مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره دوازده، اسفند ماه ۱۴۰۱ (٤٤-۳۱)

بررسی کیفیت و کمیت پسماندهای تولیدی در میدان نفتی آزادگان جنوبی (جنوب غرب ایران)

ژینوس توکلی [۱]
حسین سخائی نیا [۲ *]
h.sakhaeinia@iauctb.ac.ir
فرشید پژوم شریعتی [۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۱**

چکیده

زمینه و هدف: میادین نفتی را می‌توان به عنوان تولیدکننده عمده پسماند در نظر گرفت که منجر به اثرات نامطلوب قابل توجهی بر سلامت انسان و محیط زیست می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین کیفیت و کمیت و نوع پسماندهای تولیدی در میدان نفتی آزادگان‌جنوبی است.

روش بررسی: این پژوهش به بررسی کمی و کیفی پسماندهای تولید شده در میدان نفتی آزادگان جنوبی (جنوب‌غربی ایران) بر اساس نقطه تولید و واحد بهره‌برداری و طبقه بندی پسماندها می‌پردازد. کار حاضر در سال ۱۳۹۹ انجام شد و ابتدا بخش‌های مختلف تولید پسماند شناسایی و طبقه‌بندی شد. سپس پرسشنامه‌ای تهیه و برای جمع آوری داده‌ها در بین تمامی بخش‌ها توزیع شد. در تمامی مراحل موارد اخلاقی مد نظر قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مقدار پسماند قابل بازیافت (تقریباً ۳۵ درصد) و پسماندهای آلی (۶۳/۵ درصد) در واحد رستوران تولید شده و وزن کل پسماندهای بهداشتی و درمانی ۵۰ کیلوگرم در سال بوده که ۲۸ درصد عفونی و ۷۲ درصد پسماند غیرعفونی بوده است. واحد مهندسی و بهسازی در آزادگان جنوبی بیشترین میزان پسماند تولید شده در این منطقه را دارند و بیشترین نوع پسماند تولید شده در این واحد مربوط به سیال و کنده حفاری بوده است. همچنین آنالیز شیمیایی پسماند حاصل از دکل‌های حفاری نشان داد که غلظت فلزات‌سنگین در این نمونه‌ها زیاد است.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، بایستی به این نکته توجه نمود که پسماندهای مختلفی در منطقه تولید شده که برخی از آن‌ها خطرناک بوده و بایستی برای حفاظت محیط زیست راهکارهای نوینی را به کار برد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت و کمیت پسماند، میدان نفتی، سیال حفاری، کنده حفاری، طبقه بندی پسماند، آزادگان جنوبی.

۱- گروه مهندسی شیمی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- گروه مهندسی شیمی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No.12, March, 2023

Investigation of Quality and Quantity of Waste Generation in South Azadegan Oil Field (Southwest of Iran)

Zhinoos Tavakoli[1]
Hossein Sakhaeinia[2 *]
h.sakhaeinia@iauctb.ac.ir
Farshid Pajoum Shariati[1]

Admission Date: November 2, 2022 Date Received: June 20, 2022

Abstract

Background and Objective: Oil fields can be considered as a major waste resource that leads to considerable adverse effects on human health and the environment. The aim of this study was to investigate the quality, quantity and type of waste generated in the oil field of South Azadegan.

Material and Methodology: The present work reviewed the quality and quantity of waste generated in the south Azadegan oil field (Southwest of Iran) according to the production point and operation unit and waste classification. The present work was conducted in 2020 and firstly the various sectors of waste generation were identified and classified. Then a questionnaire was provided and distributed to all sectors for data collection. Ethical issues were considered at all stages.

Fidings: The results showed that some recyclable wastes (approximately 35%) and organic waste (63.5%) were generated in the restaurant unit and the total weight of healthcare waste was 50Kg/year that include 28% non-infectious and 72% infectious waste. The engineering and sanitation unit of south Azadegan. produce the most waste generated in this area and the most wastes generated in this unit was drilling rig and fluids. Also, the chemical analysis of drilling rigs showed that the concentration of heavy metals in these samples is high.

Discussion & Conclusion: According to the results, it should take into consideration that various wastes have been generated in studied area, some of which are hazardous, and new strategies should be used to protect the environment.

Keyword: Quality and quantity of waste, Oil Field, Drilling rig, Drilling fluids, Waste Classification, South Azadegan.

1- Department of Chemical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Department of Chemical Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*(*Corresponding Author*)

مقدمه

توسعه صنایع و رشد سریع جمعیت با توجه به افزایش مواد مصرفی و در نتیجه ازدیاد پسماندها از موضوع‌هایی است که اخیرا بحران عظیمی در جوامع بشری بوجود آورده است. به‌خصوص این‌که جمع آوری و دفع این‌گونه مواد در بیشتر کشورهای جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه از فن‌آوری‌های پیشرفته‌ای برخوردار نیست. کشورهای زیادی تلاش کرده‌اند که تا فن‌آوری مناسب و روش‌های علمی برای مدیریت مواد زائد خطرناک خود ارائه نمایند. با وجود این مدیریت پسماندهای خطرناک هنوز در حال پیشرفت و توسعه می‌باشد. کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نبوده و لازم است کنترل آلودگی همگام با توسعه صنایع پیش رود (۳- ۱).

به دلیل استراتژیک بودن منابع نفت و گاز، اکتشاف و بهره‌برداری از این منابع روز به روز در حال افزایش است که به نوبه خود حجم بالایی از پسماندهای مختلف را تولید می‌کند؛ بنابراین لزوم شناخت پسماندهای خطرناک و غیرخطرناک آن به منظور کاهش مخاطرات زیست محیطی احساس می‌گردد (۴, ۵). یکی از آسیب‌های جدی که محیط زیست با آن مواجه است، آلودگی‌های ناشی از تخلیه پسماندهای حفاری صنعت نفت در محیط می‌باشد. به همین دلیل مدیریت پسماند به عنوان یک چالش مهم در سطح جهانی مدنظر قرار می‌گیرد، چرا که پسماندها تهدید کننده بهداشت عمومی و محیط زیست بوده و حتی در مواقعی به عنوان مانع بر سر توسعه اقتصادی تلقی می‌شوند (۷-۴).

