Archive of SID

فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال چهارم/ شماره ۱۰/ بهار ۱۳۹۷/ صفحات ۹۷-۶۷

طراحی مدل عامل‌بنیان برای تعیین استراتژی ایران در تجارت بین‌المللی گاز

کامران نیکی اسکویی
دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه تبریز
(نویسنده مسئول)
kamioskoui@gmail.com

داود بهبودی
استاد اقتصاد، دانشگاه تبریز
dbehbudi@tabrizu.ac.ir

حسین اصغرپور
دانشیار اقتصاد، دانشگاه تبریز
asgharpurh@gmail.com

هدف مقاله حاضر، تعیین استراتژی بهینه ایران در صادرات گاز طبیعی با استفاده از رویکرد مدل‌سازی عامل‌بنیان (ABM) می‌باشد. بدین منظور، با مد نظر قرار دادن ۱۰ کشور مورد هدف ایران برای صادرات گاز و ۷ کشور عمده رقیب عرضه‌کننده گاز در این بازارها و با استفاده از سه عامل تصمیم‌گیری شامل قیمت، زیرساخت و ریسک، به شبیه‌سازی نحوه عملکرد و رفتار کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده گاز پرداخته شده است. بر همین اساس، نحوه تعامل و سازوکار انتخاب کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده در قالب یک چارچوب مفهومی طراحی و در محیط نرم افزار Anylogic پیاده‌سازی شده و نهایتا میزان صادرات و واردات گاز میان این کشورها برای یک بازه ۹ ساله (شامل سه دوره ۳ ساله) استخراج شده است. یافته‌های تجربی دلالت بر این دارد که در دوره سه ساله اول، اولویت‌های صادراتی ایران به ترتیب به کشورهای ترکیه، عراق و ارمنستان می‌باشد. در دوره سه ساله دوم، در صورت تکمیل شدن بخش پاکستانی خط لوله ایران-پاکستان و احداث خط لوله ایران- عمان، ایران می‌تواند به صورت قابل‌توجهی صادرات گاز خود به این دو کشور گسترش دهد و در دوره سه ساله سوم می‌بایست علاوه بر کشورهای ترکیه، عراق، پاکستان و عمان به گسترش صادرات خود به گرجستان از طریق خط لوله و به هند و چین از طریق LNG بپردازد.

واژه‌های کلیدی: گاز طبیعی، صادرات گاز ایران، مدل‌سازی عامل بنیان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

گاز طبیعی یکی از مهم‌ترین منابع عرضه انرژی جهان محسوب می‌شود که در سال ۲۰۱۶ حدود ۲۲ در صد ترکیب انرژی جهان را به خود اختصاص داده است. این منبع انرژی به صورت گسترده برای مصارف مختلف از جمله تولید برق، صنایع پترو شیمی، گرمایش، حمل و نقل و صنایع فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (IEA, 2016). همچنین گاز طبیعی یک کالای استراتژیک بوده و دارندگان منابع گازی می‌توانند از آن برای تاثیرگذاری بر معادلات جهانی به نفع خود عمل نمایند (ترکان، ۱۳۹۱). طی دهه‌های اخیر نیز این حامل انرژی از سوختی بومی که در بازارهای محدود منطقه‌ای مصرف می‌شد، به یک منبع مهم در تجارت بین‌المللی انرژی تبدیل شده است. تجارت بین‌المللی گاز طبیعی نیز طی سال‌های گذشته رشد چشم‌گیری داشته است به طوری که حجم تجارت آن از ۵۳۶ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۰۰ به ۱۰۴۲/۴ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است. (BP, 2016)

ایران با در اختیار داشتن ۳۴ تریلیون مترمکعب ذخایر اثبات‌شده گاز طبیعی به عنوان یکی از بزرگترین دارندگان ذخایر گازطبیعی جهان به شمار می‌آید و از ظرفیت بسیار بالایی برای تولید و صادرات گاز طبیعی برخوردار است. ایران همچنین سومین تولیدکننده و مصرف‌کننده بزرگ گاز جهان است که حدود ۵/۴ درصد تولید و مصرف گاز جهان را به خود اختصاص داده و ۱۹۲/۵ میلیارد مترمکعب گاز در سال ۲۰۱۵تولید کرده که حدود ۱۹۱/۲ میلیارد مترمکعب از گاز تولیدشده در داخل کشور به مصرف رسیده است. (BP, 2016)

وضعیت ایران در تجارت بین‌المللی گاز به گونه‌ای دیگر است. به‌رغم داشتن ۱۸/۲ درصد ذخایر گاز طبیعی جهان، سهم ایران از تجارت بین‌المللی گاز کمتر از یک درصد می‌باشد و نکته قابل‌توجه این است که از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۲ میزان مصرف داخلی گاز نسبت به تولید آن فزونی داشته و میزان صادرات گاز کمتر از میزان واردات آن بوده است. اما از سال ۲۰۱۳ تراز صادرات گاز ایران مثبت

www.SID.ir

Archive of SID

شـــده اســـت و طی ســـال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ به‌ترتیب حدود ۴/۴ و ۰/۹ میلیارد مترمکعب گاز صادرکرده است(BP, 2016). مقایسه سهم ذخایر ایران در جهان با سهم ایران در تجارت بین‌المللی گاز طبیعی حاکی از آن است که ایران تاکنون نتوانسته از ظرفیت‌های صادراتی خود در حد مطلوبی بهره‌مند گردد (Jalilvand, 2013). تجارت گاز طبیعی برای ایران از اهمیت بالایی برخوردار است و بی‌تردید، همانگونه که نفت در صـــد ســـال گذشـــته نقش‌آفرینی نموده اســـت، می‌توان گفت این نقش‌آفرینی برای صد سال آینده برای گاز نیز خواهد بود (صادقی شاهدانی و همکاران، ۱۳۹۵). لذا با توجه به افزایش چشـــم‌گیر تقاضـــای منطقه‌ای و جهانی گاز طی ســـال‌های گذشـــته و انتظار تداوم افزایش تقاضای گاز در سال‌های آتی، لازم است با اتخاذ یک استراتژی مناسب، زمینه ورود ایران به بازار بین‌المللی گاز فراهم گردد تا بتواند به جایگاه حقیقی خود در این بازار دست پیدا نماید.

برای تدوین یک ا ستراتژی کلان برای صادرات گاز، لازم ا ست با مد نظر قرار دادن چ شم‌انداز عرضـــه و تقاضـــا، بازارهای هدف برای صـــادرات گاز را شـــناســـایی کرد و همچنین اســـتراتژی‌های کشـــورهای واردکننده و کشـــورهای عرضـــه‌کننده رقیب را مورد بررســـی قرار داد تا بتوان بازارهای بالقوه برای صـــادرات گاز را اولویت‌بندی نمود. بر اســـاس ادبیات اقتصـــاد انرژی، عوامل تعیین‌کننده عر ضه و تقا ضا گاز دارای ماهیتی پویا هستند و میزان تاثیرگذاری این عوامل به مو ضوعاتی همچون ساختار بازارهای گاز، تحولات مربوط به قیمت‌گذاری گاز، رشد تقاضا، توزیع ریسک‌های سیاسی و اقتصادی بین شرکا در پروژه‌ها و مسائل ژئوپلتیکی و زیست‌محیطی بستگی دارد که می بایست در تعیین استراتژی صادرات گاز مد نظر قرار گیرد.

با عنایت به آنچه بیان شد، استراتژی بهینه ایران در صادرات گاز مهم‌ترین سؤال اساسی قابل‌طرح در این مقاله است. برای پاسخ به این سؤال در مطالعه حاضر سعی شده است به منظور تعیین استراتژی بهینه ایران در صادرات گاز از رویکرد مدل سازی عامل‌بنیان(ABM) [1] ا ستفاده گردد. در این را ستا،

1.Agent Based Modeling

www.SID.ir

Archive of SID

با مد نظر قرار دادن ده کشور مورد هدف ایران برای صادرات گاز شامل ترکیه، پاکستان، کویت، ارمنستان، عراق، امارات، ارمنستان، عمان، چین و هند و هفت کشور عمده عرضه‌کننده رقیب در این بازارها شامل ایران، روسیه، قطر، ترکمنستان، جمهوری آذربایجان، استرالیا و آمریکا، به شبیه‌سازی نحوه عملکرد و رفتار کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده با استفاده از سه عامل تصمیم‌گیری شامل قیمت، زیرساخت و ریسک پرداخته شده است. بر همین اساس، یک مدل مفهومی برای سازوکار انتخاب کشورهای عرضه‌کننده و واردکننده طراحی شده و در محیط نرم‌افزار Anylogic کدنویسی و پیاده‌سازی شده و نهایتا میزان صادرات و واردات گاز میان این کشورها برای یک دوره ۹ ساله شامل سه دوره سه ساله استخراج شده است. برای این منظور، ادامه مقاله به این شرح سازماندهی شده است: در قسمت دوم مقاله مروری بر ادبیات تجربی در خصوص موضوع تحقیق و کاربرد مدل‌سازی عامل‌بنیان در شبیه‌سازی بازارهای انرژی صورت گرفته است؛ قسمت سوم به بررسی ادبیات نظری و عوامل تاثیرگذار در تجارت بین‌المللی گاز می‌پردازد؛ در قسمت چهارم، ساختار بازار بین‌المللی و پیچیدگی‌های آن به‌اختصار توضیح داده شده است؛ قسمت پنجم به طراحی مدل عامل‌بنیان برای تعیین استراتژی ایران در صادرات گاز اختصاص یافته و نهایتا نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها در قسمت ششم آورده شده است.

