فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران
سال پنجم، شماره‌ی ۲۰، زمستان ۱۳۹۵
صفحات: ۱-۳۱

شبیه‌سازی قیمت نقدی فوب برای صادرات گاز طبیعی ایران از هاب فرضی شمال‌غرب با استفاده از روش شوارتز – اسمیت

تیمور محمدی[۱]
حجت‌الله غنیمی‌فرد[۲]
عاطفه تکلیف[۳]
افشین جوان[۴*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۲۹

چکیده

در این مقاله تلاش شده است که با استفاده از مدل‌های تصادفی با فرم کاهنده قیمت‌های نقدی فوب گاز طبیعی در هاب فرضی شمال‌غرب ایران شبیه‌سازی شود. با توجه به تمایل کشورهای اروپایی برای خرید گاز طبیعی بر اساس قراردادهای کوتاه‌مدت در سال‌های آینده شاهد تغییر جهت عقد قراردادهای گاز به سمت قراردادهای نقدی خواهیم بود. قطع چندین‌باره جریان صادراتی گاز طبیعی روسیه به اروپا از سال ۲۰۰۶ موقعیت ویژه‌ایی را برای صادرات گاز ایران رقم زده است. به همین دلیل فروش نقدی گاز خود مشوقی برای نفوذ به بازار اروپا است. مدل مورد استفاده در این مقاله مدل دو عاملی شوارتز اسمیت است که با استفاده از آن دامنه قیمت‌های تصادفی گاز طبیعی برای دامنه تغییر قیمت نفت خام ۳۵ الی ۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه محاسبه شده است. در این مقاله ابتدا قیمت سیف در بازار اروپا بر اساس متوسط شش هاب اصلی گاز طبیعی شبیه‌سازی‌شده است و سپس با محاسبه هزینه انتقال گاز از مرز ایران به اروپا (گزینه بهینه) و با استفاده از روش‌های اقتصاد مهندسی استخراج و سپس از روش خالص برگشتی به شبیه‌سازی متوسط قیمت نقدی فوب پرداخته‌شده است. بر اساس نتایج این مطالعه دامنه قیمت نقدی فوب گاز طبیعی در هاب فرضی ایران بین ۲۳۲ الی ۳۳۵ دلار در هر هزار مترمکعب تغییر خواهد کرد. با مقایسه نتایج شبیه‌سازی قیمت‌های نقدی با قیمت در قراردادهای بلندمدت (وابسته به قیمت نفت) تفاوت چندانی در درآمد حاصل از صادرات گاز ایران دیده نمی‌شود در همین حال ایران قادر است با افزایش انعطاف‌پذیری در تجارت گاز از ترانزیت گاز طبیعی کشورهای همسایه و علاقمند به صادرات گاز به اروپا نیز بهره ببرد. بالطبع تشکیل هاب گازی می‌تواند به‌عنوان یک کانون قیمت‌گذاری برای تمام خریداران (داخلی و خارجی) مورد استفاده قرار گیرد و پیش‌زمینه‌ائی برای آزاد سازی گاز طبیعی در بازار داخلی ایران باشد.

کلیدواژه‌ها: هاب گاز، کالیبراسیون، شوارتز اسمیت دو عاملی، شبیه‌سازی قیمت پویا، ارزش خالص برگشتی، برابری قدرت خرید نفت خام.

طبقه‌بندی JEL:Q31، Q43، P28، G01، G02، G23، G61، G87، G88.

۱. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی **Email:** atmahamadi@gmail.com
۲. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه صنعت نفت **Email:** ghanimifard@opec.org
۳. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی **Email:** at.taklif@gmail.com
۴. دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه طباطبائی و عضو هئیت علمی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (*نویسنده مسئول) **Email:** af_javan@yahoo.co.uk

۱. مقدمه

در قیمت‌گذاری گاز طبیعی عامل ریسک به‌عنوان یک متغیر غیرقابل‌کنترل و برون‌زا به خریدار و فروشنده تحمیل می‌شود. سازوکارهای قیمت‌گذاری گاز طبیعی را می‌توان به‌صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

۱- قیمت‌گذاری گاز طبیعی در بازار داخلی.

۲- قیمت‌گذاری بین‌المللی یا سیاست قیمت‌گذاری بین‌المللی.

به‌طور قطع شکل منحنی عرضه و تقاضا در بازار گاز طبیعی و میزان حساسیت (کشش) عرضه و تقاضا نسبت به تغییرات قیمت، عاملی تعیین‌کننده برای قیمت گاز است. غیرقابل تقسیم بودن سرمایه در بخش انرژی، به این معناست که گسترش ظرفیت تنها در مقیاس خاصی صورت می‌گیرد به‌عبارت‌دیگر، افزایش و توسعه واحدهای تولید تنها در اندازه‌های استاندارد امکان‌پذیر است و افزایش تدریجی در مقیاس تولید میسر نیست. از این‌رو افزایش ظرفیت تولید زمان بر و پرهزینه و سرمایه‌بر است. در نهایت می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که منحنی تقاضا در بازار گاز طبیعی مشابه سایر بازارها بوده، اگرچه به دلایل مختلف مصرف‌کنندگان نمی‌توانند در کوتاه‌مدت به سرعت تقاضای خود را تغییر دهند. از سوی دیگر منحنی عرضه در کوتاه‌مدت کاملاً بی‌کشش و به‌صورت عمودی است. در نتیجه می‌توان ادعا کرد که عامل اصلی نوسانات قیمتی در بازار گاز بی‌کشش بودن عرضه در کوتاه‌مدت و شکسته بودن منحنی عرضه در بلندمدت است. ماهیت صنعت گاز در ایران انحصاری است و سرمایه‌بر بودن بخش انرژی باعث می‌شود که این بخش نیازمند سرمایه‌گذاری زیادی باشد و از آنجایی که تجهیزات بیشتر صرفه‌های اقتصادی را تأمین می‌کند، تعداد محدودی از عرضه‌کنندگان بزرگ کنترل بازار را در دست خواهند داشت. قیمت حداکثر کننده سود (بهینه) برای یک تولیدکننده انحصاری قیمتی است که در آن قیمت هزینه نهایی با درآمد نهایی برابر باشد(جوان، ۱۳۸۵: ۳-۲۵).

بازارهای نقدی، از مدت‌ها پیش بخش مهمی از تجارت بین‌المللی نفت خام و فرآورده‌های نفتی را تشکیل داده‌اند. شرکت‌ها می‌توانند از مزایای یک بازار نقدی سیال به‌عنوان یک عرضه‌کننده واقعی، انباردار یا مصرف‌کننده منتفع شوند. مشتریان می‌توانند به‌آسانی قیمت پیشنهادی یک عرضه‌کننده را با قیمت بازار نقدی مقایسه کنند. در این مقاله سعی شده که با تأکید بر تشکیل هاب گازی به قیمت‌های صادراتی به اروپا پرداخته شود(اشترن، ۲۰۱۲: ۱۷۸-۱۹۳).

در مطالعه‌ایی که پارلمان اروپا انجام داده مشخص‌شده است امکان صادرات گاز توسط ۱۲ کشور به این قاره وجود دارد که ایران نیز ازجمله این کشورها و بهترین منبع تأمین گاز این قاره است. اروپا به دنبال تنوع منابع تأمین انرژی قاره سبز هستند و ایران نیز با توسعه فازهای جدید پارس جنوبی، ظرفیت مناسبی برای افزایش صادرات گاز پیدا خواهد کرد و از هشت مسیر می‌تواند به شبکه گاز اروپا متصل شود. اتحادیه اروپا هم‌اکنون حدود ۲۲ تا ۲۳ درصد از انرژی مورد نیاز خود را از گاز طبیعی تأمین می‌کند.

با توجه به این ملاحظات در مارچ ۲۰۱۴ هیئت وزراء اتحادیه اروپا توسعه استراتژی امنیت عرضه گاز اروپا را درخواست کرد که در می ۲۰۱۴ این سند انتشار پیدا کرد. بر اساس مفاد این سند اتحادیه اروپا برای تأمین امنیت عرضه خود انتظار دارد که در فاز اول و تا سال ۲۰۲۰ حدود ۱۰ میلیارد مترمکعب واردات گاز طبیعی از جمهوری آذربایجان و از کوریدور جنوبی[۱] داشته باشد. با بررسی گزارش استراتژی گاز اروپا به این نکته اشاره‌شده است که واردات گاز طبیعی به این اتحادیه حدود ۷۰٪ است که تا سال ۲۰۲۰ تغییر چندانی نخواهد داشت و تا سال ۲۰۲۵ تا ۲۰۳۰ از ۳۰۵ میلیارد مترمکعب کنونی به حدود ۳۴۰ تا ۳۵۰ میلیارد مترمکعب خواهد رسید به عبارتی تا ۱۰ سال آینده اروپا به حدود ۳۵ تا ۴۵ میلیارد مترمکعب گاز از منابع جدید نیاز دارد و بالطبع اروپایی‌ها با ایجاد تنوع عرضه به دنبال قیمت مناسب واردات نیز هستند فقط در این قسمت ذکر این مسئله ضروری است که با ایجاد هاب منطقه‌ایی ایران می‌تواند وارد عرصه جدید دیگری به غیر از قراردادهای بلندمدت شود و آن بحث توسعه بازار نقدی گاز طبیعی در منطقه برای کسب سهم هر چه بیشتر از بازار گاز اروپا تا سال ۲۰۲۵ را مدنظر قرار دهد و بدین طریق ایران همچنین می‌تواند مسیر ترانزیت برای صادرات گاز ترکمنستان به اروپا نیز باشد. در زمینه ریسک‌های موجود برای کشورهای اروپایی باید اشاره شود که با بررسی ریسک فصلی به‌دست‌آمده در کشورهای اروپای غربی از سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۱۴ این نتیجه حاصل می‌شود که کشورهای اروپائی دارای ریسک بسیار کم و یا ناچیز بوده و طی این سال‌ها پایداری بسیار محکم در ثبات این ریسک کم وجود داشته است(گزارش تحلیل ریسک مؤسسه آی آچ اس، ۲۰۱۴).

۲. پیشینه تحقیق

مدل‌های دو و یا چندعاملی از مدل‌های متداول در شبیه‌سازی قیمت نقدی گاز طبیعی می‌باشند ولی در بیشتر شبیه‌سازی‌ها از مدل‌های دو عاملی برای مدیریت داده‌های تصادفی تولیدشده است.

شوارتز و اسمیت[۲] در سال ۲۰۰۰ میلادی مدل دوعاملی تصادفی برای شبیه‌سازی قیمت نقدی کالاهای تجاری را ارائه دادند، این مدل تفکری نوین برای بررسی تصادفی قیمت نقدی (کوتاه‌مدت) کالاهای تجاری ارائه داده است. بر اساس این مدل قیمت نقدی به دو عامل بلندمدت و کوتاه‌مدت تجزیه می‌شود و بدین ترتیب دو فرآیند تصادفی بر اساس پویائی هریک از حالت‌های منفرد مدل‌سازی می‌شود. در مدل شوارتز – اسمیت قیمت تعادلی با قیمت‌های بلندمدت، عرضه گاز طبیعی، تورم و همین‌طور وضعیت آب و هوائی ارتباط دارد. این مدل به‌عنوان مبنای شبیه‌سازی در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است.

لارس برگنبک (۲۰۰۵) بر اساس مدل بالمورل به بررسی عرضه گاز از شبکه انتقال این کشور می‌پردازد که البته بخشی از بحث‌های آن دارای جنبه‌های فنی و اقتصادی است وی در انتها و با توسعه

---

۱. کوریدور جنوبی یا *Southern Gas Corridor* به عرضه گاز طبیعی از دریای خزر و خاورمیانه به اروپا اشاره دارد.

