بررسی تئوریک
مدل‌های قیمت‌گذاری گاز طبیعی

افشین جوان[1]

چکیده

قیمت‌گذاری انرژی دارای اهمیت ویژه و در عین حال دارای ابعاد گوناگونی است. مقاله حاضر با در پیش گرفتن یک نگرش مفهومی، فلسفه قیمت‌گذاری گازطبیعی را مورد تجزیه و تحلیل تئوریک قرار می‌دهد. قیمت‌گذاری گازطبیعی فرآیندی پیچیده و همراه با ریسک است. از طرفی وجود معنی‌دار متغیرهای تصادفی[2] در فرآیند قیمت‌گذاری، قدرت ارزیابی در رابطه با این مسئله را از قضاوت‌کننده می‌گیرد. در قیمت‌گذاری گاز طبیعی عامل ریسک بعنوان یک متغیر غیرقابل کنترل و یا عامل برون‌زا[3] متوجه خریدار و فروشنده است. در این مقاله این مسئله مهم و نحوه مدیریت ریسک مورد توجه قرار می‌گیرد. این مقاله با مرور تئوریهای بنیادین قیمت‌گذاری گاز طبیعی؛ قیمت‌گذاری گاز از دیدگاه فروشنده، قیمت‌گذاری گاز از دیدگاه خریدار و قیمت‌گذاری گاز با تلفیق دیدگاه‌های خریدار و فروشنده را ارایه می‌نماید و در واقع استراتژی مذاکره و چگونگی دستیابی طرفین مذاکره را به‌توافق تحلیل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: قیمت‌گذاری گاز طبیعی، استراتژی مذاکره، مدیریت ریسک، سقف و کف قیمت.

۱. کارشناس ارشد بازاریابی گاز و LNG (af_javan@yahoo.co.uk)

2. Stochastic Variable
3. Exogenous Factor

۱. مقدمه

میان قیمت‌گذاری در تئوری تا واقعیت تفاوت‌های فاحشی به‌چشم می‌خورد به‌عبارتی از پیشنهاد قیمت و ساخت مدل قیمت‌گذاری می‌توان بعنوان قیمت‌گذاری تئوریک و از مذاکره و چانه‌زنی بعنوان قیمت‌گذاری واقعی یاد کرد. در همین رابطه باید اضافه نمود در بسیاری از شرایط قدرت چانه‌زنی در هنگام مذاکره شرایطی را پیش روی ما می‌نهد که با فروض تئوریک هم‌خوانی ندارد.

قیمت‌گذاری گاز طبیعی فرآیندی پیچیده و همراه با ریسک است و وجود معنی‌دار متغیرهای تصادفی[1] در فرآیند قیمت‌گذاری قدرت ارزیابی در رابطه با این مسئله را از قضاوت‌کننده می‌گیرد، به عبارتی قیمت‌گذاری گاز براساس شرایط و عوامل خاص و در زمان مشخص صورت می‌گیرد و اگر کارشناسی در خارج از شرایط زمانی در رابطه با فرمول، قضاوت کند، کاری ساده انگارانه انجام داده است؛ به عبارتی یک فرمول قیمت‌گذاری گاز می‌تواند جنبه‌های خوب و بد با نگرشهای توجه به خریدار و فروشنده‌را با توجه به پویایی زمان[2] دارا باشد.

در قیمت‌گذاری گاز طبیعی عامل ریسک بعنوان یک متغیر غیر قابل کنترل و یا عامل برون‌زا[3] گریبانگیر خریدار و فروشنده است.

می‌توان مکانیزم‌های قیمت‌گذاری گاز را بصورت زیر طبقه‌بندی کرد:

الف ـ ۱. قیمت‌گذاری یا سیاست قیمت‌گذاری در بازارهای داخلی[4] ـ این‌گونه مکانیزم اغلب در کشورهای صنعتی مشاهده می‌شود بطوریکه قیمت فروش به مشتری با درصدی از مالیات و تعرفه‌ها همراه می‌باشد.

الف ـ ۲. قیمت‌گذاری داخلی در کشورهای در حال توسعه که اغلب در آن یارانه‌های زیادی در نظر گرفته می‌شود و هیچگاه قیمت واقعی توسط مصرف کننده پرداخت نمی‌گردد.

ب. قیمت‌گذاری بین‌المللی یا سیاست قیمت‌گذاری بین‌المللی[5]

در این حالت فروشنده که می‌تواند یک کشور خاص و یا مجموعه‌ای از شرکا باشد، گازطبیعی و یا LNG را به خریداران می‌فروشد با این خرید و فروش در قالب

1. Stochastic Variable
2. Dynamics trend
3. Exogenous Factor
4. Internal Pricing Policy
5. International Pricing Policy

قراردادهای حقوقی خرید و فروش گاز یا LNG که اصطلاحاً GSPA[1] یا LNG SPA[2] گفته می‌شود انجام می‌گیرد.

۲. مروری بر تئوریهای بنیادین قیمت‌گذاری گاز طبیعی

در قراردادهای GSPA و LNGSPA بند قیمت‌گذاری دارای اهمیت بسیار زیادی است، برخی از حقوقدانان معتقدند غالبا ۹۵٪ شرایط پیش‌بینی شده در این نوع قراردادها محقق نمی‌شود و فقط بند قیمت‌گذاری از این مسئله مستثناء می‌باشد، به عبارتی بند قیمت‌گذاری بطور مستقیم با درآمد و جریانهای نقدی طرح در ارتباط است، شاید یکی از دلائل جذابیت قیمت‌گذاری را بتوان عدم پیش‌بینی‌های صحیح از بازار دانست.

توضیح این که؛ قراردادهای گاز و یا LNG اغلب بصورت بلندمدت، میان‌مدت، بعضاً کوتاه‌مدت می‌باشند، تصور کنید که قصد عقد یک قرارداد بلندمدت برای فروش LNG را دارید و هنوز در مرحله پیش از ساخت[3] بسر می‌برید اگر برنامه زمان‌بندی زیر را برای طرح متصور شویم؛ آنگاه:

n= سال شروع مذاکرات قیمت‌گذاری

$n+1$= شروع FID[4] (تصمیم نهائی برای سرمایه‌گذاری در طرح)

$n+2$= شروع ساخت طرح

$n+5$= شروع تولید

همانطور که ملاحظه می‌شود اگر قصد نهائی کردن قیمت در سال n باشد هیچکس اطلاع صحیح از وضعیت بازار انرژی در زمان $n+5$ نخواهد داشت؛ حتی پیش‌بینی وضعیت بازار با تکیه بر روشهای اقتصادسنجی در بلندمدت به دلیل تعدد متغیرهای مجازی[5] غیر قابل کنترل در روند بلندمدت، غیرممکن است. به همین دلیل در اینجا ریسک ناشی از تغییر سطح قیمت‌ها، هم خریدار و هم فروشنده را تهدید می‌کند ولی ساختار فرمول قیمت‌گذاری و شاخص‌های مورد بررسی در فرمول می‌تواند در جهت تعدیل ریسک مؤثر باشد.

