Press, Jenkins Publishing Co., Austin, New York, 1970.

ADVANCED WASTEWATER TREATMENT OF A PETROLEUM POLLUTED WASTEWATER

By: Shariat, M. Dr. Pharm. MPH, Ph.D.

Abstract

The ultimate goal of this work was to recommend and install the necessary advanced wastewater treatment facilities to allow Southern Service Company to continue discharging wastewater into St. Bernard Sewerage District No. 1 sanitary sewer system. As of June 14, 1976, these facilities were installed and fully operational. The resulting waste-water effluent was tested and found to be totally acceptable for discharge into the municipal system. The effluent contains COD and oil and grease in concentrations much less than that of typical raw domestic sewage. There are no suspended present, the pH is neutral, and the effluent has only a slightly noticeable kerosene-type odor. Discharge of this effluent will not effect the municipal treatment plant's performance, nor will it cause any maintenance problems in the municipal sewer lines.