

مدیریت پسماندهای نفتی

پیام سیف الهی^۱، مژده فرهادی^۲

^۱مدیرعامل سازمان مدیریت پسماند شهرستان رباط کریم و بهارستان / seifolahip@gmail.com

^۲کارشناسی ارشد مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر / mojdehfahadi@gmail.com

چکیده

حفاری گرفته تا بهره برداری و تولید، تصفیه و پخش فرآورده‌های آن، فرآیندی است که به تولید پسماند می‌انجامد. یکی از مسائل موجود در تمامی صنایع نفت (پالایشگاه‌ها، پتروشیمی، مراکز استخراج، حمل و پایانه‌ها) وجود پسماندهای حاوی فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی است که باعث شده که دفع پسماند نفتی از لحاظ زیست محیطی ممنوع و مضر باشد. روش سوزاندن گسترده‌ترین روشی است که واحدهای صنعتی جهت رهایی از شر پسماندهای نفتی انجام می‌دهند. روزانه ۴۰۰ تا ۵۰۰ هزار لیتر پسماند صنایع نفت تولید شده در چاله‌های آتش سوزانده می‌شود که این مساله علاوه بر صرف هزینه سنگین ناشی از آتش زدن پسماندها، آلودگی زیست محیطی، تخریب اکوسیستم دریایی، تولید گازهای سمی (دی اکسید و فسژن) در مناطق نفت خیز را در پی دارد. افزون بر این مساله، با آتش زدن پسماندها مبلغ ارزی قابل توجهی صرف خرید مشعل‌ها و همچنین مواد وارداتی می‌شود. به منظور حفاظت و حراست از سلامت انسان‌ها، گیاهان، جانوران و محیط زیست، تحقیقات و تلاش‌های مستمر در جهت استفاده از روش‌های جایگزین جهت استفاده بهینه از این پسماندها صورت می‌پذیرد تا به جای صرف هزینه، وقت و سرمایه جهت سوزاندن مواد نفتی و تبدیل آن‌ها به عوامل خطرناک و سرطان زا با تبدیل آن‌ها به فرآورده‌های ارزشمند، کمک شایان توجهی به ذخایر نفتی کشورمان کرد. با تولید این محصولات در اوضاع آشفته جهانی که قیمت نفت در بازارهای جهانی به شدت رو به کاهش است و دیگر نمی‌توان اقتصاد کشور را مبتنی بر فروش نفت پایه گذاری کرد، می‌توان با تبدیل پسماند نفتی به فرآورده‌های ارزشمند شیمیایی در پتروشیمی ده‌ها برابر ارزآوری اقتصادی را برای کشور به ارمغان آورد.

۲. اقدامات انجام شده در راستای مدیریت پسماندهای نفتی

تولید پسماند در صنعت نفت در حوزه‌های تولید و استخراج نفت خام از زمین، انتقال به پالایشگاه‌ها و مراکز توزیع محصول، پالایش تا محصولات نهایی، بازاریابی و فروش صورت می‌گیرد. در راستای مدیریت پسماند، اولین مرحله مطالعه بر روی منشاء تولید پسماند، حجم و نوع پسماند است. سپس پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده و نیز بررسی شرایط محیطی، می‌توان از روش‌هایی مانند کاهش تولید پسماند، استفاده مجدد از پسماند، بهبود خواص پسماند و در نهایت دفع پسماند استفاده نمود [۱].

با افزایش روند صنعتی شدن کشور، یکی از مسائل مهم در تمامی واحدهای صنایع نفت اعم از پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها، مراکز استخراج، حمل و پایانه‌ها، مشکل وجود پسماندهای نفتی حاوی فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی است که آن را به یک معضل جدی زیست محیطی تبدیل کرده است. اعمال صحیح مدیریت جهت تعیین روش‌های مناسب دفع، نگهداشت، بازیافت پسماندهای نفتی یکی از روش‌های مطلوب جهت ایجاد تعادل و پیوند بین صنعت و محیط زیست و کاهش اثرات نامطلوب فعالیت‌های صنعتی در محیط زیست می‌باشد که چنانچه مدیریت مناسبی جهت دفع پسماندهای حاصل و کنترل مخاطراتشان صورت نگیرد، منشاء تهدیدات فراوانی برای محیط زیست و سلامت جامعه انسانی خواهد بود. بنابراین مدیریت سیستماتیک پسماندهای نفتی، با در نظر گرفتن جنبه‌های زیست محیطی و اقتصادی طرح، باید به عنوان یک هدف اصلی در صنعت نفت ایران مد نظر قرار داده شود. در این تحقیق، مراحل مدیریت پسماندهای نفتی ذکر و چندین راهکار جهت کاهش تولید پسماند و استفاده مجدد از پسماندهای نفتی که بتواند علاوه بر کاهش آلودگی محیط زیست، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی

پسماندهای نفتی، دفع، نگهداشت، بازیافت، محیط زیست

۱. مقدمه

رشد و گسترش فعالیت‌های حفاری، تولید و بهره برداری در مناطق نفت خیز، وجود شرایط خاص جغرافیایی و اقلیمی از یک سو و تنوع پسماندها و ضایعات تولیدی از سوی دیگر می‌تواند موجب بروز مشکلات مختلف زیست محیطی و بهداشتی، تغییر کاربری اراضی و موارد مشابه شود. از این رو انجام مطالعات کاربردی و توسعه ای در زمینه شناخت، طبقه بندی، استفاده مجدد، بازیافت، کاهش تصفیه، کنترل و در نهایت ارائه روش‌های جامع مدیریت پسماندها در این مناطق از اهمیت خاصی برخوردار است. ایران به دلیل دارا بودن منابع نفتی و تولیدات پتروشیمی، بسیار در معرض آلوده شدن آب و خاک به فرآورده‌های نفتی قرار دارد. چرخه تولید نفت از اکتشاف و

۱.۲. کاهش تولید پسماند

کاهش تولید پسماند به این معنی است که در طول فعالیت‌هایی که منجر به تولید پسماند می‌شوند، با استفاده از تغییر روش انجام عملیات و نیز تغییر در مواد مصرفی، تولید پسماند تا جایی که امکان دارد به حداقل رسانده شود [۲].

حداقل سازی پسماند نتایج زیر را در پی خواهد داشت:

- ۱) کاهش هزینه‌های عملیات مدیریت پسماند و افزایش درآمد
- ۲) کاهش احتمال شکایات
- ۳) اجرای دقیق‌تر قوانین زیست محیطی
- ۴) بهبود وجهه و روابط شرکت

بهترین زمان برای حداقل سازی پسماندها در عملیات تولید و تعمیرات، مرحله برنامه ریزی است. از جمله تدابیر اعمال شده برای حداقل سازی پسماند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱.۱.۲. برنامه ریزی مناسب

اقدامات لازم جهت برنامه ریزی مناسب می‌تواند اثر مهمی بر اجرای مدیریت پسماند داشته باشد. از جمله این تدابیر می‌توان به [۳ و ۴]:

- ۱)
- ۲) جهت جلوگیری از نشت نفت یا آب آلوده در فرآیند
- ۳) طراحی مناسب تجهیزات سایت عملیاتی
- ۴) اقدامات لازم جهت تعمیرات و خدمات چاه اشاره کرد.

۲.۱.۲. جایگزینی مواد با مضرات کمتر در فرآیند

۱.۲.۱.۲. جایگزینی حلال‌های آلی خطرناک

از جمله این اقدامات می‌توان به:

- ۱) جایگزینی مواد تمیزکننده بر پایه مواد خوراکی و بخار به جای حلال‌های آلی تری کلرواتیلن و تترا کلرید کربن برای تمیز کردن تجهیزات و ابزارآلات
- ۲) جایگزینی حلال‌های غیرسمی به جای زایلین و تولوئن برای تمیز کردن رسوبات مواد آلی مانند پارافین در حفرات چاه
- ۳) جایگزینی رنگ‌های پایه آبی به جای رنگ‌های بر پایه روغن
- ۴) جایگزینی حلال‌های آلی برای تمیز کردن ابزار رنگ آمیزی اشاره کرد.

۳.۱.۲. تغییر در تجهیزات

۱.۳.۱.۲. تغییر در تجهیزات واحدهای تصفیه روغن‌های روانساز

در عملیات تولید و تعمیرات، از موتورهای استفاده می‌شود که دارای حجم زیادی پسماند روغنی است. در این حالت با تغییر در نوع دستگاه می‌توان پسماند را به حداقل رساند. برخی از شرکت‌ها، واحدهایی را پیشنهاد می‌دهند که از فیلترهای یک میکرونی و محفظه‌های جداسازی سیالات استفاده می‌کنند و به سیستم روغن یک موتور متصل هستند. این واحدها ذرات بزرگتر از یک میکرون سوخت، خنک کننده یا اسیدی که در روغن جمع شده باشد را جدا می‌کنند. روغن استفاده شده در خارج از سیستم و از میان یک خالص ساز عبور کرده و دوباره به سیستم برمی‌گردد. استفاده از این واحدها، نیاز به تعویض روغن ندارد و به تبع آن هزینه مدیریت پسماند را کاهش می‌دهد. در شکل ۱. چند نمونه از واحدهای تصفیه روغن را نشان می‌دهد.



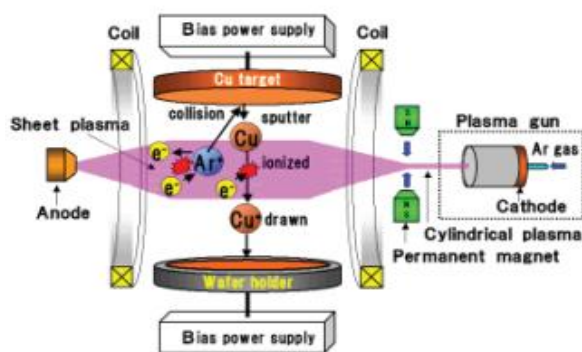
شکل ۱. واحد تصفیه روغن

۲.۳.۱.۲. سیستم اندازه گیری مواد شیمیایی

اضافه کردن یک سیستم تنظیم مقدار مواد شیمیایی که بتواند مواد را به طور پیوسته به سیستم تزریق کند، می‌تواند علاوه بر افزایش بازدهی و کاهش هزینه ناشی از خرید مواد شیمیایی، در کاهش تولید پسماند نیز موثر باشد. شکل ۲. نمونه ای از سیستم‌های اندازه گیری و تزریق را نشان می‌دهد.

