

# کاهش آسیب به محیط زیست در عملیات حفاری چاه‌های نفت

مژگان میرزایی

دکترای مهندسی محیط زیست گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین

پوریاعلی مهرباب زاده<sup>۱</sup>

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی HSE

فصلنامه پژوهش‌های مکانی فضایی، سال ششم، شماره اول، پیاپی ۲۱، زمستان ۱۴۰۰، صص ۵۱ - ۵۶

## چکیده

در این مقاله ابتدا به اصول مدیریت پسماند در صنایع نفت (حفاری) پرداخته شده که به دو اصل کلی مطالعه و بررسی شرایط موجود و انجام عملیات مختلف بر پایه مطالعات صورت گرفته تقسیم می‌شود. در مرحله اول سه فاکتور مهم در عملیات حفاری که شامل سرچشمه، حجم و نوع پسماند می‌باشد، بررسی شده و با توجه به نتایج به دست آمده، نوع و چگونگی عملیات مدیریت پسماند انتخاب می‌گردد که خود به هفت مرحله تقسیم می‌شود: کاهش، جایگزین کردن، استفاده مجدد، بازسازی، بازیافت، تصفیه و دفن. در پایان با بررسی میزان پسماند تولیدی در حفاری یکی از چاه‌های جنوب کشور و با توجه به هزینه بالای سیالات حفاری این نتیجه حاصل گردید که با پیاده سازی مدیریت پسماند در قسمت سیالات حفاری نه تنها می‌توان بسیاری از هزینه‌ها را کاهش داد بلکه این کار می‌تواند در جلوگیری از آسیب‌های جبران ناپذیر به محیط زیست بسیار مفید باشد.

**واژگان کلیدی:** مدیریت پسماند، محیط زیست، نفت

۱. نویسنده مسئول: Pamehrab.hse@gmail.com

## مقدمه و بیان مسئله

مدیریت (Management) در کنار کلمه پسماند ممکن است تداعی کننده عملیات خاصی از جمله انتخاب تکنولوژی خاص، طراحی دستگاهی ویژه، جمع‌آوری پسماند، انتقال پسماند، بهبود و دفن پسماند باشد. عملیات مدیریت پسماند ممکن است بر روی جامدات، مایعات و یا حتی گازها انجام شود. این عملیات برای کشورهای توسعه یافته یا کشورهای در حال توسعه، برای مناطق شهری یا روستایی و نیز برای مناطق مسکونی و صنعتی باهم متفاوت خواهد بود. در این مقاله هدف اصلی ارائه روش‌های اصلی مدیریت پسماند در صنعت نفت می‌باشد.

### نگاهی به اصول مدیریت پسماند

برای انجام هر کاری در درجه اول باید اصول آن طراحی شده و مورد ارزیابی قرار گیرد و پس از بررسی‌های لازم انجام این کار به مرحله میدانی برسد. مدیریت پسماند در صنایع نفتی با نگاه ویژه به عملیات حفاری چاه‌های نفت و گاز نیز دارای اصول خاص خود می‌باشد و رعایت این اصول صنعت نفت را در پیشبرد اهداف مدیریت پسماند که همان کاهش آسیب به محیط زیست می‌باشد یاری می‌نماید (still well, Arco oil & Gas Co, 1991).

### مواد و روش‌ها

این پژوهش از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و شیوه‌های تحقیق مرور متون، بررسی منابع در بستر مطالعات کتابخانه‌ای و همچنین از روش تحقیق موردی و شیوه تحقیق مشاهده در بستر مطالعات میدانی در یکی از چاه‌های نفت در جنوب کشور بهره گرفته است.

### نتایج

اصول مدیریت پسماند شامل ادغام سلسله مراتبی از شیوه‌های مدیریت پسماند در توسعه برنامه‌های مدیریت پسماند است. شیوه‌های خاص مدیریت

یکی از مسائل زیست‌محیطی که در سال‌های اخیر در صنعت نفت و گاز مورد توجه قرار گرفته، مدیریت و دفع زباله‌ها است. علاقه شدید مردم و سازمان‌های نظارتی به مسائل زیست‌محیطی، انگیزه‌ای برای صنعت برای بررسی دقیق زباله‌ها و نحوه مدیریت آن‌ها بوده است (still well, Arco oil & Gas Co. 1991).