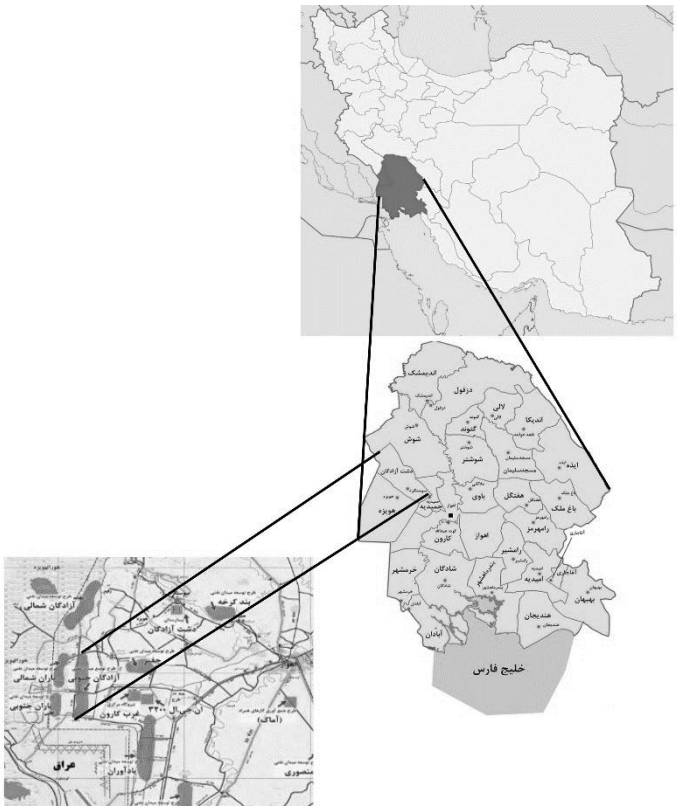
فرایند حفاری و تولید نفت و گاز، تولید کننده انواع مختلفی از پسماندها می‌باشد، برخی از این پسماندها، محصولات ناشی از حفاری زمین مانند کنده‌های حفاری بوده و برخی نیز ناشی از مواد لازم جهت حفاری چاه مانند سیالات حفاری و افزودنی‌های آنها هستند. به طور کلی عمده ترین پسماندهای تولیدی در عملیات حفاری شامل سیالات حفاری، کنده‌های حفاری، آب شستشو و مصرفی، سیمان و ترکیبات مشابه، ضایعات بهداشتی، روغن و گریس مورد استفاده برای دستگاه‌ها، اسید و نیتروژن و پسماندهای عادی می‌باشد (۸، ۹). گل یا سیال حفاری و پسماندهای ناشی از حفاری در صورتی که درست مدیریت نشوند، علاوه بر تحمیل هزینه‌های سنگین به صنعت نفت، می‌توانند به یکی از منابع آلودگی درمحل حفاری نیز تبدیل شوند (۱۰، ۱۱). بنابراین با آشنایی و شناخت هرچه بیشتر سیستم‌های مدیریت پسماند در حفاری چاه‌های نفت و گاز می‌توان با توجه به شرایط خاص هر منطقه و هر چاه، بهترین گزینه را برای مدیریت پسماند آن پیشنهاد داد. بدیهی است با استفاده از تجربه‌های اجرایی و بهینه‌سازی آنها از نظر عملیاتی می‌توان بازدهی سیستم‌های مدیریت پسماند را افزایش داد (۱۲، ۱۳). در حال حاضر اکثر صنایع فاقد یک سیستم مدیریت مناسب جهت دفع مواد زائد خطرناک می‌باشند و این امر آینده محیط زیست را با مشکلات جدی رو به رو خواهد نمود. یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش اثرات منفی زیست محیطی پسماندها، مدیریت صحیح آن‌هاست، به‌گونه‌ای که برخی مواقع هزینه‌های مورد نیاز در حذف آلودگی‌های یک پسماند و یا کنترل انتشار آلودگی آن، با اعمال مدیریت صحیح و ابتکاری، به میزان چشمگیری کاهش پیدا می‌کند (۱۴، ۱۵). با بررسی روش‌های مختلف مدیریت پسماند حفاری چاه‌های نفت و گاز و ارزیابی اثرات زیست محیطی آنها و با در نظر گرفتن معایب و مزایای این روش‌ها و همچنین با مد نظر قرار دادن و توجه به مسائل اقتصادی، روش کنترل پسماندها بهترین روش از لحاظ کاهش اثرات سوء زیست محیطی و کاهش هزینه‌های اقتصادی می‌باشد که با بهینه سازی مراحل این روش، می‌توان آن را بیشتر مورد استفاده قرار داد و به بازدهی بیشتری رسید (۲، ۱۶و ۱۷). با دقت نظر بر اتکای اقتصاد ایران بر درآمدهای حاصل از صنعت نفت، فعالیت‌های شرکت ملی نفت در ایران روز به روز گسترش یافته و متعاقباً با گسترش فعالیت‌ها، بر میزان پسماندهای آن افزوده خواهد شد. به‌طور کلی مدیریت پسماندهای صنعتی مانند لجن‌های نفتی و مواد زاید غیرصنعتی یکی از شیوه‌های مناسب برای ایجاد تعادل میان صنعت و محیط زیست و کاهش اثرات سوء فعالیتهای صنعتی در محیط زیست می‌باشد که جهت دستیابی به این عمل در ابتدا نیاز

است تا نوع و مقدار پسماندهای تولیدی در منطقه شناسایی گردد، که مهمترین هدف این پژوهش، بررسی کیفیت و کمیت پسماندهای تولیدی در میدان نفتی آزادگان جنوبی (جنوب غرب ایران) می‌باشد.

روش بررسی

معرفی منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان به دلیل خصوصیات زمین شناسی و دیرین شناسی خود، دارای میادین عظیم نفتی می‌باشد. نفت‌های تولیدی بر اساس طبقات زمین شناسی که در آن قرار دارند، نام‌گذاری شده‌اند. میدان نفتی آزادگان جنوبی در جنوب غربی ایران، در ۸۰ کیلومتری غرب اهواز و در نزدیکی شهر سوسنگرد، در مجاورت مرز ایران و عراق قرار دارد. اولین چاه اکتشافی در گستره این میدان نفتی در سال ۱۳۵۵ حفر و مجموعه مخازن عظیم این میدان با حفر دومین چاه در سال ۱۳۷۸ کشف گردید. تا کنون چهار لایه تولیدی شامل سروک، کژدمی، گلدوان و فهلیان در میدان آزادگان شناسایی شده‌اند. میدان آزادگان جنوبی با وسعتی حدود ۹۰۰ کیلومتر مربع یکی از بزرگ‌ترین میادین توسعه نیافتهٔ دنیا به شمار می‌رود و مشترک بودن آن با میادین کشور عراق بر اهمیت آن افزوده است (۱، ۱۸). تخمین زده می‌شود این میدان نفتی ذخایر نفتی ۲۶ میلیارد بشکه‌ای داشته باشد. روی نقشهٔ هم‌تراز سطحی، طول میدان در بخش ایرانی حدود ۴۵ تا ۶۰ کیلومتر، عرض آن حدود ۱۷ کیلومتر می‌باشد. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان خوزستان در شکل ۱ نشان داده شده است. در حال حاضر، در این میدان نفتی، ۵۰ هزار بشکه در روز از ۲۱ حلقه چاه تولید می‌گردد. مجموع نفت درجای مخازن در میدان نفتی آزادگان جنوبی بیش از ۳۴ میلیارد بشکه و نفت قابل استحصال آن در حدود ۲ میلیارد بشکه برآورد می‌شود. بدلیل وسعت زیاد میدان آزادگان، توسعه آن به دو بخش آزادگان شمالی و جنوبی تقسیم شده است (۱۹).