2. E.S. Schwartz and J.E. Smith

مدل شبیه‌سازی به چگونگی تحلیل سیاستگذاری و نقاط ضعف و قوت عوامل مؤثر در قیمت‌گذاری گاز در این کشور پرداخته است. در همین حال تاکاشی کانامورا (۲۰۰۶) به‌صورت مفهومی به شناسایی قیمت‌گذاری انرژی در بازار آزاد می‌پردازد و مدل‌های عرضه و تقاضای متلاطم برای قیمت انرژی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

میرانتس[۱]، خاویر پوبلاچیون[۲] و گریگوری سرناک[۳] (۲۰۱۲) در مقاله " رفتار تصادفی قیمت گاز" با توسعه مدل n+2m فاکتوری رفتار تصادف قیمت گاز را که اغلب ناشی از فرایند فصلی بودن می‌باشد را برای هنری هاب بازسازی کردند.

روسلون و هالپرن[۴] (۲۰۰۷) در نشریه بانک جهانی در مقاله "قیمت و نرخ تنظیم قیمت گاز در بخش بالادستی مکزیک" به بررسی قیمت‌گذاری گاز طبیعی در مکزیک پس از اعمال مقررات‌زدایی در این کشور پرداخته است در این مقاله ضمن بررسی انحصار تولید، توزیع و انتقال گاز طبیعی به‌ویژه برای بخش خانگی توسط شرکت پمکس (شرکت نفت مکزیک) به این مسئله اشاره‌شده است که فروش گاز به بخش خانگی مکزیک به دلیل فقدان و یا کمبود رقابت در بازار و عدم جانشینی سایر سوخت‌ها دارای رفتاری انحصاری است و این دقیقاً همان رفتاری است که در صنعت گاز ایران مشاهده می‌شود.

بریتو و روسلون[۵] در سال ۲۰۱۰ رفتار استراتژیک شرکت‌های انحصاری مکزیک را برای تنظیم قیمت بررسی کردند. آنها در این مطالعه مدل‌های مختلفی برای عرضه گاز طبیعی توسط شرکت پمکس را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه سه نتیجه‌گیری بسیار مهم و اساسی به‌دست‌آمده است. اول اینکه توسعه قیمت ارزش خالص بازگشتی برای قیمت گاز طبیعی در داخل بر اساس مدل هوستون باعث عدم استمرار در تابع درآمد شرکت انحصاری پمکس می‌شود. دوم، پرداخت به پمکس برای گاز طبیعی مصرف شده ارزش تابع لاگرانژ را افزایش داده و در عین حال فرآوری گاز به‌عنوان یک عامل محدودکننده است؛ و در نهایت اگر فراوری گاز عاملی محدودکننده باشد، راه‌حل بهینه در کوتاه‌مدت برای پمکس وجود نخواهد داشت و همین مسئله بر تغییر رفتار این شرکت انحصاری مؤثر است.

آمیا داوراس[۶] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با نام "تجارت انرژی و مدیریت ریسک با نرم‌افزار متلب" با استفاده از روش شبیه‌سازی فرآیند عمومی اورنشتین- اوهلن بک قیمت‌های بازار گاز هنری هاب را بازسازی می‌کنند.

نیک و تنز[۷] (۲۰۱۳) با استفاده از مدل خود همبستگی ساختاری در بازار گاز طبیعی آلمان به بررسی عوامل مؤثر بر قیمت گاز طبیعی پرداخته و بر اساس نتایج به‌دست‌آمده عنوان شده که قیمت گاز طبیعی

1. Andrés García Mirante
2. Javier Población
3. Gregorio Serna
4. Rosellón, J. and J. Halpern
5. Dagobert L. Brito, Juan Rosellón
6. Ameya Deoras
7. Sebastian Nick and Stefan Thoenes

در بازار در کوتاه‌مدت تحت تأثیر درجه حرارت، ذخیره‌سازی و کمبود عرضه قرار می‌گیرد ولی در بلندمدت قیمت نفت خام و ذغال سنگ، وضعیت اقتصادی و رشد بلندمدت تقاضا بر آن مؤثر خواهد بود.

حسن حیدری، صالح توران تیرسی اوغلو و لسیان سعیدپور[1] (۲۰۱۳) به بررسی نقش گاز طبیعی در رشد اقتصادی ایران می‌پردازند و در ادامه نتیجه‌گیری می‌کنند که آزادسازی قیمت گاز طبیعی در شرایط کنونی بر روی رشد اقتصادی تأثیر منفی دارد و سیاستگذاران در استفاده از این سیاست باید با دقت عمل کنند.

۳. هاب گاز طبیعی[2] و مفهوم آن

هاب گازی تجمع چند خط لوله انتقال گاز می‌باشد که مبنای قیمت‌گذاری گاز طبیعی می‌باشد، توسعه هاب‌های گاز طبیعی در آمریکا و سپس در انگلستان با تغییر ساختار بازار گاز طبیعی همراه بود. انتقال و توزیع گاز از گذشته تابه‌حال وضعیت انحصار طبیعی داشته و توسط شرکت‌های خدمات عمومی[3] و بر اساس قوانین ایالتی و فدرال انجام می‌شود. صنعت گاز آمریکا، به‌جز یک دوره ۲۴ ساله حدفاصل سال‌های ۱۹۵۴ تا ۱۹۷۸، همواره صنعتی رقابتی بوده است(اشترن، ۲۰۱۲: ۱۴۵-۱۷۷).

در رابطه با بازار گاز طبیعی اروپا که بحث اصلی این تحقیق است، هاب‌های گازی اصلی را می‌توان به‌صورت زیر برشمرد:

۱. نقطه تعادل ملی[4] (NBP)، برای بازار انگلستان بر اساس واحد پنس بر ترم.
۲. تسهیل انتقال مالکیت[5] (TTF) در بازار گاز هلند بر اساس واحد یورو بر مگاوات.
۳. هاب زیبروژ (ZEE) در بازار بلژیک بر اساس واحد پنس بر ترم.
۴. هاب مرکزی گاز اروپا[6] (CEGH) در بازار اتریش بر اساس واحد یورو بر مگاوات.
۵. گاز پول[7] (GSL) در بازار آلمان بر اساس واحد یورو بر مگاوات.
۶. شبکه ارتباطی آلمان[8] (NCG) در بازار آلمان بر اساس واحد یورو بر مگاوات.
۷. نقطه تغییر گاز[9] (PEG) شامل PEG شمالی، PEG جنوبی و PEG و TIGF در بازار فرانسه بر اساس واحد یورو بر مگاوات.

1. Hassan Heidari, SalihTuranKatircioglu, LesyanSaeidpour
2. Natural ENTRY–EXIT TRANSMISSION PRICING WITH NOTIONAL HUBS
3. Utility company
4. National Ballancing Point
5. Title Transfer Facility
6. Centeral European Gas Hub
7. Gaspool
8. Net Connect Germany
9. Points d’Echange de Gaz

۸. نقطه مجازی تغییر گاز[1] (PSV) در بازار ایتالیا بر اساس واحد یورو بر مگاوات(اشترن،۲۰۱۲: ۱۴۵-۱۵۰) و (پترویچ، ۲۰۱۳: ۲۲).

شکل ۱: نقشه هاب‌های گاز طبیعی اروپا

Source: Stratfor Global Intelligence 2014

همبستگی قیمت بین هاب‌های گازی اروپا از اهمیت خاصی برخوردار است و نشانگر این مسئله است که هاب‌های گاز در اروپا جزئی از یک بازار یکپارچه می‌باشند و نقطه مشترک تمام آنها وجود رقابت در بازار است.

بر اساس مطالعه انجام‌شده توسط پتروویچ[2] (۲۰۱۳) در میان هاب‌های گازی اروپا می‌توان یک همبستگی نسبتاً قوی را به دست آورد. وی در این مطالعه با بررسی هر یک از هاب‌های گازی اروپا با یکدیگر به این نتیجه‌گیری رسیده است.

قراردادهای کوتاه‌مدت گاز طبیعی اروپا به دو صورت نقدی یا روزانه (از روز پس از فعال شدن قرار داد و تا یک‌ماه پس از آن[3]) و یا به‌صورت منحنی یا ماهانه[4] (تحویل محصول حداقل یک‌ماه پس از فعال شدن قرار داد) که با توجه به زمان‌بندی ذکر شده و دو فرض معامله گاز طبیعی به‌صورت[5] OTC و مبادلات کاغذی[6] مدنظر قرار گرفته شده است و همبستگی قیمت نیز با استفاده از روش ساده پیرسن[7] به‌دست آمده است.

بر اساس روش ساده رگرسیون ذکرشده توسط پترویچ برای تفسیر نتایج همبستگی بین قیمت در هاب‌های اروپا فروض زیر را در نظر گرفته است.

1. Punto di Scambio Virtuale
2. Beatrice Petrovich
3. Up to month ahead
4. Curve
5. Over the Counter
6. Exchange Traiding
7. Pearson product-moment correlation coefficient (PPMCC or PCC or Pearson's r)

جدول ۱: رده‌بندی قوت و ضعف همبستگی پیرسن در مطالعه پترویچ

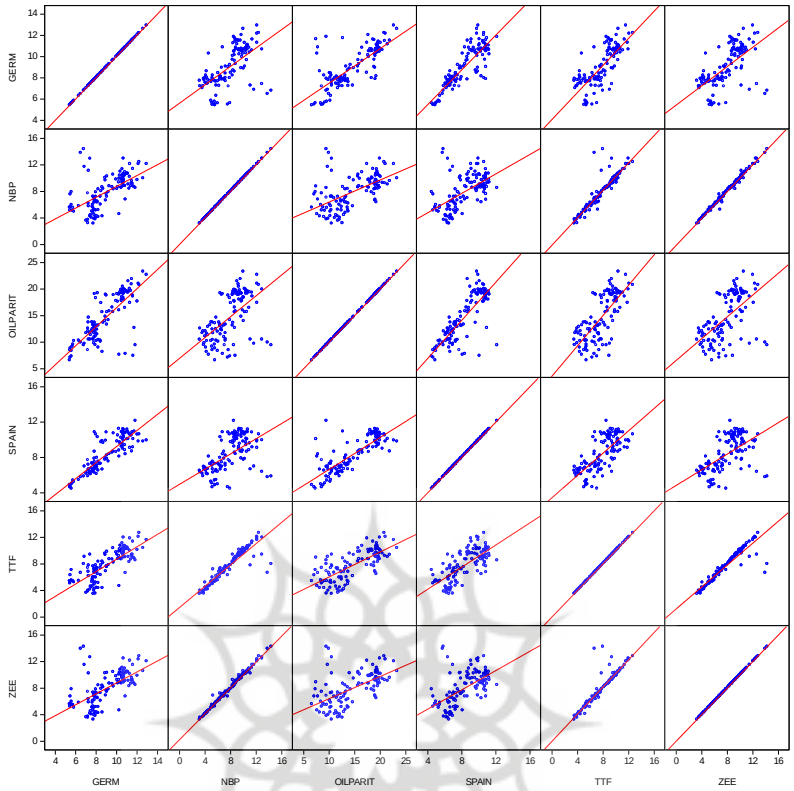
همبستگی بسیار قوی	۰,۸ تا ۱,۰
همبستگی قوی	۰,۶ تا ۰,۸
همبستگی متوسط	۰,۴ تا ۰,۶
همبستگی ضعیف	۰,۲ تا ۰,۴
همبستگی بسیار ضعیف (بدون همبستگی)	۰ تا ۰,۲

Source: Beatrice Petrovich (2013)–Page 7

با توجه به جدول بالا و نتایج این مطالعه نشان داده شده است که خصوصیات هاب‌های گاز اروپا با یکدیگر متفاوت است و درجات متفاوتی از نقدینگی را به خود اختصاص داده‌اند، ولی همبستگی قیمت در سری‌های زمانی مورد مطالعه بین سال‌های ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۲ نشانگر همبستگی بسیار قوی بین هاب‌های گازی اروپا در طول زمان است. اکثر همبستگی‌ها بین سایر هاب‌های گازی با هاب گازی TTF و NBP مشاهده شده است و به همین دلیل در شبیه‌سازی صورت گرفته این دو هاب به‌عنوان شاخص بازار نقدی گاز اروپا مدنظر قرار گرفته است و نتایج پترویچ نشان می‌دهد که برای شبیه‌سازی صورت گرفته می‌توانیم از متوسط قیمت هاب گاز اروپا برای تعدیل تلاطم بازار استفاده کنیم.

