

## تأثیر قیمت LNG بر اقتصاد طرح‌های LNG (بررسی یک شاهد

عینی)

افشین جوان\*

عضو هیئت علمی مؤسسه‌ی مطالعات بین‌المللی انرژی [af\\_javan@yahoo.co.uk](mailto:af_javan@yahoo.co.uk)

تاریخ دریافت: 88/12/27 تاریخ پذیرش: 89/7/18

### چکیده

ارزیابی اقتصادی طرح‌های بزرگی که دارای پیچیدگی تکنولوژیکی هستند، دشواری‌های زیادی را به همراه دارد. از آنجایی که 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 سؤال را پیش می‌آورد که چرا چنین طرح پرهزینه‌ای دارای صرفه‌ی اقتصادی است!

در این مقاله تلاش می‌شود به این سؤال 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 10 ساله‌ی قیمت نفت خام و بر اساس مفهوم برابری قدرت قیمت نفت خام JCC با گاز طبیعی و شبیه‌سازی مونت کارلو، به بررسی و شناسایی تأثیر قیمت فروش گاز طبیعی مایع شده (LNG) بر روی اقتصاد طرح در قالب گزینه‌های مختلف پرداخته شده و سپس براساس شناسایی گزینه‌ها، احتمال اقتصادی بودن طرح با فرض احتمال یکسان برای سناریوهای مطرح و بررسی شده است.

برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای (CAPEX) و هزینه‌های عملیاتی (OPEX) دارای نااطمینانی بالاست و تغییر نااطمینانی از 5% به 10% می‌تواند اقتصادی بودن طرح را با خطر مواجه کند. فروش مختلف هم‌چون نرخ دلار، یورو و نرخ دیگر ارزها در آینده، مدل قیمت‌گذاری گاز طبیعی، پیش‌بینی درآمدهای طرح، مباحث مربوط به بازاریابی محصولات، مدیریت طرح پس از ساخت و در دوران بهره‌برداری، از 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.

طبقه‌بندی JEL: Q40، Q43، Q34، O31، O22، N47، L95، D61

\* - نویسنده‌ی مسئول

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

### 1- مقدمه

قیمت‌گذاری گاز طبیعی تحولات زیادی را طی دو دهه‌ی اخیر تجربه کرده است. از ابتدای بهره‌برداری از گاز طبیعی، این صنعت بر خلاف نفت خام، بیش‌تر از مؤلفه‌ها و متغیرهای منطقه‌ای پیروی کرده است. بازارهای به شدت کنترل شده<sup>1</sup> 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 گاز طبیعی مایع شده به هزینه‌های نفت خام وارداتی<sup>2</sup> پیوند خورده‌اند و شاخص مهم این بازار JCC<sup>3</sup> 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<sup>4</sup> برای قیمت‌گذاری تعبیه شده بود، ولی هم‌اکنون برابری قیمت نفت خام با قیمت LNG، مدنظر می‌باشد مفهومی که در برگزیده‌ی ارزش حرارتی انرژی می‌باشد.

عامل قیمت فروش LNG به‌عنوان یک عامل بسیار حساس نقش عمده‌ای 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 نجات‌دهنده طرح می‌باشد. البته باید اذعان کرد همگام با افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، قیمت محصول LNG نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به سال‌های قبل از 2006 داشته است.

نکته‌ی دیگر که در حصول فرمول قیمت در این مقاله مدنظر قرار گرفته، نوع قراردادهای بلندمدت است که بخش بزرگی از قراردادهای LNG را شامل می‌شود.

1- Regulated.

2- Import Substitution.

3- Japanese Crude Cocktail.

4- S-Shape Mechanism.

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 این که هزینه‌های سرمایه‌گذاری جهش ناگهانی داشته، ولی کشورها در فکر بهره‌برداری از چنین طرح‌هایی هستند. بر این اساس سازماندهی مقاله شامل: بخش 2، بررسی ادبیات تحقیق در رابطه با مدل‌های مالی - اقتصادی طرح‌های LNG، بخش 3، بررسی مدل اقتصادی، بخش 4، تحلیل حساسیت و بخش 5، نتیجه‌گیری و پیشنهادات می‌باشد.

## 2- 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
- پیش‌بینی و شبیه‌سازی 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<sup>1</sup> 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، به دست می‌آید به عبارتی:

$$I = P_{\text{Ing}} \times Q \quad (1)$$

I = درآمد حاصل از فروش LNG به میلیون دلار آمریکا  
 $P_{\text{Ing}}$  = قیمت LNG در بازار بر حسب دلار به ازای هر میلیون بی تی یو

$Q$  = مقدار LNG صادراتی بر حسب ترا بی تی یو همان‌طور که گفته شد،  $P_{Ing}$  بر اساس سناریوهای مورد نظر به دست 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.

$$C = CAPEX + OPEX + C_{GI} \quad (2)$$

### 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:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{(I - C)}{(1 + r)^n} \quad (3)$$

$I$  = 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.

### 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<sup>1</sup>، ساده‌ترین و شاید متداول‌ترین روش محاسبه‌ی استهلاک می‌باشد که در این مطالعه از آن استفاده شده است. در این روش مقدار استهلاک سالیانه، ثابت است و از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$D = \frac{P - SV}{n} \quad (4)$$

$D$  = 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:

$$BV_m = P - m \cdot D \quad m = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

1- Straight Line Method.

### 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 سؤال قرار می‌گیرند. موارد زیر معمولاً به صورت برون‌زا در نظر گرفته می‌شوند.