۲. مروری بر ادبیات تحقیق

طی سال‌های گذشته، مطالعات داخلی مختلفی در خصوص تعیین استراتژی ایران برای ورود به بازار بین‌المللی گاز با استفاده از رویکردهای مختلف شامل مدل‌های تحلیلی، مدل‌های آماری و اقتصادسنجی، مدل‌های چانه‌زنی و نظریه بازی‌ها انجام شده است. رحیمی(۱۳۸۵) در مطالعه‌ای تحت عنوان اولویت سنجی بازارهای صادراتی گاز طبیعی ایران، به تجزیه و تحلیل بازارهای صادراتی گاز ایران با استفاده از یک مدل بهینه سازی جریان انرژی پرداخته است. شهریار و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی مدل چانه‌زنی در صادرات گاز طبیعی ایران به اروپای غربی با استفاده از

www.SID.ir

Archive of SID

مدل تصحیح خطای برداری(VECM) به بررسی رقابت ایران و روسیه بر سر صادرات گاز به اروپا در قالب یک مدل چانه‌زنی پرداخته و کرانه‌های بالا و پایین قیمت گاز صادرات ایران را پیش‌بینی کرده‌اند. خلیلی عراقی و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی اقتصادی تولید گاز طبیعی مایع شده (LNG) برای ایران، با استفاده از روش تحلیل هزینه– فایده و با استفاده از نرم‌افزار اکسل به ارزیابی اقتصادی پروژه‌های LNG ایران پرداخته‌اند. ارشدی و تیموری(۱۳۸۹) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی تحلیلی وضعیت صادرات گاز طبیعی، LNG و واردات گاز طبیعی در ایران و سایر کشورهای جهان، به بررسی نقش ایران در تامین تقاضای بین‌المللی گاز طبیعی و شناسایی بازارهای بالقوه برای گاز ایران و همچنین استفاده از فناوری GTL برای صادرات و واردات گاز طبیعی در ایران پرداخته‌اند. ترکان(۱۳۹۱) در مطالعه‌ای تحت عنوان نقش گاز طبیعی در امنیت ملی ایران، روسیه و قطر؛ مطالعه تطبیقی، با استفاده از یک تحلیل SWOT به بررسی وضعیت موجود و چشم‌انداز صنعت گاز شامل میزان ذخایر، تولید و مصرف گاز طبیعی ایران و مقایسه آن با کشورهای عمده تولیدکننده و صادرکننده گاز طبیعی یعنی روسیه و قطر پرداخته است. اسعدی(۱۳۹۳) در مطالعه‌ای با عنوان صادرات گاز ایران به اروپا، با بررسی وضعیت مصرف گاز طبیعی و برنامه‌های صادرات گاز ایران به دنبال یافتن تمهیداتی برای حداکثر کردن منافع ملی حاصل از صادرات گاز بود.

هر چند در این مطالعات سعی شده است با استفاده از رویکردهای مختلف، استراتژی‌های مناسبی جهت افزایش صادرات گاز طبیعی ارائه شود، لیکن در هیچیک از این مطالعات، تاثیر عوامل مهم و تعیین‌کننده مانند ساختار بازار بین‌المللی گاز طبیعی، نقش قراردادهای بلندمدت و روش‌های قیمت‌گذاری گاز، توزیع ریسک‌های سیاسی و اقتصادی بین شرکا در پروژه‌ها و مسائل ژئوپلتیکی به صورت یکپارچه مد نظر قرار نگرفته است. وجه تمایز مطالعه حاضر نسبت به مطالعات قبلی این است که در تحقیق حاضر به منظور تعیین استراتژی بهینه ایران در تجارت بین‌المللی گاز از رویکرد

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌سازی عامل‌بنیان استفاده شده است. مدل‌سازی عامل‌بنیان، به واسطه شبیه‌سازی رفتار کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده و همچنین مدنظر قراردادن پیچیدگی‌های خاص بازار بین‌المللی گاز که ناشی از ریسک سرمایه‌گذاری، زیرساخت‌های انتقال و همچنین سازوکارهای قیمت‌گذاری مربوط به این حامل انرژی است، تصویر واقع‌بینانه‌تری از شرایط بازار و نحوه تعامل بازیگران ارائه می‌دهد. در این مطالعه، به شبیه‌سازی نحوه عملکرد و رفتار کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده با استفاده از سه عامل تصمیم‌گیری شامل قیمت، زیرساخت و ریسک پرداخته شده و بر همین اساس، یک مدل مفهومی برای سازوکار انتخاب کشورهای عرضه‌کننده و واردکننده طراحی شده است. این مدل مفهومی در محیط نرم افزار Anylogic کدنویسی و پیاده‌سازی شده و نهایتا میزان صادرات و واردات گاز میان این کشورها. ویژگی منحصربفرد مدل ساخته‌شده آن است که ساختار مدل نسبت به داده‌ها حساس نیست و این مدل می‌تواند برای کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گیرد، بدین معنی که با انتخاب کشورهای مختلف و وارد کردن داده‌های مربوط به متغیرهای مدل، نتایج مدل را که در حقیقت شبیه سازی تجارت گاز میان کشورهای منتخب می‌باشد، استخراج نمود و حتی می‌توان با تغییر داده‌های کلیدی، برای نتایج بدست‌آمده تحلیل حساسیت انجام داد.

در سال‌های اخیر، استفاده از مدل سازی عامل‌بنیان برای شبیه سازی رفتار بازیگران در بازارهای انرژی و تعیین استراتژی‌های بازاریابی مورد توجه بسیاری از محققان در زمینه اقتصاد انرژی قرار گرفته است. اگلی (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای تحت عنوان تحلیل رفتار استراتژیک در بازارهای برق و گاز با استفاده از مدل‌سازی عامل‌بنیان، با تاکید بر نقش نیروگاه‌های گازسوز در جبران کمبود عرضه انرژی الکتریسیته و افزایش ظرفیت نیروگاه‌های گازی، به پیوند میان دو بازار گاز و برق در اروپا و نحوه تعامل این دو بازار پرداخته است. چاپین و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان تحول در بازارهای LNG، با شناسایی چهار عامل مهم تاثیرگذار در تحولات بازار LNG با استفاده از یک مدل ترکیبی

www.SID.ir

Archive of SID

که از تلفیق مدل سازی عامل‌بنیان و مدل سازی بر ا ساس معادلات[1] ساخته شده بود، به شبیه سازی تحولات بازارهای LNG پرداختند(Chappin, Praet and Dijkema, 2010). فان‌دام و چاپین (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان پیوند مدل‌های عامل‌بنیان در بازارهای گاز طبیعی و برق، به دلیل ساختار مشابه و ارتباط شدید میان بازارهای گاز طبیعی و برق به شبیه سازی این بازارها با استفاده از مدل‌سازی عامل‌بنیان و نحوه پیوند این مدل ها پرداختند. بابیک (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با عنوان مدل‌سازی عامل‌بنیان بازارهای برق در محیط شبکه‌های هوشمند، با اشاره به اینکه بازارهای برق می‌توانند به عنوان سیستم‌های پیچیده سازگاری باشند که در آنها عامل‌ها با یکدیگر در تعامل می‌باشند، از مدل سازی عامل‌بنیان برای شبیه سازی رفتار عرضه‌کنندگان و مشتریان در شبکه توزیع برق استفاده کرده است. اتکین و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای تحت عنوان کاربرد مدل‌سازی عامل‌بنیان برای پویایی های غیرتعادلی ناشی از تکانه‌های سمت عرضه بازارگاز، به ارائه یک رهیافت بنیادین به منظور توسعه مدل اولیه سیستم بازار گاز آمریکا موسوم به NGSM پرداخته‌اند که امکان ارزیابی جامع شرایط آتی سیستم بازار گاز، چارچوب مقرراتی و نتایج اقتصادی آن را فراهم می‌سازد. گنک و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی تاثیر اعمال تعرفه‌های پلکانی فزاینده[2] در بازار داخلی گاز طبیعی با استفاده از اقتصاد محاسباتی عامل‌بنیان به محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم اعمال تعرفه‌های پلکانی فزاینده در بازار داخلی گاز چین با تاکید بر بخش خانگی با استفاده از یک مدل محاسباتی عامل‌بنیان پرداخته و نشان داده‌اند که اعمال تعرفه‌های پلکانی فزاینده می‌تواند موجب افزایش درآمدهای دولتی شده و در عین حال، مصرف گاز در بخش خانگی را ترغیب نماید. اسماعیلی علی‌آبادی و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان رقابت، ریسک و یادگیری در بازار برق: شبیه‌سازی عامل بنیان، به شبیه‌سازی رفتار تولیدکنندگان برق پرداخته‌اند و با

1. Equation-based Model
2. Increasing Block Tariffs

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از بکارگیری الگوریتم Q-Learning نشان می‌دهند که چگونه یادگیری و ریسک‌گریزی تولیدکنندگان برق می‌تواند سازوکار قیمت‌گذاری برق در یک بازار انحصار چندجانبه برق را تحت‌تاثیر قرار دهد. مایا سوفا و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان استفاده از مدل‌سازی عامل‌بنیان برای یافتن راهکارهای سیاستی در حمایت از گسترش خودروهای گاز سوز در اندونزی، با استفاده از بکارگیری مدل سازی عامل‌بنیان به شبیه سازی رفتار عامل‌های بازار در دو حالت مدل تصمیم‌گیری روانشناسی و غیرروانشناسی پرداخته‌اند.