شکل ۱-موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور ایران و استان خوزستان

Figure 1. location of studied area in Iran and Khuzestan province

روش کار

این پژوهش از نوع مطالعات کاربردی و مبتنی بر روش‌های آزمایشگاهی و بازدید میدانی است. مراحل اجرائی این پژوهش شامل بازدیدهای میدانی، نمونه‌گیری و انجام آزمایش‌های مربوطه، مرور روش‌های مدیریت پسماند در حوزه نفتی مورد مطالعه و بررسی اثران آن روی محیط زیست می‌باشد. این تحقیق طی ۶ ماه بازدید میدانی در سال ۱۳۹۹ انجام گرفت و در میدان نفتی مورد مطالعه فرایند تولید، نقاط تولید پسماند، نوع و حجم پسماندهای تولیدی و دوره تخلیه پسماندها شناسایی گردید. در راستای گردآوری اطلاعات مورد نیاز در زمینه تحقیق با دریافت نظرات اساتید علوم محیط زیست و برگزاری جلسات متعدد با مهندسان و مسئولان مورد نظر، اقدام به تهیه پرسشنامه گردید. لازم به توضیح است که در این مطالعه با توجه به بالای بودن مساحت سطحی مورد مطالعه و همچنین حجم بالای پسماند تولیدی، یکی از چاه‌های فعال به عنوان پایلوت انتخاب شده و آزمون‌های کمی و کیفی بر روی پسماندهای مختلف تولیدی بر اساس روش‌های استاندارد صورت گرفت و نتایج به دست آمده به سایر چاه‌ها تعمیم داده شد. برای جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا بخش‌های مختلف تولید پسماند بر اساس نوع کار آنها شناسایی و طبقه‌بندی شد. سپس پرسشنامه‌ای تهیه و در بین تمامی بخش‌ها توزیع شد. از تکنیک گرید جهت تعیین حجم نمونه استفاده شد. بدین منظور که بر اساس این تکنیک، ابتدا ایستگاه انتقال یا یک منطقه تمیز از محل دفن به مربع‌های هم اندازه تقسیم و هر مربع (۲۵ در ۲۵ متر)، جهت سهولت شناسایی به وسیله یک کد شماره گذاری گردید. سپس پسماندها در این منطقه تخلیه شده و کاملاً با هم مخلوط شدند تا تقریباً به صورت یکنواخت درآید. در نهایت، به طور تصادفی از این مربع ها، چند مربع انتخاب شده و اندازه گیری‌های لازم بر روی آن‌ها صورت گرفت. در نمونه‌برداری جهت تعیین اجزا و تشخیص نوع پسماند حداقل ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم پسماند (بر اساس مطالعات گذشته) برای نمونه تهیه شد (۲۰). عملیات نمونه برداری از پسماندها بصورت تصادفی سیستماتیک و طبقه‌ای انجام شد. بدین صورت که در هر طبقه و نوع پسماندها، ظروف نمونه برداری بصورت تصادفی انتخاب و سپس آنالیز فیزیکی و طبقه بندی نوع پسماندها بر اساس منشا تولید آن ها طبقه بندی و سپس بر اساس روش های مختلف بر اساس کد خطر، کد بازل، کد گذاری شرکت ملی نفت، کد ظروف و درجه احتیاط مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس قانون RCRA واژه پسماند خطرناک را این‌گونه تعریف کرده است که پسماند یا ترکیبی از پسماندها که به دلیل مقدار، غلظت یا ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی یا عفونی آن می‌تواند موجب افزایش مرگ و میر، افزایش بیماری‌های حاد غیر قابل بازگشت یا قابل بازگشت گردد؛ در صورت تصفیه، ذخیره، حمل یا دفع نامناسب باعث خطر بالفعل یا بالقوه برای سلامت انسان یا محیط زیست گردد، در ایجاد شرایط فوق مشارکت داشته باشد که در این مطالعه از این تعریف برای طبقه بندی پسماندهای خطرناک استفاده شده است. درواقع، طبق معیارهای شناسایی پسماندهای خطرناک، EPA تحت قانون RCRA چهار ویژگی قابلیت اشتعال، قابلیت خورندگی، واکنش پذیری و سمیت به‌عنوان معیار خطرناک بودن پسماندها در نظر گرفته شد (۱۴). علاوه براین در طبقه بندی پسماندهای عادی (طبقه تعریف قانون ملی مدیریت پسماند)، پسماندها به دو دسته قابل بازیافت و غیر قابل بازیافت دسته بندی شدند (۲۱).

قابل ذکر است که پسماندهای پزشکی نیز بر اساس تعریف قانون ملی پسماند که عبارتست از کلیه پسماندهای عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستانها، مراکز بهداشتی، درمانی، آزمایشگاههای تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه گفته می-شود، طبقه بندی گردید (۳).

داده های گردآوری شده با استفاده از نرم افزار EXCEL و SPSS نسخه ۲۶ و استفاده از آزمون آماری t زوج و مقایسه میانگین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

آنالیز فلزات سنگین

به منظور سنجش فلزات سنگین در نمونه ها، روش 3035B- EPA مورد استفاده قرار گرفت (۲۲). در این روش، نمـونه‌هـای ابتدا برابـر هـوا خشک و به کمک چکش کوبیده و

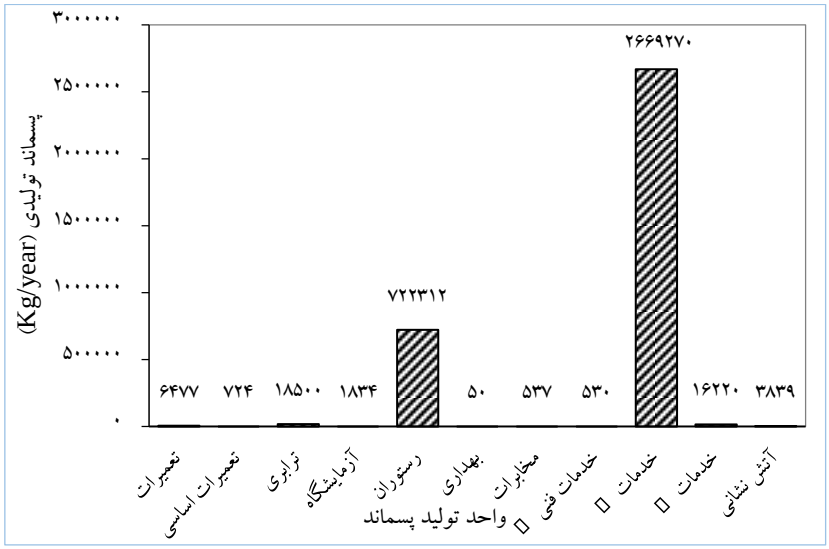
از الک ۲ میلیمتری عبـور داده شد. سپس، به منظور هضم نمونه ها ۱ گرم وزن خشک نمونه در ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ و اسید نیتریک به غلظت ۳ به ۱ اضافه شد. در مرحله بعد، مواد حاصل از فرایند هضم اسیدی به مدت ۳ ساعت برای تقلیل حجم حرارت داده و سپس ۱۰۰ میلی لیتر رقیق شده و به حجم رسانده شد. سپس نمونه هضم شده با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به دوفاز آب و فلزات سنگین جداسازی گردیده و پس از آماده سازی، نمونه ها یک به یک با دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت. مقادیر فلزات سنگین بر حسب میلی گرم در کیلوگرم خاک به دست آمد.