با بررسی همبستگی خطی میان قیمت نفت خام، قراردادهای بلندمدت و کوتاه‌مدت مشاهده می‌شود که بین اغلب قیمت‌های نقدی در هاب‌های گازی همبستگی قوی وجود دارد.

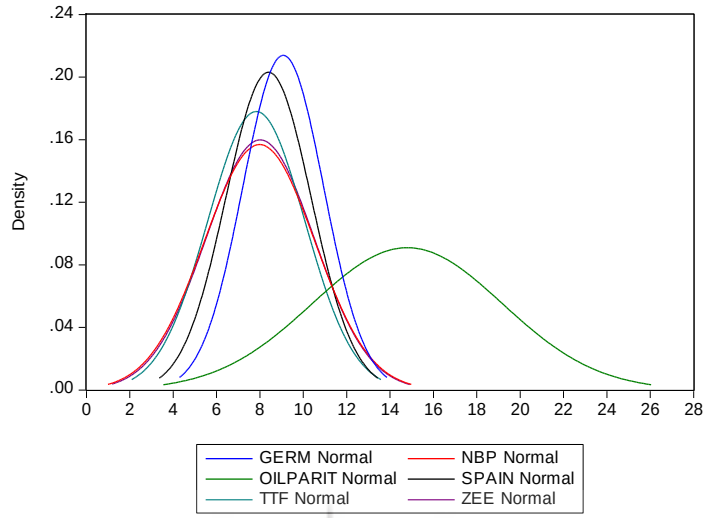
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار ۱: ماتریس همبستگی میان هاب‌های گازی، قیمت نفت خام و قراردادهای بلندمدت (سری زمانی ماهیانه ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۵)

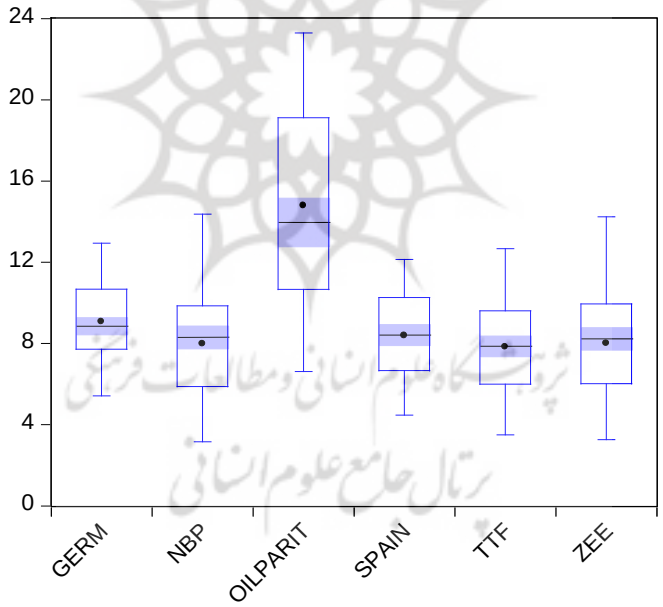
منبع: یافته‌های تحقیق

حال با نگاهی به مقایسه منحنی توزیع نرمال تئوریک (کوشی–لورنتز) توزیع احتمال پیوسته هریک از متغیرهای مورد بررسی مشخص می‌شود که برخلاف بسیاری از ادعاها ریسک قیمت در بازار نفت خام در بازه زمانی مورد مطالعه (۱۹۹۶–۲۰۱۴) بیش از قیمت در قراردادهای بلندمدت و ریسک قیمت بلندمدت نیز بیش از قراردادهای نقدی است که بر اساس داده‌های ماهیانه است. اگر این بررسی را در طول روز و ساعت انجام دهیم ملاحظه می‌گردد که تلاطم در بازار نقدی گاز طبیعی بیشتر خواهد بود.



نمودار ۲: تابع چگالی احتمال (کوشی – لورنتز) میان هاب‌های گازی، قیمت نفت خام و قراردادهای بلندمدت در اروپا (سری زمانی ماهیانه ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۵)

منبع: یافته‌های تحقیق



نمودار ۳: بررسی دامنه تغییرات میان هاب‌های گازی، قیمت نفت خام و قراردادهای بلندمدت در اروپا (سری زمانی ماهیانه ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۵)

منبع: یافته‌های تحقیق

همچنین در جدول زیر نتایج آماری قیمت‌های مورد مطالعه خلاصه شده است.

جدول ۲: خلاصه آماری میان هاب‌های گازی، قیمت نفت خام و قراردادهای بلندمدت (سری زمانی ماهیانه ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۵)

متغیرهای شبیه‌سازی	برابری نفت خام	قراردادهای بلندمدت		نمونه شاخص هاب‌های گازی اروپا (قیمت نقدی)		
	OILPARIT	GERM	SPAIN	ZEE	TTF	NBP
میانگین	۱۴٫۸۴	۹٫۰۷	۸٫۴	۸٫۰۳	۷٫۸۴	۸٫۰۰
میانه	۱۴٫۰۹	۸٫۹۰	۸٫۴۶	۸٫۳۵	۸٫۰۵	۸٫۳۷
بیشینه	۲۳٫۳	۱۲٫۹۴	۱۲٫۱۵	۱۴٫۲۵	۱۲٫۶۸	۱۴٫۳۸
کمینه	۶٫۶۲	۵٫۴۳	۴٫۴۸	۳٫۲۷	۳٫۵۰	۳٫۱۷
انحراف معیار	۴٫۳۷	۱٫۸۶	۱٫۹۶	۲٫۵۱	۲٫۲۵	۲٫۵۶
چولگی	−۰٫۰۶۸	−۰٫۰۸	−۰٫۱۴	۰٫۰۳۸	−۰٫۱۵۳	۰٫۰۵۷
کشیدگی	۱٫۶۸	۲٫۰۳	۱٫۷۸	۲٫۲۹	۲٫۰۴	۲٫۲۶
آماره جارک –برا	۹٫۰۰	۴٫۹۱	۷٫۸۸	۲٫۵۸	۵٫۰۹	۲٫۸۳
احتمال	۰٫۰۱۱	۰٫۰۸۵	۰٫۰۱۹	۰٫۲۷	۰٫۰۸	۰٫۲۴
مجموع	۱۸۱۰٫۶	۱۱۰۷٫۴	۱۰۲۴٫۵	۹۷۹٫۴	۹۵۷٫۵	۹۷۶٫۳
مجذور مجموع انحرافات	۲۳۱۸٫۶	۴۲۱٫۰۰	۴۶۶٫۹	۷۶۳٫۸	۶۱۶٫۴	۷۹۴٫۰۰
مشاهدات	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول آماری بالا و اعداد آن در قسمت شبیه‌سازی برای تخمین عوامل مدل شوارتز– اسمیت در قسمت بعد مورد استفاده قرار گرفته است.

۴. روش‌شناسی

لوئیس باچلیر[1] (۱۹۰۰) از اولین کسانی بود که نشان داد، بازارهای مالی از فرایند گام تصادفی تبعیت می‌کنند. فرایند گام تصادفی اساساً یک حرکت براونی است که به‌موجب آن حرکات مرتبط با قیمت‌های آینده تنها به‌واسطه‌ی شرایط فعلی تعیین شده و مستقل از حرکات گذشته هستند. حرکت براونی دارای ویژگی‌های خوش‌رفتار ریاضی است، به‌گونه‌ای که در آن می‌توان یک الگو را با دقت بالا برآورد و همچنین احتمالات را محاسبه کرد.

بازارهای نقدی، از مدت‌ها پیش بخش مهمی از تجارت بین‌المللی نفت خام و فرآورده‌های نفتی را تشکیل داده‌اند. مقررات‌زدایی قیمت‌ها موجب تقویت و رشد سریع بازارهای نقدی شده است. به‌عنوان مثال، هرچند در سال ۱۹۸۲ بازار نقدی چندانی برای گاز طبیعی وجود نداشت، ولی پس از سال ۱۹۹۰، بازار نقدی گاز طبیعی ۸۰ درصد سهم بازار را به خود اختصاص داد. از آنجایی‌که بازارهای نقدی به آشکار شدن قیمت کمک می‌کنند، هزینه فرصت دارایی‌های راکد سرمایه‌گذاران آشکار خواهد شد. بدین ترتیب، بنگاه‌ها متوجه خواهند شد که چگونه اندک تفاوتی در زمان‌بندی تصمیمات سرمایه‌گذاری، تولید

1. Bachelier, L.

و ذخیره‌سازی بر سود آنها تأثیر خواهد گذاشت. شرکت‌ها می‌توانند از مزایای یک بازار نقدی سیال به‌عنوان یک عرضه‌کننده واقعی، انباردار یا مصرف‌کننده منتفع شوند(منظور و نیاکان، ۱۳۹۱: ۱۸-۱).

مشتریان می‌توانند به‌آسانی قیمت پیشنهادی یک عرضه‌کننده را با قیمت بازار نقدی مقایسه کنند.

نظریه حرکت براونی و الگوهای گام تصادفی، به‌طور گسترده در مدل‌سازی بازارهای مالی و انرژی مورد استفاده قرار گرفته است(پندایک، ۲۰۰۴: ۱۰۲۹-۱۰۴۷ و تسای، ۲۰۰۲: ۱۰۵-۲۰۰)، در فرایندهایی که حدس و گمان‌ها مدلسازی می‌شود، می‌توان از احتمالات بسط داده شده توسط باچلیر استفاده کرد که تا به امروز کاربردهای این الگو ادامه داشته است(باچیلر، ۱۹۰۰: ۱۷-۷۸).

در مطالعه‌ای که توسط دکزیت و پندایک (۱۹۹۴) بر روی قیمت‌های نقدی مس انجام‌شده به آزمون دو مدل GBM و بازگشت طی ۲۰۰ سال قبل پرداخته شد، به این نتیجه رسیدند که باید فرضیه بازگشت به میانگین را پذیرفت و درعین‌حال اگر تنها از داده‌های ۳۰ تا ۴۰ سال استفاده شود، فرضیه‌ی وجود حرکت براونی هندسی را نمی‌توان رد کرد. نتایج مشابه تحقیق آنها را می‌توان برای ۱۰ مورد مختلف از منابع طبیعی دیگر در تحقیقات گرسوویتز و پاکسون (۱۹۹۰) نیز ملاحظه کرد. استفاده از این مدل را می‌توان در سایر زمینه‌های اقتصاد شاهد بود، زیرا در سال‌های اخیر از مدل حرکت براونی هندسی در توصیف مقادیر تقاضا به‌عنوان بخشی از ادبیات مرتبط با برنامه‌ریزی ظرفیت تولید بهره گرفته‌شده است(بناویدس و همکاران، ۱۹۹۹، لیانگ، ۲۰۰۳). پوستالی و پیچیتی (۲۰۰۶)، به ارائه‌ی تحلیل کمی مسیرهای قیمت نفت پرداختند و نشان دادند که در کنار سادگی و سهولت اجرا، حرکت هندسی براونی می‌تواند به‌عنوان مبنایی جهت پیش‌بینی حرکت قیمت‌های نفت و ذخایر نفتی به کار رود. استفاده از مدل حرکت هندسی براونی جهت شبیه‌سازی قیمت‌های آتی بازار نیز کاربرد دارد و از این‌رو برآورد ریسک سرمایه در بازار ارز و سهام را می‌توان در تحقیق مک نیکولاس و ریزو (۲۰۱۲) ملاحظه کرد. نتایج حاصل از این تحقیق، نشان می‌دهد که مدل مورد استفاده قادر به ارائه‌ی توزیع قیمتی موردنظر و پارامترهای لازم جهت برآورد سطح ریسک سرمایه و نیز احتمال ضرر درآمدی است.

از مشهورترین مدل‌های دو عاملی می‌توان به مدل گیبسون و شوارتز[1] اشاره کرد که در آن ثمرات رفاهی[2] مدنظر قرار گرفته است. به دلیل برخی از پیچیدگی‌ها برای تفسیر ثمرات رفاهی در این تحقیق از مدل دو عاملی شوارتز –اسمیت استفاده شده است.

دو مشتقه تصادفی در این مدل‌ها نشانگر دو منبع تلاطم تصادفی در مدل می‌باشند. کامرون و لوکدوفسکی مسئله را در یک بازار با قیمت تصادفی و با توجه به ریسک در بازار با کاربرد ثمرات رفاهی ناشی از ذخیره‌سازی گاز طبیعی با زمان سررسیدهای مختلف مورد بررسی قرار دادند. اگر عرضه گاز طبیعی به‌عنوان یک عامل ثابت در نظر گرفته شود آن‌گاه متغیر بنیادی تقاضا به‌عنوان مشتقه اصلی

1. Gibson and E.S. Schwartz
2. Convenience Yield

تغییر قیمت مورد توجه قرار می‌گیرد. مشتقه تقاضا معرف ثمرات رفاهی ناشی از ذخیره‌سازی و فصلی بودن تقاضا می‌باشد.

مبنای شبیه‌سازی قیمت نقدی گاز در هاب شمال‌غرب ایران در این مقاله مدل دو عاملی شوارتز – اسمیت می‌باشد که مدلی متداول با اشاعه بازگشت به میانگین می‌باشد و به‌طور وسیع در قیمت‌گذاری نقدی گاز طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل در مقایسه با مدل گیبسون شوارتز دارای نتایج قابل قبول‌تری در بررسی رفتار تصادفی قیمت کالاهای تجاری می‌باشد. شوارتز و اسمیت در سال ۲۰۰۰ میلادی مدل دو عاملی برای شبیه‌سازی قیمت نقدی کالاهای تجاری را ارائه دادند، این مدل تفکری نوین برای بررسی تصادفی قیمت نقدی (کوتاه‌مدت) کالاهای تجاری ارائه داده است. بر اساس این مدل قیمت نقدی به دو عامل بلندمدت و کوتاه‌مدت تجزیه می‌شود و بدین ترتیب دو فرآیند تصادفی بر اساس پویائی هریک از حالت‌های منفرد مدلسازی می‌شود.

در این قسمت به بررسی بیشتر این مدل به‌عنوان مبنای اصلی مدل شبیه‌سازی پویا پرداخته‌شده است. این مدل دارای انحراف از کوتاه‌مدت با تعادل بلندمدت است. این مدل به‌صورت یک مدل دو عاملی قیمت تعادلی در بلندمدت (ξ) و انحراف کوتاه‌مدت از این قیمت تعادلی (χ) تجزیه می‌شود. این مدل بر خلاف مدل گیبسون– شوارتز، ثمرات رفاهی را به‌طور غیرمستقیم در نظر می‌گیرد که به دلایل آن پرداخته خواهد شد. در واقع استفاده از مفهوم ثمرات رفاهی در تحلیل شبیه‌سازی بسیار مفید است ولی به دلایل تکنیکی اندازه‌گیری مستقیم آن ممکن نیست. در این زمینه تلاش‌هایی موفق برای ارتباط بین سطوح ذخیره‌سازی و تئوری ثمرات رفاهی و سپس قیمت توسط ویلاپلانا[1] صورت گرفت. علیرغم مزیت این دیدگاه چنین ارتباط با ثمرات رفاهی باعث آشکار شدن مسائلی عمده شد. قیمت و ثمرات رفاهی دارای همبستگی شدید با سطح ذخیره‌سازی هستند پس بنابراین بردارهای قیمت و ثمرات رفاهی بسیار از تعامد ماتریسی فاصله دارند(گیبسون–شوارتز، ۱۹۹۷: ۹۲۳–۹۷۳).

چرا تعامد ماتریسی بین بردارها دارای اهمیت است؟ دلیلی آن این است که همبستگی شدید ناقض تعامد برداری است ولی در سیستم‌های اقتصادی شرط تعامد، تعادل بلندمدت سیستم شبیه‌سازی را در بر دارد به‌عبارتی شرط تعامد بین بردارهای عوامل برای پیش‌بینی و تطابق عوامل ضروری است حتی اگر به‌طور نسبی به سمت تعامد پیش رود. به همین دلیلی شوارتز و اسمیت در سال ۲۰۰۰ اثبات کردند که تعادل قیمت و عوامل کوتاه‌مدت می‌توانند به ثمرات رفاهی وابسته باشند اگر ارزیابی قرارداد آتی‌ها به‌عنوان محرک اصلی در مدل در نظر گرفته شود نیازی به متغیر ثمرات رفاهی نیست و به‌این‌ترتیب مسئله تعامد ماتریسی نیز از قلم نخواهد افتاد، مسئله‌ای که در مدل گیبسون– شوارتز نادیده گرفته شده بود(ماسترو، ۲۰۱۳: ۳۴۹–۳۵۸).

1. P. Villaplana

در مدل شوارتز – اسمیت قیمت تعادلی با قیمت‌های بلندمدت، عرضه گاز طبیعی، تورم و همین‌طور وضعیت آب و هوایی ارتباط دارد. در این مدل نرخ تغییرات عرضه و تقاضا با نرخ بازگشت κ توضیح داده می‌شود.

در این مدل لگاریتم قیمت نقدی مجموع دو متغیر تصادفی است و با فرمول زیر توضیح داده می‌شود:

$$\ln(S_t) = \chi_t + \xi_t \qquad (۱)$$

به‌عبارتی دیگر انحراف معیار کوتاه‌مدت χ تفاوت بین تخمین قیمت جاری نقدی و قیمت تعادلی است. بدین ترتیب حرکت براونی برای قیمت تعادلی بلندمدت به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$d\xi_t = \mu_\xi dt + \sigma_\xi dw_\xi \qquad (۲)$$

ساختار مدل بلندمدت همان حرکت براونی حسابی است.

در همین حال تغییرات انحراف کوتاه‌مدت شدیداً تحت تأثیر سررسید قرارداد آتی‌ها بوده و فرض شده که بازگشت به میانگین آن به سمت صفر است.

$$d\chi_t = -\kappa\chi_t dt + \sigma_\chi dw_\chi \qquad (۳)$$

در اینجا نیز مدل کوتاه‌مدت همان مدل تفاضلی فرآیند عمومی اورنشتین – اوهلن بک است

مانیفست این جابجایی در تغییر در کوتاه‌مدت و سررسید کوتاه‌مدت قرارداد مشخص می‌شود و نرخ این تغییر به سمت میانگین با نرخ κ به سمت انحراف صفر در قیمت تعادلی حرکت می‌کند. در همین حال اجزاء فرآیند حرکت براونی استاندارد در هریک از معادلات بالا دارای همبستگی می‌باشند. وجود همبستگی بین این دو متغیر به این معنی است که نمی‌توان هریک از آنها را به‌طور مستقل توسعه داد.

$$dw_\chi dw_\xi = \rho dt \qquad (۴)$$

شوارتز و اسمیت در سال ۲۰۰۰ این مدل را با تخمین فرآیند گسسته زمان به دست آوردند:

$$\Delta t = \frac{t}{n} \qquad (۵)$$

با فرض وجود زمان گسسته می‌توان معادلات دیفرانسیل بالا را با فرض $N(\mu, \sigma^2)$ به‌صورت زیر حل کرد(حل مدل تعادلی).

$$\xi_t = \xi_{t-\Delta} + \mu_\xi \Delta t + \sqrt{\Delta t}\sigma_\xi w_\xi \qquad (۶)$$

حل معادله دیفرانسیل برای مدل کوتاه‌مدت نیز به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\chi_t = \chi_{t-\Delta t} e^{-\kappa \Delta t} + \sqrt{\frac{1 - e^{-2\kappa \Delta t}}{2\kappa}} \sigma_\chi w_\chi \qquad (۷)$$

همان‌طور که قبلاً شرح داده شد w_χ و w_ξ دارای همبستگی هستند و توزیع نرمال استاندارد دارند.

در همین حال جزء بلندمدت مدل یعنی ξ_t با مجذور تغییرات زمان یا $\sqrt{\Delta t}$ تغییر کند که در مدل شبیه‌سازی به‌عنوان تغییرات پله‌ایی زمان به مدل تحمیل می‌شود. در این حال و به دنبال این نتیجه مجموع حرکات براونی افزایشی نیز دارای توزیع نرمال $N(0, \Delta t)$ است.

برای جزء کوتاه‌مدت نیز عامل $\chi_{t-\Delta t} e^{-\kappa \Delta t}$ نشانگر بازگشت به میانگین و $\sqrt{\frac{1-e^{-2\kappa \Delta t}}{2\kappa}}$ تغییرات زمان همراه با تلاطم را نشان می‌دهد.

با بررسی بیشتر فرم کوتاه‌مدت $d\chi_t = -\kappa \chi_t dt + \sigma_\chi \, dw_\chi$ می‌توان عنوان کرد که جزء $(-\kappa \chi_t dt)$ توضیح‌دهنده بازگشت به میانگین به سمت صفر تمایل دارد. به عبارتی این جزء به‌صورت $\kappa(0 - \chi_t)dt$ توسعه و مدل کوتاه‌مدت را می‌توان به‌صورت زیر بسط داد:

$$d\chi_t = -\kappa(\alpha - \chi_t)dt + \sigma_\chi dw_\chi \qquad (۸)$$

و بدین ترتیب برای بازگشت به میانگین‌های مختلف داریم:

اگر $\alpha=0$ آنگاه بازگشت به میانگین به سمت صفر میل می‌کند.

اگر $\alpha=1$ آنگاه بازگشت به میانگین به سمت ۱ میل می‌کند.

اگر $\alpha=n$ آنگاه بازگشت به میانگین به سمت n میل می‌کند.

باید به این نکته اشاره شود که κ نرخ بازگشت به میانگین است و مقدار آن همواره مثبت است و هر چقدر این ضریب بزرگ‌تر باشد سرعت بازگشت به میانگین نیز بیشتر است. بر اساس مدل شوارتز – اسمیت زمان نیمه‌عمر انحراف معیار کوتاه‌مدت از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$-\ln(0.5) / \kappa \qquad (۹)$$

با فرض فرایند ریسک خنثی مدل اصلی به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$\begin{aligned} d\xi_t &= (\mu_\xi - \lambda_\chi)dt + \sigma_\xi \, dw^*_\xi \\ d\chi_t &= (-\kappa \chi_t - \lambda_\chi)dt + \sigma_\chi \, dw^*_\chi \end{aligned} \qquad (۱۰)$$

و کماکان رابطه زیر برقرار است:

$$dw^*_\chi dw^*_\xi = \rho dt \qquad (۱۱)$$

با جایگذاری χ_t و ξ_t در مدل اصلی لگاریتم قیمت نقدی به‌صورت زیر توسعه داده می‌شود:

$$(S_t) = \chi_t + \xi_t \rightarrow \ln(S_t) = \chi_{t-\Delta t} e^{-\kappa\Delta t} + \sqrt{\frac{1-e^{-2\kappa\Delta t}}{2\kappa}}\,\sigma_\chi w_\chi + \chi_{t-\Delta t} e^{-\kappa\Delta t} + \sqrt{\frac{1-e^{-2\kappa\Delta t}}{2\kappa}}\,\sigma_\chi w_\chi \qquad (۱۲)$$

حال با گرفتن آنتی لگاریتم قیمت گاز طبیعی نقدی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_t = e^{\chi_{t-\Delta t} e^{-\kappa\Delta t} + \sqrt{\frac{1-e^{-2\kappa\Delta t}}{2\kappa}}\,\sigma_\chi w_\chi + \chi_{t-\Delta t} e^{-\kappa\Delta t} + \sqrt{\frac{1-e^{-2\kappa\Delta t}}{2\kappa}}\,\sigma_\chi w_\chi} \qquad (۱۳)$$

با استفاده از فرمول بالا مدل شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار ونسیم طراحی شده است.

۵. داده‌ها و مواد تحقیق

در این قسمت و قبل از پرداختن به جزییات مدل شبیه‌سازی فروض مشترک در تمام سناریوها به شرح زیر می‌باشد.

در تمام سناریوهای مورد بررسی موارد زیر به‌طور کم‌وبیش مشترک مدنظر قرار گرفته است.