۳. مبانی نظری

بر اساس نسخه استاندارد نظریه تجارت بین‌الملل هکشر- اوهلین، تفاوت‌های موجود در فراوانی عوامل تولید در کشورهای مختلف باعث می شود کشورها به تولید تخصصی آن دسته از کالاها و خدماتی بپردازند که در آنها از مزیت نسبی برخوردارند. تحت این شرایط، زمینه برای تخصیص کارای منابع فراهم و منجر به افزایش رفاه اجتماعی در سطح جهان می‌شود که به منافع حاصل از تجارت موسوم است. به بیان دیگر، بر اساس این نظریه، یک کشور کالایی را صادر می‌کند که عوامل تولید آن کالا در آن کشور فراوان و ارزان است و کالایی را وارد می‌کند که عوامل تولید آن کالا در آن کشور کمیاب و گران است. (World Trade Report, 2010)

این نظریه در خصوص تجارت منابع طبیعی که اغلب به طور مستقیم و با حداقل فرآوری صادر می‌شوند نیز مصداق دارد و بهره‌مندی از موهبت منابع طبیعی کمیاب ممکن است نوعی از مزیت‌های نسبی را شکل دهد که الگوی تجارت بین‌الملل از آن تبعیت می‌کند. در حقیقت، تفاوت در بهره‌مندی کشورها از منابع نفت و گاز و توزیع جغرافیایی غیرهمسان منابع هیدروکربوری نقش بسیار مهمی در تبیین نظریه تجارت بین‌الملل این حامل‌های انرژی دارد. اما نظریه استاندارد هکشر- اوهلین به تنهایی و بدون در نظر گرفتن سایر عوامل از جمله هزینه‌های حمل و نقل، صرفه‌های حاصل از مقیاس و سیاست دولت‌ها که مزیت‌های نسبی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، نمی‌تواند الگوی تجارت گاز در

www.SID.ir

Archive of SID

جهان را توضیح دهد. به عنوان مثال، اگر هزینه‌های مربوط به زیرساخت‌های لازم برای انتقال گاز طبیعی بالا باشد و یا مسائل ژئوپلتیکی از جمله اختلافات سیاسی و عدم امنیت مانع عبور خط لوله گاز از یک کشور به سایر کشورها باشد، گاز طبیعی از کشور دارنده منابع گاز به بازارهای مصرفی منتقل نخواهد شد و این مسائل مانع از تجارت بین‌المللی این حامل انرژی خواهد گردید. همچنین فرایندهای اکتشاف، تولید و بهره‌برداری از منابع گاز، پیچیده و نیازمند نهاده‌های مکمل مانند فناوری، سرمایه و نیروی کار ماهر بوده که در شکل‌گیری تجارت این منابع بسیار تاثیرگذار می‌باشند. لذا تنها زمانی که تمام عوامل موثر در تعیین مزیت‌های نسبی موجود باشند، یک کشور دارنده منابع نفت و گاز می‌تواند به صادرکننده این منابع تبدیل شود. به کلام دیگر، برخورداری از موهبت منابع گازی تنها به عنوان شرط لازم برای تولید و صادرات این منابع هیدروکربوری محسوب می‌شود و شرط کافی نیست. (World Trade Report, 2010)

یکی از مهم‌ترین مسائلی که در زمینه کاربرد مدل هکشر- اوهلین در چارچوب منابع پایان‌پذیر مطرح است، مساله رقابت ناقص و تجارت منابع طبیعی می‌باشد. ویژگی‌های خاص منابع پایان‌پذیر بویژه گاز طبیعی باعث می‌شود بازار این نوع منابع از حالت رقابت کامل خارج شده و به بازار رقابت ناقص تبدیل شود. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به تمرکز منابع پایان‌پذیر در چند کشور، کمیابی نسبی، هزینه‌های بالای استخراج و انحصار خرید اشاره نمود که باعث می شود بازار منابع پایان‌پذیر بویژه بازار نفت و گاز ماهیت رقابت ناقص پیدا کند و در بازارهای رقابت ناقص بویژه انحصار دوجانبه و انحصار چند جانبه، تعامل‌های استراتژیک میان عامل‌ها پدید می‌آید که باعث ایجاد پیچیدگی‌هایی در تحلیل رفتار تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان می‌گردد. به همین دلیل، برای تعیین استراتژی بهینه برای تجارت بین‌المللی منابع پایان‌پذیر بایستی نظریه تجارت بین‌الملل در شرایط رقابت ناقص مورد بررسی قرار گیرد. اما در حالت کلی، ادبیات اقتصادی مربوط به تجارت منابع پایان‌پذیر تحت شرایط رقابت ناقص بسیار محدود است، زیرا پایان‌پذیری منابع طبیعی و رقابت

www.SID.ir

Archive of SID

ناقص باعث ایجاد نوعی از ملاحظلات پویا و اســتراتژیک می گردد که الگوی تجارت را پیچیده‌تر می کند.(World Trade Report, 2010)

پیچیدگی الگوی تجارت در خصوص تجارت بین‌المللی گاز طبیعی حتی بیشتر از نفت خام و سایر منابع پایان‌پذیر است. خواص فیزیکی نفت خام، حمل و نقل و ذخیره‌سازی آسان و کم‌هزینه آن نسبت به سایر حامل‌های انرژی از جمله عواملی است که باعث ایجاد یک بازار جهانی برای نفت و توسعه سازوکارهای قیمت‌گذاری نقدی در این بازار شده و بازار نفت خام را به یک بازار جهانی با درجه سیالیت[1] بالا تبدیل نموده است. اما بر خلاف نفت خام، ذخیره‌سازی، انتقال و حمل و نقل گاز طبیعی به دلیل ویژگی‌های خاص فیزیکی آن بسیار مشکل و پرهزینه می‌باشد. در حال حاضر، حدود ۷۰ درصد گاز تولیدشده در جهان در داخل همان کشور تولیدکننده مصرف می‌شود (EIA, 2014). لذا یکی از تفاوت‌های عمده تجارت گاز طبیعی با سایر کالاها از جمله نفت خام این است که برای صادرات گاز از یک کشور، لازم است زیرساخت انتقال گاز اعم از شبکه انتقال گاز از طریق خط لوله و تاسیسات تولید و واردات LNG وجود داشته باشد. در حالت کلی، امکان‌پذیری صادرات گاز از یک کشور به کشور دیگر و همچنین وجود زیرساخت لازم برای انتقال گاز چه از طریق خط لوله و چه از طریق LNG یک متغیر تعیین‌کننده در تجارت بین‌المللی گاز می‌باشد.

همچنین در پروژه‌های صادرات گاز، سرمایه‌گذاری کلانی از جمله سرمایه‌گذاری در توسعه میادین، احداث خطوط لوله و تجهیزات فرآورش و در مورد LNG احداث تاسیسات پرهزینه مایع‌سازی لازم است که گاز از کشور عرضه‌کننده به کشور واردکننده ارسال گردد و چنین سرمایه‌گذاری‌هایی اساسا در معرض ریسک قرار دارند، زیرا سرمایه‌گذاران سرمایه‌های عظیمی به پروژه‌ها اختصاص می‌دهند و احتمالا درآمد کمتری نسبت به آنچه در قرارداد مقرر شده به دست می‌آورند. ریسک سرمایه‌گذاری در این نوع پروژه‌ها عموما محدود به ریسک‌های مالی- اقتصادی

1. Liquidity

www.SID.ir

Archive of SID

نیست و شامل ریسک‌های سیاسی، امنیتی و ژئوپلتیکی نیز می‌باشد. بعلاوه، اراده سیاسی- اقتصادی برای تجارت گاز بین هریک از کشورهای عرضه‌کننده و واردکننده از دیگر عوامل تعیین‌کننده ریسک در این نوع سرمایه‌گذاری‌ها تلقی می‌شود. علاوه بر این، تجارت بین‌المللی گاز طبیعی عمدتا در چارچوب قراردادهای کوتاه‌مدت و بلندمدت گاز در بازارهای منطقه‌ای و یا به صورت خرید و فروش در بازار تک‌محموله[1] صورت می‌گیرد. قیمت گاز در قراردادهای بلندمدت معمولا بالاتر از خرید گاز در بازار آزاد است و به همین دلیل، تولیدکنندگان گاز از سوی خریداران گاز بر اساس قراردادهای بلندمدت تحت فشار هستند تا شرایط انعطاف‌پذیرتری را اعمال کنند. در عین حال، وجود بند تجدیدنظر می‌تواند منافع فروشنده و خریدار را تضمین کند. بنابراین، سازوکار قیمت‌گذاری گاز طبیعی و قیمت حاکم بر بازارهای منطقه‌ای نقش بسیار مهمی در تعیین بازارهای هدف و اولویت‌بندی این بازارها ایفا می‌کند. همچنین در تجارت بین‌المللی گاز، ترکیبی از روش‌های قیمت‌گذاری شامل قیمت‌گذاری بر پایه گاز[2]، قیمت‌گذاری بر اساس فرمولی از قیمت نفت خام و یا فرآورده‌های نفتی[3]، قیمت‌گذاری بر مبنای توافق دوجانبه خریدار و فروشنده[4]، قیمت‌گذاری دولتی و غیره وجود دارد. (Energy Charter Treaty, 2007)

