



مطالعه مقایسه‌ای سیستم‌های مناسب برای استخراج نفت از دریای خزر

محمد رضا تابش پور^۱، محمد سعید سیف^۲، علی اکبر گل افشانی^۳، سعید محمدنیا^۴

چکیده

دریای خزر به علت عمق بسیار بیشتر نسبت به دریاهای جنوبی کشور، دارای شرایط ویژه‌ای در تمام مراحل مربوط به کشف، حفاری، استخراج و انتقال نفت و گاز می‌باشد. استخراج نفت در دریای خزر بر اقتصاد کشورهای مجاور آن تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد. برای کشور ما علاوه بر مسائل اقتصادی، اعمال حاکمیت بر بزرگترین دریاچه جهان، دارای اهمیت زیادی می‌باشد. از طرف دیگر سایر کشورهای منطقه، فعالیت‌های گسترده‌ای را در زمینه استفاده از منابع نفتی این دریا آغاز کرده‌اند. در نتیجه، انجام چنین مطالعاتی برای کشور ما دارای اهمیت خاصی می‌باشد. در این مقاله توضیحات کلی در مورد آمار و انواع سکوه‌های مناسب برای دریای عمیق آورده شده است.

کلمات کلیدی: سازه دریایی - آبهای عمیق - دریای خزر

۱- مقدمه

وجود ذخایر نفتی در دریای خزر و اهمیت آن برای اقتصاد کشورهای منطقه از یک طرف و لزوم اعمال حاکمیت سیاسی کشور ما از طرف دیگر، اهمیت پرداختن به مقوله نفت خزر را نشان می‌دهد. کشورهای مجاور این دریا اقدامات گسترده‌ای به منظور استفاده از منابع نفتی آن را آغاز کرده‌اند. بدین لحاظ ضروری است که ایران نیز به موازات مباحث حقوقی و سیاسی مربوط به تعیین رژیم حقوقی دریای خزر، به مقوله‌های اکتشاف، حفاری و استخراج نیز توجه نماید. در این مقاله بررسی مختصری در مورد انواع سکوه‌های مناسب برای دریاهای عمیق ارائه شده است. این مطالعات به منظور اتخاذ تصمیم‌های بهینه در این حیطه ضروری بوده و همچنین بازکننده افق‌های جدید تحقیقاتی در عرصه علمی و فنی کشور می‌باشد.

۲- بررسی آماری سکوه‌های آبهای عمیق

^۱ دانشجوی دکترا، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف، tabesh_mreza@yahoo.com

^۲ دانشیار، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف

^۳ دانشیار، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف

^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف



تاکنون سکوهای مختلفی در آبهای عمیق مورد استفاده قرار گرفته و طرحهای بسیاری برای توسعه آنها وجود دارد. در جدول (۱) تعداد سکوهای موجود در آبهای عمیق (تا سال ۲۰۰۶) در جهان آورده شده است. همچنانکه ملاحظه می شود، از برج های تطبیقی استقبال چندانی نشده است. سیستم FPSO و FPS (Semi-Submersible) دارای تعداد قابل ملاحظه ای بوده و نیز نوع TLP در مقایسه با Spar بیشتر به کار رفته و همچنین سیستم زیر دریا به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۱: تعداد سکوهای آبهای عمیق در جهان [۱]

نوع سکو	تعداد موجود یا در حال ساخت
سکوی ثابت	۷
برجهای تطبیقی	۴
FPSO	۱۱۹
TLP معمولی	۹
Mini – یا Sea-Star TLP	۱۲
Spar	۱۴
Semi-Submersible	۴۳
Subsea-Tieback	۳۴۱

در جدول (۲) حداکثر عمق بکار رفته و ممکن برای سکوهای آبهای عمیق در جهان نشان داده شده است. همچنانکه ملاحظه می شود، برای اعماق حدود ۱۰۰۰ متر از TLP استفاده شده است. برای اعماق بیشتر از Spar استفاده شده است. همچنین برای اعماق بسیار زیاد (حدود ۲۰۰۰ متر) از FPSO و Semi-FPS استفاده شده است.

جدول ۲: حداکثر عمق بکار رفته و ممکن برای سکوهای آبهای عمیق در جهان [۱]

نوع سکو	حداکثر عمق بکار رفته	حداکثر عمق ممکن
سکوی ثابت	۴۱۲	۵۰۰
برج ها تطبیقی	۵۳۵	۹۰۰
^۱ FPDSO یا ^۲ FDPSO	-	۲۵۰۰
FPSO (Non Monohull)	-	۲۴۰۰
FPSO (Monohull)	۱۸۵۰	۲۳۰۰
TLP معمولی	۱۲۰۴	۱۸۰۰
Mini – یا Sea-Star TLP	۱۳۱۰	۲۷۵۰

^۱ FDPSO: Floating Drilling, Production, Storage and Offloading System

^۲ FPDSO: Floating Production, Drilling, Storage and Offloading System



۳۰۵۰	۱۷۱۰	Spar
۲۱۵۰	۱۹۲۰	Semi-FPS
۳۰۵۰	۲۲۰۰	Subsea Tieback

۳- پراکندگی موقعیت جغرافیای انواع مختلف سکوهای موجود در آبهای عمیق

از ۷ سکوی ثابت موجود در عمق بیشتر از ۱۰۰۰ فوت، ۵ سکو در خلیج مکزیک و دو سکو در کالیفورنیای جنوبی نصب شده اند. از ۴ سکوی تطبیقی موجود، ۳ سکو در خلیج مکزیک و ۱ سکو در غرب آفریقا می باشد. از ۱۱۹ سکوی FPSO (monohull)، ۲۰ سکو در آبهای برزیل، ۶ سکو در نروژ، ۱۳ سکو در غرب آفریقا، ۱۱ سکو در استرالیا و نیوزیلند، ۱۴ سکو در جنوب شرقی آسیا، ۱ سکو در جنوب آفریقا، ۱۳ سکو در چین، ۵ سکو در مدیترانه و ۲ سکو در شرق کانادا نصب شده اند. از ۹ سکوی با پایه های تحت کشش معمولی موجود ۷ سکو در خلیج مکزیک و ۲ سکو در آبهای نروژ می باشند، و از ۱۲ سکوی با پایه های تحت کشش نسل جدید موجود ۸ سکو در خلیج مکزیک، ۲ سکو در غرب آفریقا و ۲ سکو در جنوب شرقی آسیا می باشند. تمامی ۱۴ مورد سکوهای Spars در خلیج مکزیک نصب شده اند. از ۳۴۱ مورد سیستم Subsea Tieback، ۱۱۸ مورد در خلیج مکزیک، ۲۴ مورد در آبهای برزیل، ۲۹ مورد در آبهای نروژ، ۱۱۳ مورد در دریای شمال، ۱۰ مورد در غرب آفریقا، ۱۳ مورد در آبهای استرالیا و نیوزیلند، ۶ مورد در آبهای جنوب شرقی آسیا، ۹ مورد در آبهای جنوب آفریقا، ۲ مورد در آبهای چین، ۶ مورد در دریای مدیترانه، ۳ مورد در خلیج کادیز، ۴ مورد در آبهای دریای شمال هلند، ۲ مورد در آبهای ایرلند، ۱ مورد در آبهای آرژانتین و ۱ مورد در آبهای دانمارک نصب شده اند.

۴- رکوردهای کسب شده در سیستمهای اکتشاف و استخراج نفت

۴-۱- سیستم Subsea Tieback

بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج گاز استفاده شده است ۲۱۹۷ متری باشد. (پروژه Canyon Express که توسط شرکت توتال در سال ۲۰۰۲ به بهره برداری رسید). بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۱۶۲۶ متر می باشد. (پروژه King که توسط شرکت BP در سال ۲۰۰۲ به بهره برداری رسید). طولانی ترین سیستم Subsea Tieback برای استخراج گاز به طول ۱۱۰ کیلومتر در پروژه Mensa که توسط شرکت Shell در سال ۱۹۹۷ به بهره برداری رسید، می باشد. طولانی ترین سیستم Subsea Tieback برای استخراج نفت به طول ۴۷ کیلومتر در پروژه Mica که توسط شرکت ExxonMobil در سال ۲۰۰۱ به بهره برداری رسید، می باشد.

۴-۲- سیستم حفاری

بیشترین عمق آب حفاری با رایزر ۳۰۵۲ متر و بدون رایزر ۷۰۳۹ متر می باشد.

۴-۲-۱- سیستم های مهار شده معمولی: بیشترین عمق آبی که از این سازه برای حفر چاه نفت استفاده شده است ۱۸۷۸ متر در سال ۲۰۰۲ می باشد. (پروژه ای که در میدان نفتی Sabah Povence-Bliais#۱ توسط شرکت Diamond Offshore Drilling Inc انجام شد).

بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۱۸۵۳ متر در سال ۱۹۹۸ می باشد. (پروژه ای که در میدان نفتی Roncador در آبهای برزیل توسط شرکت Falcon Reading & Bates انجام شد).



۴-۲-۲- سیستم های مهار شده **Pre-set**: بیشترین عمق آبی که از این سازه برای حفر چاه نفت استفاده شده است ۲۶۵۸ متر در سال ۲۰۰۳ می باشد. (پروژه Sabah Povence-Bliais#۱ که توسط شرکت Transocean Inc انجام گرفت).

۴-۳- سازه های ثابت

۴-۳-۱- سکوهای ثابت: بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۴۱۲،۴ متر در سال ۱۹۹۱ می باشد. (پروژه ای که در میدان نفتی Bullwinkle در خلیج مکزیک توسط شرکت Shell به بهره برداری رسید).

۴-۳-۲- سکوهای تطبیقی: بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۵۳۵ متر در سال ۱۹۹۸ می باشد. (پروژه ای که در میدان نفتی Petronius در خلیج مکزیک توسط شرکت ChevronTexaco به بهره برداری رسید).

۴-۴- سازه های SPAR

بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۱۷۱۰ متر در سال ۲۰۰۳ می باشد. (پروژه ای که در خلیج مکزیک توسط شرکت Dominion به بهره برداری رسید).

۴-۵- سازه های Semi FPS

بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۱۹۲۰ متر در سال ۲۰۰۳ می باشد. (پروژه ای که در خلیج مکزیک توسط شرکت Shell به بهره برداری رسید).

۴-۶- سکوهای تحت کشش، TLP

۴-۶-۱- سکوهای تحت کشش معمولی: بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۱۲۲۵ متر در سال ۱۹۹۹ می باشد. (پروژه ای که در خلیج مکزیک توسط شرکت Shell به بهره برداری رسید).

۴-۶-۲- سکوهای تحت کشش نسل جدید: بیشترین عمق آبی که از این سازه برای استخراج نفت استفاده شده است ۱۳۱۱ متر در سال ۲۰۰۳ می باشد. (پروژه ای که در خلیج مکزیک توسط شرکت El Paso به بهره برداری رسید).

۵- نخستین سازه ها

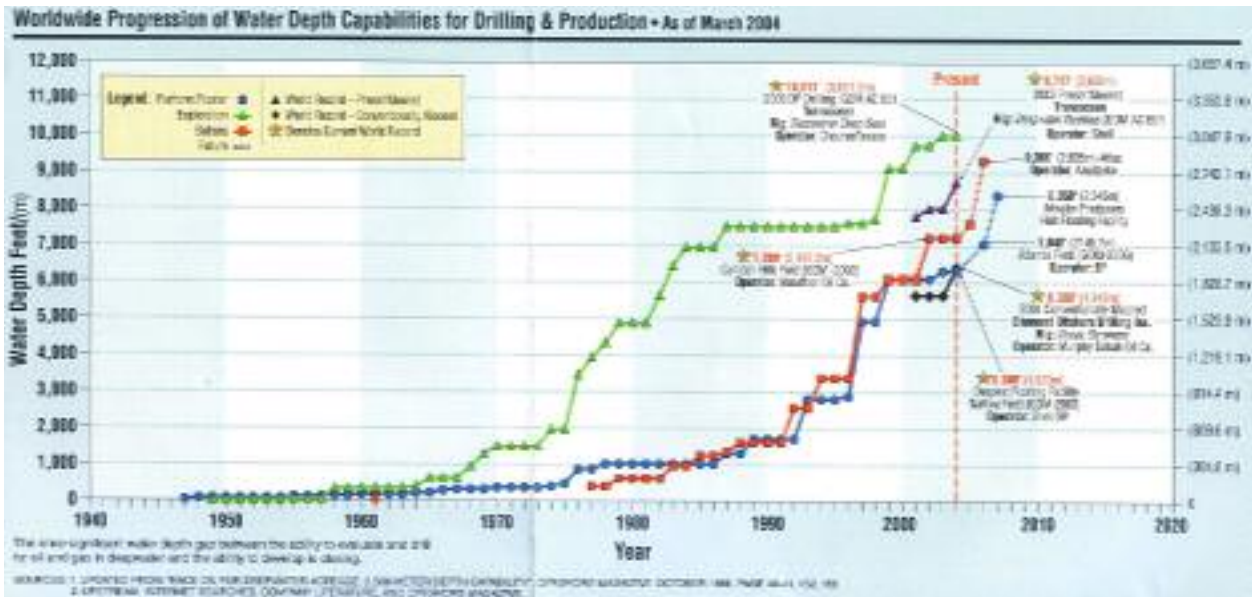
نخستین سکوی معمولی تحت کشش در سال ۱۹۸۴ و در عمق آب ۱۴۸ متر، نخستین سکوهای تحت کشش نسل جدید در سال ۱۹۹۸ و در عمق آب ۵۱۸ متر، نخستین سازه SPAR در سال ۱۹۹۶ و در عمق آب ۵۸۸ متر، نخستین سازه Semi FPS در سال ۱۹۷۵ و در عمق آب ۸۰ متر و نخستین سازه FPSO در سال ۱۹۷۷ و در عمق آب ۱۱۷ متر مورد استفاده قرار گرفت .

۶- بررسی کلی

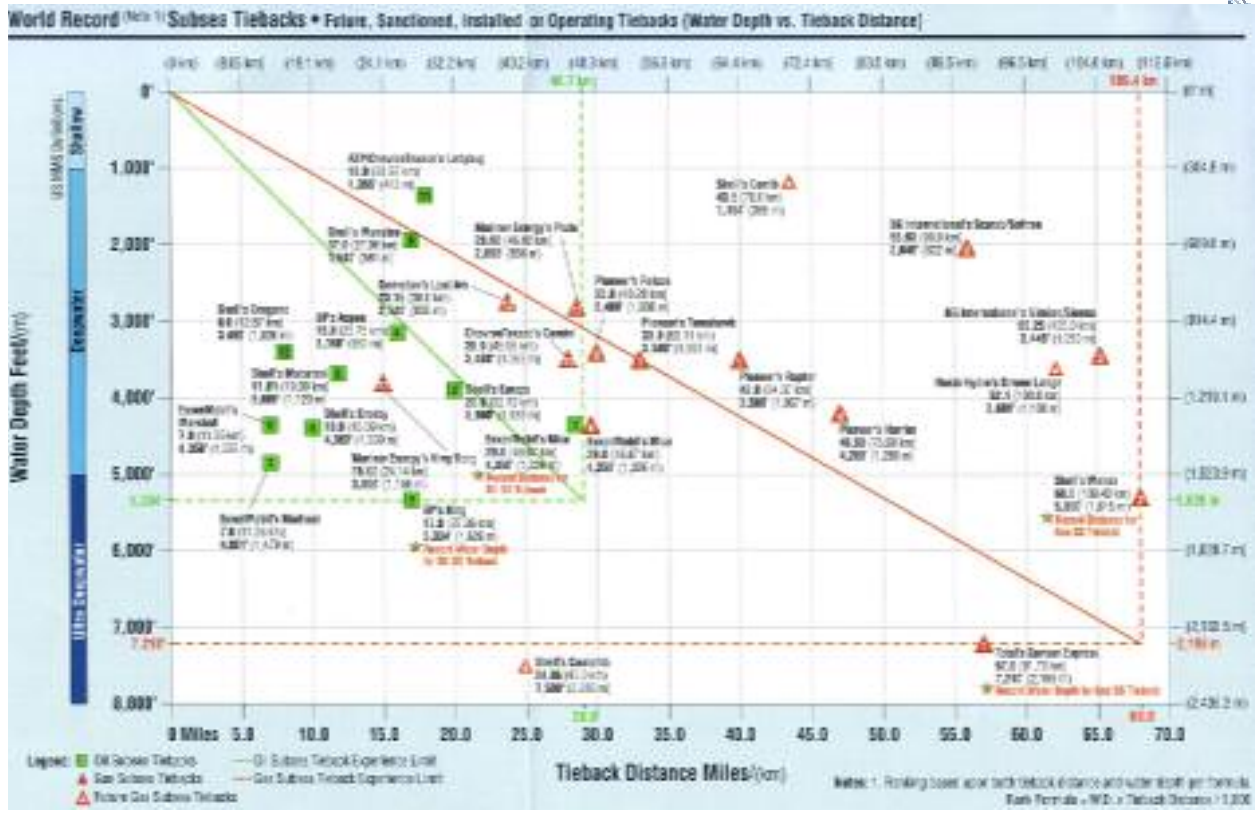
در شکل (۱) پیشرفت جهانی توانایی حفاری و استخراج در آبهای عمیق تا سال ۲۰۰۶ ارائه شده است. همچنان که ملاحظه می گردد در دهه اخیر پیشرفت های فراوانی در زمینه استخراج از دریاها عمیق صورت گرفته است. شکل (۲) فواصل قابل استفاده از سیستم زیر دریا (Subsea Tieback) بر حسب عمق آب برای منابع نفت و گاز را



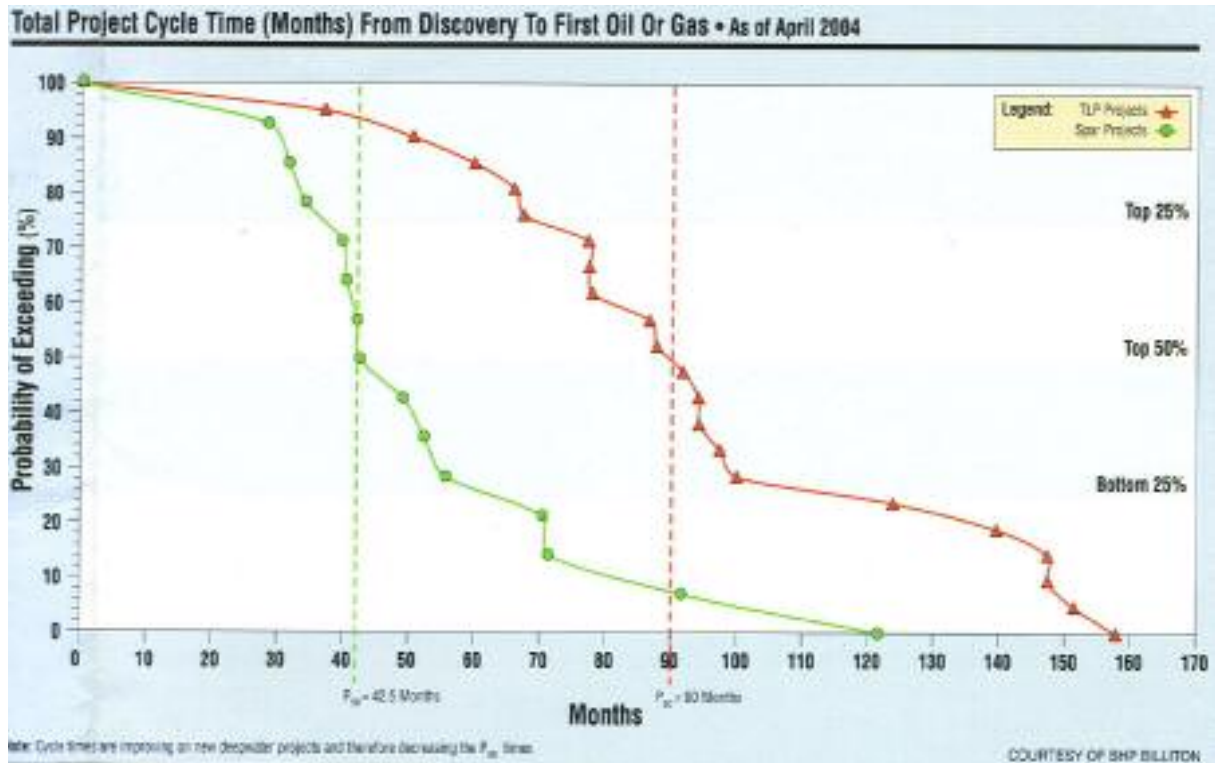
نشان می دهد. براساس این نمودار می توان گفت که فاصله لوله گذاری در مورد گاز بیشتر از نفت می باشد. همچنین در شکل (۳) مقایسه بین دوره تکمیل پروژه از مرحله اکتشاف تا اولین استخراج برای دو نوع سازه TLP و Spar مشاهده می شود. ملاحظه می گردد که دوره تکمیل پروژه برای سیستم Spar کوتاهتر از TLP می باشد. شکل (۴) نشان دهنده نمودار مربوط به مقایسه بین پیشرفت استفاده از TLP و Spar در آبهای عمیق می باشد. همچنانکه مشاهده می شود نوع Spar حدود یک دهه بعد از نوع TLP مطرح شده است. اما با اقبال خوبی مواجه شده است. در یک نگاه کلی می توان دریافت که سکوی نوع Spar برای اعماق بیشتری در مقایسه با نوع TLP بکار برده شده است. همچنین در چند سال اخیر هر دو نوع این سازه تقریباً به طور یکسانی مورد توجه قرار گرفته اند.



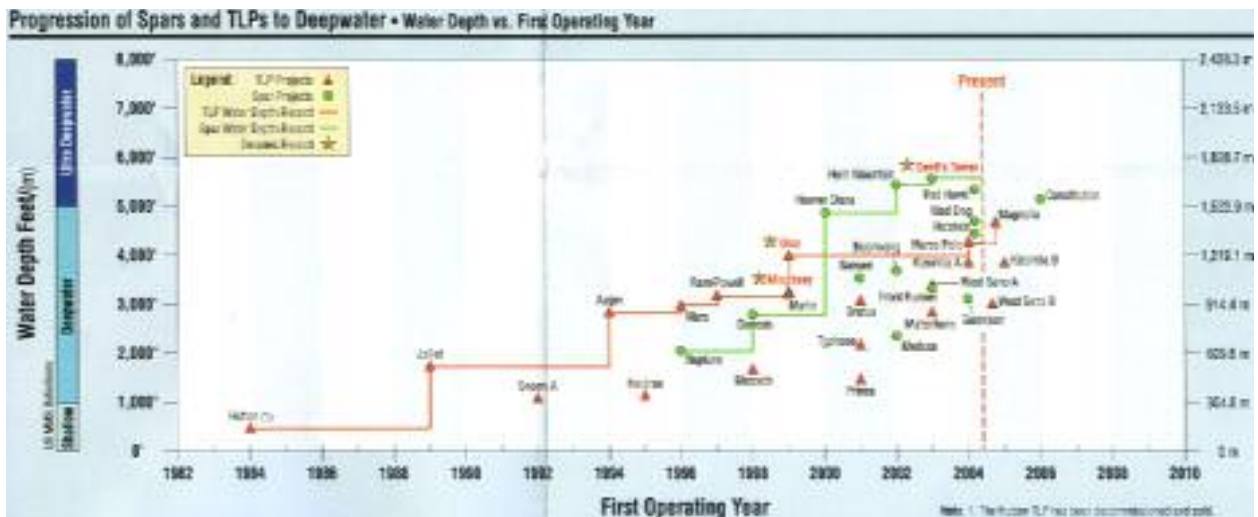
شکل ۱: پیشرفت جهانی توانایی حفاری و استخراج در آبهای عمیق تا سال ۲۰۰۶



شکل ۲: فواصل قابل استفاده از سیستم زیر دریا (Subsea Tieback) بر حسب عمق آب برای منابع نفت و گاز



شکل ۳: مقایسه بین دوره تکمیل پروژه از مرحله اکتشاف تا اولین استخراج برای دو نوع سازه TLP و Spar



شکل ۴: مقایسه بین پیشرفت استفاده از Spar و TLP در آبهای عمیق

۷- جمع بندی

توضیحات کلی در مورد انواع سکوها مناسب برای استخراج نفت از آبهای عمیق ارائه گردید. بر اساس مطالعه حاضر با یک دید کلی و فقط بر اساس آمارهای موجود و تجربیات سایر کشورها، می توان انواع سکوهایی مناسب برای دریای خزر را به ترتیب زیر اولویت بندی نمود.

جدول ۳: حداکثر عمق بکار رفته برای سکوهایی عمیق در جهان

نوع سکوی مناسب	عمق
سکوی ثابت، برج ها تطبیقی	حدود ۳۰۰ متر
برج ها تطبیقی	بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر
TLP, Spar	بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ متر
TLP, Spar, FPS	بین ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر
FPS, FPSO, TLP, Spar	بالاتر از ۸۰۰ متر

۸- مراجع

۱. Offshore Engineering ۲۰۰۴.
۲. www.gomr.mms.gov
۳. گل افشانی، ع. ا.، سیف، م. س.، تابش پور، م. ر.، و رحمانیان آ.، "سکوهایی مناسب برای استخراج نفت از دریای خزر"، چهارمین همایش صنایع دریایی کشور، بهمن ماه ۱۳۸۱.