بررسی اثرات تخلیه گل و کنده های حفاری بر محیط زیست و بستر زی های در یایی

رضا فولادی فرد[1]

کارشناس ارشد عمران گرایش مهندسی محیط زیست – کارشناس حفاظت محیط زیست شرکت حفاری شمال

چکیده

عملیات حفاری نفت و گاز در دریا می تواند مقادیر زیاد و متنوعی از ترکیبات شیمیایی را از طریق کنده ها و گل حفاری وارد محیط نماید. انواع گل های حفاری شامل گل های با پایه آبی (WBMs) ، با پایه نفتی (OBMs) و با پایه سنتتیک (SBMs) می باشند. گل های SBM هم خصلتهای مطلوبOBMها در زمان بهره برداری را داشته و همچونWBMها از لحاظ زیست محیطی آلودگی کمی دارند. تخلیه مستقیم به دریا ، انتقال به ساحل جهت تصفیه و یا تزریق دوباره به داخل چاه ها از روشهای دفع این گونه گلها می باشد. باریوم و انواع هیدروکربن ها از ترکیبات اصلی گل های حفاری هستند. مطالعات نشان می دهدکه تا چندین سال بعد از اتمام فعالیت تخلیه کنده های حفاری سطح آلودگی رسوبات توسط باریوم و هیدروکربنها در فواصل ۲۵۰متری از اطراف نقطه تخلیه هنوز بالا بوده و بعد از آن کاهش مقادیر هیدرو کربنی با سرعت بالا صورت پذیرفته ولی کاهش مقادیر باریم با شیب کمی ادامه می یابد. همچنین ارزیابی های زیستی نشاندهنده اثرات مخرب تخلیه این پسماندها بر گونه های بستر زی بخصوص تا فاصله ۲۵۰ متری از محل تخلیه و غالب شدن گونه های فرصت طلب می باشد. نتایج نشان می دهد که گونه های بستر زی فورامینیفرا با توجه به خصوصیات بیولوژیکی خود می توانند به خوبی به عنوان بیواندیکاتور در مورد تغییرات زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به اثرات زیست محیطی زیانبار تخلیه این پسماندها پیشنهاداتی از قبیل پروژه مدیریت پسماند در جهت رسیدن به میزان حداقل تخلیه، استفاده از گلهای حفاری با اثرات زیست محیطی کمتر و ارزیابی و آنالیزهای زیست محیطی قبل و بعد از عملیات حفاری می بایست مد نظر قرار گرفته شوند.

کلمات کلیدی: گل حفاری - کنده های حفاری - حفره زی ها - باریوم -هیدروکربنها - اثرات زیست محیطی

[1] مازندران – بهشهر – جنب کشتی سازی صدرا – شرکت حفاری شمال – ۰۹۱۱۹۵۲۵۲۵۲ - rezafd@yahoo.com

Effect of Drilling Cutting Discharge on Marine Environment and Benthic Foraminifera

Reza Fouladi Fard

M. Sc of civil and environmental eng., environmental Expert, North Drilling company

Abstract

Offshore oil and gas drilling operation activity can release many chemical components to environment. Water based muds (WBMs), oil based muds(OBMs) and synthetic based muds(SBMs) are the kinds of drilling muds. SBMs have the good characteristic of OBMs in operation time and so WBMs environmental advantage. Direct discharge to sea, transport to onshore to treatment and repump to well are the disposal methods for this muds. Barium and hydrocarbons are the basic components of drilling muds. Studies show that several year after the end of drilling cutting discharge, the level of sediment pollution by Barium and hydrocarbons around ۲۵۰m of discharge point is high and after that hydrocarbons decrease quickly but Barium decreasing is slowly. Environmental evaluations show the bad effect of this waste on benthic foraminifera specifically around ۲۵۰m of discharge point and increase the opportunistic species.

The results show that the some of benthic foraminifera species can be successfully employed as bio-indicators of environmental change. The suggestions for environmental effect of these waste discharge includes: waste management for reach the zero- discharge, use of low environmental effect mud , environmental assessment and analyses before and after of drilling operation.