۴.۳.۱.۲. پوشش یونی با انرژی بالا

استفاده از انرژی بالای آلیاژ کروم/طلا و یا مس خالص در مقایسه با سطح فولادی باعث می‌شود آن‌ها به سطح فولاد، نفوذ و چسبندگی عالی داشته و خواص لغزشی و اصطکاک پایین مانند یک فلز روان کننده ایجاد کنند. پوشش دادن فلز، اصطکاک را کاهش می‌دهد و در اجزایی مانند شیرها، پسماند بیش از هفت برابر کاهش می‌یابد. این فناوری برای قاب بلبرینگ، پمپ‌های میله و ... کاربرد دارند. استفاده از این فناوری، هزینه و همچنین آلودگی را کاهش خواهد داد. شکل ۴. سیستم پوشش یونی مغناطیسی را نشان می‌دهد.



شکل ۴. سیستم پوشش یونی مغناطیسی

۵.۳.۱.۲. سیستم بازیافت بخار در مخازن ذخیره

رها کردن آلاینده‌های سمی در هوا از زمان قانون هوای پاک در سال ۱۹۹۲ میلادی با قوانین سختی مواجه است. روش مناسب برای جلوگیری از رها کردن آلاینده‌ها در هوا، برقراری سیستم بازیافت بخار است. این سیستم می‌تواند از پمپ‌های خلاء که در دسترس اند، استفاده کند. شکل ۵. شمایی از سیستم بازیافت بخار را نشان می‌دهد.



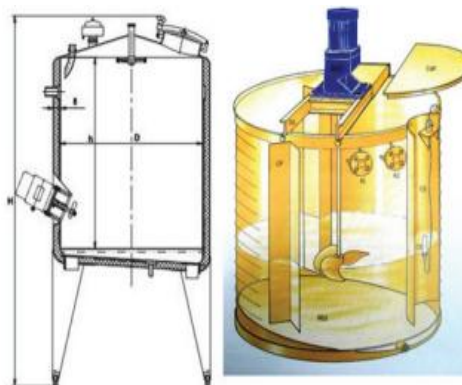
شکل ۵. سیستم بازیافت بخار



شکل ۲. سیستم اندازه گیری و تزریق پیوسته

۳.۳.۱.۲. به حداقل رساندن حجم آب و رسوبات پایه

برای به حداقل رساندن تجمع حجم آب و رسوبات پایه موجود در کف مخازن، وسایلی همچون پدال‌های چرخان و پره‌ها در داخل مخازن ذخیره نفت و محصولات نفتی تعبیه می‌شود تا از تشکیل پارافین و آسفالت جلوگیری شود. روش دیگر گرم کردن کف مخازن برای ایجاد چرخش در سیال درون مخزن و جلوگیری از ته نشینی آسفالت و پارافین است. در برخی اوقات مخازن با رنگ تیره رنگ آمیزی می‌شوند تا تابش خورشید باعث گرم شدن آن‌ها و وجود آسفالت ته مانده به داخل محلول و جداسازی بهتر آب جمع شده در کف با محصولات نفتی شود. این روش حجم نهایی پسماند و آب باقی مانده در کف مخازن را کاهش و درآمد حاصل از فروش محصولات نفتی را افزایش می‌دهد. شکل ۳. دو نوع همزن در مخازن ذخیره محصولات نفتی را نشان می‌دهد.



شکل ۳. دو نوع همزن در مخازن ذخیره محصولات نفتی

تجزیه پذیری دارند را تشکیل می‌دهند و بدین وسیله، کیفیت نفت خام تولیدی را از لحاظ رسوب پارافین بهبود می‌بخشند [۷و۵].

۵.۱.۲. کنترل رسوبات مواد رادیواکتیو طبیعی

مواد رادیواکتیو طبیعی که با آب‌های سازند تولیدی تشکیل می‌شوند، در مدیریت پسماند اهمیت ویژه‌ای دارند. این رسوبات را در اولین مرحله، می‌توان با تغییرات فشار و دما که بر تولید آب سازندی تاثیر می‌گذارند، کنترل کرد. گاز رادون که به همراه گاز طبیعی تولید می‌شود نیز منبع مواد رادیواکتیو طبیعی است. حضور مواد رادیواکتیو طبیعی در آب و گاز مخازن را نمی‌توان حذف کرد، بلکه می‌توان حجم مواد رادیواکتیو طبیعی آلاینده را با جلوگیری از رسوب آن‌ها کاهش داد. برای کنترل رسوبات حاصل از مواد رادیواکتیو می‌توان از راهکارهای زیر استفاده کرد:

- ۱) برنامه ریزی صحیح جهت عملیات تعمیر و تکمیل چاه، به نحوی که کمترین آب سازندی و ماسه تولید شود.
- ۲) تزریق ممانعت کننده‌های رسوب به منظور کاهش رسوب مواد رادیواکتیو طبیعی در چاه و تاسیسات زیر زمینی
- ۳) استفاده از پوشش شیمیایی یا یونی با انرژی بالا در سطح درونی تجهیزات
- ۴) طراحی مناسب لوله‌ها و تجهیزات، به نحوی که آسفتگی جریان و افت فشار به منظور کاهش رسوب و جدایش آب‌های سازندی که به مواد رادیواکتیو طبیعی آلوده‌اند، کاهش یابد (آب سازندی باریم و سولفات دارد که باعث رسوب باریم سولفات می‌شود) [۸و۵].

