

بررسی پارامترهای کیفی پساب در واحد الفین پتروشیمی بندر امام

سیما سبزی‌پور^۱ نعمت‌ا... جعفرزاده^۲ مسعود منوری^۳ زهره مجتهدزاده^۴

(دریافت ۸۵/۷/۲۴ پذیرش ۸۶/۴/۳۰)

چکیده

در این پژوهش به بررسی کیفی پارامترهای پساب در واحد الفین از مجتمع پتروشیمی بندر امام پرداخته شده و مشکلات موجود و راهکارهای مناسب مورد بررسی قرار گرفته است. کلبه پسابهای روغنی تولید شده در طی فرآیند تولید در واحد مورد مطالعه، به سیستم‌های پیش تصفیه صفحات موج‌دار جدا کننده (CPI) و شناورسازی با هوای محلول (DAF) رفته و پس از چربی زدایی به آبگیر شرقی هدایت می‌گردند و بعد از یک تصفیه ابتدایی به دریا تخلیه می‌شوند. پس از شناخت فرآیند تولید و منابع انتشار آلاینده‌های پساب، نقاط نمونه‌برداری از پساب تعیین گردید و طی شش ماه نمونه‌برداری مستمر پارامترهای کیفی پساب مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج حاصله حاکی از آن بود که غلظت پارامترهای BOD، COD، روغن و چربی و یون فسفات در پساب خارج شده از CPI چندین برابر بالاتر از استانداردهای ملی می‌باشد. محاسبه بار آلودگی جهت پارامترهای مذکور نیز مؤید همین موضوع است. بررسی‌های انجام شده حاکی از آن بوده که راندمان حذف COD و روغن در سیستم CPI به ترتیب ۱۷ درصد و ۱۰ درصد است که این نشان دهنده کارایی مطلوبی نمی‌باشد. از دیگر مشکلات پساب در واحد الفین می‌توان به پساب ناشی از برج شست و شوی کاستیک اشاره نمود. این پساب به همراه پساب احیای پالشیورها در مخزن خنثی‌سازی ضایعات تخلیه شده و در نهایت بدون عمل خنثی‌سازی از مجتمع خارج می‌گردد. پساب مذکور حاوی مقادیر قابل توجهی کاستیک، پلیمر و روغن معروف به روغن زرد به همراه آب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پساب، پارامترهای کیفی، مدیریت محیط زیست، واحد الفین، صنعت پتروشیمی.

Qualitative Survey of the Effluent from the Olefin Unit of Bandar-e-Imam Petrochemical Complex

Sima Sabzalipour¹ Nematollah Jafarzadeh² Masoud Monavari³ Zohreh Mojtahed zadeh⁴

(Received Oct. 16, 2006 Accepted July 21, 2007)

Abstract

This study was conducted to determine the qualitative parameters of the wastewater from the Olefin Unit of Bandar-e-Imam Petrochemical Complex in an attempt to identify the problems and to develop solutions. All the oily wastes generated in the unit under study are directed to the CPI and DAF systems where they are deoiled, diverted into the Eastern Pond, and, finally, discharged into the sea after a primary treatment process. In this study, information was collected on the process and on the effluent contaminant spreading sources in order to determine the sampling spots. Sampling was performed over 6 months and the effluent quality parameters (pH, TDS, BOD, COD, Oil, SO₄⁼, PO₄⁼, and NO⁻) were measured. Changes in the parameters were recorded on monthly, weekly, and daily bases. Combined samples were additionally used to ensure measurement accuracy. The results showed that the concentration levels of the parameters BOD, COD, oil, and phosphate ion in the effluent from the CPI system were beyond the national standards. Pollution load estimations for the relevant parameters also confirmed these results. Investigations revealed that COD and oil removal efficiencies in the CPI system were 17% and 10%, respectively, which cannot be desirable (paired sample t-test).

- 1- Instructor of Environmental Engineering, Azad Islamic University, Ahvaz Branch, rkh1380@dezab.com
- 2- Academic Member, Ahvaz University of Shahid Chamran
- 3- Academic Member, Tehran University of Sciences and Research
- 4- Academic Member, Environmental Engineering, Azad Islamic University, Ahvaz Science and Research Branch

- ۱- کارشناس ارشد محیط زیست، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، rkh1380@dezab.com
- ۲- عضو هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز
- ۳- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران
- ۴- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز

Another problem observed was the effluent from the caustic wash tower. This effluent, which contains considerable quantities of caustic, polymer, yellow oil, and water, is discharged into the waste neutralization pond to leave the complex without further neutralization.

Keywords: Waste Water, Qualitative Parameters, Environmental Management, Olefin Plant, Petrochemical Complex.

۱- مقدمه

در حال حاضر ظرفیت تولید سالانه واحدهای پتروشیمی ایران ۱۰ میلیون تن است و پس از عربستان با تولید سالانه ۲۰ میلیون تن، دومین تولید کننده محصولات پتروشیمی در منطقه خاورمیانه می‌باشد [۱]. صنایع پتروشیمی مستقر در بندر ماهشهر و منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر در اطراف خور موسی قرار گرفته‌اند و پساب کارخانه‌های خود را به این پیکره آبی وارد می‌کنند. خور موسی یکی از اکوسیستم‌های منحصر به فرد است که در بخش شمالی خلیج فارس واقع شده و به دلیل تنوع زیستی و موقعیت جغرافیایی‌اش از اهمیت خاصی برخوردار است. این خور در قسمت انتهایی، شماری از خورهای کوچک را در خود جا داده است. خور موسی علاوه بر داشتن آبزیان با ارزش، پذیرای تعدادی پرندگان مهاجر و بومی نادر نیز می‌باشد. همچنین از دیگر ویژگیهای مهم آن همجواری با بزرگ‌ترین تالاب داخلی یعنی تالاب شادگان می‌باشد. لذا جهت حفظ این اکوسیستم ارزشمند و حیات وابسته به آن ضروری است، نظارت بیشتری بر عملکرد پتروشیمی‌های موجود در منطقه صورت گیرد.