Keywords: drilling mud, drilling cutting, Barium, hydrocarbons, environmental effect

۱- مقدمه

بعد از عملیات لرزه شناسی و اکتشاف که منجر به یافتن نواحی ای با وجود نفت شده عملیات اکتشافی نفت آغاز می شود. عملیات حفاری می تواند نفت و مقادیر زیاد و متنوعی از دیگر ترکیبات شیمیایی را از طریق کنده ها و گل حفاری وارد محیط نماید. کنده های حفاری[۱] قطعات شکسته شده کوچکی از سنگها و صخره ها ناشی از عملیات حفاری هستند که در گل حفاری مخلوط شده و همراه گل دفعی خارج می شوند. در هنگام حفاری چاههای اکتشافی و بهره برداری نفت یا گاز ، حفارها از سیالات مخصوصی استفاده کرده که به عنوان *گل*[۲] (گل حفاری) شناخته می شود. انواع گل های حفاری شامل گل های با پایه آبی (WBMs)[۳] ، با پایه نفتی (OBMs)[۴] و با پایه سنتتیک (SBMs)[۵] می باشند در دهه اخیر با توجه به مقررات زیست محیطی اعمال شده توسط ارگانهای همچون U.S.EPA گل های با پایه سنتتیک (SBMs) گسترش بیشتری یافته اند . SBMها هم خصلتهای مطلوبOBMها در زمان بهره برداری را داشته و همچونWBMها از لحاظ زیست محیطی آلودگی کمی دارند.

اهدافی که از استفاده گل های حفاری مد نظر است به شرح زیر می باشد:

- انتقال کنده های حفاری به سطح جهت دفع
- خنک سازی و تمیزکاری مته
- تامین و نگهداری توازن فشار در چاه
- روانکاری طول مته و نوک آن
- کاهش اصطکاک در درون چاه
- درزگیری و آب بندی شیارها و حفره ها
- تثبیت دیواره چاه[۱،۲،۳،۴].

کنده های حفاری توسط روشهای فیزیکی از قبیل لرزاننده ها[۶] و سیکلونهای آبی[۷] و غیره جداسازی شده و گل حفاری بازیافت می شود. اغلب این خرده های حفاری ممکن است مستقیماً به محیط دریایی تخلیه شوند اما در صورتیکه از گل هایی با پایه روغنی استفاده شود بر اساس قوانین منطقه ایی ممکن است از روشهایی همچون تخلیه مستقیم به دریا(روش منسوخ) ، انتقال به ساحل جهت تصفیه و یا تزریق دوباره به داخل چاه ها جهت دفع آنها استفاده شود[۵].

یک سکوی حفاری می تواند بعد از حفاری حدود۵۰ چاه در حدود ۶۰۰۰۰ مترمکعب گل حفاری و ۱۵۰۰۰ مترمکعب کنده های حفاری را تخلیه نماید. گل های حفاری از عوامل ژله ساز و ضد لخته شدگی (بنتونیت) ، عوامل کنترل فیلتراسیون ، مواد کنترل کننده یونها و pH ، باریتها ، مواد کشنده (بایوساید[۸]) ، مواد ضد خوردگی ، مواد روانساز، عوامل ضد کف و عناصر فلزات سنگینی همچون آرسنیک ، باریوم ، کرم ، کادمیم ، سرب ، جیوه و غیره تشکیل می شوند [۶،۲،۱]. هزاران ترکیب متفاوت از این مواد قابل استفاده بوده و شرکتهای مختلف نفتی هرکدام ترکیب مخصوص خود را که معمولاً اطلاعات آن محرمانه می باشد استفاده می کنند[۲].

---

۱ - drilling cutting
۲ - mud
۳ - water-based muds
۴ - oil-based muds
۵- synthetic-based mud
۶ - shale shakers
۷ - hydrocyclones
۸- biocide

۲- مواد و روشها

این تحقیق از نوع مطالعات مروری بوده و حاصل مقایسه نتایج مقالات انجام شده و نتیجه گیری جهت شرایط حاضر می باشد.