آنالیز کل هیدروکربنهای نفتی (TPH)

جهت اندازه گیری کل هیدرو کربنهای نفتی ابتدا حدود ۱۰گرم نمونه را وزن کرده وعمل استخراج به‌وسیله سوکسله به مدت ۸ ساعت با ۲۵۰ میلی لیتر حلال ۵۰:۵۰ هگزان- دی کلرومتان و نرمال هگزان به مدت ۱۲ ساعت استخراج کل هیدروکربن های انجام گردید. زمانی که استخراج کامل گردید، ماده استخراج شده به وسیله دستگاه تبخیر کننده چرخان تا حجم ۱۵ میلی لیتر تغلیظ شد (حرارت حمام آب روتاری نباید بیش تر از ۳۰ درجه سانتی گراد باشد). در نهایت با عبور گاز نیتروژن حجم آن به ۴ میلی لیتر کاهش پیدا کرد. غلظت TPH در نمونه ها به وسیله دستگاه گازکروماتوگرافی (GC-FID) اندازه گیری شد. بدین صورت که ۱ میکرولیتر از عصاره به دست آمده به وسیله دستگاه گاز کروماتوگراف Agilent6890Ng مجهز به دتکتور یونیزاسیون شعله ای FID و ستون مویینه ۵ B-مورد اندازه گیری و تعیین میزان گردید (۲۳).

یافته‌ها و بحث

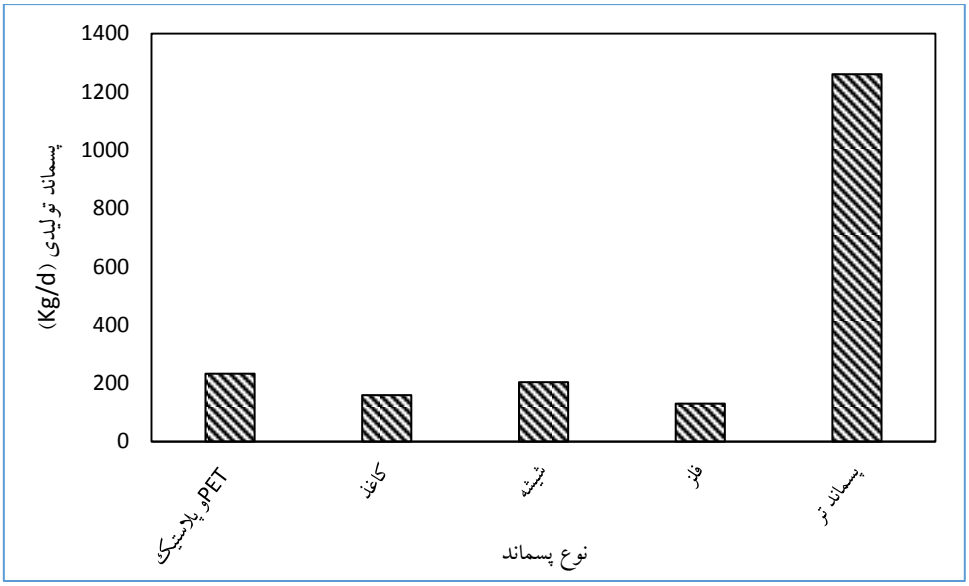
کمیت و کیفیت تولید پسماند در واحدهای مختلف میدان نفتی آزادگان جنوبی شامل تعمیرات و نگهداری، تعمیرات اساسی، حمل و نقل، آزمایشگاه، رستوران، بهداشت و درمان، مخابرات، واحد برق، خدمات مهندسی، عملیات و خدمات آتش نشانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که واحد مهندسی حداکثر پسماند تولید شده در منطقه مورد مطالعه را تولید می‌کند (شکل شماره ۲). طبقه‌بندی پسماند گامی ضروری در توسعه مفهوم سیستم مدیریت یکپارچه پسماند است. برای این منظور ابتدا باید نوع پسماندهای صنعتی را بر اساس ماهیت و نقطه و زمان تولید طبقه بندی کرد. بر اساس طبقه بندی صورت گرفته، می توان پیش بینی تولید پسماند و شناسایی ویژگی های پسماند را تعیین کرد. از سوی دیگر سازماندهی تفکیک پسماند در صنعت بر اساس نقطه تولید و زمان تولید قابل انجام است. به عنوان مثال، برنامه‌ریزی لازم برای پسماندهایی که به طور مداوم در مناطق پرخطر تولید می‌شوند، باید انجام شود.



شکل ۲- پسماند تولیدی در واحدهای مختلف موجود در میدان نفتی آزادگان جنوبی (استان خوزستان)

Figure 2. Production waste in different units in the Azadegan South oil field (Khuzestan province)

با توجه به گستردگی و پراکندگی واحدهای عملیاتی، ۴ رستوران برای تهیه و توزیع غذای کارکنان شاغل در این مجموعه در این میدان نفتی مستقر هستند. مشخصات پسماند تولید شده در این واحد در شکل ۳ نشان داده شده است. از سوی دیگر بر اساس نتایج حاصل و نوع پسماندهای تولیدی در این واحد، برخی پسماندهای قابل بازیافت تولید شده در این واحد (تقریباً ۳۵ درصد) باید به درستی مدیریت شوند. نتایج حاصل از ضایعات رستوران‌ها در ایتالیا نشان داد که ترکیب ضایعات مواد غذایی (۲۸/۲ ٪)، شیشه (۲۲/۶ ٪)، کاغذ/مقوا (۱۹/۱ ٪) و پلاستیک (۱۷/۱ ٪) بوده که با نتایج این مطالعه متفاوت است (۲۴). در این رستوران‌ها تفکیک پسماند (پسماندهای آلی و خشک یا بازیافتی و غیرقابل بازیافت) انجام نمی‌شود و کلیه پسماندهای تولید شده در این واحد توسط ظروف پلاستیکی ۶۰ و ۱۱۰ لیتری (داخل رستوران) یا ۷۷۰ لیتری (خارج از رستوران) جمع آوری می‌شود. این نوع پسماندها روزانه جمع‌آوری و در نهایت به محل دفن پسماند شهری منتقل می‌شود.