۴. ساختار بازار گاز طبیعی

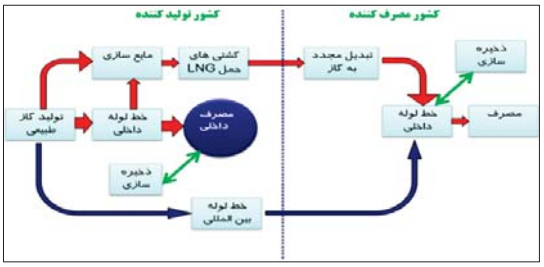
گاز طبیعی از اکتشاف تا مصرف، مراحل مختلفی را طی می‌کند و پس از تولید و فرآوری برای رسیدن به بازارهای مصرف نیازمند زیرساخت لازم برای انتقال می‌باشد. نمودار (۱) زنجیره عرضه گاز طبیعی را نشان می‌دهد. همانطور که در این نمودار ملاحظه می‌گردد، گاز طبیعی پس از تولید یا از طریق خطوط لوله داخلی به شبکه توزیع و گازرسانی جریان پیدا می‌کند و یا به صورت گاز

1. Spot Market
2. Gas-to- Gas Pricing Mechanism or Hub-based Pricing Mechanism
3. Oil-indexation Pricing Mechanism
4. Bilateral Monopoly

www.SID.ir

Archive of SID

طبیعی مایع‌شده منتقل می‌شود. صادرات گاز طبیعی نیز عمدتا به دو صورت خط لوله بین‌المللی و یا به صورت LNG از کشور تولیدکننده به کشور مصرف‌کننده انجام می‌شود.



Source: Energy Charter Treaty: putting price on energy (2007)

نمودار ۱. زنجیره عرضه گاز طبیعی

این ویژگی‌ها باعث شـــده بازار گاز طبیعی در جهان متشـــکل از بازارهای منطقه‌ای با درجات مختلف ســـیالیت باشـــد. بازارهای منطقه‌ای گاز طبیعی در جهان عمدتا بر اســـاس مناطقی که عمده تجارت گاز طبیعی در آنها صـــورت می‌گیرد (مانند آمریکای شـــمالی، اروپا و آســـیا) طبقه‌بندی می‌شود. هر کدام از این بازارها به لحاظ ساختاری از یکدیگر متفاوت می‌باشند و درجه تفاوت میان این بازارهای منطقه‌ای نیز به جریان انتقال گاز میان این مناطق بســـتگی دارد (EIA, 2014). در حال حا ضر، مهم‌ترین بازارهای منطقه‌ای در جهان عبارتند از بازار آمریکای شمالی: بازاری کاملا آزاد و با ســـازوکاری کاملا رقابتی که به صـــورت جغرافیایی از بقیه بازارهای جهان جدا شـــده اســـت؛ بازار انگلســـتان: یک بازار آزاد با ســـازوکار تقریبا رقابتی که آربیتراژ بین گاز تک‌محموله مبادله‌شـــده در NBP[1] و قراردادهای بلندمدت گاز اروپا باعث می‌شـــود تا قیمت گاز در این بازارها به صـــورت غیرمستقیم به نفت مرتبط شود؛ بازار اروپا: اساس این بازار بر پایه قراردادهای بلندمدت می‌باشد که در آن قیمت گاز بر اســـاس فرمولی از قیمت نفت خام محاســـبه می‌شـــود. در این بازار علاوه بر قراردادهای بلندمدت، امکان خرید و فروش گاز به صـــورت تک‌محموله نیز وجود دارد که از

1. National Balancing Point

www.SID.ir

Archive of SID

مهم‌ترین آنها می‌توان به بازار TTF هلند، بازار Zeebrugge بلژیک و بازار NCG آلمان اشاره کرد؛ بازار آسیا: در این منطقه یک هاب مشخص برای مبادلات تک‌محموله گاز وجود ندارد و قیمت گاز اغلب در قالب قراردادهای بلندمدت LNG و بر اساس فرمولی از نفت خام تعیین می‌شود. در سال‌های اخیر، معاملات تک‌محموله LNG نیز در بازار آسیا رونق گرفته است. (Alterman, 2012).

نکته جالب توجه این است که در هر کدام از این بازارها قیمت‌های متفاوتی برای گاز طبیعی وجود دارد. به عنوان مثال، در سال ۲۰۱۶ متوسط قیمت تک‌محموله گاز طبیعی در بازار هنری هاب آمریکا ۲/۶۰ دلار در هر میلیون بی‌تی‌یو[1] بود در حالی که متوسط قیمت هرمیلیون بی‌تی‌یو گاز طبیعی در همان سال در بازار آسیا حدود ۹/۵ دلار و در بازار اروپا حدود ۶/۵ و در بازار NBP انگستان ۴/۵ دلار بود. (World Bank, 2016)

تفاوت قیمت بین بازارهای منطقه‌ای طی سال‌های گذشته تحت تاثیر تحولات زیادی بوده و باعث به وجود آمدن فرصت آربیتراژ بین مناطق مختلف برای صادرکننده LNG شده است. علاوه بر بازارهای منطقه‌ای یادشده، بازارهای نوظهوری در مناطق مختلف از جمله منطقه خاورمیانه و آفریقای شمالی و همچنین منطقه آمریکای جنوبی در حال شکل‌گیری است که جهت‌گیری آتی بازار گاز را تحت تاثیر قرار می‌دهد. طی دو دهه گذشته نیز بازار گاز تحولات ساختاری زیادی را تجربه نموده است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به آزادسازی و رقابتی کردن بازارهای گاز طبیعی، ظهور بازار تک‌محموله در تجارت گاز و همچنین افزایش نقش LNG در تجارت بین‌المللی گاز طبیعی اشاره نمود. علاوه بر این، انقلاب در فناوری استخراج گاز موجب بهره‌برداری اقتصادی از ذخایر عظیم گاز سنگ‌های رستی[2] و لایه‌های زغال حاوی گاز[3] شده است. (بهبودی و همکارن، ۱۳۹۵)

1. British Thermal Unit (BTU)
2. Shale Gas
3. Coal Bed Methane

www.SID.ir

Archive of SID

در چنین شرایطی، ورود به بازارهای بین‌المللی گاز بدون شناخت بازارهای‌های هدف، متغیرهای تاثیرگذار بر عرضه و تقاضای گاز، استراتژی‌های کشورهای مصرف‌کننده و همچنین استراتژی‌های کشورهای صادرکننده امری پر مخاطره است. بنابراین، برای تدوین یک استراتژی کلان برای صادرات گاز، لازم است متغیرهای تاثیرگذار بر تصمیم‌گیری واردکنندگان و صادرکنندگان گاز شناسایی و در قالب یک چارچوب مفهومی نحوه تعامل میان بازیگران عمده بازار الگوسازی شود.

۵. طراحی مدل عامل‌بنیان برای تعیین استراتژی ایران در تجارت بین‌المللی گاز

درحالت کلی، برای توسعه یک مدل عامل‌بنیان لازم است مراحل زیر طی شود:

الف- تعریف مجموعه عامل‌ها و محیطی که عامل‌ها در آن با یکدیگر در تعامل هستند.

ب- طراحی مدل مفهومی عامل بنیان، مجموعه روابط و نحوه تراکنش میان عامل‌ها

ج- برنامه‌نویسی و ساخت مدل عامل‌بنیان مدل‌سازی در محیط نرم‌افزاری

د- اجرای مدل و تحلیل نتایج

لذا به منظور طراحی مدل عامل‌بنیان برای تعیین ا ستراتژی ایران در تجارت بین‌المللی گاز نیز هر یک از مراحل فوق الذکر با توجه به شرایط ساختاری بازار بین‌المللی گاز طبیعی به صورت زیر تعریف شده است:

الف- تعریف مجموعه عامل‌ها و محیط

انتخاب عامل‌ها بر اساس اهداف مدل صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه هدف این مطالعه تعیین ا ستراتژی بهینه ایران در صادرات گاز طبیعی می‌با شد، لذا کشورها شامل کشورهای واردکننده و صادرکننده گاز طبیعی به عنوان عامل‌های فعال در بازار انتخاب شده‌اند. در این مطالعه، مجموعه عامل‌ها متشکل از ده کشور عمده واردکننده و هفت کشور عمده عرضه‌کننده گاز طبیعی می‌باشد. مبنای انتخاب کشورهای واردکننده که در حقیقت بازارهای هدف ایران برای صادرات گاز طبیعی می‌باشد، بر اساس طرح‌ها و پروژهای صادراتی تعریف‌شده در مجموعه وزارت نفت و شرکت ملی

www.SID.ir

Archive of SID

گاز ایران و همچنین مطالعات داخلی و خارجی صورت‌گرفته در خصوص صادرات گاز ایران می‌باشد. علاوه بر این، برخی از بازارهای نوظهوری که امکان صادرات گاز ایران به این کشورها وجود دارد نیز مد نظر قرار گرفته است. مبنای انتخاب کشورهای عرضه‌کننده نیز کشورهای عمده صادرکننده‌ای می‌باشند که به نوعی رقیب ایران در هر یک از کشورهای واردکننده محسوب می شوند. بازارهای هدف عبارتند از کشورهای ترکیه، پاکستان، کویت، ارمنستان، عراق، امارات، عمان، چین و هند. همچنین کشورهای عرضه‌کننده نیز عبارتند از کشورهای ایران، روسیه، قطر، ترکمنستان، جمهوری آذربایجان، استرالیا و آمریکا.