مجتمع پتروشیمی بندر امام به عنوان بزرگ‌ترین پتروشیمی کشور با وسعت ۲۷۰ هکتار در ضلع شمال غربی خلیج فارس و در همجواری با خور موسی قرار گرفته است. به طور کلی فرآورده‌های مجتمع بندر امام، خوراک بسیاری از کارخانه‌های کشور را تأمین می‌کند که هر یک از این کارخانه‌ها با فرآورده‌های گوناگون خود، ماده اولیه دهها و صدها واحد تولیدی دیگر را عرضه می‌نماید. فعالیت این مجتمع علاوه بر تأثیر بر اکوسیستم ارزشمند خور موسی، ناخواسته بر شهرهای اطراف آن یعنی بندر امام خمینی و بندر ماهشهر مؤثر است و سلامت ساکنان این شهرها را تحت تأثیر قرار خواهد داد. بنابراین شناخت آثار سوء فعالیت این مجتمع بر محیط زیست و سلامتی آنها بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از آنجا که مجتمع پتروشیمی بندر امام دارای گواهینامه ISO14000 می‌باشد، بررسی عملکرد زیست محیطی آن و مطابقت آن با استانداردهای جهانی از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به این که واحد الفین^۱ یکی از بزرگ‌ترین واحدهای مجتمع پتروشیمی بندر امام بوده و علاوه بر عرضه محصولات در بازار فروش، در تأمین نیاز سایر واحدهای مجتمع نقش بسیار مهمی را ایفاء می‌کند، در این

زندگی امروزی بدون محصولات پتروشیمی امکان‌پذیر نیست. فرآورده‌های پتروشیمی با توجه به تعداد و تنوع ویژگیها در رفع بسیاری از احتیاجات روزمره سهم بسزایی دارند. از جمله در ساخت و تولید مواد دارویی، غذایی، بهداشتی، پوشاک، رنگ و نقاشی، الکترونیک، کشاورزی، بهداشتی و غیره کاربرد دارند. ۱۰ درصد ساختار اتومبیل‌های امروزی، ۱۲ درصد مواد بسته بندی و ۳۵ درصد منسوجات از مواد پتروشیمی هستند [۱]. در صنایع پتروشیمی متجاوز از ۵۰۰ فرآیند مختلف شامل پلیمریزاسیون، هیدروژناسیون، هالوژناسیون، کراکینگ، ایزومریزاسیون و کریستالیزاسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین تعجب آور نیست که توان بالقوه‌ای برای آلوده کردن محیط توسط صنایع پتروشیمی وجود داشته باشد. بسیاری از فرآورده‌ها و مواد واسطه‌ای این فرآیندها سمی هستند. با در نظر گرفتن مصرف مواد پتروشیمی در جهان که به ۲۵۰ میلیون تن در سال می‌رسد، لزوم کنترل آلودگی ناشی از صنایع پتروشیمی محرز می‌باشد [۲]. به دلیل وجود منابع سرشار نفت و گاز در کشور و سیاست‌های اقتصادی دولت، صنایع پتروشیمی در سالهای اخیر از توسعه قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده، به طوری که علاوه بر پتروشیمی‌های فعال کشور، دو منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر و عسلویه جهت استقرار متمرکز این صنایع در نظر گرفته شده‌اند. از آنجا که این دو منطقه در کنار خلیج فارس قرار گرفته‌اند، طبعاً فعالیت آنها بر محیط زیست این اکوسیستم با ارزش، اثرات مخربی را به دنبال خواهد داشت.

نتیجه‌گیری از تحقیقات انجام شده بر روی اکوسیستم خلیج فارس بیانگر آن است که آب خلیج فارس، شدیداً به عناصر سمی و نفت آلوده است و میزان آلاینده‌های سمی به ویژه عناصر سنگین سمی موجود در لیست سیاه و مواد نفتی در آب بسیار بالاست. میزان نفت و رسوب آن در سواحل به قدری زیاد است که اکوسیستم ساحلی خلیج فارس کاملاً بهم خورده و مشاهدات عینی مؤید این امر می‌باشد [۳]. براساس آمار و اطلاعات راپمی، پالایشگاههای تصفیه نفت خام در منطقه خلیج فارس، مسئول ۲۸ درصد از مجموع کل بار آلودگی ورودی به دریا می‌باشند و همچنین سهم عمده‌ای در تولید آلاینده‌های COD، نفت و فلزات دارند. سهم صنایع پتروشیمی در این میان برابر ۱۹ درصد می‌باشد [۴].

¹ Olefin (OL)

پژوهش سعی شده است که به بررسی پارامترهای کیفی پساب خروجی از این واحد پرداخته شود. به طوری که شناخت وضعیت فعلی در ارتباط با منابع و مقادیر انتشار آلاینده‌ها و شناسایی اثرات آنها در واقع گامی اساسی در اتخاذ تدابیر کنترلی به منظور به حداقل رسانیدن این آلاینده‌ها و بهبود عملکرد زیست محیطی این مجتمع صنعتی می‌باشد.