۳- مقررات مربوط به گل ها و کنده های حفاری

اصول عمومی تدوین شده در UNCLOS [۱] و MARPOL ۷۳/۷۸ در خصوص مدیریت پسماندها در فعالیتهای دریایی از مهمترین مقرراتی است که مورد استفاده قرار می گیرند. به علت اینکه شواهد جدید علمی نشان می دهند که تاثیرات اکولوژیکی پسماندهای حفاری می تواند بیشتر از آنچه فرض شده باشد اغلب دولتها شدیداً به دنبال رسیدن به *حداقل میزان تخلیه*[۲] هستند[۶]. برخی اتحادیه های اروپایی اهداف عمومی را جهت رسیدن به حداقل میزان تخلیه نفت در آبهای اروپا تا سال ۲۰۲۰پیشنهاد داده اند که پیمانکاران دریایی اروپایی بصورت فعالی در خصوص مخالفت با آن تبلیغ میکنند[۳]. تخلیه گلهای حفاری با پایه نفتی در دریا در بسیاری از مکانها ممنوع گردیده است. گلهای حفاری با پایه نفتی وکنده های حفاری ناشی از آنها در برخی جاها همچون کانادا، ایالات متحده، دریای بالتیک(هِلکوم[۳]) ، دریای شمال و اقیانوس اطلس شمال شرقی می بایست جهت تصفیه به ساحل برده شوند[۷]. گل های با پایه آبی و سنتزی تحت روشهای OSPAR و Helcom به منظور سنجش پتانسیل تجمع بیولوژیکی و تجزیه پذیری بیولوژیکی تست می شوند. اجازه تخلیه تنها در مواقعی داده می شود که گل ها به محیط زیست آسیبی نرسانند. WWF استدلال می کند که این تست ها محدود بوده و کامل اثرات تجمعی و اکولوژیکی را ارزیابی نمی کند. تخلیه کنده های حفاری در صورتیکه حاوی بیش از یک درصد نفت باشند توسط OSPAR و Helcom بسختی ممنوع اعلام گردیده است. تحت قوانین Helcom غلظت جیوه و کادمیم نباید بیش از یک میلی گرم بر کیلوگرم از لجن باشد[۲].

۴- تاثیرات کنده ها و گل حفاری بر محیط زیست دریا

ازهمان ابتدای شروع عملیات های حفاری ، کنده های حفاری و مواد دفعی مرتبط مورد توجه جدی بوده اند و مطالعات در جهت کاهش سمیت و تجزیه پذیر بودن بیولوژیکی گل های حفاری توسعه داده شده اند. به هر حال تخلیه کنده های حفاری تاثیرات بدی را بر اکوسیستم دریایی نشان داده و احیا و استقرار دوباره جنس و گونه های زیستی دریایی بعد از اتمام تخلیه این مواد بخصوص در اقلیم های گرمسیری و نیمه گرمسیری را دچار مخاطرات فراوانی کرده است. بنابراین بهترین روش که می بایست رواج یابد مقدارسنجی اثرات زیست محیطی دفع کنده های حفاری در طول و پس از اتمام دفع این مواد می باشد[۸].

کنده های حفاری دارای مقادیر قابل توجهی از هیدروکربنها بوده که توسط جریانات آب و و اختلاط زیستی[۴] با رسوبات ترکیب می شوند. این تخلیه ها می توانند باعث افزایش اتروفیکاسیون[۵] (شکوفایی جلبکی) و در نتیجه افزایش نیاز اکسیژن گیری(BOD) اکوسیستم شود. ترکیبات هیدروکربنی سمّی می توانند مسئول ایجاد شوک زیست محیطی و تاثیر بر فراوانی گونه های زیستی شوند. تحت شرایط شک برخی از گونه ها ازبین رفته و در مقابل آنهایی که مقاومت بالایی دارند افزایش یافته

---

[۱] - United Nations Convention on Law of the Sea
[۲] - zero-discharge
[۳] -Helcom
[۴] - bioturbation
[۵] - eutrophication

و گونه هایی با مقاومت بالا در مقابل شک ظاهر می شوند. هیدروکربنها در شرایط هوازی مرز آب و رسوب توسط ارگانیزمهای هوازی و همچنین توسط ارگانیزمهای بی هوازی در داخل رسوب قابل تجزیه هستند. برخی ارگانیزمهای هوازی می توانند بداخل رسوبات نفوذ کرده و برخی ترکیبات احیاء شده نظیر هیدروکربنها را به مرز آب و رسوب که دارای اکسیژن لازم می باشد انتقال می دهند. [۸].