۱- St قیمت نقدی گاز طبیعی است که برابر است با متوسط قیمت‌های واقعی هاب‌های گازی اروپا و انگلستان.

۲- فصلی بودن بر اساس کشش فصلی در کشور از مدل پانل دیتا به دست می‌آید متوسط قیمت گاز طبیعی در بازار داخل که متأثر از برابری نرخ ریال با دلار است.

۳- متوسط قیمت قراردادهای بلندمدت قراردادهای خریدوفروش بر اساس ارزش برابری نفت و فرآورده‌های نفتی با گاز طبیعی و ضرایب مختلف شبیه‌سازی می‌شود.

۴- قیمت تصادفی و مستقل از نفت خام در هاب گازی با قیمت پایه قیمت گاز طبیعی در داخل که بر اساس هزینه واحد متوسط بلندمدت محاسبه می‌شود در نظر گرفته می‌شود.

۵- فصلی بودن مدنظر می‌باشد.

۶- فروش نقدی به‌صورت فوب[1] و تحویل در مرز ترکیه خواهد بود و با کسر ارزش خالص برگشتی ارزش بازاری هزینه انتقال گاز طبیعی به اروپا از قیمت شبیه‌سازی‌شده نقدی گاز طبیعی اروپا که بر اساس متوسط قیمت هاب‌های مهم محاسبه‌شده است به دست می‌آید.

مسیرهای مختلفی برای صادرات گاز طبیعی ایران به اروپا بر اساس مطالعات شرکت‌های بین‌المللی و با همکاری شرکت ملی صادرات گاز ایران، شرکت ملی نفت ایران و شرکت ملی گاز ایران صورت گرفته است[2](رمضانی و عزیزاله، ۲۰۱۵). در همین حال تأکید شرکت ملی گاز ایران برای صادرات گاز

1. FOB
2. Azizollah Ramazani

به اروپا توسعه خط لوله سراسری نهم است. هزینه واحد انتقال بر اساس روش بیان‌شده در فصل قبل برای هر موردمحاسبه شده است، این هزینه با روش خالص برگشتی در مدل شبیه‌سازی پویا برای محاسبه قیمت گاز طبیعی در هاب شمال‌غرب ایران به‌صورت فوب به کار می‌رود.

فروض پایه برای صادرات گاز به اروپا در زیر خلاصه‌شده است.

- منبع گاز صادراتی- پارس جنوبی
- خط انتقال اصلی- خط لوله سراسری نهم
- حجم گاز طبیعی و پتانسیل صادراتی ۱۵ میلیارد مترمکعب نقطه تحویل هاب گازی اروپا (شرق اتریش و شمال شرقی ایتالیا)
- مسیر بهینه (خط لوله پرشین) به طول ۵۸۰۰ کیلومتر
- قطر لوله ۵۶ اینچ
- هزینه هر اینچ کیلومتر، ۸۵٪ مسیر خشکی (۳۵۰۰۰ دلار) و ۱۵٪ دریایی (۵۰۰۰۰ دلار) که متوسط وزنی آن برابر ۳۷۲۵۰ دلار خواهد شد.[1]
- هزینه سرمایه‌گذاری حدود ۸ میلیارد دلار
- نرخ توزم ۵٪ در سال
- طول دوره عملیاتی طرح ۳۰ سال
- نرخ حقیقی بازگشت سرمایه ۱۲٪
- ۱۰۰٪ طرح فاینانس در نظر گرفته‌شده است.
- نرخ مالیات بر درآمد طرح بین ۵ درصد
- زمان ساخت طرح ۴ سال
- فازبندی هزینه سرمایه‌گذاری[2] در دوره ساخت بر اساس تئوری توزیع آماری برای دوره ۴ ساله بررسی شده است.

بر اساس مطالعات تجربی صورت گرفته در این تحقیق و آزمون بسیاری از طرح‌های سرمایه‌گذاری واقعی که توسط شرکت‌های شل و توتال انجام گرفته است زمانی یک فازبندی بهینه است که دارای ریسک کمتر و به عبارتی انحراف از معیار کمتری باشد و منحنی نرمال یا کرنل آن نسبتاً متقارن و دارای کشیدگی کم‌تر باشد در چنین حالتی هزینه واحد طرح بهینه خواهد بود. چنین تئوری تجربی ما را به این سمت هدایت می‌کند که بهترین نوع فازبندی برای سرمایه‌گذاری در طرح سرمایه‌گذاری تدریجی است به عبارتی بهتر است حجم سرمایه‌گذاری در سال‌های اول کم و به تدریج در سال‌های پایانی و قبل از شروع تولید افزایش یابد البته باید به این نکته اشاره کرد در واقعیت به دلیل عدم رعایت زمان‌بندی به دلیل برخی از محدودیت‌های فنی و همچنین عوامل غیرمترقبه چنین انعطاف‌پذیری وجود

1. True, W.R., (1985-2000); U.S. pipeline mileage up a bit. Oil and Gas Journal.
2. CAPEX Phasing

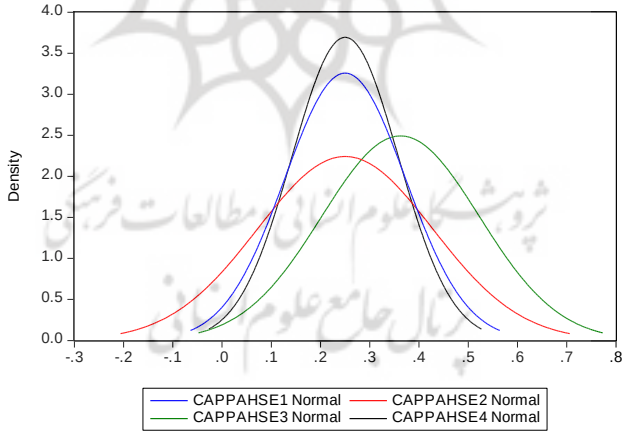
ندارد. با شبیه‌سازی صورت گرفته حالت‌های فازبندی به‌صورت تولید اعداد تصادفی برای ۴ سال در نظر گرفته شده است که منتخب آن در جدول زیر آمده است باید متذکر شد هریک از ۱۰۰۰ حالت تصادفی فاز بندی در مدل اقتصاد طرح آزمون شده و بنا به توضیح بالا فاز بندی سرمایه‌گذاری که دارای کشیدگی کمتری باشد ارزش خالص برگشتی پایین‌تر بوده و بالطبع هزینه واحد کمتری را دارد و بر اساس روش ارزش خالص بازگشتی باعث سطح بالاتری از قیمت فوب صادراتی در داخل هاب داخلی شده و درآمد بیشتری نصیب شرکت ملی گاز ایران می‌کند:

جدول ۳: فاز بندی هزینه سرمایه‌گذاری طرح صادرات گاز طبیعی با خط لوله به اروپا بر اساس شبیه‌سازی اعداد تصادفی و گزینه‌های منتخب از ۱۰۰۰ عدد تولیدشده

گزینه‌ها	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	مجموع	هزینه خالص برگشتی (دلار در هر میلیون بی تی یو)
۱	٪۱۵	٪۳۰	٪۴۰	٪۱۵	٪۱۰۰	۲,۸۱
۲	٪۱۵	٪۴۰	٪۴۰	٪۵	٪۱۰۰	۲,۸۷
۳	٪۵۰	٪۲۵	٪۲۰	٪۵	٪۱۰۰	۳,۰۶
۴	٪۱۵	٪۲۰	٪۲۵	٪۴۰	٪۱۰۰	۲,۷۰

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به مطالب عنوان‌شده گزینه چهارم در این شبیه‌سازی بهینه‌ترین حالت در شبیه‌سازی انجام شده است. در نمودارهای زیر مقایسه این گزینه با سایر گزینه‌ها ملاحظه می‌گردد.



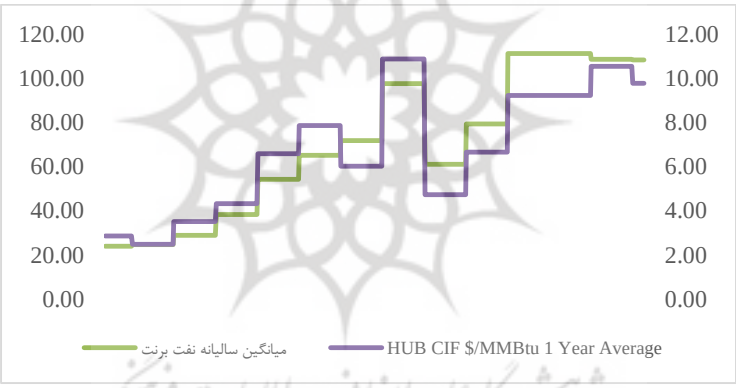
نمودار ۴: تابع چگالی احتمال (کوشی – لورنتز) فازبندی هزینه سرمایه‌گذاری بر اساس شبیه‌سازی تصادفی

منبع: یافته‌های تحقیق

۶. مدل شبیه‌سازی پویا[۱]

یکی از گام‌های مهم در مدلسازی مدل‌های فرم کاهنده و از جمله مدل شوارتز– اسمیت دوعاملی، کالیبره کردن مدل است. کالیبره کردن عبارت است از فرایند تعیین مقادیر پارامترهای معادلات ایستا و پویای یک مدل به‌گونه‌ای که بتوان با استفاده از مدل کالیبره شده (اصطلاحاً مدل تصریح‌شده به شکل عددی) مقادیر متغیرهای درونزا را برای سری زمانی قیمت متوسط هاب گازی اروپا بازتولید کرد. در واقع، زمانی که پارامترهای معادلات مدل تعیین شد، از حل سیستم معادلات مدل، مقدار متغیرهای درونزای مدل به دست می‌آید که باید با مجموعه داده‌های سری زمانی قیمت متوسط هاب گازی اروپا سازگار باشد.

برای تعیین و کالیبراسیون پارامترهای مدل شوارتز - اسمیت با بررسی سطوح قیمتی در بازه‌های زمانی مختلف مشخص می‌شود که پارامتر دنباله یا عاملی مهم بوده و با آزمون این پارامتر با سری زمانی ماهانه واقعی مقدار آن در هر سطح و با استفاده از نرم‌افزار ونسیم تخمین زده می‌شود. در نمودار زیر این سطوح مشخص و دسته‌بندی شده‌اند.



نمودار ۵: مقایسه سطح قیمت متوسط ۵ هاب گازی اروپا با قیمت نفت خام برنت

منبع: یافته‌های تحقیق

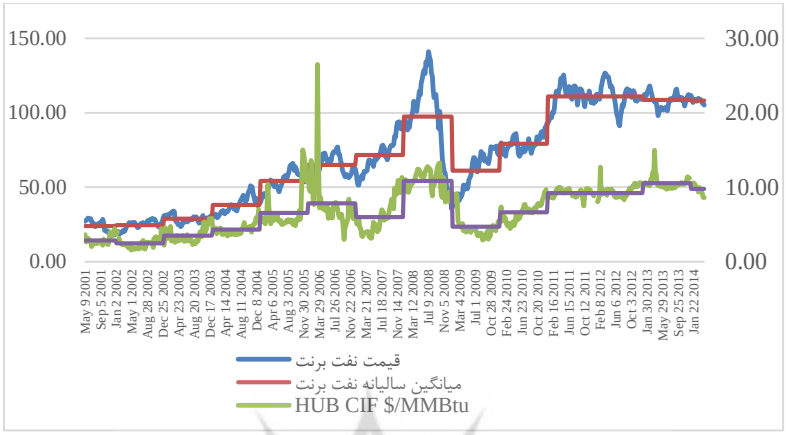
Source EU: Energy Intelligence - World Gas IntelligenceEnergy Intelligence (WGI) May 2000- May 2014, ICE (time Series) &HIS & EIA Brent Spot Price

همان‌طور که در نمودار زیر ملاحظه می‌شود طبقه‌بندی سطوح مختلف قیمتی با میانگین سالیانه نیز در نظر گرفته شده است و جهش‌های مورد ملاحظه در نمودار زیر ناشی از عوامل فصلی و عرضه (منبع عرضه‌کننده و ذخیره‌سازی) و تقاضای تصادفی ناشی می‌شود که در مدل شوارتز- اسمیت با پارامتر

۱. بخش عمده‌ای از ایده شبیه‌سازی انجام‌شده بر اساس مستر کلاس شبیه‌سازی قیمت انرژی در بوت کمپ ایتالیا صورت گرفته که نویسنده مسئول در آن دوره شرکت داشته است.

http://de.slideshare.net/EQuanT/brochure2014-35439333

که نشانگر انحراف معیار استاندارد جزء تصادفی در کوتاه‌مدت یا همان شوک کوتاه‌مدت قیمت است نشان داده می‌شود.

