Archive of SID

فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هفتم / شماره‌ی ۲۷/ زمستان ۱۳۸۹/ صفحات ۱۸۰- ۱۵۵

تأثیر قیمت LNG بر اقتصاد طرح‌هایLNG (بررسی یک شاهد عینی)

افشین جوان*

عضو هئیت علمی مؤسسه‌ی مطالعات بین المللی انرژی af_javan@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۸

چکیده

ارزیابی اقتصادی طرح‌های بزرگی که دارای پیچیدگی تکنولوژیکی هستند، دشواری‌های زیادی را به همراه دارد. از آن‌جایی‌که ارزیابی اقتصادی اطلاعات فنی و اقتصادی، زیادی را می‌طلبد و بخش عمده‌ای از این متغیرها نیز جنبه تصادفی داشته و یا تعیین مقدار آن‌ها عناصر احتمال را به همراه دارد، لذا کار ارزیابی اقتصادی را با دشواری مواجه می‌کند، به همین دلیل تلاش شده است که در این مطالعه از یک شاهد تجربی برای این مهم استفاده شود.

دلیل استفاده از یک شاهد عینی بیش‌تر، استفاده از آمار و ارقام واقعی بوده است، در عین حال انتخاب طرح گینه‌ی نو به عنوان یک طرح جدید و پرهزینه این سئوال را پیش می‌آورد که چرا چنین طرح پرهزینه‌ای دارای صرفه‌ی اقتصادی است!

در این مقاله تلاش می‌شود به این سئوال پاسخ دهم داده شود که چرا در طرح‌های بلندمدت با سرمایه‌گذاری بالا، ریسک‌های بسیار زیادی وجود دارد، از جمله ریسک قیمت فروش محصول در بازار که با مطالعه‌ی سری زمانی ۱۰ ساله‌ی قیمت نفت‌خام و بر اساس مفهوم برابری قدرت قیمت نفت‌خام JCC با گاز طبیعی و شبیه سازی مونت کارلو، به بررسی و شناسائی تأثیر قیمت فروش گاز طبیعی مایع شده (LNG) بر روی اقتصاد طرح در قالب گزینه‌های مختلف پرداخته شده و سپس براساس شناسائی گزینه‌ها، احتمال اقتصادی بودن طرح با فرض احتمال یکسان برای سناریوهای مطروح و بررسی شده است.

برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای (CAPEX) و هزینه‌های عملیاتی (OPEX) دارای نااطمینانی بالاست و تغییر نااطمینانی از ۵٪ به ۱۰٪ می‌تواند اقتصادی بودن طرح را با خطر مواجه کند. فروض مختلف هم‌چون نرخ دلار، یورو و نرخ دیگر ارزها در آینده، مدل قیمت‌گذاری گازطبیعی، پیش‌بینی درآمدهای طرح، مباحث مربوط به بازاریابی محصولات، مدیریت طرح پس از ساخت و در دوران بهره‌برداری، ار جمله مواردی هستند که تأثیر زیادی در ارزیابی اقتصادی طرح دارند.

در این مطالعه با توجه به فرضیات مشخص و متغیر اصلی قیمت LNG در بازار، نرخ بازگشت داخلی سرمایه و ارزش خالص حال بررسی می‌شود و در انتها تحلیل حساسیت مورد توجه قرار می‌گیرد.

طبقه بندی JEL: Q40، Q43، Q34، O31، O22،N47 ، L95،D61

---

*- نویسنده‌ی مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

کلید واژه : نرخ بازگشت داخلی سرمایه، ارزش خالص فعلی، شبیه‌سازی مونت کارلو، تحلیل حساسیت، مدل‌های قیمت گذاری LNG، بازار LNG، تأمین مالی طرح

۱- مقدمه

قیمت‌گذاری گاز طبیعی تحولات زیادی را طی دو دهه‌ی اخیر تجربه کرده است. از ابتدای بهره‌برداری از گاز طبیعی، این صنعت بر خلاف نفت‌خام، بیش‌تر از مؤلفه‌ها و متغیرهای منطقه‌ای پیروی کرده است. بازارهای به شدت کنترل شده[1] و ادغام افقی در این صنعت، امکان رقابت را به وجود نمی‌آورد، به عبارتی وجود انحصار در بازار، مشهود است. به تدریج با آزادسازی قیمت و تجاری شدن فعالیت‌ها در بخش‌های مختلف این صنعت (تولید، انتقال و توزیع)، قیمت‌های گاز به شیوه‌های نزدیک به شیوه‌های بازاری تعیین شده‌اند.

در بازار LNG آسیا که هدف اصلی این مطالعه می‌باشد، قیمت‌های گاز و گازطبیعی مایع شده به هزینه‌های نفت‌خام وارداتی[2] پیوند خورده اند و شاخص مهم این بازار JCC[3] می‌باشد که در بخش‌های بعدی به تفصیل در رابطه با آن توضیح داده می‌شود. گرچه نوع فرمول‌های قیمت‌گذاری و مکانیزم‌هایی که در آن‌ها تعبیه می‌شوند متفاوت است. مثلاً در فرمول‌های قیمت‌گذاری LNG وارداتی ژاپن، مکانیزم روند S[4] برای قیمت‌گذاری تعبیه شده بود، ولی هم اکنون برابری قیمت نفت‌خام با قیمت LNG، مدنظر می‌باشد مفهومی که در برگیرنده‌ی ارزش حرارتی انرژی می‌باشد.

عامل قیمت فروش LNG به‌عنوان یک عامل بسیار حساس نقش عمده ائی در اقتصاد طرح‌های LNG دارد و مسئله‌ی مهم در احداث این‌گونه طرح‌ها، افزایش ناگهانی هزینه‌های سرمایه‌گذاریست که خود به‌عنوان عاملی بازدارنده مطرح است در این شرایط، به‌نظر می‌رسد که بازار تنها نجات دهنده طرح می‌باشد. البته باید اذعان کرد همگام با افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، قیمت محصول LNG نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به سال‌های قبل از ۲۰۰۶ داشته است.

نکته‌ی دیگر که در حصول فرمول قیمت در این مقاله مد نظر قرار گرفته، نوع قراردادهای بلند مدت است که بخش بزرگی از قراردادهای LNG را شامل می‌شود.

1- Regulated.
2- Import Substitution.
3- Japanese Crude Cocktail.
4- S-Shape Mechanism.

www.SID.ir

Archive of SID

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر نقش قیمت‌های LNG در بازار، با تأکید بر بازار شرق بر روی اقتصاد طرح LNG پاپوآ گینه‌ی نو می‌باشد، تا بتوان این تغییرات را در نتایج اقتصادی طرح توجیه و بیان کرد که چرا با این‌که هزینه‌های سرمایه‌گذاری جهش ناگهانی داشته، ولی کشورها در فکر بهره‌برداری از چنین طرح‌هایی هستند.

بر این اساس سازماندهی مقاله شامل : بخش ۲، بررسی ادبیات تحقیق در رابطه با مدل‌های مالی – اقتصادی طرح‌های LNG، بخش ۳، بررسی مدل اقتصادی، بخش ۴، تحلیل حساسیت و بخش ۵، نتیجه گیری و پیشنهادات می باشد.

۲- بررسی ادبیات تحقیق در رابطه با مدل‌های مالی – اقتصادی طرح‌های LNG

در این بخش با توجه به گستردگی موضوع مورد بررسی در این مقاله و هم‌چنین تنوع ابزارهای مورد استفاده در آن، موضوعات مورد بررسی، در بخش‌های ذیل ارائه شده است:

- آشنائی با مدل‌سازی و الگوریتم مدل‌های مالی اقتصادی LNG
- پیش بینی و شبیه سازی قیمت با استفاده از روش مونت کارلو

الف- آشنائی با مدل‌سازی و الگوریتم مدل‌های مالی اقتصادی LNG

در مدل‌سازی اقتصادی، باید ابتدا بخش‌های درآمدی و هزینه‌ای از یکدیگر تفکیک شوند تا بتوان فرایند مالی[1] طرح را با دقت بیش‌تری بررسی کرد. در این قسمت به معرفی عواملی پرداخته می‌شود که در مدل برای طرف درآمد و هزینه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بخش درآمدی در طرح‌های LNG

در این قسمت، درآمد از طریق حاصل ضرب مقدار LNG فروش رفته به صورت فوب و قیمت در نظر گرفته شده برای آن و با توجه به نرخ بازگشت سرمایه‌ی مورد نظر، به‌دست می‌آید به عبارتی:

$$I = P_{lng} \times Q \qquad (۱)$$

I = درآمد حاصل از فروش LNG به میلیون دلار آمریکا

P_{lng} = قیمت LNG در بازار بر حسب دلار به ازای هر میلیون بی تی یو

1- Cash Flow.

www.SID.ir

Archive of SID

Q = مقدار LNG صادراتی بر حسب ترا بی تی یو

همان‌طور که گفته شد، P_{lng} بر اساس سناریوهای مورد نظر به‌دست می‌آید، که در مورد به دست آوردن آن توضیح داده می‌شود.