شکل ۳- مقدار پسماند تولیدی در رستوران‌های میدان آزادگان جنوبی

Figure 3. Amount of waste produced in the restaurants of South Azadegan oil field

نتایج حاصل از نوع پسماندهای تولید شده در مراکز بهداشتی درمانی منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، وزن کل پسماند ۵۰ کیلوگرم در سال بود که ۲۸ درصد پسماند عفونی و ۷۲ درصد پسماند غیرعفونی بود. این رویداد نشان دهنده نیاز به مداخله در برنامه‌های مدیریت پسماند بهداشتی و تفکیک پسماند های خطرناک از پسماند های غیر خطرناک است و اجرای مدیریت جدید پسماند می‌تواند برای کاهش میزان پسماندهای عفونی در این واحد به کار گرفته شود. نتایج این مطالعه توسط عسگریان و همکاران در مدیریت پسماند مراکز بهداشتی درمانی بیمارستان نمازی ایران تایید شد (۱۷). نتایج مدیریت پسماندهای بهداشتی و درمانی در اصفهان (مرکز ایران) نشان داد که میزان پسماندهای عفونی ۳۶/۲ درصد (نیمی از پسماندهای تولید شده در این منطقه) بوده است (۲۵). همچنین در مطالعه صالحی و همکاران در خصوص مدیریت پسماند بیمارستان رازی قزوین در سال-های ۱۳۹۲ تا۱۳۹۷ نیز مقدار پسماندهای عفونی تولیدی در این مرکز در سال ۱۳۹۷ برابر با ۳۳/۴ درصد برآورد گردید که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (۲۶). بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، نیاز به مداخله در برنامه های مدیریت پسماند بهداشتی و تفکیک پسماندهای خطرناک از پسماندهای غیر خطرناک می تواند از تولید پسماندهای خطرناک در حجم و

وزن ها بالا جلوگیری و مـدیریت کلیـه پسـماندها را راحـت تـر نماید.

جدول ۱- مقدار و نحوه مدیریت پسماندهای بیمارستانی در منطقه مورد مطالعه

Table 1. Amount and method of hospital waste management in the study area

ردیف	نام پسماند	تناوب تولید	میزان تولید (Kg/year)	منشا تولید	نحوه مدیریت
۱	ضایعات عفونی و بیمارستانی	روزانه	۳۶	خدمات بهداشتی و درمانی	انتقال به بیمارستان منطقه و امحا توسط پسماند سوز
۲	ضایعات تیز و برنده	روزانه	۱۴		
جمع	**۵۰ کیلوگرم در سال**				

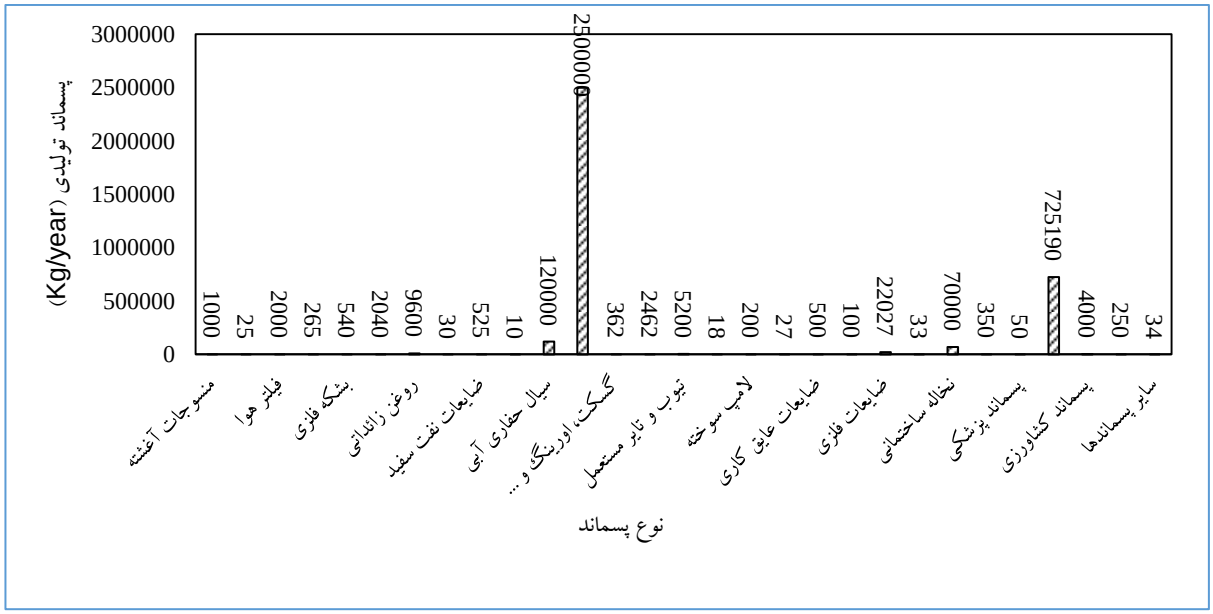
جدول ۲ میزان پسماند میدان نفتی تولید شده در بخش مهندسی و بهسازی در میدان نفتی آزادگان جنوبی را نشان می‌دهد. این واحد بیشترین پسماند تولید شده در این منطقه را تولید می‌کند و بیشترین پسماند تولید شده در این واحد کنده و سیال حفاری بوده است. در مطالعه معاوی و همکاران در خصوص مطالعه پسماندهای تولیدی در میدان نفتی مارون در ایران در سال ۱۳۹۶ گزارش نمودند که بیشترین پسماند غیرخطرناک متعلق به کک ضایعاتی با ۶۰ و کمترین آن المنت‌های پارچه ای با ۰/۱۴۴ تن در سال، همچنین بیشترین پسماند خطرناک متعلق به روغن های سنگین با ۱۴۴ و کمترین آن بنزین های آلوده با ۱ تن در سال بوده است (۲۷). در حالی که پسماندهای تولید شده در میادین نفتی متنوع و پیچیده هستند، شناسایی نوع پسماندها و طبقه بندی آنها حائز اهمیت است. علاوه بر این، پتانسیل بالایی برای استفاده مجدد و بازیافت پسماند های تولید شده در این مناطق وجود دارد. سیالات پایه آلی با مایع پایه آبی جایگزین سیال با پایه آلی شده تا خطر احتمالی این نوع مواد و قابلیت استفاده مجدد از این محصولات به حداقل برسد. به‌عنوان مثال، رویکرد تزریق مجدد برای مدیریت ضایعات مته، متعارف ترین روش برای استفاده مجدد از آنها است. این رویکرد باید تحت شرایط ویژه ای مانند ارزیابی دقیق، در نظر گرفتن کلیه جزئیات مربوط به نظارت، اجرا، عملیات و کنترل فرآیند و افزایش کارایی فرآیند تزریق انجام شود (۲۸). در میدان نفتی آزادگان جنوبی، از سیال‌های روغنی به دلیل خطرناک بودن مورد استفاده قرار نمی‌گیرد که این منجر به پایین آمدن میزان خطرناک بودن پسماندهای تولیدی شده است. در حالیکه مطالعات نشان می‌دهد که میزان سیال روغن تولیدی در ۱۳۰ هزار چاه خشک شرکت ملی حفاری ایران برابر با ۶۵۰۰۰۰ بشکه در سال می‌باشد که رقم بسیار بزرگی را شامل می‌شود (۲۹). بنابراین می‌توان این‌گونه استنباط نمود که با استفاده از مواد مناسب در طی عملیات و روش‌های مورد استفاده جهت تولید، می‌توان پسماند تولیدی را به میزان زیادی کاهش داد.