در رابطه با ریسک، این نکته گفتنی است که عامل ریسک دارای جنبه‌های مثبت و

1. Gas sale and Purchase Agreement
2. LNG Sale and Purchase Agreement
3. Pre- Construction
4. Final investment decision
5. Dummy Variable

منفی است اگر فرمول قیمت‌گذاری به گونه‌ای طراحی شود که دارای a درصد خطرپذیری باشد، به احتمال a درصد اگر فرض کنیم که به نفع خریدار است به احتمال $1-\alpha\%$ به نفع فروشنده خواهد بود که در اینجا مقدار a حائز اهمیت است ولی در عین حال اگر در یک باند با ریسک پایین حرکت کنیم از منافع احتمالی حاصل از ریسک محروم و در عین حال از مضار آن در امان خواهیم ماند.

به دنبال این قسمت سعی خواهم کرد که به تحلیل ساختار فرمول‌های قیمت گاز و بنیان‌های تئوریک آن بپردازم:

۲-۱. قیمت‌گذاری گاز از دیدگاه فروشنده

از دیدگاه فروشنده گاز طبیعی یا LNG چه نکته‌ای دارای اهمیت است؟ مسلماً اولین مسئله دلیل فروش گاز و یا تبدیل آن به LNG برای فروش است. به دنبال این مسئله سئوالات دیگری نیز ممکن است در ذهن فروشنده گاز نقش ببندد از جمله اینکه به چه دلیل گاز یا LNG باید فروخته شود؟ الگوی مصرف گاز در کشور صادر کننده چگونه است؟ تغییر ساختار بازار به چه سمتی پیش می‌رود؟ اگر زیر بنای صادرات و سرمایه‌گذاری زیربنایی برآن صورت گرفته، پس از پوشش هزینه‌ها چه مقدار سود [1] را نصیب فروشنده خواهد کرد؟

حال به قسمت آخرین سئوال یعنی سود طرح برمی‌گردم، من معتقدم با وجود سئوالات بالا مقدار سود همان هزینه فرصت [2] در اقتصاد است.

به عبارتی فروشنده باید سود ناشی از صادرات گاز یا LNG را با سود ناشی از سایر روشهای استفاده از گاز طبیعی [3] مقایسه و سپس حاشیه بالای بهترین روش را در مقایسه با سایر روشها به عنوان سود احتمالی یا انتظاری فروش در نظر گیرد.

بدین ترتیب با دیدگاهی پویا ساختار فرمول قیمت‌گذاری فروشنده گاز از لحاظ مفهومی باید بطریق زیر محاسبه گردد.

$$I = C \qquad (1)$$

$$I = \int_{i=1}^{n} P \times Q_i \times e^{-rt}\, dt \qquad (2)$$

$$C = \int_{i=1}^{n} C_i \times e^{-rt}\, dt \qquad (3)$$

1. Margin
2. Opportunity Cost
3. Gas utilization

در فرمول بالا:

I= درآمد حاصل از طرح

C_i =مجموع هزینه‌های طرح شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری، عملیاتی و هزینه‌های مربوط به قیمت گاز خوراک

e^{-rt}= عامل تنزیل پویا

Q_i= مقدار گاز یا LNG فروش رفته

با توجه به اتحاد (۱) داریم:

$$\int_{i=1}^{n} P Q_i e^{-rt} dt = \int_{i=1}^{n} C_i e^{-rt} dt \qquad (4)$$

حال از معادله (۴) مقدار P^* که همان هزینه تمام شده و یا هزینه واحد[1] طرح است را استخراج می‌کنیم:

$$P^* = \frac{\int_{i=1}^{n} C_i e^{-rt} dt}{\int_{i=1}^{n} Q_i e^{-rt} dt} \qquad (5)$$

با توجه به‌مقدار P^* فرمول انتظاری قیمت باید یکی از دو حالت زیر را شامل شود

الف. فرمول قیمت محتاطانه[2]

$$P = P^* + \gamma \quad \gamma \geq 0 \qquad (6)$$

در این فرمول فروشنده بدون هیچ ریسکی بدنبال فرمول قیمت بالاتر از هزینه‌واحد است و در هر شرایطی بدنبال پوشش هزینه‌های خود می‌باشد؛ این روش متداول‌ترین روش در نزد فروشندگان LNG است و به روش پایه هزینه[3] مشهور است.

ب. فرمول قیمت ریسک‌پذیر[4]

$$P = P^* \times \gamma \quad \gamma \geq 0 \qquad (7)$$

$$\begin{cases} if & \gamma > 1 \quad \text{ریسک مثبت} \\ if & \gamma < 1 \quad \text{ریسک منفی} \end{cases}$$

در این حالت مقدار γ از اهمیت زیادی برخوردار است.

در فرمول‌های بالا γ هزینه فرصت یا سود (در فرمول(۶) می‌باشد.

بحث در مورد فرمول (۷) را به بعد موکول می‌کنم چون دسترسی به ساختار چنین

1. Unit Cost
2. Cautiously Pricing Formula
3. Cost Base
4 . Risky Pricing Formula

فرمی بسیار کم است فقط بعنوان مثال اگر $P^* = 2.5\$/mmBtu$ در نظر گرفته شود، اگر مقدار $\gamma = 2$ باشد داریم:

فرمول محتاطانه: $P = 2.5 + 2 = 4.5\ \$/MMBtu$

فرمول ریسکی: $P = 2.5 \times 2 = 5\ \ \$/MMBtu$

در نمودار ۱ شکاف حاصل از مقادیر $\gamma \geq 1$ و مقایسه بین دو فرمول ملاحظه می‌گردد.

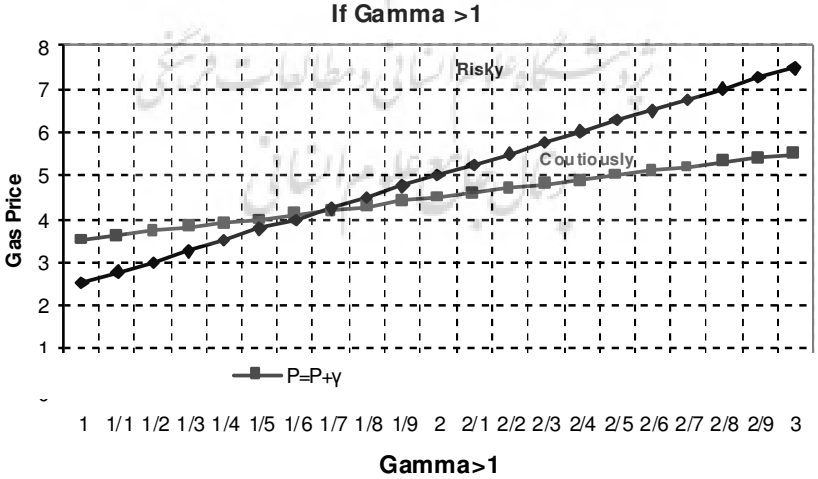
همانطور که در نمودار نیز مشخص است فرمول محتاطانه در تمام سطوح بالاتر از ۲/۵ $/MMBtu است اما فرمول ریسک‌پذیر در بخشهایی پایین‌تر و یا مساوی $/MMBtu ۲/۵ قرار دارد ولی نرخ رشد آن برای مقادیر بالاتر γ بسیار بیشتر از فرمول محتاطانه است.