1- نرخ بهره

2- قیمت فروش LNG

3- قیمت نفت خام

4- هزینه‌های عملیاتی

5- ضریب اطمینان برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای<sup>1</sup>

6- هزینه‌های خرید پروانه‌ها و گواهی‌های تکنولوژی

7- درآمدهای جانبی

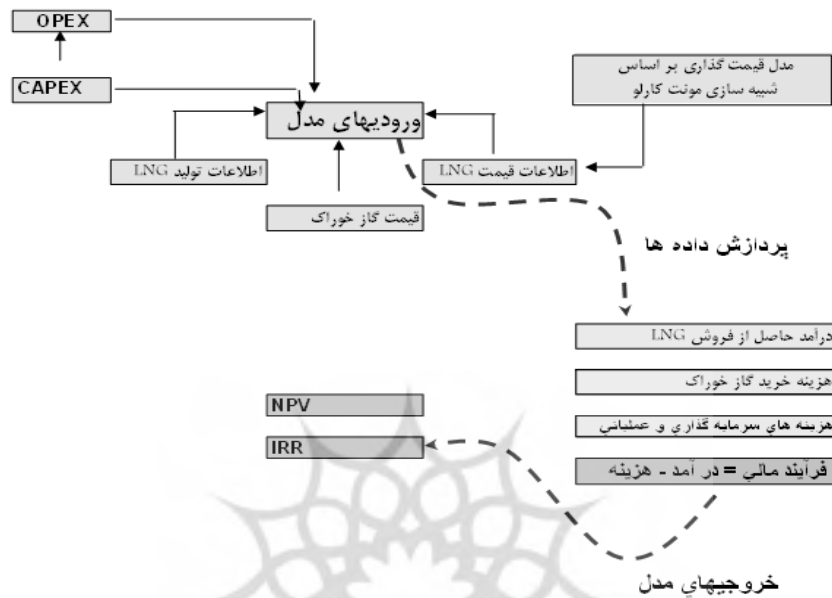
معمولاً تحلیل برای غلبه بر نااطمینانی ناشی از متغیرهای ذکر شده، انجام می‌پذیرد. بدین صورت که تغییرات در مقادیر هریک از متغیرهای مدل که به صورت برون‌زا تعریف شده‌اند، بر نرخ بازدهی داخلی طرح (IRR) و ارزش حال خالص درآمد (NPV) سنجیده می‌شود.

الگوریتم مدل مالی طراحی شده به صورت جدول 1 می‌باشد.<sup>2</sup>

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

1- Contingency.

2 - 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.



### ب- پیش‌بینی و شبیه‌سازی قیمت با استفاده از روش مونت کارلو

نمونه‌گیری مونت کارلو، برای مفهوم شبیه‌سازی سیستم‌هایی که دارای عناصر تصادفی یا احتمالی هستند، مطلبی بنیادی است. این اصطلاح و نگرش در اواخر سال‌های 1940 میلادی توسط فون نیومن<sup>1</sup> و اولان<sup>2</sup>، 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 به صورت ساختگی تولید می‌شوند. از این روش برای شبیه‌سازی پویای قیمت گاز طبیعی به‌عنوان داده اصلی در مدل مالی استفاده شده است.

1- Von Neumann .  
2- Ulan.

## مروری بر مشخصات طرح LNG گینه‌ی پاپائونو در شمال استرالیا به‌عنوان

### شاهد عینی

شاید این سؤال 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:

1- طرح LNG گینه‌ی نو یک طرح بکر<sup>1</sup> است و می‌تواند مدلی برای طرح‌های LNG ایران باشد.

2- این طرح متأثر از افزایش ناگهانی هزینه‌ی EPC<sup>2</sup> پس از سال 2006 بوده است.

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

در سال 2008، شاخص قیمت نفت خام WTI به بالاترین سطح خود، یعنی 130 دلار به‌ازای هر بشکه و قیمت LNG تک محموله در بازار به 25 دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو رسید.

این قیمت‌های بالا دلیلی برای سرمایه‌گذاری در صنعت LNG به حساب می‌آید. 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 2006 نسبت به سال 2000 میلادی است.

همان‌طور که در نمودارهای زیر ملاحظه می‌شود، روند قیمت‌های هزینه‌های مهندسی، ساخت و تأمین قطعات، بین سال 200 الی 2006 افزایشی بوده، ولی شیب از سال 2006 بسیار شدید شده است.