منظور از محیط در این مطالعه، بازار بین‌المللی گاز است که متشکل از بازار مختلف منطقه‌ای است. در این مطالعه، با توجه موقعیت جغرافیایی ایران که در منطقه خاورمیانه قرار گرفته است، بازار منطقه‌ای خاورمیانه که یک بازار منطقه‌ای تقریبا نوظهور نیز به شمار می‌آید، به عنوان بازار مورد هدف ایران انتخاب شده است. علاوه بر این، بازار برای صادرات LNG به عنوان بازارهای تک‌محموله در نظر گرفته شده‌اند.

با توجه به اینکه بسیاری از کشورها هم تولیدکننده و هم مصرف‌کننده گاز طبیعی می‌باشند و در عین حال هم واردات گاز طبیعی دارند و هم صادرکننده گاز طبیعی می‌باشند، لازم است تعریف مشخصی از کشورهای عرضه‌کننده و کشورهای واردکننده ارائه گردد. کشورهای عرضه‌کننده، کشورهایی هستند که تولید داخلی آنها بیشتر از مصرفشان است و به عنوان صادرکننده خالص گاز طبیعی محسوب می شوند. به عبارت دیگر، کشورهای عرضه‌کننده، کشورهایی هستند که خالص صادرات آنها مثبت است. کشورهای واردکننده نیز کشورهایی هستند که به‌رغم برخورداری از تولید داخلی گاز، واردات گاز طبیعی آنها بیشتر از صادراتشان است و به عنوان واردکننده خالص محسوب می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

ب- طراحی مدل مفهومی عامل‌بنیان

پس از تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب عامل‌ها، مرحله بعدی طراحی مدل مفهومی است که ساختار مدل، منطق مدل و مراحل اجرای مدل عامل‌بنیان را تبیین می‌کند. در این مرحله لازم است نحوه عملکرد هر یک از اجزای مدل، سازوکار تصمیم‌گیری و تعامل میان عامل و مراحل اجرای مدل مشخص گردد. نمودار (۲) ساختار کلی مدل و مراحل اجرای آن را به تصویر کشیده است.

عرضه مازاد: همچنانکه در نمودار (۲) ملاحظه می‌گردد، اولین مرحله از مدل مشخص کردن میزان عرضه مازاد گاز برای هر یک از عرضه‌کنندگان می‌باشد . منظور از عرضه مازاد، همان مقادیری می‌باشند که کشورهای عرضه‌کننده قصد فروش آن را در بازار بین‌المللی گاز دارند و به دنبال بازار مناسب برای این مقادیر می‌باشند. در این مطالعه، عرضه مازاد از طریق رابطه (۱) تعریف شده است:

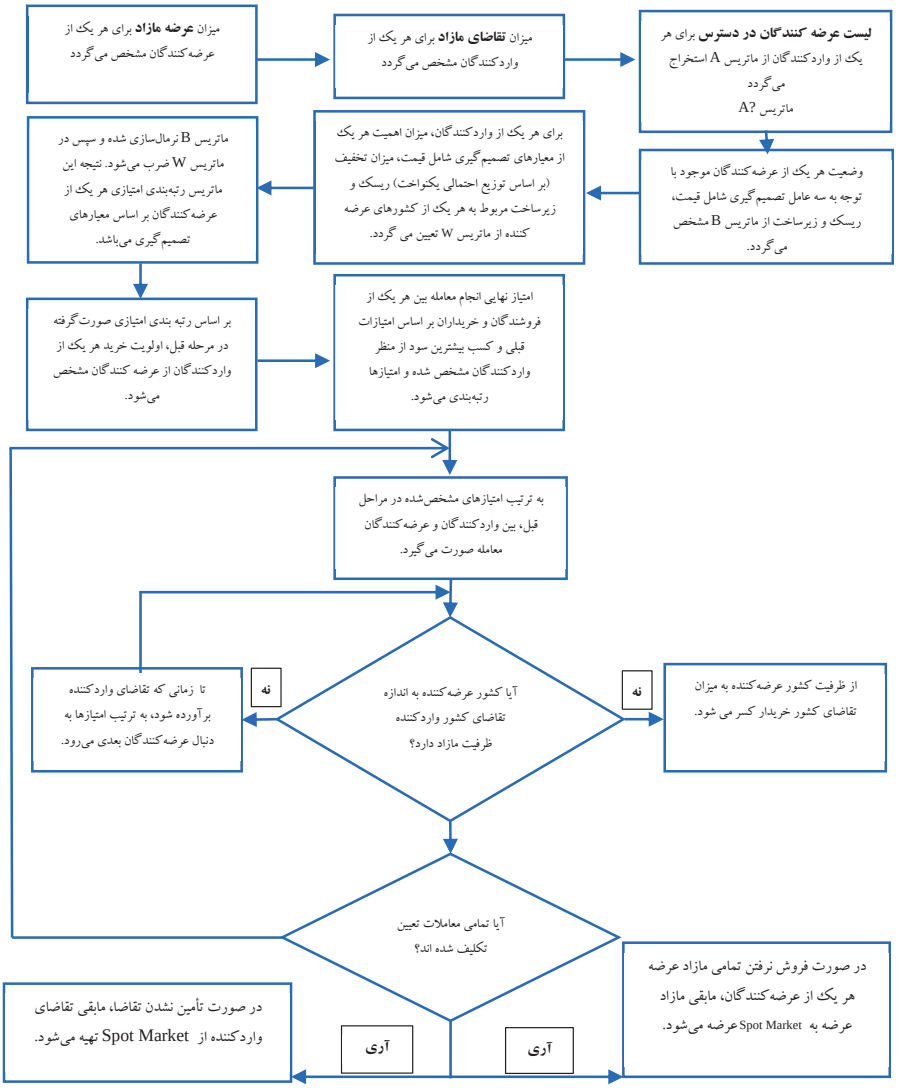
$$SR_i = PR_i - CO_i - CV_i \quad (۱)$$

که در این رابطه، SR_i نشانگر عرضه مازاد، PR_i تولید داخلی، CO_i مصرف داخلی و CV_i مقادیر متعهدشده در قراردادهای بلندمدت می‌باشد. زیرا همانطورکه اشاره شد، در بازار گاز قراردادهای بلندمدتی وجود دارند که کشورهای عرضه‌کننده و مصرف‌کننده ملزم به اجرای تعهداتشان در این قراردادها می‌باشند و برخی از این قراردادها برای سال‌های آتی نیز معتبر می‌باشند. لذا مقادیر مورد تعهد در قراردادهای بلندمدت میان کشورها به عنوان متغیرهای برون‌زا وارد مدل می‌شوند. در حقیقت، مازاد عرضه، تولید منهای مصرف داخلی و تعهدات قبلی در قراردادهای بلندمدت موجود می‌باشد که نشانگر صادرات مازاد بر قراردادها می‌باشد که مد نظر مدل بوده و مدل سازی می شود. بنابراین، لازم است برای هرکدام از عرضه‌کنندگان مشخص شود که عرضه مازاد شان در هر دوره چه میزان است. داده‌های مربوط به مازاد عرضه کشورها بر اساس پیش‌بینی‌های چشم‌اندازهای مختلف انرژی از جمله چشم انداز انرژی آژانس بین‌المللی انرژی[1] استخراج شده است.

1. International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook (2016)

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲. ساختار مدل مفهومی عامل‌بنیان و مراحل اجرای مدل

www.SID.ir

Archive of SID

تقاضای مازاد: مرحله بعدی، مشخص کردن میزان تقاضای مازاد کشورهای واردکننده می‌باشد. تقاضای مازاد برای کشورهای واردکننده نیز بر اساس رابطه (۲) تعیین می‌گردد:

$$D_j = CO_j - PR_j - CV_j \quad (۲)$$

که در آن، D_j تقاضای مازاد، CO_j مصرف کشور واردکننده، PR_j تولید داخلی و CV_j مقادیر متعهدشده در قراردادهای بلندمدت می‌باشد. در این مرحله لازم است تقاضای مازاد هر کدام از مصرف‌کنندگان برآورد شده و وارد مدل گردد. اطلاعات مربوط به تقاضای مازاد کشورها نیز همانند عرضه مازاد بر اساس پیش‌بینی‌های صورت‌گرفته توسط چشم‌اندازهای مختلف انرژی از جمله چشم‌انداز انرژی آژانس بین‌المللی انرژی استخراج شده است.