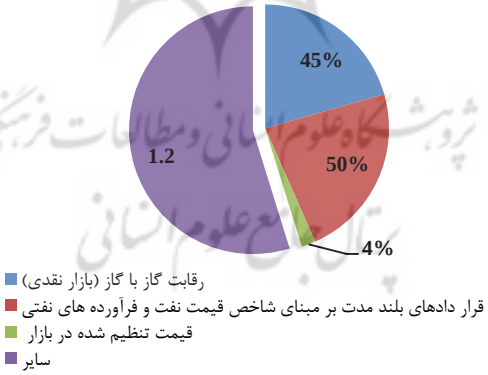


نمودار ۶: مقایسه سطح قیمت متوسط ۶ هاب گازی اروپا با قیمت نفت خام برنت

منبع: یافته‌های تحقیق

Source EU: Energy Intelligence - World Gas IntelligenceEnergy Intelligence (WGI) May 2000- May 2014, ICE (time Series) &HIS & EIA Brent Spot Price

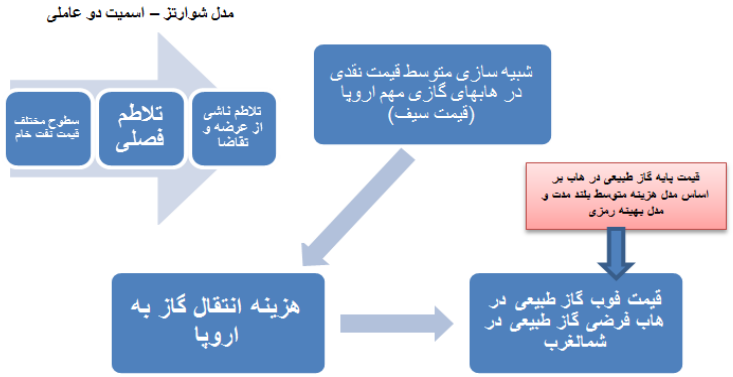
با بررسی روش‌های قیمت‌گذاری گاز در بازار اروپا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سهم هاب‌های گاز و به عبارتی تجارت نقدی گاز طبیعی در حال افزایش می‌باشد در نمودار زیر این سهم در سال ۲۰۱۳ نمایش داده شده است.



نمودار ۷: انواع روش قیمت‌گذاری گاز طبیعی در اروپا

Source: IGU 2013

مکانیسم ساده مدل طراحی‌شده به‌صورت زیر است.



شکل ۲: مکانیسم شبیه‌سازی قیمت فوب هاب گاز طبیعی ایران بر اساس مدل شوارتز – اسمیت

منبع: یافته‌های تحقیق

تنظیم پارامترهای مدل شوارتز - اسمیت در بازار نقدی گاز طبیعی دارای اهمیت زیادی است چون بدین‌وسیله می‌توان با ایجاد اعداد تصادفی موردنظر دامنه‌های محتمل برای قیمت نقدی در بازار گاز اروپا را شبیه‌سازی کرد. فلدمارک و گیرمشتاد[1] (۲۰۱۳) در رابطه با به‌کارگیری مدل شوارتز اسمیت در بازار آمریکا و بالأخص برای شاخص آتی‌های هنر هاب چنین کاری را انجام داده‌اند. یکی از نکات حائز اهمیت این تحقیق تعیین دامنه مجاز برای عوامل مدل شوارتز - اسمیت است که در جدول زیر خلاصه‌شده است.

جدول ۴: دامنه پارامترهای اصلی مدل شوارتز – اسمیت برای مقادیر تصادفی اولیه (فلد مارک –گیرمشتاد) با استفاده از کالیبراسیون کالمن- فیلتر

پارامتر	دامنه تغییرات
κ	صفر تا ۴
σ_χ	صفر تا ۱
λ_χ	۱ تا ۱-
μ_ξ	۱ تا ۱-
σ_ξ	صفر تا ۱
μ_ξ^*	۱ تا ۱-
$\rho_{\chi\xi}$	۱ تا ۱-

با توجه به جدول بالا و کالیبراسیون صورت گرفته در مدل شبیه‌سازی قیمت در این رساله که در جدول زیر ملاحظه می‌گردد تمام عوامل کالیبره شده در دامنه مذکور قرار دارد. در مطالعه مذکور نگارنگان با استفاده از برنامه‌نویسی در نرم‌افزار متلب و روش کالمن فیلتر مقادیر بهینه در بازار نقدی

1. B. Fladmark, G.B. Grimstad

گاز طبیعی آمریکا را استخراج شده است ولی در این تحقیق با بهره‌گیری از نرم‌افزار ونسیم این کار صورت گرفته است.

در جدول زیر پارامترهای مدل شوارتز اسمیت که در فرایند شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است خلاصه‌شده است.

جدول ۵: توضیحات پارامترهای مدل شوارتز – اسمیت و مقادیر کالیبره شده مورد استفاده در فرایند شبیه‌سازی قیمت سیف متوسط هاب گازی اروپا در مدل پویای شبیه‌سازی قیمت و نسیم (هفتگی)

پارامترها			مقادیر کالیبره شده بر اساس بازه قیمت نفت خام (دلار/بشکه)		
			۳۵-۵۵	۵۵-۷۵	۷۵-۱۰۰
ξ_t	کسی	متغیر تعادل قیمتی بلندمدت است زمانی که اثر کوتاه‌مدت در حال کاهش است.	بر اساس فرمول معرفی‌شده به دست می‌آید.		
κ	کای	ضریب بازگشت به میانگین و نشانگر این است که با چه سرعتی انحراف کوتاه‌مدت قیمت به زوال می‌رسد.	۰,۲	۰,۲	۰,۲
χ_t	چی	متغیر کوتاه‌مدت و نشانگر انحراف یا شوک کوتاه‌مدت است برای قیمت در متوسط هاب گاز اروپا	بر اساس فرمول معرفی‌شده به دست می‌آید.		
λ_χ	لامبدا	مازاد ریسک کوتاه‌مدت، که نشانگر کاهش ارزش آتی انحراف قیمت است. با فرض فرآیند ریسک خنثی یا صفر.	۰	۰	۰
μ_ξ^*	مو کسی ستاره‌دار	ریسک خنثی یا صفر برای نرخ رشد انتظاری بلندمدت. در این حالت بازار تحت تأثیر بازیگران ریسک‌گریز است و پارامتر دنباله برای به دست آوردن انحراف قیمت نقدی از آتی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.	۰	۰	۰
μ_ξ	مو کسی	پارامتر دنباله برای توسعه حقیقی در بلندمدت که برای سطوح متفاوت قیمت متوسط گاز طبیعی سیف در بازار اروپا کالیبره شده و برای بازه‌های مختلف متفاوت است و با افزایش قیمت نفت خام رابطه مستقیم دارد.	۰,۰۰۵	۰,۰۱	۰,۰۲
σ_χ	ایپسیلون چی	انحراف معیار استاندارد جزء تصادفی در کوتاه‌مدت یا همان شوک کوتاه‌مدت قیمت است که می‌تواند مانند κ نشانگر سه اثر متفاوت می‌باشد. ۱- فصلی بودن ۲- عرضه تصادفی ۳- تقاضای تصادفی ناشی از عوامل غیر فصلی	۰,۱۵-۰,۳۵	۰,۱۵-۰,۳۵	۰,۱۵-۰,۳۵
σ_ξ	ایپسیلون کسی	انحراف معیار استاندارد جزء تصادفی برای توسعه بلندمدت	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱
$\rho_{\chi\xi}$	رو چی و کسی	ضریب همبستگی بین اجزاء تصادفی بلندمدت و کوتاه‌مدت	۰,۳	۰,۳	۰,۳

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به الگوریتم روش‌شناسی مدل شبیه‌سازی پویا گزینه‌های شبیه‌سازی بر همین منوال دنبال خواهد شد.

پس از تخمین پارامترها ثابت در جدول بالا و با توجه به دیاگرام زیر مدل طراحی‌شده در ونسیم ملاحظه می‌گردد که در این قسمت مکانیسم سایر اجزای مدل بررسی می‌شود.

- قیمت تعادلی اولیه بر اساس سناریوی بیشینه برای هزینه نهائی در فصل قبل ۴۰ دلار به ازای هر هزار مترمکعب در نظر گرفته‌شده است که قابل تغییر است.
- زمان شبیه‌سازی ۵۲ هفته در نظر گرفته شده است که آغاز آن از صفر و تا ۲۲۵ تقسیم‌بندی شده است.
- پله‌های زمانی[1] برای شبیه‌سازی ۰,۱۲۵ می‌باشد.
- توزیع ایجاد اعداد تصادفی نرمال استاندار می‌باشد دارای میانگین صفر و واریانس ۱ بوده و بر همین اساس اعداد شبه تصادفی تولید می‌شوند.
- دامنه تلاطم بر اساس انحراف بیشینه و کمینه از میانگین در سری زمانی مورد مطالعه برای متوسط قیمت هاب‌های اروپا ۱۷۵- الی ۲۱۲+ دلار به ازای هر هزار مترمکعب می‌باشد.

در این قسمت جزییات مدل شبیه‌سازی‌شده در ونسیم را بررسی خواهیم کرد.

در این مدل قیمت تعادلی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:[2]

$$\xi_t = d\xi_t/(\frac{\Delta t}{t})$$
$$d\xi_t = (\mu_\xi - \lambda_\xi)d_t + \sigma_\xi d_{z\xi,t} \quad (۱۴)$$

سپس تغییرات تصادفی قیمت تعادلی را با توجه به فرمول زیر و بسط که همان تغییرات بلندمدت قیمت است در فرمول بالا به‌صورت زیر می‌نویسیم:

$$d\xi_t = \sigma_\xi d_{z\xi,t} + (\mu_\xi - \lambda_\xi)d_t \quad (۱۵)$$

در فرمول بالا:

σ_ξ انحراف معیار استاندارد جزء تصادفی برای توسعه بلندمدت

$d_{z\xi,t}$ متوسط قیمت نقدی هاب‌های شاخص اروپا به‌صورت سیف

d_t تغییرات زمان پارامتر دنباله برای توسعه حقیقی در بلندمدت که برای سطوح متفاوت قیمت متوسط گاز طبیعی سیف در بازار اروپا

μ_ξ تغییرات اولیه قیمت که معمولاً صفر در نظر گرفته می‌شود.