۲- معرفی واحد الفین

واحد الفین یکی از مهم‌ترین واحدهای تولیدی مجتمع پتروشیمی بندر امام و تأمین کننده خوراک اصلی واحدهای پلیمری این مجتمع می‌باشد. این واحد با ظرفیت اسمی تولید سالانه ۳۱۱ هزار تن اتیلن از تاریخ ۸۳/۱۲/۱۸ به بهره برداری رسیده است. شمای کلی فرآیند تولید در واحد الفین در شکل ۱ قابل ملاحظه است.

عمده مواد مصرفی در این واحد اتان، C_3^+ ، تری سدیم فسفات، دی سدیم فسفات، اسید سولفوریک و آب ژاول می‌باشد. محصولات اصلی این واحد شامل اتیلن، پروپیلن، برش C_4 و بنزین پیرولیز بوده که عمده خوراک دیگر واحدهای فرآیند مجتمع را تشکیل می‌دهد.

معمولاً قسمت اعظم اتیلن به سایر واحدهای مجتمع بندر امام که به اتیلن نیازمندند ارسال شده و مقادیر مازاد مصرف واحدهای پایین دست، صادر می‌شود. تولیدات واحد الفین در جدول ۱ ارائه شده است.

۳- روش کار

با توجه به اهداف این پژوهش و به منظور حصول نتایج قابل اطمینان، مدت زمان ۱۰ ماه از اردیبهشت ۸۳ تا بهمن ۸۴ برای اجرای این پروژه در نظر گرفته شد. از زمان تعیین شده، مدت ۶ ماه به کار میدانی اختصاص داده شد و مدت باقیمانده به گردآوری اطلاعات جنبی و آماده‌سازی نقشه مبذول گردید. مراحل مطالعاتی این پژوهش در سه دسته خلاصه می‌شوند:

- ۱- مطالعات کتابخانه‌ای به منظور شناخت واحد مورد مطالعه؛
- ۲- نمونه برداری و سنجش پارامترهای پساب؛

۳- تجزیه و تحلیل نتایج.

پس از تعیین محدوده مطالعاتی بر اساس نقشه‌های موجود، محل‌های نمونه‌برداری پساب تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری پارامترهای آلاینده پساب با توجه به بسته بودن سیستم و نوع فرآیند در واحد مورد مطالعه، دو ایستگاه جهت نمونه‌برداری انتخاب گردید. در اولین ایستگاه از جریان ورودی به سیستم پیش تصفیه صفحات موج‌دار جدا کننده (CPI) و در دومین از جریان خروجی از سیستم پیش تصفیه شناورسازی با هوای محلول (DAF) نمونه‌برداری می‌شد. در این دو ایستگاه پارامترهای کیفی پساب شامل اسیدیته (pH)، کل جامدات محلول (TDS)، هدایت الکتریکی (EC)، یون نیترات (NO_3^-)، یون سولفات (SO_4^{2-})، یون فسفات (PO_4^{3-})، روغن و گریس (OIL)، اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) و اکسیژن خواهی زیستی (BOD) اندازه‌گیری شدند. نمونه‌برداری و سنجش پارامترهای پساب بر اساس روشهای استاندارد نمونه‌برداری آب و فاضلاب^۳ صورت گرفته است [۵ و ۶]. این نمونه‌برداری‌ها به دو شکل لحظه‌ای و مرکب بوده، که طی ۶ ماه متوالی انجام گرفته و تناوب آن از قرار زیر است:

الف- نمونه‌برداری ماهانه (از اردیبهشت تا مهرماه ۱۳۸۳) که در هر ماه یک بار برای هر یک از شاخصهای آلاینده پساب نمونه‌برداری انجام گرفت.

ب- نمونه‌برداری هفتگی که در ماه سوم (تیرماه ۸۳) طی ۵ هفته متوالی در یک ماه از پارامترهای آلاینده پساب ۵ بار نمونه‌برداری صورت گرفت (بدین منظور روزهای اول هر هفته برای نمونه‌برداری انتخاب گردید).

ج- نمونه‌برداری روزانه که هفته آخر ماه چهارم (مرداد ماه ۸۳) برای نمونه‌برداری روزانه انتخاب شد و در طی این هفته ۷ بار نمونه‌برداری از پارامتر پساب انجام گرفت.

د- نمونه‌برداری مرکب (ساعتی) که با توجه به نوسانات زیاد

¹ Corrugated Plate Interceptor

² Dissolved Air Flotation

³ Standard Method and ASTM

جدول ۱- تولیدات واحد الفین

نام واحد	نام محصول	ظرفیت اسمی سالانه (تن)	تولید (تن)
الفین (OL)	اتیلن	۴۱۱/۰۰۰	۲۸/۹۴۸
	پروپیلن	۹۸/۰۰۰	۵/۹۵۳
	بوتیلن	۷۳/۲۰۰	۵/۲۸۰
	بنزین پیرولیز	۵۸/۰۰۰	۱۰/۷۰۷
	نفت کوره	۲۰/۵۰۰	۱/۳۴۶

پارامترهای COD و OIL در طی دوره نمونه برداری، برای رسیدن به مقادیر صحیح تر از این پارامترها در ماه آخر (مهر ماه ۸۳) صورت گرفت و این نمونه برداری صرفاً جهت دو پارامتر مذکور بوده است. لازم به ذکر است که هر نمونه مرکب، ترکیبی از نمونه هایی است که هر سه ساعت یک بار در طی روز جمع آوری می شدند و این آزمایش ها ۳ روز متوالی تکرار گردید. پس از فراهم کردن اطلاعات لازم و انجام آزمایش ها، نتایج به دست آمده با استانداردهای مصوب سازمان حفاظت محیط زیست، مقایسه و محدوده مطلوب و محدوده خطر آنها ذکر گردید. به منظور بررسی تأثیر روش نمونه برداری مرکب و لحظه ای بر روی نتایج حاصله، از آزمون آماری من ویتنی^۱ برای نمونه های غیر پارامتریک استفاده گردید. جهت بررسی راندمان حذف پارامترهای روغن و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی در سیستم های پیش تصفیه واحد الفین میانگین پارامترهای روغن و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی ورودی به سیستم CPI با میانگین مقادیر خروجی همان پارامترها از سیستم DAF بر اساس آزمون میانگین نمونه های جفت مورد مقایسه قرار گرفت. سپس بر اساس نتایج و اطلاعات به دست آمده ضریب انتشار و بار آلودگی پساب برای واحد مورد مطالعه محاسبه گردید (شکل ۲).