۶.۱.۲. کاهش آب استفاده شده

در راستای کاهش آب استفاده شده می‌توان آب سازندی تولیدی را با منابع سطحی یا چاه‌های آب جایگزین کرد تا هم با خلوص مورد نیاز تزریق، سازگارتر و هم از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی مناسب باشد.

۷.۱.۲. انبارداری مناسب و نگهداری پیشگیرانه

اقدامات لازم در این زمینه عبارت است از [۳و۶]:

- ۱) انتخاب ظروف مناسب جهت جمع آوری نشتی‌ها و انتقال آن‌ها به مخازن ذخیره
- ۲) ذخیره مناسب مواد شیمیایی
- ۳) ساخت گودال سرچاهی (سلر) غیر قابل نفوذ در زمان عملیات حفاری به منظور جمع آوری نشتی در زمان عملیات تعمیر و تکمیل به منظور جلوگیری از آلودگی خاک

۶.۳.۱.۲. جایگزینی فیلترهای سنتی

جایگزینی فیلترهای سنتی، یک گزینه مناسب برای حداقل سازی پسماند است. به جای استفاده از فیلترهای سنتی می‌توان از فیلترهای ضد زنگ با قابلیت استفاده مجدد یا واحدهای فیلتر سانتریفوژ استفاده کرد. استفاده از این فیلترها، کاهش هزینه و کاهش نیاز به نگهداری را به همراه خواهند داشت [۶و۵].

۴.۱.۲. بهینه سازی فرآیندها و روش‌ها

۱.۴.۱.۲. پایش از راه دور عملیات تولید

پایش از راه دور عملیات تولید، روشی برای کاهش پسماند محسوب می‌شود. پایش پارامترهایی مانند میزان ورودی پمپ، نشت محفظه بلبرینگ‌ها، دما و فشار هیت‌ر، سطح سیال و دما در مخازن و... اهمیت دارند. زیرا در این صورت اپراتور از هرگونه از هرگونه اختلال در سیستم سریعاً مطلع می‌شود و با رفع مشکل، تولید پسماند را کاهش می‌دهد. برای مثال اپراتور می‌تواند از اختلال در سیستم‌هایی که به تعمیر نیاز دارند، جلوگیری و برخی از قطعات را قبل از اختلال در سیستم، جلوگیری و برخی از قطعات را قبل از اختلال در سیستم، جایگزین و نشتی‌ها را کاهش دهد یا از سرریز کردن مخازن جلوگیری کند.

۲.۴.۱.۲. کنترل پارافین

رسوب پارافین می‌تواند باعث گیر کردن لوله‌ها در حفره چاه، مسدود شدن و مشکل در خطوط لوله جریان رو زمینی، افزایش ته ماند مخازن و کاهش کیفیت نفت خام برای فروش می‌شود. رسوب پارافین می‌تواند باعث مشکلات عملیاتی و در نتیجه تولید پسماند می‌شود. یکی از روش‌ها برای کاهش رسوب پارافین، استفاده از وسیله‌ای به نام مغناطیس کننده سیال^۱ (MFC) است. این وسیله می‌تواند مانند پمپ درون چاهی، در یک چاه تولیدی نفت قرار گیرد. پارامترهای اندازه پمپ، آب سازندی، خصوصیات نفت خام و خصوصیات تولید (دما، فشار، دبی و...) در طراحی این وسیله موثرند. این وسیله با تغییر خصوصیات نفت خام و آب سازندی، هنگامی که از میدان مغناطیسی دائم آن عبور می‌کنند، فعالیت دارد، در نتیجه نقطه خلوص نفت خام و ویسکوزیته کاهش می‌یابد و بنابراین دمایی که در آن پارافین رسوب می‌کند، کاهش خواهد یافت. این وسیله از تشکیل رسوبات دیگر نیز جلوگیری می‌کند. روش دیگر برای کنترل رسوب پارافین، استفاده از میکروپ‌ها در چاه است. باکتری‌ها با تزریق در حفره تولیدی چاه، زنجیره‌های پارافینی با کربن زیاد که قابلیت

¹ Magnetic Fluid Conditioner (MFC)



دست آمده را به کارخانه ارائه و تست و در پایان بلوک‌های بتنی را تولید می‌کنند که با قرار گرفتن در معرض آب و شرایط زیست محیطی، هیچ گونه نشر مواد زائد محیطی ندارد [۹].