ماتریس عامل‌های تصمیم‌گیری (ماتریس B)

بعد از آنکه برای هرکدام از کشورهای واردکننده مشخص شد که به صورت بالقوه از کدام کشورها می توانند گاز وارد نمایند، فهرست عرضه‌کنندگان بالقوه برای هر یک از واردکنندگان مشخص می‌گردد . در این مرحله لازم است عامل‌های تاثیرگذار در انتخاب عرضه‌کننده و میزان اهمیت هر یک از این عامل‌ها برای هر یک از واردکنندگان مشخص گردد. در این مطالعه، سه عامل تصمیم‌گیری شامل قیمت، زیرساخت و ریسک به عنوان معیارهای انتخاب و میزان تخفیف به عنوان ابزار مذاکره مد نظر قرار گرفته‌اند که نحوه وارد کردن هر یک از این عامل‌ها در مدل به صورت زیر می‌باشد:

قیمت: منظور از قیمت، قیمت تمام‌شده عرضه هر میلیون بی‌تی‌یو گاز طبیعی از کشور عرضه‌کننده به کشور واردکننده (متقاضی) شامل هزینه تولید، انتقال و حاشیه سودی است که در مرز کشور واردکننده محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه هزینه تولید گاز برای کشورها و همچنین هزینه انتقال گاز با توجه به بعد مسافت و نوع انتقال گاز میان کشورها متفاوت است، از طریق یک ماتریس ۷×۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

قیمت عرضه گاز طبیعی از هر یک از کشورهای عرضه‌کننده به کشورهای واردکننده مشخص می‌گردد.

زیرساخت: همچنانکه در قسمت های قبلی نیز ذکر گردید، برای صادرات گاز از یک کشور دیگر لازم است تا زیرساخت انتقال گاز اعم از شبکه انتقال گاز از طریق خط لوله و تاسیسات تولید و واردات LNG وجود داشته باشد. حالت‌های مختلفی برای زیر ساخت‌های انتقال گاز میان کشورها می‌توان متصور شد. در این مطالعه با توجه به شرایط موجود و طرحها و پروژه‌های تعریف‌شده در کشورهای منتخب، زیرساخت‌ها بر اساس حالت‌های زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

- وجود خط لوله انتقال گاز بین دو کشور با ظرفیت کافی
- وجود خط لوله با ظرفیت محدود
- وجود تاسیسات LNG با ظرفیت کافی
- وجود تاسیسات LNG با ظرفیت محدود
- خط لوله در حال ساخت
- تاسیسات LNG در حال ساخت
- پروژه احداث خط لوله
- پروژه احداث تاسیسات LNG

تمامی حالت‌های فوق در قالب یک ماتریس ۷×۱۰ وارد مدل شده‌اند، بدین گونه که به هر کدام از حالت‌های فوق یک عدد بین ۱ تا ۸ اختصاص یافته است. با توجه به اینکه مدل این کشورها را بر اساس این اعداد رتبه‌بندی می‌کند، عدد ۱ به حالت ارجح یعنی وجود خط لوله انتقال گاز بین دو کشور با ظرفیت کافی و عدد ۸ به پروژه احداث تاسیسات LNG اختصاص یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

ریسک: منظور از عامل ریسک در این مدل، میزان ریسک سرمایه‌گذاری و اراده سیاسی- اقتصادی برای تجارت گاز مابین هریک از کشورهای عرضه‌کننده و واردکننده است. به عنوان مثال، طی سال‌های گذشته ملاحظه شده است که به‌رغم وجود منافع اقتصادی حاصل از تجارت گاز میان دو کشور، این امر به دلایل سیاسی و یا امنیتی اتفاق نیفتاده است. احداث خط لوله ایران- پاکستان مثالی بارز است که با وجود منافع اقتصادی برای دو کشور، به دلیل فشارهای سیاسی آمریکا و برخی از کشورهای منطقه به تعویق افتاده است. همچنین خط لوله ترکمنستان، افغانستان، پاکستان و هند (TAPI) نیز به دلیل وجود ناامنی‌ها در افغانستان همواره با ریسک سرمایه‌گذاری مواجه بوده است. تعریف ماتریس ریسک این امکان را می‌دهد که عامل ریسک سیاسی- امنیتی و اقتصادی میان هریک از کشورهای عرضه‌کننده و واردکننده را وارد مدل کرد. بدین منظور با استفاده از یک ماتریس ۷×۱۰ ریسک محاسبه‌شده وارد مدل می‌شود.

تخفیف: میزان تخفیف به عنوان در صدی از قیمت عرضه گاز می‌باشد که کشور عرضه‌کننده به منظور جذب مشتریان و یافتن خریداران جدید ارائه می‌نماید. این عامل به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای رقابت میان عرضه‌کنندگان و انتخاب عرضه‌کننده از منظر واردکنندگان در این مدل به شمار می‌آید. بدین منظور، در این مدل یک دامنه برای تخفیف مابین صفر و حداکثر میزان تخفیف که از تابع توزیع احتمالی یکنواخت تبعیت می‌کند، تعریف شده است. کشور عرضه‌کننده، میزان حداکثر تخفیف برای هر یک از کشورهای واردکننده را با استفاده از قیمت پیشنهادی و هزینه نهایی عرضه گاز به کشور واردکننده محاسبه می‌کند. بنابراین، از طریق یک ماتریس ۷×۱۰ میزان حداکثر تخفیف هر یک از عرضه‌کنندگان برای هریک از واردکنندگان مشخص می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

ماتریس وزنی عامل‌های تصمیم‌گیری

هر چند تمام عامل‌های فوق در نحوه تصمیم‌گیری و انتخاب واردکنندگان مهم می‌باشد، اما وزن این عامل‌ها نه تنها یکسان نیست، بلکه برای واردکنندگان مختلف متفاوت نیز می‌باشد . به عنوان مثال، برای برخی از واردکنندگان عامل قیمت از اهمیت بالایی برخوردار است در حالی که برای برخی دیگر تعاملات سیاسی و ریسک و برای برخی موجود بودن زیرساخت‌ها اهمیت بیشتری دارد. لذا لازم است وزن و اهمیت هر یک از عامل‌های تصمیم‌گیری برای هر یک از واردکنندگان با استفاده از یک ماتریس ۳×۷ وارد مدل تصمیم‌گیری گردد. توزیع وزن هریک از عامل‌ها برای هریک از واردکنندگان به گونه‌ای است که مجموع وزن ها مساوی یک است.

نرمال‌سازی ماتریس B و ضرب آن در ماتریس W

با توجه به تعیین مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری و ماتریس اوزان شاخص‌ها، در این مرحله از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره SAW [1] استفاده می شود. در این روش، ابتدا ماتریس تصمیم نرمال سازی شده و سپس در ماتریس اوزان شاخص‌ها ضرب می‌شود. نتیجه بدست‌آمده، ماتریس رتبه‌بندی امتیازی هر یک از عرضه‌کنندگان است که امتیاز هر یک از کشورهای صادرکننده با توجه به نحوه تصمیم‌گیری کشورهای خریدار را نشان می‌دهد.

نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از رابطه (۳) صورت می‌گیرد:

$$n_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} b_{ij}^2}} \qquad (۳)$$

$$\begin{bmatrix} b11 & b12 & \dots & b1j \\ & & & \\ & & & \\ bi1 & & \dots & bij \end{bmatrix}$$

1. Simple Additive Weighting

www.SID.ir

Archive of SID

اولویت‌بندی عرضه‌کنندگان از منظر واردکنندگان

بر اساس رتبه بندی امتیازی صورت‌گرفته در مرحله قبل، اولویت خرید هر یک از عرضه‌کنندگان از منظر واردکنندگان مشخص می‌شود تا به ترتیب امتیازهای مشخص‌شده در مراحل قبل، بین واردکنندگان و عرضه‌کنندگان معامله صورت گیرد.

سازوکار انتخاب و انجام معامله

سازوکار انتخاب بدین صورت است که واردکننده به دنبال خرید گاز از عرضه‌کننده‌ای می‌باشد که در اولویت اول فهرست عرضه‌کنندگان وی قرار گرفته است. اگر این عرضه‌کننده به اندازه تقاضای واردکننده ظرفیت مازاد داشته باشد، معامله انجام می شود. اما اگر حجم گاز مورد تقاضای واردکننده از عرضه‌کننده رتبه اول تامین نگردد، واردکننده به منظور تامین مابقی تقاضای خود به عرضه‌کننده رتبه دوم در فهرست خود و به همین ترتیب به رتبه‌های بعدی مراجعه می‌کند. اما درصورتی که کشور عرضه‌کننده در رتبه اول فهرست بیش از یک واردکننده قرار گرفته باشد، در این شرایط، انتخاب توسط کشور عرضه‌کننده صورت می‌گیرد و ترجیح می‌دهد به واردکننده‌ای گاز بفروشد که کمترین تخفیف را درخواست کرده است.

نهایتا کشور واردکننده در صورت عدم تامین تمامی تقاضای خود از سوی عرضه‌کنندگان، مابقی تقاضا را از بازار نقدی خریداری می‌نماید. همچنین در پایان معاملات، اگر بعد از انجام معاملات، همچنان عرضه‌کننده با مازاد عرضه گاز مواجه باشد، آن را به بازار نقدی بفروش خواهد رساند.

تعیین استراتژی

با توجه به اینکه نتایج مدل با یک بار اجرای مدل شبیه‌سازی هم‌بسته بوده و مستقل نخواهند بود، برای رفع این مشکل، مدل شبیه سازی با هسته‌های متفاوت برای حداقل ۳۰ بار اجرا و خروجی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مدل برای تصمیم‌گیری ذخیره می شود. بیشترین احتمال استخراج به عنوان سناریوی مرجع مد نظر قرار می‌گیرد و تحلیل حساسیت بر روی آن انجام می‌شود.

