

ارزیابی ریسک در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری در پروژه‌های بالادستی نفت و گاز

تالین منصوریان* • شرکت ملی نفت ایران

چکیده

فرآیندهای اکتشاف، توسعه و تولید در صنعت نفت همواره با عدم‌اطمینان و ریسک‌های متعددی از جمله ریسک‌های زمین‌شناسی و فنی، اقتصادی، سیاسی و حقوقی همراه می‌باشند. تصمیم‌گیری جهت سرمایه‌گذاری در میادین نفت و گاز به دلیل عدم قطعیت‌های فراوان، پیچیدگی، سرمایه‌گذاری عظیم و ... با ریسک بالایی مواجه است. در فاز اکتشاف، به دلیل شناخت ناکافی از مخزن و عدم دسترسی به اطلاعات دقیق در ارتباط با رفتار مخزن و پیش‌بینی عملکرد آن، درجه‌ی عدم قطعیت بسیار بالاست. این در حالی است که در فاز توسعه، عدم‌اطمینان به شدت در بازافت نفت تأثیر می‌گذارد. از سوی دیگر، به دلیل بلندمدت بودن قراردادهای بالادستی نفت و گاز، نوسان عوامل مختلف از جمله هزینه‌ها، قیمت نفت و گاز و متغیرهای اقتصادی مانند نرخ تورم در طول عمر پروژه زیاد و غیرقابل پیش‌بینی است. شرایط قراردادهای منعقد، نحوه تسهیم ریسک و بازده و شرایط حقوقی و سیاسی حاکم بر قرارداد از دیگر ریسک‌های پروژه‌های مذکور به‌شمار می‌رود. به همین دلیل، شرکت‌های بین‌المللی نفتی در کنار انجام ارزیابی‌های اقتصادی، ناگزیر از شناسایی عوامل عدم‌اطمینان و تحلیل ریسک در پروژه‌های موردنظر جهت سرمایه‌گذاری می‌باشند. در این راستا، مدل‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک در پروژه‌های بالادستی نفت و گاز وجود دارد که برآورد و تحلیل احتمال سودآوری پروژه در شرایط عدم‌اطمینان را امکان‌پذیر می‌نماید. این مدل‌ها، تصمیم‌گیری مدیران شرکت‌های نفتی را با تحلیل هم‌زمان ریسک و بازده تسهیل می‌نمایند.

اطلاعات مقاله

* دریافت:

۹۴/۶/۳

* ارسال برای داوری:

۹۴/۶/۲۳

* پذیرش:

۹۴/۸/۵

واژگان کلیدی

عوامل عدم‌اطمینان در پروژه‌های نفت و گاز
ارزیابی اقتصادی پروژه‌های بالادستی
تحلیل ریسک
تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری



مقدمه

پیش‌بینی‌های انجام شده توسط موسسات و آژانس‌های معتبر بین‌المللی حاکی از آن است که تقاضای جهانی نفت و گاز در دهه‌های آینده با رشد مواجه بوده و جهان همچنان متکی بر عرضه حجم عظیمی از نفت و گاز خواهد بود. از آنجا که صنعت نفت به سمت مخازن پیچیده‌تر و سخت‌تر حرکت می‌نماید، پیشرفت تکنولوژی باید با سرعت بیش از پیش صورت پذیرد تا پاسخگوی تقاضای جهانی نفت و گاز باشد. بنابراین، تصمیم‌گیری در خصوص فعالیت‌های اکتشاف و تولید نفت و گاز به دلیل ماهیت خاص و پیچیده‌ی این صنعت و نیز تأثیرگذاری عوامل مختلف در آن، به‌راحتی امکان‌پذیر نیست. در این میان، عدم اطمینان و ریسک‌های متعددی نیز به این فرآیند اضافه و تصمیم‌گیری را به‌شدت پیچیده می‌نماید. عمده‌ترین ریسک‌ها در مراحل مختلف اکتشاف و تولید یک میدان عبارتند از: ریسک‌های زمین‌شناسی و فنی، ریسک اقتصادی و ریسک‌های حقوقی و سیاسی.

شرکت‌های بین‌المللی نفت و گاز جهت ورود به سرمایه‌گذاری در صنعت نفت، نیازمند تحلیل ریسک به منظور ارزیابی کلیه عدم اطمینان‌های موجود در فرآیندهای اکتشاف و تولید می‌باشند تا در مقایسه با بازده پروژه‌های سرمایه‌گذاری و پرتفولیوی پروژه‌های شرکت، جهت سرمایه‌گذاری در پروژه مورد نظر تصمیم‌گیری نمایند. در این راستا، برخی از این شرکت‌ها ابزارها، نرم‌افزارها و روش‌های تحلیل ریسک منحصر به فرد خود را طراحی و آن را در فرآیندهای تصمیم‌گیری به کار می‌برند. تحلیل ریسک در پروژه‌های نفت و گاز با محدودیت‌ها و چالش‌های فراوانی مواجه است. این چالش‌ها عمدتاً ناشی از بلندمدت بودن

قراردادهای بالادستی، محدودیت دسترسی به اطلاعات دقیق، نامشخص بودن رفتار مخزن، عدم قطعیت در پیش‌بینی فاکتورهای اقتصادی از جمله قیمت نفت و گاز و هزینه‌های اکتشاف و تولید ... است.

علی‌رغم محدودیت‌های اشاره شده، تحلیل ریسک دارای مزایای زیادی در فعالیت‌های اکتشاف و تولید بوده که از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: (۱) فراهم نمودن ابزاری برای کنترل و مدیریت تصمیم‌های بسیار پیچیده با اهداف چندگانه و سطوح بالای عدم اطمینان (۲) تسهیل تصمیم‌گیری سهام‌داران با توجه به اولویت‌های تعریف شده و ارزش‌های ایجاد شده ناشی از ورود به پروژه مورد نظر (۳) فراهم‌سازی رویکردی نظام‌مند و جامع برای در نظر گرفتن کلیه عوامل موثر در فرآیندهای اکتشاف و تولید (به‌ویژه در تحلیل ریسک و بازده) [۱].

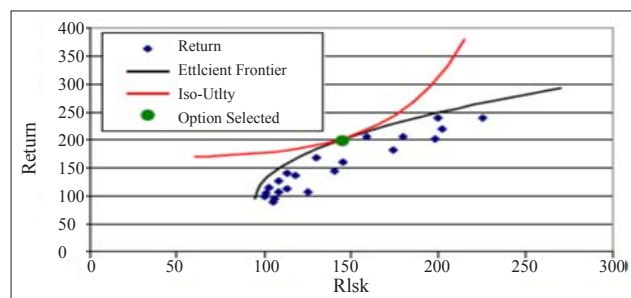
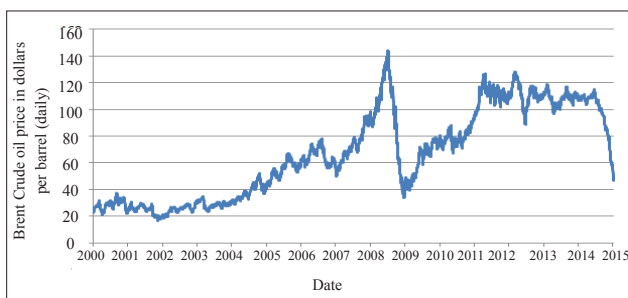
در این مقاله تلاش شده است تا ضمن تأکید بر ضرورت و اهمیت تحلیل ریسک در ارزیابی اقتصادی سرمایه‌گذاری در پروژه‌های اکتشاف و تولید، عوامل کلیدی عدم اطمینان و انواع ریسک در این پروژه‌ها معرفی و روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس تحلیل ریسک ارائه گردد. در بخش دوم مقاله، ادبیات تئوری تصمیم‌گیری در پروژه‌های نفت و گاز مرور گردیده است. در بخش سوم، انواع ریسک به سه گروه ریسک‌های زمین‌شناسی و فنی، ریسک‌های اقتصادی و نیز ریسک‌های سیاسی و حقوقی طبقه‌بندی و توضیحاتی در خصوص هر گروه ارائه شده است. در بخش چهارم، ضمن معرفی برخی از روش‌های ارزیابی و تحلیل ریسک در پروژه‌های نفت و گاز، فرآیند مدل عملیاتی شبیه‌سازی مونت کارلو به عنوان یکی

از روش‌های رایج در صنعت نفت تشریح گردیده است.

۱- مروری بر ادبیات تئوری تصمیم‌گیری در پروژه‌های نفت و گاز

فرآیند تصمیم‌گیری در پروژه‌های اکتشاف و تولید برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ مورد توجه قرار گرفت (Newendorp & Schuyler, 2000). مدل‌های اولیه تحلیل تصمیم‌گیری معمولاً بر اساس محاسبات صرف جریان نقدینگی، مانند محاسبه نرخ بازگشت سرمایه‌ی متوسط بود. لیکن با گذشت زمان و پیشرفت صنعت، تحلیل تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان مورد توجه قرار گرفت به نحوی که امروزه ریسک و عدم اطمینان به صورت کمی ارزیابی شده و برای تعریف و تحلیل استراتژی‌های سرمایه‌گذاری مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲].

فرآیندی که معمولاً برای تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل سه مرحله بوده و از آن به عنوان R.Q.P^۱ یاد می‌شود (Lipshitz & Strauss ۱۹۹۷). اولین مرحله، کاهش ریسک و عدم اطمینان را در بردارد. استراتژی‌های قابل استفاده در این مرحله عبارتند از: کسب اطلاعات بیشتر، ترکیب پیش‌بینی با استدلال مبتنی بر فرضیات، سناریوسازی، پیش‌بینی توسعه‌های محتمل آینده و بهبود پیش‌بینی از طریق کاهش افق زمانی. مرحله دوم، ریسک‌هایی که از مرحله اول باقی مانده و قابل حذف یا کاهش نیستند را کمی می‌نماید. در نهایت، نتایج بدست آمده در مرحله دوم به ساختاری متصل می‌گردد که ریسک و عدم اطمینان را به عنوان فاکتور تأثیرگذار در فرآیند انتخاب تصمیم به کار می‌بندد. مراحل کلی مدل تحلیل تصمیم، عبارتند از:



شکل ۲ | روند قیمت نفت از سال ۲۰۰۰ تاکنون

شکل ۱ | نمونه منحنی ریسک و بازده برای تحلیل پرتفولیو پروژه

۱) شناسایی خروجی‌های محتمل که می‌توانند برای هر کدام از گزینه‌های تصمیم‌یافتند (۲) ارزیابی سود یا زیان (یا هرگونه ارزش ایجاد شده) برای هر خروجی (۳) برآورد یا تعیین احتمال وقوع هر خروجی محتمل (۴) محاسبه میانگین وزنی سود (یا ارزش) برای هر کدام از گزینه‌های تصمیم (فاکتورهای وزن‌دهی، احتمالات وقوع هر خروجی می‌باشد). [۳] میانگین وزنی سود محاسبه شده همان ارزش مورد انتظار گزینه تصمیم می‌باشد که معیاری برای پذیرش یا رد آن گزینه خواهد بود. یک تصمیم موفق نیازمند ترکیب مدل تحلیل تصمیم با قضاوت حرفه‌ای و کارشناسی در فرآیند تصمیم‌گیری است. یکی از مدل‌های قابل استفاده، مبتنی بر ریسک و بازده است که طبق آن می‌توان استراتژی‌های تولید را در شرایط عدم اطمینان انتخاب نمود.

مدل تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک و بازده به نوعی بر اساس تئوری اقتصادی Markowitz استوار است. شکل ۱- نمونه‌ای از نمودار قابل استفاده در تحلیل تصمیم‌ها با استفاده از تئوری مذکور را نشان می‌دهد. نقاط آبی، ارتباط بین ریسک و بازده را در سناریوهای مختلف، منحنی مشکی ارتباط بهینه‌ی ریسک و بازده (مرز کارایی) و منحنی قرمز، تلفیق انجام شده توسط تصمیم‌گیرنده را بین ریسک و اهداف مورد نظر نشان می‌دهد. بهترین گزینه، تقاطع دو منحنی (نقطه سبز) می‌باشد.