۴- نتایج

۴-۱-۴- تحلیل نتایج آنالیز پساب

۴-۱-۱-۴- اسیدیته (pH)

مطابق با شکل ۳ در طی دوره شش ماه نمونه برداری (ماهانه، هفتگی، روزانه) متوسط فاکتور pH، ۷/۴ بوده است که این مقدار پایین تر از محدوده مجاز تخلیه در آبهای سطحی (۵/۵-۸/۵) می باشد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که در ماهها، هفته ها و روزهای نمونه برداری pH تغییرات قابل ملاحظه ای نداشته و فقط در هفته اول نمونه برداری هفتگی، این مقدار پایین تر از حد مجاز (۳/۴) بوده است.

۴-۱-۲- هدایت الکتریکی (EC)

در طی دوره شش ماه نمونه برداری که شامل نمونه برداری ماهانه، هفتگی و روزانه می شود متوسط فاکتور هدایت الکتریکی ۱۶۵۸ میلی زیمنس بوده است و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۱۱۵۱ میلی زیمنس در نمونه برداری ماهانه (اردیبهشت) و ۲۱۰۰ میلی زیمنس در نمونه برداری هفتگی (هفته اول تیر ماه) گزارش شده است.

۴-۱-۳- کل جامدات محلول (TDS)

همان طور که در شکل ۴ ملاحظه می شود در طی دوره شش ماه نمونه برداری که شامل نمونه برداری ماهانه، هفتگی و روزانه می شود، متوسط فاکتور کل جامدات محلول ۸۶۱ میلی گرم بر لیتر می باشد. حداقل و حداکثر این فاکتور نیز ۵۷۵ میلی گرم بر لیتر در نمونه برداری هفتگی (هفته چهارم تیرماه) و ۱۰۵۰ میلی گرم بر لیتر مجدداً در نمونه برداری هفتگی (هفته دوم تیرماه) گزارش شده است.

۴-۱-۴- یون سولفات (SO_4^{2-})

طبق شکل ۵ متوسط مقدار سولفات در طی دوره های نمونه برداری ماهانه، هفتگی و روزانه ۳۴۹ میلی گرم بر لیتر بوده است که از مقدار مجاز استاندارد (۴۰۰ میلی گرم بر لیتر) برای تخلیه در آبهای سطحی پایین تر می باشد. حداقل و حداکثر این پارامتر نیز به ترتیب ۹۵ میلی گرم بر لیتر در نمونه برداری هفتگی (هفته چهارم تیر ماه) و ۵۲۰ میلی گرم بر لیتر مجدداً در نمونه برداری هفتگی (هفته دوم تیرماه) بوده است. این پارامتر در طی دوره نمونه برداری از نوسانات کمی برخوردار بوده است.

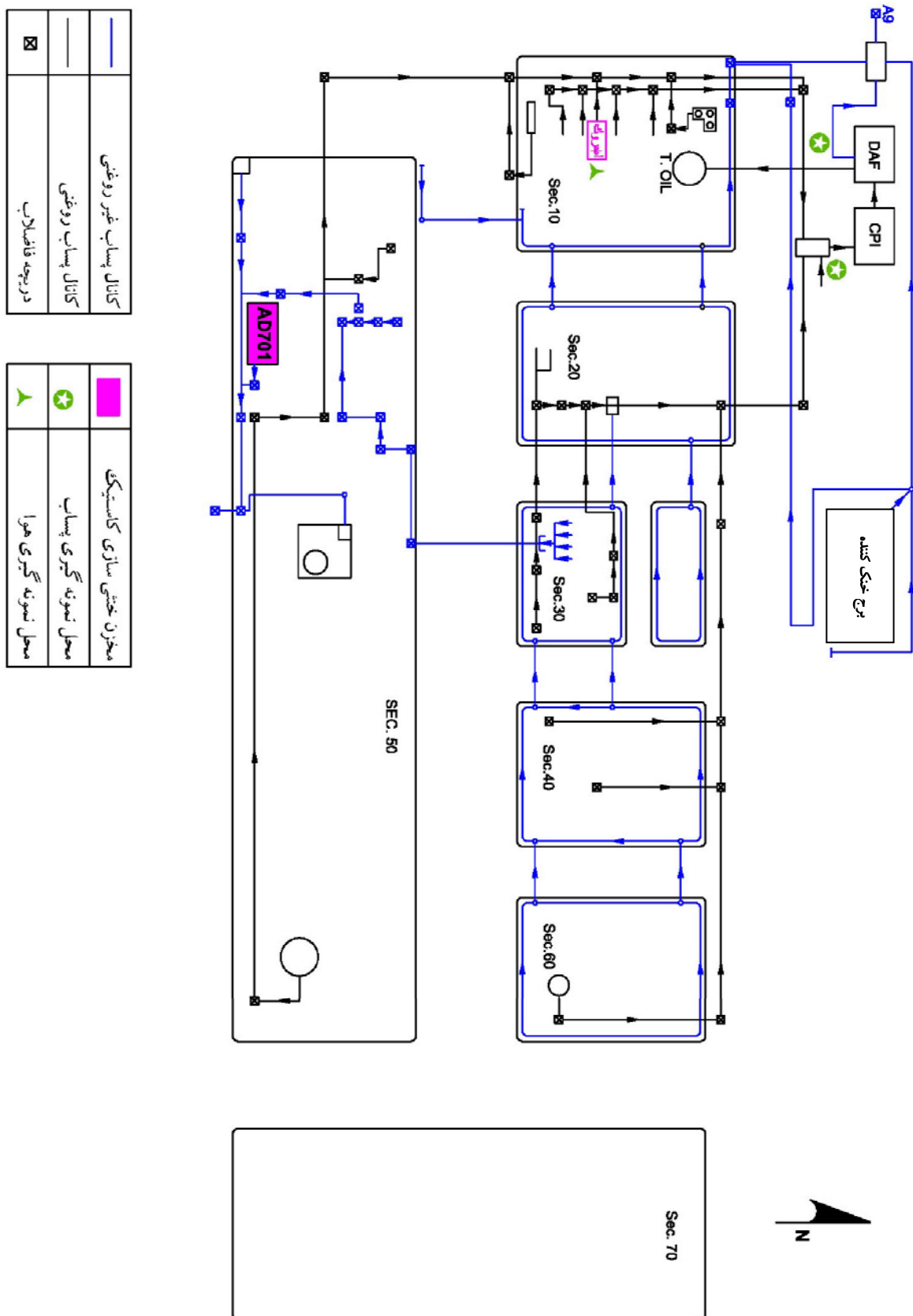
۴-۱-۵- یون نیترات (NO_3^-)

