

## بهینه‌یابی قراردادهای بالادستی نفت و گاز: الگوی کارگزار- کارفرما

داوود منظور\*، حجت اله برامکی یزدی\*\* و محمد سعید شادکار\*\*\*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۶

### چکیده

تاریخچه قراردادهای نفتی در قرن اخیر حکایت از آن دارد که قراردادهای نفتی در واقع چهره‌ای از معارضه منافع شرکت‌های نفتی خارجی با منافع ملی دولت‌های صاحب مخزن است. در تعارض مطرح شده، این سوال مهم در برابر دولت‌های میزبان وجود داشته و دارد که کدام یک از قراردادهای بالادستی متعارف و موجود را باید انتخاب کنند تا منافع بیشتری کسب شود. برای پاسخ به این سوال تحقیق از نظریه نمایندگی استفاده شده است. در مدل طراحی شده تابع منفعت هر کدام از طرفین در هر کدام از قراردادهای بالادستی بیان شده، شناسایی و مدل‌سازی شده‌اند. همچنین شروط عقلانیت و انگیزه نیز در این مدل به عنوان قید مشارکت مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از مدل پیشنهادی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک حاکی از آن است که قرارداد مشارکت در تولید در مقایسه با دو قرارداد امتیازی و خرید خدمت در مختصات میدان مفروض کمترین هزینه نمایندگی را داشته و می‌تواند به عنوان الگوی منتخب، بیشترین منفعت را برای دولت صاحب مخزن در پی داشته باشد.

**طبقه‌بندی JEL: k12, Q48, Q49**

**کلیدواژه‌ها:** قرارداد امتیاز، قرارداد مشارکت در تولید، قرارداد خرید خدمت، الگوی کارگزار- کارفرما، الگوریتم ژنتیک.

---

\* دانشیار دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران، پست الکترونیکی:

manzoor@isu.ac.ir

\*\* دکترای مدیریت قراردادهای بین المللی نفت و گاز دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران- نویسنده مسئول، پست

baramaki@mail.com

الکترونیکی:

\*\*\*دانشجوی دکتری اقتصاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تهران، ایران پست الکترونیکی: m\_s\_shadkar@ut.ac.ir

۱- مقدمه

به زعم بسیاری از سیاستمداران و حقوقدانان، مساله انتخاب چارچوب قرارداد در سرمایه‌گذاری‌های نفتی همواره از موضوعات بحث برانگیز و جنجالی بوده است. مطالعه نه چندان طولانی تاریخچه قراردادهای نفتی در قرن اخیر نیز موید آن است که قراردادهای نفتی، چهره‌ای از معارضه منافع شرکت‌های نفتی خارجی با منافع ملی دولت‌های صاحب مخزن است. چنانکه در این تعارض این سوال مهم در برابر دولت‌های میزبان وجود داشته و دارد که کدام‌یک از قراردادهای بالادستی متعارف و موجود را باید انتخاب کنند تا وضعیت بهتری را در کسب منافع برای خود ایجاد کنند. این حداکثرسازی منفعت دولت صاحب مخزن تنها به دولت مربوط نبوده و طرف دیگر قرارداد نیز انگیزه‌ها و منافع متفاوت و گاه متعارضی با دولت دارد.

فرمت‌های قراردادی متعددی جهت توسعه میادین نفت و گاز در کشورهای مختلف استفاده می‌شود. انتخاب و استفاده از این قراردادها با ملاک‌ها و ملاحظات مختلفی همچون اقتصادی و مالی، مدیریتی و حاکمیتی، سیاسی، امنیتی و اجتماعی و... صورت می‌گیرد. یکی از مهم‌ترین مولفه‌های استفاده از یک قرارداد کسب بیشترین منفعت مالی نسبت به دیگر قراردادها است. در این تحقیق تنها به ملاک منفعت مالی و اقتصادی توجه شده است. به عبارت دیگر، قرارداد مطلوب برای طرفین قرارداد، قراردادی تعریف شده است که بیشترین منفعت مالی و اقتصادی را برای آن طرف از قرارداد به همراه داشته باشد.

در این تحقیق با توجه به ماهیت سوال تحقیق از نظریه نمایندگی یا به عبارت دیگر الگوی کارگزار- کارفرما استفاده است. نظریه نمایندگی بر وضعیتی تمرکز دارد که اولاً تمام فعالیت نماینده به وسیله عامل قابل مشاهده نیست و دوماً سود عامل فقط به فعالیت نماینده بستگی ندارد. به عبارت دیگر، عامل فقط بخشی از فعالیت‌های انجام شده به وسیله نماینده را می‌تواند مشاهده کند و ممکن است برخی اقدامات نماینده در تضاد با منافع عامل و در جهت حداکثر کردن منافع خویش باشد.

در این مقاله پس از مروری بر سابقه موضوع به معرفی قراردادهای بالادستی پرداخته شده است و پس از آن به طور اجمالی روش تحقیق این مقاله معرفی شده است. در ادامه با توجه به روش تحقیق و موضوع مقاله، سه فرمت قرارداد امتیازی، مشارکت در تولید و خرید خدمت به عنوان فرمت‌های کلی در این تحقیق مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. هر کدام از این قراردادها در چارچوب الگوی کارگزار- کارفرما مدل‌سازی شده و سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل و نتایج آن ارائه شده است.

## ۲- مطالعات پیشین

پانگسیری<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) در مقاله‌ای با استفاده از تئوری کارفرما- کارگزار<sup>۲</sup> همکاری شرکت‌های بین‌المللی نفت (IOC) و شرکت‌های ملی نفت<sup>۳</sup> (NOC) را در قالب قراردادهای مشارکت در تولید بررسی می‌کند. در این مقاله کارفرما شرکت ملی نفت و کارگزار شرکت‌های بین‌المللی نفت است که تامین‌کننده مالی و فنی پروژه است. کارفرما انتظار دارد که کارگزار در راستای منافع او عمل کند در حالی که کارگزار به دنبال حداکثر سازی منافع خویش است که شاید برای کارفرما بهینه نباشد. بنابراین کارفرما (NOC) با نااطمینانی‌های زیادی روبه‌رو است. پیش از امضای قرارداد، کارگزار اطلاعاتی را در اختیار دارد که برای تصمیم‌گیری در مورد نحوه انعقاد قرارداد حائز اهمیت است، اما کارفرما از این اطلاعات محروم است. عدم تقارن اطلاعات شرکت‌های ملی نفت را در قراردادهای مشارکت در تولید پیش از عقد قرارداد با مشکل انتخاب معکوس روبه‌رو می‌کند. در مرحله بعد شرکت ملی نفت با نااطمینانی‌هایی درباره فعالیت‌هایی که کارگزار برعهده دارد، مواجه است. همچنین بخشی از اطلاعاتی که کارگزار در ضمن توسعه میدان به دست می‌آورد در اختیار ندارد. این مساله نیز موجب نااطمینانی کارفرما خواهد شد. نتیجه آنکه عدم

---

1- Pongsiri

2- Principal-Agent

3- National Oil Company

تقارن اطلاعات بین کارفرما و کارگزار منجر به مخاطرات اخلاقی خواهد شد. نتیجه‌گیری این مقاله آن است که برای موفقیت قراردادهای مشارکت در تولید باید انگیزه‌هایی برای کارگزار در قرارداد وجود داشته باشد که به حداکثر سازی ارزش اقتصادی میادین نفتی در طول عمر قرارداد بینجامد.

ماکوی و آجینکا (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی مقایسه‌ای سیستم‌های مالی مدل‌های سرمایه‌گذاری مشترک و مشارکت در تولید در نیجریه» دو قرارداد سرمایه‌گذاری مشترک و مشارکت در تولید را که در نیجریه مورد استفاده هستند، بررسی کردند. در این مطالعه این دو مدل قراردادی توسعه داده و سپس مقایسه شده‌اند. نتایج به دست آمده حاکی از این است که دولت میزبان با استفاده از قرارداد سرمایه‌گذاری مشترک، ارزش فعلی خالص (NPV) بیشتری نسبت به استفاده از مشارکت در تولید به دست خواهد آورد. همچنین در تحلیل حساسیتی که روی ارزش فعلی خالص و نتایج صورت گرفته است، قیمت نفت در ارزش فعلی خالص بیش‌ترین حساسیت را دارد. رویکرد پیشنهادی دیگر این مقاله، درصد زیان پیمانکار و سود دولت میزبان از ارزش فعلی خالص است که راهنمای خوبی برای بنگاه‌های پیمانکاری و طرفین قراردادهای سرمایه‌گذاری مشترک است تا بتوانند مشخص کنند چه پیشنهاد مالی به دولت میزبان داده شود که اثر قابل توجه و معناداری بر ارزش فعلی خالص و همچنین دستیابی به مسئولیت‌های اجتماعی‌اش نداشته باشد.

شیرین طاهری (۱۳۸۴) در رساله کارشناسی ارشد خود به بررسی قراردادهای بیع متقابل در چارچوب نظریه قراردادهای می‌پردازد. او با استفاده از دو مدل انتخاب نامناسب و مخاطرات اخلاقی نشان داده است که قراردادهای بیع متقابل بهینه نیستند.

علی طاهری (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی قراردادهای نفتی بیع متقابل در چارچوب مدل مخاطرات اخلاقی» قراردادهای نفتی بیع متقابل را از منظر مخاطرات اخلاقی مورد بررسی قرار داده است. وی معتقد است موقعیت بهینه اول مدل مخاطرات اخلاقی در شرایطی رخ می‌دهد که فعالیت کارگزار بصورت دقیق و کامل قابل مشاهده و بررسی باشد. این در حالی است که آثار برخی از روش‌های

بهره‌برداری از میادین نفتی تا سال‌ها آشکار نمی‌شود، بنابراین، هیچ قرارداد نفتی در موقعیت بهینه اول مدل مخاطرات اخلاقی قرار ندارد. همچنین کوتاه بودن عمر این قراردادها و معین بودن مبلغ قرارداد قبل از شروع عملیات موجب می‌شود که شرکت‌های بین‌المللی نفتی انگیزه کافی برای انتخاب روش مناسب برای توسعه میدان‌های نفتی با هزینه‌های بالاتر را نداشته باشند. بنابراین، قراردادهای بیع متقابل در موقعیت بهینه دوم مدل مخاطرات اخلاقی نیز قرار ندارند.