جدول ۲- پسماند تولیدی در واحد مهندسی و بهسازی اماکن و تاسیسات

Table 2. Production waste in the engineering and sanitization unit of units and facilities

ردیف	نام پسماند	میزان تولید (Kg/year)	تناوب تولید	منشاء تولید پسماند	نحوه مدیریت
۱	ضایعات فضای سبز (هرس درختان)	۴۰۰۰	روزانه	هرس درختان و چمن زنی	بدون این‌که تفکیکی بر روی آن‌ها صورت پذیرد، در مخازن پلاستیکی ۱۱۰ لیتری جمع‌آوری و به صورت روزانه توسط پیمانکار به وسیله یک خاور به محل دپوی پسماندهای شهرداری شهرستان هویزه منتقل می‌گردد.
۲	پارچه تنظیف	۵۰	روزانه	نظافت عمومی	
۳	ضایعات عایق کاری مانند پشم شیشه و پشم سنگ	۲۲۰	هفتگی	تعمیرات	
۴	نخاله‌های ساختمانی	۴۵۰۰۰	روزانه	تعمیرات ساختمان‌های غیر صنعتی	توسط پیمانکار به وسیله یک دستگاه خاور به محل دپوی پسماندهای شهرداری منتقل و دفن می‌گردد.
۵	کنده حفاری آبی	۲۵۰۰۰۰۰	روزانه	آلودگی خاک حین تعمیرات	به صورت هفتگی از واحد جمع‌آوری و به پیمانکار واگذار می‌گردند. در برخی موارد خاک‌های آلوده به محل دفن مهندسی منتقل و دفن می‌گردند.
۶	سیال حفاری	۱۲۰۰۰۰	روزانه	حفاری	بازیافت در محل دکل
جمع	**۲۶۶۹۲۷۰ کیلوگرم در سال**				

همان‌طور که در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است، مقادیر پسماند تولید شده در بخش مهندسی و بهسازی اماکن و تاسیسات آزادگان جنوبی نشان‌دهنده این موضوع است که این واحد بیشترین پسماند تولید شده در این منطقه را تولید می‌کند و بیشترین پسماند تولید شده در این واحد را کنده و سیال حفاری شامل می شده است (جدول ۲). این شواهد را می توان برای تصمیم گیری با استفاده از ابزارهای مناسب برای به حداقل رساندن ضایعات در این منطقه در نظر گرفت. استفاده مجدد و بازیافت مواد می تواند به عنوان یک ابزار مهم در این راه تلقی شود و این ابزار مهمی برای به حداقل رساندن ضایعات صنعتی و هزینه برنامه مدیریت پسماند است. دکل های حفاری حاوی ترکیبات خطرناکی هستند که برای سلامت انسان و همچنین محیط زیست مهم هستند. هیل و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که سهم سیالات حفاری تنها ۵ درصد از پسماندهای تولیدی در میدان نفتی پنسیلوانیا را تشکیل می‌دهد (۲۸).



شکل ۴- نوع پسماندهای تولیدی در قسمت‌های مختلف میدان آزادگان جنوبی

Figure 3. Type of waste produced in different parts of South Azadegan oil field

همچنین در مطالعه Karakosta و همکاران در سال ۲۰۲۱ در خصوص مطالعه سیالات حفاری و پسماندهای تولیدی بیان نمودند که اگرچه، در مقایسه با گل‌های معمولی، سیستم‌های حفاری پلیمری خواص ژئولوژیکی پیشرفته‌تری را نشان می‌دهند، با این وجود در شرایط فشار و دمای بالا ممکن است برخی مشکلات پایداری را به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی نامناسب و همچنین خواص مکانیکی و حرارتی که پلیمرها نشان می‌دهند، ایجاد کنند و این سبب ایجاد پسماندهای خطرناکی می‌شوند (۳۰).

جدول ۳، نتایج آنالیز شیمیایی در پسماندهای تولیدی از دکل های حفاری در منطقه آزادگان جنوبی را نشان می‌دهد. براساس نتایج به دست آمده، مقدار TPH در کنده های حفاری تولیدی در منطقه مورد مطالعه، کمتر از مقدار استاندارد کانادا بود، اما غلظت برخی از فلزات سنگین (سرب و نیکل) در این نمونه‌ها بالا است که نیاز به برنامه ریزی جدی برای مدیریت آنها دارد. هلمی و کاردنا (۲۰۱۵) غلظت TPH در خاکهای مربوط به حفاری در میدان نفتی اندونزی را ۳۲۰ گرم بر کیلوگرم خاک گزارش کردند که بسیار بیشتر از نتایج منطقه مورد مطالعه بود (۳۱). در مطالعه Abdo و همکاران در سال ۲۰۱۳، غلظت هیدروکربورها را با توجه به نوع آن ها بین ۳۵ تا ۴۳۰ میلی گرم در لیتر گزارش نمودند (۳۲). هلمی و کاردنا (۲۰۱۵) غلظت TPH در خاکهای مربوط به حفاری در میدان نفتی اندونزی را ۳۲۰ گرم بر کیلوگرم خاک گزارش کردند که بسیار بیشتر از نتایج منطقه مورد مطالعه بود (۳۱). این نتایج با نتایج حاصل از بررسی مقدار TPH در خاک محدوده پالایشگاه سرخون همخوانی ندارد. در مطالعه مذکور، مقدار TPH در محدوده مورد مطالعه بسیار بالا ذکر گردیده است. این امر نشان‌دهنده کمتر بودن آلودگی به TPH و به دنبال آلودگی کمتر زیست محیطی است (۳۳).