مطابق شکل ۶ متوسط مقدار نیترات در دوره های نمونه برداری ماهانه، هفتگی و روزانه ۳/۷ میلی گرم بر لیتر بوده است که از مقدار مجاز استاندارد (۵۰ میلی گرم بر لیتر) برای تخلیه در آبهای سطحی پایین تر می باشد. حداقل و حداکثر نیترات برای دوره های نمونه برداری به ترتیب ۱/۲ میلی گرم بر لیتر مربوط به نمونه برداری هفتگی (هفته سوم تیرماه) و ۱۱/۵ میلی گرم بر لیتر مربوط به نمونه برداری ماهانه (خرداد ماه) بوده است که نوسانات نسبتاً نوسانات زیادی داشته است.

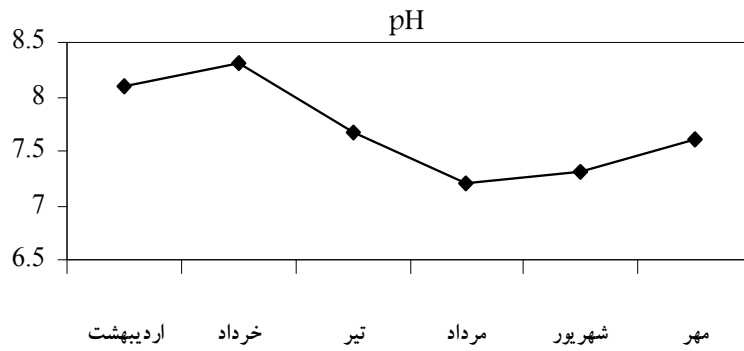
۴-۱-۶- یون فسفات (PO_4^{3-})

همان طور که در شکل ۶ ملاحظه می شود متوسط مقدار فسفات در طی دوره های نمونه برداری ماهانه، هفتگی و روزانه ۳/۹ میلی گرم بر لیتر بوده که این مقدار از حد استاندارد (۱ میلی گرم بر لیتر) برای تخلیه در آبهای سطحی، بالاتر می باشد. حداقل و حداکثر این پارامتر در طی دوره نمونه برداری به ترتیب ۰/۳ میلی گرم بر لیتر در نمونه برداری هفتگی (هفته چهارم تیر ماه) و ۷/۲۳ میلی گرم بر لیتر در نمونه برداری ماهانه (تیر ماه) و نمونه برداری هفتگی (هفته دوم تیر ماه) بوده است. این پارامتر در دوره نمونه برداری به جز یک مورد، نوسانات زیادی نداشته است.

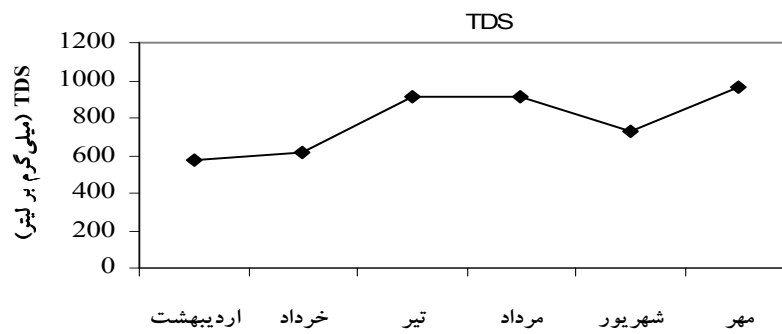
¹ Mann-Whitney



شکل ۲- مسیرهای اصلی جمع آوری پساب و محل‌های نمونه برداری از پساب و خروجی از دودکشها