نوآوری تحقیق موجود در مقایسه با مطالعات پیشین آن است که از مدل‌سازی الگوی کارگزار- کارفرما و الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌یابی قراردادهای بالادستی مورد بحث استفاده شده است. همچنین این مطالعه امکان مقایسه قراردادهای بالادستی متعارف برای یک میدان را نیز فراهم آورده است.

### ۳- معرفی فرمت‌های کلی قراردادهای بالادستی موجود

کشورهای صاحب مخازن نفت و گاز تا کنون سه نوع قرارداد امتیازی، مشارکت در تولید و خرید خدمت در حوزه اکتشاف و توسعه میادین نفتی تجربه کرده‌اند.<sup>۱</sup> هر کشور صاحب مخزن نفت و گاز نیز به فراخور نیازمندی‌های خود تغییراتی در این قراردادها اعمال می‌کند، اما قراردادها از این چارچوب‌ها خارج نمی‌شوند. در ادامه با تفصیل بیشتری به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

---

۱- گذشته از این سه نوع قرارداد، گروه‌های دیگری از قراردادها نیز در بازار نفت و گاز بین‌المللی رواج دارد که معمولاً ترکیبی از این قراردادها هستند. مانند قراردادهای هیبریدی چین که منشا آن چین است. این قراردادها در واقع ترکیبی از قراردادهای امتیازی مدرن و قراردادهای مشارکت در تولید است. شرکت نفتی خارجی موظف است که مالیات و بهره مالکانه بپردازد. حقوق شرکت هم محدود به مواردی است که در قرارداد ذکر شده است. همچنین باید درصدی از تولید در تمام مراحل تولید به شرکت ملی نفت چین تحویل داده شود. این شرکت حق دارد تا سهم ۵۱ درصد در توسعه میدان مشارکت کند. با این فکر، قرارداد فیما بین طرفین در قالب یک قرارداد اداره مشترک میدان تنظیم شده است و بنابراین قراردادی حجیم و فشرده است که جنبه‌های بسیاری از مراحل اکتشاف، توسعه و تولید را پیش‌بینی کرده است.

### ۳-۱- نظام امتیازی<sup>۱</sup>

امتیازها یکی از چارچوب‌های مورد استفاده در توسعه میدان نفت و گاز است که بیشترین سابقه را نسبت به دیگر چارچوب‌های رقیب در این عرصه داراست. واژه امتیاز ریشه در واژه لاتین concessio دارد که به معنای اجازه<sup>۲</sup> و یا اباحه<sup>۳</sup> است. مفهوم این واژه حقوقی آن است که سرمایه‌گذار مجاز می‌شود، معمولاً به طور انحصاری در حوزه جغرافیایی امتیاز و به موجب اجازه مقام صالح به امری می‌پردازد (گائو، ۱۹۹۴). شرکت بین‌المللی نفتی در این چارچوب قراردادی ملزم می‌شود که توسعه بلوک اکتشافی را که تجاری بوده است براساس برنامه توسعه‌ای<sup>۴</sup> که به وسیله وزیر یا شرکت ملی نفت به تصویب می‌رسد، انجام دهد (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰). دارنده امتیاز فعالیت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت توسعه میدان را انجام می‌دهد تا نفت استخراج شود. اگر نفتی استخراج نشود که امتیاز خاتمه می‌یابد، اما اگر نفت استخراج شد، سرمایه‌گذار مالک نفت تولید شده طی دوره امتیاز می‌شود. در مقابل، دولت‌ها برای اعطای امتیاز پاداش<sup>۵</sup>، حق‌الامتیاز<sup>۶</sup> و مالیات<sup>۷</sup> دریافت خواهد کرد (سابق، ۲۰۱۰). مالکیت دولت نسبت به منابع زیرزمینی از جمله نفت و گاز امری اثبات شده است و در این دسته از قراردادها نیز مالکیت نفت درجا در اختیار (حاکمیت) دولت باقی می‌ماند (امورگب، ۱۹۹۷). پس از آنکه دوره امتیاز تمام شد، هم امکان تمدید امتیاز وجود دارد و هم آنکه امتیاز پایان داده شود. با پایان امتیاز، تاسیسات و امکانات ایجاد شده برای استخراج نفت به مالکیت دولت صاحب مخزن درآمده و دولت مالک مابقی نفت استخراج شده می‌شود (گائو، ۱۹۹۴).

---

1- Concession

2- Permit

3- Allow

4- Development plan

5- Bonus

6- Royalty

7- Taxation

### ۳-۲- قرارداد مشارکت در تولید<sup>۱</sup>

مشارکت در تولید، قراردادی است فی‌مابین یک شرکت ملی نفت و یک شرکت نفت خارجی که به موجب آن شرکت اخیر مجاز می‌شود در محدوده معینی و مطابق شرایط قرارداد به اکتشاف و استخراج نفت بپردازد و در مقابل، منافع تولید نفت بین دو شرکت تقسیم می‌شود. (تاورنه، ۱۹۹۴ و باروز، ۱۹۸۸). در قراردادهای مشارکت در تولید، کشور صاحب مخزن به شرکت نفتی بین‌المللی حق قراردادی اکتشاف در منطقه مشخص شده را در قبال فرصت شرکت در جبران هزینه‌ها و سود احتمالی اعطا می‌کند (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰) و البته اگر منطقه نفتخیز نباشد، زیان را شرکت تحمل می‌کند (تاورنه، ۱۹۹۶). در حقیقت قراردادهای مشارکت در تولید به مثابه یک قرارداد فروش محصول است که دولت میزبان سهمی از نفت تولیدی را با تحویل این سهم به شرکت بین‌المللی نفت در مقابل هزینه‌های اکتشاف، توسعه و اداره میدان به شرکت بین‌المللی نفتی می‌فروشد (تاورنه، ۱۹۹۹).

قرارداد مشارکت در تولید دارای مدت مشخص (غالباً ۲۰ سال) است که اگر برنامه توسعه توافق شده انجام نشود، ممکن است قرارداد مشارکت در تولید زودتر به پایان برسد. در قرارداد مشارکت در تولید فرض می‌شود که شرکت نفتی بین‌المللی تمام ریسک‌های سرمایه‌گذاری را با اجرای تعهدات خود تحت شرایط موافقتنامه تقبل می‌کند. اساساً، شرکت‌های خارجی تمام سرمایه‌گذاری را متحمل می‌شوند و اگر زمین بی‌حاصل باشد، دچار زیان شده و بلوک را استرداد می‌کند، اما زمانی که نفت کشف شد و مقدار تجاری آن تایید شد، شرکت نفتی بین‌المللی وارد فاز توسعه قرارداد می‌شود. با این حال، تولید واقعی و بازاریابی نفت هنوز هم می‌تواند برای یکسال به تعویق بیفتد.

پس از اینکه توسعه کامل شد، تولید تجاری باید رخ دهد. در این مرحله مقررات مالی مربوط به جبران هزینه‌ها و مشارکت در تولید مهم‌ترین شروط قرارداد مشارکت در تولید خواهد بود. به طور کلی، سهمی که در این قراردادها عاید طرف پیمانکار

می‌شود، عبارت است از نفت هزینه و نفت فایده. نفت هزینه عبارت است از درصدی از نفت تولیدی که بابت جبران هزینه‌های تولید و اکتشاف به پیمانکار تعلق می‌گیرد. در بسیاری از کشورهای تولیدکننده نفت باقی‌مانده بعد از کسر هزینه‌های مالیات بر درآمد، بهره مالکانه و نفت هزینه ما بین پیمانکار و صاحب مخزن تقسیم می‌شود؛ این میزان از نفت را نفت فایده می‌گویند (گائو، ۱۹۹۴). در این قرارداد تمام هزینه‌های توسعه قابل جبران است. اغلب اما نه به طور کامل، هزینه‌های اکتشاف نیز قابل بازپرداخت هستند. به طور کلی هزینه‌های عملیاتی در قالب نفت هزینه، قابل جبران هستند و بر جبران هزینه‌های سرمایه‌ای تقدم دارند. هزینه‌های سرمایه‌ای نیز معمولاً در یک دوره زمانی بازپرداخت می‌شود.

### ۳-۳- قرارداد خرید خدمت

قراردادهای خرید خدمت می‌تواند به عنوان وسیله‌ای جهت تامین سرمایه و جذب تکنولوژی شرکت بین‌المللی نفت بدون اجازه ورود به عنوان یک سرمایه‌گذار، استفاده شود. شرکت بین‌المللی نفتی به عنوان یک طرف قرارداد که فقط خدمتی را ارائه می‌کند و در برابر خدمتی که انجام داده است، مزد دریافت می‌کند در نظر گرفته می‌شود. در یک قرارداد خدمت بدون ریسک، معمولاً صرف‌نظر از موفقیت نهایی به شرکت برای کاری که انجام داده است، مزد پرداخت می‌شود. اما در یک قرارداد خدمت همراه با ریسک، پرداخت به پیمانکاران براساس موفقیت نهایی خدمات صورت می‌گیرد؛ به این معنا که اگر طرح با شکست مواجه شد، شرکت بین‌المللی نفت هیچ چیز دریافت نمی‌کند (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰).