۲.۲.۲. تولید مکمل بالابرنده عدد اکتان بنزین و بنزین از پسماندهای نفتی

در این رابطه می‌توان مکمل بالابرنده عدد اکتان بنزین را از متانول تولیدی پتروشیمی و ضایعات پالایشگاهی تهیه کرد. این محصول از این قابلیت برخوردار است که با اضافه شدن به فرآورده‌های غیر قابل استفاده پالایشگاهی، آن‌ها را به بنزین قابل مصرف در خودروها تبدیل کند. از این محصول ماده‌ای با عدد اکتان بسیار بالا تولید می‌شود که این محصول جدید قادر است مواد ضایعاتی، نفتا و لایت اند را که جزء پسماندهای پالایشگاهی نفت است، را به بنزین قابل مصرف در خودروها تبدیل کند [۵].

۲.۲.۲. استفاده از پسماندهای نفتی در گدازش زغال سنگ

سالانه مقادیر زیادی گریس پسماندی از روغن‌های پسماندی در صنعت نفت حاصل می‌شود و دفن آن‌ها بسیار مشکل است. پردازش زغال سنگ با پسماندهای نفت خام حاوی گریس در روغن پسماندی مورد توجه است. پیوند آروماتیک بالای گریس پسماندی، آن را حلال خوبی برای گدازش زغال سنگ ساخته است. هرچه میزان گریس بیشتر باشد، گدازش زغال سنگ هم بالاتر است. تاثیرات هم افزاینده‌ای در زغال سنگ پردازش شده و مواد پسماندی وجود دارد. یک ترکیب خوب، یک عامل دهنده هیدروژن و یک کاتالیزوری که ممکن است در مواد پسماندی وجود داشته باشد به گدازش زغال سنگ کمک می‌کند. پردازش زغال سنگ نه تنها در گدازش زغال سنگ کمک می‌کند بلکه در حل مشکل دفع پسماند نیز کارآمد است. بنابراین، زغال سنگ پردازش شده با نسبت مطلوب از پسماند در پایین آوردن هزینه گدازش زغال سنگ کمک می‌کند [۱۰].

۲.۲.۲. استفاده از پسماندهای حفاری آلوده نفتی به عنوان ماده

زیر بستر برای ساخت جاده

پسماندهای حفاری آلوده به نفت با مخلوط کردن خاکستر پوزولانی، آهک و سیمان با آن‌ها تثبیت می‌شود به طوری که از آن‌ها می‌توان به عنوان ماده زیر بستر برای ساخت جاده استفاده نمود. این تثبیت، مخلوط‌های جدیدی با تثبیت فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی تولید می‌کند. افزایش قابل توجهی در مقاومت فشاری آزاد، میزان باربری منطقه و دوام به وسیله آماده سازی آهک، خاکستر و سیمان با پسماندهای حفاری نفت به دست می‌آید و کاهش قابل توجهی نیز در هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی، محتوای روغن و غلظت‌های فلز کل در مخلوط‌ها و در فاز شسته شده حاصل می‌گردد. در نتیجه این مخلوط (مخلوطی از آهک، خاکستر، سیمان و پسماندهای حفاری نفت) را می‌توان به طور موثر و ایمن به عنوان ماده زیر بستر مورد استفاده قرار داد [۱۱].

۴) زمان بندی منظم جهت نگهداری‌های پیشگیرانه برای تجهیزات نظیر پمپ‌ها، سیستم خطوط لوله، شیرها و موتورها به منظور کاهش احتمال وقوع نشتی

۸.۱.۲. کنترل موجودی کالا

یکی از راه‌های موثر در راستای کاهش تولید پسماند، کنترل موجودی کالا است. می‌توان خریدها را طوری انجام داد که مواد استفاده نشده برای بازیافت به فروشنده برگردانده شود.

۹.۱.۲. انتخاب پیمانکار مناسب

بایستی پیمانکارانی انتخاب شوند که به روش حداقل سازی پسماند آگاه باشند و روش‌های حداقل سازی پسماند را در عملیات خود بکار گیرند.

۲.۲. استفاده مجدد از پسماند

پس از کاهش تولید پسماند، در مرحله بعدی بایستی ارزیابی استفاده مجدد از پسماندها مورد بررسی قرار گیرد. در بسیاری از موارد پسماندهای تولیدی را می‌توان در همان عملیات یا در جاهای دیگر بدون نیاز به هیچ تغییری مورد استفاده قرار داد. روزانه ۴۰۰ تا ۵۰۰ هزار لیتر پسماند صنایع نفت در چاله‌های آتش سوزانده می‌شود. این مسئله علاوه بر صرف هزینه سنگین آتش زدن پسماندها، باعث آلودگی‌های زیست محیطی، تخریب اکوسیستم دریایی و تولید گازهای سمی (دی اکسید و فسژن) در مناطق نفت خیز می‌شود. برای از بین بردن هر تن مواد پسماند، بیش از ۶۵۰ هزار تومان هزینه صرف می‌شود و افزون بر این، مبلغ ارزی قابل توجهی صرف خرید مشعل‌ها و مواد وارداتی می‌شود که با استفاده مجدد از این پسماندهای نفتی، صرفه جویی قابل توجهی انجام می‌شود.