۲- طبقه‌بندی کلی ریسک‌ها در پروژه‌های اکتشاف و تولید

۲-۱- ریسک‌های زمین‌شناسی و فنی

عدم اطمینان و ریسک‌های زمین‌شناسی معمولاً ناشی از فقدان اطلاعات کافی و دقیق از مخزن و نفت/گاز در جا می‌باشد. تخمین و برآورد موقعیت و میزان ذخایر نفت و گاز نیاز به انجام عملیات پیچیده مهندسی دارد که با وجود خطاهای ناشی از مدل‌های مورد استفاده، خطای نیروی انسانی، خطای اطلاعات و داده‌های مورد استفاده، خطا در تفسیر اطلاعات و ... قطعاً با عدم قطعیت همراه خواهد بود. از سوی دیگر، اگرچه برآورد ضریب باز یافت حتی در شرایط فناوری‌های موجود پیچیده است، اما با پیشرفت فناوری و افزایش ضریب مذکور،

این برآوردها بیش از پیش دشوار خواهد شد و این موضوع یکی دیگر از عوامل عدم اطمینان در پروژه‌های اکتشاف و تولید به‌شمار می‌رود. برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای در بخش اکتشاف و توسعه و همچنین هزینه‌های عملیاتی در بخش تولید نیز از عواملی هستند که پیش‌بینی آن‌ها برای سال‌های آینده به دلیل وابستگی به فاکتورهای متعدد، کار آسانی نیست. در این بخش، به اختصار ریسک‌ها در فازهای اکتشاف، ارزیابی و توسعه مرور می‌گردند.

الف- ریسک در فاز اکتشاف

اکتشاف پُرسیک‌ترین مرحله در فعالیت‌های اکتشاف و تولید از میادین نفت و گاز است. از آنجایی که در مرحله اکتشاف، اطلاعات دقیق و شناخت کافی در خصوص مخزن وجود ندارد، ریسک در این مرحله در بالاترین حد ممکن می‌باشد. به عبارت دیگر، عوامل عدم اطمینان در مرحله اکتشاف بیش از سایر مراحل فعالیت‌های اکتشاف و تولید بوده و مهمترین دلایل این امر، عدم قطعیت‌های زمین‌شناسی، نفت/گاز در جا و تکنولوژی مورد استفاده می‌باشد. با عبور از مرحله اکتشاف به سمت مراحل توسعه و تولید، به دلیل شناخت بهتر و افزایش اطلاعات از مخزن، ریسک‌های فوق‌الذکر کاهش می‌یابند.

ب- ریسک در فاز ارزیابی و توسعه

در این مرحله، عدم اطمینان‌ها بیش تر مرتبط با تکنولوژی و ضریب باز یافت می‌باشند. این موضوع در میادین دریایی و مخازن نفت سنگین، اهمیت بیشتری می‌یابد چرا که میزان سرمایه‌گذاری بیش تر و انعطاف‌پذیری در عملیات کمتر است. در تهیه برنامه‌ی توسعه، تصمیم‌گیری در خصوص مدیریت میدان، پیش‌بینی تولید با دقت لازم و همچنین وابستگی تعریف استراتژی‌های تولید به انواع عدم اطمینان‌ها با نیاز به کمی‌سازی ریسک، پیچیده است. اگرچه یکپارچه‌سازی تحلیل ریسک با تعریف استراتژی تولید، به دلیل وجود گزینه‌ها و سناریوهای متعدد همزمان با محدودیت‌های مختلف، فرآیندی زمان‌بر است، اما این مهم به منظور (۱) کمی‌سازی اثر تصمیم‌ها بر ریسک پروژه (۲) محاسبه ارزش اطلاعات و (۳) کمی‌سازی ارزش انعطاف‌پذیری، اجتناب‌ناپذیر است. تکنیک‌های

امروزی به دنبال کمی‌سازی ارزش اطلاعات و انعطاف‌پذیری، بهینه‌سازی تولید در شرایط عدم اطمینان، کاهش و بهره‌برداری از ریسک به عنوان یک فرصت می‌باشند.

نتایج حاصل از مطالعات انجام شده در ارتباط با ریسک در فاز توسعه حاکی از آن است که با کسب پیوسته‌ی اطلاعات از میدان، امکان کاهش ریسک زمین‌شناسی و با اعمال انعطاف‌پذیری، امکان کاهش عدم اطمینان در کل پروژه وجود خواهد داشت. در این خصوص، دو مفهوم "ارزش اطلاعات" به منظور مشخص نمودن ارزش کسب اطلاعات جدید و همچنین "انعطاف‌پذیری" در تعریف استراتژی تولید با در نظر گرفتن تأخیر احتمالی در برنامه زمان‌بندی پروژه، حائز اهمیت است. در مفهوم ارزش اطلاعات، کسب اطلاعات اضافی، امکان کاهش یا حذف برخی از عدم اطمینان‌های زمین‌شناسی و بالتبع، کاهش ریسک را فراهم می‌سازد. البته تحلیل اطلاعات اضافی، هزینه‌بر بوده و/یا اجرای پروژه را با تأخیر مواجه می‌نماید. اطلاعات جدید می‌تواند مطلوب (خوش بینانه) و یا نامطلوب (بدبینانه) باشد. در هر دو حالت، اطلاعات می‌تواند کامل و بی‌عیب یا ناقص و معیوب باشد. اطلاعات زمانی کامل و بی‌عیب می‌باشد که به‌طور کامل عدم اطمینان را حذف نموده و ارزش حداکثری اطلاعات را نشان دهد. انعطاف‌پذیری ضمن افزایش ارزش پروژه، امکان تغییر تصمیم‌ها در آینده را فراهم می‌نماید، اگرچه این تغییرات هزینه‌های پروژه را احتمالاً افزایش می‌دهد. کاربرد انعطاف‌پذیری در برخی شرایط مناسب است؛ مثلاً زمانی که امکان کسب اطلاعات اضافی وجود ندارد یا هنگامی که انعطاف‌پذیری ارزان‌تر از کسب اطلاعات جدید است. میادین دریایی به دلیل محدودیت‌های سکو، انعطاف کمتری پس از تأیید برنامه توسعه و آغاز عملیات حفاری چاه داشته و لذا در این پروژه‌ها، کسب اطلاعات جدید بهتر است.

[۱]

۲-۲- ریسک‌های اقتصادی

گروه دوم از ریسک‌های قابل توجه در پروژه‌های اکتشاف و تولید، ریسک‌های اقتصادی هستند. با توجه به بلندمدت بودن قراردادهای بالادستی (معمولاً بیش از ۲۰ سال)، نوسان فاکتورهای

اقتصادی دخیل در سودآوری پروژه به شدت بالاست. این مهم، عدم قطعیت پیش‌بینی‌های مربوط به میزان و جهت نوسان فاکتورهای مذکور را افزایش و متعاقباً ریسک شرکت‌های بین‌المللی را متأثر می‌سازد. مهم‌ترین این عوامل عبارتند از نرخ تورم، نرخ تسعیر ارز، ارزش جهانی دلار، قیمت نفت و گاز و... قابل ذکر است که قیمت نفت و گاز توسط برخی از تحلیل‌گران در گروه ریسک‌های اقتصادی و برخی دیگر در زمره ریسک‌های فنی طبقه‌بندی شده است.

۲-۳- ریسک‌های سیاسی و حقوقی

یکی از مهم‌ترین عواملی که شرکت‌های نفتی بین‌المللی در ارزیابی‌های اقتصادی مورد توجه قرار می‌دهند، ریسک سیاسی کشور هدف برای سرمایه‌گذاری می‌باشد. این امر تأثیر زیادی بر هزینه‌ی سرمایه و بازدهی مورد انتظار شرکت‌ها دارد. بدیهی است کشوری که بر اساس رتبه‌بندی بین‌المللی در رده‌های پرریسک قرار گرفته باشد، ناچار به ارائه امتیاز و سطوح بالاتر بازده به سرمایه‌گذاران خارجی خواهد بود. از سوی دیگر، ثبات سیاسی، تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز، تضامین لازم جهت انتقال آسان اصل و سود سرمایه‌گذاری، مسائل مربوط به مصادره و ملی‌سازی عواملی هستند که به‌عنوان ریسک‌های سیاسی در پروژه‌های اکتشاف و تولید مورد توجه قرار می‌گیرند. علاوه بر این، شرکت‌های نفتی باید ریسک‌های حقوقی و قانونی حاکم بر پروژه‌های بالادستی نفت و گاز را نیز در تحلیل‌های تصمیم‌گیری مورد توجه و ارزیابی قرار دهند. استفاده از انواع قراردادهای بالادستی از جمله امتیازی، مشارکت در تولید و خدماتی، ساختار حقوقی قرارداد شامل نحوه تسهیم ریسک‌های حقوقی بین طرفین، قانون حاکم بر قرارداد، قانون داوری، امکان تغییر قوانین و مقررات کشور هدف جهت سرمایه‌گذاری و... از عواملی هستند که در ارزیابی ریسک، مورد توجه مدیران قرار گرفته و تصمیم‌گیری را متأثر می‌سازند.

۳- مدل‌های تصمیم‌گیری از طریق ارزیابی و تحلیل ریسک

همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد، انجام ارزیابی‌های اقتصادی برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌ها به تنهایی و بدون در نظر گرفتن عوامل عدم اطمینان و ریسک

مورد نظر شرکت‌های نفتی بین‌المللی منطقی نیست. ارزیابی‌های اقتصادی در صنعت نفت معمولاً از طریق مدل‌های جریان نقدی انجام می‌شوند. این محاسبات و ارزیابی‌ها بر اساس برخی فاکتورهای برآوردی مانند هزینه‌ها و درآمدهای پروژه انجام شده و از طریق تحلیل حساسیت، تأثیر هر کدام از فاکتورها بر سودآوری پروژه ارزیابی می‌شود. روش‌های مختلفی برای تحلیل ریسک در ارزیابی‌های اقتصادی و تصمیم‌گیری در صنعت نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند که برخی از آنها عبارتند از: درخت تصمیم‌گیری و محاسبه EMV^3 ، تئوری رجحان، شبیه‌سازی مونت کارلو، تئوری پرتفولیو، تئوری اختیار^۴ [۳]. با توجه به گستردگی روش‌های مذکور، در این بخش به دو روش مورد استفاده در مطالعه Oras (۲۰۰۵) با تأکید بر روش شبیه‌سازی مونت کارلو پرداخته خواهد شد [۴]. در این مطالعه، روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان به صورت کلی به دو رویکرد دستی^۵ و شبیه‌سازی^۶ تقسیم شده‌اند. در رویکرد دستی، ارزیابی‌ها به یکی از دو مدل زیر انجام می‌پذیرند: (۱) کلیه متغیرها ثابت در نظر گرفته شده و هر کدام از عوامل عدم اطمینان به صورت انفرادی انتخاب و با مشخص کردن درصد نوسان مورد نظر (مثلاً $\pm 10\%$)، مقدار شاخص سودآوری مورد نظر (مثلاً ارزش فعلی خالص) به صورت دستی و برای نوسانات مشخص شده محاسبه می‌شود. (۲) دامنه واقعی از تغییرات با ارزش‌های حداقل و حداکثر برای هر کدام از عوامل عدم اطمینان مشخص شده و اثر هر پارامتر در مقادیر حداقل و حداکثری بر روی شاخص سودآوری مورد نظر (مثلاً ارزش فعلی خالص) ارزیابی می‌شود.

در هر دو مدل، بیش‌ترین میزان تغییر شاخص سودآوری مورد نظر، نشانگر حساسیت زیاد مدل مالی قرارداد به عامل عدم اطمینان مورد ارزیابی بوده و در موارد کاهش شاخص سودآوری، به توجه بیش‌تر مدیران شرکت نیاز خواهد داشت. در رویکرد شبیه‌سازی، نرم‌افزار کریستال‌بال^۷ یکی از ابزارهایی است که برای کمی‌سازی اثر عدم اطمینان‌ها از طریق شبیه‌سازی مونت کارلو^۸ مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این رویکرد نیز دو مدل برای ارزیابی ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد: (۱) تعریف کلیه پارامترها به صورت تصادفی، اما ارزیابی اثر نوسان هر عامل عدم اطمینان

به صورت انفرادی از طریق شبیه‌سازی (۲) ارزیابی اثر نوسانات کلیه عوامل به صورت همزمان بهره‌برداری از توابع توزیع احتمال و شبیه‌سازی مونت کارلو، محدودیت‌های روش اول (دستی) مبنی بر اینکه تنها تغییر یک عامل عدم اطمینان امکان‌پذیر می‌باشد را مرتفع نموده است. در این روش، دامنه‌ای از ارزش‌های محتمل برای هر عامل عدم اطمینان قابل تعریف است. هر گونه اطلاعات در خصوص پارامترهای مختلف، در ارزیابی قابل اعمال می‌باشد. علاوه بر این، پس از انجام شبیه‌سازی مونت کارلو، نتایج می‌تواند در قالب نمودار پیش‌بینی به‌نحوی که دامنه‌ی کامل خروجی‌های محتمل و همچنین احتمال دستیابی به هر کدام مشخص باشد، ارائه گردد. مراحل شبیه‌سازی مونت کارلو عبارتند از: (۱) تهیه مدل جریان نقدی تنزیل شده (۲) شناسایی عوامل کلیدی عدم اطمینان (۳) ترسیم نمودار توزیع آماری واقعی برای عوامل کلیدی عدم اطمینان (مثبت و منفی) (۴) ترسیم نمودار توزیع احتمال عوامل سودآوری. این نمودار، احتمال برآوردی که پروژه با معیار سودآوری مورد نظر مواجه خواهد شد را نشان می‌دهد.

۳-۱- تهیه مدل جریان نقدی تنزیل شده

ایجاد ارزش افزوده در هر شرکت می‌تواند از طریق جریان نقدی تنزیل شده اندازه‌گیری شود. تکنیک جریان نقدی تنزیل شده برای محاسبه شاخص‌های سودآوری مختلف که مهم‌ترین آن ارزش فعلی خالص^۹ پروژه می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان یکی از معیارهای سودآوری، ارزش فعلی خالص متأثر از عوامل مختلفی از جمله میزان تولید، هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی، قیمت نفت/گاز تولیدی، نرخ تورم، نرخ تنزیل و... است. این معیار سودآوری، ارزش زمانی پول را در نظر می‌گیرد.

۳-۲- شناسایی عوامل کلیدی عدم اطمینان

۳-۲-۱- طبقه‌بندی عوامل عدم اطمینان توسط

McGlade (۲۰۱۳)

عوامل عدم اطمینان که پیش‌بینی تولید نفت و گاز را متأثر می‌سازند، در ارزیابی ریسک پروژه‌های نفت و گاز حائز اهمیت است. در مطالعه‌ای که توسط McGlade (۲۰۱۳) انجام شده است، پنج گروه عمده شناسایی شده‌اند که عبارتند

از: ۱) عدم اطمینان‌های شناخته شده تکرارپذیر
 ۲) عدم اطمینان‌های شناخته شده تکرارناپذیر
 ۳) عدم اطمینان ارتباطاتی (۴) عدم اطمینان ناشی
 از ساده‌سازی مفروضات (۵) عدم اطمینان
 ماکروسکوپی تصادفی.

گروه اول و دوم ناشی از فقدان اطلاعات کامل می‌باشد. گروه اول، عدم اطمینان‌های علمی تر و تکرارپذیر را شامل شده و گروه دوم عدم اطمینان‌های ذهنی تر، تکرارناپذیر و رویداد محور را در نظر می‌گیرد. در گروه اول، حجم نفت قابل برداشت از یک میدان فرضی تازمانی که تولید از آن میدان نهایتاً متوقف شود، نامعلوم بوده و با عدم اطمینان مواجه است. مثالی از گروه دوم، حجم نفت در اختیار اعضای اوپک می‌باشد. برخی تحلیل گران پیش‌بینی‌های اوپک را قبول نداشته و معتقدند اوپک به متورم‌سازی غیر واقعی اطلاعات می‌پردازد. بنابراین این نظرات کمتر بر پایه‌ی داده‌های علمی یا محاسبات تکرارپذیر بوده و نسبت به گروه اول، بیشتر ذهنی می‌باشند. گروه سوم یا همان عدم اطمینان‌های ناشی از ارتباطات، می‌تواند ناشی از استفاده‌ی تعاریف متناقض یا مقایسه‌ی شرایط نابرابر باشد. این عدم اطمینان‌ها بیش‌تر در گزارش‌دهی برآوردهای منابع نفت و گاز وجود دارند. گروه چهارم شامل عدم اطمینان‌های ناشی از عواملی است که در تدوین چشم‌اندازهای تولید به دلیل ساده‌سازی مفروضات، مورد استفاده قرار می‌گیرند. پارامترها در این گروه به صورت بازهای از ارزش‌های محتمل آینده با اطمینان‌های مشخص معرفی می‌شوند (مانند پیش‌بینی قیمت نفت یا نرخ رشد GDP در آینده). گروه پنجم عدم اطمینان، رویدادهای ماکروسکوپی مانند

اختلالات جغرافیای سیاسی یا پیشرفت‌های عظیم فناوری است. این دسته از عدم اطمینان‌ها متفاوت از گروه‌های قبلی هستند، چراکه هیچ رفتار عملی و منطقی برای پیش‌بینی آن‌ها وجود ندارد و توزیع احتمالات نمی‌تواند به‌طور معنادار به احتمال وقوع آن‌ها وابسته گردد. [۵]

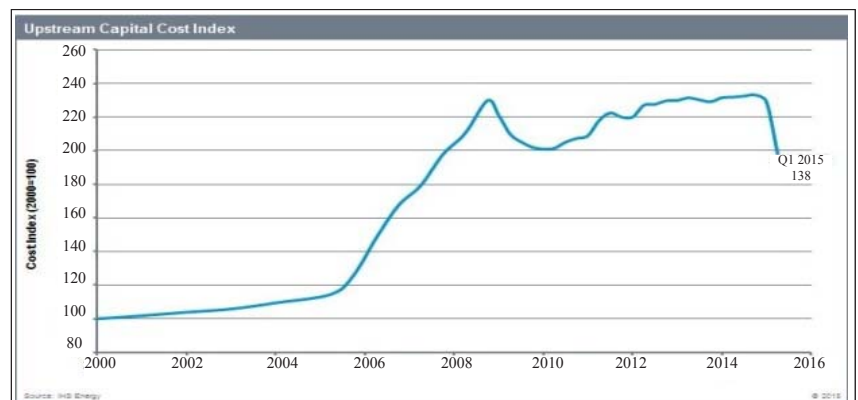
۲-۲-۳- عوامل کلیدی عدم اطمینان

در دنیای واقعی ارزیابی‌های اقتصادی مبتنی بر تحلیل ریسک، برخی از عدم اطمینان‌های کلیدی در سرمایه‌گذاری‌های صنعت نفت عبارتند از: ۱) قیمت نفت و گاز (۲) هزینه‌های سرمایه‌ی و عملیاتی (۳) مخزن نفت و گاز و برنامه تولید (۴) زمان آغاز تولید (۵) نرخ‌های تورم و تسعیر ارز.