شرکت بین‌المللی نفت برای تمام یا قسمتی از منطقه امتیاز قرارداد منعقد می‌کند و در آن هرگونه اکتشافی را مورد ملاحظه قرار می‌دهد. اگر میدان نفتی تجاری کشف شود، شرکت بین‌المللی نفت به عنوان پیمانکار، ملزم به ادامه تولید از آن و احتمالاً انجام حفاری‌های توسعه‌ای اضافه می‌شود و تنها در صورت تجاری بودن تولید نفت به شرکت بین‌المللی نفت بابت سرمایه‌گذاری‌ها و انجام خدمت



بازپرداخت صورت می‌گیرد. در قراردادهای خدماتی همراه با ریسک، معمولاً پرداخت‌ها به صورت نقدی است، اما به شرکت بین‌المللی نفت این حق را می‌دهند که بخشی از نفت تولیدی را با قیمت کمتر (تنزیل شده) و فقط از طریق منابعی که از اجرای خدمت به دست آمده است، خریداری کند، اما اگر نفت کشف نشود، قرارداد بدون هیچ پرداختی به شرکت بین‌المللی نفت به پایان می‌رسد. بنابراین، شرکت بین‌المللی نفتی با وجود اینکه وارد خدمتی شده است که هیچ حقوق مالکیتی در منطقه خدمت یا تولید خود به دست نیاورده است، اما تمام ریسک مالی خدمات را به عهده می‌گیرد (میکسل، ۱۹۸۴).

#### ۴- ساختار مدل پیشنهادی

عملکرد کارگزاران در راستای منافع کارفرمایانشان از جمله مسائل مهم در حوزه اقتصاد است؛ چراکه تضاد و تعارض بین کارفرما و کارگزار همواره وجود داشته و دارد و پیمانکار ممکن است همیشه هم جهت با نفع حداکثری سرمایه‌گذار عمل نکند. این عدم وجود انگیزه و یا ناکافی بودن آن و یا حتی انگیزه معکوس ممکن است سبب شود وی بهترین کوشش خود را در انجام پروژه ارائه ندهد. این امر به انتخاب نادرست یک نماینده از سوی عامل می‌انجامد. همچنین اطلاعات مورد نیاز در انعقاد یک قرارداد به طور کامل و جامع در اختیار هر دو طرف قرارداد وجود ندارد؛ به گونه‌ای که هر یک از طرفین اطلاعات ناقص دارند و هر طرفی فقط برای قانع کردن طرف دیگر برای روی آوردن به قرارداد به قدر ضرورت، اطلاعاتی از خود، انگیزه‌ها، توانایی‌ها و هدف‌های واقعی خویش ابراز می‌کند. در چنین شرایطی مساله مخاطرات اخلاقی بین دو طرف قرارداد پدید می‌آید (فرچاید، ۲۰۰۴). در ادبیات اقتصادی، عدم تقارن اطلاعات و تضاد منافع بین طرفین در قراردادها در قالب نظریه نمایندگی بحث و بررسی می‌شود (بیچاکند، ۲۰۰۴).

راه‌حل الگوی کارگزار - کارفرما برای شرایط حاضر آن است که قرارداد به گونه‌ای باشد که پیمانکار انگیزه کافی برای تلاش بیشتر برای انجام کار داشته باشد.

بنابراین، شرط اول آن است که منفعت پیمانکار از قرارداد در حالتی که تلاش بیشتری از خود نشان می‌دهد، بیشتر از حالتی باشد که تلاش کمتری دارد. شرط دوم آن است که حداقل منفعتی که پیمانکار از تلاش بیشتر به دست می‌آورد، بزرگ‌تر از صفر باشد؛ چراکه در غیر این صورت انگیزه‌ای برای تلاش بیشتر نخواهد داشت. شرط سوم آن است که منفعت کارفرما نیز از اینکه پیمانکار تلاش بیشتری انجام می‌دهد نسبت به حالتی که تلاش کمتری دارد، بیشتر باشد. اگر سه شرط برقرار باشد پیمانکار حداکثر کوشش را انتخاب خواهد کرد، اما اگر یکی از این سه قید برقرار نباشد در این صورت پیمانکار حداکثر کوشش خود را ارائه نخواهد کرد. بنابراین، کارفرما می‌تواند با بررسی رابطه بین قیدها و تعیین متغیرهای قراردادی، پیمانکار را تشویق کند که این سه نوع قرارداد (امتیاز، مشارکت در تولید و خرید خدمت) را بپذیرد. سپس می‌توان نتیجه‌های انتظاری را برای کارفرما به ازای هر کدام از این قراردادها ارزیابی کرد.

در قرارداد توسعه میادین نفت و گاز، کارفرما همان دولت است که به دنبال توسعه میادین نفت و گاز در حوزه جغرافیایی خود است و پیمانکار هم شرکت‌هایی هستند که در توسعه میادین نفت و گاز چه در داخل این کشور و چه در کشورهای دیگر فعال هستند.

فرض می‌شود در مرحله اول، دولت قرارداد امتیاز، مشارکت در تولید و یا خرید خدمت را به شرکت نفتی پیشنهاد می‌کند. با فرض اینکه شرکت پیمانکار قرارداد را پذیرفته باشد، دو حالت اتفاق خواهد افتاد: حالت اول آن است که پیمانکار تلاش زیاد داشته باشد و حالت دوم آنکه تلاش کم برای انجام ماموریتش به کار ببندد. مجدد هر کدام از این احتمالات خود با احتمال دیگری روبه‌رو است و آن این است که آیا شرایط طبیعی و فنی، شرایط مناسب را برای انجام کار فراهم خواهد آورد یا خیر. منظور از شرایط طبیعی، عوامل فنی و زمین‌شناسی و دیگر عوامل طبیعی غیرقابل کنترل برای پیمانکار و کارفرما است. این ریسک برای طرفین یکسان بوده و اطلاعات طرفین قرارداد در این مرحله و پیش از اجرای قرارداد به صورت یکسان و

متقارن در نظر گرفته شده است. نااطمینانی حاصل از مسائل فنی و زمین شناسی دو حالت را برای طرفین قرارداد رقم خواهد زد: حالت اول آن است که پیمانکار قرارداد با شرایط بهتری از مخزن روبه‌رو شود و بتواند با نرخ بالاتری نفت را از مخزن بازیافت کند. در این مدل‌سازی، این حالت با شرایط خوش‌شانسی نامگذاری می‌شود و در مقابل در صورتی که شرایط مخزن به گونه‌ای باشد که با نرخ بازیافت پایین‌تر از انتظارات و نتایج مطالعات اولیه روبه‌رو شوند، بدشانسی نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، خوش‌شانسی در حالتی است که شرایط طبیعی برای انجام موفقیت‌آمیز توسعه میدان مهیا باشد و بدشانسی به حالتی اطلاق می‌شود که شرایط طبیعی برای انجام موفقیت‌آمیز توسعه میدان مهیا نباشد.

علاوه بر نااطمینانی مطرح شده، احتمال دیگری نیز متصور است و آن این است که آیا شرکت پیمانکار نفتی حداکثر تلاش خود را خواهد کرد و تولید صیانتی خواهد بود و یا اینکه حداقل تلاش خود را صرف کرده و تولید صیانتی نبوده و یا اینکه با هزینه بیشتری بازیافت نفت انجام شده است.

#### ۴-۱- مفروضات مدل

در این تحقیق دولت به عنوان کارفرما و شرکت پیمانکار نفتی به عنوان کارگزار انتخاب شده‌اند. مخزن نفتی فرض شده برای مدل‌سازی حتما ذخیره نفتی قابل برداشت دارد. ریسک‌های فنی-زمین‌شناسی در تمامی قراردادهای بالادستی پیشنهادی وجود داشته و در میزان بازیافت نفت از مخزن موثر در نظر گرفته شده است. همچنین ریسک تلاش پیمانکار در قراردادهای بالادستی وجود داشته و در میزان بازیافت نفت از مخزن موثر است. در این تحقیق اطلاعات طرفین نسبت به شرایط فنی مخزن پیش از انعقاد قرارداد متقارن در نظر گرفته شده است. بنابراین، موضوع عدم تقارن اطلاعات طرفین مورد بحث قرار نگرفته و فقط به مخاطرات اخلاقی پرداخته شده است.

مدل‌سازی به صورت یک دوره‌ای و به میزان عمر مخزن انجام شده است. نوع قرارداد در میزان بازیافت نفت از مخزن موثر خواهد بود. قراردادهای موردنظر در این مدل‌سازی، قرارداد امتیاز، مشارکت در تولید و بیع متقابل است. مدل‌سازی برای هر کدام از این قراردادها در چارچوب الگوی کارگزار- کارفرما بررسی و نتایج قراردادها در نهایت با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

#### ۴-۲- تفصیل مدل

اولین قراردادی که مورد بررسی قرار می‌گیرد، قرارداد امتیاز است. با توجه به توضیحات پیش‌گفته شده در مورد این قرارداد، می‌توان توابع منفعت این قرارداد را برای طرفین آن به صورت زیر نشان داد:

#### ۴-۲-۱- قرارداد امتیاز

تابع منفعت دولت صاحب مخزن نیز در قرارداد امتیاز به شرح رابطه (۱) است.

$$U_G = \lambda(\alpha + \tau)pq_g + (1 - \lambda)(\alpha + \tau)pq_b \quad (1)$$

$\alpha$ : نرخ بهره مالکانه که از پیمانکار به ازای هر بشکه نفت تولیدی دریافت می‌کند.  
 $\tau$ : نرخ مالیات که به ازای تولید هر بشکه نفت تولیدی از پیمانکار دریافت می‌کند.  
 $Q$ : تعداد بشکه نفت تولیدی توسط پیمانکار از میدان در کل دوره عمر مخزن

رابطه (۲)، تابع منفعت شرکت نفتی (پیمانکار) از توسعه یک میدان نفتی است:

$$U_c = (1 - \tau - \alpha)PQ - C - D \quad (2)$$

که متغیرهای آن به شرح زیر است:

P: قیمت نفت به ازای هر بشکه

$\tau$ : نرخ مالیات

$\alpha$ : نرخ بهره مالکانه

Q: تعداد بشکه نفت تولیدی در کل دوره عمر مخزن

C: هزینه اکتشاف و توسعه و تولید

D: هزینه بازیافت.

با توجه به آنچه پیش از این گفته شد، قراردادها با ریسک‌های زمین‌شناسی و فنی روبه‌رو هستند. فرض تحقیق برای نشان دادن این ریسک این است که این قرارداد با دو شرایط خوب (g) و شرایط بد (b) روبه‌رو خواهد بود. همچنین ریسک تلاش پیمانکار برای دولت صاحب مخزن نیز وجود دارد. به عبارت دیگر، این نااطمینانی برای دولت به عنوان کارفرما وجود دارد که آیا پیمانکارش حداکثر تلاش خود را به کار خواهد بست یا خیر.

احتمال آنکه با فرض تلاش زیاد پیمانکار، شرایط خوب و خوش‌شانسی هم پیش بیاید را  $\lambda$  و احتمال آنکه با فرض حداکثر تلاش پیمانکار، وی با بدشانسی روبه‌رو شود،  $1 - \lambda$  در نظر گرفته شده است. همچنین طول عمر مخزن را به دو دوره تقسیم می‌کنیم: دوره اول از زمان صفر تا  $t_b$  و دوره دوم نیز از  $t_b$  تا  $t_g$ . بنابراین در مدل قرارداد امتیاز، تابع منفعت پیمانکار به شرح رابطه (۳) خواهد بود.

$$U_c(H) = \lambda \left[ \sum_{t=1}^{t_g} ((1 - \tau - \alpha)Pq_g - C_H - d_g)\delta_c^t \right] + (1 - \lambda) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} ((1 - \tau - \alpha)Pq_b - C_H - d_b)\delta_c^t \right] \quad (3)$$

پس از ساده‌سازی رابطه (۳) به رابطه (۴) خواهیم رسید:

(۴)

$$U_c(H) = \sum_{t=1}^{t_b} (1 - \tau - \alpha) P(\lambda q_g + (1 - \lambda)q_b) - C_H - \lambda d_g - (1 - \lambda)d_b \delta_c^t + \sum_{t=t_b+1}^{t_g} \lambda [(1 - \tau - \alpha) Pq_g - C_H - d_g] \delta_c^t$$

همچنین احتمال وقوع شرایط خوب و خوش‌شانسی با فرض اینکه پیمانکار حداقل تلاش خود را به کار بیند را با  $\mu$  و احتمال وقوع شرایط بد و بدشانسی با فرض اینکه پیمانکار تلاش حداقلی داشته باشد را با  $1 - \mu$  در مدل نشان داده شده است. بنابراین در مدل قرارداد امتیاز، تابع منفعت پیمانکار به شرح رابطه (۵) خواهد بود.

$$U_c(L) = \mu \left[ \sum_{t=1}^{t_g} ((1 - \tau - \alpha) Pq_g - C_L - d_g) \delta_c^t \right] + (1 - \mu) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} ((1 - \tau - \alpha) Pq_b - C_L - d_b) \delta_c^t \right] \quad (۵)$$

پس از ساده‌سازی رابطه (۵) به رابطه (۶) خواهیم رسید.

$$U_c(L) = \sum_{t=1}^{t_b} (1 - \tau - \alpha) P(\mu q_g + (1 - \mu)q_b) - C_L - \mu d_g - (1 - \mu)d_b \delta_c^t + \sum_{t=t_b+1}^{t_g} \mu [(1 - \tau - \alpha) Pq_g - C_H - d_g] \delta_c^t \quad (۶)$$

حال برای آنکه قرارداد به گونه‌ای باشد که پیمانکار حداکثر تلاش و حداقل هزینه نمایندگی را داشته باشد، لازم است سه شرط در این قرارداد دیده شود؛ شرط اول آن است که پیمانکار در حالتی که تلاش حداکثری دارد از حالتی که تلاش حداقلی دارد، بیشتر باشد؛ چراکه اگر شرایط قراردادی غیر از این باشد، سبب خواهد

بهینه‌یابی قراردادهای بالادستی نفت و گاز... ۲۰۱

شد که پیمانکار انگیزه‌ای برای حداکثر کردن تلاش خود در اجرای بهتر وظایفش نداشته باشد. بنابراین در راستای بررسی این شرط رابطه (۷) را خواهیم داشت.

$$U_c(H) > U_c(L) \quad (۷)$$

حال اگر این شرط را در بازه زمانی  $t_b + 1 < t < t_g$  مورد بررسی قرار می‌دهیم به رابطه (۸) خواهیم رسید.

$$C_H - C_L < (\lambda - \mu/\mu)(APq_g - C_H - d_g) \quad (۸)$$

حال اگر این شرط را در بازه زمانی زیر مورد بررسی قرار دهیم، رابطه (۹) را خواهیم داشت.

(۹)

$$\begin{aligned} 1 < t < t_b \\ \lambda APq_g - \lambda C_H - \lambda d_g + (1 - \lambda)APq_b - (1 - \lambda)C_H - (1 - \lambda)d_b \\ > \mu APq_g - \mu C_L - \mu d_g + (1 - \mu)APq_b - (1 - \mu)C_L \\ & - (1 - \mu)d_b \\ APq_g(\lambda - \mu) - d_g(\lambda - \mu) - APq_b(\lambda - \mu) > C_H - C_L \\ C_H - C_L < (\lambda - \mu)[AP(q_g - q_b) - d_g - d_b] \end{aligned}$$

شرط دوم آن است که مطلوبیت پیمانکار از تلاش زیاد در این قرارداد بزرگ‌تر از صفر باشد. به عبارت دیگر، از اینکه تلاش زیاد می‌کند بازدهی مثبت داشته باشد. چه آنکه اگر بازدهی فعالیتش با تلاش بسیار، منتج به زیان شود، انگیزه‌ای برای فعالیت نخواهد داشت. بنابراین رابطه (۱۰) را خواهیم داشت.

$$U_c(H) > 0 \quad (۱۰)$$

$$\begin{aligned} & \lambda APq_g - \lambda C_H - \lambda d_g + (1 - \lambda)APq_b - (1 - \lambda)C_H - (1 - \lambda)d_b \\ & + \lambda APq_g - \lambda C_L - \lambda d_g > 0 \\ & 2\lambda APq_g - 2\lambda d_g - (1 + \lambda)C_H + (1 - \lambda)APq_b - (1 - \lambda)d_b > 0 \\ & C_H < \frac{AP(2\lambda q_g + (1 - \lambda)q_b) - (2\lambda d_g + (1 - \lambda)d_b)}{1 + \lambda} \end{aligned}$$

شرط سوم آن است که دولت صاحب مخزن نیز از اینکه پیمانکار تلاش بسیار و حداکثری داشته باشد، منفعت بیشتری نسبت به حالتی که تلاش حداقلی دارد کسب کند. بنابراین رابطه (۱۱) را داریم.

(۱۱)

$$\begin{aligned} & U_G(H) > U_G(L) \\ & U_G = (\alpha + \tau)q \\ & U_G(H) = P(g|H) \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (\alpha + \tau)q_g \delta_c^t \right] + P(b|H) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (\alpha + \tau)q_b \delta_c^t \right] \\ & P(g|H) = \lambda \quad P(b|H) = 1 - \lambda \\ & U_G(H) = \lambda \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (\alpha + \tau)Pq_g \delta_c^t \right] + (1 - \lambda) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (\alpha + \tau)Pq_b \delta_c^t \right] \\ & U_G(H) \\ & = \left[ \sum_{t=1}^{t_b} \lambda(\alpha + \tau)Pq_g \delta_c^t \right] + \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_g} \lambda(\alpha + \tau)Pq_g \delta_c^t \right] \\ & + \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (1 - \lambda)(\alpha + \tau)Pq_b \delta_c^t \right] \\ & U_G(H) \\ & = \left[ \sum_{t=1}^{t_b} \lambda(\alpha + \tau)Pq_g + (1 - \lambda)(\alpha + \tau)q_b \right] \delta_c^t \\ & + \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_g} \lambda(\alpha + \tau)Pq_g \right] \delta_c^t \\ & U_G(L) \\ & = P(g|L) \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (\alpha + \tau)Pq_g \delta_c^t \right] + P(b|L) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (\alpha + \tau)Pq_b \delta_c^t \right] \\ & P(g|L) = \mu \quad P(b|L) = (1 - \mu) \end{aligned}$$



بهبود یابی قراردادهای بالادستی نفت و گاز... ۲۰۳

$$U_G(L) = \mu \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (\alpha + \tau) Pq_g \delta_c^t \right] + (1 - \mu) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (\alpha + \tau) Pq_b \delta_c^t \right] + \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_g} (\alpha + \tau) Pq_b \delta_c^t \right]$$

ابتدا در بازه زمانی  $t_b + 1 < t < t_g$  این شرط را مورد بررسی قرار می‌دهیم که رابطه (۱۲) را خواهیم داشت.

$$\begin{aligned} \lambda(\alpha + \tau)Pq_g &> \mu(\alpha + \tau)Pq_g & (12) \\ (\lambda - \mu)(\alpha + \tau)Pq_g &> 0 \end{aligned}$$

در بازه زمانی  $1 < t < t_b$  به صورت رابطه (۱۳) خواهد بود.