۱.۲.۲. تولید سیمان با استفاده از پسماندهای نفتی

روش تولید سیمان از لجن‌های آلوده نفتی در برخی از کشورهای صنعتی نظیر آمریکا، کانادا و برخی کشورهای اروپایی اجرا شده و در حال حاضر در کشور ما نیز اجرا می‌شود و علاوه بر این، با تثبیت فلزات سنگین در ساختار بتن، منجر به جلوگیری از پیامدهای زیست محیطی می‌شود. همچنین از محتوای حرارتی موجود در پسماندهای نفتی، نیز به عنوان تامین بخشی از سوخت کوره‌های مورد نیاز سیمان کاربرد دارد. از جمله مزایای این روش می‌توان به استفاده از پسماندهای نفتی در ورودی مواد اولیه تولید سیمان و صرفه جویی در مصرف انرژی برای کارخانه‌های سیمان کاربرد دارد و خوشبختانه آنالیز پسماندها با مواد اولیه تولید سیمان بسیار همخوانی دارد و کیفیت سیمان تولید شده نه تنها تغییر نمی‌کند، بلکه تا حدودی باعث بهبود خواص مکانیکی می‌شود. در خصوص بلوک‌های بتنی تولید شده از این پسماندها می‌توان گفت که در ابتدا لجن‌های نفتی را به طور کامل آنالیز شیمیایی و فیزیکی کرده، سپس فرمول به

جدول ۱. حد مجاز آلاینده‌های موجود در پسماند نفتی مورد استفاده در

پوشش لندفیل [۱۲]

آلاینده	مقدار حد مجاز برای استفاده مجدد (mg/kg)
As	۴۰
Cd	۸۰
Cr	۱۰۰۰
Pb	۲۰۰۰
Hg	۱۰
کل هیدروکربن‌های نفتی (TPH)	۵۰۰۰
غلظت کل PCBs	>۲
غلظت کل PAHs	۱۰۰
غلظت کل VOC	۱۰
پسماندهای خطرناک	نباید حاوی این نوع پسماند باشد.

۷.۲.۲. اصلاح ماسه‌های بادی به منظور ایجاد بستر مناسب و

استفاده از آن در کف سازی و جداره سازی لاگون‌های فاضلاب

در ساخت تصفیه خانه‌های فاضلاب، ایجاد بستر مناسب و همچنین کف سازی و جداره سازی با مصالح مناسب، یکی از نیازهای اساسی به شمار می‌رود. به منظور ساخت پروژه‌های مذکور، اصلاح خاک عمدتاً با هدف دستیابی به اهداف ذیل انجام می‌گردد [۱۳ و ۱۴]:

(۱) اصلاح خاک‌های نرم و کم مقاومت بستر و در نتیجه بالا

بردن ظرفیت باربری خاک

(۲) جلوگیری از نفوذ آب‌های زیر زمینی و صدمه زدن به این

سازه‌ها

(۳) کاهش نفوذ پذیری به منظور آب بند کردن کف و جداره

لاگون

انتخاب صحیح نوع ماده اصلاح کننده بسیار مهم است. در بسیاری از موارد، انتخاب نادرست روش اصلاح، نتایج نامناسب مقاومتی و محیط زیستی را در بر داشته و سبب افزایش هزینه‌ها و صدمات جبران ناپذیری می‌گردد. برای دستیابی به اهداف مذکور، با توجه به نفت خیز بودن کشور و وجود صنایع وابسته به نفت، با استفاده از پسماندهای موجود در پالایشگاه می‌توان اقدام به اصلاح ماسه‌های ریز دانه بادی کرد. پسماند مواد نفتی، مواد باقیمانده در انتهای برج تقطیر پالایشگاه بوده که اغلب شامل ترکیبات سنگین مواد اشباع، هیدروکربن‌های آروماتیک، مقدار جزئی آسفالتین و رزین‌ها هستند. پسماند مواد نفتی دارای نقطه جوش بالا، گرانیوی زیاد، وزن مخصوص نزدیک به یک و وزن مولکولی بالا هستند [۱۵]. وجود پسماندهای نفتی باعث افزایش چشمگیری در چسبندگی

۵.۲.۲. استفاده از کک نفتی به عنوان سوخت جایگزین در

صنعت سیمان

از جمله محصولات جانبی پالایش نفت خام، کک نفتی است. این محصول دارای ارزش حرارتی زیاد و حاوی مقدار کمی مواد فرار است. همچنین میزان نیتروژن و گوگرد موجود در آن نسبت به سوخت‌های رایج بیشتر است. این ماده در پالایشگاه‌ها جزء ضایعات محسوب می‌شود ولی در کارخانجات سیمان از آن می‌توان به عنوان سوخت جایگزین که دارای ارزش اقتصادی است، استفاده کرد. در کشورهای مختلفی از جمله آلمان، هند، امریکا، مکزیک، لهستان و چندین کشور جهان به عنوان سوخت جایگزین در صنعت سیمان استفاده می‌شود. به دلیل قیمت کم کک نفتی و اینکه استفاده از آن به عنوان سوخت، خطرات کمی را به دنبال دارد، می‌توان به منظور کاهش قیمت تمام شده تولید سیمان از آن استفاده کرد. ارزش حرارتی بالای کک نفتی باعث مناسب بودن این ماده به عنوان سوخت جایگزین می‌شود. البته باید این نکته را در نظر داشت که به دلیل مقدار نسبتاً بالای سولفور موجود در کک نفتی احتمال وجود مشکلات عملیاتی در سیستم پخت وجود خواهد داشت که از جمله آن می‌توان به:

✓ احتمال بروز گرفتگی در پیش‌گرمکن

✓ انتشار بیشتر گازهای SO₂، NO_x، CO به محیط

✓ آلودگی غبار کوره اشاره کرد.