جدول ۳- آنالیز شیمیایی پسماندهای کنده حفاری موجود در میدان آزادگان جنوبی

Table 3. Chemical analysis of drilling rigs in South Azadegan oil field

ردیف	پارامتر	واحد	مقدار	استاندارد ملی (سازمان حفاظت محیط زیست برای محل های دفن) (mg/Kg)	استاندارد EPA و UK برای خاک کشاورزی (mg/Kg)
۱	TPH	mg/L	۸	۱۰۰	۱۰۰
۲	pH	-	۸/۵۴	-	-
۳	آهن	mg/L	۱۶۳۵۱	-	-
۴	روی	mg/L	۸۱/۱۴	۲۸۰۰	۱۱۰۰
۵	جیوه	mg/L	۰/۹۹۱	۲۳	۲۶
۶	آرسنیک	mg/L	۲/۵۱	۵۳	۴۳
۷	نیکل	mg/L	۲۰۴	۴۲۰	۷۲
۸	سرب	mg/L	۲۴۰	۳۰۰	۲۰۰

بنابراین، با توجه به کلیه موارد مطرح شده و وضعیت حال حاضر کشور در زمینه مدیریت پسماندها و فقدان زیرساخت‌های کافی و مناسب که بتوانند در حوزه پسماندهای صنعتی و خطرناک به صنعت اول کشور (نفت) خدمات ارائه دهند و همچنین مباحث مالی مرتبط با هزینه‌های دفع و امحا پسماند به نظر می‌رسد که یکی از گزینه‌های اساسی و اصلی برای مدیریت پسماندهای صنعت نفت ایجاد محل یا محل‌های متمرکز مدیریت پسماندهای این صنعت می‌باشد که بتواند خدماتی شایسته و فنی در راستای رفع نیازهای شرکت ملی نفت ایران ارائه کنند که قطعا حضور بخش خصوصی بعنوان پیمانکار در این بخش می‌تواند راهگشای لازم برای مدیریت پسماند در این زمینه ها باشد. بر اساس نتایج حاصله در این مطالعه، اغلب پسماندهای تولیدی قابلیت بازیافت را داشته و بایستی با برنامه ریزی مدون روش مناسبی جهت مدیریت یکپارچه آن انجام داد.

نتیجه گیری

با توجه به محدوده طرح و همچنین نوع و مقدار بالای پسماند تولیدی در منطقه مورد مطالعه، بایستی تمرکز جدی روی کاهش پسماندها صورت پذیرد تا میزان پسماندهای تولیدی به طور چشم‌گیری کاهش یابد. بازیافت، استفاده مجدد و دفع اصولی این دسته از پسماندها نیز باید در اولویت برنامه‌های اجرایی قرار گیرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود کمیته‌های اجرایی کاهش پسماند باتوجه به نوع پسماندهای تولیدی (به عنوان مثال برای سیال یا کنده های حفاری، لجن مخازن و ...) به طور اختصاصی تشکیل شود. در این مطالعه، کیفیت و کمیت پسماندهای تولید شده در میدان نفتی آزادگان جنوبی بررسی و طبقه بندی شد. نتایج نشان داد که برخی از پسماندهای قابل بازیافت (تقریباً ۳۵ درصد) و پسماندهای آلی (۶۳/۵ درصد) تولید شده در واحد رستوران به صورت نادرست مدیریت شده اند. وزن کل پسماند تولیدی در مراکز بهداشتی درمانی، ۵۰ کیلوگرم در سال بود که ۲۸ درصد پسماند عفونی و ۷۲ درصد پسماند غیرعفونی بود. واحد مهندسی و بهسازی در آزادگان جنوبی بیشترین پسماند تولید شده در این منطقه را شامل می‌شود و بیشترین پسماند های تولید شده در این واحد مربوط به کنده و سیال حفاری بوده است که به ترتیب برابر با ۲۵۰۰ و ۱۲۰۰ تن در سال را شامل می شود. همچنین آنالیز شیمیایی دکل‌های حفاری نشان داد که مقدار TPH کمتر از مقدار استاندارد کانادا است، اما غلظت فلزات سنگین (به خصوص سرب و نیکل) در این نمونه‌ها بالاست که نیاز به برنامه‌ریزی جدی برای مدیریت آن‌ها دارد. با توجه به نتایج و با توجه به کمیت و کیفیت پسماندها و تنوع آن‌ها در میدان آزادگان جنوبی، بایستی به این نکته توجه نمود که برای حفظ محیط

زیست می‌توان با استفاده از روش ها نوین و تکنیک‌های سازگار با محیط‌زیست را برای تعیین نمودار جریان و اقدامات منطقی چارچوب زمانی با اجرای تصفیه مناسب، بر اساس ساسله مراتب مدیریت پسماند، ابتدا پسماندهای را در مبدا کاهش و یا در صورت لزوم بازیافت نمود و همچنین با توجه به این‌که مقدار پسماند بالایی در محل تولید می شود بایستی تفکیک پسماندها را در اولویت قرار داد تا از ایجاد پسماندهای ویژه و خطرناک در محل به مقدار بالا اجتناب نمود و بر اساس آن بتوان مدیریت صحیح پسماندها را در میدان نفتی آزادگان جنوبی و سایر میادین نفتی توسعه داد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان نامه با عنوان "تعیین اثرات زیست محیطی پسماندهای صنعتی میدان نفتی آزادگان جنوبی و بررسی وضعیت مدیریت پسماند" در مقطع کارشناسی ارشد است که با حمایت دانشگاه آزاد اسلام واحد علوم تحقیقات تهران انجام شده است که بدین وسیله تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین از همکاری و حمایت شرکت ملی نفت ایران در انجام این پژوهش صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد. در این مطالعه نویسندگان هیچ گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1. Hojjati SMH, Hajati SI. 2016. Drilling waste management in the National Company of Oilfields of Southern Iran. Third International Conference on New Research in Management, Economics and Humanities, pp. 13-1. (In Persian)
2. Hainey, B., Keck, R., Smith, M., Lynch, K., Barth, J. 1999. On-site fracturing disposal of oilfield-waste solids in Wilmington field, California. J SPE production facilities,Vol. 14(02), pp.83-7.
3. 3. Rafie M, Abtahi M, hajihosseinlou A. 2022. Performance evaluation of infectious wastes decontamination devices in general hospitals under the auspicious of Khoy University of Medical Sciences in 2020-2021, Journal of Behdasht Dar Arseh (i.E., Health in the Field), 9(3), pp. 10-18. (In Persian)
4. Lodungi, JF., Alfred, D., Khirulthzam, A., Adnan, F., Tellichandran, S. 2016. A review in oil exploration and production waste discharges according to legislative and waste management practices perspective in Malaysia. International Journal of Waste Resources,Vol. 7(1), pp.260.
5. Mokhtarani, B., Moghaddam, MRA., Mokhtarani, N., Khaledi, HJ. 2006. Report: future industrial solid waste management in pars special economic energy zone (PSEEZ), Iran. J Waste management research,Vol. 24(3), pp.283-8.
6. Abdel-Aal, HK., Zohdy, K., Abdelkreem, M. 2018. Waste management in crude oil processing: crude oil dehydration and desalting. International Journal of Waste Resources,Vol. 8(1).
7. Karimpour Zahraei S, Jalili Ghazizadeh M, Jalili Qazizadeh M. 2017. Feasibility of using waste Molecular sieve and Ceramic ball in hot asphalt mixtures. Journal of Behdasht Dar Arseh (i.E., Health in the Field), 5(2), pp.46-54. (In Persian)
8. Hildenbrand, ZL., Santos, IC., Liden, T., Carlton Jr, DD., Varona-Torres, E., Martin, MS., Reyes, ML., Mulla, SR., Schug, KA. 2018. Characterizing variable biogeochemical changes during the treatment of produced oilfield waste. Science of the Total Environment,Vol. 634pp.1519-29.
9. Onwukwe, S., Nwakaudu, M. 2012. Drilling wastes generation and

management approach. International Journal of Environmental Science and Development,Vol. 3(3), pp.252.