(۱۳)

$$\begin{aligned} \lambda(\alpha + \tau)Pq_g + (1 - \lambda)(\alpha + \tau)Pq_b &> \mu(\alpha + \tau)Pq_g + (1 - \mu)(\alpha + \tau)Pq_b \\ (\lambda - \mu)(\alpha + \tau)Pq_g - (\lambda - \mu)(\alpha + \tau)Pq_b &> 0 \\ (\lambda - \mu)(\alpha + \tau)P(q_g - q_b) &> 0 \end{aligned}$$

و شرط چهارم نیز این است که مطلوبیت دولت میزبان از تلاش حداکثری پیمانکار بزرگ‌تر از صفر باشد. بنابراین، در بررسی این شرط رابطه (۱۴) را خواهیم داشت.

(۱۴)

$$\begin{aligned} U_G(H) &> 0 \\ \lambda(\alpha + \tau)Pq_g + (1 - \lambda)(\alpha + \tau)Pq_b + \lambda(\alpha + \tau)Pq_g &> 0 \\ 2\lambda(\alpha + \tau)Pq_g + (1 - \lambda)(\alpha + \tau)Pq_b &> 0 \\ (\alpha + \tau) + (2\lambda Pq_g + (1 - \lambda)Pq_b) &> 0 \end{aligned}$$

۴-۲-۲- قرارداد مشارکت در تولید

دومین مدل قرارداد بالادستی مورد بحث، قرارداد مشارکت در تولید است. تابع منفعت دولت به عنوان کارفرما و شرکت نفتی به عنوان پیمانکار در این قرارداد به شرح رابطه (۱۵) است.

$$U_G = \lambda([\alpha + \tau) + (1 - \alpha - \beta)\gamma_G]Pq_g - \beta Pq_g - D_g) + (15)$$

$$(1 - \lambda)([\alpha + \tau) + (1 - \alpha - \beta)\gamma_G]Pq_b - \beta Pq_b - D_b)$$

$U_G$ : تابع منفعت دولت صاحب مخزن

$\alpha$ : نرخ بهره مالکانه به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$\tau$ : نرخ مالیات به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$\beta$ : مقدار نفت هزینه به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$\gamma_G$ : درصد سهم دولت از نفت فایده به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$P$ : قیمت هر بشکه نفت تولیدی

$q$ : تعداد بشکه نفت تولیدی

$D$ : هزینه بازیافت

$$U_c = [(\beta + (1 - \tau)\gamma_c(1 - \beta - \alpha)]Pq(t) (16)$$

$U_c$ : تابع منفعت پیمانکار

$\beta$ : مقدار نفت هزینه به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$\tau$ : نرخ مالیات به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$\gamma_c$ : درصد سهم پیمانکار از نفت فایده به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$\alpha$ : نرخ بهره مالکانه به ازای هر بشکه نفت تولیدی

$P$ : قیمت هر بشکه نفت تولیدی

q: تعداد بشکه نفت تولیدی

جهت بررسی سهل‌تر، رابطه (۱۷) را خواهیم داشت:

$$B = \beta + (1 - \tau)\gamma_c(1 - \beta - \alpha) \quad (17)$$

با توجه به احتمالاتی که پیش از این در قرارداد امتیاز نیز ذکر شد، تابع منفعت پیمانکار به صورت رابطه (۱۸) خواهد بود.

(۱۸)

$$\begin{aligned} U_c(H) &= \lambda \left[ \sum_{t=1}^{t_g} BPq_g - C_H \right] \delta_c^t + (1 - \lambda) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} BPq_g - C_H \right] \delta_c^t \\ U_c(H) &= \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (\lambda BPq_g - \lambda C_H + (1 - \lambda) BPq_b - C_H) \right] \delta_c^t \\ &+ \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_g} \lambda BPq_g - \lambda C_H \right] \delta_c^t \\ U_c(L) &= \mu \left[ \sum_{t=1}^{t_g} BPq_g - C_L \right] \delta_c^t + (1 - \mu) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} BPq_g - C_L \right] \delta_c^t \\ U_c(L) &= \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (\mu BPq_g - (1 - \mu) BPq_b - C_L) \right] \delta_c^t \\ &+ \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_g} (\mu BPq_b - \mu C_L) \right] \delta_c^t \end{aligned}$$

در بررسی شرط اول در قرارداد مشارکت در تولید، لازم است بررسی شود که این قرارداد به گونه‌ای باشد که منفعت پیمانکار در شرایطی که تلاش حداکثری دارد نسبت به شرایط تلاش حداقلی، بیشتر باشد تا شرط انگیزه کافی برای تلاش حداکثری در این قرارداد تامین شود. بنابراین رابطه (۱۹) را خواهیم داشت.

$$U_C(H) > U_C(L) \quad (۱۹)$$

برای بررسی این شرط ابتدا در بازه زمانی  $t_b + 1 < t < t_g$  این شرط را مورد بررسی قرار می‌دهیم (رابطه (۲۰)).

$$\begin{aligned} \lambda BPq_g - \lambda C_H &> \mu BPq_g - \mu C_L \quad (۲۰) \\ (\lambda - \mu)BPq_g &> \lambda C_H - \mu C_L \end{aligned}$$

حال اگر این شرط را در بازه زمانی  $1 < t < t_b$  بررسی کنیم، رابطه (۲۱) را خواهیم داشت.

$$\begin{aligned} \lambda BPq_g + (1 - \lambda)BPq_b - C_H &> \mu BPq_g + (1 - \mu)BPq_b - C_L \quad (۲۱) \\ BP(\lambda - \mu)(q_g - q_b) &> C_H - C_L \end{aligned}$$

شرط دوم در این قرارداد این است که منفعت حاصل از آن برای پیمانکار در حالتی که تلاش حداکثری داشته باشد، حداقل بزرگتر از صفر باشد تا پیمانکار انگیزه کافی را جهت تلاش بیشتر داشته باشد. بنابراین رابطه (۲۲) را خواهیم داشت.

$$\begin{aligned} U_C(H) &> 0 \quad (۲۲) \\ \lambda BPq_g + (1 - \lambda)BPq_b - C_H + \lambda BPq_g - \lambda C_H &> 0 \\ C_H &< \frac{BP(2\lambda q_g + (1 - \lambda)q_b)}{(1 + \lambda)} \end{aligned}$$

شرط سوم آن است که قرارداد به گونه‌ای باشد که منفعت دولت میزبان از تلاش بیشتر و حداکثری پیمانکار بیش از حالتی باشد که در آن پیمانکار تلاش کم و حداقلی داشته باشد؛ چرا که در غیر این صورت با وجود انگیزه پیمانکار، این تلاش بیشتر برای دولت میزبان نه تنها منفعتی نخواهد داشت که موجب ضرر نیز خواهد شد. بنابراین لازم است این شرط نیز در قرارداد مورد بررسی قرار گرفته و گنجانده شود. بنابراین رابطه (۲۳) را خواهیم داشت.

(۲۳)

$$U_G = [(\alpha + \tau) + (1 - \alpha - \beta)\gamma_G]Pq - \beta Pq - D(v(t))$$

$$(\alpha + \tau) + (1 - \alpha - \beta)\gamma_G = F$$

$$U_G(H)$$

$$= P(g|H) \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (FPq_g - \beta Pq_g - d_g) \right] \delta_c^t$$

$$+ P(b|H) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (FPq_b - \beta Pq_b - d_b) \right] \delta_c^t$$

حال اگر داشته باشیم:

$$P(b|H) = 1 - \lambda \quad P(g|H) = \lambda$$

در نتیجه رابطه (۲۴) خواهیم داشت:

(۲۴)

$$P(b|H) = 1 - \lambda \quad P(g|H) = \lambda$$

$$U_G(H)$$

$$= \lambda \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (FPq_g - \beta Pq_g - d_g) \right] \delta_c^t + (1$$

$$- \lambda) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (FPq_b - \beta Pq_b - d_b) \right] \delta_c^t$$

$$\begin{aligned}
 U_G(H) &= \sum_{t=1}^{t_b} (\lambda FPq_g - \lambda \beta Pq_g - \lambda d_g + (1 - \lambda) FPq_b - (1 - \lambda) \beta Pq_b \\
 &\quad - (1 - \lambda) d_b) \delta_c^t + \sum_{t=t_b+1}^{t_g} (\lambda FPq_g - \lambda \beta Pq_g - \lambda d_g) \delta_c^t \\
 U_G(L) &= \mu \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (FPq_g - \beta Pq_g - d_g) \right] \delta_c^t + (1 \\
 &\quad - \mu) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (FPq_b - \beta Pq_b - d_b) \right] \delta_c^t \\
 U_G(L) &= \sum_{t=1}^{t_b} (\mu FPq_g - \mu \beta Pq_g - \mu d_b + (1 - \mu) FPq_b - (1 - \mu) \beta Pq_b \\
 &\quad - (1 - \mu) d_b) \delta_c^t + \sum_{t=t_b+1}^{t_g} (\mu FPq_g - \mu \beta Pq_g - \mu d_g) \delta_c^t
 \end{aligned}$$

حال برای بررسی شرط،  $U_G(H) > U_G(L)$  دو بازه زمانی را مورد توجه قرار می‌دهیم. بازه زمانی اول  $t_b + 1 < t < t_g$  است، رابطه (۲۵) را داریم.

(۲۵)

$$\begin{aligned}
 \lambda FPq_g - \lambda \beta Pq_g - \lambda d_b &> \mu FPq_g - \mu \beta Pq_g - \mu d_g \\
 (\lambda - \mu)(FPq_g - \beta Pq_g - d_g) &> 0
 \end{aligned}$$

بازه زمانی دوم  $1 < t < t_b$  می‌باشد، بنابراین رابطه (۲۶) را داریم.