به منظور جلوگیری از مشکلات ایجاد شده، قبل از نصب این سیستم بایستی مشکلات احتمالی مطرح شده به طور کامل مورد بررسی قرار گیرد و در صورت نیاز تغییرات لازم در سیستم پخت انجام شود [۹].

۶.۲.۲. استفاده از پسماندهای حفاری و خاک‌های آلوده به

منابع نفتی به عنوان پوشش مورد استفاده در لندفیل

به منظور استفاده از این ترکیبات در لندفیل، میزان آلودگی خاک و همچنین خصوصیات فیزیکی خاک اهمیت ویژه‌ای دارد. میزان حد مجاز آلودگی خاک به منظور استفاده در پوشش لندفیل براساس راهنمای مدیریت پسماند ایالت ماساچوست امریکا در جدول ۱. آورده شده است.

- ۴) جداسازی پسماندهای قابل کمپوست و تهیه کود کمپوست یا ورمی کمپوست با روش ویندرو (توده سطحی طویل) برای پسماندهای فساد پذیر یا با لجن سپتیک تانک
- ۵) نقاط تولید پسماند به منظور کاهش و به حداقل رساندن پسماندها شناسایی شود تا نسبت به مدیریت پسماندها اقدام لازم صورت گیرد.
- ۶) ایجاد انگیزه لازم مانند بازگشت عواید ناشی از فروش مواد قابل بازیافت به خود پرسنل برای ترغیب آنان به جمع آوری و تفکیک مواد قابل بازیافت
- ۷) آموزش HSE^۲ به کارگران خدماتی مسئول جمع آوری و دفع پسماندها
- ۸) اقدامات کارشناسان HSE جهت بررسی راهکارهای کاهش تولید پسماندهای اداری
- ۹) ایجاد برنامه‌های آموزشی در خصوص راهکارهای مدیریت پسماندهای صنعتی با حضور کارشناسان فرآیند و HSE
- ۱۰) با تاکید بر بازیافت پسماندها از جمله روغن کارکرده، فلزات و کاتالیزت‌های مستعمل، ضمن هماهنگی با سازمان حفاظت محیط زیست در انتخاب پیمانکار جهت فروش اقدامات لازم صورت گیرد.
- ۱۱) دفن بهداشتی ماسه بادی‌ها
- ۱۲) سوزاندن و استفاده مجدد از ماسه بادی‌ها جهت پاکسازی محوطه آغشته به مواد نفتی
- ۱۳) ساماندهی مناسب دفع ماسه‌های آغشته به مواد نفتی در محیط و امکان کمینه سازی آن
- ۱۴) جمع آوری و نگهداری جداگانه پسماندهای خطرناک خانگی
- ۱۵) بازیافت اجزای خشک پسماندهای شبه خانگی توسط پیمانکار و شهرداری

خاک می‌گردد و ظرفیت باربری خاک را به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. با توجه به وجود ترکیبات سنگین و زنجیره‌های مولکولی بزرگ پسماندهای نفتی و ویسکوزیته بالای آن‌ها، میزان نگهداشت نفت در خاک بالا است، در نتیجه خطرات زیست محیطی کاربرد این مواد در این نوع ماسه‌ها بسیار ناچیز است. همچنین به دلیل حلالیت کم نفت در آب، ویسکوزیته بالای نفت و همچنین نفوذ پذیری پایین نمونه تثبیت شده، غلظت نفت در آب خروجی پایین است [۱۶].

۳.۲. بهبود خواص پسماندهای باقیمانده

در اکثر مواقع، مقداری پسماند بعد از انجام مراحل بالا باقی خواهد ماند که اغلب دارای خواص سمی و خطرناک می‌باشد. در این مرحله حجم و سمیت پسماندها را می‌توان کاهش داد. روش‌های مختلفی جهت بهبود خواص پسماندها وجود دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های حرارتی، بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی اشاره کرد.

۴.۲. دفن پسماند

روش‌های برخورد با مواد باقیمانده نهایی عبارت است از: دفن مواد زائد، رها کردن در سطح زمین، پخش کردن در سطح زمین و تزریق در زمین
پسماندها برای عملیات دفن، به سه گروه تقسیم بندی می‌شود:

- ۱) پسماندهای ویژه: موادی هستند که به علت داشتن ترکیبات خطرناک، مشکلات زیست محیطی فراوانی را ایجاد کرده و باید تحت تمهیدات خاصی دفن شوند.
- ۲) پسماندهای کم خطر: موادی هستند که احتمال خطرآفرینی آن‌ها برای محیط زیست و انسان وجود دارد.
- ۳) پسماندهای بی خطر: موادی هستند که دفن استاندارد آن‌ها هیچگونه مشکلاتی برای انسان و محیط زیست ایجاد نمی‌کند.