مدیریت پسماند یکی از مهم‌ترین قسمت‌های هر کار صنعتی می‌باشد که رعایت اصول وابسته به آن بسیار ضروری است و هر پیمانکاری باید این اصول را سرلوحه تمام کارهای خود قرار دهد. صنعت نفت که امروزه یکی از مهم‌ترین صنایع دنیا و مهم‌ترین صنعت موجود در کشور به شمار می‌رود از صناعی است که آلودگی‌های زیادی را به محیط زیست تحمیل نموده و روز به روز بیشتر سلامت انسان را تحت‌الشعاع خود قرار داده و لزوم رعایت تمهیدات لازم مدیریت پسماند در آن کاملاً حس می‌شود. با گسترش دامنه کار شرکت‌های نفتی و تحت تأثیر قرار گرفتن مناطق گسترده‌تر دنیا توسط این صنعت، لزوم رعایت اصول حفاظت از محیط زیست توسط آن‌ها بیشتر احساس می‌شود و از همین رو برخی از این شرکت‌ها به تدوین دستورالعمل‌هایی برای حفاظت از محیط زیست پرداخته‌اند (Exploration & Production, 2007; Exploration & Production, 1993).

واژه پسماند (Waste) توسط افراد و شرکت‌های مختلف به صورت‌های گوناگونی تعریف می‌شود ولی به صورت کلی می‌توان پسماند را «به‌عنوان هر ماده مازاد بر نیاز» تعریف کرد (E. Kerr, Mundy, Mason, Young, Pegors Sedlock, Barrett, Campbell, Eygun, 2008). بنابراین تعریف می‌توان دریافت که پسماند ممکن است یک ماده خام یا یک ماده قابل بازیافت باشد. همچنین واژه

پسماند ممکن است برای ضایعات و ویژگی‌های محل و همچنین در دسترس بودن امکانات استفاده مجدد، بازیافت، تصفیه و دفع مناسب باشد (Owens, Exxon production Research Co, 1994). قبل از شروع عملیات مدیریت پسماند باید شرایط موجود کاملاً مورد بررسی قرار گیرد. از فاکتورهای مدیریت پسماند که قبل از تصمیم‌گیری در مورد روش مدیریت پسماند باید مورد توجه قرار گیرد می‌توان به سه فاکتور سرچشمه تولید پسماند، حجم پسماند تولیدی و نوع پسماند تولیدی اشاره نمود (Owens, Exxon production Research Co, 1994).

#### سرچشمه تولید پسماند

در طول انجام عملیات حفاری پسماندهای گوناگونی تولید می‌شوند که می‌توان آن‌ها را به سه دسته کلی سیالات حفاری، کنده‌های حفاری و پساب (آب پسماند) تقسیم کرد (Owens, Exxon production Research Co, 1991). با بررسی اطلاعات به دست آمده در مورد سه فاکتور بالا، می‌توان در طرح ریزی یک برنامه خوب و کارا در امر مدیریت پسماند موفق بود که در ادامه هریک به‌اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرد:

#### سیالات حفاری

گل حفاری یکی از مواد بسیار ضروری مورد استفاده در چاه‌های نفت می‌باشد که در شرایط مختلف نوع و میزان افزایش‌های آن متغیر می‌باشد و در اکثر اوقات بدون اینکه تصفیه خاصی روی گل قدیمی صورت پذیرد در محیط زیست رها می‌شود. از دلایل تعویض گل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آلودگی گل توسط سیالات موجود در سازند و نبود امکان تصفیه آن
- بالا رفتن حجم جامدات گل به حدی که نتوان آن را کنترل کرد

- تغییر شرایط زمین شناسی به طوری که تغییر سیستم گل (آبی به روغنی و برعکس) ضروری باشد.