غلظت هیدروکربنها در رسوبات با افزایش فاصله از سکوی حفاری کاهش می یابد. در مطالعه ای که در حوضه N'Kossa (در ناحیه حاره ای شرق اقیانوس اطلس)انجام گرفت نشان داد که چهار سال طول کشید تاپس از اتمام فعالیتهای حفاری مقادیر هیدروکربها در فواصل ۱۰۰تا ۵۰۰ متری از محل تخلیه قابل مقایسه با مقادیر نرمال زمینه شود [۵،۹].

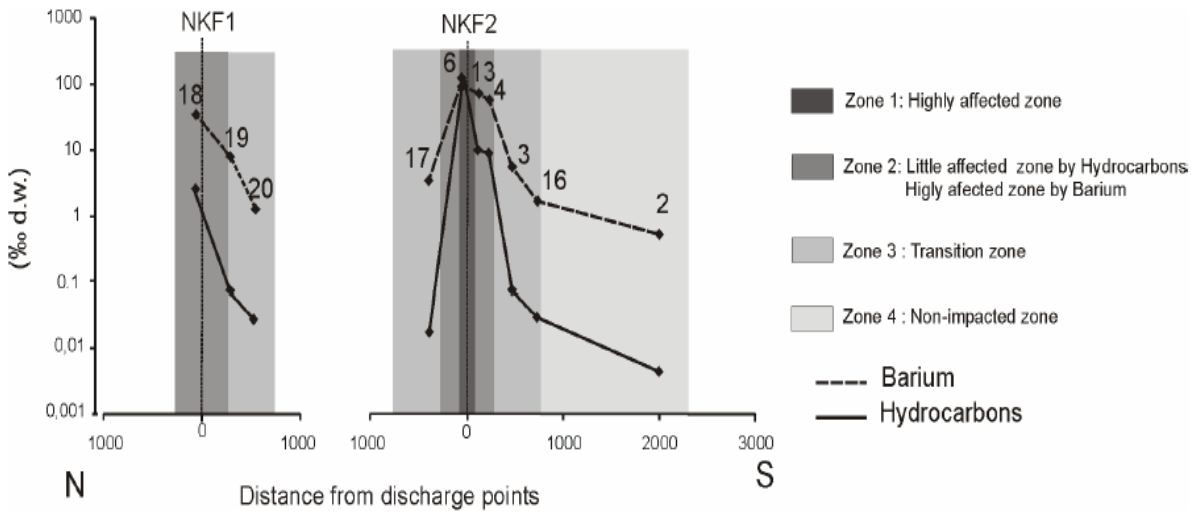
یکی از ترکیبات اصلی گل حفاری باریوم ($BaSO_4$) بوده که بنابر این می تواند ردیاب خوبی جهت یافتن محل تخلیه گل حفاری باشد. در حوضه N'Kossa غلظتهای باریوم در اطراف محل تخلیه بالا بوده و افزایش غلظت آن تا ۷۵۰ متری از محل تخلیه دیده شده است[۵،۹]. Mojtahid و همکاران مطالعه ای بر روی اثرات دوریزهای حفاری بر موجودات بستر زی در دو سایت NKF_1 و NKF_2 (از سایت های عملیاتی نفتی حوضه N'Kossa) انجام دادند این مطالعه یک پروژه تحقیقاتی بوده که بین سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۳ توسط موسسه «اینفرمر»(یک موسسه تحقیقاتی فرانسوی در خصوص بهره برداری از دریا) با همکاری شرکت «توتال» با اهداف زیر سازماندهی شده است:

۱- ارزیابی کمی اثرات کنده های حفاری آلوده شده به گل حفاری با پایه نفتی بر اکوسیستم کفزی.