10. Tadayoni M, 2010. waste management of drilling operations in oil and gas fields. Scientific- Propagative Journal of Oil & Gas Exploration & Productoin, 72. pp. 69 - 65 (Persian).
11. Orazbayev, B., Santeyeva, S., Zhumadillayeva, A., Dyussekeyev, K., Agarwal, RK., Yue, X-G., Fan, J. 2019. Sustainable waste management drilling process in fuzzy environment. Sustainability,Vol. 11(24), pp.6995-7018.
12. Veil, JA. 2003. Innovative technologies for managing oil field waste. J Energy Resour Technol,Vol. 125(3), pp.238-48.
13. 13. Ismail, AR., Alias, AH., Sulaiman, WRW., Jaafar, MZ., Ismail, I. 2017. Drilling fluid waste management in drilling for oil and gas wells. Chemical Engineering Transactions,Vol. 56pp.1351-6.
14. 14. Cox, JR. 2003. Revisiting RCRA's Oilfield Waste Exemption as to Certain Hazardous Oilfield Exploration and Production Wastes. Vill Envtl LJ,Vol. 14pp.1.
15. 15. Li, J-P., Yang, X-J., Ma, L., Yang, Q., Zhang, Y-H., Bai, Z-S., Fang, X-C., Li, L-Q., Gao, Y., Wang, H-L. 2016. The enhancement on the waste management of spent hydrotreating catalysts for residue oil by a hydrothermal–hydrocyclone process. J Catalysis Today,Vol. 271pp.163-71.
16. Rajović, V., Kiss, F., Maravić, N., Bera, O. 2016. Environmental flows and life cycle assessment of associated petroleum gas utilization via combined heat and power plants and heat boilers at oil fields. J Energy conversion management,Vol. 118pp.96-104.
17. Vasilyev, AV, 2017. waste management system in russia and approaches to its realization in oil gas industry. Proceedings of the Sixth International Environmental Congress (Eighth International Scientific-Technical Conference)" Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes" ELPIT 2017.
18. Ghadami JS, Moazzeni AR, Nabaei M, Rouhi A, Yavari Ch. 2010. Waste management in the oil industry is important in preventing environmental damage, National Conference on Human, Environment and Sustainable Development, Hamedan, Iran, pp.1-9. (In Persian)
19. Bolandi, V., Kadkhodaie-Ilkhchi, A., Alizadeh, B., Tahmorasi, J., Farzi, R. 2015. Source rock characterization of the Albian Kazhdumi formation by integrating well logs and geochemical data in the Azadegan oilfield, Abadan plain, SW Iran. Journal of Petroleum Science Engineering,Vol. 133pp.167-76.
20. Al-Masri, M., Aba, A. 2005. Distribution of scales containing NORM in different oilfields equipment. Applied radiation isotopes,Vol. 63(4), pp.457-63.
21. Farajdonyavi H. 2004. wastes management in iran and france law emphasizing on waste management law acted in 2004. journal of private law studies, vol 38 (1) pp. 1-10 (In Persian)
22. U.S. EPA. 1996. “Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges,

and Soils," Revision 2. Washington, DC.,Vol. 1.

23. Sari, GL., Trihadiningrum, Y., Ni'matuzahroh, NJ. 2018. Petroleum hydrocarbon pollution in soil and surface water by public oil fields in Wonocolo sub-district, Indonesia. Journal of Ecological Engineering, Vol. 19(2) pp.184--193.
24. Tatàno, F., Caramiello, C., Paolini, T., Tripolone, L. 2017. Generation and collection of restaurant waste: Characterization and evaluation at a case study in Italy. Waste management,Vol. 61pp.423-42.
25. Sartaj, M., Arabgol, R. 2015. Assessment of healthcare waste management practices and associated problems in Isfahan Province (Iran). Journal of Material Cycles Waste Management,Vol. 17(1), pp.99-106.
26. salehi, B., khamseh, h., makhloghi, S., Nosrati, A. 2021. The impact of waste management promotion program in Razi Hospital in Qazvin, Iran (2013-2018). Journal of Behdasht Dar Arseh (iE, Health in the Field),Vol. 8(3), pp.55-65.
27. Moavi, Z., Farrokhian, F. 2017. Identification and classification of Marun Petrochemical Company Olefin Unit special residues based on BAZEL Convention Method. Journal of Environmental Science Technology,Vol. pp.1-17.
28. Hill, LAL., Czolowski, ED., DiGiulio, D., Shonkoff, SB. 2019. Temporal and spatial trends of conventional and unconventional oil and gas waste management in Pennsylvania, 1991–2017. J Science of the Total Environment,Vol. 674pp.623-36.
29. Salahshour J, Khajeh Borj Sefidi N. 2014. Presenting an appropriate strategy for drilling waste management with a special approach to drilling methods with a special approach to oil well drilling methods, 2nd International Congress on Structure, Architecture and Urban Development, Tabriz, pp. 1-13. (In Persian)
30. Karakosta, K., Mitropoulos, AC., Kyzas, GZ. 2021. A review in nanopolymers for drilling fluids applications. J Journal of Molecular Structure,Vol. 1227pp.129702.
31. Helmy, Q., Kardena, E. 2015. Petroleum oil and gas industry waste treatment; common practice in Indonesia. J Journal of Petroleum Environmental Biotechnology,Vol. 6(5), pp.1-7.
32. Abdo, J., Haneef, M. 2013. Clay nanoparticles modified drilling fluids for drilling of deep hydrocarbon wells. J Applied Clay Science,Vol. 86pp.76-82.
33. Ebrahimi, S, Shaigan J, Malakouti Mj, Baybourdi M, Ghodousi J, Akbari A, Atashjame A. 2009. Hydrocarbon Pollution Emission In Soil Around Sarkhoun Refinery. J. of Water and Soil Conservation, 16(4), pp.101-124. (In Persian)