۳. پیشنهادات اجرایی

- ۱) تهیه گزارش وضع موجود پسماندهای پالایشگاه به صورت مستمر
- ۲) استقرار نرم افزار مدیریت پسماند در صنایع مرتبط با نفت
- ۳) خرید دستگاه‌های سانتریفوژ، زباله سوز برای بخشی از مدیریت پسماندها در پالایشگاه

² Health Safety Environment

۴. نتیجه گیری

در حال حاضر آلودگی محیط زیست یکی از معضلات کشورهای جهان است. آسیب به محیط زیست در صنعت نفت، امری اجتناب ناپذیر است و سالانه هزینه گزافی را بر محیط زیست وارد می‌کند. با توجه به نفت خیز بودن ایران و توسعه زیاد صنایع نفتی در کشورمان، توجه به مدیریت پسماندهای نفتی و ارائه راهکارهایی برای کاهش آلودگی محیط زیست و همچنین کاهش هزینه‌های ناشی از تولید پسماندهای نفتی، امری ضروری است. بنابراین مدیریت سیستماتیک پسماند، با در نظر گرفتن جنبه‌های زیست محیطی و اقتصادی طرح بایستی به عنوان یک هدف اصلی در صنعت نفت قرار گیرد. فرآیندهای کاهش منبع پسماند و بازیافت، مراحل حداقل سازی پسماند را تشکیل می‌دهند. برنامه ریزی، جایگزینی مواد، تغییر در تجهیزات، بهینه‌سازی فرآیندها و روش‌ها، کنترل رسوبات مواد رادیواکتیو طبیعی، کاهش آب استفاده شده، انبارداری مناسب و نگهداری پیشگیرانه، کنترل موجودی کالا و دقت در انتخاب پیمانکاران، راهکارهای مناسب در راستای کاهش منبع پسماند می‌باشند. در راستای استفاده مجدد از پسماندهای نفتی می‌توان از آن‌ها در گدازش زغال سنگ، ماده زیر بستر برای ساخت جاده، به عنوان سوخت جایگزین در صنعت نفت و پوشش لندفیل به کار برد. همچنین جهت ارتقاء و بهبود کیفیت سیستم مدیریت پسماند، برگزاری کارگاه‌های آموزشی ویژه و تخصصی برای پرسنل و کارکنان جهت حداقل سازی پسماند و رعایت مقررات زیست محیطی حائز اهمیت است.

مراجع

- [9] Su, N., Fang, H. Y., Chen, Z. H., & Liu, F. S. (2000). Reuse of waste catalysts from petrochemical industries for cement substitution. *Cement and Concrete Research*, 30(11), 1773-1783
- [10] Ramdoss, P. K., Kuo, C. H., & Tarrer, A. R. (1996). Utilization of petroleum waste in coal liquefaction. *Energy & Fuels*, 10(4), 996-1000.
- [11] Tuncan, A., Tuncan, M., & Koyuncu, H. (2000). Use of petroleum-contaminated drilling wastes as sub-base material for road construction. *Waste Management and Research*, 18(5), 489-505.
- [12] Interim Remediation Waste Management Policy for Petroleum Contaminated Soils, Massachusetts Hazardous Waste Regulations, 1994.
- [13] Niazi, Y. (2002). Stabilization of desert soils by lime and Portland cement, M.S.c. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.
- [14] EPA. (2004). Guideline waste water and evaporation lagoon construction, Environmental Protection Agency, Australia.
- [15] Mohammed, L. F. L. F., & Yong, R. N. (1995). Assessment of saline soil stabilization via oil residue and its geo-environmental implications (Doctoral dissertation, McGill University).
- [۱۶] حاجیان نیا، ا.، البرز، و افلاکی. (۲۰۱۱). اصلاح ماسه‌های های بادرفتی به کمک پسماند مواد نفتی برای ساخت لاگون تصفیه فاضلاب. *فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب*, ۲۲(۳)، ۸۱-۸۹.
- [1] Stilwell, C. T. (1991). Area waste-management plans for drilling and production operations. *Journal of Petroleum Technology*, 43(01), 67-71.
- [۲] عبدالخانی، علی،، مودنی، قدمی جگرلوئی، عزیز، روش‌های کاهش آلاینده‌های محیط زیستی و مدیریت پسماند در حفر چاه‌های نفت و گاز، اولین همایش ملی انرژی و محیط زیست، ۲۸ و ۲۹ مهرماه ۱۳۹۰، دانشگاه شهید باهنر کرمان
- [3] Ministry of Environment Environmental Protection Division (USA), Oil and Gas Waste, Regulation-User guide, 2007.
- [4] Colorado Oil and Gas Conservation Commission, E&P, Waste Management, 2011.
- [5] USA Environmental Protection Agency, Spill prevention, Control, And Countermeasure (Spcc) Regulation, 2010.
- [6] Bashat, H. (2002). Managing Waste in Exploration and Production Activities of the Petroleum Industry. *Environmental Advisor*, SENV
- [7] The E&P Forum, Exploration And Production (E&P) Waste Management Guidelines, Report No.2.58/196, September 1993.
- [8] American Petroleum Institute, Guidelines for Commercial Exploration and Production Waste Management Facilities, 2001.