۲- به منظور نظارت بر عملیات دوباره کلنی سازی (میکروارگانیزمها) پس از اتمام فعالیت دفع کنده های حفاری.

در این مطالعه نشان دادند که که غلظتهای بالاتری از باریوم نسبت به هیدروکربنها در محلهای دورتری از محوطه تخلیه پیدا می شوند(تا ۲۵۰ متری از محوطه تخلیه ، شکل شماره ۱).که دلیل آن را تمایل به تجزیه هیدرو کربها و باقی ماندن باریوم بیان نمودند [۸].

شکل شماره یک غلظت هیدرو کربن و باریوم را در لایه سطحی رسوبات را در اطراف دو سایت NKF_1 و NKF_2 نشان می دهد که با توجه به غلظتهای بدست آمده ۴ ناحیه در آن قابل تشخیص می باشد .



شکل شماره۱: *میزان آلودگی با هیدروکربنها و با ریوم بر اساس فاصله از اطراف محل تخلیه [۸].*

ناحیه ۱: منطقه با اثر پذیرفتگی بالا (۷۰ متری از اطراف نقطه تخلیه) که این ناحیه با مقادیر بالایی از باریوم و هیدرو کربنها آلوده شده است.

ناحیه ۲- منطقه با اثر پذیرفتگی پایین هیدروکربنی و اثر پذیرفتگی بالای باریوم (۲۵۰متری از اطراف نقطه تخلیه) که آلایندگی هیدرو کربنها در این ناحیه متوسط بوده ولی غلظتهای بالای باریوم وجود دارد.

ناحیه ۳- منطقه انتقالی (فاصله ۲۵۰-۷۵۰ متری از نقطه تخلیه) در این ناحیه آلایندگی هیدروکربنی کاهش یافته اما مقادیر باریوم کاهش کمی داشته است.

ناحیه ۴- منطقه تاثیر نپذیرفته (فاصله ۲ کیلومتری از محل تخلیه)که تقریبا به مقادیر زمینه ای نزدیک شده اما هنوز مقادیر باریوم بالا می باشند.

حفره ها و سوراخهای موجود در محیط کف دریا از آغازیان پر می باشند.[۱۰] به خاطر کوتاه بودن دوره زندگی این آغازیان، تنوع زیستی بالا و ملزومات اکولوژیکی خاص این گونه ها ، واکنش سریع حفره ها به تغییرات محیطی ، می توانند به خوبی به عنوان بیواندیکاتور در مورد تغییرات زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرند [۱۱]. حفره ها معمولاً به وفور یافت و گردآوری می شوند لذا جمع آوری داده ها به منظور آنالیز آماری منطقی آنها آسان است. بعلاوه اغلب گونه های بستر زی همچون فورامینیفرا [۱] پوسته های کربناتی از خود ترشح کرده که می تواند به عنوان مدارک فسیلی مد نظر قرار گرفته و می تواند جهت شناسایی خصوصیات شرایط پایه و بازسازی موقیت اکوسیستمی قبل از نمونه برداری مورد استفاده قرار گیرد[۸].

در مطالعاتی توسطResig و Watkins انجام گرفته است نشان داده شد که گونه های بستر زی فورامینیفرا می توانند به عنوان بیواندیکاتور (شاخص آلودگی) مورد استفاده قرار گیرند [۱۲،۱۳]. در دهه اخیر حفره ها جهت پایش آلودگی محیط های آبی به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته اند، از آن جمله است ؛ مطالعه اثرات تخلیه مواد نفتی بر نواحی ساحلی که در معرض جزر و مد می باشند[۱۴]، بنادر تحت تاثیر آلودگی فلزات سنگین [۱۵]، و بسترهای کف دریا اوترفیک شده [۱۶،۱۷] .

در مطالعه انجام شده توسطMojtahid وهمکاران نمونه هایی از گونه های بستر زی فورامینیفرا در ۹ مکان در عمق تقریبی ۱۸۰ متری در نواحی دو سایت حفاری که در آنجا کنده های حفاری در طول سالهای ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۹ ریخته شده بود گرفتند در این نمونه گیری اهداف زیر مد نظر بوده است:

۱- ترکیب و دانسیته گونه های زنده (گونه های حفره ای می توانند ۳ ماه تا ۲ سال عمر می کنند[۱۰]).