اگر $\gamma \langle 1$ باشد فرمول ریسک‌پذیر بسیار خطرناک است چون مقدار آن از ۲/۵ $/MMBtu پایین‌تر خواهد بود، در حالیکه فرمول محتاطانه بازهم بالاتر یا مساوی ۲/۵ می‌باشد که در نمودار شماره (۲) این مسئله ملاحظه می‌گردد.

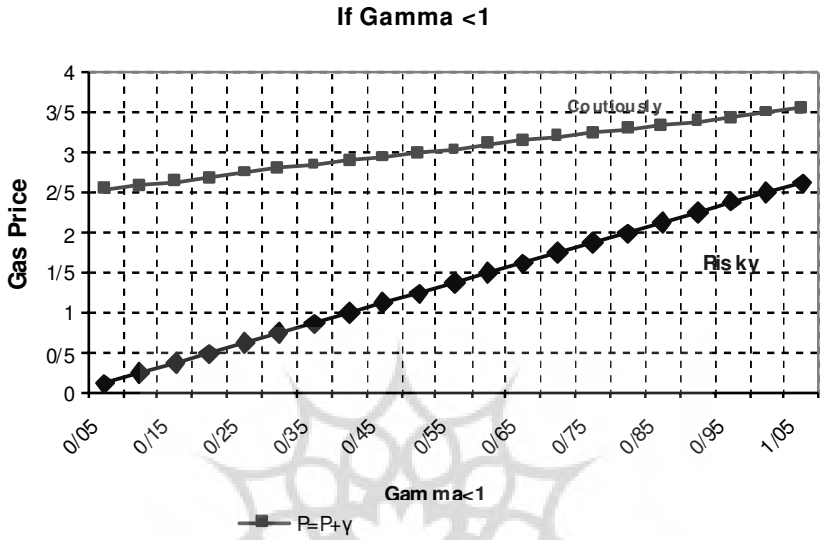
در حال حاضر فرمولبندی شماره (۶) بیشترین استفاده را در قیمت‌گذاری گاز دارد در فرمولهای ۶ و ۷، γ همان هزینه فرصت یا سود می‌باشد.

بطور عملی γ عبارتست از رابطه یک عامل یا شاخص بصورت ترکیبی از قیمت‌های نفت‌خام، انرژی‌های تجاری و در برخی اوقات نرخ تورم، به عبارتی γ عاملی متغیر و براساس سطح قیمت یک کالای تجاری مانند نفت‌خام تعیین می‌شود.

نمودار ۱. مقایسه فرمول قیمت محتاطانه در مقابل ریسک‌پذیر زمانی که γ >۱ باشد.



نمودار ۲. مقایسه فرمول قیمت محتاطانه در مقابل ریسک‌پذیری زمانی که $\gamma\langle 1$ باشد.



بطور مثال می‌توان مثال ساده رابطه خطی قیمت نفت‌خام با قیمت گاز یـا LNG را در زیر آورد:

$$\gamma = C + \beta P_{oil} \qquad (۸)$$

برای فروشنده در فرمول (۸) بسیار مهم است که $\gamma \geq 0$ باشـد، چـون اگـر $\gamma\langle 0$ شود در فرمول (۶) پوشش دادن هزینه‌ها غیر ممکن خواهد شد و طرح زیان‌ده می‌شود.

اگر فرض کنیم رابطه (۸) برای فرمول قیمت‌ها در نظر گرفته شده است[۱] با تلفیق رابطه (۸) و (۶) داریم

۱. برای ساده شدن بسط تئوریک قیمت‌گذاری، فرض براینست که قیمت گاز با قیمت نفت‌خام در ارتباط است ولی بطور کلی و عمومی فرمولهای قیمت‌گـذاری گـاز می‌تواننـد بصـورت ضـرب‌پـذیر Multiplicative Model و یـا جمع‌پذیر Additive Model بصورت مرکب و مجموعه‌ای از عوامل باشند که می‌توان مثال دو فرمول زیر رادرنظر گرفت.

$$P = P^* \times \left(\alpha \times \frac{FO_t}{FO_0} + \beta \times \frac{GO_t}{GO_0} + ... \right)$$

و یا:

$$P = P^* + \left(\alpha + \frac{FO_t}{FO_0} + \beta + \frac{Go_t}{Go_0} + ... \right)$$

$$P = (P^* \pm C) + \beta P_{oil} \qquad (۹)$$

اگر در نظر $P^* \pm C = A$ بگیریم داریم:

$$P = A + \beta P_{oil} \qquad (۱۰)$$

در رابطه بدست آمده بالا که معمولاً از طریق همبستگی خطی به‌دست می‌آید می‌توان به تحلیل مفاهیم گفته شده پرداخت.

بطور مثال اگر براساس محاسبات اقتصاد تحلیل هزینه طرح، قیمت واحد طرح یا P* برابر ۱/۱۵ $/mmBtu بدست بیاید و در همین حال اگر براساس قیمت‌های جهانی گاز (فوب یا سیف) رابطه زیر با نفت‌خام مشخص (مربوط به یک ناحیه خاص) گردد:

$$P = 0.68 + 0.035 \times P_{oil}$$

با بررسی موارد بالا و در نمودار شماره (۳) فروشنده حداقل کف ۳۱$/bbl را برای نفت‌خام متصور خواهد شد چون پائین‌تر از این قیمت و در اثر سقوط قیمت نفت‌خام ضرر می‌کند، در تحلیل مثال فوق داریم:

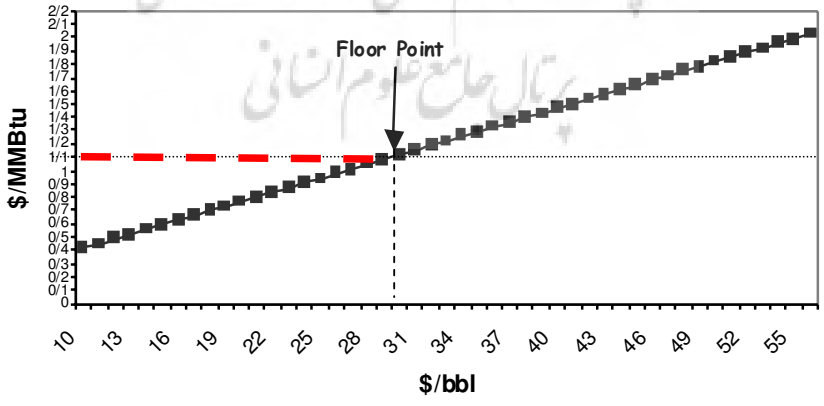
$$P = (1.15 \pm x) + 0.035 \times P_{oil} \rightarrow x = -1.082$$

به عبارتی عامل x در فرمول بالا، عاملی است که در اثر تخمین فرمول قیمت از قیمت واحد کم و یا به آن اضافه می‌گردد.