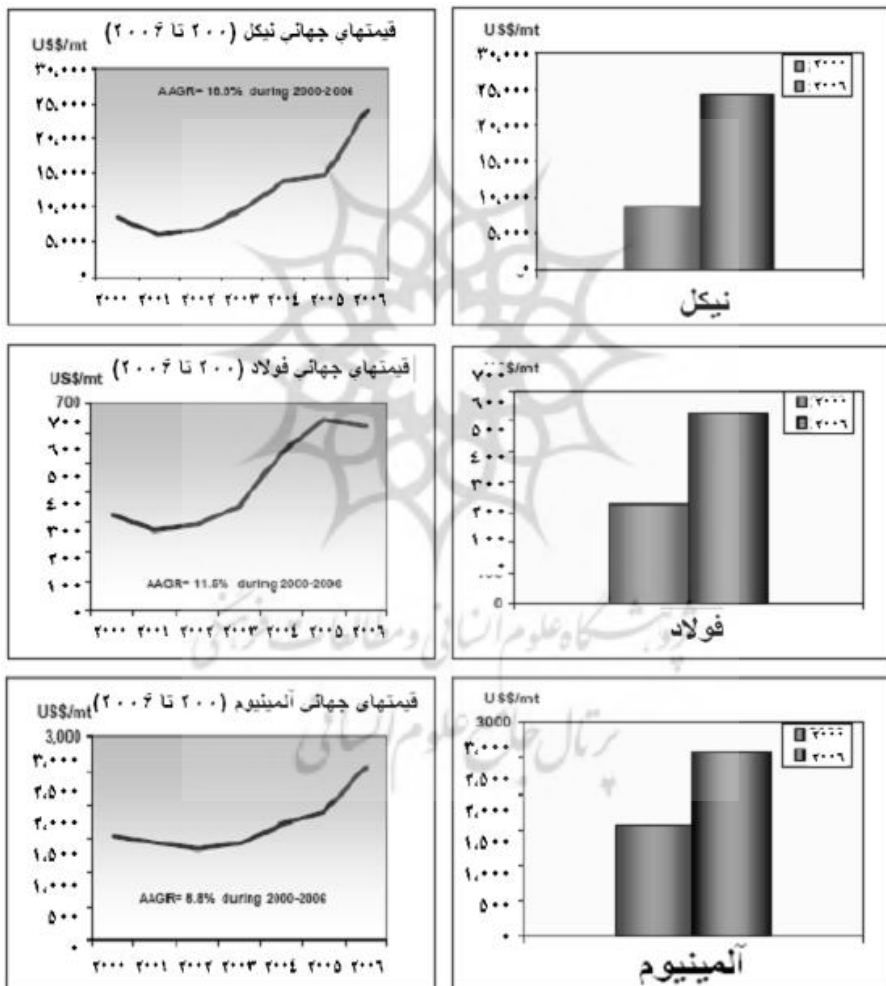
ایالات مستقل گینه‌ی نو، کشوری در اقیانوسیه است که از 600 جزیره تشکیل شده و بخش بزرگی از آن روی جزیره‌ای آتشفشانی و زلزله‌خیز قرار دارد و هر از گاهی موج‌های بلند، ساحل آن را درمی‌نوردند. این کشور از غرب با اندونزی، از جنوب با

1- Grass Roots.

2- Engineering Procurement and Construction.



استرالیا و از شرق با جزایر سلیمان همسایه است. پاپوا گینه‌ی نو که در ایران بیش‌تر با نام گینه‌ی نو شناخته می‌شود، از تنوع فرهنگی زیادی برخوردار است و حدود 700 گویش در آن رایج است. نزدیک به 70 درصد از جمعیت آن در مناطقی با امکانات اندک زندگی می‌کنند، منطقه‌ی پاپوا گینه‌ی نو از سال 1906 تحت سلطه یاسترالیا اداره می‌شد. در فاصله سال‌های 1942 تا 1945، 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 1 - مقایسه هزینه‌ی مواد اولیه‌ی ساخت تجهیزات LNG سال 2000 در مقایسه با 2006  
 در سال 1975، رسماً 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 2009، طرح وارد تصمیم نهائی به سرمایه‌گذاری<sup>1</sup> شده است و آغاز به تولید این طرح اوایل سال 2014 خواهد بود.  
 شرکای بالا دستی برای توسعه منبع گاز به صورت قرارداد مشارکت این طرح عبارتند از:

- شرکت اگزان موبیل<sup>2</sup> 39.4%
- اوایل سرچ<sup>3</sup> 28-32%
- شرکت دولتی و مالک ذخائر گاز طبیعی گینه<sup>4</sup> 18-20%
- سانتوس<sup>5</sup> 11-13%
- نیپون اوایل<sup>6</sup> 12%
- شرکای واحد مایع سازی عبارتند از:
- شرکت اگزان موبیل 33.2%
- اوایل سرچ 29%
- شرکت تجاری غیر مستقل دولتی<sup>7</sup> 16%
- سانتوس 13%
- نیپون اوایل 4/7%

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).

- شرکت توسعه منابع<sup>1</sup> 2/8%

- شرکت پترومین PNG 2%.

### فروض ثابت طرح مایع سازی گینه ی نو

1- مقدار تولید LNG 6/3 میلیون تن در سال  
2- هزینه‌ی سرمایه‌گذاری حدود 10 میلیون دلار برای مایع سازی و تأسیسات پایین دستی و حدود 5 میلیون دلار برای هزینه‌های بالا دستی شامل توسعه و استخراج.