طرف هزینه

هزینه‌های در نظر گرفته شده عبارتند از:

هزینه‌ی سرمایه‌گذاری *CAPEX*

هزینه‌ی عملیاتی OPEX

هزینه‌ی خرید گاز خوراک (قیمت گاز در ابتدای خط لوله) C_{GI}

بدین ترتیب مجموع هزینه‌ها به میلیون دلار خواهد بود.

$$C = CAPEX + OPEX + C_{GI} \qquad (۲)$$

فرایند مالی

فرایند مالی یا Cash Flow، دارای اهمیت زیادی است و توسط این عامل می‌توان ارزش حال طرح را محاسبه کرد.

ارزش توسط فرمول زیر به دست می‌آید:

$$NPV = \sum_{i=1}^{n} \frac{(I - C)}{(1 + r)^n} \qquad (۳)$$

I = درآمد

C = مجموع هزینه‌ها

r = نرخ بازگشت سرمایه

نرخ بازده‌ی داخلی

بدیهی است که نتیجه‌ی ارزیابی هر پروژه‌ای نسبت به ارزش نرخ تنزیل حساس است.

وقتی که با یک پروژه‌ی سرمایه‌گذاری ساده روبرو هستیم که در آن هزینه‌های اولیه همراه با بازده‌های بعدی می‌باشد، تفسیر ارزش بحرانی نرخ بهره ساده بوده و پروژه قابل قبول خواهد بود، اگر و تنها اگر ارزش بحرانی نرخ بهره، یعنی نرخی که در آن ارزش حال خالص پروژه صفر باشد - بیش‌تر از ارزش واقعی نرخ بهره است، این می‌تواند به عنوان یک قاعده برای تصمیم‌گیری استفاده شود و معادل با قاعده‌ی ارزش حال خالص است.

www.SID.ir

Archive of SID

استهلاک

مطالعات اقتصادی رابطه نزدیکی با حسابداری دارد و پارامترهای درآمد سالیانه، هزینه‌های عملیاتی (شامل مواد، نیروی انسانی، انرژی و ...) و پارامتر استهلاک در دفاتر و صورت حساب‌های یک مؤسسه‌ی موجود و پس از اخذ از دفاتر، در مطالعات اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرند. استهلاک، نقش مؤثری در محاسبه‌ی مالیات و میزان سود و در نهایت نرخ بازگشت سرمایه دارد. انتخاب یک روش استهلاک مناسب سبب افزایش سود و نرخ بازگشت سرمایه می‌شود.

در حقیقت مفهوم «استهلاک» در حسابداری مالی، روشی است که هزینه‌ی سرمایه‌ای یک دارایی، مثلاً یک کارخانه یا یک ماشین، را به هزینه‌های اسمی سال‌های مختلف عمرش تبدیل می‌کند. بر اساس روش‌های سنتی محاسبه‌ی استهلاک یا هزینه‌ی تاریخی، این هزینه‌های اسمی با تقسیم مبلغ پرداخت شده‌ی واقعی یک موجودی بر سال‌های عمر بدست می‌آید.

روش خط مستقیم برای محاسبه استهلاک

روش خط مستقیم[1]، ساده‌ترین و شاید متداول‌ترین روش محاسبه‌ی استهلاک می‌باشد که در این مطالعه از ان استفاده شده است. در این روش مقدار استهلاک سالیانه، ثابت است و از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$D = \frac{P - SV}{n} \qquad (۴)$$

D = مقدار استهلاک سالیانه　　P = هزینه‌ی اولیه‌ی دارایی

SV = ارزش اسقاطی دارایی　　n = عمر استهلاک دارایی

P = هزینه‌ی اولیه‌ی دارایی شامل قیمت خرید، هزینه‌های حمل و هزینه‌های نصب و تمامی هزینه‌های متعلقه‌ی دیگر است. از آن‌جایی که دارایی، هر سال تحت مقدار معینی مستهلک می‌شود، مقدار ارزش دفتری پس از m سال به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$BV_m = P - m \,.\, D \qquad m = ۱, ۲, \ldots, n \qquad (۵)$$

1- Straight Line Method.

www.SID.ir

Archive of SID

تورم و تغییرات قیمت

در بحث تغییرات قیمت، لازم است که یک تفاوت بسیار مهم بین تغییرات در سطح عمومی قیمت‌ها و تغییرات در قیمت‌های نسبی قائل شد.

نااطمینانی در فروض

با توجه به مباحث بخش قبل، فروض مورد استفاده در ارزیابی همواره مورد سئوال قرار می‌گیرند. موارد زیر معمولاً به‌صورت برون‌زا در نظرگرفته می‌شوند.

۱- نرخ بهره

۲- قیمت فروش LNG

۳- قیمت نفت‌خام

۴- هزینه‌های عملیاتی

۵- ضریب اطمینان برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای[1]

۶- هزینه‌های خرید پروانه‌ها و گواهی‌های تکنولوژی

۷- درآمدهای جانبی

معمولاً تحلیل برای غلبه بر نااطمینانی ناشی از متغیرهای ذکر شده، انجام می‌پذیرد. بدین‌صورت که تغییرات در مقادیر هریک از متغیرهای مدل که به‌صورت برون‌زا تعریف شده‌اند، بر نرخ بازده‌ی داخلی‌طرح (IRR) و ارزش حال خالص درآمد (NPV) سنجیده می‌شود.

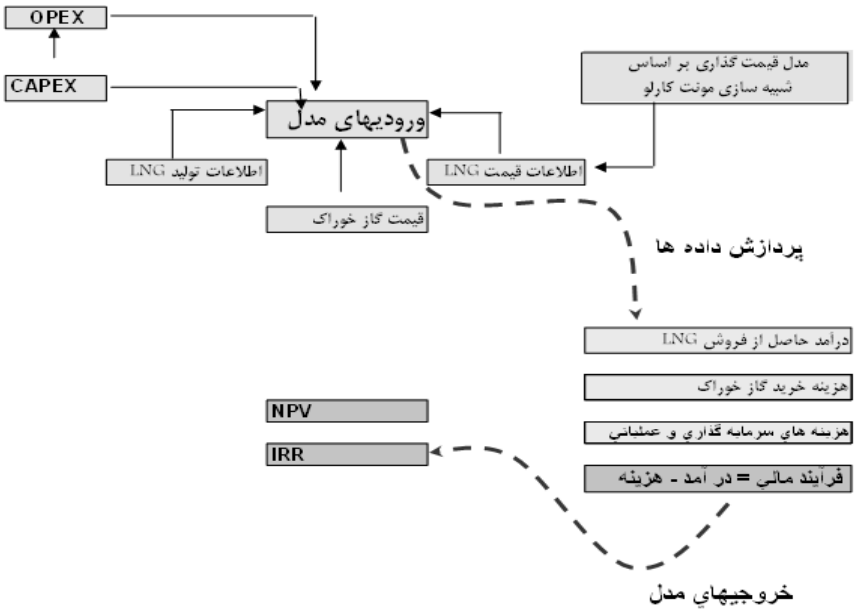
الگوریتم مدل مالی طراحی شده به‌صورت جدول ۱ می‌باشد[2]:

1- Contingency.

۲ - لازم به ذکر است که مدل مورد نظر در محیط EXCEL و VB نوشته شده است و برنامه‌های جانبی مورد استفاده Eviews 6.0 و CB 7.0 می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۱ - الگوریتم مدل مالی طرح LNG

ب- پیش بینی و شبیه سازی قیمت با استفاده از روش مونت کارلو

نمونه‌گیری مونت کارلو، برای مفهوم شبیه سازی سیستم‌هایی که دارای عناصر تصادفی یا احتمالی هستند، مطلبی بنیادی است. این اصطلاح و نگرش در اواخر سال‌های ۱۹۴۰ میلادی توسط فون نیومن[1] و اولان[2]، برای حل بسیاری از مسائل حفاظت در مقابل تشعشعات اتمی به کار برده شد. در این روش داده‌های تجربی با استفاده از یک مولد اعداد تصادفی و توزیع احتمال تجمعی مورد نظر به‌صورت ساختگی تولید می‌شوند. از این روش برای شبیه سازی پویای قیمت گاز طبیعی به‌عنوان داده‌ی اصلی در مدل مالی استفاده شده است.

1- Von Neumann .
2- Ulan.

www.SID.ir

Archive of SID

مروری بر مشخصات طرح LNG گینه‌ی پاپائونو در شمال استرالیا به‌عنوان شاهد عینی

شاید این سئوال پیش بیاید که چرا طرح LNG پاپوآ گینه‌ی نو به‌عنوان شاهد این مطالعه انتخاب شده است؟

چند دلیل برای این انتخاب وجود دارد، که قبل از پرداختن به مسئله‌ی اصلی به آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- طرح LNG گینه‌ی نو یک طرح بکر[1] است و می‌تواند مدلی برا ی طرح‌هایLNG ایران باشد.

۲- این طرح متأثر از افزایش ناگهانی هزینه‌ی EPC[2] پس از سال ۲۰۰۶ بوده است.

۳- در همین حال به‌عنوان یک طرح پر هزینه می‌تواند برای سایر کشورهای علاقمند به احداث طرح‌های LNG الگو باشد.

در سال ۲۰۰۸، شاخص قیمت نفت‌خام WTI به بالاترین سطح خود، یعنی ۱۳۰ دلار به‌ازای هر بشکه و قیمت LNG تک محموله در بازار به ۲۵ دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو رسید.

این قیمت‌های بالا دلیلی برای سرمایه‌گذاری در صنعت LNG به حساب می‌آمد.

افزایش هزینه‌های مهندسی، ساخت و تأمین قطعات، بر روی تمام طرح‌های LNG تأثیر منفی گذاشت و طرح‌های LNG ایران نیز از این تأثیر منفی بی‌نصیب نبود و این عامل توقف و کند شدن این‌گونه طرح‌ها را به دنبال داشت، نمودار زیر نشانگر این افزایش ناگهانی در سال ۲۰۰۶ نسبت به سال ۲۰۰۰ میلادی است.

همان‌طور که در نمودارهای زیر ملاحظه می‌شود، روند قیمت‌های هزینه‌های مهندسی، ساخت و تأمین قطعات، بین سال ۲۰۰ الی ۲۰۰۶ افزایشی بوده، ولی شیب از سال ۲۰۰۶ بسیار شدید شده است.

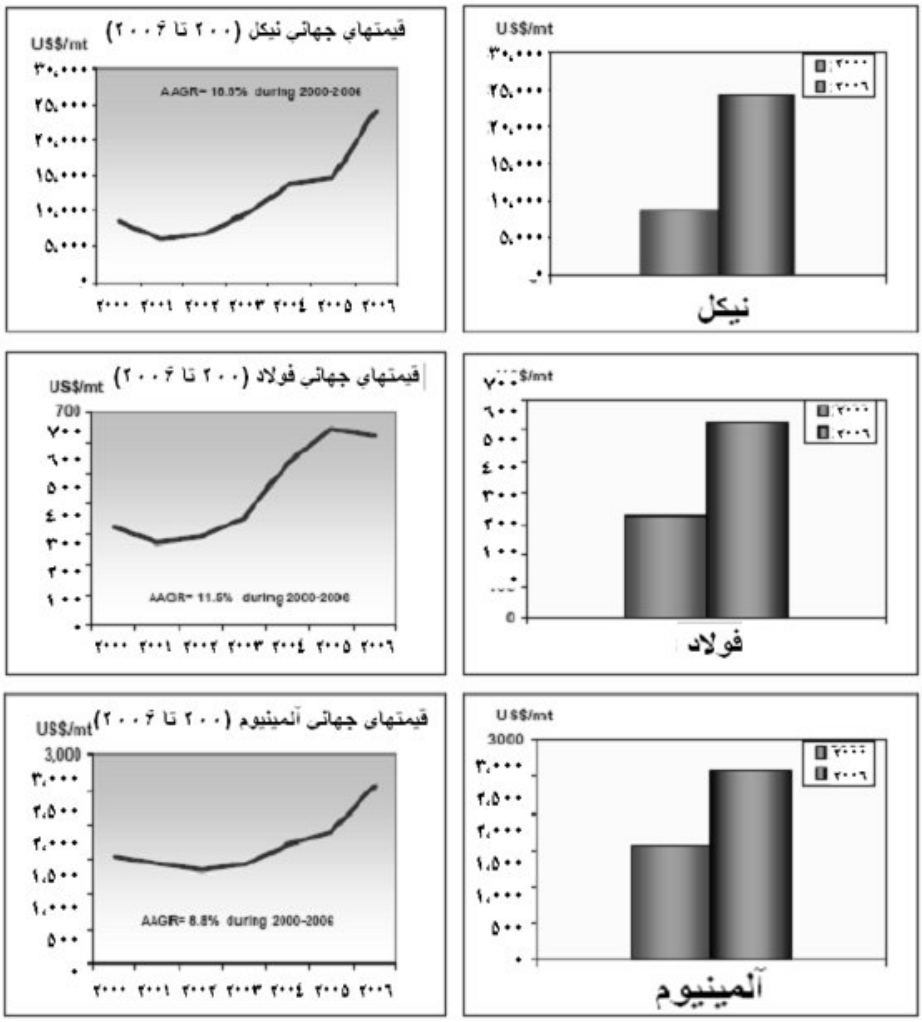
ایالات مستقل گینه‌ی نو، کشوری در اقیانوسیه است که از ۶۰۰ جزیره تشکیل شده و بخش بزرگی از آن روی جزیره‌ای آتشفشانی و زلزله‌خیز قرار دارد و هر از گاهی موج‌های بلند، ساحل آن را درمی‌نوردند. این کشور از غرب با اندونزی، از جنوب با استرالیا و از شرق با جزایر سلیمان همسایه است. پاپوآ گینه‌ی نو که در ایران بیش‌تر با

1- Grass Roots.
2- Engineering Procurement and Construction.

www.SID.ir

Archive of SID

نام گینه‌ی نو شناخته می‌شود، از تنوع فرهنگی زیادی برخوردار است و حدود ۷۰۰ گویش در آن رایج است. نزدیک به ۷۰ درصد از جمعیت آن در مناطقی با امکانات اندک زندگی می‌کنند، منطقه‌ی پاپوا گینه‌ی نو از سال ۱۹۰۶ تحت سلطه یاسترالیا اداره می‌شد. در فاصله سال‌های ۱۹۴۲ تا ۱۹۴۵، به اشغال ژاپن درآمد، اما پس از جنگ دوباره به استرالیا پیوست.



منبع : Impact of Recent Cost Escalation on LNG Economics Jan 2008-FACTS

نمودار ۱ – مقایسه هزینه‌ی مواد اولیه‌ی ساخت تجهیزات LNG سال ۲۰۰۰ در مقایسه با ۲۰۰۶

www.SID.ir

Archive of SID

در سال ۱۹۷۵، رسما استقلال خود را از استرالیا به دست آورد. بسیاری از جزایر این کشور ارتباطی با دیگر جزیره‌ها ندارند و اقتصاد آن‌ها تنها مبتنی بر مواد غذایی‌ای است که از کشاورزی و شکار به دست می‌آورند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با تمام این تفاسیر، ساخت واحد LNG در این کشور آغاز شده است و دلیل انتخاب این شاهد عینی، فقط بررسی یک طرح دارای ریسک بالا در این قاره است.

فرضیات مدل بر اساس مشخصات رسمی این طرح می‌باشد، ولی قبل از آن به بررسی مشخصات این طرح پرداخته می‌شود.

در دسامبر ۲۰۰۹، طرح وارد تصمیم نهائی به سرمایه‌گذاری[1] شده است و آغاز به تولید این طرح اوایل سال ۲۰۱۴ خواهد بود.