با ادامه توضیحات این نتیجه به‌دست می‌آید که فروشنده مایل است که فرمول‌های قیمت‌گذاری دارای کف و بدون سقف باشند.

در همین حال ریسک‌پذیری فروشنده از اهمیت بالائی برخوردار است.

نمودار ۳. بررسی یافتن کف قیمت از نقطه نظر فروشنده



۲-۲. قیمت‌گذاری گاز از دیدگاه خریدار

در این بخش دیدگاه خریدار گاز و یا LNG را مورد بررسی قرار می‌دهم. برای خریدار چه عاملی باعث خواهد شد که گاز یا LNG را خریداری کند؟ مسلماً قیمت مهمترین عامل است ولی در مقابل چه چیزی؟

خریدار معمولاً زمانی وارد تجارت گاز می‌شود که قیمت خرید بهتری نسبت به سایر اقلام انرژی داشته باشد. بطور مثال اگر قیمت گاز وارداتی از لحاظ واحد انرژی نسبت به سایر سوخت‌های جانشین داخلی و یا وارداتی ارزان‌تر باشد اقدام به واردات می‌کند در همین حال سیاست‌های قیمت‌گذاری در داخل نیز مهم است؛ اگر بازار بصورت رقابتی باشد و واردکنندگان گاز دیگری نیز وجود داشته باشند، این قیمت‌ها باید بصورت رقابتی باشد؛ اگر سیستم بصورت انحصاری واردات را بعهده داشته باشد و به مصرف داخل، یارانه تعلق بگیرد تفکر دیگری حکمفرما خواهد بود.

در همین حال مهم است که بدانیم چه بخشی می‌خواهد؛ در داخل این گاز را مصرف کند، بخش خانگی، صنعتی و یا نیروگاه.

در اینجا سعی خواهم کرد که در رابطه با مسائل بالا با توجه به تئوریهای اقتصادسنجی بحث را ادامه دهم؛ هدف در این قسمت بیشتر بررسی مدلهای تقاضای گاز و بررسی کششهای قیمتی است که بطور عمده نقش مهمی در قیمت وارداتی گاز ایفا می‌کند.

قبل از شروع بحث باید به این نکته اشاره کنم که از لحاظ مفهومی تمام مواردی که در رابطه با فروشنده آورده شد، در رابطه با خریدار نیز مصداق دارد و خریدار نیز هزینه‌های فرصت خود را به گونه‌ای که آورده شد، به دست می‌آورد.

اگر هزینه فرصت خریدار را γ' در نظر بگیریم در ابتدای مذاکره $\gamma' \neq \gamma$ است ولی پس از شروع مذاکره، چانه‌زنی‌ها و تعدیل قیمت، پس از نهائی شدن فرمول قیمت $\gamma' \cong \gamma$ خواهد بود.

در این قسمت سعی می‌کنم موضوع را از بعدی دیگر بررسی کنم، یکی از مسائلی که برای خریدار گاز طبیعی و یا LNG حائز اهمیت می‌باشد مسئله کششهای قیمتی تقاضای گاز[1] است که سعی خواهم کرد جنبه‌های تئوریک این مسئله را تا حدی باز کنم

اگر فرم عمومی مدل تقاضای گاز را در نظر بگیریم خواهیم داشت:

1 . Natural Gas Price elasticity

$$NGC_t = a + bY_t + cP_t + dx_{ti} + Vt \qquad (۱۱)$$

NGC= مصرف گاز طبیعی

Y = درآمد ناخالص داخلی یا GDP واقعی

P= متغیر میزبان[1] مانند جمعیت "POP" و یا متغیر روند زمان "t"

A = عدد ثابت

V_t = جمله اختلال

برای نیل به پویایی می‌توان مدل (۱۱) را بصورت دو طرف لگاریتمی[2] و به‌صورت زیر در نظر گرفت و بسط داد.

$$\mathrm{LnNGC_t = A + b\ln y_t + dLnX_{ti} + c0LnP_t + c_1LnP_{t-1}} \qquad (۱۲)$$
$$\mathrm{+ c2Lnp_{t-2} + ... + V_t}$$

که فرم بالا را می‌توان بصورت زیر خلاصه کرد.

$$LnNGC_t = A + b\ln y_t + d\ln x_{ti} + \sum_{i=0}^{\infty} C_i LnP_{t-i} + V_t \qquad (۱۳)$$

هم a و b و c و d پارامترهای مدل می‌باشند.

C_0 عبارتست از کشش کوتاه‌مدت قیمتی تقاضای گاز[3] و C_1 و C_2 و ... عبارتند از کششهای متوسط قیمتی تقاضای گاز[4] و دلیل آن اینست که C_1 و C_2 و ... تأثیر میانگین NGC را بر روی تغییر یک واحد قیمت گاز طبیعی در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری می‌کنند.

کشش بلندمدت تقاضا[5] که مدنظر خریدار است از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\sum_{i=0}^{\infty} C_i \qquad (۱۴)$$

معادله (۱۳) نمایند توزیع وقفه‌های نا محدود است به عبارتی فرض بر نامحدود بودن طول وقفه است و می‌توان فرض زیر را در این مورد در نظر گرفت.

$$Lim\ C_j = 0 \quad , \quad j \to \infty$$

نزدیک شدن C_j در حد آن به صفر و به عبارتی ناپدید شدن آن به معنی اینست

1. Host of Variable
2. Double Logarithmic equation
3. Short run Price elasticity
4. Intermediate Price elasticity
5. Long run Price elasticity

که متغیر توضیحی P با توجه به متغیر وابسته NGC در حال رسیدن به یک تعادل است به عبارتی اگر C_j پس از C_m به صفر نزدیک شود مدل با توزیع نا محدود به شکل زیر تبدیل می‌گردد.

$$LnNGC_t = A + bLnY_t + dLnX_{ti} + \sum_{i=0}^{k} C_i LnP_{t-i} + Vt \qquad (۱۵)$$

معادله ۱۵ همان معادله وقفه آلمون[1] است که توسط تئوریهای ریاضی قابل توضیح می‌باشد. آلمون فرض را بر این گرفته بود که درجه مناسب قابل قبول برای تابع پلی‌نومیل[2] درجه "i" ام است؛ بطور مثال برای درجه دوم پلی‌نومیال می‌توان C_i را بصورت زیر تعریف کرد:

$$C_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 \qquad (۱۶)$$

و برای وقفه در درجات بالاتر می‌توان فرم زیر را بکار برد.

$$C_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \alpha_{mi}{}^m \qquad (۱۷)$$

بطوریکه m امین درجه پلی نومیال I در آخرین جمله به دست آمده و ماکزیمم درجه پلی نومیال است و همیشه $m\langle k$ می‌باشد.

با توجه به معادله (۱۵) اگر معادله (۱۶) را در آن لحاظ کنیم خواهیم داشت:

$$\mathrm{LnNGC_t = A + bLny_t + dLnX_{ti} + \sum_{i=0}^{k} Ln(\alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2)\, P_{t-i} + V_t} \qquad (۱۸)$$

و

به عبارتی:

$$\mathrm{LnNGC_t = A + bLnY_t + dLnx_{ti} + \alpha_0 \sum_{i=0}^{k} Lnp_{t-i} + \alpha_1 \sum_{i=0}^{k} P_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^{k} Lni^2\, P_{t-i} + Vt} \qquad (۱۹)$$

اگر فروض زیر را در نظر بگیریم:

$$\mathrm{Z_{1t} = \sum_{i=1}^{k} Lnp_{t-i}}$$
$$\mathrm{Z_{2t} = \sum_{i=1}^{k} Lnp_{t-i}}$$
$$\mathrm{Z_{3t} = \sum_{i=1}^{k} Lnp_{t-i}}$$

می‌توان مدل (۱۹) را به بصورت زیر نمایش داد.

$$L_n NGC_t = A + b \ln Y_t + dLnX_{ti} + \alpha_0 Z_{1t} + \alpha_1 Z_{2t} + \alpha_2 Z_{3t} + e_t \qquad (۲۰)$$

1. Almon Lag
2. Polynomial Function

معادله بالا توسط روش حداقل مربعات معمولی یا OLS قابل تخمین است و بدین ترتیب کششهای قیمتی تقاضا قابل استخراج می‌باشند.

در این رابطه خریدار با توجه به نوع قرارداد کوتاه مدت یا بلندمدت کششهای خود را مدنظر قرار می‌دهد.

بطور مثال اگر در یک قرارداد بلندمدت، خریدار بخواهد LNG وارد کند، رابطه (۱۴) را مدنظر می‌گیرد.

اگر $\sum_{i=0}^{\infty} C_i \langle 1$ باشد یک درصد افزایش در قیمت گاز یا LNG کمتر از یک درصد باعث کاهش تقاضای گاز می‌شود و بالعکس.

اگر قیمت پیشنهادی فروشنده بسیار بالا باشد و $\sum_{i=0}^{\infty} C_i \rangle 1$ باشد مشتریان خرید گاز می‌توانند تمایل به انرژی جانشین داشته باشند.

روش‌شناسی بیان شده یکی از عوامل مهم در مذاکرات است، این مسئله قابل تعمق است که مثلاً در کشورهائی مانند چین و هندوستان عامل قیمت یا P_t بر اساس سیاستگذاری داخلی تعیین می‌شود و شکاف بین این قیمت و قیمت پیشنهادی فروشنده‌بر سر میز مذاکره بر می‌گردد.

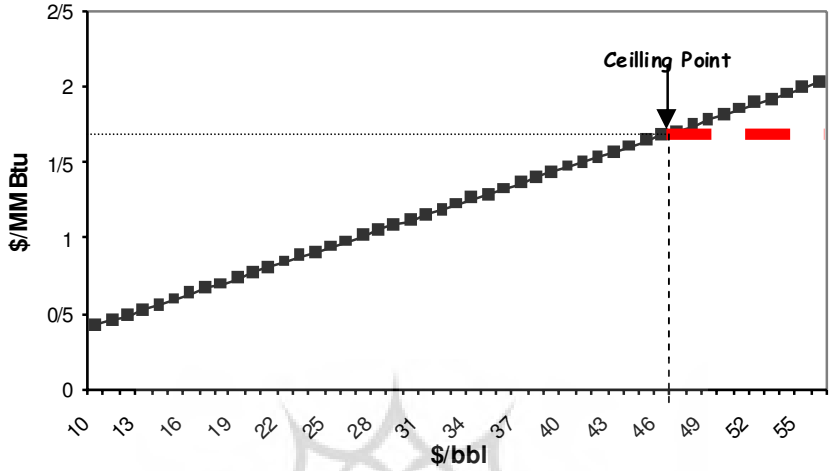
در همین حال برای خریدار، سقف قیمت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است همانطور که در مثال تعیین کف قیمت گفته شد همین روش برای تعیین سقف نیز وجود خواهد داشت.

اگر فرض بر این باشد که فرمول شمارهٔ(۹) بصورت ساختاری مدّ نظر خریدار گاز نیز باشد، با توجه به مثال ذکر شده، خریدار حداکثر سقف مثلاً ۵۰ دلار در هربشکه نفت خام را متصور خواهد شد و دلیل خریدار اینست که بالاتر از این قیمت و با افزایش ناگهانی نفت خام فرمول قیمت بدلیل کشش‌پذیر بودن قیمت گاز در داخل،گاز مورد نظر وارداتی قابل بازاریابی در داخل نمی‌باشد که این مسئله در نمودار۴ ملاحظه می‌گردد.

۲-۳. قیمت‌گذاری گاز تلفیق دیدگاه‌های خریدار و فروشنده (استراتژی مذاکره)

در اینجا قصد ندارم روش‌شناسی مذاکره را مورد بررسی قراردهم بلکه می‌خواهم درادامهٔ بحث بصورت تئوریک به‌بررسی این مسئله‌بپردازم؛ قبل از مذاکره خریدار و فروشنده بصورت مجرد مدلسازی قیمت را انجام می‌دهند ولی‌پس‌از آغازمذاکره بسیاری از ایده‌های مجرد تغییر می‌یابد. این تغییرات می‌تواند در نهایت دو حالت اصلی را به‌وجود بیاورد:

نمودار ٤. بررسی یافتن سقف قیمت از نقطه نظر خریدار



الف. توقف مذاکره بدلیل شکاف معنی‌دار بین ایدهٔ قیمت‌گذاری؛

ب. ادامهٔ مذاکره و تعدیل فرمول‌های قیمت‌گذاری.

در نمودار ۵ این حالت ملاحظه می‌گردد.

در این نمودار احتمال پیش آمدن حالت‌های مختلف در مدل قیمت‌گذاری بصورت:

نمودار ٥. تعدیل قیمت توسط خریدار و فروشنده بر سر میز مذاکره

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

الف. حرکت شیب اصلی معادله به بالا (+) یا پائین (-)

ب. تغییر سقف قیمت بالا (+) یا پائین (-)

پ. تغییر کف قیمت بالا (+) یا پائین (-)

بر اساس احتمال (الف) الی (پ) می‌توان ماتریس زیر را که حالت‌های مختلف برای تعدیل فرمول قیمت‌گذاری گاز را نشان می‌دهد در نظر گرفت. با توجه به فرض (الف) الی (پ)؛ حالت‌های بوجود آمده 2^n می‌باشد و با توجه به تغییر شیب اصلی، تغیر سقف، تغییر کف عبارتست از 2^3 یعنی ۸ حالت را بطور ساده می‌توان در نظر گرفت.

جدول ۱. حالت‌های پیش‌آمده در سر میز مذاکره با پیش فرض‌های مذکور

	شیب نمودار	سقف قیمت	کف قیمت
مذاکره بین فروشنده و خریدار	+	+	+
	-	-	-
	+	-	+
	-	+	-
	+	+	-
	-	-	+
	+	-	-
	-	+	+

البته در واقعیت شاید پیش‌فرض‌های بیشتری را بتوان متصور شد ولی برای نمایش بهتر نمودار ۵ از ماتریس جدول ۱ استفاده شده است.

الف. شاخص قیمت نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی

این شاخص اغلب در فرمولهای قیمت‌گذاری مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند بصورت نسبت بین قیمت در زمان t و قیمت در زمان 0 (زمان پایه) و یا بصورت عاملی مستقل در نظر گرفته شود.

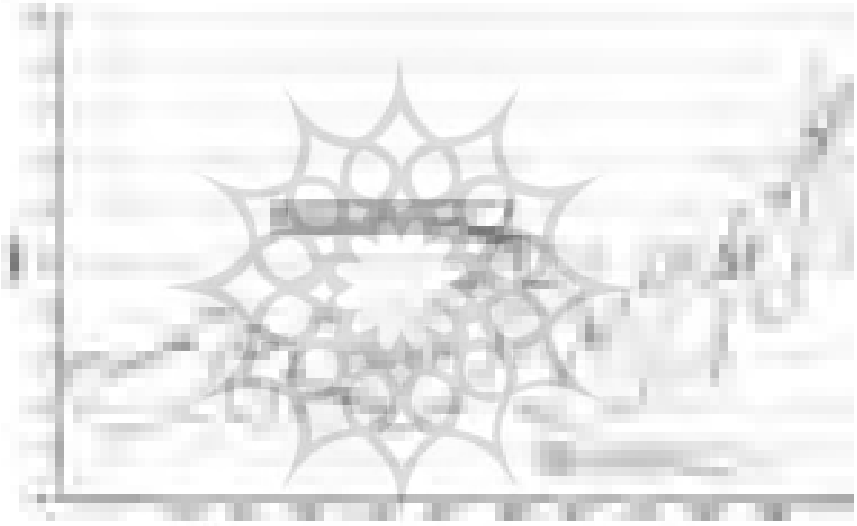
به دلیل گستردگی بحث من فقط می‌خواهم از یک مورد مثلا قیمت نفت‌خام برنت استفاده کنم.

بطور مثال در فرمول قیمت که شاخص قیمت نفت خام برنت است از نظر زمانی چه

نوع برنتی باید مورد استفاده قرار گیرد؟

پاسخ اینگونه است که با توجه به ارزیابی ریسک در مدل می‌توان از متوسط ۳ ماهه، ۹ ماهه و یا ۶ ماهه استفاده کرد. بدین ترتیب می‌توان تأثیر نوسانات آنی را به ماههای قبل و یا بعد تسری داد که در این صورت فرصت ارزیابی بیشتر فرمول‌ها و نوع سیاستگذاری قابل کنترل خواهد بود. در نمودار ۶ این موارد ملاحظه می‌گردد.

نمودار ٦. بررسی نمودار متوسط زمانی t-n برای نفت‌خام برنت



ب. شاخص قیمتهای CPI و WPI

در برخی از فرمولهای قیمت‌گذاری مانند LNG اندونزی، از شاخصهای تورم برای ایجاد پویایی در فرمول قیمت گاز یا LNG استفاده می‌کنند، همچنین در برخی اوقات از نرخ تورم جهانی و یا نرخ تورم در امریکا استفاده می‌شود.

پ. شاخص‌های کوتاه‌مدت بازارهای تک محموله

از معروف‌ترین این شاخصها می‌توان به شاخص هانری هاب در بازار ایالات متحده و یا NBP[1] در بازار انگلیس اشاره نمود.

1. National Balancing Point

این‌شاخص درحال‌حاضر از طرف کشورهای اروپایی مورد استقبال قرارگرفته‌است. بدلیل تشکیل Hub در بازار گازاروپا می‌توان از سایر شاخصها بشرح زیر نام برد:

۱. Gas Pool
۲. Eurohub Gmbh
۳. TTF
۴. Eynatten
۵. Baumgarten
۶. Emderoude
۷. Zelzate
۸. Zee brugge
۹. PEG Balancing Zones
۱۰. Wallbach
۱۱. PSV

که در شکل ۱ محل آنها در نقشه اروپا نشان داده شده است، به نظر می‌رسد اگر جریان آزادسازی در بازار گاز اروپا کامل شود، خریداران اروپایی ترجیح می‌دهند بخشی از فرمولهای قیمت‌گذاری خود را توسط این شاخص‌ها پویا کنند.

شکل ۱. شاخصهای محتمل کوتاه‌مدت در بازار اروپا

در ادامهٔ همین بحث مایلم بسیار کوتاه در رابطه با پیش‌بینی این شاخصها مطالبی را بیاورم.

یکی از روشهای پیش‌بینی این شاخصها که می‌تواند در تحلیل فرمولهای قیمت‌گذاری گاز کاربرد داشته باشد، بحث روش فرآیند رجعت به میانگین [1] است.

در بکارگیری این روش گام تصادفی [2] نقشی بسیار مهم بازی می‌کند. بصورت تئوری ریاضی فرمول گام تصادفی توام با رجعت به میانگین را بطور عمومی می‌توان بصورت زیر نشان داد:

$$\underbrace{\sigma_{t+1}}_{\text{جمله اخلال}} - \underbrace{\sigma_t}_{\text{تغییرانتظاری در قیمت بصورت t+1 و t}} = \underbrace{\alpha\,(S^* - S_t)}_{\text{عامل رجعت به میانگین}} + \underbrace{\sigma\varepsilon_t}_{} \qquad (۳۰)$$

فرمول بالا اساس پیش‌بینی اغلب شاخصهای کوتاه‌مدت انرژی که از آنها نام برده شد می‌باشد؛ عوامل بکار رفته در آن عبارتند از:

S^* تعادل بلندمدت قیمت

S_t قیمت تک محموله

α نرخ رجعت به میانگین

σ نوسان [3]

ε شوک تصادفی برای قیمت از زمان t تا t+۱

با توجه به فرمول بالا می‌توان بطور مثال قیمت‌های شاخص NBP را مدلسازی کرد، این مدلسازی در نمودار ۷ مشخص شده است.

در این مدلسازی فرض توزیع نرمال برای قیمت‌ها از فروض اولیه است و بر همین اساس می‌توان شبیه‌سازی را انجام داد.

با توجه به چنین شبیه‌سازی می‌توان به بررسی صحت و سقم فرمول قیمت‌گذاری ارائه شده پرداخت.

فقط به عنوان توضیحی مختصر باید عنوان کنم برای اینگونه پیش‌بینی‌ها، روشهای گسترده‌ای در آمار ریاضی وجود دارد از جمله؛ روش Mean-Reversion Jump-Diffusion، Geometric Brownian Motion، شبیه‌سازی مونت کارلو و... که از بحث این مقاله خارج است.

1. Mean Reverting Process
2. Randomwalk
3. Volatility

نمودار ۷. مدل شبیه‌سازی NBP روزانه (افشین جوان، مهرماه ۱۳۸٤)

۳. بررسی سقف و کف در مدلهای قیمت‌گذاری

در بخش اول بصورت بسیار کلی در رابطه با ایدهٔ به دست آوردن سقف و کف در طرف خریدار و فروشنده صحبت کردم، حال در اینجا بطور مختصر می‌خواهم دربارهٔ مبحث تئوریک تعیین سقف و کف صحبت کنم.

به عبارتی بحث این قسمت در مورد ناحیه بین سقف و کف است. این ناحیه و یا این مساحت نشانگر بیشترین احتمال وجود قیمت نفت‌خام یا شاخص دیگر می‌باشد. برای پرهیز از پیچیدگی، بهتر است شاخص قیمت را نفت‌خام در نظر بگیریم. با در نظر گرفتن فرم عمومی توزیع نرمال در ذیل به ادامه این بحث می‌پردازم:

$$f(x;\mu,\sigma)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\,e^{-\left[\frac{(\mu-\bar{\mu})^2}{2\sigma^2}\right]} \qquad (۳۱)$$

براساس ایده‌های خریدار و فروشنده؛ پیش‌بینی قیمت نفت‌خام و فاصلهٔ بین سقف و کف متغیر است.

برای مثال توزیع احتمال برنت از مارس۱۹۹۶ تا دسامبر۲۰۰۳ در جدول زیر شبیه‌سازی شده است:

جدول ۲. توزیع احتمال نفت خام برنت از مارس ۱۹۹۶ تا دسامبر ۲۰۰۳

(افشین جوان اسفند ۱۳۸۳)

Brent (Platt's) US$/Bbi (probability)	<P	>P	Frequency	Normalize	Probability
5	0	94	0	0.00	0.00
10	1	93	1	1.06	1.06%
15	14	80	13	13.83	13.83%
20	36	58	22	23.40	23.40%
25	57	37	21	22.34	22.34%
30	86	8	29	30.85	30.85%
35	94	0	8	8.51	5.51%
40	94	0	0	0.00	0.00%
45	94	0	0	0.00	0.00%
50	94	0	0	0.00	0.00%

همانطور که در این جدول ملاحظه می‌شود بیشترین احتمال برای قیمت نفت‌خام در سری زمانی مورد مطالعه بین ۲۰ الی ۳۰ دلار در بشکه می‌باشد که می‌تواند مبنای سقف و کف قیمت باشد. باید به این نکته اشاره کنم که فضای بین سقف و کف قیمت، دارای اهمیت ویژه‌ای است و بطور عمده این فضا بیشترین شیب یا ضریب زاویه را در معادلهٔ قیمت به خود اختصاص می‌دهد.

به همین دلیل و براساس نوع داده‌هااین فضا قابل تغییر است. در این مثال احتمال اینکه قیمت نفت خام برنت طی سالهای مطالعه بین ۲۰ تا ۳۰ دلار در هر بشکه باشد، حدود ۷۷ درصد است.

در نمودار ۸ شبیه‌سازی برای دستیابی به قیمت کف و سقف ملاحظه می‌گردد.

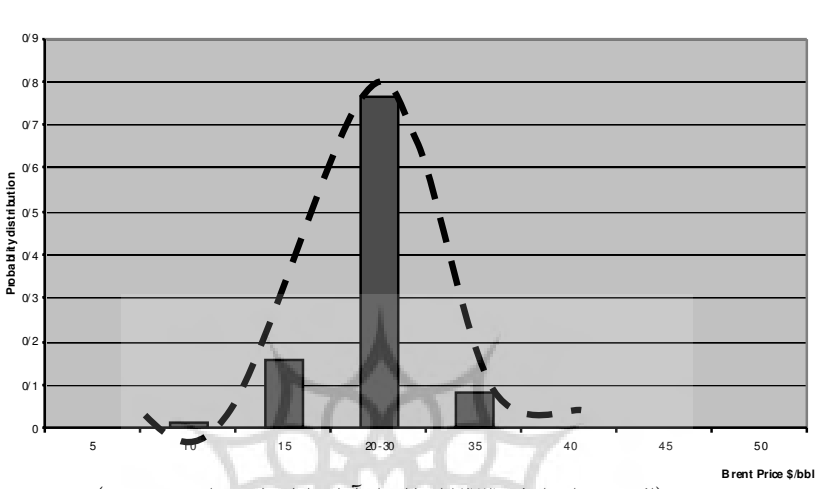
هم‌اکنون نرم افزارهایی نظیر کریستال بال بسادگی این عملیات را انجام می‌دهند.

۴. بررسی ارزش حرارتی و برابری آن با شاخص‌های بکار رفته در فرمول قیمت‌گذاری

یکی از مباحثی که در بررسی قیمت‌گذاری دارای اهمیت ویژه‌ای است، بررسی و مقایسهٔ ارزش حرارتی فرمول قیمت گاز یا LNG با شاخص بکار رفته در فرمول قیمت است.

این بحث از مباحث بسیار پیچیدهٔ ادبیات اقتصاد انرژی است و همواره به صورت سئوالی مطرح است که چرا ارزش حرارتی ۱ واحد گاز با یک واحد نفت خام دارای قیمت مساوی نیست؟

نمودار ۸. شبیه‌سازی محدودهٔ سقف و کف برای فرمول قیمت گاز طبیعی با توجه به سری زمانی برنت از مارس ۱۹۹۶ تا دسامبر ۲۰۰۳



(افشین جوان، اسفند ۱۳۸۳ استفاده از آمار ماهانه نفت خام برنت - IPE).

این بحث به دامنهٔ استفاده از انرژی تجاری بر می‌گردد، همانگونه که روشن است بدلیل پالایش نفت‌خام و تبدیل آن به فرآورده‌های مختلف، ارزش‌افزودهٔ ایجاد شده برای نفت‌خام بسیار بیشتر از گاز طبیعی است. به عبارتی حداقل در ۱۰ سال گذشته چنین مسئله‌ای بشدت وجود داشته ولی هم اکنون با افزایش دامنه کاربرد گازطبیعی، این قضیه در حال تغییر است.

فرض کنید فرمول قیمت زیر برای فروش گاز پیشنهاد شده است

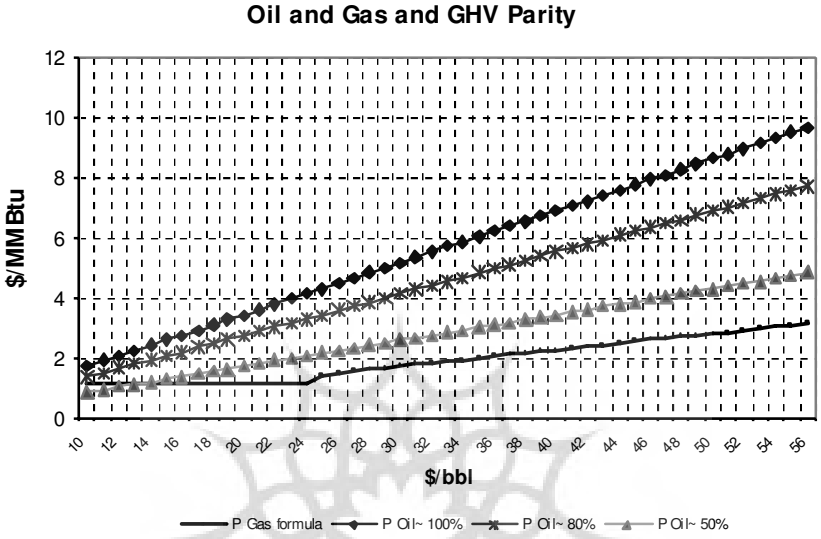
If Crude oil ≤ 24 P=1.1185 $/MMBtu

If Crude oil > 24 P=0.068+0.055×Crude oil price

در حالت بالا و در نمودار ۹ فرمول قیمت با ارزش حرارتی معادل نفت‌خام با رابطه خطی متفاوت بررسی شده است.

همانطور که ملاحظه می‌گردد بیشترین شیب فرمول قیمت تقریباً با ۵۰ درصد قیمت نفت‌خام برابر است و این مسئله نشانگر این است که ارزش حرارتی فرمول قیمت‌گذاری ما تقریباً ۵۰٪ ارزش نفت‌خام قیمت دارد.

نمودار ۹. بررسی برابری قیمت‌گاز در فرمول فرضی قیمت‌گذاری از لحاظ ارزش حرارتی با نسبت‌های مختلف ارزش حرارتی نفت‌خام



با این فرمول می‌توان به تحلیل قیمت در فرمول قیمت‌گذاری پرداخت.

در آخرین بحث این مقایسه و در ادامهٔ بحث گذشته قصد دارم نقش برابر ارزش حرارتی گاز[1] و نفت‌خام را مورد بررسی قرار دهم.

بطورکلی برای به دست آوردن برابری ارزش حرارتی از روش‌شناسی زیر استفاده می‌کنیم.

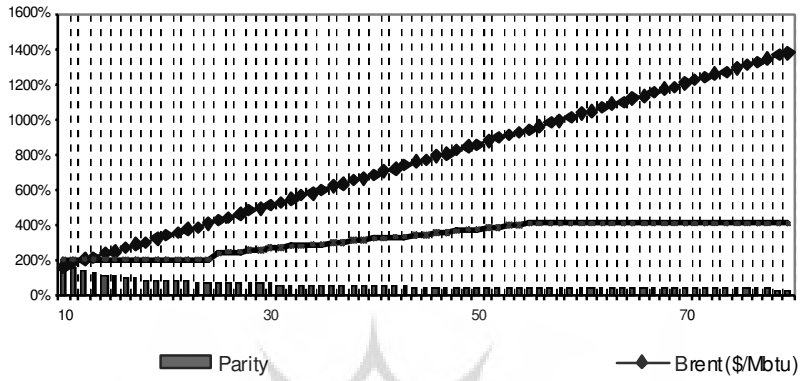
$$P_{oil} = \sum_{i=1}^{n} (\text{oil } pricei \ (\$/bbl)/5.8 \quad \text{i} = \text{قیمت‌های مختلف نفت‌خام} \quad (۳۱)$$

$$\text{Parity} = \sum_{i=1}^{n} (\text{Gas price formula})_i / P_{oil} \quad p_{oil} = \text{قیمت نفت‌خام به } \$/\text{MMBtu} \quad (۳۲)$$

با توجه به دو معادله بالا می‌توان بصورت پویا ارزش حرارتی را از لحاظ برابری مقایسه کرد. همانطور که در نمودار ۱۰ ملاحظه می‌گردد در فرمول قیمت‌گاز فرض در ابتدا برابری ارزش حرارتی حدود ۱۹۰٪ است، به تدریج با افزایش قیمت نفت‌خام این برابری کاهش می‌یابد. و در انتها و در قیمت نفت خام ۸۰ دلار در هر بشکه به حدود ۴۱٪ تنزل می‌یابد.

1 . Gas and LNG Parity

نمودار ۱۰. برابری ارزش حرارتی گاز یا LNG با نفت‌خام



بطورکلی چنین حالتی در اکثر فرمولهای قیمت‌گذاری پیش می‌آید و این مهم است که بتوان این برابری را پس از مدتی بصورت ثابت نگه داشت؛ در فرمول فرضی ملاحظه می‌گردد که شیب فرمول قیمت‌گذاری پس از ۵۴ دلار در هر بشکه به گونه ای است که ارزش برابری روندی کاهنده دارد. این گونه تحلیل‌ها می‌توانند در بحث چانه‌زنی و تعیین شیب بهینه فرمول قیمت گذاری گاز طبیعی موثر باشند.

در انتها باید به این نکته اشاره کنم که قیمت‌گذاری یکی از موارد بسیار پیچیده و حساس است. در این مقاله به برخی از روشهای علمی برای درک صحیح از قیمت‌گذاری اشاره شد که امیدوارم مورد توجه قرار گرفته باشد.

منابع و مأخذ مورد استفاده

1. Kloeden Peter E. and Platen Ecknard. 1999. Numeric solution of stochastic Differential Equation, Spring-Verlag.
2. Kwok Yue – Kuen. 1998. Mathematics Models of Financial Derivatives. Spring-verlag.
3. Ali Lari Lavasani, Ali A. SADEGHI, ANTONY WARE. 2001. Mean Reverting Models for Energy Option Pricing.
4. Grais, Wafik; Zheng, Kangbin 1996. Strutegi Interdependence in European East-West Gas Trade: Hierarchical Stackelberg Game Approach." The Energy Journal 17 (3):61-84.
5. Carlos Blanco; David Soronow June 2001; Mean Reverting process – Energy price processes used for Derivatives pricing & Risk Management; Commodities New.
6. Christian von Hirschhausen 2005; Long Term supply of Natural Gas

LNG vs. (Russian) pipeline Gas, EPRG Winter Research Seminar Cambridge.

7. Hégaret, Siliverstovs, Neumann, Hirschhausen 2002; International Market Integration for Natural gas? A Cointegration Analysis of Prices in Europe, North America and Japon.
8. Salman Saif Ghouri; 2004. North American natural gas demand- outlook 2020; OPEC Review; Recent papers on natural gas 2003-04.
9. Peter Roberts, Gas sales and Gas Transportation Agreements: Principal and Practice, 2004 London SWEET & MAXWEII; section IPart A unit 12.
10. LNG A Glossary of Terms; Exxon Mobil Gas Marketing; April 2001.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی