



## حفاری در آبهای عمیق با استفاده از تکنولوژی ABS

محمد کاظم اولیایی - کارشناس نصب و کنترل تجهیزات زیر دریایی و سر چاهی - شرکت ملی نفت ایران - شرکت حفاری شمال

### چکیده

با گذشت زمان و نیاز بیشتر به منابع زیرزمینی گذشته از حفاریهای خشکی و کم عمق دریایی، نیاز به اکتشاف مخازن هیدروکربوری در مناطق دریایی با عمق زیاد محسوستر و چالشهای پیش و رو نیز بیشتر می شود. لذا برای فائق آمدن بر مشکلات ناشی از حفاری آبهای عمیق و بهینه کردن عملیات حفاری و هزینه های جانبی آن راهی جز دستیابی به تکنولوژیهای جدید نمی باشد. سیستم ABS (بستر مجازی شناور) یکی از راههایی است که می تواند نقش مهمی در بهینه کردن عملیات و هزینه های حفاری داشته باشد که در مقایسه با روشهای متداول بکار برده شده در آبهای عمیق مثل استفاده از فوران گیرهای زیر دریایی و فوران گیرهای سطحی دارای مقبولیت و پارامترهای اقتصادی بیشتری می باشد.

## کلمات کلیدی: سکوی نیمه شناور - حفاری آبهای عمیق - تکنولوژی ABS

### مقدمه

تا کنون حفاری در آبهای عمیق که توسط سکوهای نیمه شناور و کشتی های حفاری با استفاده از رایزرهای با فشار کاری پایین و فوران گیرهای زیر دریایی که در سرتاسر عمق آب قرار می گرفتند انجام می گرفته است. افزایش عمق آب، باعث بالا تر رفتن طول و وزن رایزرها می شود که به عنوان باری سنگین بر روی سکوهای حفاری می باشد. یکی از رویکردهای اخیر صنایع حفاری، بکار بردن فوران گیرهای سطحی و روشهای مربوطه (مانند موارد مورد استفاده در سکوهای jack up) برای اعماق زیاد می باشد که نتیجه آن استفاده از رایزرهای با قطر کمتر و نهایتاً نیاز به کشش کمتر از روی سکو جهت اعمال کردن به رایزرها

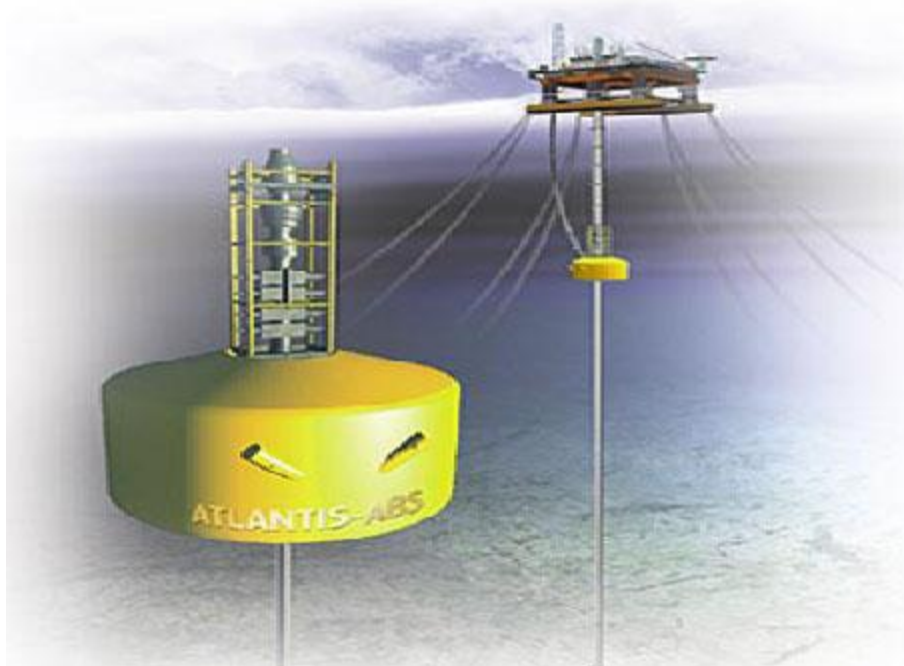
می باشد. لازم به ذکر است که هر دو روش استفاده از فوران گیرهای سطحی و زیر دریایی به لحاظ محدودیتهای عملیاتی و راندمان کاری طرفداران و منتقدان خاص خود را دارد. لذا با توجه به مطالب فوق ، سیستم ABS به گونه ای که عاری از کمبودها و مشکلات دو سیستم قبلی باشد و به لحاظ اقتصادی دارای توجیه باشد محاسبه و طراحی شد.

ABS قابلیت استفاده و بکار رفتن ، حتی با سکوهاى نیمه شناور نسل دوم و سوم و کشتی های حفاری کوچکتر را دارد. با بکار بردن تکنولوژی ABS می توان از رایزرهای با فشار کاری پایین و فوران گیرهای زیر دریایی استفاده کرد با این تفاوت که دیگر نیازی به راندن آنها تا بستر دریا نمی باشد و می توان فوران گیرها را روی سیستم ABS نصب کرد.

در صورت وجود شرایط جوی نامساعد می توان با جدا کردن رایزرها و باقی گذاشتن فوران گیرها بر روی سیستم ABS جهت کنترل فوران و ایمن کردن چاه اقدام کرد.

### مفهوم و تصویر کلی سیستم ABS

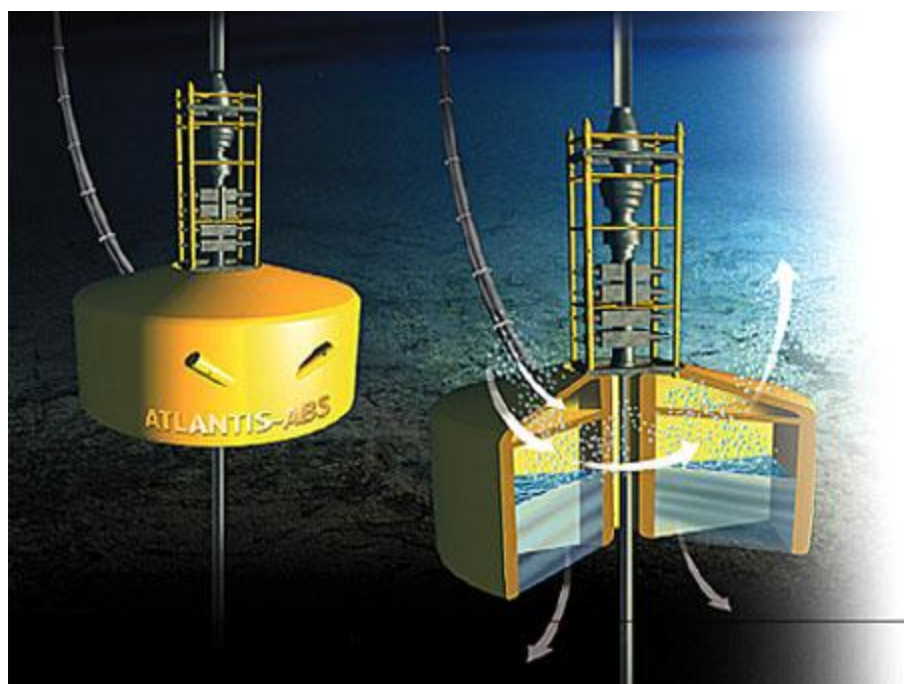
ABS سیستمی است که در اعماق کم نصب می شود و در واقع جایگزینی برای بستر دریا جهت نصب فوران گیرهای زیر دریایی و تجهیزات سر چاهی می باشد. به طوریکه فوران گیرهای زیر دریایی به جای نصب شدن در کف دریا بر روی سیستم ABS که در اعماق بین ۲۰۰-۳۰۰ متری شناور می شود ، نصب می شوند. (شکل ۱). بنا بر این هیچگونه تجهیزاتی در کف دریا وجود نخواهد داشت.



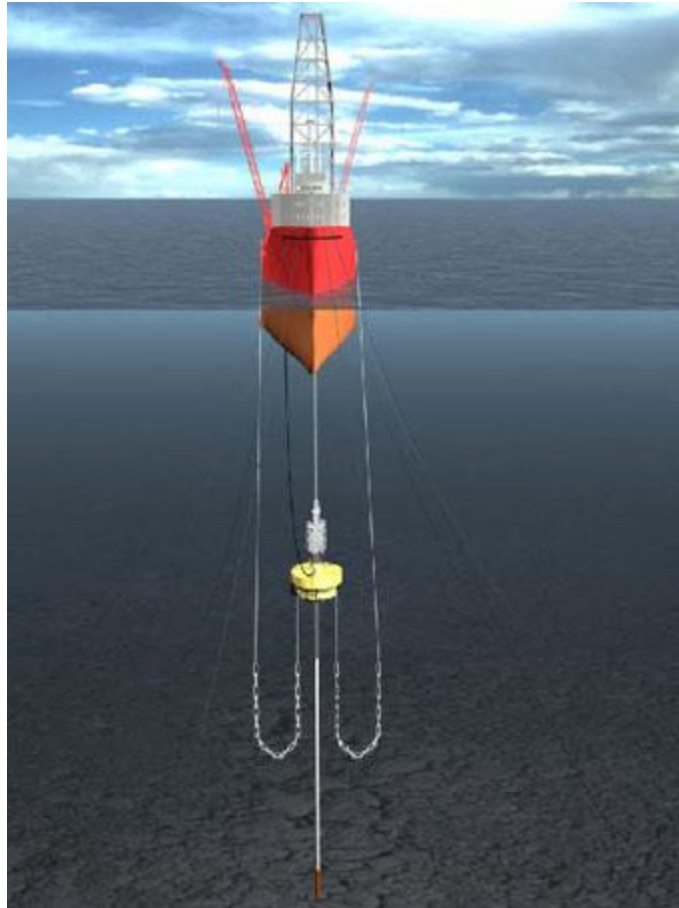
شکل-۱: نمای کلی از سیستم ABS

امتداد اولین لوله جداری رانده شده (20" Casing) که به سمت بالا امتداد داده شده ( Tie back) به عنوان نقطه اتصال و تکیه گاه سیستم ABS می باشد.

میزان انحراف و خمیدگی سیستم ABS از محل نصب که به دلیل جریانات دریا ، محتمل می باشد بوسیله اعمال کشش مناسب از طریق نیروی شناوری قابل جبران است. نیروی شناوری سیستم ABS توسط پمپاژ هوا به داخل محفظه های مخصوص درون آن قابل کنترل می باشد (شکل ۲). ABS دارای نیروی شناوری مثبت می باشد به این معنی که حتی در صورت پر شدن تمامی محفظه های درون آن از آب ، باز هم به صورت شناور می تواند باقی بماند. بنا براین جهت مستغرق کردن تا عمق ۳۰۰ متری از زنجیرهای سنگین وزن استفاده می شود (Chain Weight Method) این زنجیرها به لاینهای هدایت کننده ABS متصل می باشند (شکل ۳).



شکل ۲- ABS : پمپاژ هوا به داخل محفظه های



شکل-۳ : نمای کلی نصب سیستم ABS به همراه فوران گیرها و زنجیرهای سنگین وزن متصل به لاینهای هدایت کننده

شبیه سازی های متعددی که توسط برنامه های کامپیوتری پیشرفته انجام شده ثابت می کند که میزان انحراف ABS با اعمال کشش مناسب قابل کنترل می باشد به طوری که از میزان کشش مجاز لوله های جداری (casing) بیشتر نباشد. همچنین بررسی ها در ارتباط با عملکرد سیستم در مقابل بارهای خستگی و جریانهای گردابی ، نتایج مثبتی را نشان می دهد. ABS را می توان حتی در شدیدترین و بدترین شرایط جوی و دریایی نیز بکار برد. بکار بردن لوله های casing با مقاومت کششی بالا باعث محفوظ نگه داشتن و ایمن کردن قسمت بین بستر دریا و محل قرار گرفتن ABS می شود. در صورت نیاز از یک (weak point) یا نقطه ای با استحکام پایین در شاخه رابزرهای بکاررفته جهت جلوگیری کردن از انتقال کشش بیش از تحمل لوله های casing استفاده خواهد شد. به دلیل احتمال وجود انحرافات و جا به جایی های غیر قابل کنترل سکو همیشه این نقطه ضعیف صرفنظر از اینکه از ABS استفاده شود یا خیر باید در قسمت بالای فوران گیرها در نظر گرفته شود.

## انواع کاربردهای ABS

حفاریهای اکتشافی (Exploration Drilling)

توسعه میادین و بهره برداری (Field Development & Production)

### مزایای استفاده از ABS

استفاده از ABS در حفاری آبهای عمیق به طور قابل ملاحظه ای باعث افزایش راندمان عملیات حفاری می شود. که این امر به دلیل عدم نیاز به راندن فوران گیرها و رایزرهای حفاری تا بستر دریا و صرفا تا عمق ۳۰۰ متری می باشد که ای ن امر در آبهای بسیار عمیق نمود بیشتری پیدا می کند.

سیستم ABS قابلیت استفاده با سکوهای نسل دوم و سوم با سیستم لنگراندازی ساده تر را دارد که در مقایسه با سکوهای پیشرفته دارای نرخ روزانه کمتری می باشد که می تواند تا حدود 30% کاهش یابد.

حتی جهت انجام عملیات تکمیلی و تعمیر چاهها می توان مشابه فوق از سکوهای با نرخ روزانه کمتر استفاده کرد که باعث کاهش هزینه های عملیاتی تا حد انجام عملیات در مناطق کم عمق می شود.

جدا شدن رایزرها با طول و تعداد کم از ABS به راحتی قابل انجام است و همچنین فرایند کنترل فوران چاه مانند سایر روشهای متداول به دلیل قرار گرفتن فوران گیرها در عمق کم قابل انجام است.

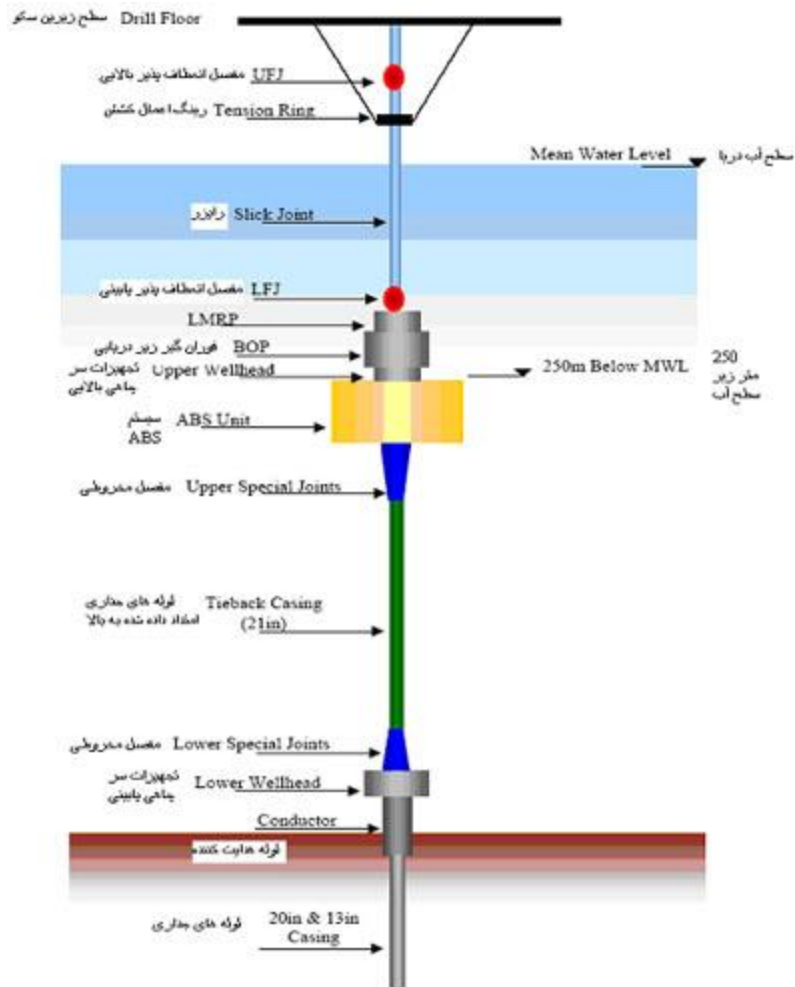
استفاده از ABS ، خطر خالی شدن حجم گل حفاری درون رایزرها را به داخل دریا به طور قابل ملاحظه ای مخصوصا در شرایط نا آرام جوی کاهش می دهد.

### آنالیز و طراحی رایزرهای مورد استفاده در سیستم ABS

این تحلیل بر اساس اطلاعات بدست آمده از مناطق پیش بینی شده جهت بکاربردن سیستم ABS انجام نهایتا منجر به طراحی پایه می شود.

یکی از بخشهای عمده و مهم در طراحی پایه ، مشخص کردن شرایط بارهای محیطی وارده ، نحوه پیکر بندی و وضعیت رایزرها و موقعیت و شکل سکوی حفاری در این آنالیز می باشد.

مدل تحلیلی سیستم ABS شامل همه قسمت های بکاررفته در آن از بستر دریا تا سکوی حفاری از جمله قسمت های ارتباط دهنده با سکو، رایزرها، سیستم ABS و رشته لوله های جداری (Casing) امتداد داده شده از بستر دریا تا ABS می باشد. شکل (۴) نشان دهنده نمای کلی سیستم ABS و نحوه پیکربندی آن با رایزرها را نشان می دهد.



شکل-۴: مدل تحلیلی سیستم ABS به همراه رایزرها و متعلقات مربوطه

### تحلیل بهینه سازی میزان کشش (Tension Optimization)

بر اساس این تحلیل میزان کشش مورد نیاز بر روی سیستم ABS و همچنین رایزرها، در مناطق پیش بینی شده معین می شود.

مقدار کشش اعمال شده وابسته به عوامل زیر می باشد:

عمق آب محل مورد نظر جهت عملیات حفاری

ماکزیمم وزن گل حفاری پیش بینی شده

میزان نیروی شناوری اعمال شده توسط رایزرهای حفاری

با در نظر گرفتن شرایط فوق می توان به میزان کشش مورد نیاز بر روی سیستم دست یافت به طوری که حالت بهینه ای از دو مقدار ۱- شناوری سیستم ABS و ۲- کشش از روی سکو باشد.

همچنین مقدار کشش به گونه ای در نظر گرفته می شود که اگر یکی از دو سیستم اعمال کشش، یعنی کشش از روی سکو دچار نقص شود و یا ABS بخشی از شناوری خود را به

دلیل آب گرفتگی در یکی از مخازن از دست بدهد، بازهم نقطه اتصال سیستم ABS به بستر دریا (Tieback casing) تحت کشش مناسب قرار بگیرد.

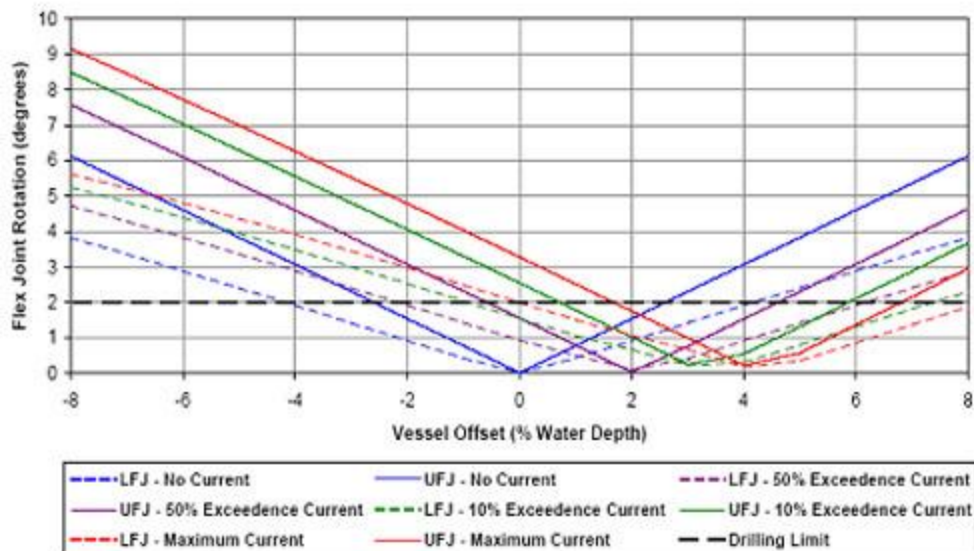
### شرایط و محدودیتهای عملیاتی سیستم ABS

همانند شرایط و محدودیتهای موجود در حفاری آبهای عمیق، استفاده از سیستم ABS نیز شرایط خاص خود را دارد که در هنگام عملیات باید در نظر گرفته شود.

از مهمترین عواملی که باید در نظر گرفته شود می توان به میزان انحراف سکو از حالت اولیه (Vessel Offset) و همچنین نیروهای وارده محیطی اشاره کرد.

میزان مجاز انحراف سکوی حفاری بستگی به نوع مفاصل انعطاف پذیر (Flex joint) مورد استفاده در شاخه رایزر و همچنین میزان تنشهای مجاز رایزرها و لوله هدایت کننده (Conductor) و میزان کورس رایزرها (Riser stroke) دارد. نمودار (۱) زوایای مختلف Flex joint را که تابعی از میزان انحراف سکو می باشد در عمق ۱۸۰۰ متری نشان می دهد.

در این نمودار مشخص شده است که در صورت وجود انحراف سکو تقریباً معادل ۵% عمق آب می توان از وجود زاویه کمتر از ۲ درجه در Flex joint اطمینان حاصل کرد که می تواند باعث ادامه عملیات حفاری بدون برخورد ساق حفاری (Drill string) به رایزرها حین چرخش مته شود.



نمودار-۱ : تغییرات زاویه Flex joint بالایی و پایینی با میزان انحراف سکو

## نتیجه گیری

با استفاده از تکنولوژی سیستم ABS در حفاری آبهای عمیق می توان با بکاربردن تجهیزاتی مانند مفاصل مخروطی (Taper joint) در بالا و پایین لوله های Casing امتداد داده شده، بر تنشهای شدید وارده حتی در صورت آبرفتگی بعضی از قسمت های ABS، غلبه و سیستم را ایمن نمود.

همچنین ارزیابی های ریسک صورت گرفته روی سیستم ABS، مشخص می کند که ریسکها و خطرات احتمالی استفاده از این سیستم بسیار پایین تر از ریسکهای موجود در حفاری با استفاده از فوران گیرهای سطحی و زبردریایی می باشد.

### **ABBREVIATION:**

ABS: Artificial Buoyant Seabed

UFJ: Upper Flex Joint

LFJ: Lower Flex Joint

LMRP: Lower Marine Riser Package

### **منابع:**

1- [http://www.offshore-mag.com/articles/article\\_display.cfm](http://www.offshore-mag.com/articles/article_display.cfm)

2- [www.atlantis-deepwater.com](http://www.atlantis-deepwater.com)