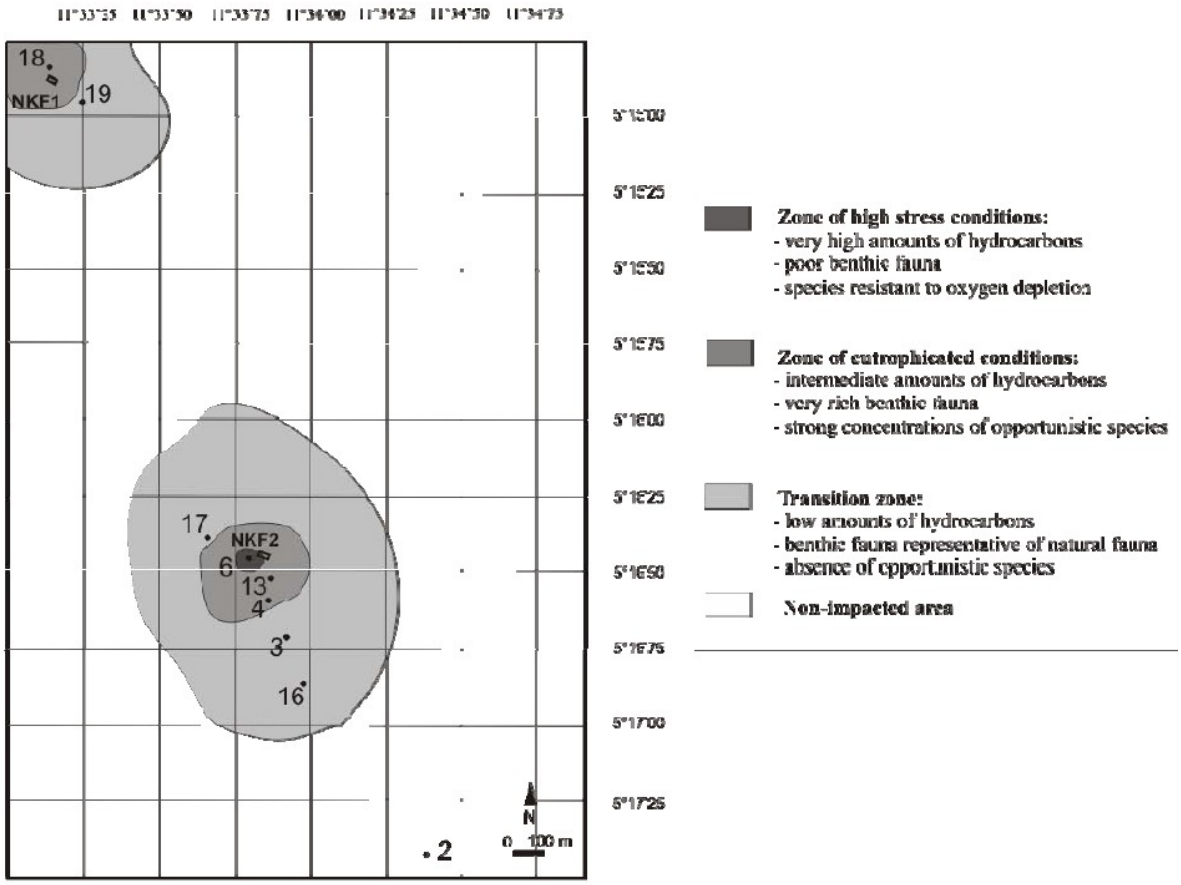
۲- توزیع عمودی گونه های زنده در چند سانتی متر اول رسوب.

۳- ترکیب گونه های قدیمی حفاظت شده در چند سانتی متری رسوب که مقایسه آنها با گونه های زمینه می تواند گونه های شاخص را معیین کنند.

شکل شماره ۲ با توجه به آنالیزهای گونه های بستر زی فورامینیفرا انجام شده چهار ناحیه را از لحاظ اثر پذیرفتگی بیولوژیکی مشخص کرده است .