سیستم گل یکی از هزینه برترین قسمت‌های حفاری یک چاه می‌باشد، به همین دلیل پیاده سازی مدیریت پسماند در این قسمت بسیار حیاتی می‌نماید (Kalhor, Mohammadi, 2008). به‌عنوان مثال جدول ۱ حاوی اطلاعات مربوط به میزان افزایش‌های گل در حفاری چاه نفت در جنوب ایران می‌باشد که طی ۳۳۲ روز هزینه‌ای نزدیک به ۱۴ میلیارد ریال صرف گل حفاری این دکل شده است و با نگاهی گذرا به این جدول می‌توان دریافت که حجم قابل توجهی از افزایش‌ها در حفاری این چاه استفاده شده است. همچنین جدول ۲ میزان پسماندی را که هنگام حفاری این چاه توسط سه دستگاه Clay jector، Mud cleaner، و Desander از گل حفاری جدا شده است، نشان می‌دهد (قدیمی جگرلوئی، موذنی، نبئی، روحی و یاوری، ۱۳۸۸).

جدول شماره (۱): تعداد کیسه استفاده شده از برخی افزایش‌های گل در مدت زمان حفاری یک چاه خاص در ایران

استارچ	۱۱۶۰۶۷
باریت	۸۸۳۰۵
بتنایت	۱۵۶۶۱۵
مواد پلیمری	۱۴۳۴
آهک	۶۸۷۹۷
نمک	۴۳۹۷۵
کاستیک	۲۰۸۶

جدول شماره (۲): میزان پسماند جدا شده توسط

دستگاه‌های کنترل جامدات بر حسب بشکه

	Clay jector	Mud cleaner	Desander
کل	۶۳۱۲۹	۵۳۹۲۶	۳۴۱۷
ماکزیمم در روز	۱۰۵	۱۲۲	۷۹

توجه به میزان هزینه‌ها و آمار گفته شده در بالا ضرورت مدیریت پسماند را آشکارتر می‌نماید.

### کنده‌های حفاری

کنده‌های حاصل از حفاری چاه‌های نفت و گاز بر اساس نوع گل حفاری به کار رفته در عملیات حفاری به سه دسته تقسیم می‌شوند (هادی، ۱۳۸۷):

- گل‌های پایه آبی که به‌عنوان مثال شامل کلسیم، پلیمرها یا گلیکول هستند.

- گل‌های حفاری با پایه نیمه روغنی که عمدتاً دربرگیرنده اولفین‌ها و استرها هستند.

- گل‌های پایه روغنی که دارای ترکیبات نفتی یا گازوئیل هستند و بیشترین آسیب را به محیط زیست وارد می‌سازند.

همچنین کنده‌های حاصل با توجه به اینکه حفاری در چه سازندی و چه عمقی در حال انجام باشد نیز دارای خصوصیات خاص خود می‌باشد که در طرح ریزی یک عملیات مدیریت پسماند باید تمامی این فاکتورها مدنظر قرار گیرد تا یک برنامه بهینه و کارا ریخته شده و کمترین آسیب به محیط زیست وارد آید (Alsawaidi, Hun, Marmash & Fatah Hendy, 2004). کنده‌های حفاری باید در درجه اول از نظر سمیت مورد بررسی

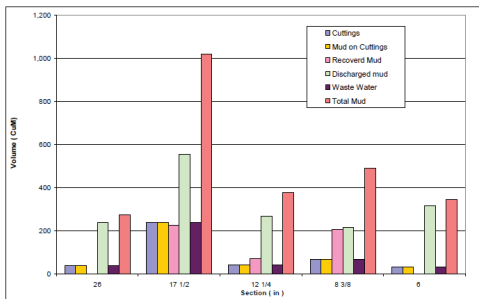
قرار گرفته و پس از پاکسازی کامل آن‌ها از مواد سمی و هیدروکربنی با توجه به شرایط محیطی دفع یا مورد استفاده قرار گیرند. به‌عنوان مثال در قسمت پاکسازی با توجه به اینکه در سال‌های اخیر روش‌های بیولوژیکی نقش مهمی را در پاکسازی و تصفیه مناطق آلوده به مواد نفتی داشته‌اند، استفاده از این روش در تصفیه و پاکسازی کنده‌های حفاری نیز عملی خواهد بود (هادی، ۱۳۸۷). همچنین کنده‌ها می‌توانند پس از پاکسازی به عنوان مواد راهسازی و مواد اولیه تهیه خشت و... مورد استفاده قرار گیرند (still well, Arco oil & Gas Co, 1991).