شرکای بالا دستی برای توسعه منبع گاز به‌صورت قرارداد مشارکت این طرح عبارتند از:

- شرکت اگزان موبیل[2] ۳۹,۴٪
- اویل سرچ[3] ۲۸-۳۲٪
- شرکت دولتی و مالک ذخائر گاز طبیعی گینه[4] ۲۰-۱۸٪
- سانتوس[5] ۱۳-۱۱٪
- نیپون اویل[6] ۱۲ ٪

شرکای واحد مایع سازی عبارتند از:

- شرکت اگزان موبیل ۳۳,۲٪
- اویل سرچ ۲۹٪
- شرکت تجاری غیر مستقل دولتی[7] ۱۶٪
- سانتوس ۱۳ ٪
- نیپون اویل ۴/۷ ٪
- شرکت توسعه منابع[8] ۲/۸٪
- شرکت پترومین PNG ۲/.٪

1- Final Investment Decision (FID) .
2- Exxon Mobil.
3- Oil Search
4- PNG government and landowners .
5- Santos.
6- Nippon Oil (Japan Papua New Guinea Petroleum Co.).
7- Mineral Resources Development Co. (PNG landowners).
8-

www.SID.ir

Archive of SID

فروض ثابت طرح مایع سازی گینه‌ی نو

۱- مقدار تولید LNG ۶/۳ میلیون تن در سال

۲- هزینه‌ی سرمایه‌گذاری حدود ۱۰ میلیون دلار برای مایع سازی و تأسیسات پایین دستی و حدود ۵ میلیون دلار برای هزینه‌های بالا دستی شامل توسعه و استخراج.

۳- هزینه‌های عملیاتی ۱٪ هزینه‌ی سرمایه‌گذاری

۴- درآمد حاصل از مایعات گازی و LPG لحاظ نشده است

۵- ضریب تبدیل هر تن LNG به هر میلیون بی تی یو برابر است با ۵۱/۷

۶- نسبت دارائی به بدهی ۱۰۰٪

۷- دوره‌ی استهلاک طرح ۱۵ سال

۸- مالیات بر درآمد ۳۰٪

۹- قیمت گاز خوراک ۰٫۵۹ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو

۱۰- طول مدت طرح ۲۵ سال

۱۱- تورم

لازم به ذکر است که قرار داد بالا دستی در این طرح، به‌صورت مشارکت در تولید[1] و طرح LNG مورد نظر مانند بیش‌تر طرح‌های LNG ، به‌صورت هم‌جمع[2] می‌باشد. قبل از بررسی نتایج مدل، ابتدا قیمت فروش LNG شبیه سازی می‌کنم و سپس نتایج تفسیر می‌شوند.

1- Production Sharing Agreement (PSA).
2- Integrated.

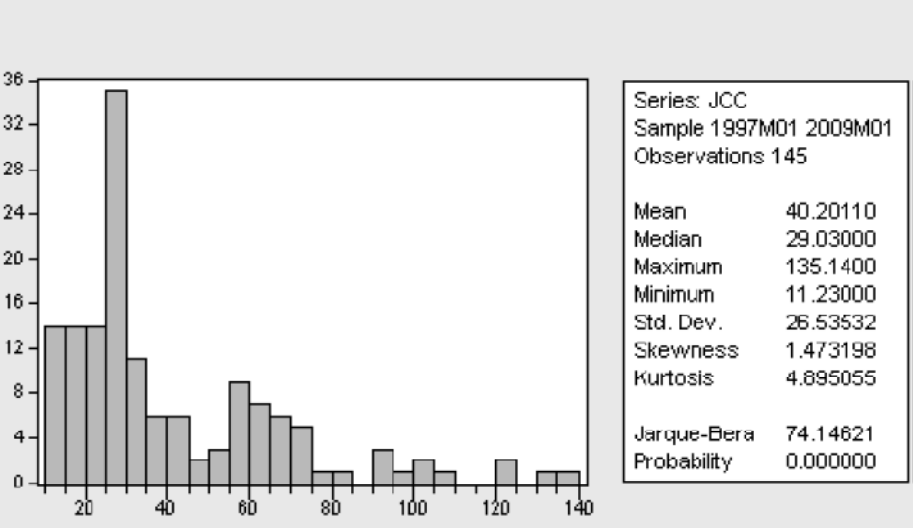
www.SID.ir

Archive of SID

بررسی مدل برابری قیمت نفت‌خام[۱] و LNG بر اساس شبیه‌سازی مونت کارلو

اساس این شبیه‌سازی، میانگین نمونه و انحراف معیار آن است که این مهم با استفاده از توزیع احتمال و تولید کننده‌ی عدد تصادفی انجام می‌گیرد.

در این قسمت برای بدست آوردن داده‌های ساختگی و تصادفی قیمت نفت‌خام JCC[۲]، از یک جامعه‌ی آماری شامل سری زمانی ۱۰ ساله به‌صورت ماهانه استفاده شده است[۳].



نمودار ۲ – هیستوگرام سری زمانی ۱۰ ساله‌ی قیمت‌های JCC

---

۱ - این رابطه‌ی ساده با تبدیل بشکه به میلیون بی تی یو نشان می‌دهد که در زمان مشخص قیمت گاز طبیعی یا LNG معادل قیمت نفت خام در زمان مشخص و اصطلاحی متداول در بازاریابی گاز طبیعی و LNG است.

در این حالت ضریب تبدیل مورد استفاده ۵/۸ می‌باشد.

به‌طورمثال اگر قیمت نفت خام ۱۰۰ دلار در هر بشکه باشد، قیمت گاز طبیعی در این سطح قیمت به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

۱۰۰) دلار / بشکه (۵/۸ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو) /(بشکه = ۱۷/۲۴ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو)

به‌عبارتی ۱۷/۲۴دلار به ازای هر میلیون بی تی یو برابر است با همان ۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه، فقط تبدیل به ارزش حرارتی شده است، در این حالت گفته می‌شود قیمت گاز دارای برابری قیمت ۱۰۰ % است.

2- Japanese Crude Cocktail .

۳ - در این نمودار محور عمودی توزیع قیمت را نشان می‌دهد که واحد ندارد و محور افقی نشانگر قیمت نفت خام به دلار به ازای هر بشکه می‌باشد که از خروجی نرم افزار Eviews به‌دست آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

در بیش‌تر قراردادهای LNG برای بازار شرق در فرمول‌های قیمت LNG از شاخص JCC که میانگین قیمت نفت‌خام‌های وارداتی به‌این کشور است استفاده می‌شود. تفاوت JCC با سایر نفت‌خام‌ها این است که قیمت آن با تأخیر اعلام می‌شود و دلیلش این است که واردات نفت‌خام از کشورهای مختلف به این کشور در یک زمان خاص انجام نمی‌گیرد در عین حال نرخ برابری دلار به ین نیز عاملی پویاست.

محاسبه‌ی JCC معمولا از طریق فرمول زیر انجام می‌گیرد:

JCC= V* 0.158987 *1000/(Q*R)

واحد اندازه‌گیری JCC بر حسب دلار آمریکا به ازای هر بشکه است که در این فرمول،

V = نشانگر ارزش محموله‌های وارداتی در ماه M بر حسب هزار ین ژاپن.

0.158987 = ضریب تبدیل کیلو لیتر به یک بشکه

Q= مجموع مقدار نفت‌خام وارداتی در ماه M به کیلو لیتر

R= ضریب تبدیل ین ژاپن به دلار آمریکا در ماه M می‌باشد. به نظر می‌رسد که به‌طور ساده R همان ضریب تبدیل ین به دلار است، یعنی اگر قیمت هر ۹۰ ین برابر یک دلار آمریکا باشد، پس:

R=X/Y → R=90/1 →R=90

می‌باشد، اما این محاسبه کمی پیچیده‌تر انجام می‌گیرد به عبارتی:

R=∑X/∑Y

∑X = عبارت است از ارزش کل کالاهای وارداتی به ژاپن بر حسب میلیون ین برای ماه M، اعلام شده توسط وزارت دارائی ژاپن.

∑Y = عبارت است از ارزش کل کالاهای وارداتی به ژاپن بر حسب میلیون دلار آمریکا برای ماه M، اعلام شده توسط وزارت دارائی ژاپن.

∑Y=X1/R1+X2/R2+X3/R3

X1= ارزش کل واردات به ژاپن در ۱۰ روز اول ماه M، اعلام شده توسط وزارت دارائی ژاپن.

X2= ارزش کل واردات به ژاپن در ۱۰ روز دوم ماه M اعلام شده توسط وزارت دارائی ژاپن.

X3= ارزش کل واردات به ژاپن برای ماه‌های باقی‌مانده در ماه M، اعلام شده توسط وزارت دارائی ژاپن.

www.SID.ir

Archive of SID

R1= نرخ برابری در ۱۰ روز اول ماه M، بر اساس متوسط وزنی هفتگی و محاسبه شده بر اساس متوسط وزنی ماه M ، براساس تعداد روزها (۱۰ روز اول) با دو رقم اعشار.

R2= نرخ برابری در ۱۰ روز دوم ماه M، براساس متوسط وزنی هفتگی گزارش شده و محاسبه شده بر اساس متوسط وزنی ماه M، براساس تعداد روزها (۱۰ روز اول) با دو رقم اعشار.

R3= نرخ برابری باقی‌مانده‌ی ماه بر اساس متوسط وزنی هفتگی گزارش شده و محاسبه شده بر اساس متوسط وزنی ماه M، براساس تعداد روزها (۱۰ روز اول) با دو رقم اعشار.

X1/R1؛ X2/R2 و X3/R3 محاسبه شده بر حسب میلیون دلار آمریکا با سه رقم اعشار.

در جدول ۲ این مسئله به‌طور تخمینی نشان داده شده است.

لازم به ذکر است این محاسبات توسط وزارت دارائی ژاپن با تأخیر ۳ ماهه‌ی با توجه به مسائل مطرح شده در بالا انجام می‌گیرد. باید اضافه کرد که با این‌که این اعداد مربوط به سه ماه گذشته می‌باشد، پس باید بین زمان اعلام قیمت و قیمت واقعی تفاوت قائل شد، به‌عبارتی اگر مثلا وزارت دارائی ژاپن عدد JCC را در زمان M اعلام می‌کند، در توضیحات گفته شده است که این قیمت مربوط به زمان M-3 است، پس باید قیمت زمان M-3 با قیمت سایر نفت‌خام‌ها تطابق داده و محاسبه شود و نمی‌توان زمان M را با M-3 مقایسه می‌شود.

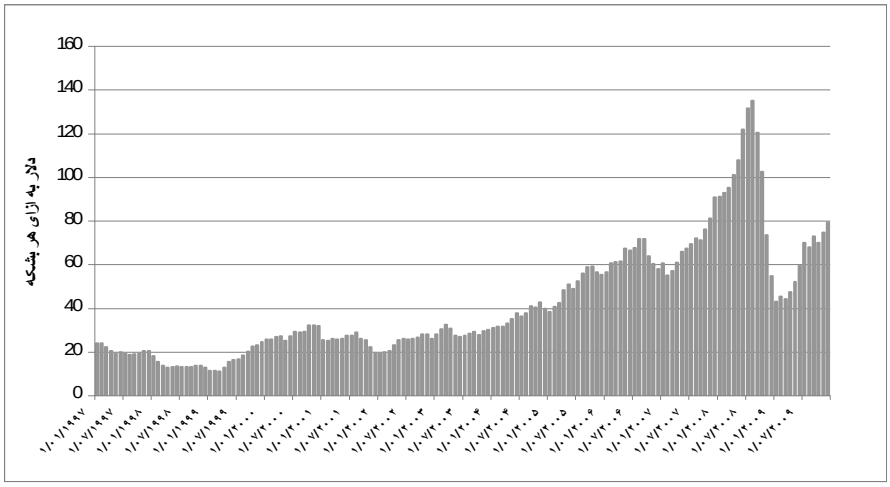
جدول ۱- مثالی برای محاسبه JCC

	JCC	V	۰,۱۵۸۹۸۷	Q	R
M1	۴۴,۱۶۳	۵۰۰۰۰۰۰	۰,۱۵۸۹۸۷	۲۰۰۰۰۰	۹۰
M2	۴۰,۶۴۳	۵۱۰۰۰۰۰	۰,۱۵۸۹۸۷	۲۱۰۰۰۰	۹۵
M3	۳۶,۹۷۴	۵۵۰۰۰۰۰	۰,۱۵۸۹۸۷	۲۱۵۰۰۰	۱۱۰
M4	۴۶,۰۲۳	۵۵۰۰۰۰۰	۰,۱۵۸۹۸۷	۱۹۰۰۰۰	۱۰۰
M5	۵۰,۲۰۶	۶۰۰۰۰۰۰	۰,۱۵۸۹۸۷	۱۹۰۰۰۰	۱۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

در نمودار زیر روند قیمت‌های اسمی JCC در طول ۱۰ سال ملاحظه می‌گردد.

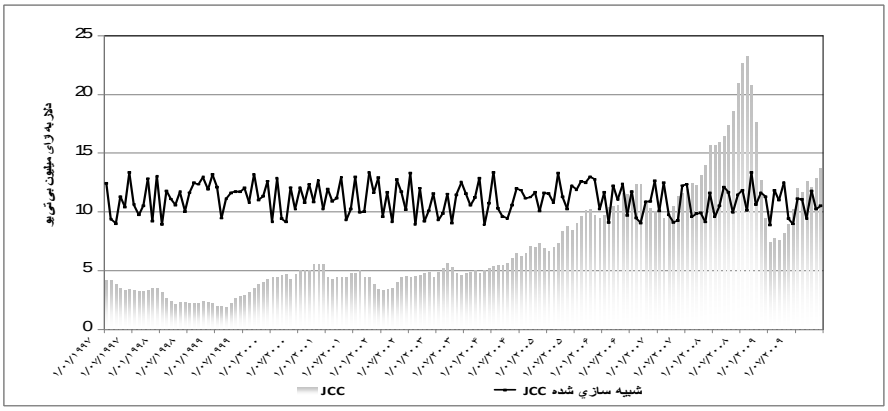


منبع: اطلاعات MITI سال ۲۰۰۹

نمودار ۳ - روند سری زمانی ۱۰ ساله‌ی قیمت‌های JCC

فرض بر این است که توزیع احتمال قیمت‌های نفت‌خام به‌صورت نرمال می‌باشد.

برای سناریونویسی با توجه به میانگین ۱۰ ساله قیمت‌های اسمی JCC و بر اساس دو دیدگاه باند قیمت‌های بالا و پائین برای مدل اقتصادی در نمودار زیر مشخص شده است.



منبع: اطلاعات MITI سال ۲۰۰۹

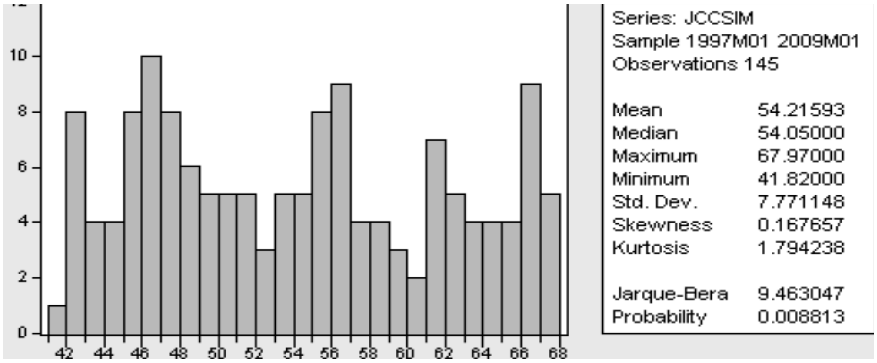
نمودار ۴ - روند شبیه‌سازی شده‌ی JCC در مقابل قیمت‌های واقعی JCC

www.SID.ir

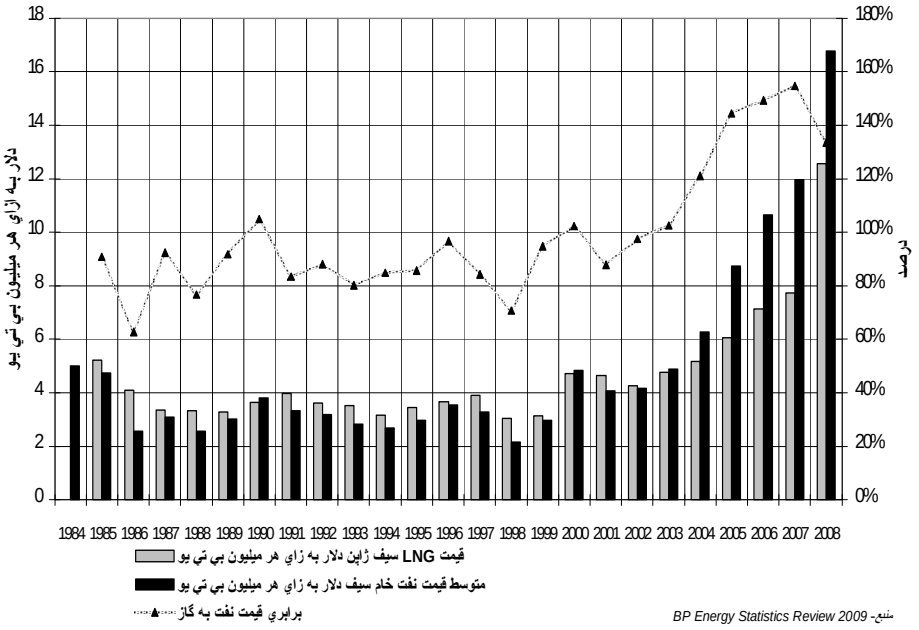
Archive of SID

براساس مدل شبیه سازی شده هیستوگرام آن در جدول زیر خلاصه شده است مقادیر بیشینه و کمینه قیمت استخراج شده است.

بر اساس نتایج جدول قیمت بیشینه، ۶۸ دلار به ازای هر بشکه و قیمت کمینه ۴۲ دلار به ازای هر بشکه در نظر گرفته می‌شود و بر همین اساس، برابری قیمت نفت‌خام و LNG بر اساس میانگین ۲۴ ساله محاسبه شده است.



نمودار ۵ – هیستوگرام سری زمانی شبیه سازی شده قیمت‌های JCC



منبع : BP Energy Statistics Review 2009

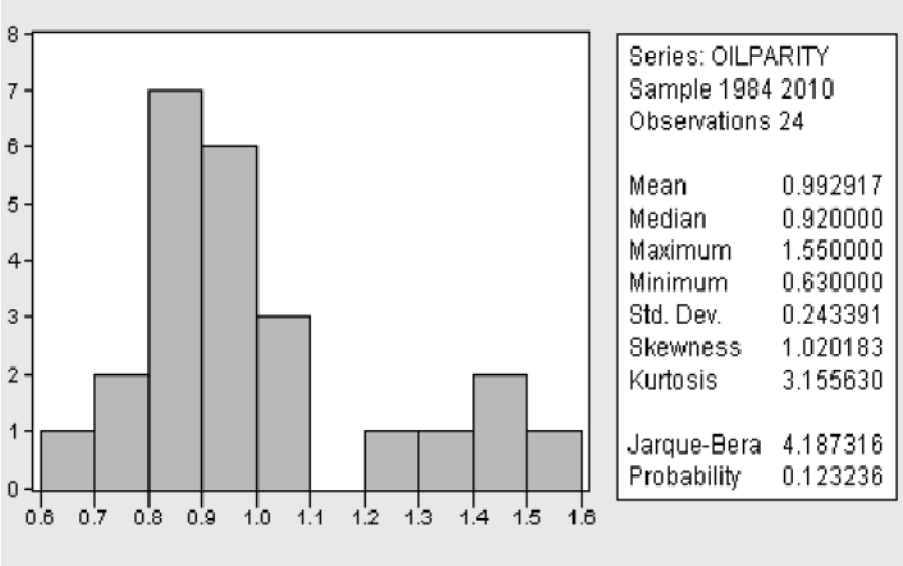
نمودار ۶- نسبت برابری قیمت نفت‌خام به LNG وارداتی به ژاپن

www.SID.ir

Archive of SID

لازم به ذکر است که در شبیه سازی انجام گرفته، میانگین و انحراف معیار ۱۰ ساله‌ی قیمت JCC مد نظر بوده، که با ایجاد یک مولد اعداد تصادفی شبیه سازی بر حسب توزیع نرمال انجام گرفته است، لازم به ذکر است که هر چه‌قدر انحراف معیار کوچک باشد، تغییرات با فاصله‌ی نزدیک‌تری در حول میانگین نوسان می‌کند و بالعکس.

بر اساس آمار ارائه شده توسط BP، متوسط ۲۴ سال منتهی به سال ۲۰۰۸ نشان می‌دهد که برابری قیمت نفت و گاز حدود ۹۹٪ می‌باشد، به عبارتی فرمول قیمت برای سه سناریوی بیشینه، میانگین و کمینه از هیستوگرام ذیل استخراج می‌شود[۱].



نمودار ۷ – هیستوگرام سری زمانی شبیه سازی شده برابری قیمت نفت‌خام با گاز

فرمول قیمت ال ان جی بیشینه، با احتساب برابری قیمت ۱۵۰٪(تقریبا ۵۰٪ بیش از برابری قیمت نفت‌خام)

PLNG ~ 25%* Oil Price

فرمول قیمت ال ان جی میانگین، با احتساب برابری قیمت ۹۹٪ (تقریبا مساوی با برابری قیمت نفت‌خام)

PLNG ~ 17%* Oil Price

۱- برابری قیمت نفت خام با استفاده از ضریب تبدیل ۵،۸ بشکه / میلیون بی تی یو انجام می‌گیرد و به عبارتی نشانگر استخراج قیمت گاز طبیعی بر اساس قیمت نفت خام به واحد ارزش حرارتی است.

www.SID.ir

Archive of SID

فرمول قیمت ال ان جی کمینه، با احتساب برابری قیمت ۶۳٪(تقریبا ۴۰٪ کم‌تر از برابری قیمت نفت‌خام)

PLNG ~ 11%* Oil Price

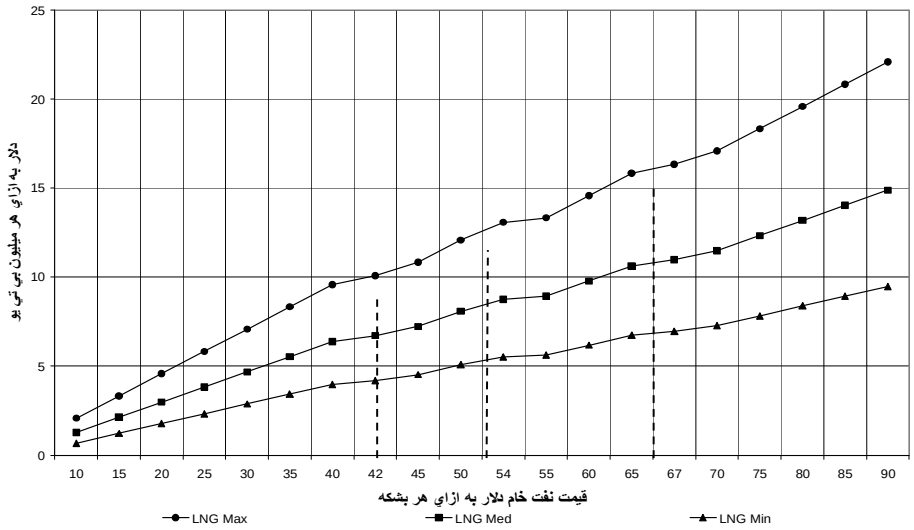
ضرائب قیمت نفت‌خام نشانگر شیب منحنی قیمت LNG می‌باشد.

PLNG= قیمت LNG سیف بر حسب دلار به ازای هر میلیون بی تی یو

برای بدست آوردن قیمت فوب به‌عنوان خوراک مدل مالی، باید هزینه‌ی حمل از مقصد پاپوآ گینه‌ی نو تا مبداء ژاپن را محاسبه کرد، که این هزینه با احتساب فرضیات زیر برابر با ۴۲ سنت به ازای هر میلیون بی تی یو می‌باشد[1]:

- مبداء، گینه‌ی نو
- مقصد، بندر توکیو (غرب)
- اندازه کشتی ۲۰۰۰۰۰ متر مکعب
- قیمت LNG مصرفی، ۸ دلار به ازی هر میلیون بی تی یو
- قیمت نفت کوره‌ی مصرفی، ۲۵۰ دلار به ازای هر تن

بر این اساس فرمول قیمت‌های فوب[1] LNG مدل‌سازی شده با کسر هزینه‌ی حمل به‌صورت نمودار زیر نشان داده می‌شود:



نمودار ۸- مدل‌سازی قیمت‌های فوب LNG برای طرح پاپائو گینه‌ی نو

۱- محاسبات بر اساس مدل مجزای حمل با کشتی‌های LNG انجام گرفته است.

1- Free on Board (FOB).

www.SID.ir

Archive of SID

بدین طریق ۹ سناریوی قیمتی با توجه به باند قیمت نفت‌خام و فرمول‌های بدست آمده از برابری قیمت نفت‌خام با LNG به‌دست می‌آید که در ماتریس ذیل نشان داده شده است:

جدول ۲ – محاسبه‌ی قیمت‌های LNG بر اساس شبیه سازی

قیمت گاز طبیعی بر اساس فرمول‌های به‌دست آمده براساس برابری قیمت نفت و گاز دلار به ازای هر میلیون بی تی یو			قیمت نفت‌خام براساس سناریوهای شبیه‌سازی شده‌ی دلار به ازای هر بشکه
۴,۲	۶,۷۲	۱۰,۰۸	۴۲
۵,۵۲	۸,۷۶	۱۳,۰۸	۵۴
۶,۹۵	۱۰,۹۷	۱۶,۳۳	۶۷

۳- بررسی مدل اقتصادی

حال با توجه به فرضیات بدست آمده، مدل مالی طرح LNG با سناریوهای قیمتی مورد بررسی قرار می‌گیرد در همین حال، با توجه به سه سناریوی بیشینه، ۱۶,۳۳ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو، متوسط، ۸,۷۶ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو و کمینه، ۴,۲ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو مدل سناریونویسی شده و تحلیل حساسیت انجام می‌گیرد.

در صورت مساوی بودن احتمال وقوع برای هر یک از حالت‌های جدول ۲، احتمال وقوع هریک از ۹ حالت بالا ۱۱/۱۱٪ می‌باشد، که نرخ بازگشت داخلی سرمایه در جدول زیر خلاصه شده است:

جدول ۳ - محاسبه نرخ‌های بازگشت داخلی سرمایه براساس شبیه‌سازی

نرخ بازگشت داخلی سرمایه			قیمت نفت‌خام بر اساس سناریوهای شبیه‌سازی شده دلار به ازای هر بشکه
٪۰,۰۰	٪۱۷,۵۵	٪۱۵,۵۶	۴۲
٪۳,۹۵	٪۱۲,۵۰	٪۲۲,۱۳	۵۴
٪۸,۰۰	٪۱۷,۵۵	٪۲۸,۸۹	۶۷

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج جدول بالا، به احتمال ۶۷ ٪ [۱] این طرح اقتصادی است و شاید دلیلی بر توجیه اقتصادی برای این طرح باشد. برای راحتی در دست‌یابی نتایج، فقط مقادیر کمینه، محتمل و بیشینه در جدول ۲ مورد بررسی قرار می‌گیرد، که در سه سناریوی زیر خلاصه شده است:

الف- گزینه‌ی بدبینانه (بالا)

در این گزینه با فرض متغیرهای ثابت که از آن‌ها یاد شد و قیمت فروش LNG ۴,۲ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو، طرح فوق اقتصادی نمی‌باشد و اگر قیمت‌های نفت‌خام به ۴۲ دلار در هر بشکه سقوط کند، طرح غیر اقتصادی است. ولی باید دانست که در بلند مدت و برای ۲۵ سال چنین چیزی امکان پذیر نیست.

ب- گزینه‌ی محتمل (میانه)

شاید این گزینه دارای احتمال بالایی نسبت به سایر گزینه‌ها باشد,

بدین‌ترتیب قیمت LNG به‌صورت FOB حدود ۸,۶ دلار به ازای هر میلیون بی‌تی‌یو خواهد بود.

در این حالت نتایج مدل به شرح ذیل می‌باشد:

جدول ۴ – خلاصه‌ی نتایج مدل اقتصادی

نرخ بازگشت داخلی سرمایه‌ی واقعی (٪)	٪۱۲,۵
ارزش حال خالص داخلی واقعی (میلیون دلار)	۲۷۲۲,۳۶
نرخ بازگشت داخلی اسمی (درصد)	٪۱۴,۷۵
ارزش حال خالص داخلی اسمی (میلیون دلار)	۲۶۶۸,۹۸

پ- گزینه خوشبینانه (پائین)

در این حالت قیمت LNG به‌صورت FOB حدود ۸,۶ دلار به ازای هر میلیون بی‌تی‌یو خواهد بود.

در این حالت نتایج مدل به‌شرح ذیل می‌باشد:

۱- ۹ احتمال وقوع مساوی برای نرخ بازگشت داخلی سرمایه که ۶ احتمال دارای توجیه اقتصادی بوده و از ۱۰٪ بالاتر است، بدین ترتیب احتمال وقوع برابر است با ۶ ضربدر ۱۱/۱۱ درصد.

www.SID.ir

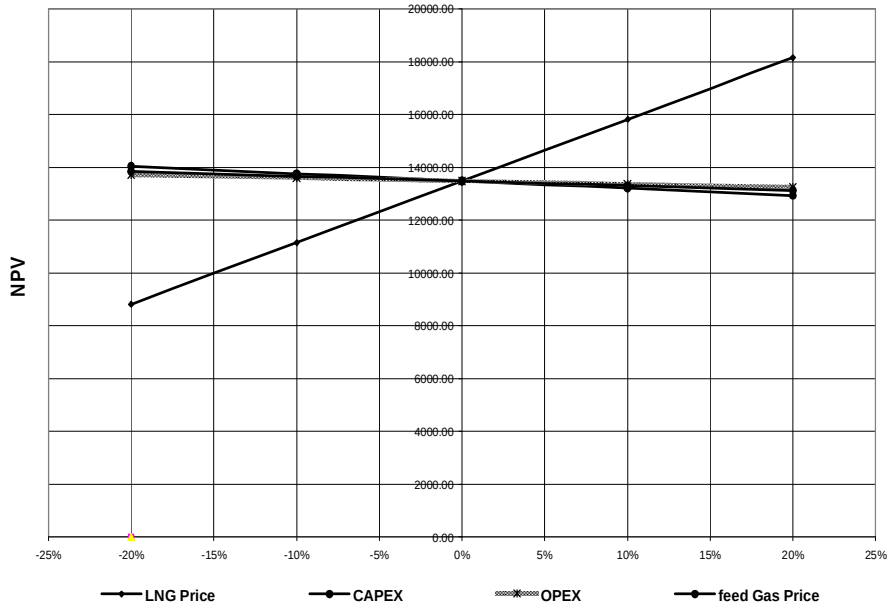
Archive of SID

جدول ۵- خلاصه نتایج مدل اقتصادی

نرخ بازگشت داخلی سرمایه واقعی (٪)	٪۲۸,۸۹
ارزش حال خالص داخلی واقعی (میلیون دلار)	۱۳۷۵۳,۰۷
نرخ بازگشت داخلی اسمی (درصد)	٪۳۱,۴۶
ارزش حال خالص داخلی اسمی (میلیون دلار)	۱۳۴۸۳,۴۰

۴- تحلیل حساسیت

براساس فروض ثابت بالا و سایر اطلاعات در رابطه با هزینه‌های سرمایه‌گذاری- عملیاتی- قیمت خوراک گاز و قیمت LNG، در نمودارهای زیر اثر تغییرات هریک از این عوامل بر روی IRR و NPV ملاحظه می‌شود:



نمودار ۹- تحلیل حساسیت ارزش خالص فعلی

همان‌طورکه مشاهده می‌شود, بیش‌ترین حساسیت هزینه‌ای مربوط به قیمت گاز خوراک و هزینه‌ی سرمایه‌گذاری (CAPEX) طرح و بیش‌ترین حساسیت درآمدی مربوط به قیمت LNG در بازار می‌باشد.