---

[۱] - foraminifera



شکل شماره۲: *نواحی مشخص شده بر اساس اثر پذیرفتگی بیولوژیکی [۸]*

۱- ناحیه با شرایط شک بالا : که در فاصله ۱۰۰ متری از محل تخلیه است دارای فونهای بسیار کمی بوده و تنها دارای گونه های مقاوم به کاهش اکسیژن (*Gyroidina* sp.۱., *Bolivina* spp., *Bulimina* spp و *Trifarina pauperata*.) می باشد خصوصیت این ناحیه شامل:

- وجود مقادیر بالای هیدروکربن.
- تعداد خیلی کم گونه های بستر زی.
- وجود گونه های مقاوم به کاهش اکسیژن.

۲- ناحیه با شرایط اتروفیک: که در فواصل ۱۰۰ تا ۲۵۰ متری از محل تخیله قرار دارد دارای فونهای مختص محیط های اوتروفیک که بطور مشخص و با دانسیته بالا و غلبه زیاد گونه های فرصت طلب (Bulimina aculeata, Bulimina marginata, Textularia sagittula, Trifarina bradyi and Bolivina spp) در این ناحیه وجود دارد خصوصیت این ناحیه شامل:

- وجود مقادیر متوسط هیدروکربنها.
- وجود مقادیر زیاد گونه های بستر زی.
- غلظتهای بالای گونه های فرصت طلب.

۳- ناحیه انتقالی : در فواصل ۲۵۰تا ۷۳۰ متری از محل تخلیه قرار داشته و حالت انتقالی را از خود نشان داده و تاثیرات محیطی در این ناحیه کاهش یافته اما هنوز محسوس است . دانسیته فونها پایین بوده اما ترکیب فونها هنوز نشان از افزایش کم گونه های فرصت طلب را نشان می دهد خصوصیت این ناحیه شامل:

- وجود مقادیر پایین هیدروکربنها.
- حضور گونه های بستر زی در فون طبیعی .

۴- ناحیه تحت تاثیر واقع نشده [۸].

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

گل ها و کنده های حفاری با توجه به ماهیت فیزیکی و شیمیایی خود برای محیط زیست دریا و بخصوص بستر دریا خطرآفرین بوده و باعث آلودگی هایی شیمیایی و هیدرو کربنی بستر دریا و اثر بر بستر زی های کف دریا می شوند. آنالیزهای شیمیایی انجام شده نشان می دهند که تا چند سال بعد از اتمام فعالیت تخلیه کنده های حفاری سطح آلودگی رسوبات توسط باریوم و هیدروکربنها در فواصل ۲۵۰متری از اطراف نقطه تخلیه هنوز بالا بوده و بعد از آن کاهش مقادیر هیدروکربنی با سرعت بالا صورت پذیرفته ولی کاهش مقادیر باریم با شیب کمی ادامه می یابد.

تغییر فونهای بستر زی با توجه به شرایط زیست محیطی به فاصله از محل تخلیه مواد بستگی داشته و مقادیر مربوط به ترکیب و دانسیته فونهای بستر زی در مقایسه با مقادیر پایه ای سایت می تواند سه منطقه *با مقدار شک بالا* منطقه با *شرایط اوتروفیک* و منطقه *انتقالی* را نمایان کند . نتایج نشان می دهد که گونه های بستر زی فورامینیفرا شاخصهای خوبی برای پایش اثرات تخلیه کنده های حفاری بر محیطهای دریایی باز می باشند. پس از چهار سال از اتمام عملیات حفاری و تخلیه کنده ها اثرات عنوان شده به مقدار زیادی محدود به ۲۵۰متری اطراف محل تخلیه می شوند.

با توجه به عملیاتهای حفاری انجام شده در آبهای جنوب و عملیاتهای پیش رو در شمال کشور توصیه می شود ابتدا پروژه مدیریت پسماند جهت دستیابی به تخلیه صفر (zero-discharge) در اولویت قرار گرفته و از گلهای با اثرات زیست محیطی کمتر همچون گل های با پایه آبی و گلهای با پایه سنتتیک استفاده شود و مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی و آنالیزهای پایشی قبل و بعد از انجام پروژه حفاری صورت پذیرد.

۶- منابع و مآخذ

۱- Steiner, R., ۲۰۰۳. Background document on offshore oil for Stakeholders of the Baltic Sea region. Unpublished report available via the authors.

۲- Wills, J.W.G., ۲۰۰۰. Muddied Waters - A Survey of Offshore Oilfield Drilling Wastes and Disposal Techniques to Reduce the Ecological Impact of Sea Dumping. Ekologicheskaya Vahkta Sakhalina, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia ۱۳۹ pp.

۳- Kloff, S., Wicks, C.,(۲۰۰۴), Environmental management of offshore oil development and maritime oil transport, A background document for stakeholders of the West African Marine Eco Region.

۴- Burke, C. J. , and Veil, J. A. ,(۱۹۹۵), Potential Environmental Benefits Regulatory Consideration of Synthetic Drilling Muds, U.S. Department of Energy Office of Policy Under Contract No. W-۳۱-۱۰۹-Eng-۳۸.

۵- Dalmazzone Ch., Blanchet D., Lamoureux S., Dutrieux E., Durrieu J., Camps R. and Galgani F., ۲۰۰۴. Impact of Drilling Activities in Warm Sea: Recolonization Capacities of Seabed. Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP, ۵۹, ۶۲۵-۶۴۷.

۶- Patin, Stanislav, ۱۹۹۹. Environmental impact of the offshore oil and gas industry, EcoMonitor Publishing East Northport, N.Y. ۴۲۵ pp. Also available on www.offshore-environment.com.

۷- OSPAR, ۲۰۰۰. Quality status report ۲۰۰۰ for the North East Atlantic. http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html

۸- Mojtahid M., Jorissen F., Durrieu J., Galgani F., Howa H., Redois F., Camps R., ۲۰۰۶, "Benthic foraminifera as bio-indicators of drill cutting disposal in tropical east Atlantic outer shelf environments", Marine Micropaleontology, Vol. ۶۱, Issues ۱-۳, Pages ۵۸-۷۵.

۹- Durrieu J. and Bouzet Ph., ۲۰۰۴. Seabed Recolonisation: N'Kossa Case. Society of Petroleum Engineers Inc. SPE ۸۶۷۱۰. Calgary. ۸ p.

۱۰-Murray, J.W., ۱۹۹۱. Ecology and distribution. BENTHOS'۹۰, Sendai, Tokai University Press.

۱۱- Kramer and Botterweg, ۱۹۹۱. Aquatic biological early warning systems: an overview. In: Jeffrey, D.W., Madden B. (eds) Bioindicators and environmental management. Academic press, London, ۹۵-۱۲۶.

١٢- Resig, J.M., ١٩٦٠. Foraminiferal ecology around ocean outfalls off southern California. In: E.Person (Editor), Disposal in the marine environment. Pergamon Press, London, pp. ١٠٤-١٢١.

١٣- Watkins, J.G., ١٩٦١. Foraminiferal ecology around the Orange County, California, ocean sewer outfall. Micropaleontology ٧(٢), ١٩٩-٢٠٦

١٤-Morvan, J., Le Cadre, V., Jorissen, F. and Debenay, J.P., ٢٠٠٤. Foraminifera as potential bioindicators of the « Erika » oil spill in the Bay of Bourneuf : Field and experimental studies. Aquatic sliving resources, ١٧, ٣١٧-٣٢٢.

١٥- Armynot du Châtelet, E., Debenay, J. P., and Soulard, R., ٢٠٠٤. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. Environmental Pollution ١٢٧, ٢٧-٤٠.

١٦-Yanko, V. and Flexer, A., ١٩٩١. Foraminiferal benthonic assemblages as indicators of pollution (an example of north- western shelf of the Black Sea). Third Annual Symp. on the Mediterranean Margin of Israel. Haifa-Israel, ٥pp.

١٧- Sharifi, A.R., Croudace, I.W. Austin, R.L., ١٩٩١. Benthic foraminiferids as pollution indicators in Southampton Water, southern England, UK. Journal of micropaleontology ١٠ (١), ١٠٩- ١١٣.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.