### پساب (آب پسماند)

شامل آب‌هایی هستند که معمولاً درشتشوی دکل و تجهیزات مورد استفاده قرار گرفته است و یا می‌تواند ناشی از مخلوط شدن آب باران با پسماند گودال گل باشد. با اینکه اهمیت این پسماندها به اندازه گل حفاری نمی‌باشد اما پیاده‌سازی برنامه‌های مدیریت پسماند در آن می‌تواند فواید زیادی به همراه داشته باشد (قدمی جگرلوئی، موذنی، نبئی، روحی و یآوری، ۱۳۸۸).

### حجم پسماند تولیدی

آگاهی از میزان پسماند تولیدی (حجم پسماند) می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. پیمانکار می‌تواند با توجه به میزان پسماندی که تولید می‌شود برنامه‌ریزی‌های خاصی را صورت داده و با کمترین هزینه بهترین نتیجه که همان صیانت از محیط زیست می‌باشد را محقق سازد. به‌طور مثال با توجه به میزان پسماند تولیدی می‌توان از بین حمل و دفع یا درمان و تصفیه پسماند، بهترین اقتصادی‌ترین راه را برگزیند که با کمترین هزینه ممکن بهترین نتیجه محقق گردد (Alsawaidi, Hun, Marmash & Fatah Hendy, 2004). شکل ۱ میزان پسماند تولیدی در مراحل مختلف حفر یک چاه را نشان می‌دهد. با دقت در شکل ۱ می‌توان به این نتیجه رسید که



شکل شماره (۱): میزان حجم پسماند تولیدی در مراحل

مختلف حفر یک چاه خاص،  
(منبع: Exploration & Production, 1993)

هنگام حفاری حفره 17 1/2 بیشترین حجم پسماند تولید شده است که بر این اساس می توان تمهیدات مناسبی جهت مدیریت این پسماندها اتخاذ کرد تا آسیب وارد شده به محیط زیست توسط این پسماندها به حداقل برسد (قدمی جگرلوئی، موذنی، نبئی، روحی و یآوری، ۱۳۸۸).

### بحث و نتیجه گیری

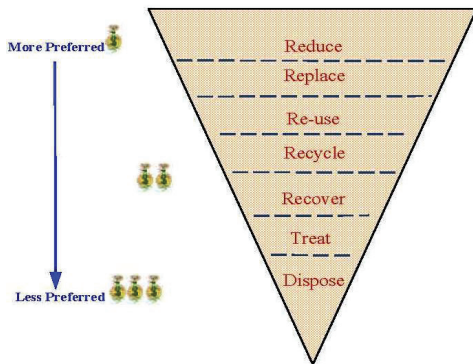
مدیریت پسماند بر پایه مطالعات صورت گرفته: پس از بررسی پسماندهای تولیدی و نیز با در نظر گرفتن شرایط منطقه ای و آب و هوایی و.. می توان یک برنامه بهینه و کارآمد را جهت مدیریت پسماند یک چاه طرح ریزی کرد، به طوری که تا حد امکان از آسیب به انسان و محیط زیست جلوگیری شود. روش های مدیریت پسماند به ترتیب اهمیت عبارت اند از (E. Kerr, Mundy, Mason, Young, Pegors Sedlock, Barrett, Campbell, Eygun, 2008):

- کاهش تولید پسماند (Reduce): در حد امکان از تولید پسماند خودداری شود.
- جایگزین کردن (Replace): مؤلفه هایی که باعث به وجود آمدن پسماند می شوند با موادی دیگر جایگزین شوند.
- استفاده مجدد (Reuse) از پسماندهای تولیدی: از پسماند تولیدی به شکل اولیه دوباره استفاده شود.
- بازسازی (Recycle): از پسماند تولید شده دوباره استفاده شود و از آن ها محصولات جدید تولید شود.
- بازیافت (Recover): از پسماند تولیدی مواد جدید یا انرژی استحصال شود.
- تصفیه پسماندها و بهبود خواص آن ها (Recover): زیان بار بودن پسماند تولیدی کاهش داده شود.