تحلیل حساسیت نسبت به عوامل فوق، میزان آسیب‌پذیری پروژه به هر عامل را مشخص می‌سازد. با تعیین میزان تأثیرگذاری هر پارامتر بر سودآوری پروژه، می‌توان راهکارهای مناسب به‌منظور کاهش احتمال وقوع آن را ارائه نمود. به‌عنوان مثال، چنانچه اقتصاد پروژه به برآورد مخزن حساس باشد، یک چاه ارزیابی می‌تواند ریسک مربوطه را کاهش دهد. از طرف دیگر، چنانچه ریسک پروژه مربوط به هزینه‌های سرمایه‌ی و افزایش آن‌ها باشد، باید به برآورد هزینه‌های تأسیسات و حفاری و برنامه‌ریزی پروژه توجه کافی نمود.

الف- عدم اطمینان در قیمت نفت / گاز

مطالعه بر روند تاریخی قیمت نفت و گاز به‌خوبی بیانگر نوسان شدید قیمت طی سال‌های مختلف است. شکل ۲- نوسان قیمت نفت از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد.



قیمت نفت طی زمان تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله عرضه و تقاضا، دخالت و تصمیم‌های سازمان‌های بین‌المللی مانند اوپک و IEA، بازارهای مالی، هزینه‌های تولید، رشد اقتصادی کشورهای مصرف‌کننده، برخوردهای سیاسی کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده و ... قرار گرفته است. از آنجایی که درآمدهای موردانتظار پروژه‌های بالادستی شدیداً به قیمت نفت/گاز وابسته‌اند، بنابراین پیش‌بینی قیمت در ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها نقش چشمگیری دارد. این در حالی است که روند گذشته‌ی نوسانات قیمت نفت، مشکلات و محدودیت‌های پیش‌بینی دقیق قیمت در آینده را به‌خوبی نشان می‌دهد. به همین دلیل تحلیل حساسیت نوسان قیمت نفت و گاز در برآوردها و ارزیابی‌های اقتصادی پروژه‌ها از اهمیت خاصی برخوردار بوده و یکی از عوامل اصلی ریسک در پروژه‌های بالادستی به‌شمار می‌رود.

ب- عدم اطمینان در هزینه‌ها

از دیگر عوامل عدم اطمینان در پروژه‌های نفت و گاز، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و تولید در آینده می‌باشد. منظور از این هزینه‌ها، سرمایه‌ی لازم از مرحله اکتشاف تا تولید، بهره‌ی مالکانه، هزینه‌های تأمین منابع مالی، عوارض دولتی، مالیات و ... می‌باشد. یکی از مواردی که در برآورد برخی هزینه‌ها موردنیاز است، حداقل قیمت نفت برای اقتصادی بودن سرمایه‌گذاری در اکتشاف و تولید می‌باشد. نرخ بازگشت سرمایه و برآورد بهره‌ی مالکانه یا مالیات، نیازمند آگاهی از پیش‌بینی قیمت در آینده است.

از طرف دیگر، در تخمین هزینه‌ها، دانستن اینکه چه مرحله‌ای از اکتشاف و تولید در هزینه برآوردی در نظر گرفته شده و همچنین، حداقل قیمت نفت لحاظ شده، ضروری است. به‌عبارت دیگر، در هزینه‌های گزارش شده توسط منابع مختلف، اگرچه ممکن است عبارت به کار رفته یکسان باشد (مثلاً هزینه‌های تولید)، اما لزوماً ترکیب هزینه‌های محاسبه شده و نرخ بازگشت سرمایه‌ی در نظر گرفته شده یکسان نبوده و این تفاوت‌ها نیازمند بررسی است. نمونه‌هایی از تعریف هزینه‌ها در منابع مختلف در جدول ۱- نشان داده شده است [۵]. یکی از مکانیزم‌هایی که اغلب مورد استفاده‌ی تحلیل گران برای برآورد هزینه‌ها قرار می‌گیرد،

سیستم گزارش‌های مالی EIA^{۱۱} می‌باشد. بر اساس این گزارش، هزینه اکتشاف و توسعه (دلار/بشکه معادل نفت) از طریق تقسیم کل هزینه اکتشاف و توسعه در یک سال مالی بر بشکه‌های نفت اضافی تولیدی در همان سال مالی به دست می‌آید. البته این نسبت هزینه‌های دقیق و واقعی را برآورد نمی‌کند که برخی از دلایل آن عبارتند از: (۱) در توسعه یک میدان جدید، بین سرمایه‌گذاری اولیه و تولید اولیه فاصله زمانی وجود دارد. همچنین، تطابق هزینه انجام شده در یکسال با نفت تولیدی اضافی معادل با آن هزینه، بسیار سخت و پیچیده است. (۲) از آنجایی که این هزینه‌ها با تولید جمع می‌شوند، بنابراین هزینه‌ی تولید یک بشکه نفت جدید، خالص نبوده و احتمالاً همراه با هزینه‌های نگهداری و افزایش تولید می‌باشد. (۳) هزینه سرمایه در نظر گرفته نشده است. جریان نقدی تنزیل شده (DCF)^{۱۲} تا حدودی محدودیت‌های فوق را پوشش داده و هزینه سرمایه (ضریب تنزیل) را در نظر می‌گیرد. بنابراین، این روش یکی از مناسب‌ترین روش‌ها در برآورد هزینه‌ها در هر بشکه می‌باشد. البته فقدان اطلاعات مناسب به ویژه تغییر هزینه‌ها در طول زمان، اغلب استفاده از این روش را نیز با مشکل مواجه می‌نماید. علاوه بر عدم اطمینان توصیف شده در مقایسه‌ی هزینه‌های گزارش شده توسط منابع مختلف، پیش‌بینی هزینه‌ها در آینده نیز با عدم اطمینان روبروست. این مورد در گزارش‌های IHS CERA که هزینه‌های سرمایه‌ای پروژه‌های بالادستی را برآورد می‌کند، کاملاً مشخص است. بر اساس گزارش CERA (۲۰۱۵)، هزینه‌های سرمایه‌ای از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۵، تقریباً دو برابر شده‌اند. (شکل ۳) [۶]

عوامل مختلفی در این افزایش هزینه‌ها دخیل بوده‌اند؛ از جمله، افزایش قیمت کالاها (به ویژه فولاد و سیمان)، پیچیدگی پروژه‌های جدید مثل حفاری در آب‌های عمیق و افت ارزش دلار (Herrmann و همکاران ۲۰۱۰). به هر حال، بنا بر گزارش IEA (۲۰۰۸) یکی از کلیدی‌ترین عوامل موثر در این افزایش، رشد قیمت نفت بوده است.

ج-عدم اطمینان در برنامه و زمان آغاز تولید

پیش‌بینی برنامه تولید فرآیندی تکرار شونده است که بر اساس اطلاعات اکتسابی از چاه‌های ارزیابی و تولید واقعی به طور مستمر توسط مهندسان مخزن مورد استفاده قرار گرفته و نظرات و عقاید قبلی آن‌ها که بر پایه اطلاعات اولیه و ناکافی مخزن به دست آمده است، مورد بازنگری قرار می‌گیرد. بنابراین، درجه اعتماد به پیش‌بینی تولید مخزن در مراحل اولیه بسیار پایین و در مراحل بعدی که میدان به تولید می‌رسد، افزایش می‌یابد.

تاریخ و زمان آغاز تولید، یکی از عوامل عدم اطمینان در پروژه‌ها به شمار می‌رود. این تاریخ به عوامل مختلفی از جمله تأخیر در نصب تأسیسات یا حفاری وابسته بوده و هر گونه تأخیر در این تاریخ، برنامه تولید پیش‌بینی شده را نیز عقب می‌اندازد. این در حالی است که تأخیر در سال اول، ساخت در سال دوم را نیز متأثر می‌سازد.

چالش اصلی در این بخش، پاسخ به این سوالات است: حجم نفت/گاز مخزن چقدر است؟ هدف تولید چقدر است؟ آیا تأخیری در تولید به وجود می‌آید؟ آیا چاه‌ها به اندازه‌ی کافی حفر شده‌اند؟ و... با طولانی‌تر شدن زمان پیش‌بینی و مدت قرارداد، عدم اطمینان افزایش یافته و پیش‌بینی انجام

شده دارای قطعیت کمتری است. [۴]

د-عدم اطمینان در نرخ تورم

از مهمترین عوامل اقتصادی موثر در جریان نقدی پروژه‌ها و برآورد سودآوری آن‌ها، نرخ تورم (نرخ رشد سالانه قیمت‌ها) و نرخ تسعیر ارز است. بلندمدت بودن قراردادهای بالادستی از یک سو و نامشخص بودن نرخ تورم در سال‌های آینده از سوی دیگر، برآورد میزان دقیق تورم و تأثیر آن در اقتصاد پروژه را با مشکل مواجه نموده است.

علاوه بر این، تغییرات واحدهای پولی بین‌المللی نسبت به یکدیگر نوسانات زیادی دارند. از آنجایی که صنعت نفت یک صنعت بین‌المللی است، نوسان نرخ تسعیر ارز، می‌تواند اثر مثبت یا منفی بر اقتصاد پروژه داشته باشد.

۳-۳- ترسیم نمودار توزیع آماری واقعی برای

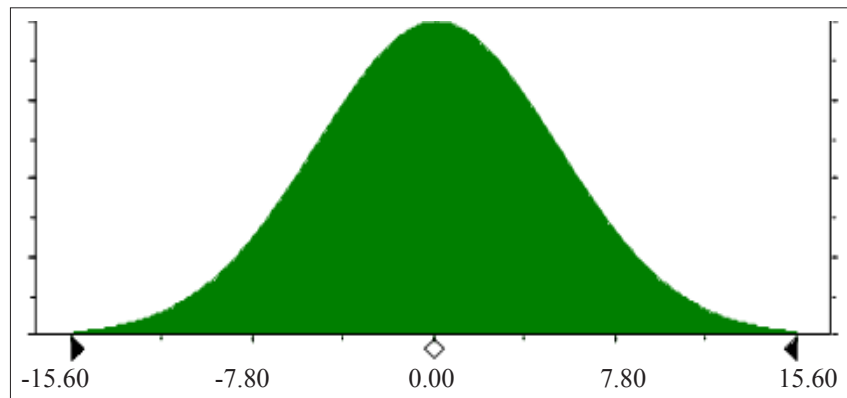
عوامل کلیدی عدم اطمینان و نمودار توزیع

احتمال عوامل سودآوری

در این مرحله، نمودار توزیع نرمال یا مثلثی (با توجه به ویژگی پارامتر مورد ارزیابی) هر کدام از عوامل کلیدی عدم اطمینان بر اساس حداقل و حداکثر ارزش‌های تعیین شده، میانگین آن‌ها و انحراف معیار استاندارد ترسیم می‌گردد. نمودار تابع توزیع نرمال (۹۰٪-۱۰٪) برای عامل قیمت نفت مربوط به یک نمونه فرضی با میانگین قیمت ۳۲ دلار/بشکه و انحراف معیار استاندارد ۵/۲، همانند شکل ۴- خواهد بود. [۴]

پس از مشخص شدن نمودار توزیع آماری عوامل عدم اطمینان، نمودار پیش‌بینی نهایی مربوط به شاخص سودآوری پروژه جهت برآورد تأثیر پارامتر عدم اطمینان بر شاخص سودآوری مورد نظر از طریق شبیه‌سازی مونت کارلو تهیه می‌شود. این نمودار، احتمال دستیابی به شاخص سودآوری را مشخص می‌کند. در نمونه‌ی فرضی فوق، نمودار توزیع شاخص سودآوری (ارزش فعلی خالص) همانند شکل ۵- خواهد بود.