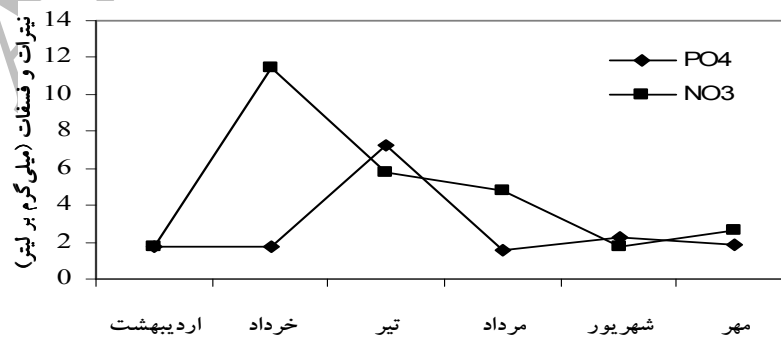
شکل ۳- روند تغییرات ماهانه pH در واحد الفین



شکل ۴- روند تغییرات ماهانه TDS در واحد الفین



شکل ۵- روند تغییرات ماهانه سولفات در واحد الفین



شکل ۶- روند تغییرات ماهانه نیترات و فسفات در واحد الفین

۴-۱-۷- روغن (OIL)

تخلیه در آبهای سطحی بالاتر بوده و میزان پارامتر مذکور در تمامی دوره نمونه برداری، بالاتر از حد استاندارد گزارش شده است. متوسط میزان این فاکتور در نمونه برداری مرکب ۱۴۳ میلی گرم بر لیتر بوده که این میزان نیز بالاتر از حد استاندارد می باشد. ضمناً تفاوت در میانگین COD در نمونه برداری لحظه ای و مرکب حاکی از آن است که دقت اندازه گیری برای این پارامتر در نمونه برداری مرکب بالاتر می باشد. لازم به ذکر است که این پارامتر نیز در دوره های نمونه برداری نوسانات زیادی داشته و در مواردی نیز مقادیر COD خروجی از CPI بیش از مقدار ورودی به آن سیستم بوده که در توجیه آن می توان به دلایل ذکر شده جهت پارامتر روغن اشاره کرد.

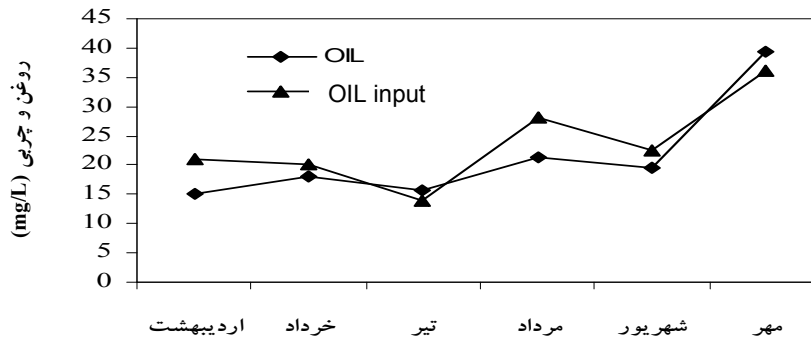
۴-۱-۹- اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (BOD)

طبق شکل ۸ متوسط این پارامتر در طی دوره نمونه برداری ماهانه ۱۹۸ میلی گرم بر لیتر بوده است که این مقدار بالاتر از حد مجاز استاندارد (۵۰ میلی گرم بر لیتر) برای تخلیه در آبهای سطحی بوده است. همچنین نوسانات این پارامتر کاملاً در ارتباط با پارامتر COD بوده و با توجه به ارزش بالای اکوسیستم خور موسی این پارامترها اهمیت خاصی برخوردارند. با توجه به نتایج حاصله، نوسانات پارامتر اندازه گیری شده در

مطابق شکل ۷ متوسط مقدار روغن در طی دوره های نمونه برداری ماهانه، هفتگی و روزانه ۲۴/۲ میلی گرم بر لیتر بوده که این مقدار از حد مجاز استاندارد (۱۰ میلی گرم بر لیتر) برای تخلیه در آبهای سطحی بالاتر می باشد. لازم به ذکر است که مقدار روغن در تمامی دوره های نمونه برداری بالاتر از مقدار مجاز بود. متوسط این فاکتور در نمونه برداری مرکب ۳۶/۸ میلی گرم بر لیتر بوده که از مقدار مجاز استاندارد بالاتر می باشد. این پارامتر در طی دوره نمونه برداری نوسانات نسبتاً زیادی داشت و در مواردی نیز مقدار روغن خروجی از سیستم CPI بیش از مقدار ورودی به آن بود که در توجیه آن می توان به عملکرد نامناسب سیستم CPI و DAF در حذف روغن و چربی و انباشته شدن لجنهای آغشته به هیدروکربورهای سنگین در کف CPI و اختلاف زمانی در نمونه برداری لحظه ای اشاره کرد. این امر از آن روست که نمونه گرفته شده از پساب خروجی، معرف پساب ورودی به سیستم نمی باشد.

۴-۱-۸- اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)

در شکل ۸ متوسط میزان فاکتور COD در طی دوره های نمونه برداری ماهانه، هفتگی و روزانه ۳۵۲ میلی گرم بر لیتر بوده که این مقدار از حد مجاز استاندارد (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) برای



شکل ۷- روند تغییرات ماهانه روغن و چربی در واحد الفین



شکل ۸- روند تغییرات ماهانه اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و بیوشیمیایی در واحد الفین

تفاوت از نمونه‌های مرکب می‌باشد به طوری که میزان COD نمونه‌های مرکب در جریان خروجی از سیستم DAF واحد الفین به طرز قابل توجهی کمتر از میزان آن در نمونه‌های لحظه‌ای بوده است (جدول ۴).

۳-۴- بررسی میزان بازدهی CPI و DAF در واحد الفین
میانگین پارامترهای COD و OIL ورودی به سیستم CPI با میانگین مقادیر خروجی همان پارامترها از سیستم‌های پیش تصفیه بر اساس آزمون میانگین نمونه‌های جفت مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که این سیستم‌ها با ضریب اطمینان بیش از ۹۵ درصد به طرز معنی‌داری باعث کاهش مقادیر روغن و COD می‌شوند (به ترتیب $P=0/02$ و $P=0/02$). میانگین بازدهی سیستم‌های پیش تصفیه در حذف روغن برابر ۱۰ درصد و در حذف COD برابر ۱۷ درصد بوده است (جدول ۴).

طول دوره مورد مطالعه ارتباط منطقی با تغییرات روز، هفته و یا ماه نداشته و بلکه این نوسانات را احتمالاً می‌توان به مشکلات فرآیندی، تجهیزاتی، خطای اپراتوری، انجام تعمیرات موردی و سالانه، شست و شوی محوطه و مخازن و نیز زمان خاص نمونه‌برداری نسبت داد (جدول ۲).

محاسبه بار آلودگی آلاینده‌های مذکور نشان می‌دهد، بیشترین میزان بار آلودگی و ضریب انتشار به ترتیب مربوط به پارامترهای کل جامدات محلول، اکسیژن خواهی شیمیایی و سولفات می‌باشد و کمترین بار آلودگی نیز مربوط به پارامتر فسفات بوده است (جدول ۳).

۲-۴- تحلیل آماری نتایج پساب
مطابق با جدول ۳ و نتایج آزمون آماری من ویتنی در مقایسه آزمایش‌های لحظه‌ای و مرکب بیانگر این موضوع است که میزان COD در جریان خروجی از سیستم DAF واحد در نمونه‌های لحظه‌ای به طرز معنی‌داری ($P=0/04$) با اطمینان ۹۵ درصد

جدول ۲- مقایسه مقادیر میانگین پارامترهای کیفی پساب با مقادیر مجاز استاندارد

پارامتر	میانگین نمونه		میانگین نمونه		مقدار مجاز
	ماهانه	هفتگی	روزانه	مرکب	
pH	۷/۶	۷/۰۹	۷/۵۴	-	۶/۵-۸/۵
NO ₃	۴/۷	۴/۴	۲/۶۴	-	۵۰
SO ₄	۳۳۰	۲۹۸	۳۴۸	-	۴۰۰
PO ₄	۲/۷۴	۲/۵۲	۱/۹۱	-	۱
OIL	۲۱/۴	۲۸/۵	۲۳/۴	۳۲.۱	۱۰
COD	۳۲۸	۴۱۲	۳۲۸	۱۴۳	۱۰۰
BOD	۱۹۷	-	-	-	۵۰

جدول ۳- آمار توصیفی، بار آلودگی و ضریب انتشار آلاینده‌های پساب

پارامتر	میانگین غلظت آلاینده‌ها (mg/L)	حداکثر غلظت آلاینده‌ها (mg/L)	حداقل غلظت آلاینده‌ها (mg/L)	انحراف معیار	بار آلودگی روزانه (Kg/day)	ضریب انتشار (gr/ton.day)
NO ₃	۳/۷	۱۱/۵	۱/۲	۳/۷	۱۳/۶۸	۰/۵۸
SO ₄	۳۴۹	۵۲۰	۹۵	۱۱۰	۱۱۸۰/۸	۵۰/۱۸
PO ₄	۳/۹	۷/۲	۵/۳	۲/۲	۸/۴۶	۰/۳۶
OIL	۲۴	۵۹	۱۲/۸	۹/۱	۸۶/۴	۳/۶۷
BOD	۱۹۸	۳۰۲	۴۵	۹۹/۲	۷۱۱	۳۰/۲۱
COD	۳۵۲	۶۸۰	۶۲	۱۶۴/۸	۱۲۶۷/۲	۵۳/۸۵

جدول ۴- بررسی تأثیر سیستم‌های کنترلی موجود در کاهش روغن و COD پساب

توضیحات	بازدهی سیستم	سیستم DAF و CPI	پارامتر تحت تأثیر
معنی دار	٪۱۰	تأثیر مثبت	روغن و چربی (OIL)
معنی دار	٪۱۷	تأثیر مثبت	اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)

۵- بحث و نتیجه گیری

طبق نتایج حاصل از این پژوهش بر اساس آزمایش‌های کیفی پساب، مقادیر حاصل از پارامترهای روغن، چربی، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، اکسیژن خواهی شیمیایی، کل جامدات محلول و فسفات، چندین برابر بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی برای تخلیه در آبهای سطحی بوده است و کیفیت پساب خروجی از CPI برای پارامترهای ذکر شده به ترتیب برابر ۲۴، ۱۹۸، ۳۵۲، ۸۶۱ و ۳/۹ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. نتایج محاسبه بار آلودگی نیز حاکی از آن بوده که بیشترین میزان این پارامترها به ترتیب مربوط به کل جامدات محلول، میزان اکسیژن خواهی شیمیایی و فسولات بوده است و همچنین میانگین بازدهی سیستم CPI در حذف روغن و اکسیژن خواهی شیمیایی در واحد مورد مطالعه به ترتیب ۱۰ درصد و ۱۷ درصد محاسبه گردیده است.

اگر چه پساب خروجی از این واحد و سایر واحدهای مجتمع پتروشیمی بندر امام مستقیماً به دریا تخلیه نمی‌شوند و پس از ورود به جریان فاضلاب مجتمع (آبگیر^۱ شرقی) یک تصفیه ابتدایی روی آنها انجام می‌گیرد، اما این تصفیه به هیچ وجه کافی نبوده و فاضلاب خروجی از کل مجتمع نیز دارای مقادیر بالایی از COD، TDS، Oil، ... می‌باشد. زیرا که علاوه بر پساب واحد مورد مطالعه، پساب سایر واحدهای مجتمع از جمله پساب شرکت کیمیا و بسپاران با بار آلودگی بالا وارد این جریان می‌شوند و بر بار آلودگی این جریان می‌افزایند [۷]. در بررسی پژوهشهای مشابه، روشهای جداسازی ثقلی و شناور سازی با هوای محلول به عنوان دو روش مناسب جهت حذف بار آلی پیشنهاد شده‌اند به طوری که کارایی روش شناور سازی با هوای محلول در حذف روغن و COD به ترتیب تا ۹۱/۹ درصد و ۷۱/۱ درصد گزارش شده است [۸ و ۹]. شایان ذکر است که در واحد مورد مطالعه، سیستم‌های پیش تصفیه CPI و DAF وجود دارند، ولی با توجه به بالا بودن بار آلودگی این پساب و از جمله ورود پسابهای روغنی سرد کننده^۲ و

نفت کوره^۳ از ناحیه فرآیند و مشکلات سیستم CPI، پساب خروجی از این چربی‌گیر حاوی درصد قابل توجهی از ترکیبات مذکور می‌باشد. این پساب در نهایت به منظور تصفیه بیشتر، از سیستم CPI وارد سیستم DAF شده ولی این سیستم نیز دارای مشکلات اساسی زیر می‌باشد:

- ۱- ورود جریان ناپیوسته پساب از ناحیه CPI به علت خراب بودن پمپ‌های مربوطه؛
- ۲- خارج از سرویس بودن کمپرسور هوا؛
- ۳- عدم وجود فشارشکن مربوط به این سیستم، ایجاد تلاطم در جریان ورودی و بالا آمدن لجنهای کف سیستم؛
- ۴- عدم وجود پاروب سطحی جهت جمع آوری روغن. از جمله اقدامات مدیریتی که جهت کنترل آلاینده‌های پساب انجام می‌شود، نمونه‌برداری و آزمایش هفتگی بر روی جریانات خروجی از واحد می‌باشد. این آزمایش‌ها به منظور کنترل میزان روغن و اکسیژن خواهی شیمیایی در این جریان و نیز بررسی عملکرد سیستم‌های جداکننده روغن می‌باشد، که علاوه بر این واحد در سایر واحدهای مجتمع نیز انجام می‌شود. از دیگر مشکلات مهم زیست محیطی در واحد الفین باید به خارج از سرویس بودن ناحیه خنثی سازی کاستیک مازاد اشاره نمود، که از دلایل آن می‌توان به وجود پلیمر روغن و گرفتگی مسیرها، رها سازی گاز سمی H₂S [۱۰] و خراب بودن بعضی از تجهیزات اشاره کرد. در نتیجه پساب مربوط به این بخش وارد مخزن خنثی سازی ضایعات می‌شود، که وظیفه این مخزن نیز خنثی سازی اسید و باز ناشی از احیاء پالیشهای واحد الفین می‌باشد. اما متأسفانه بدون هیچ‌گونه فعالیت خنثی سازی، پساب این مخزن که محتوی مقادیر زیادی روغن معروف به روغن زرد^۴، پلیمر و کاستیک می‌باشد، از مجتمع خارج می‌گردد.

³ Fuel Oil

⁴ Yellow Oil

¹ Pond

² Quench Oil

۶- مراجع

- ۱- وزارت نفت (۱۳۸۲). گزارش اهم فعالیتهای وزارت نفت ۸۱-۱۳۷۶، نفت و توسعه ۳، اداره کل روابط عمومی وزارت نفت
- ۲- دبیری اصفهانی، ح. (۱۳۶۴). پتروشیمی، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران.
- ۳- پوررضا، ن.، توسلی، ع.، و سواری، ا. (۱۳۷۲). آلودگی در خلیج فارس، چکیده مقالات فارسی ارائه شده توسط اعضای هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز (۱۳۵۷-۱۳۷۵)، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۷۴.
- ۴- دفتر محیط زیست دریایی، ترجمه محمدرضا فاطمی و همکاران (۱۳۸۲). وضعیت محیط زیست خلیج فارس (محدوده دریایی راپمی)، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران.
- 5- American Society for Testing and Materials. (1995). *Annual book of ASTM standard, water and environmental technology*, Public Editor, Nicole C. Furcula et al., Vol. 1102, Philadelphia.
- 6- American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation (1998). *Standard method for examination of water and wastewater*, 17th Ed., Washington, D.C.
- ۷- مجتهد زاده، ز. (۱۳۸۴). "تشریح چارچوب مدیریت زیست محیطی واحدهای آروماتیک. پارازیلین و تسهیلات عمومی در مجتمع پتروشیمی بندرامام." پایان نامه کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.
- ۸- ناصری، س. (۱۳۷۳). بررسی روشهای جداسازی ثقلی، انعقاد و لخته سازی با هوای محلول (DAF) جهت تصفیه پسابهای روغنی در پالایشگاه نفت بهران، مرکز آمار و اطلاعات علمی ایران، تهران.
- 9- Huchler, L. A. (2003). "Understanding refinery wastewater treatment basis-part 1." *Hydrocarbon Processing*, Nov., 108-114.
- 10- Carlos, T.M.S., and Maugans, C.B. (2002). "Manage refinery spent caustic efficiently." *Hydrocarbon Processing*, Feb., 89-95.