(۲۶)

$$\begin{aligned}
 \lambda FPq_g - \lambda \beta Pq_g - \lambda d_g + (1 - \lambda) FPq_b - (1 - \lambda) \beta Pq_b - (1 - \lambda) d_b \\
 > \mu FPq_g - \mu \beta Pq_g - \mu d_g + (1 - \mu) FPq_b - (1 - \mu) \beta Pq_b \\
 - (1 - \mu) d_b \\
 (\lambda - \mu)[FPq_g - \beta Pq_g - d_g + FPq_b - \beta Pq_b - d_b] > 0
 \end{aligned}$$

شرط چهارم نیز آن است که منفعت دولت میزبان از تلاش حداکثری پیمانکار بزرگتر از صفر نیز باشد، بنابراین رابطه (۲۷) لازم است.

(۲۷)

$$U_G(H) > 0$$

$$\lambda F P q_g - \lambda \beta P q_g - \lambda d_g + (1 - \lambda) F P q_b - (1 - \lambda) \beta P q_b - (1 - \lambda) d_b$$

$$+ \lambda F P q_g - \lambda \beta P q_g - \lambda d_g > 0$$

$$(F - \beta) P [2\lambda P q_g + (1 - \lambda) q_b] > -2\lambda d_g + (1 - \lambda) d_b$$

۴-۲-۳- قرارداد خرید خدمت (بیع متقابل)

سومین مدل قراردادی مورد بحث در این تحقیق، قرارداد خرید خدمت است. این قرارداد در ایران به دلیل وجود چارچوب تامین مالی خاصی که در آن گنجانده شد به بیع متقابل شناخته شده است. تابع منفعت طرفین قرارداد بیع متقابل به شرح رابطه (۲۸) است.

(۲۸)

$$U_G = \lambda (P q_g - (r + \alpha)(OPEX + CAPEX)) + (1 - \lambda)(P q_b - (r + \alpha)(OPEX + CAPEX))$$

$U_G$ : تابع منفعت دولت صاحب مخزن

$P$ : قیمت هر بشکه نفت تولیدی

$q$ : تعداد بشکه نفت تولیدی

$r$ : نرخ بهره

$\alpha$ : نرخ بهره مالکانه به ازای هر بشکه نفت تولیدی

OPEX: هزینه‌های عملیاتی

CAPEX: هزینه‌های سرمایه‌ای

$$U_c = (r + \alpha)(OPEX + CAPEX) \quad (29)$$

$U_c$ : تابع منفعت پیمانکار

$r$ : نرخ بهره

$\alpha$ : نرخ درصد بالاسری

OPEX: هزینه‌های عملیاتی

CAPEX: هزینه‌های سرمایه‌ای.

جهت سهولت در محاسبات تعریف (۳۰) انجام شده است که:

$$PEX + CAPEX = C \quad (30)$$

بنابراین اگر بخواهیم تابع منفعت پیمانکار را در شرایطی که حداکثر تلاش خود را به خرج می‌دهد، محاسبه کنیم، رابطه (۳۱) را خواهیم داشت.

(۳۱)

$$U_c(H) = \lambda \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (r + \alpha) C_H \right] \delta_c^t + (1 - \lambda) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (r + \alpha) C_H \right] \delta_c^t$$

$$U_c(H) = \lambda \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (r + \alpha) C_H \right] \delta_c^t + \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_g} \lambda (r + \alpha) C_H \right] \delta_c^t$$

همچنین تابع منفعت پیمانکار در شرایطی که وی حداقل تلاش را در انجام وظایفش داشته باشد به صورت رابطه (۳۱) خواهد بود.

(۳۱)

$$U_c(L) = \mu \left[ \sum_{t=1}^{t_g} (r + \alpha) C_L \right] \delta_c^t + (1 - \mu) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (r + \alpha) C_L \right] \delta_c^t$$

$$U_c(L) = \left[ \sum_{t=1}^{t_b} (r + \alpha) C_L \right] \delta_c^t + \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_g} \mu (r + \alpha) C_L \right] \delta_c^t$$



حال همانگونه که شرط اول؛ یعنی فزونی منفعت پیمانکار در صورتی که تلاش حداکثری داشته باشد نسبت به حالتی که تلاش حداقلی دارد در قراردادهای پیشین مورد بررسی قرار گرفت در مورد این قرارداد نیز بررسی می‌شود. برای این منظور ابتدا در بازه زمانی  $t_b + 1 < t < t_g$  این تحلیل صورت می‌گیرد. بنابراین رابطه (۳۲) را خواهیم داشت.

$$U_c(H) > U_c(L) \quad (۳۲)$$

$$\lambda(r + \alpha)C_H > \mu(r + \alpha)C_L$$

$$(r + \alpha)(\lambda C_H - \mu C_L) > 0$$

اگر بخواهیم این محاسبات را در بازه زمانی  $1 < t < t_b$  انجام دهیم، رابطه (۳۳) را خواهیم داشت.

$$U_c(H) > U_c(L) \quad (۳۳)$$

$$(r + \alpha)C_H > (r + \alpha)C_L$$

$$(r + \alpha)(C_H - C_L) > 0$$

در بررسی شرط دوم؛ یعنی  $U_c(H) > 0$  نیز رابطه (۳۴) را خواهیم داشت /

$$(r + \alpha)C_H + \lambda(r + \alpha)C_H > 0 \quad (۳۴)$$

$$(1 + \lambda)(r + \alpha)C_H > 0$$

$$(r + \alpha)C_H > 0$$

شرط دیگر این است که با وجود آنکه قرارداد باید به گونه‌ای طراحی شود که پیمانکار انگیزه کافی برای حداکثر تلاش را داشته باشد، لازم است منفعت دولت میزبان نیز از حداکثر تلاش وی تضمین شود. به عبارت دیگر، زمانی که منفعت

دولت صاحب مخزن وقتی در شرایط حداکثر تلاش نسبت به حالتی که حداقل تلاش را انجام می‌دهد مثبت باشد. بنابراین جهت بررسی این شرط، رابطه (۳۵) را خواهیم داشت.

$$U_G = Pq - (r + \alpha)(OPEX + CAPEX) \quad (35)$$

$$OPEX + CAPEX = C$$

$$U_G(H)$$

$$= \lambda \left[ \sum_{t=1}^{t_g} Pq_g - (r + \alpha)C_H \right] \delta_c^t + (1 - \lambda) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} Pq_b - (r + \alpha)C_H \right] \delta_c^t$$

$$U_G(H)$$

$$= \left[ \sum_{t=1}^{t_b} \lambda Pq_g - \lambda(r + \alpha)C_H + (1 - \lambda)Pq_b - (1 - \lambda)(r + \alpha)C_H \right] \delta_c^t + \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_b} \lambda Pq_g - \lambda(r + \alpha)C_H \right] \delta_c^t$$

$$U_G(L)$$

$$= \mu \left[ \sum_{t=1}^{t_g} Pq_g - (r + \alpha)C_L \right] \delta_c^t + (1 - \mu) \left[ \sum_{t=1}^{t_b} Pq_b - (r + \alpha)C_L \right] \delta_c^t$$

$$U_G(H)$$

$$= \left[ \sum_{t=1}^{t_b} \mu Pq_g - (r + \alpha)C_L + (1 - \mu)Pq_b \right] \delta_c^t + \left[ \sum_{t=t_b+1}^{t_b} \mu Pq_g - \mu(r + \alpha)C_L \right] \delta_c^t$$

دو بازه زمانی ذیل را برای این تحلیل مورد بررسی قرار می‌دهیم که در نتیجه آن دو رابطه‌های (۳۶) و (۳۷) را خواهیم داشت.

$$t_b + 1 < t < t_g \quad (36)$$

$$\lambda Pq_g - \lambda(r + \alpha)C_H > \mu Pq_g - \mu(r + \alpha)C_L$$

$$(r + \alpha)(\lambda C_H - \mu C_L) < Pq_g(\lambda - \mu)$$

$$1 < t < t_b \quad (37)$$

$$\lambda Pq_g + (1 - \lambda)Pq_b - (r + \alpha)C_H > \mu Pq_g + (1 - \mu)Pq_b - (r + \alpha)C_L$$

$$(r + \alpha)(C_H - C_L) < (\lambda - \mu)P(q_g - q_b)$$

شرط آخر نیز در ایجاد انگیزه برای پیمانکار این است که منفعت دولت نیز از حداکثر تلاش پیمانکار بزرگ‌تر از صفر باشد و یا به عبارت دیگر متضرر نشود. بنابراین رابطه (۳۸) را خواهیم داشت.

$$U_G(H) > 0 \quad (38)$$

$$\lambda Pq_g + (1 - \lambda)Pq_b - (r + \alpha)C_H + \lambda Pq_g - \lambda(r + \alpha)C_H > 0$$

$$(1 + \lambda)(r + \alpha)C_H < 2\lambda Pq_g + (1 - \lambda)Pq_b$$

$$(r + \alpha)C_H < \frac{P(2\lambda q_g + (1 - \lambda)q_b)}{(1 + \lambda)}$$

برای آنکه بتوان فرمت‌های قراردادی را با هم مقایسه کرد، میدانی با مختصات مثالی فرض شده است. ذخیره قابل استحصال این میدان بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ میلیون بشکه در طول عمر مخزن است. این محدوده استخراج در صورتی است که پیمانکار با خوش‌شانسی روبه‌رو شود. در مدل‌سازی این متغیر با  $q_g$  نشان داده شده است:

$$200 * 10^6 < q_g < 800 * 10^8 \quad (39)$$

اما اگر در برداشت از ذخایر این میدان با بدشانسی روبه‌رو شده و شرایط طبیعی مخزن بر وفق مراد نباشد، میزان ذخایر قابل استحصال برای همان میدان کاهش خواهد یافت. در این مدل نسبت محدوده ذخایر قابل استحصال را در شرایط بدشانسی که با متغیر  $q_b$  بیان شده است به صورت نسبتی از حالت خوش‌شانسی در نظر گرفته شده است که در رابطه (۴۰) نشان داده شده است.

$$0.5q_g < q_b < 0.9q_g \quad (۴۰)$$

متغیر دیگری که در مدل سازی منافع حاصل از توسعه میدان حائز اهمیت است، میزان هزینه لازم برای اکتشاف، توسعه و تولید است. این هزینه در شرایطی که پیمانکار حداکثر تلاش خود را مصروف می‌دارد با  $C_H$  و در شرایط حداقل تلاش با  $C_L$  نشان داده می‌شود. با توجه به آنکه هزینه لازم برای اکتشاف و توسعه در قرارداد امتیاز برعهده پیمانکار است، هزینه در شرایط تلاش حداکثری بیش از میزان آن در صورت تلاش حداقلی خواهد بود. بنابراین؛ متغیر هزینه توسعه که با نماد  $C_H$  و  $C_L$  نشان داده می‌شود برای این قرارداد به صورت رابطه (۴۱) تعریف شده است.

$$C_H = (9.6)q_g^{0.8} \quad (۴۱)$$

$$C_L = (8.6)q_b^{0.8}$$

در قراردادهای مشارکت در تولید، بیع متقابل و IPC در نهایت توسط دولت صاحب مخزن پرداخت می‌شود، بنابراین، هزینه توسعه در صورت تلاش حداکثری به میزان کمتری از هزینه توسعه در شرایط تلاش حداقلی خواهد بود. از این رو، تابع هزینه توسعه برای قراردادهای مشارکت در تولید، بیع متقابل و IPC عبارت است از (رابطه (۴۲)):

$$C_H = (8.6)q_g^{0.8} \quad (۴۲)$$

$$C_L = (9.6)q_b^{0.8}$$

با توجه به شرایط تولید از مخزن، پس از رسیدن به سطح تولید اولیه و با توجه به کاهش نسبت گاز به نفت (GOR) مخزن میزان تولید میدان به تدریج کاهش خواهد یافت. برای جلوگیری از این کاهش و حفظ سطح تولید لازم است در طول دوره

بهره‌برداری نیز هزینه‌ای جهت بازیافت نیز صورت گیرد. در این مدل‌سازی هزینه لازم برای بازیافت با متغیر  $d_H$  در صورت تلاش حداکثری و  $d_L$  در صورت تلاش حداقلی استفاده شده است. محدوده تعریف شده این متغیر نیز به شرح رابطه (۴۳) خواهد بود.

$$\begin{aligned} 0.1C_H < d_H < 0.3C_H & \quad (۴۳) \\ 0.05C_L < d_L < 0.15C_L \end{aligned}$$

یکی دیگر از پارامترهای موثر در بررسی استراتژی‌های طرفین قرارداد، پیش‌بینی آن‌ها از سطح قیمت نفت است. با توجه به واقعیت‌های بازار نفت در سال‌های اخیر و همچنین پیش‌بینی‌های صورت گرفته توسط موسسات پیش‌بینی، بازه تغییرات قیمت نفت از ۴۰ تا ۱۰۰ دلار فرض شده است که با سه سناریو قیمت پایین، قیمت متوسط و قیمت بالا در مدل با قیمت‌های زیر فرض شده است. قیمت پایین ۴۰ دلار، قیمت متوسط ۷۰ دلار و قیمت بالا ۱۰۰ دلار فرض شده است. از آنجا که امکان مقایسه قراردادهای با یکدیگر وجود داشته باشد، این متغیر به صورت برون‌زا در مدل طراحی شده و در سناریوهای مذکور نتایج بدست آمده از مدل‌ها مورد مقایسه قرار می‌گیرند.

$\lambda$  نیز احتمال موفقیت به شرط تلاش زیاد و  $\mu$  هم احتمال موفقیت به شرط تلاش کم است. این متغیر از صفر تا یک تعریف شده است. نرخ مالیات در این محاسبات از ۲۰ تا ۶۰ درصد تعریف شده است. نرخ بهره مالکانه نیز از ۱۰ درصد تا ۵۰ درصد ارزش هر بشکه نفت تولیدی فرض شده است. سهم نفت-فایده دولت از هر بشکه نفت تولیدی نیز از ۵۰ درصد تا ۹۵ درصد فرض شده است. از همین رو مابه‌التفاوت آن نیز به عنوان سهم فایده پیمانکار در نظر گرفته شده است.

$$\begin{aligned} 0.5 < \gamma_g < 0.95 \\ \gamma_c = 1 - \gamma_g \end{aligned}$$

۲۱۶ فصلنامه علمی پژوهشنامه اقتصادی، سال بیستم، شماره ۷۶، بهار ۱۳۹۹

سهم نفت هزینه نیز در هر بشکه نفت تولیدی از ۱۰ درصد تا ۷۵ درصد ارزش هر بشکه نفت تولیدی منظور شده است.

$$0.1 < \beta < 0.75$$

نرخ بهره نیز از ۴ تا ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است.

$$0.04 < r < 0.15$$

تمامی متغیرهای بیان شده با گام‌های یک درصدی در مدل تغییر خواهند کرد تا میزان بهینه آن‌ها شناسایی و تعیین شود. ۷ در قرارداد جدید نفتی ایران که به عنوان پاداش پرداخت می‌شود از ۱ دلار به ازای هر بشکه تا ۱۰ دلار به ازای هر بشکه تعریف شده است که با گام‌های یک سنت در مدل‌ها مورد تحلیل قرار گرفته است.

$$1 < \gamma < 10$$

##### ۵- حل مدل و نتایج حاصل از اجرای آن

برای حل این مساله از روش الگوریتم ژنتیک استفاده شده است؛ به این معنا که با استفاده از الگوریتم ژنتیک، تابع منفعت دولت میزبان به عنوان تابع هدف و شروط به دست آمده از عقلانیت و انگیزه به عنوان قید برای آن تابع هدف بهینه‌یابی شده است. بدین منظور گام‌های زیر طی شده است:

گام اول: با توجه به متغیرهای موثر در هر قرارداد، بردار متغیرها تعیین می‌شود.  
گام دوم: برای هر کدام از عناصر بردار با توجه به بردار متغیرها و مقادیر مفروض برای قراردادها و مخزن فرضی، حد بالا و پایین تعیین می‌شود.  
گام سوم: تابع هدف و قیدها تعریف می‌شوند.

گام چهارم: عناصر بردار با توجه به محدوده مشخص شده در قالب تابع منفعت بهینه یابی می شوند.

گام پنجم: در نهایت با توجه به مقادیر بهینه شده، مطلوبیت بهینه شده دولت صاحب مخزن از هر قرارداد محاسبه می شود.

همچنین در این میان با استفاده از همین الگو، تابع منفعت پیمانکار نفتی نیز با متغیرهای به دست آمده از معادلات بهینه شده، حداکثرسازی شده و مقادیر آن مشخص شده است. بنابراین با توجه به مدل های طراحی شده برای قرارداد امتیاز، مشارکت دولت و خرید خدمت (بیع متقابل) تابع منفعت دولت را بهینه یابی می کنیم.

نتیجه به دست آمده در جدول (۱) قابل مشاهده است. با نمایش نتایج به دست آمده از مدل به صورت همزمان و در کنار یکدیگر قرار داده شود، نتیجه مورد نظر آشکار خواهد شد. این نتیجه در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱): در رده قیمتی پایین (۴۰ دلار به ازای هر بشکه نفت)

منافع حاصل از قراردادهای بالادستی برای دولت صاحب مخزن (ارقام به دلار)		
قرارداد امتیاز	قرارداد مشارکت در تولید	قرارداد بیع متقابل
۱۶,۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۴,۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۰,۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰

منبع: یافته های پژوهش

در صورتی که پیش بینی از سطح قیمتی نفت به ازای هر بشکه را ۴۰ دلار فرض کنیم، جدول (۱) نشان دهنده آن است که قرارداد مشارکت در تولید با تفاوت ناچیزی، منفعت بالاتری نسبت به قرارداد بیع متقابل برای دولت صاحب مخزن خواهد داشت. به همین صورت و در مقایسه با منفعت قرارداد امتیاز مشهود خواهد بود که قرارداد امتیاز از شرایط بسیار نامناسبی نسبت به دو قرارداد دیگر برای دولت صاحب مخزن برخوردار خواهد بود.

۲۱۸ فصلنامه علمی پژوهشنامه اقتصادی، سال بیستم، شماره ۷۶، بهار ۱۳۹۹

جدول (۲): در رده قیمتی متوسط (۸۰ دلار به ازای هر بشکه نفت)

منافع حاصل از قراردادهای بالادستی برای دولت صاحب مخزن (ارقام به دلار)		
قرارداد امتیاز	قرارداد مشارکت در تولید	قرارداد بیع متقابل
۳۳,۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۵۸,۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۱,۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در صورتی که پیش‌بینی از سطح قیمتی نفت به ازای هر بشکه را ۸۰ دلار فرض کنیم، جدول (۲) نشان‌دهنده آن است که قرارداد مشارکت در تولید با تفاوت تقریباً ۱۵ میلیارد دلاری نسبت به قرارداد بیع متقابل در طول عمر مخزن، منفعت بالاتری نسبت به قرارداد بیع متقابل برای دولت صاحب مخزن خواهد داشت. به همین صورت و در مقایسه با منفعت قرارداد امتیاز مشهود خواهد بود که قرارداد امتیاز از شرایط بسیار نامناسبی نسبت به دو قرارداد دیگر برای دولت صاحب مخزن برخوردار خواهد بود.