λ_ξ تغییرات کوتاه‌مدت قیمت یا d_{χ_t} که همان شوک کوتاه قیمت گاز طبیعی است در نرم‌افزار ونسیم از طریق فرمول زیر محاسبه شده است:

$$d\chi_t = -(\kappa\chi_t - \lambda_\chi)d_t + \sigma_\chi d_{z\chi,t} \quad (۱۶)$$

1. Time Step
2. Erik Pruyt

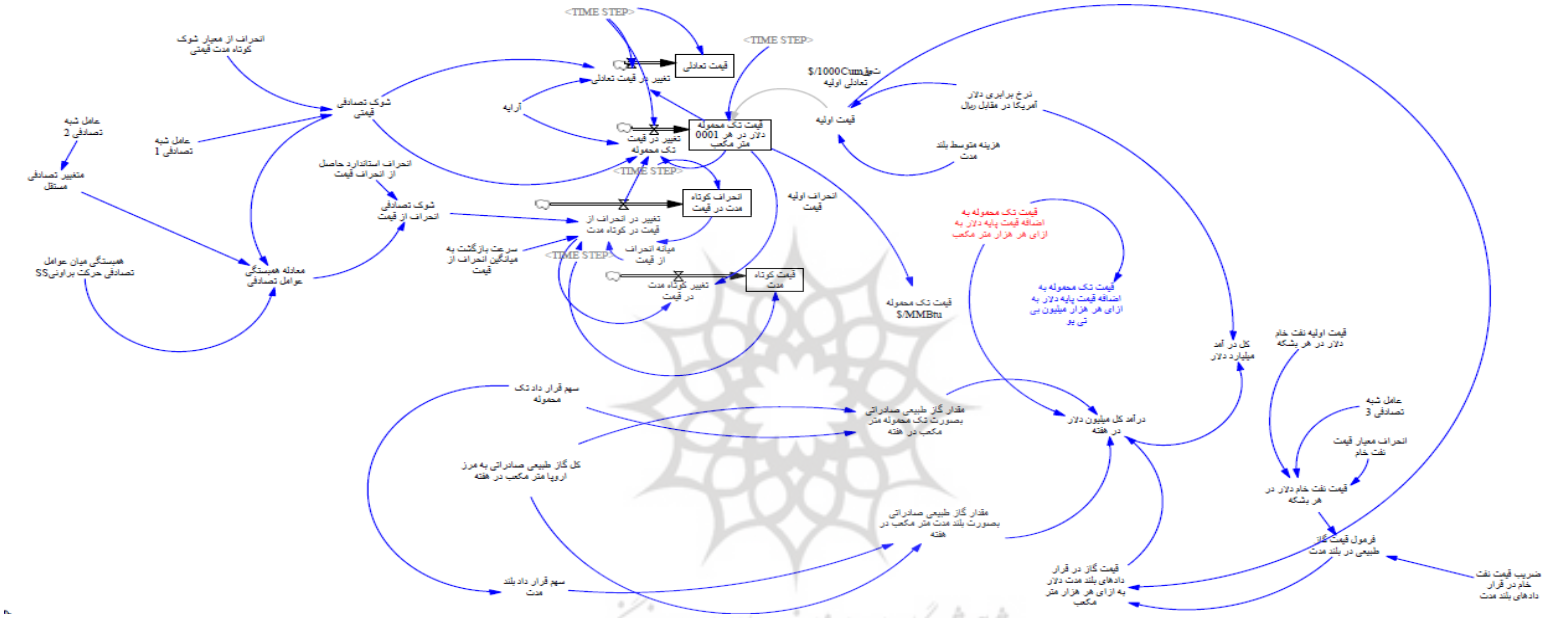
همان‌طور که قبلاً گفته شد σ_χانحراف معیار استاندارد جزء تصادفی در کوتاه‌مدت یا همان شوک کوتاه‌مدت قیمت است و نشانگر اثرات فصلی و اثرات تصادفی عرضه و تقاضای گاز طبیعی در بازار اروپاست.

λ_ξ و λ_χ نیز نشان‌دهنده ریسک سرمایه‌گذاری بر اساس نرخ بهره هزینه می‌باشند که در هر دو مورد صفر و یا نزدیک صفر در نظر گرفته شده است.

۶. یافته‌های مطالعه

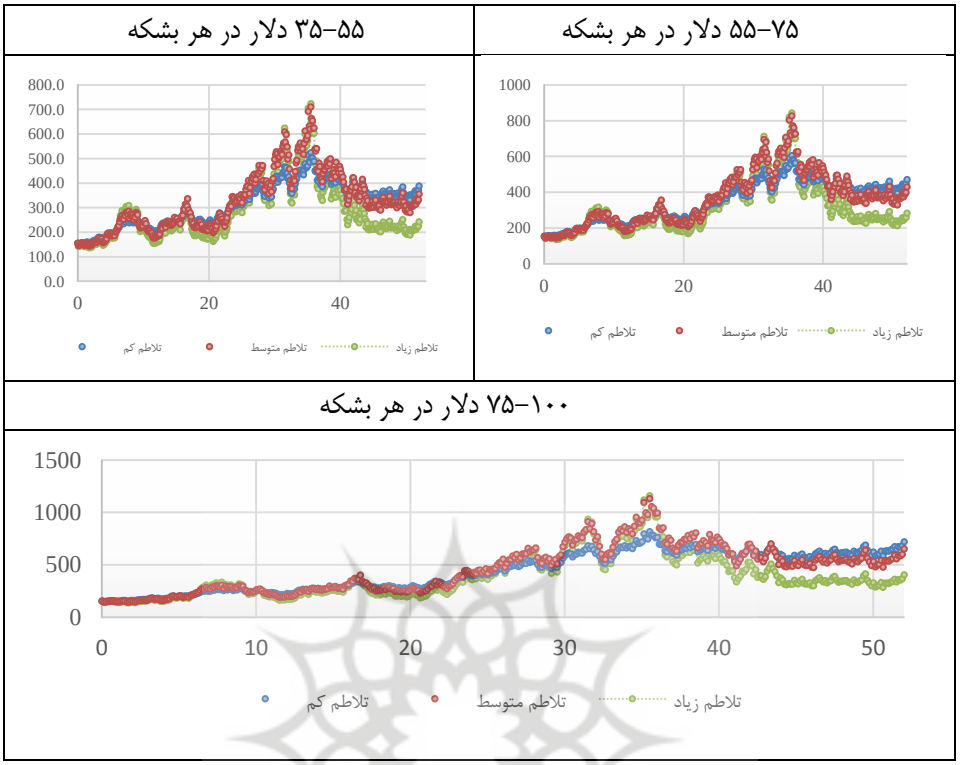
مبنای قیمت هزینه نهایی بلندمدت می‌باشد که در سناریوی بیشینه در حدود ۳۲ دلار به ازای هر ۱۰۰۰ مترمکعب (۹۹۲ ریال به ازای هر مترمکعب با احتساب هر دلار آمریکا ۳۱۰۰۰ ریال) محاسبه‌شده است خلاصه شبیه‌سازی قیمت نقدی گاز اروپا (سیف) بر اساس مدل شوارتز– اسمیت در نمودارهای زیر با دامنه قیمت پیش‌فرض ۳۵ الی ۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه نفت خام ملاحظه می‌گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳: ساختار عمومی مدل پویا بر اساس مدل شوارتز – اسمیت

منبع: یافته‌های تحقیق

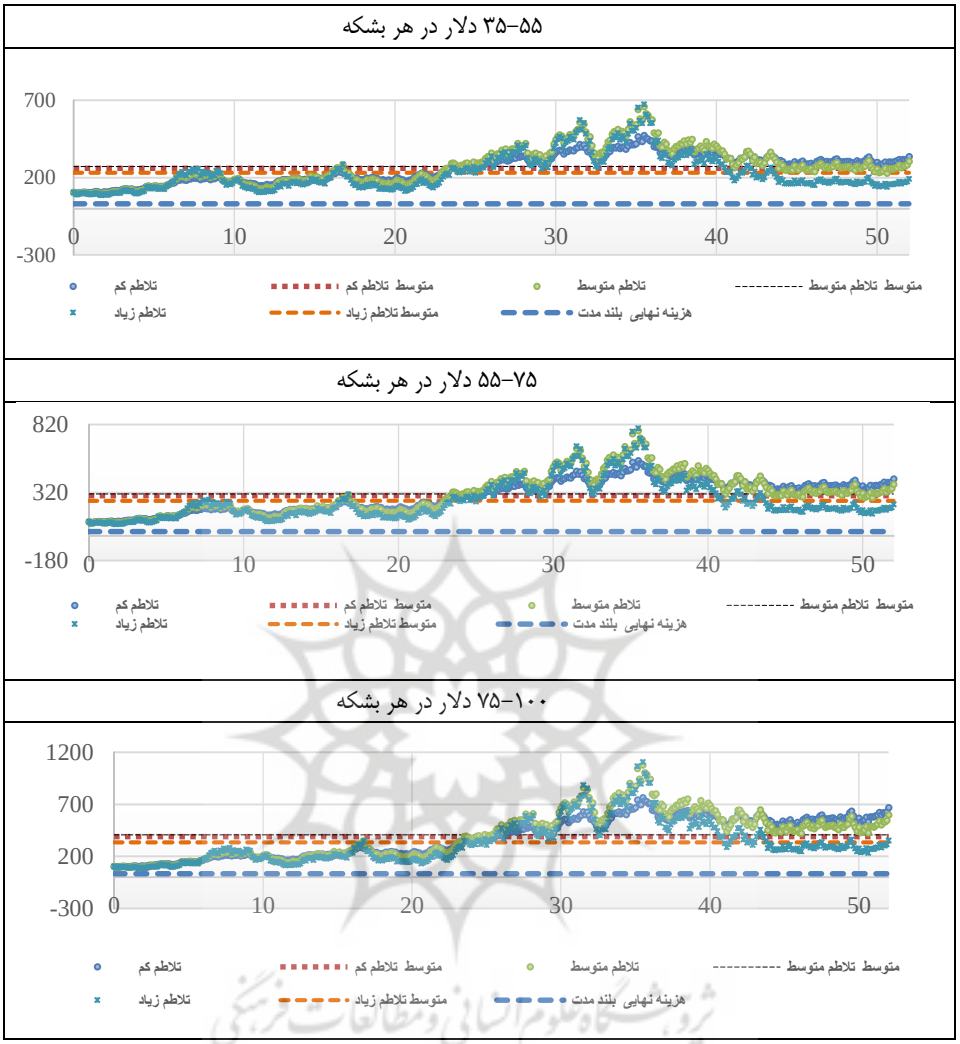


نمودار ۸: شبیه‌سازی متوسط قیمت نقدی (سیف) گاز طبیعی در هاب اروپا با تلاطم مختلف (دلار به ازای هر ۱۰۰۰ مترمکعب)

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در شکل اصلی مدل شبیه‌سازی پویا نشان داده شد با کسر هزینه انتقال از قیمت متوسط نقدی گاز طبیعی (سیف) شبیه‌سازی‌شده در بازار اروپا بر اساس روش خالص بازگشتی قیمت نقدی فوب در هاب شمال‌غرب ایران به‌دست می‌آید.

پرتال جامع علوم انسانی



نمودار ۹: شبیه‌سازی متوسط قیمت نقدی گاز طبیعی در هاب ایران با تلاطم مختلف (دلار به ازای هر ۱۰۰۰ مترمکعب)

منبع: یافته‌های تحقیق

با مقایسه سطوح مختلف قیمت نقدی به‌صورت سیف در دامنه قیمت‌های مختلف نفت خام ۳۵ الی ۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه، مبنای قراردادهای نقدی یا کوتاه‌مدت به‌طور متوسط ۷۱٪ برابری قیمت نفت خام است که بر اساس بررسی سری زمانی ۱۰ ساله صادرات گاز روسیه به اروپا به‌دست‌آمده است.