www.SID.ir

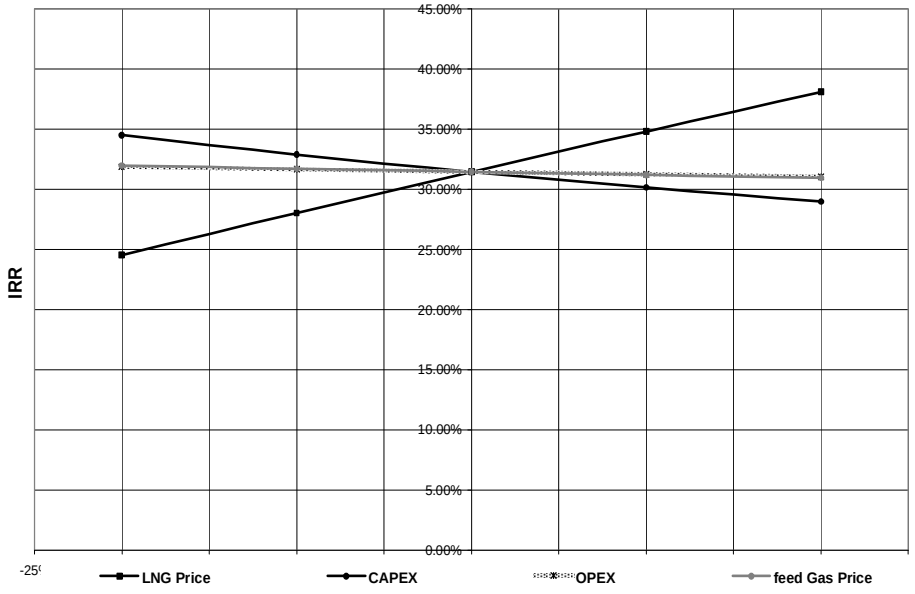
Archive of SID

حساس‌ترین عوامل در تغییرات ۱۰٪+ به شرح زیر معرفی شده‌اند:

+۱۰٪ افزایش هزینه‌ی سرمایه‌گذاری سبب کاهش ۲۷۶ میلیون دلاری ارزش حال می‌شود.

+۱۰٪ افزایش قیمت LNG سبب افزایش ۱۲۵۱ میلیون دلاری ارزش حال می‌شود.

+۱۰٪ افزایش قیمت گاز خوراک سبب کاهش ۱۷۷ میلیون دلاری ارزش فعلی می‌شود.



نمودار ۱۰- تحلیل حساسیت نرخ بازگشت داخلی سرمایه

تحلیل حساسیت مدل

همان‌طور که در نمودار بالا مشاهده می‌شود تأثیر عوامل گوناگون بر روی ارزش حال و نرخ بازگشت سرمایه متفاوت می‌باشد .

در صورت +۱۰٪ تغییر، تأثیر عوامل بالا برروی نرخ بازگشت سرمایه به‌شرح زیر است:

+۱۰٪ افزایش هزینه‌ی سرمایه‌گذاری سبب کاهش ۰,۶۵ درصدی نرخ بازگشت داخلی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

+۱۰٪ افـزایش قیمـت LNG سـبب افـزایش ۲,۰۹ درصـدی نـرخ بازگشـت داخلـی می‌شود.

+۱۰٪ افزایش قیمت گاز خوراک سبب کاهش ۰,۳ درصـدی نـرخ بازگشـت داخلـی می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مسئله‌ی مهم این است کـه بـدانیم شـرکت LNG گینـه‌ی نـو از چـه ابـزاری بـرای اقتصادی کردن طرح استفاده کرده است, در این رابطه، CAPEX، به‌عنوان عامل بـرون‌زا مطرح است و انعطاف پذیری برای تغییرات آن از لحاظ فنی بسـیار محـدود مـی‌باشـد و همان‌طورکه گفته شد، با تغییرات ناگهانی افزایشی محسوسی از سال ۲۰۰۶ همراه بـوده است. در ارتباط با قیمت LNG نیز به‌عنوان عاملی برون‌زا از طرف بازار دیکته می‌شـود و تلاش می‌شود با شبیه سازی این عامل تا حـدی حساسـیت مـدل اقتصـادی در معـرض آزمون قرار گیرد و به‌دلیل تعدد عرضه‌کنندگان و وجود بازار رقابتی، به‌نظر نمی‌رسد قادر به تغییر زیاد آن بود. البتـه ایـن مسـئله قابـل تعمـق اسـت کـه بـا هزینـه‌هـای بـالای سرمایه‌گذاری کنونی و در قیمت‌های پایین نفت‌خام، در آینده احداث طـرح‌هـای LNG بکر در هاله‌ایی از ابهام خواهد بود. در چنین شرایطی، بـه‌طـور حـتم طـرح‌هـای توسـعه واحدهای LNG قدیمی مانند قطر، شانس بیش‌تری برای احاطه‌ی بازار خواهند داشت.

تنها عامل درون‌زا که می‌توان بر روی آن مانور کرد، عامل قیمت گاز خـوراک اسـت که می‌توان با ایجاد تغییرات منطقی در آن به اقتصاد طرح کمک نمود.

در رابطه با قیمت گاز خوراک باید عنـوان شـود کـه هزینـه‌ی تولیـد گـاز خـوراک و هم‌چنین هزینه‌ی انتقال گاز به کارخانه ال ان جی باید مد نظر قرار گیرد در همین حال این قیمت باید با سایر طرح‌هـای صـادراتی و هـم‌زمـان قیمـت گـاز خـوراک در صـنایع مقایسه شود.

در بررسی قیمت گاز خوراک دو مسئله حائز اهمیت است:

۱- مقایسه‌ی قیمت گاز خوراک در داخل و بررسی توجیه اقتصادی فروش گاز بـرای واحدهای ال ان جی

۲- بررسی قیمت محصول حاصل از قیمت خوراک پیشنهادی با قیمت‌های جهانی

www.SID.ir

Archive of SID

لازم به توضیح است که هر یک از حالت‌های بالا می‌تواند طرح را با چالش جدی مواجه کند.

در انتها ذکر این نکته ضروریست که در کشورمان به‌دلیل وجود قرار دادهای بیع متقابل در بالا دستی تعیین قیمت گاز خورک کاری حساس و پیچیده است ولی در بیش‌تر کشورهای جهان به‌دلیل وجود قرار دادهای مشارکت در تولید در بالا دستی طرح به‌صورت یکپارچه در نظر گرفته می‌شود و قیمت‌گذاری گاز خوراک بسیار ساده‌تر است و در عین حال مورد قبول خریداران ال ان جی می‌باشد.

فهرست منابع

چشم انداز صنعت GTL، اقتصاد انرژی آبان ۱۳۸۱.

جوان، افشین، مروری بر مبانی قیمت‌گذاری گاز طبیعی، اقتصاد انرژی آبان ۱۳۸۰.

قراردادهای خرید و فروش LNG (بر اساس مدل مولکول متان)، اقتصاد انرژی آبان ۱۳۸۰.

مزرعتی، محمد، ۱۳۸۳، ارائه یک نمونه نرم‌افزاری (ارزیابی پروژه GTL).

Douwe Kingma,(2002), Mark Lijesen and Machiel Mulder “Gas-to-Gas Competition Versus Oil Price Linkage” the 25th Annual International Conference of the IAEE (International Association of Energy Economics), Aberdeen, Scotland, UK, June.

Emma Cochrane,(2009), Outlook for LNG ExxonMobil Gas & Power Marketing Company PNG Petroleum Seminar October 27.

IEA, (2009), Energy Price and Taxes Second Quarter 2009 Paris, and Different Issues in Recent Years.

Oil Energy, (2009), NYMEX Henry-Hub Natural Gas Price. www.oilenergy.com/1gnymex.htm.

Ole Gunnar Austvik, (1986), The Political Gas Pricing Premiums, the 8th International Conference for the International Association of Energy Economics, Tokyo, Japan.

Peter Graham,(2009), The PNG LNG Project, Esso Highlands Limited PNG Petroleum Seminar Port Moresby October 27.

PNG LNG Project Exxon Mobil Presentation 2007.

www.SID.ir

Archive of SID

PNG LNG Economics Impact Study Final Report Feb 2008 Prepared by Exxon Mobil.

Yuji Morita, (2001), Marketability of GTL from Natural Gas, IEEJ Research Report November.

www.SID.ir