بازه زمانی مدل

بسیاری از مدل‌های عامل‌بنیان یک فاز راه‌اندازی[1] و یک فاز تکرار[2] دارند که بازه زمانی هر کدام از این فازها بایستی مشخص گردد. در این مطالعه، به منظور تعیین استراتژی تجاری هر یک از عاملین فعال در بازار، یک بازه زمانی ۹ ساله متشکل از سه دوره سه ساله در نظر گرفته شده است. دلیل انتخاب دوره‌های سه ساله این است که تحولات عرضه و تقاضا و انعقاد قراردادها و همچنین احداث زیر ساخت در صنعت گاز نسبتا زمان‌بر است و در یک بازه ۹ ساله که متشکل از سه دوره ساله می‌باشد بهتر می‌توان این تحولات را مورد بررسی قرار داد.

ج- برنامه‌نویسی و ساخت مدل عامل‌بنیان مدل‌سازی در محیط نرم‌افزاری

در این مطالعه، مدل مفهومی در محیط نرم افزار Anylogic پیاده سازی شده است (در ضمیمه ۱ تصویری از مدل در محیط نرم افزار به تصویر کشیده شده است). ویژگی منحصر بفرد مدل ساخته‌شده، انعطاف‌پذیری بالای آن است که با انتخاب کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده در بازارهای منطقه‌ای گاز جهان می‌توان آن را به کار برد و ساختار مدل نسبت به داده‌ها حساس (Data Intensive) نیست.

د- یافته‌های تحقیق

با توجه به اینکه موضوع مقاله تعیین استراتژی بهینه ایران در تجارت بین‌المللی گاز می‌باشد، نتایج حاصل از اجرای مدل برای ایران طی سه دوره سه ساله مورد بررسی استخراج شده و در جدول (۱) آمده است.

1. Initialization
2. Iteration

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نتایج حاصل از اجرای مدل برای ایران

	ترکیه	عراق	پاکستان	کویت	امارات	ارمنستان	گرجستان	عمان	هند	چین	مجموع دوره
اول دوره سه ساله	۱۱/۵	۷/۸	۰	۰	۰	۳/۳	۱/۵	۰	۰	۰	**۲۴/۱**
سه ساله دوم دوره	۱۴/۱	۷/۸	۳۰	۰	۰	۴/۳	۱/۵	۳/۰	۰	۰	**۶۰/۷**
دوره سه ساله سوم	۱۱/۸	۷/۸	۲۲/۷	۰	۸/۴	۴/۸	۹/۴	۳/۰	۲۳/۴	۳/۷	**۹۵**
مجموع سه دوره	**۳۷/۴**	**۲۳/۴**	**۵۲/۷**	۰	۸/۴	**۱۲/۴**	**۱۲/۴**	**۶/۰**	**۲۳/۴**	**۳/۷**	**۱۷۹/۸**

منبع: محاسبات محقق

همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می‌گردد، در دوره سه ساله اول، با فرض اینکه ایران بتواند در مجموع حدود ۲۴ میلیارد مترمکعب (به طور متو سط سالانه حدود ۸/۵ میلیارد مترمکعب) بر ظرفیت صادراتی خود ا ضافه کند، بر ا ساس نتایج بد ست‌آمده از مدل سازی عامل‌بنیان، اولویت صادراتی ایران به ترتیب به کشورهای ترکیه، عراق و ارمنستان می‌با شد. نتایج نشان می‌دهد از بین ۱۰ کشور بازار هدف صادراتی گاز طبیعی، طی دوره اول تنها امکان صادرات گاز به چهار کشور و در مجموع به میزان ۲۴ میلیارد مترمکعب وجود دارد و برای شش کشور دیگر میسر نیست.

با توجه به وجود ظرفیت مازاد خط لوله انتقال گاز به ترکیه (ظرفیت این خط لوله ۱۱ الی ۱۶ میلیارد مترمکعب می‌باشد) می‌توان طی سه سال حدود ۱۱/۵ میلیارد مترمکعب بر صادرات گاز به کشور ترکیه اضافه نمود. بعد از کشور ترکیه، کشور عراق دومین گزینه افزایش صادرات گاز می‌باشد و با توجه به اینکه زیرساخت صادرات گاز به عراق تقریبا تکمیل است، ایران می‌تواند از طریق خط لوله حدود ۷/۸ میلیارد (سالانه حدود ۲/۶ میلیارد مترمکعب) به کشور عراق گاز طبیعی صادر نماید. گزینه بعدی در این دوره با توجه به نتایج مدل کشور، افزایش صادرات گاز به کشور ارمنستان و همچنین شروع صادرات به کشور گرجستان از مسیر ارمنستان می‌با شد. ایران در این دوره می‌تواند به ترتیب حدود ۳/۳ میلیارد مترمکعب به صادرات گاز خود به کشور ارمنستان اضافه

www.SID.ir

Archive of SID

نموده (سالانه حدود ۱/۱) و همچنین در مجموع ۱/۵ میلیارد مترمکعب به کشور گرجستان صادر نماید.

با توجه به اینکه ایران در دوره‌های اول به لحاظ زیرساخت و ریسک از موقعیت ضعیف‌تری نسبت به رقبای خود برخوردار است، می‌بایست از ابزار قیمت و تخفیف قیمتی برای افزایش سهم بازار استفاده نماید.

در دوره سه ساله دوم، علاوه بر چهار کشور مذکور در دوره اول، دو کشور پاکستان و عمان نیز در فهرست کشورهای بازار هدف صادراتی گاز طبیعی ایران قرار می‌گیرند. طی این دوره، در صورت تکمیل شدن بخش پاکستانی خط لوله گاز ایران-پاکستان، ایران می‌تواند سالانه حدود ۱۰ میلیارد مترمکعب (۳۰ میلیارد مترمکعب برای کل دوره) به کشور پاکستان گاز صادر نماید. علاوه بر این، با توجه به تفاهم‌نامه امضاشده عمان و ایران، پس از احداث خط لوله گاز ایران- عمان که از بستر دریای عمان می‌گذرد، ایران می‌تواند در مجموع حدود ۲۵/۵ میلیارد مترمکعب (سالانه حدود ۸/۵ میلیارد مترمکعب) گاز به کشور عمان صادر نمایدکه در مجموع، ۶۰ میلیارد مترمکعب امکان صادرات گاز طبیعی برای ایران به شش کشور مقدور خواهد بود. البته باید توجه داشت که عمان یک صادرکننده LNG می‌باشد که در سال‌های اخیر با توجه به کاهش تولید گاز و افزایش مصرف داخلی، در انجام تعهدات خود در قراردادهای بلندمدت LNG با مشکل کمبود گاز مواجه شده است ولیکن در سال‌های اخیر، سرمایه‌گذاری‌های زیادی در زمینه اکتشاف و تولید گاز انجام داده که ممکن است از نیاز وارداتی این کشور به گاز ایران بکاهد، اما روابط خوب بین این دو کشور می‌تواند منجر به افزایش همکاری در صادرات گاز و فروش گاز ایران به صورت LNG با توجه به وجود ظرفیت مازاد تجهیزات صادرات از طریق تاسیسات LNG گردد. در این دوره باز هم کشورهای ترکیه، عراق و ارمنستان در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

اما در دروه سه ساله سوم، با توجه به افزایش سهم LNG در تجارت بین‌المللی گاز، ایران می‌بایست با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و ایجاد تاسیسات LNG تنوع صادراتی خود را افزایش داده و به صادرات LNG بپردازد. با توجه به اینکه برآورد می‌شود در این دوره در مجموع حدود ۹۵ میلیارد مترمکعب بر ظرفیت کنونی صادرات گاز افزوده شود (سالانه حدود ۳۲ میلیارد مترمکعب)، ایران می‌تواند علاوه بر کشورهای ترکیه، عراق و پاکستان و عمان، به گسترش صادرات خود به گرجستان از طریق خط لوله و به چین و هند از طریق LNG بپردازد.

۶. نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر به منظور تعیین استراتژی بهینه ایران در تجارت بین‌المللی گاز از رویکرد مدل سازی عامل‌بنیان(ABM) استفاده شده است. مدل سازی عامل‌بنیان، به واسطه شبیه سازی رفتار کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده و همچنین مد نظر قرار دادن پیچیدگی های خاص بازار بین‌المللی گاز که ناشی از ریسک سرمایه‌گذاری، زیرساخت‌های انتقال و همچنین سازوکارهای قیمت‌گذاری مربوط به این حامل انرژی است، تصویر واقع‌بینانه‌تری از شرایط بازار و نحوه تعامل بازیگران ارائه می‌دهد. در این مطالعه با مد نظر قرار دادن ده کشور مورد هدف ایران برای صادرات گاز و هفت کشور عمده عرضه‌کننده رقیب در این بازارها، به شبیه‌سازی نحوه عملکرد و رفتار کشورهای واردکننده و عرضه‌کننده با استفاده از سه عامل تصمیم‌گیری شامل قیمت، زیرساخت و ریسک پرداخته شده است. بر همین اساس، یک مدل مفهومی برای سازوکار انتخاب کشورهای عرضه‌کننده و واردکننده طراحی و در محیط نرم افزار Anylogic کدنویسی و پیاده‌سازی و نهایتا میزان صادرات و واردات گاز میان این کشورها برای سه دوره سه ساله استخراج شده است.

نتایج حاصل از اجرای شبیه سازی برای ایران حاکی از آن است که اولاً، با توجه به اینکه ایران در دوره‌های اول به لحاظ زیرساخت و ریسک از موقعیت ضعیف‌تری نسبت به رقبای خود برخودار

www.SID.ir

Archive of SID

است، لذا در شرایط جاری که یک بازار تقاضا محور (Buyer Market) می‌باشد، می‌بایست از ابزار قیمت و تخفیف قیمتی برای افزایش سهم بازار استفاده نماید و حداکثر تخفیف ممکن را برای ایجاد زیرساخت کشورهای واردکننده ارائه نماید و ثانیاً، ایران طی دوره‌های اول و دوم صادرات از طریق خط لوله به کشورهای همسایه و همجوار نسبت به صادرات LNG از اولویت بیشتری برخوردار می‌باشد، اما در دوره سوم با توجه به افزایش سهم LNG در تجارت بین‌المللی گاز، می‌بایست با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و ایجاد تاسیسات LNG تنوع صادراتی خود را افزایش داده و به صادرات LNG بپردازد.

بر اساس نتایج مدل، در دوره سه ساله اول، با فرض اینکه ایران بتواند در مجموع حدود ۲۴ میلیارد مترمکعب (به طور متوسط سالانه حدود ۸/۵ میلیارد مترمکعب) بر ظرفیت صادراتی خود اضافه کند، اولویت‌های صادراتی ایران به ترتیب به کشورهای ترکیه، عراق، ارمنستان و گرجستان می‌باشد.

در دوره سه ساله دوم، با فرض اینکه ایران بتواند در مجموع حدود ۶۰ میلیارد مترمکعب بر ظرفیت صادراتی خود اضافه نماید، در صورت تکمیل شدن بخش پاکستانی خط لوله ایران-پاکستان، می‌تواند سالانه حدود ۱۰ میلیارد مترمکعب گاز به کشور پاکستان گاز صادر نماید. علاوه بر این، با توجه به تفاهم‌نامه امضا شده عمان و ایران، پس از احداث خط لوله ایران- عمان که از بستر دریای عمان می‌گذرد، ایران می‌تواند در مجموع حدود ۲۵/۵ میلیارد مترمکعب گاز به کشور عمان صادر نماید.

با توجه به اینکه برآورد می شود در دوره سوم در مجموع حدود ۹۵ میلیارد مترمکعب بر ظرفیت کنونی صادرات گاز افزوده شود (سالانه حدود ۳۲ میلیارد مترمکعب)، ایران می‌بایست علاوه بر

www.SID.ir

Archive of SID

کشورهای ترکیه، عراق و پاکستان و عمان، به گسترش صادرات خود به گرجستان از طریق خط لوله و به چین و هند از طریق LNG بپردازد.

بر اساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی تجارت بین‌المللی گاز طبیعی برای ایران، امکان صادرات گاز طبیعی طی یک دوره بلندمدت (در یک افق ۹ ساله) به میزان ۱۷۹/۸ میلیارد مترمکعب وجود دارد. لذا ضروری است سیاستگذاران و مسئولین امر با انجام برنامه‌ریزی و اتخاذ سیاست‌های مناسب از فرصتها و ظرفیت‌های صادرات گاز طبیعی استفاده نمایند. توجه به این امر در تحقق اقتصاد مقاومتی و دست‌یابی به اهداف چشم انداز ایران ۱۴۰۴ نیز بسیار حائز اهمیت بوده و در بهبود شرایط اقتصاد ایران نقش موثری ایفا می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

ارشـــدی، علی و بشـــری تیموری (۱۳۸۹)، "بررســی تحلیلی وضــعیت صــادرات گازطبیعی، LNG و واردات گازطبیعی در ایران و سایر کشورهای جهان"، *مجله نفت و انرژی*، صص ۳۹-۳۵.

اسعدی، فریدون (۱۳۹۳)، "صادرات گاز ایران به اروپا"، مرکز پژوهشهای مجلس، دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه انرژی)، شماره مسلسل ۱۳۶۲۵.

بهبودی، داود؛ اصغرپور، حسین و کامران نیکی اسکویی (۱۳۹۵)، "ارتباط قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت خام در بازارهای منطقه ای جهان"، *فصلنامه پژوهش های سیاستگذاری و برنامه ریزی انرژی*، سال دوم، شماره ۳، صص ۵۹- ۲۹.

بهروزی‌فر، مرتضـی (۱۳۸۹)، "بررســی امکان حذف گاز ایران از خط لوله نابوکو"، *فصــلنامه مطالعات اقتصــاد انرژی*، سال هشتم، شماره ۲۸، صص ۹۶-۷۵.

پور سلیمی جاغرق، محمدجواد (۱۳۸۹)، "بهبود عملکرد الگوریتم Q-learning با اسـتفاده از تابع مطلوبیت برای مدل‌سازی عامل محور بازار برق"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته برق-گرایش قدرت، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه فردوسی مشهد.

ترکان، اکبر (۱۳۹۱)، "نقش گاز طبیعی در امنیت ملی ایران، روســیه و قطر؛ مطالعه تطبیقی"، *فصــلنامه راهبرد اقتصادی*، سال اول، شماره اول، صص ۱۹۵-۱۴۵.

خلیلی عراقی، منصور؛ وطنی، علی؛ حاجی حیدری، آمنه و زینب کسرایی (۱۳۸۸)، "برر سی اقتصادی تولید گازطبیعی مایع شــده (LNG) برای ایران"، *فصــلنامه مطالعات اقتصــاد انرژی*، ســال پنجم، شــماره ۱۹، صص ۴۹-۲۳.

رحیمی، غلامعلی (۱۳۸۵)، "اولویت سنجی بازارهای صادراتی گازطبیعی ایران"، *نشریه انرژی ایران*، سال دهم، شماره ۲۶.

سـلطانی‌فر، مسـعود (۱۳۸۹)، "گاز و نقش آن در توسـعه"، مجمع تشـخیص مصـلحت نظام، مرکز تحقیقات استراتژیک، پژوهشنامه ۱۸.

شهریار، بهنام؛ صیادزاده، علی و عبدالحمید خسروی (۱۳۸۷)، "برر سی مدل چانه‌زنی در صادرات گاز طبیعی ایران به اروپای غربی با استفاده از رویکرد VECM "، *فصلنامه پژوهشهای اقتصادی*، سال هشتم، شماره دوم، صص ۱۴۷-۱۳۳.

www.SID.ir

Archive of SID

صادقی شاهدانی، مهدی؛ ایمانی، مقصود و امیرمحمد رحیمی(۱۳۹۵)، "آسیب شناسی قیمت‌گذاری گاز طبیعی خوراک پترو شیمی کشور"، *فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، سال دوم، شماره ۳، صص ۲۲۸-۱۹۷.

Alterman, Sofya (2012), "Natural Gas Price Volatility in the UK and North America", The Oxford Institute for Energy Studies.

Babic, J. (2014), "Agent-based Modeling of Electricity Markets in a Smart Grid Environment", University of Zagreb.

BP Statistical Review of World Energy (2016).

Chappin, E. J; LPraet, R. and G. P. J. Dijkema (2010), "Transition in LNG Markets: Combining Agent-based Modeling and Equation Based Modeling", IAEE Conference, Rio de Janerio.

Egli, K. (2007), "Analysis of Strategic Behavior in Combined Electricity and Gas Markets Using Agent-based Computational Economics", Master Thesis, Swiss Federal Institute of Technology.

Energy Charter Secretariat (2007), "Putting a Price on Energy: International Pricing Mechanisms for Oil and Gas".

Energy Information Administration (EIA), 2014.

Epstein J. M. and R. Axtell (1996) , *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*, MIT Press: Cambridge, MA.

Esmaeili Aliabadi, D; Kaya, M. and G. Sahin (2017), "Competition, Risk and Learning in Electricity Markets: An Agent-based Simulation Study", *Applied Energy*, Vol. 195, 1, pp.1000-1011.

Gong, C, Yu, Sh; Zhub, K. and A. Hailu (2016), "Evaluating the Influence of Increasing Block Tariffs in Residential Gas Sector Using Agent-based Computational Economics", *Energy Policy*, Vol. 92, May 2016, pp.334-347.

Grigoyev, I. (2015), Anylogic in Three Days.

International Energy Agency (IEA) , World Energy Outlook(2016).

Jalilvand, D. R. (2013), "Iran's Gas Export: Can Past Failure Become Future Success?" The oxford institute for energy studies, NG- 78.

Macal, C. M. and M. J. North (2010), "Tutorial on Agent-based Modeling and Simulation, *Journal of Simulation 4*, pp.151–162.

Maya Sopha, B; Klöcknerb, C. A. and A. Febriantia (2017), "Using Agent-based Modeling to Explore Policy Options Supporting Adoption of Natural Gas Vehicles in Indonesia", *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 52, pp. 149-165.

www.SID.ir

Archive of SID

Outkin, A. V; Vargas, V. N; Kobos, P. H; Myerly, M. and G. Barter (2014), "An Agenet-based Modeling Approach To Non-Equilibrium Dynamics of Natural Gas Supply Shock Propagation", Sandia National Laboratories.

Rund, W. and R. T. Rust (2011), "Agent-based Modeling in Marketing: Guidelines for Rigor, Intern. J. of Research in Marketing.

U.S. Energy Information Administration (EIA), Annual Energy Outlook (2014).

Van Dam, K. H. and E. J. L. Chappin (2010) "Coupling Agent-based Models of Natural Gas and Electricity Markets", Delft University of Technology, Faculty of Technology, Policy and Management.

World Bank, Monthly Commodity Price

World Trade Report 2010: Trade in Natural Resources.

www.SID.ir