همان‌طور که در نمودار زیر ملاحظه می‌شود به غیر از بحران اقتصادی مالی در سال ۲۰۰۸ که باعث جهش رو به بالای قیمت نفت خام و تأثیر غیرعادی بر روی ضریب برابری قدرت خرید نفت خام در مقابل گاز صادراتی روسیه شده. در بیشتر اوقات نوسان متوسط این ضریب بین ۶۰٪ الی ۸۰٪

می‌باشد و متوسط ۱۰ سال همان‌طور که اشاره شد ۷۱٪ به‌دست‌آمده است بدین ترتیب فرمول قیمت‌گذاری در قرارداد بلندمدت گاز طبیعی روسیه به اروپا به‌صورت تقریبی زیر می‌باشد:

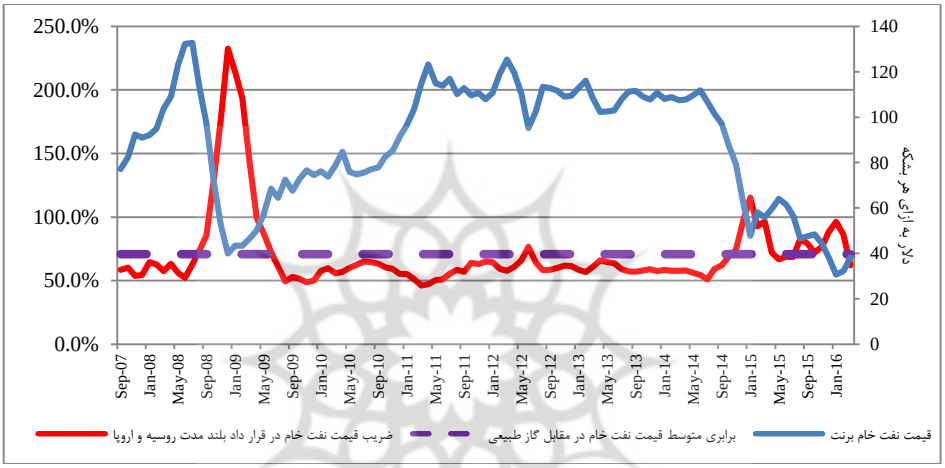
$$P_{Cif,export} = P_0 + 0.71 * P_{oil}$$

که:

$P_{Cif,export}$: قیمت صادراتی سیف گاز روسیه به مرز آلمان

P_0 : قیمت پایه که معمولاً برابر با هزینه متوسط بلندمدت است

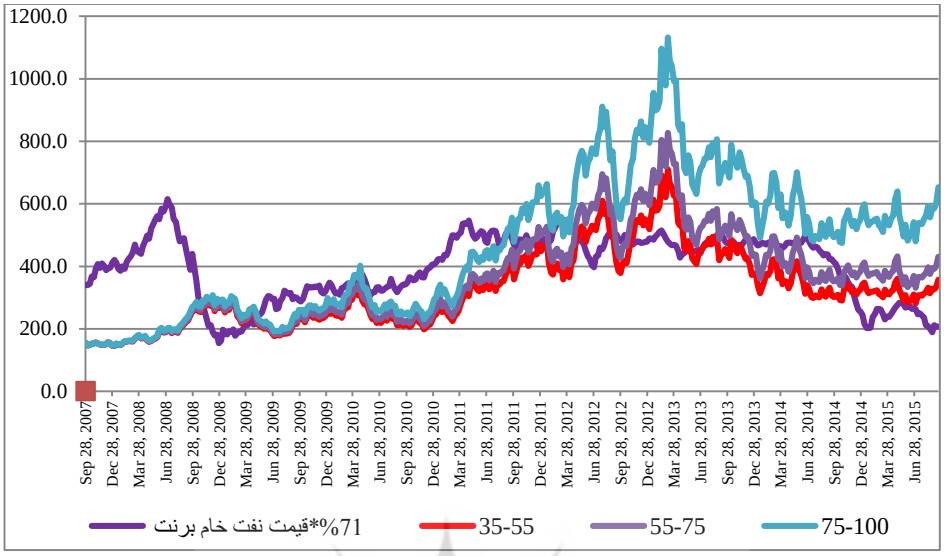
P_{oil} : قیمت روزانه نفت خام برنت



نمودار ۱۰: مقایسه ضریب برابری قدرت خرید نفت خام در قراردادهای بلندمدت بر اساس صادرات گاز روسیه به اروپا (دلار به ازای هر ۱۰۰۰ مترمکعب)

Source EU: Energy Intelligence - World Gas IntelligenceEnergy Intelligence (WGI) May 2000- May 2014, ICE (time Series) &HIS & EIA Brent Spot Price

به‌نظر می‌رسد که متوسط قیمت‌ها در قراردادهای کوتاه‌مدت و بلندمدت تفاوت چندانی ندارد و شرکت ملی گاز ایران با سرمایه‌گذاری و توسعه در هاب شمال‌غرب می‌تواند از ترانزیت گاز نیز منتفع شود.



نمودار ۱۱: مقایسه سطح قیمت در قراردادهای بلندمدت و کوتاه‌مدت گاز طبیعی
(دلار به ازای هر ۱۰۰۰ مترمکعب)

Source EU: Energy Intelligence - World Gas IntelligenceEnergy Intelligence (WGI) May 2000- May 2014, ICE (time Series) &HIS & EIA Brent Spot Price

۷. نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد ایران دارای زیرساخت‌های فنی لازم برای آزادسازی بازار گاز طبیعی است اما مهم‌ترین عامل برای توسعه زیرساخت‌های فنی توجه و تکمیل زیرساخت‌های حقوقی است. تشکیل سیستم نظارتی منسجم و تشکیل شرکت‌های فعال در زمینه بهینه‌سازی انرژی شامل قدم‌های زیربنایی تشکیل یک هاب است. ایالات‌متحده و بسیاری از کشورهای اروپای غربی طی سال‌های گذشته علاوه بر تمامی اقدامات زیربنایی که انجام داده‌اند، تحرکات گسترده و قدرتمند ضد انحصاری را نیز تجربه کرد که منجر شد رقبای انحصاری در این بازار شکسته شوند. به عبارتی حرکت به‌سوی خصوصی‌سازی و اجرای اصل ۴۴ تا حد زیادی می‌تواند آزادسازی بازار در ایران را تسریع کند. در همین حال تقویت زیرساخت‌های حقوقی و ایجاد یک دیدگاه جدید در این راستا می‌تواند مؤثر باشد. به‌طور عمومی در یک هاب سود اصلی را خرده‌فروشان کسب می‌کنند چرا که خرده‌فروش‌ها در هاب آربیتراژ می‌کنند و از این‌رو هاب را یک سیستم مبتنی بر بخش خصوصی می‌دانیم. در این سیستم فعالان متعدد همچون تولیدکنندگان، عرضه‌کنندگان، انتقال‌دهندگان، مصرف‌کنندگان و خرده‌فروش‌ها همگی ناگزیر از عضویت تحت قوانین هاب هستند.

کشورهایی که در پی آزادسازی در بازار گاز هستند باید توان و امکان تأمین تقاضای داخلی گاز را داشته باشند و درعین‌حال ضریب نفوذ گسترده گاز در میان مصرف‌کنندگان بالا باشد؛ در غیر این صورت ساختار بازار گاز داخلی این کشورها تحت تأثیر سیاست‌ها و ساختار بازار کشور صادرکننده خواهد بود.

بهترین دوره زمانی برای مقررات‌زدایی و آزادسازی در بازار گاز دوره‌هایی است که در بازار مازاد عرضه وجود داشته باشد. آزادسازی‌های موفق در بازار بین‌المللی گاز در زمان وجود مازاد عرضه در بازار بوده است. در همین حال توسعه بازارهای نقدی و آتی‌ها نقش قابل‌توجهی در آزادسازی در بازار گاز ایفاء کرده است. به‌عبارت‌دیگر اکثر کشورها مشکلاتی را با مکانیسم عقد قرارداد به‌صورت برداشت یا پرداخت[1] داشتند که پس از توسعه مکانیسم قیمت‌گذاری رقابتی قراردادهای بلندمدت مورد بازنگری قرار گرفت. در این زمینه صنعت گاز ایران نیاز به توسعه ساختاری دارد و می‌توان گفت که تقریباً هیچ نقطه روشنی در این زمینه وجود ندارد.

هر چه کشش قیمتی عرضه و تقاضا در کوتاه‌مدت بیشتر باشد، بازار پتانسیل بیشتری برای تبدیل‌شدن به یک بازار رقابتی داشته و در نتیجه آزادسازی در چنین بازارهایی آسان‌تر و سریع‌تر خواهد بود. کشش پایین عرضه و تقاضا به معنای ناتوانی عرضه‌کنندگان و تقاضاکنندگان در نشان دادن واکنش نسبت به نوسانات قیمتی است. از این‌رو آزادسازی در چنین بازاری چندان مؤثر نخواهد بود. عکس‌العمل سریع عرضه و تقاضا به علائم قیمتی و نوسانات بازار یکی از مؤلفه‌های اساسی بازار رقابتی است. باید به این نکته اشاره شود که توسعه هاب انعطاف‌پذیری شرکت ملی گاز ایران برای حرکت به سمت خصوصی‌سازی را افزایش می‌دهد و در همین حال باعث مزیت در صادرات گاز طبیعی به اروپا خواهد شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Take or Pay

منابع

جوان، افشین (۱۳۸۵). «بررسی تئوریک مدل‌های قیمت‌گذاری گاز طبیعی»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۸، ۳-۲۵.

منظور، داود و نیاکان، لیلی (۱۳۹۱). «مدیریت ریسک در صنعت نفت و گاز کشور؛ ضرورت‌ها و ابزارها»، نشریه انرژی ایران، ۱۵ (۱)، ۱۸-۱.

Bachelier, L. (1900). "Th'eorie de la sp'eculation. Annales Scientifiques de l'Ecole Normale Sup'erieure". (English Translation: In P. H. Cootner, editor, Random Character of Stock Market Prices), Massachusetts Institute of Technology: 17-78.

Benavides, D. L.; Duley, J. R and Johnson, B. E. (1999). "As Good as It Gets Optimal Fab Design and Deployment". IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, Vol. 12(3), 281-287.

Brit, D. and Rosellón, J. (2011); "Lumpy Investment in Regulated Natural Gas Pipelines: An Application of the Theory of the Second Best". Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Networks and Spatial Economics. Volume 11, Issue 3, 533-553.

Deoras, A. (2011). Energy Trading & Risk Management with MATLAB Webinar Case Study. https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/28056-energy-trading---risk-management-with-matlab-webinar-case-study.

Energy Intelligence - World Gas IntelligenceEnergy Intelligence (WGI) May 2000-May 2014.

Fladmark, B. and Grimstad, G. B. (2013). Seasonality in Natural Gas Price an empirical of Henry Hub Natural Gas Future Prices, Master thesis in Financial Economics and Economic Analysis-Norwegian School of Economics, 34.

Gibson, R. and Schwartz, E.S. (1990). "Stochastic convenience yield and the pricing of oil contingent claims". The Journal of Finance, 45, 959-976.

Heidari, H.; Katircioglu, S. T. and Saeidpour, L. (2013); "Natural gas consumption and economic growth: Areweready to natural gas price liberalization in Iran?", Energy Policy. 63, 638-645.

IHS Contry Risk Analzsis. (1998 Q1- 2014 Q4). IHS CERA.UK. Data bank.

Mirantes, A. G.; Población, J. and Serna, G. (2012). "The Stochastic Seasonal Behaviour of Natural Gas Prices". European Financial Management. Vol. 18(3), 410-443.

Nick, S. and Thoenes, S. (2013). What Drives Natural Gas Prices? A Structural VAR Approach. EWI Working Paper, Energiewirtschaftliches Institut an der Universitaet zu Koeln (EWI).

Pindyck, R. S. (2004). "Volatility and Commodity Price Dynamics". The Journal of Futures Markets, Vol. 24, No. 11, 1029-1047.

Petrovich, B. (2013). European gas hubs: how strong is price correlation?' The Oxford Institute for Energy Studies. NG 79.

Pruyt, E. (2013). Small System Dynamics Models for Big Issues: Triple Jump towards Real-World Complexity. TU Delft Library, Delft, the Netherlands Vensim Ventana Simualation Environment.

Ramezani, A. (2015). Iranian Gas Industry (Potentials & Opportunities).European Autumn Gas Conference 17-19 November 2015 Geneva, Switzerland, Slide 12-15.

Stern, J. (2012). The Pricing of Internationaly Traded Gas. The Oxford Institute for energy studies, 150-200.

Shale gas and EU energy security.December 2014.European Parlemrnt

European Energy Security Strategy.Wednesday, 28 May, 2014 Latest communications.

Schwartz, E. S. and Smith, J. E. (2000). „Short-term variations and long-term dynamics in commodity prices". Management Science, 46(7), 893-911.

True, W. R. (1985-2000). U.S. pipeline mileage up a bit. Oil and Gas Journal.

User's Guide Version 5 Copyright © 1998-2007 Ventana Systems,

Villaplana, P. (2004). Valuation of Electricity Forward Contracts: The Role of Demand and Capacity, Spanish National Energy Comission, Energy Derivatives Market Division. Working paper, 2-37

Vassbo, F. (2012). A stochastic Model for Correlated Commodity Prices.Master's Thesis .Faculty of Science and Technology. University of Stavanger, Norway. 22-40.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی