



استفاده از فوران گیرهای سطحی به همراه سیستم ESG در سکویهای نیمه شناور حفاری

محمد کاظم اولیایی*

چکیده:

امروزه با توجه به کشف میادین نفتی در آبهای فوق عمیق (تا ۱۰۰۰۰ فوت) استفاده از تکنولوژیهای پیشرفته تر در استحصال نفت و گاز چه به لحاظ تکنیکهای عملیاتی و رعایت نکات ایمنی و چه به لحاظ کاهش هزینههای تمام شده را شایسته توجه فراوان می کند.

تاکنون سکویهای حفاری دریایی نسل چهارم و پنجم با نرخ روزانه بالا برای حفاری در اعماق زیاد به کار گرفته می شد که در این حالت از فوران گیرهای زیردریایی استفاده می شد. ولی اخیراً طرح به کار بردن فوران گیرهای سطحی به همراه سیستم ESG^۱ به عنوان گزینه ای دیگر در حفاری آبهای عمیق مطرح شده است که می تواند دارای مزایای بسیاری تحت شرایط خاص و معینی باشد.

این سیستم که به مراتب کوچکتر از سیستم فوران گیرهای زیردریایی می باشد، استفاده از سکویهای قدیمی نسل دوم و سوم را حتی در حفاری آبهای عمیق مقدور می سازد که خود باعث کاهش چشمگیر هزینههای حفاری خواهد شد.

واژه های کلیدی: سکوی نیمه شناور - آبهای عمیق - فوران گیرهای سطحی - ریزرهای با فشار کاری بالا - کنترل فوران

مقدمه

در سالهای اخیر صنعت حفاری به سمت حفاری چاه های نفت و گاز در آبهای عمیق روی آورده است. این گونه چاهها ممکن است در شرایط ویژه ترمودینامیکی (دمای پایین و فشار بالا) و دارای مرز بسیار ناچیزی بین فشار مخزن و فشار شکست (Fracturing Pressure) باشند، که این شرایط مخصوصاً در بخش کنترل چاه باعث به وجود آمدن پاره ای مشکلات در عملیات حفاری می شود. در گذشته در حفاری این گونه چاهها از فوران گیرهای زیردریایی (Subsea BOP) که در کف دریا نصب می شدند به همراه ریزرهای با فشار کاری پایین (Low Pressure Riser) که تا سطح آب ادامه داشتند استفاده می شد. این سیستم از لحاظ کنترل چاه دارای محدودیت های زیاد بود. به طور مثال زمان بسته شدن فوران گیرها به حدی است که باعث ورود قسمتی از سیال درون سازند به داخل ریزرها می شود. همچنین طولانی بودن خطوط کاهنده (Choke) و کشتن چاه (Kill) که باعث افت فشار اصطکاکی قابل توجهی می شود

و عملیات کنترل چاه را به خطر می اندازد. همچنین اجزا مختلف فوران گیرها به دلیل وجود شرایط ترمودینامیکی خاص در معرض خرابی های مکرر و عملکردهای ناصحیح قرار می گیرند که باعث افزایش زمان هرز رفته و غیرمولد^۲ (NPT) می شود. بنابراین برای غلبه کردن بر مشکلات سیستم های قبل و کاهش دادن هزینه های مربوطه، با توسعه صنعت استفاده از فوران گیرهای سطحی (Surface BOP) مانند سکویهای جک آپ، به همراه استفاده از ریزرهای با فشار کاری بالا (High pressure Riser) رواج پیدا کرد. البته استفاده از فوران گیرهای سطحی بر روی سکویهای نیمه شناور نیز خود دچار محدودیت هایی بود که از آن جمله می توان به عدم وجود یک مسدودکننده ثانویه سر چاه برای مسدود کردن در شرایط اضطراری شکسته شدن ریزرها نام برد. با بررسی و ارزیابی ریسک^۳ (QRA) روی فوران گیرهای سطحی، مشخص شد که نیاز به یک وسیله مسدود کننده (Shut off device) روی مسیر گل برگشتی (Mud line) برای کاهش اثرگذاری روی محیط در شرایط شکسته

* کارشناس نصب و کنترل تجهیزات زیردریایی و سر چاهی - شرکت حفاری شمال

1. Environmental Safe Guard
2. Non Productive Time
3. Quantitative Risk Assessment

شدن رایزر ضروری است.

در این مقاله پیرامون توسعه ESG و به موازات آن طراحی رایزرها متناسب با آن صحبت خواهد شد.

۲- حفاری با استفاده از فوران گیرهای سطحی
 ۳- حفاری با استفاده از فوران گیرهای سطحی به همراه استفاده از ESG در بستر دریا.

احتمال وقوع فوران چاه در هنگام استفاده از فوران گیرهای زیردریایی در مقایسه با فوران گیرهای سطحی یکسان است. ولی از دیدگاه محیط زیست، استفاده از فوران گیرهای سطحی آثار جانبی نامطلوبی دارد که به دلیل شکسته شدن رایزرها می باشد.

براساس اطلاعات به دست آمده در ارزیابی ریسک مشخص شد که دو عامل مهم برای کاهش دادن خطر آلودگی محیط در زمان شکسته شدن رایزرها (در صورت استفاده از فوران گیرهای سطحی) ضروری است:

- ۱- نیاز به یک فونداسیون مستحکم جهت کاهش خطر شکسته شدن رایزرها در بالای مسیر گل برگشتی (Mud line)
 - ۲- وسیله ای جهت بستن چاه در بستر دریا (Shut-off device).
- در ضمن استفاده از این وسیله به باز گشتن به محل چاه پس از جدا شدن در شرایط اضطراری کمک می کند (Re-entry).

Consequences	Catastrophic			X	YZ			
	Major			X	Z	Y		
	Severe				XYZ			
	Minor				XZ	Y		
		Very remote 10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	Remote 10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁴	Low prob 10 ⁻⁴ - 10 ⁻³	Possible 10 ⁻³ - 10 ⁻²	Probable 10 ⁻² - 10 ⁻¹	Frequent 10 ⁻¹ - 10 ⁰	
		Frequency per year						

Key: X = Subsea stack;
 Y = Surface stack;
 Z = Surface stack with ESG

شکل-۱: بررسی پیامد و احتمال شکسته شدن رایزرها در طول سال در صورت استفاده از فوران گیرهای سطحی به تنهایی، زیردریایی و فوران گیرهای سطحی به همراه ESG

۲- طراحی و توسعه ESG

براساس ارزیابی ریسک و با در نظر گرفتن نتایج استفاده از فوران گیرهای سطحی، طراحی و توسعه داده شد. ESG از پایین به بالا از قسمت های زیر تشکیل شده است (شکل-۲):
 ۱- وسیله متصل کننده هیدرولیکی (Collect Connector) با اندازه

۱- فوران گیرهای سطحی (Surface BOP)

استفاده از فوران گیرهای سطحی در سکوهای نیمه شناور دارای مزایای زیادی نسبت به استفاده از فوران گیرهای زیردریایی است که به شرح ذیل می باشد:

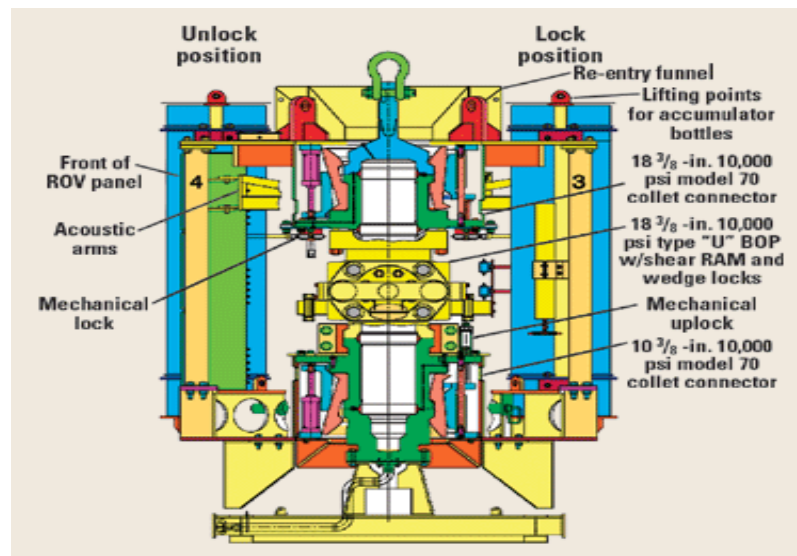
۱- کاهش هزینه ها: حفاری در اعماق حدود ۲۰۰۰ متر و استفاده از فوران گیرهای زیردریایی نیازمند استفاده از سکوهای نیمه شناور نسل پنجم با نرخ روزانه ۲۰۰۰۰۰ دلار می باشد در حالی که در همین عمق با استفاده از فوران گیرهای سطحی می توان از سکوهای نیمه شناور نسل سوم با نرخ روزانه ۸۰۰۰۰ دلار استفاده کرد (ارقام مربوط به سال ۲۰۰۲ میلادی می باشد). همچنین استفاده از این سکوها منجر به کاهش هزینه های بالای جابه جایی سکو می شود.

۲- بهینه شدن عملیات حفاری: استفاده از BOPهای سطحی باعث کاهش زمان صرف شده جهت راندن و برداشتن BOP به همراه رایزرها در اعماق زیاد می شود.

۳- کاهش زمان غیرمولد و غیرفعال سکو (NPT): فوران گیرهای سطحی دارای سیستم کنترل ساده تری نسبت به نوع زیردریایی می باشد و احتمال خرابی آنها به مراتب کمتر می باشد و در صورت نیاز به تعمیرات، زمان بسیار کمتری مورد نیاز است چرا که در صورت استفاده از فوران گیر نوع زیردریایی، مدت زمان بسیاری صرف بالا کشیدن آن تا سطح می شود.

۴- کنترل فوران: در صورت استفاده از فوران گیرهای سطحی، به دلیل کاهش یافتن خطوط Choke و Kill، فرایند کنترل فوران بسیار ساده تر خواهد بود. براساس تحقیقات انجام گرفته در مورد ارزیابی میزان ریسک موجود (QRA)، ملاحظه شد که عوامل زیر می تواند باعث به وجود آمدن فوران چاهها شود:

- (۱) حفاری در مخازن پرفشار؛
 - (۲) شکسته شدن رایزرها به دلیل خارج شدن لنگرها از حالت نرمال؛
 - (۳) تصادف بین کشتی ها با سکوی حفاری.
- همچنین احتمال وقوع فوران بستگی به شرایط زیر دارد: (شکل-۱)
 ۱- حفاری با استفاده از فوران گیرهای زیردریایی

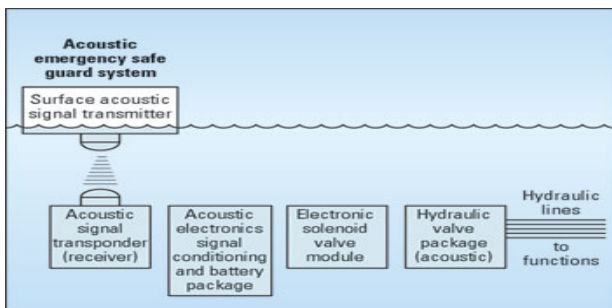


شکل-۲: نمای کلی سیستم ESG

سیستم کنترل صوتی ESG از دو قسمت سطحی و زیردریایی تشکیل شده است (شکل-۳):

بخش نصب شده در سطح، از یک فرستنده و گیرنده و یک پانل کنترل لمسی که بر روی سکو نصب شده تشکیل شده است. علاوه بر این برای کنترل ESG از راه دور، واحدی قابل حمل بر روی عرشه وجود دارد که به یک ترانسدیوسر (فرستنده و گیرنده) غوطه‌ور متصل می‌باشد.

در بخش زیردریایی سیستم کنترل، دو فرستنده و گیرنده زیردریایی در دو طرف ESG نصب شده است. همچنین یک واحد کنترل زیردریایی^۵ (SCU) جهت کنترل شیرهای عمل‌کننده صوتی مربوطه در نظر گرفته شده است.

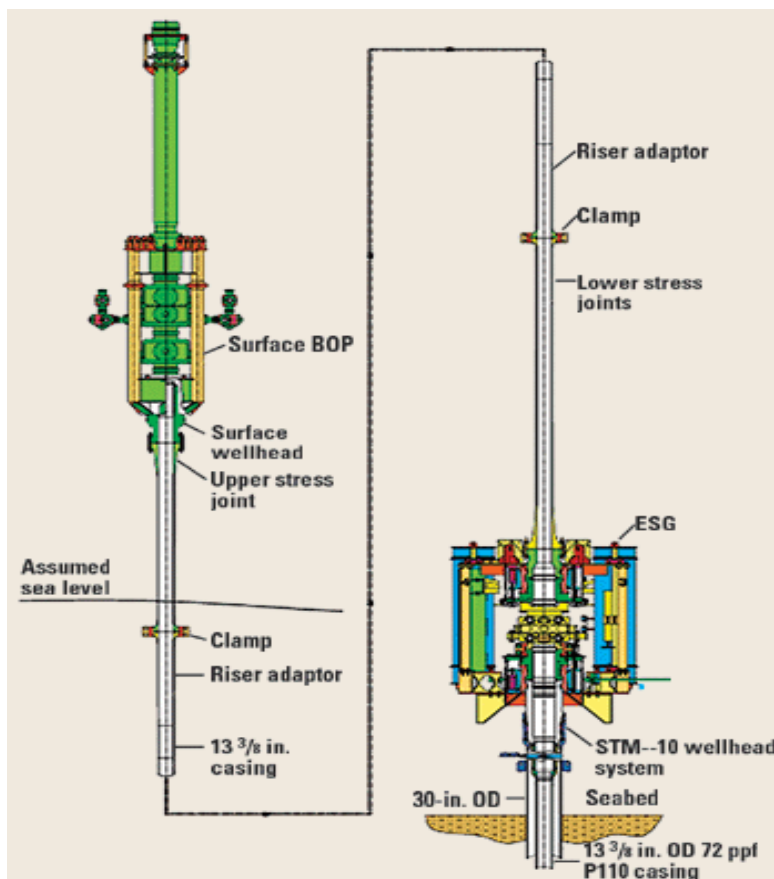


شکل-۳: سیستم کنترل ESG به روش آکوستیکی

- ۱- فشار کاری ۱۰۰۰۰ PSI و ۱۸ ۳/۴"
- ۲- فوران گیر برشی (Shear Ram) مدل U و اندازه ۱۸ ۳/۴"
- ۳- وسیله متصل‌کننده هیدرولیکی (Collect Connector) با اندازه ۱۸ ۳/۴" و فشار کاری ۱۰۰۰۰ PSI
- دلیل انتخاب و استفاده از تجهیزات فوق با اندازه ۱۸ ۳/۴" شامل موارد زیر می‌باشد:
- وجود بارهای خمشی زیاد اعمال شده بر روی رایزرها ناشی از انحراف سکو
- در دسترس بودن تجهیزات مربوطه (عدم دسترسی به تجهیزات مربوط به ۱۳ ۵/۸)
- محدود بودن زمان بین طراحی تا انجام عملیات
- استفاده مجدد از تجهیزات به کار رفته

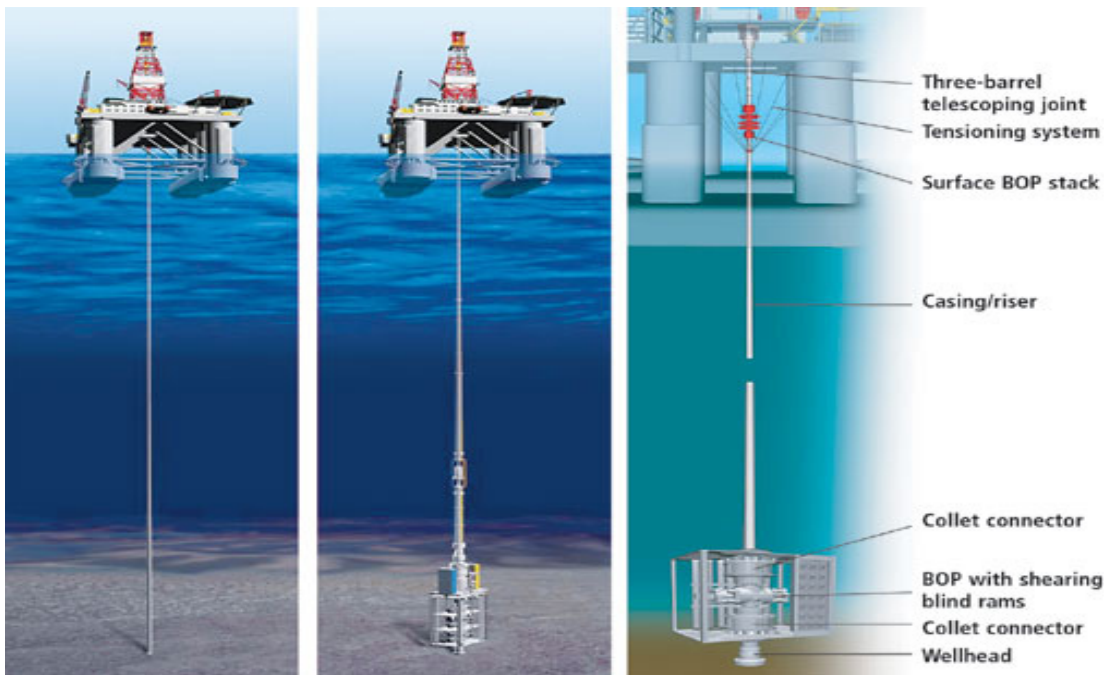
هدف از قرار دادن این فونداسیون، تقویت قسمت زیرین مسیر گل برگشتی در بستر دریا است با این دیدگاه که در صورت شکستگی رایزرها، این اتفاق فقط در قسمت بالای ESG رخ دهد تا بتوان دوباره به محل چاه بازگشت (Re-entry).

سیستم کنترل فوران‌گیرهای سطحی نسبت به نوع زیردریایی ساده‌تر و به صورت الکترو هیدرولیکی صوتی می‌باشد. همچنین یک پانل کنترل ROV^۴ نیز برای آن به عنوان سیستم پشتیبان (Back up) در نظر گرفته شده است. قابل ذکر است که از ESG به عنوان یک فوران‌گیر برای کنترل فوران استفاده نمی‌شود. طراحی آن فقط به منظور مسدود کردن چاه و وسیله‌ای جهت جدا شدن رایزرها از بستر دریا و چاه در شرایط اضطراری است. در چنین شرایطی و با استفاده از ESG امکان برگشتن مجدد به محل چاه نیز امکان‌پذیر می‌باشد.



شکل-۴: ترتیب و نحوه اتصال اجزا مختلف به کار رفته در شاخه رایزرها

4. Remotely Operated Vehicle
5. Subsea Control Unit



شکل-۵: حفاری آب‌های عمیق و به کار بردن سیستم‌های فوران گیر مختلف: حفاری با استفاده از فوران گیر سطحی (شکل سمت چپ)، حفاری با استفاده از فوران گیر زیر دریایی (شکل وسط)، حفاری با استفاده از فوران گیر سطحی به همراه سیستم ESG (شکل سمت راست).

نتیجه‌گیری:

به کار بردن تکنولوژی فوران گیرهای سطحی به همراه سیستم ESG در حفاری آب‌های عمیق تأثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های مربوط به حفاری چاه‌های نفت و گاز دارد. به طور خلاصه عوامل زیر در حفاری آب‌های فوق عمیق را می‌توان به عنوان دلایل کاهش هزینه‌های حفاری چاه‌های نفت و گاز در صورت استفاده از فوران گیرهای سطحی به همراه سیستم ESG نسبت به استفاده از فوران گیرهای زیر دریایی در نظر گرفت:

- ۱- استفاده از رایزرهای با فشار کاری بالا و با قطر کمتر و امکان استفاده از سکوه‌های نسل دوم و سوم
- ۲- کاهش هزینه‌های نقل و انتقال و جابه‌جایی سکوی حفاری
- ۳- ارزان تر بودن نرخ روزانه سکوه‌های نسل دوم و سوم در مقایسه با سکوه‌های پیشرفته تر نسل چهارم و پنجم
- ۴- کاهش مصرف سوخت
- ۵- کاهش حجم گل حفاری به کاررفته
- ۶- کاهش هزینه‌های مربوط به مته حفاری به دلیل کوچکتر شدن قطر چاه
- ۷- کاهش هزینه‌های مربوط به لوله‌های جداری به دلیل کاهش تعداد آنها

منابع:

- [1] www.worldoil.com
- [2] www.offshore-mag.com

برای به کار بردن سیستم ESG علاوه بر ساخت آن دو نکته مهم دیگر باید در نظر گرفته شود:

- ۱- بهینه کردن و اصلاح سکوی مورد نظر به طوری که توانایی راندن ESG را داشته باشد.
- ۲- ربات زیر دریایی (ROV) باید قادر به راه‌اندازی پانل مخصوص ROV و انجام کلیه عملیات آن باشد.
- ۳- طراحی شاخه رایزرها

هم‌اکنون به منظور استفاده از فوران گیرهای سطحی در سکوه‌های نیمه‌شناور از رایزرهای "13 3/8" با طراحی ویژه به منظور افزایش مقاومت در مقابل بارهای خستگی استفاده می‌شود. در همین راستا، نحوه به کار بردن و قرار دادن ESG به عنوان فونداسیون و همچنین نیاز به داشتن پوشش‌های مخصوص شناوری بر روی رایزرها جهت اعمال کشش مناسب در سطح باید معین شود.

بر اساس مطالعات انجام گرفته و به دست آمدن اطلاعات اقیانوس‌شناسی شامل شدت جریان، اندازه موج و...؛ محاسبات طراحی رایزر، بزرگی نیروهای وارده مشخص و براساس آن لزوم وجود تجهیزات و قسمت‌هایی به نام مفاصل تحمل تنش (Stress Joint) و تبدیل (Adapter Spool) در طراحی شاخه رایزرها معین شد.

ترکیب به کار بردن ESG، رایزرها و فوران گیرها در شکل-۴ و در شکل-۵ انواع مختلف سیستم‌های فوران گیر نشان داده شده است.