به عنوان مثال فناوری Bioremediation به معنای استفاده عملی و کنترل شده از میکروارگانیسم ها برای تجزیه آلاینده های شیمیایی است و مبنای این تکنیک

فعالیت های بیولوژیکی میکروارگانیسم ها برای تجزیه مواد شیمیایی است که هدف این تکنیک کاهش آلاینده ها به میزانی است که غلظت نهایی آلاینده ها پس از اعمال این روش غیر قابل تشخیص و یا در صورت وجود از میزان مجاز بالاتر نباشد (Daan & Mulder, 1995). به طور کلی مطالعاتی که در خصوص پاکسازی مواد نفتی و روغنی در محیط های دریایی و خاکی انجام شده نشان می دهد که تجزیه بیولوژیکی اجزای آلی موجود در کنده های روغنی، تحت شرایط هوایی وجود دارد (IOE, 1984).

- دفن پسماندهای باقیمانده (Dispose): پسماند تولید شده به محل دیگری انتقال داده شود.
- هفت مورد بالا را می توان در سه دسته کلی کاهش، تصفیه و دفن جای داد. در صورتی که هریک از این عملیات به صورت علمی انجام شوند و اصول استاندارد آن ها به طور کامل پیاده شود می توان مطمئن بود که بهترین شرایط مدیریت پسماند مهیا شده و در این شرایط کمترین زیان به محیط زیست تحمیل گردیده است که در ادامه به این موارد پرداخته خواهد شد. شکل دو روش های گوناگون مدیریت پسماند را به ترتیب اهمیت نشان می دهد.



شکل شماره (۲): روش های مدیریت پسماند به ترتیب اهمیت (منبع: E. Kerr, Mundy, Mason, Young, Pegors Sedlock, Barrett, Campbell, Eygun, 2008)

- C.T.still well, Arco oil & Gas Co, "Area waste Management plan for Drilling and production operation" SPE207113, JPT journal, January 1991.
- C.K.Owens, Exxon production Research Co, "Exploration and production Waste Management Guidelines from the E&P from" SPE27153, Januray 1994.
- M.Kalhor Mohammadi, SPE, NIOC exploration, and K.Tahmasbi, SPE, petroleum University to technology "Drilling waste management plans dr Exploration and production operation in Jran" SPE111941, April 2008.
- dulah Alsawaidi, Christian Hun, SPE, Fuan Marmash & Abdel Fatah Hendy, ADCO, "Comprehensive solution to Drilling waste management" SPE 88673, October 2004.
- Daan, R. and Mulder, M. (1995). Long-term effects of OBM cutting discharges in the sedimentation area of the Dutch continental shelf. NIOZ report 1995-11. NIOZ: Texel, Holland. 25 pp.
- IOE (1984b). Biodegradation of oil adhering to cuttings. Institute of Offshore Engineering, Heriot-Watt University. Edinburgh. IOE/83/188.

## فهرست منابع

- سعید قدمی جگروئی، علیرضا موذنی، محمد نبئی، عباس روحی، چنگیز یآوری «مدیریت پسماند در صنایع نفت امری مهم در جلوگیری از آسیب به محیط زیست» همایش ملی انسان، محیط زیست و توسعه پایدار، ۱۳۸۸.
- علی هادی، «کاربرد میکرو ارگانیس م ها برای تصفیه بیولوژیکی آلاینده های موجود در کنده های حفاری چاه های نفت و گاز» اولین کنگره صنعت حفاری ایران، ۱۳۸۷.
- Exploration & Production (E&P) Guidelines for Waste Management, International Association of Oil & Gas Producers, London, 2007
- Exploration & Production Waste Management Guidelines, International Association of Oil & Gas Producers, Report No.196, London, 1993
- Garland E. Kerr J.M. Mundy K.J. Mason M.J. Young S. Pegors S.R. Sedlock E. Barrett J. Campbell J. Eygun C. " OGP Exploration and Production Waste Management Guidelines", SPE 112861, Nice, France 15-17 April 2008.
- C.T.still well, Arco oil & Gas Co, "Area waste Management plan for Drilling and production operation" SPE207113, JPT journal, January 1991.
- C.K.Owens, Exxon production Research Co, "Exploration and production Waste Management Guidelines from the E&P from" SPE27153, Januray 1994.