3- هزینه‌های عملیاتی 1% هزینه‌ی سرمایه‌گذاری

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

5- ضریب تبدیل هر تن LNG به هر میلیون بی تی یو برابر است با 51/7

6- نسبت دارائی به بدهی 100%

7- دوره‌ی استهلاک طرح 15 سال

8- مالیات بر درآمد 30%

9- قیمت گاز خوراک 0.59 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو

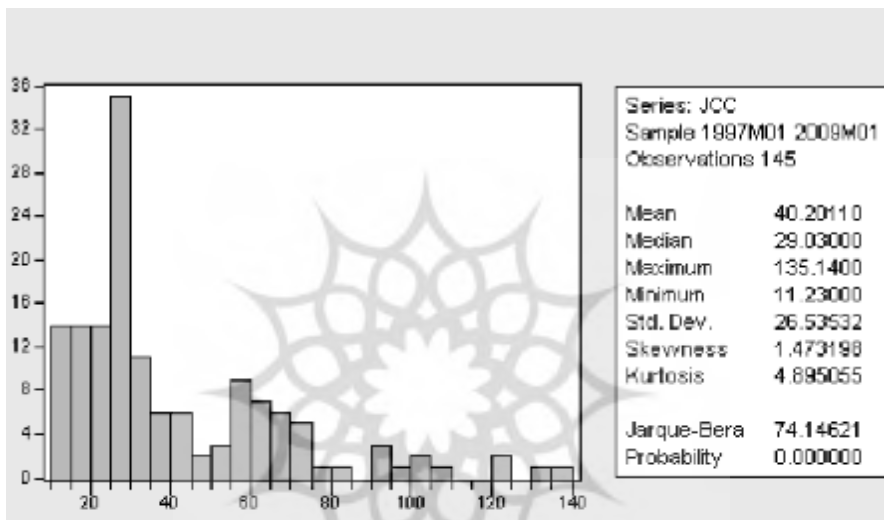
10- طول مدت طرح 25 سال

11- تورم

لازم به ذکر است که قرار داد بالا دستی در این طرح، به صورت مشارکت در تولید<sup>2</sup> و طرح LNG مورد نظر مانند بیش تر طرح‌های LNG، به صورت هم جمع<sup>3</sup> می‌باشد. قبل از بررسی نتایج مدل، ابتدا قیمت فروش LNG شبیه سازی می‌کنم و سپس نتایج تفسیر می‌شوند.

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

بررسی مدل برابری قیمت نفت خام<sup>1</sup> 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 نفت خام  
 JCC<sup>2</sup>، از یک جامعه‌ی آماری شامل سری زمانی 10 ساله به صورت ماهانه استفاده شده  
 است.<sup>3</sup>



نمودار 2 - هیستوگرام سری زمانی 10 ساله‌ی قیمت‌های JCC

1- 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 5/8 می‌باشد. به‌طورمثال اگر قیمت نفت خام 100 دلار در هر بشکه باشد، قیمت گاز طبیعی در این سطح قیمت به صورت زیر محاسبه می‌شود:

100 دلار / بشکه (5/8 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو) / (بشکه = 17/24 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو) به‌عبارتی 17/24 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو برابر است با همان 100 دلار به ازای هر بشکه، فقط تبدیل به ارزش حرارتی شده است، در این حالت گفته می‌شود قیمت گاز دارای برابری قیمت 100 % است.

2- Japanese Crude Cocktail .

3- 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.

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

محاسبه‌ی JCC معمولاً 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 یین ژاپن.

$0.158987$  = ضریب تبدیل کیلو لیتر به یک بشکه

$Q$  = مجموع مقدار نفت خام وارداتی در ماه  $M$  به کیلو لیتر

$R$  = ضریب تبدیل یین ژاپن به دلار آمریکا در ماه  $M$  می‌باشد. به نظر می‌رسد که

به‌طور ساده  $R$  همان ضریب تبدیل یین به دلار است، یعنی اگر قیمت هر 90 یین برابر یک دلار آمریکا باشد، پس:

$$R = X/Y \Rightarrow R = 90/1 \Rightarrow R = 90$$

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

$$R = \sum X / \sum Y$$

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

$\sum Y$  = عبارت است از ارزش کل کالاهای وارداتی به ژاپن بر حسب میلیون دلار

آمریکا برای ماه  $M$ ، اعلام شده توسط وزارت دارائی ژاپن.

$$\sum Y = X1/R1 + X2/R2 + X3/R3$$

$X1$  = ارزش کل واردات به ژاپن در 10 روز اول ماه  $M$ ، اعلام شده توسط وزارت

دارائی ژاپن.

$X2$  = ارزش کل واردات به ژاپن در 10 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.

$R1$  = نرخ برابری در 10 روز اول ماه  $M$ ، بر اساس متوسط وزنی هفتگی و محاسبه شده بر اساس متوسط وزنی ماه  $M$ ، براساس تعداد روزها (10 روز اول) با دو رقم اعشار.

$R2$  = نرخ برابری در 10 روز دوم ماه  $M$ ، براساس متوسط وزنی هفتگی گزارش شده و محاسبه شده بر اساس متوسط وزنی ماه  $M$ ، براساس تعداد روزها (10 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 (10 روز اول) با دو رقم اعشار.

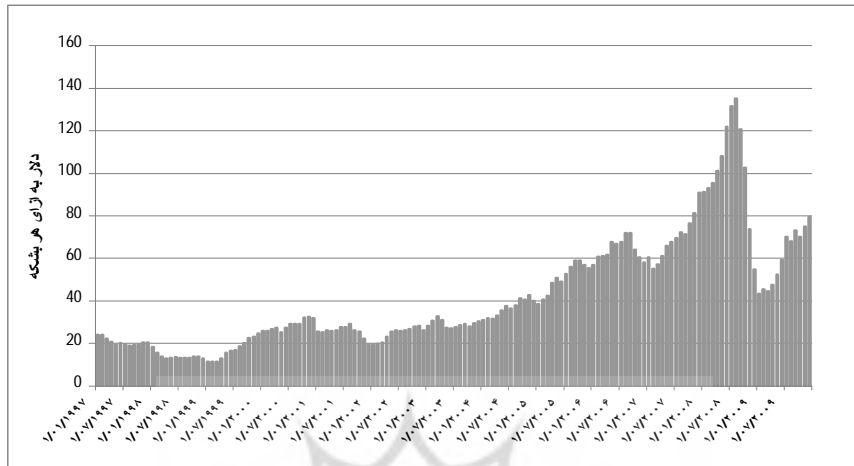
$X1/R1$ ؛  $X2/R2$  و  $X3/R3$  محاسبه شده بر حسب میلیون دلار آمریکا با سه رقم اعشار.