جدول (۳): در رده قیمتی بالا (۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه نفت)

منافع حاصل از قراردادهای بالادستی برای دولت صاحب مخزن (ارقام به دلار)		
قرارداد امتیاز	قرارداد مشارکت در تولید	قرارداد بیع متقابل
۴۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۷۶,۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۵۲,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در صورتی که پیش‌بینی از سطح قیمتی نفت به ازای هر بشکه را ۱۰۰ دلار فرض کنیم، جدول (۳) نشان‌دهنده آن است که قرارداد مشارکت در تولید با تفاوت تقریباً ۲۴ میلیارد دلاری نسبت به قرارداد بیع متقابل، منفعت بالاتری نسبت به قرارداد بیع متقابل برای دولت صاحب مخزن خواهد داشت. به همین صورت و در مقایسه با منفعت قرارداد امتیاز مشهود خواهد بود که قرارداد امتیاز از شرایط نامناسبی نسبت به دو قرارداد دیگر برای دولت صاحب مخزن برخوردار خواهد بود.



همانگونه که از جداول (۱)، (۲) و (۳) برمی آید با توجه به مفروضات پیش گفته شده برای این مدل، قرارداد مشارکت در تولید ضمن رعایت شرایط انگیزشی برای پیمانکار در جهت کاهش هزینه‌های نمایندگی و جلوگیری از مخاطرات اخلاقی، بیشترین منفعت را چه برای دولت صاحب مخزن و چه برای شرکت پیمانکار در پی خواهد داشت. این حداکثرسازی منفعت برای پیمانکار نفتی نیز مشهود است؛ چراکه جز قرارداد امتیاز که شرایط بسیار یکسویه‌ای خواهد داشت، منفعت پیمانکار نفتی نیز هم‌راستا با منفعت دولت میزبان حداکثر خواهد شد. این برتری در هر سه سطح قیمتی فرض شده نیز برقرار است.

#### ۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مساله اساسی در این تحقیق تعیین قراردادی است که بتواند وضعیت بهتری را در کسب منافع برای دولت صاحب مخزن ایجاد کند. بنابراین، از نظریه نمایندگی استفاده شده است تا به وسیله آن بتوان دشواری و هزینه‌های نمایندگی این قراردادها شناسایی شده و قرارداد بهینه را از این رهگذر شناسایی نمود. اینکه دولت صاحب مخزن کدام استراتژی را انتخاب و مابقی را رد کند، بسته به میزان منفعت متصور از هر کدام از این استراتژی‌ها دارد. با پذیرش هر استراتژی، پیمانکار می‌تواند در انجام کار حداکثر و یا حداقل تلاش خود را به کار گیرد. در صورتی که حداکثر تلاش به کار گرفته شود، سود بیشتری عاید می‌شود و این امر مطلوب کارفرما نیز خواهد بود ولی برای پیمانکار این مساله هزینه‌بر بوده و لزوماً مطلوب او نیست.

برای اجرای مدل مطرح شده، یک میدان فرضی در نظر گرفته شده است و برای متغیرهای موجود در هر قرارداد با توجه به واقعیت‌های موجود در صنعت نفت و گاز محدوده‌ای مشخص است. بهینه‌یابی در این محدوده‌ها با استفاده از الگوریتم ژنتیک انجام شده است. همچنین قیمت نفت نیز به عنوان متغیری برونزا در نظر گرفته شده و به صورت پارامتریک و تحلیل سناریو استفاده شده است. به عبارت دیگر، منفعت هر قرارداد برای طرفین در سه سناریو قیمت پایین (۴۰ دلار)، قیمت متوسط (۸۰ دلار) به

ازای هر بشکه نفت تولیدی) و قیمت بالا (۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه نفت تولیدی) مورد تحلیل قرار گرفته است.

در صورتی که پیش‌بینی از سطح قیمتی نفت به ازای هر بشکه را ۴۰ دلار فرض کنیم، نتایج به دست آمده از مدل نشان‌دهنده آن است که قرارداد مشارکت در تولید با تفاوت ناچیزی، منفعت بالاتری نسبت به قرارداد بیع متقابل برای دولت صاحب مخزن خواهد داشت و در مقایسه با منفعت قرارداد امتیاز مشهود خواهد بود که قرارداد امتیاز از شرایط نامناسبی نسبت به دو قرارداد دیگر برای دولت صاحب مخزن برخوردار خواهد بود.

در صورتی که پیش‌بینی از سطح قیمتی نفت به ازای هر بشکه را ۸۰ دلار فرض کنیم، قرارداد مشارکت در تولید با تفاوت تقریباً ۱۵ میلیارد دلاری نسبت به قرارداد بیع متقابل، منفعت بالاتری نسبت به قرارداد بیع متقابل و امتیاز برای دولت صاحب مخزن خواهد داشت.

در بازه قیمتی ۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه نفت تولیدی با توجه به مفروضات پیش گفته شده برای این مدل، قرارداد مشارکت در تولید ضمن رعایت شرایط انگیزشی برای پیمانکار در جهت کاهش هزینه‌های نمایندگی و جلوگیری از مخاطرات بیشترین منفعت را چه برای دولت صاحب مخزن و چه برای شرکت پیمانکار در پی خواهد داشت. بنابراین، به صورت کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استراتژی بهینه برای دولت صاحب مخزن برای کسب منافع مالی و اقتصادی بیشتر، قرارداد مشارکت در تولید است.

همانگونه که پیش از این بیان شد، این مدلسازی براساس یک میدان فرضی انجام شده است که محتمل است با تغییر در مفروضات مورد استفاده در این میدان فرضی و استفاده از داده‌های یک میدان دیگر، نتایج به دست آمده متفاوت از آن باشد که این مقاله به آن دست یافته است؛ چه آنکه هدف اساسی، ارائه الگویی برای تعیین قراردادهای بالادستی در چارچوب الگوی کارگزار-کارفرما بوده است.

منابع

ب- انگلیسی

- Barrows Gordon (1988). *A Survey of Incentives in Recent Petroleum Contracts.in Petroleum Investment Policies in Developing Countries*, ed. By N.Beredjick & T.Walde, Graham & Trotman, London.
- Blinn Keith (1986). *International Petroleum Exploration & Exploitation Agreement: Legal, Economic & Policy Aspects*,
- BarrowsBlitzer Charles, Cavoulacos Panos, Lessard Donald, and Paddock James (1985). "Analysis of Fiscal and Financial Impediments to Oil and Gas Exploration in Developing Countries". *Special Tax Issue*, PP 59-72.
- Fairchild Richard; (2004). "Behavioral Finance a Principal – Agent Model of Capital Budgeting". University of bath school of management working paper series,
- Gao Zhigo (1994). International Petroleum Contracts, Crrnt Trends & New Directions, *International Energy & Resources Law Policy Series*.
- Groenendaal, Willem J.H. van Mohammad, mazraati, (2006). "A Critical Review of Iran's Buy-Back Contracts", *Energy Policy*, 34.
- Omorogbe, Yinka, (2000). Oil and Gas Industry: Exploration and Production Contracts, University of Lagos: Malthouse Press.
- Pongsiri, Nutavoot (2004). "Partnerships in Oil and Gas Production-Sharing Contracts", *The International Journal of Public Sector Management*, Vol.17, No.4, 431-442
- Salani e.B. (1997). *The Economics of Contracts: A Primer*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Shiravi Abdolhossein & Ebrahimi Seyes Nasrollah (2006). Exploration & Development of Iran's Oilfield Though Buy-Back, *Natural Resource*, Froum 30.
- Smith E. Ernest & et al (2010). *Materials on International Petroleum Transactions*, Third Edition, Rockly Mountain Mineral Law Foundation
- Stevens, Paul,(2000). *The Economics of Energy*, University of Dundee, UK, An Elgar Reference Collection
- Tavarne Bernard (1996). *Upstream Oil & Gas Agreement, Production Sharing Contracts*, Sweet & Maxwell
- Tavarne Bernard (1999). *Petroleum, Industry & Government*, Kluwer Law.

۲۲۲ فصلنامه علمی پژوهشنامه اقتصادی، سال بیستم، شماره ۷۶، بهار ۱۳۹۹

Van Groenendaal, Willem. Mazraati, Mohammad (2006). A Critical Review of Iran's Buy-Back Contracts, *Energy Policy*, 34, 2709-3718.

## Optimization of Upstream Oil and Gas Contracts: A Principal-Agent Model

Davood Manzoof<sup>3</sup>  
Hojjatollah Baramaki Yazdf<sup>4</sup>  
Mohamad Saeed Shadkar<sup>5</sup>

Date Received: 3 Sep 2018

Date Accepted: 15 Feb 2020

### Abstract

The history of oil contracts in the last century indicates that oil contracts are a form of conflict between the interests of foreign oil companies and national interests of reservoir-owning governments. In this context, an important question arises for reservoir-owning governments as to which existing conventional upstream contracts should be chosen to maximize benefits. Representation theory has been used to answer this research question. In the designed model, each party's interest function in each of the upstream contracts is identified and modeled. Also, the rationality and motivation conditions in this model have been analyzed as participation constraints. The results of the proposed model using the genetic algorithm method show that, given field coordinates, the production-sharing contract has the lowest representation cost compared to the other two contracts of concession and service purchase. And as the selected model, production-sharing contracts can make the most profit for reservoir-owning governments.

**JEL Classification:** K12, Q48, Q49.

**Keywords:** Concession Contract, Production-Sharing Contract, Service Contract, Principal-Agent Model, Genetic Algorithm.

---

<sup>3</sup> Ph.D. in Management of International Oil and Gas Contracts, Imam Sadiq University, Tehran, Iran, Corresponding Author, Email: manzoor@isu.ac.ir

<sup>4</sup> Associate Professor, Faculty of Islamic Sciences and Economics, Imam Sadiq University, Tehran, Iran, Email: baramaki@mail.com

<sup>5</sup> PhD Student in Economics, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran, Email: m\_s\_shadkar@ut.ac.ir