توزیع برآورد شده در نمودار فوق، دامنه وسیعی از خروجی‌های محتمل پروژه را نشان می‌دهد. در این نمونه، ارزش فعلی خالص با قیمت پایه نفت، حدود ۳۲۱ میلیون دلار است. با کمک نمودار مذکور، این امکان نیز وجود دارد که احتمال اجرای پروژه با ارزش فعلی خالص مثبت برآورد



نمودار توزیع آماری قیمت نفت

اقتصادی مانند نرخ تورم و نرخ تسعیر ارز مواجه است. تغییرات فن آوری از دیگری مسائلی است که عدم اطمینان را در این پروژه‌ها افزایش می‌دهد. بنابراین، فرآیند تصمیم‌گیری در فعالیت‌های اکتشاف و تولید، پُریسک ارزیابی شده و کمی‌سازی و تحلیل ریسک در ارزیابی اقتصادی این فعالیت‌ها اجتناب‌ناپذیر است. شرکت‌های بین‌المللی نفتی روش‌های مختلفی را برای تحلیل ریسک در مدل‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌های نفت و گاز و تحلیل تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌دهند که برخی از آن‌ها عبارتند از: درخت تصمیم‌گیری و محاسبه EMV، تئوری رُجحان، شبیه‌سازی مونت کارلو، تئوری پرتفولیو و تئوری اختیار. به کارگیری هر کدام از این روش‌ها به عوامل مختلفی از جمله ماهیت پروژه، اطلاعات در دسترس و ... وابسته است.

آنچه در کلیه روش‌های فوق یکسان و مشابه است، لزوم شناسایی عوامل کلیدی عدم اطمینان در پروژه‌های نفت و گاز می‌باشد تا پس از کمی‌سازی این عوامل، تأثیر آن‌ها بر شاخص‌های متعدد سودآوری پروژه ارزیابی شود. در این فرآیند ضمن شفاف شدن میزان و نحوه حساسیت شاخص سودآوری مورد ارزیابی به عامل عدم اطمینان، توزیع احتمال دستیابی به سودآوری مورد نظر در دامنه‌ی نوسانات عامل عدم اطمینان نیز مشخص می‌شود. این امر به تصمیم‌گیران و مدیران شرکت‌های نفتی کمک می‌نماید تا علاوه بر اتخاذ تصمیم بهینه با برقراری تعادل بین ریسک و بازده، به عوامل اصلی تأثیرگذار بر سودآوری پروژه، توجه بیش‌تری نموده و راهکارهای مناسب جهت کاهش ریسک را ارائه نمایند.

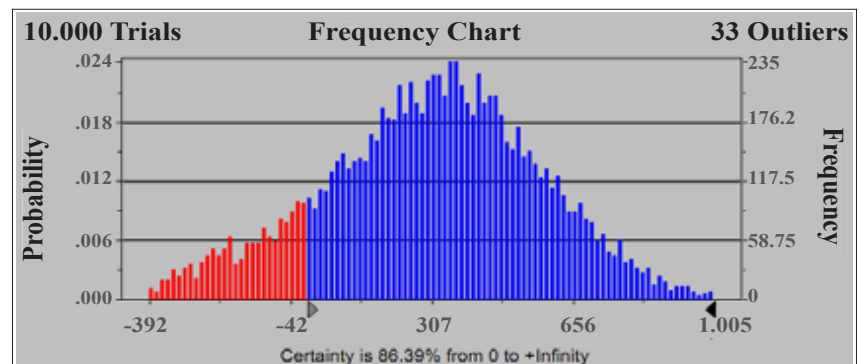
سرمایه مورد نیاز بلکه به دلیل ریسک‌ها و عوامل عدم اطمینان نسبتاً زیاد این پروژه‌ها، به راحتی امکان‌پذیر نیست. این امر فرآیند ارزیابی اقتصادی و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری در پروژه‌های صنعت نفت را تا حدودی پیچیده ساخته است. مدل‌های زمین‌شناسی به دلیل ساختار مخزن و حجم نفت/گاز درجا با عدم اطمینان بالایی مواجه است. از سوی دیگر، مدل‌های ارزیابی اقتصادی با عوامل متعدد عدم اطمینان از جمله هزینه‌ها، قیمت آینده نفت و گاز، برنامه و میزان تولید، متغیرهای

گردد. بدین منظور، بخشی از نمودار که با رنگ قرمز مشخص شده، حذف و احتمال اجرای پروژه با ارزش فعلی خالص مثبت، حدود ۸۶ درصد خواهد بود.

نتیجه‌گیری

فعالیت‌های اکتشاف و تولید نفت و گاز یکی از پُریسک‌ترین کسب‌وکارها به‌شمار می‌رود. تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری‌های مربوط به این فعالیت‌ها نه تنها به دلیل حجم عظیم

منبع	اطلاعات هزینه‌گزارش شده
NEB (2011)	هزینه‌تأمین که شامل مالیات‌ها، تورم و نرخ بازگشت سرمایه ۱۰٪ می‌باشد.
CERA (2010)	حداقل قیمت موردنیاز برای نرخ بازگشت سرمایه ۱۰٪ - هزینه‌تأمین بدون نرخ بازگشت سرمایه و دخالت دولت
IEA (2008)	کل هزینه‌های عملیاتی (Opex)، سرمایه‌ای (Capex) و هزینه‌تأمین منابع مالی بدون بهره مالکانه و مالیات
Trinman & Clarke (2007)	هزینه‌تولید



شکل ۵ نمودار توزیع ارزش فعلی خالص پروژه فرضی پس از شبیه‌سازی عامل قیمت نفت

پانویس‌ها

1. Reducing-Quantifying-Plugging
2. Value of Information (VOI)
3. Expected Monetary Value
4. Option Theory
5. Manual Approach
6. Simulation Approach
7. Crystal Ball
8. Monte Carlo Simulation
9. Net Present Value (NPV)
10. Production Profile
11. EIA Financial Reporting System (FRS)
12. Discounted Cash Flow

منابع

- [1] Suslick S. et al., "Uncertainty & Risk Analysis In Petroleum Exploration And Production", TERRÆ 6(1), 2009.
- [2] Hayashi et al., "Risk mitigation in petroleum field development by modular implantation", Journal of Petroleum Science and Engineering (75), 2010.
- [3] Macmillan F., "Risk, Uncertainty and Investment Decision-Making in the Upstream Oil and Gas Industry", PHD Thesis, University of Aberdeen, Oct. 2000.
- [4] Oras I., "Uncertainty Analysis in Economic Evaluations", Master Thesis, Free University, June 2005.
- [5] McGlade C., "Uncertainties in the outlook for Oil and gas", PHD Thesis, UCL Energy Institute, University College London, Nov. 2013.
- [6] <http://www.ih.com/info/cera/ihindexes/index.html>