در جدول 2 این مسئله به‌طور تخمینی نشان داده شده است. لازم به ذکر است این محاسبات توسط وزارت دارائی ژاپن با تأخیر 3 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 مثلاً 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 1- مثالی برای محاسبه  $JCC$

	JCC	V	0.158987	Q	R
<b>M1</b>	44.163	5000000	0.158987	200000	90
<b>M2</b>	40.643	5100000	0.158987	210000	95
<b>M3</b>	36.974	5500000	0.158987	215000	110
<b>M4</b>	46.023	5500000	0.158987	190000	100
<b>M5</b>	50.206	6000000	0.158987	190000	100

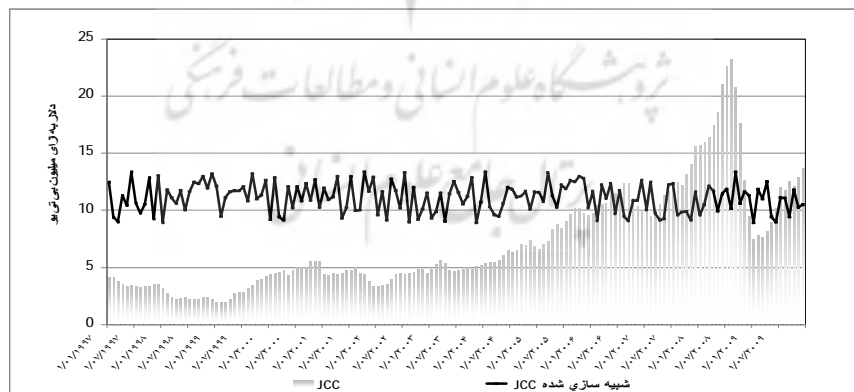
در نمودار زیر روند قیمت‌های اسمی JCC در طول 10 سال ملاحظه می‌گردد.



منبع: اطلاعات MITI سال 2009

نمودار 3 - روند سری زمانی 10 ساله قیمت‌های JCC

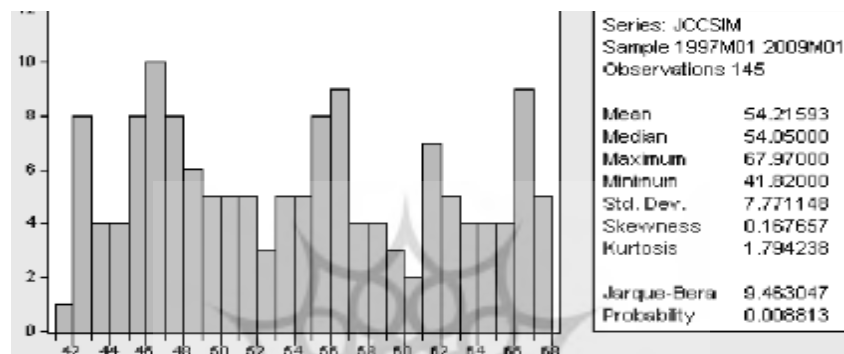
فرض بر این است که توزیع احتمال قیمت‌های نفت خام به صورت نرمال می‌باشد. برای سناریونویسی با توجه به میانگین 10 ساله قیمت‌های اسمی JCC و بر اساس دو دیدگاه باند قیمت‌های بالا و پائین برای مدل اقتصادی در نمودار زیر مشخص شده است.



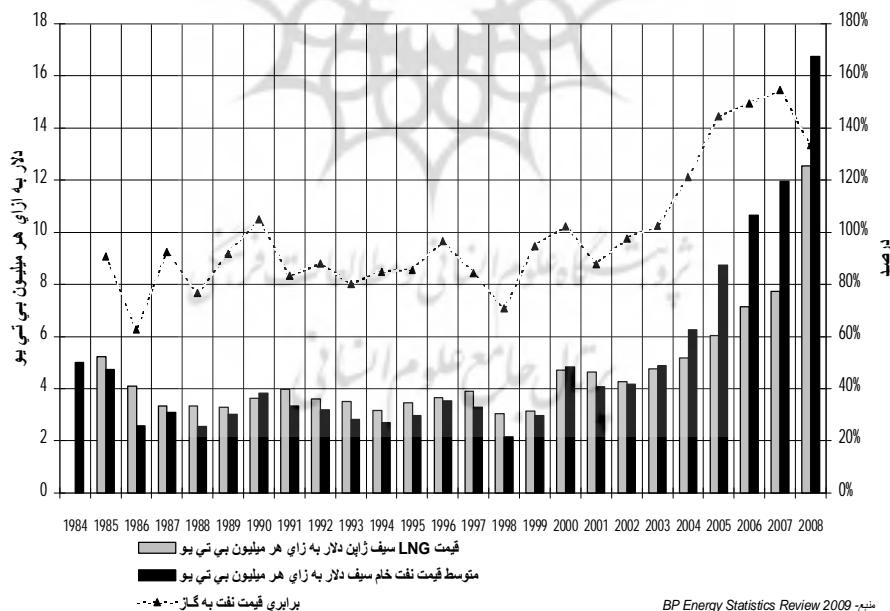
منبع: اطلاعات MITI سال 2009

نمودار 4 - روند شبیه سازی شده ی JCC در مقابل قیمت‌های واقعی JCC

بر اساس 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، 68 دلار به ازای هر بشکه و قیمت کمینه 42 دلار به ازای هر بشکه در نظر گرفته می‌شود و بر همین اساس، برابری قیمت نفت خام و LNG بر اساس میانگین 24 ساله محاسبه شده است.



نمودار 5 - هیستوگرام سری زمانی شبیه سازی شده قیمت‌های JCC



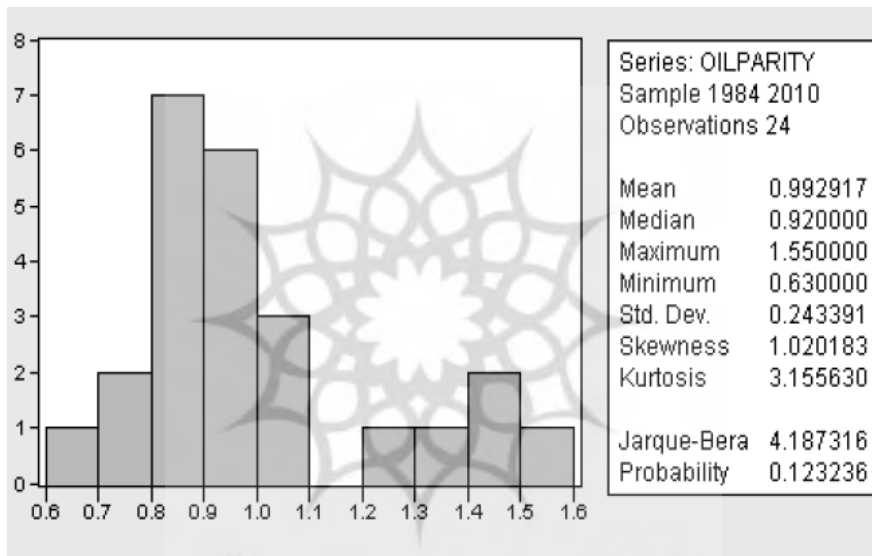
منبع: BP Energy Statistics Review 2009

BP Energy Statistics Review 2009 : منبع

نمودار 6 - نسبت برابری قیمت نفت خام به LNG وارداتی به ژاپن



لازم به ذکر است که در شبیه سازی انجام گرفته، میانگین و انحراف معیار 10 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 چه قدر انحراف معیار کوچک باشد، تغییرات با فاصله‌ی نزدیک‌تری در حول میانگین نوسان می‌کند و بالعکس. بر اساس آمار ارائه شده توسط BP، متوسط 24 سال منتهی به سال 2008 نشان می‌دهد که برابری قیمت نفت و گاز حدود 99% می‌باشد، به عبارتی فرمول قیمت برای سه سناریوی پیشینه، میانگین و کمینه از هیستوگرام ذیل استخراج می‌شود.<sup>1</sup>



نمودار 7- هیستوگرام سری زمانی شبیه سازی شده برابری قیمت نفت خام با گاز

فرمول قیمت ال ان جی پیشینه، با احتساب برابری قیمت 150% (تقریباً 50% بیش از برابری قیمت نفت خام)

$$PLNG \sim 25\% * \text{Oil Price}$$

فرمول قیمت ال ان جی میانگین، با احتساب برابری قیمت 99% (تقریباً مساوی با برابری قیمت نفت خام)

$$PLNG \sim 17\% * \text{Oil Price}$$

1- برابری قیمت نفت خام با استفاده از ضریب تبدیل 5.8 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.

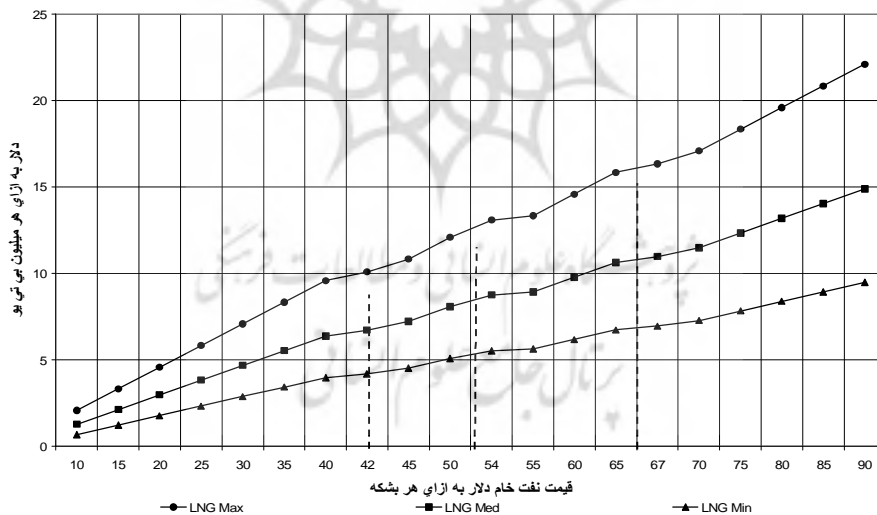
فرمول قیمت ال ان جی کمینه، با احتساب برابری قیمت 63% (تقریباً 40% کم‌تر از برابری قیمت نفت خام)

$$PLNG \sim 11\% * \text{Oil Price}$$

ضرائب قیمت نفت خام 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 پاپوا گینه‌ی نو تا مبداء ژاپن را محاسبه کرد، که این هزینه با احتساب فرضیات زیر برابر با 42 سنت به ازای هر میلیون بی تی یو می‌باشد<sup>1</sup>:

- مبداء، گینه‌ی نو
  - مقصد، بندر توکیو (غرب)
  - اندازه کشتی 200000 متر مکعب
  - قیمت LNG مصرفی، 8 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو
  - قیمت نفت کوره‌ی مصرفی، 250 دلار به ازای هر تن
- بر این اساس فرمول قیمت‌های فوب<sup>1</sup> LNG مدل‌سازی شده با کسر هزینه‌ی حمل به‌صورت نمودار زیر نشان داده می‌شود:



نمودار 8- مدل‌سازی قیمت‌های فوب LNG برای طرح پاپوا گینه‌ی نو

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

1- Free on Board (FOB).

بدین طریق 9 سناریوی قیمتی با توجه به باند قیمت نفت خام و فرمول‌های بدست آمده از برابری قیمت نفت خام با LNG به دست می‌آید که در ماتریس ذیل نشان داده شده است:

جدول 2 - محاسبه‌ی قیمت‌های LNG بر اساس شبیه سازی

قیمت نفت خام براساس سناریوهای شبیه‌سازی شده‌ی دلار به ازای هر بشکه	قیمت گاز طبیعی بر اساس فرمول‌های به دست آمده براساس برابری قیمت نفت و گاز دلار به ازای هر میلیون بی تی یو		
42	10.08	6.72	4.2
54	13.08	8.76	5.52
67	16.33	10.97	6.95

### 3- 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 پیشینه، 16.33 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو، متوسط، 8.76 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو و کمینه، 4.2 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 2، احتمال وقوع هر یک از 9 حالت بالا 11/11% می‌باشد، که نرخ بازگشت داخلی سرمایه در جدول زیر خلاصه شده است:

جدول 3 - محاسبه نرخ‌های بازگشت داخلی سرمایه براساس شبیه‌سازی

قیمت نفت خام بر اساس سناریوهای شبیه‌سازی شده دلار به ازای هر بشکه	نرخ بازگشت داخلی سرمایه		
	42	15.56%	17.55%
54	22.13%	12.50%	3.95%
67	28.89%	17.55%	8.00%

با توجه به نتایج جدول بالا، به احتمال 67%<sup>1</sup> 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 2 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 4.2 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو، طرح فوق اقتصادی نمی‌باشد و اگر قیمت‌های نفت خام به 42 دلار در هر بشکه سقوط کند، طرح غیر اقتصادی است. ولی باید دانست که در بلند مدت و برای 25 سال چنین چیزی امکان پذیر نیست.

#### ب - گزینه‌ی محتمل (میانه)

شاید این گزینه دارای احتمال بالایی نسبت به سایر گزینه‌ها باشد، بدین ترتیب قیمت LNG به صورت FOB حدود 8.6 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو خواهد بود.

در این حالت نتایج مدل به شرح ذیل می‌باشد:

جدول 4 - خلاصه‌ی نتایج مدل اقتصادی

12.5%	نرخ بازگشت داخلی سرمایه‌ی واقعی (%)
2722.36	ارزش حال خالص داخلی واقعی (میلیون دلار)
14.75%	نرخ بازگشت داخلی اسمی (درصد)
2668.98	ارزش حال خالص داخلی اسمی (میلیون دلار)

#### پ - گزینه خوشبینانه (پائین)

در این حالت قیمت LNG به صورت FOB حدود 8.6 دلار به ازای هر میلیون بی تی یو خواهد بود.

در این حالت نتایج مدل به شرح ذیل می‌باشد:

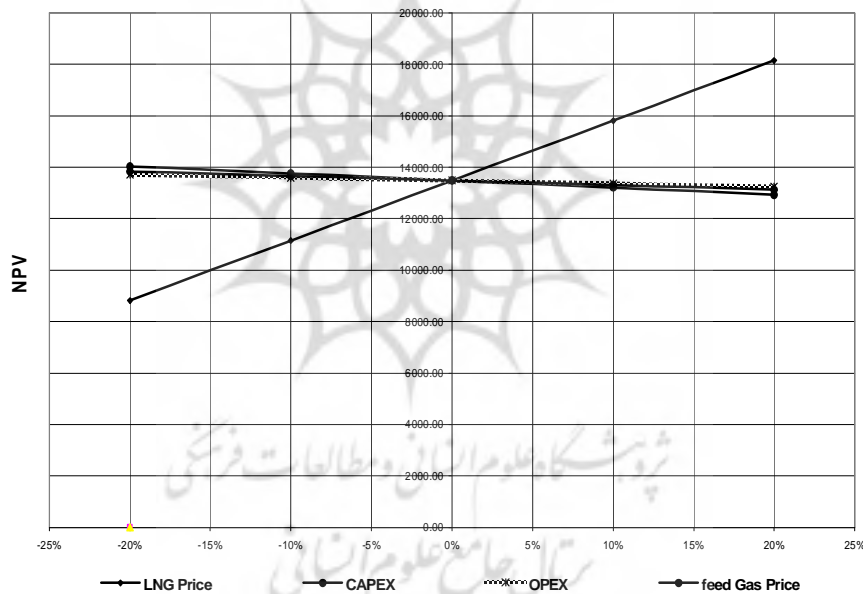
1- 9 احتمال وقوع مساوی برای نرخ بازگشت داخلی سرمایه که 6 احتمال دارای توجیه اقتصادی بوده و از 10% بالاتر است، بدین ترتیب احتمال وقوع برابر است با 6، ضربدر 11/11 درصد.

جدول 5- خلاصه نتایج مدل اقتصادی

28.89%	نرخ بازگشت داخلی سرمایه واقعی (%)
13753.07	ارزش حال خالص داخلی واقعی (میلیون دلار)
31.46%	نرخ بازگشت داخلی اسمی (درصد)
13483.40	ارزش حال خالص داخلی اسمی (میلیون دلار)

## 4- تحلیل حساسیت

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

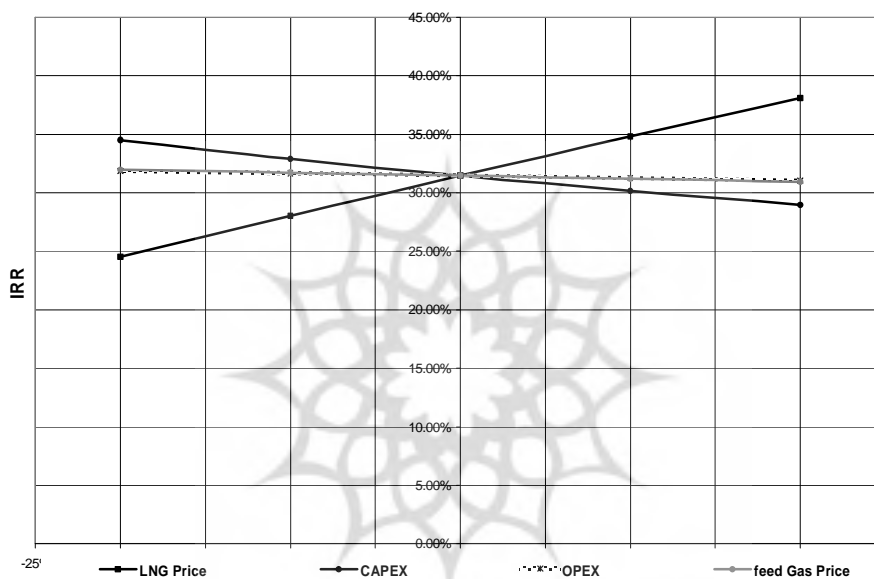


نمودار 9- تحلیل حساسیت ارزش خالص فعلی

همان‌طور که 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.

حساس‌ترین عوامل در تغییرات 10%+ به شرح زیر معرفی شده‌اند:  
 10%+ افزایش هزینه‌ی سرمایه‌گذاری سبب کاهش 276 میلیون دلاری ارزش حال می‌شود.

10%+ افزایش قیمت LNG سبب افزایش 1251 میلیون دلاری ارزش حال می‌شود.  
 10%+ افزایش قیمت گاز خوراک سبب کاهش 177 میلیون دلاری ارزش فعلی می‌شود.



نمودار 10- 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 10%+ تغییر، تأثیر عوامل بالا بر روی نرخ بازگشت سرمایه به شرح زیر است:

10%+ افزایش هزینه‌ی سرمایه‌گذاری سبب کاهش 0.65 درصدی نرخ بازگشت داخلی می‌شود.

+10% افزایش قیمت LNG سبب افزایش 2.09 درصدی نرخ بازگشت داخلی می‌شود.

+10% افزایش قیمت گاز خوراک سبب کاهش 0.3 درصدی نرخ بازگشت داخلی می‌شود.

### 5- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مسئله‌ی مهم این است که بدانیم شرکت LNG گینه‌ی نو از چه ابزاری برای اقتصادی کردن طرح استفاده کرده است، در این رابطه، CAPEX، به‌عنوان عامل برون‌زا مطرح است و انعطاف‌پذیری برای تغییرات آن از لحاظ فنی بسیار محدود می‌باشد و همان‌طور که گفته شد، با تغییرات ناگهانی افزایشی محسوسی از سال 2006 همراه بوده است. در ارتباط با قیمت LNG نیز به‌عنوان عاملی برون‌زا از طرف بازار دیکته می‌شود و تلاش می‌شود با شبیه‌سازی این عامل تا حدی حساسیت مدل اقتصادی در معرض آزمون قرار گیرد و به‌دلیل تعدد عرضه‌کنندگان و وجود بازار رقابتی، به‌نظر نمی‌رسد قادر به تغییر زیاد آن بود. البته این مسئله قابل تعمق است که با هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری کنونی و در قیمت‌های پایین نفت‌خام، در آینده احداث طرح‌های LNG بکر در هاله‌ای از ابهام خواهد بود. در چنین شرایطی، به‌طور حتم طرح‌های توسعه 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 خوراک است که می‌توان با ایجاد تغییرات منطقی در آن به اقتصاد طرح کمک نمود.

در رابطه با قیمت گاز خوراک باید عنوان شود که هزینه‌ی تولید گاز خوراک و هم‌چنین هزینه‌ی انتقال گاز به کارخانه‌ال ان جی باید مد نظر قرار گیرد در همین حال این قیمت باید با سایر طرح‌های صادراتی و هم‌زمان قیمت گاز خوراک در صنایع مقایسه شود.

در بررسی قیمت گاز خوراک دو مسئله حائز اهمیت است:

- 1- مقایسه‌ی قیمت گاز خوراک در داخل و بررسی توجیه اقتصادی فروش گاز برای واحدهای ال ان جی
- 2- بررسی قیمت محصول حاصل از قیمت خوراک پیشنهادی با قیمت‌های جهانی

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 به دلیل وجود قرار دادهای بیع متقابل در بالا دستی تعیین قیمت گاز خورک کاری حساس و پیچیده است ولی در بیش تر کشورهای جهان به دلیل وجود قرار دادهای مشارکت در تولید در بالا دستی طرح به صورت یکپارچه در نظر گرفته می‌شود و قیمت گذاری گاز خوراک بسیار ساده تر است و در عین حال مورد قبول خریداران ال ان جی می‌باشد.

### فهرست منابع

- چشم انداز صنعت GTL، اقتصاد انرژی آبان 1381.
- جوان، افشین، مروری بر مبانی قیمت گذاری گاز طبیعی، اقتصاد انرژی آبان 1380.
- قراردادهای خرید و فروش LNG (بر اساس مدل مولکول متان)، اقتصاد انرژی آبان 1380.
- مزرعتی، محمد، 1383، ارائه یک نمونه نرم‌افزاری (ارزیابی پروژه GTL).
- Douwe Kingma,(2002), Mark Lijesen and Machiel Mulder “Gas-to-Gas Competition Versus Oil Price Linkage” the 25<sup>th</sup> 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](http://www.oilenergy.com/1gnymex.htm).
- Ole Gunnar Austvik, (1986), The Political Gas Pricing Premiums, the 8<sup>th</sup> 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.



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.





پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

