

کارتل گاز دو پارچه

شهرام گلستانی^۱، مجید هاتفی مجومرد^۲، ام البنین جلالی^۳

۱- استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه باهنر کرمان

shahram_golestani@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری دانشکده اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان

mhatefi63@gmail.com

۳- دانشجوی دکتری دانشکده اقتصاد، دانشگاه یزد

omijalali@gmail.com

چکیده:

در این مطالعه، رفتار سازمان GECF به عنوان یک کارتل دو پارچه بررسی شده است. بر این اساس، طرف عرضه بازار جهانی گاز به عنوان یک بازار انحصاری در نظر گرفته شده است که GECF در آن نقش کارتل قیمت گذار را ایفا می کند. در این کارتل به علت تفاوت اساسی که در سطح ذخایر اعضا وجود دارد، یک کارتل دو پارچه شکل گرفته است که هر کدام از دو گروه فعال در آن تمایل دارد که نقش رهبری را در کارتل بر عهده داشته باشد. ولی آن‌ها به این نکته واقفند که هر دو در آن واحد قادر نیستند نقش رهبری را بر عهده گیرند. بنابراین، به دنبال یافتن جوابی بهینه برای تولید و قیمت گذاری هستند که بر مبنای اصل همکاری و توافق انجام گیرد. این پژوهش، با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰، رفتار کارتل را تا سال ۲۰۷۰ بهینه سازی کرده است. برای به دست آوردن عرضه هر یک از دو گروه در درون کارتل از حاصل ضرب نش استفاده شد. برای حل حاصل ضرب نش نیاز به یک نقطه اولیه است که در این مطالعه برخلاف مطالعات پیشین که از نقطه تهدید استفاده کرده‌اند، از نقطه جدیدی استفاده شده است که ما آنرا نقطه ترغیب نام نهاده‌ایم.

نتایج بیانگر آن است که در ابتدا گروه دوم بخش اصلی استخراج کارتل را بر عهده دارد و با رو به پایان گرفتن ذخایر این گروه، گروه اول به تولیدکننده برتر در کارتل تبدیل می شود. از آنجا که گروه دوم در مقایسه با گروه اول از ذخایر به مراتب کمتر و نرخ تنزیل بالاتری برخوردار است، ترجیح می دهد که زودتر از گروه اول اقدام به استخراج ذخایر نماید. به این ترتیب در دوره اول، گروه دوم پاسخگویی به رشد تقاضا را بر عهده

می‌گیرد و پس از آن گروه اول تولید را افزایش داده و عرضه بازار را در اختیار می‌گیرد.
واژه‌های کلیدی: مجمع کشورهای صادرکننده گاز، حاصل ضرب نش، نقطه تهدید، نقطه ترغیب

طبقه‌بندی JEL: D43, F13, Q41, Q47

مقدمه

فرآوری و انتقال آن باشند، نیازمند اقدامات همسو و هماهنگ با یکدیگر خواهند بود. اتخاذ سیاست‌های هماهنگ به این دلیل دارای اهمیت است که سرعت مصرف گاز در اقتصادهای صنعتی افزایش یافته است. این موضوع باعث توجه بیشتر صادرکنندگان گاز به امنیت بازار خود خواهد شد. از جمله مهم‌ترین عوامل در جهت افزایش امنیت بازار اتخاذ اقدامات یکسو و هماهنگ است. وجود مجمع عرضه‌کنندگان گاز به تنظیم بازار کمک بسزایی نموده و باعث ارضای منافع هر دو طرف عرضه و تقاضا می‌شود. به وجود آمدن چنین سازمانی علاوه بر منفعی که برای تولیدکنندگان در بر دارد، به واسطه واقعی کردن قیمت گاز مصرف آن را بهینه، عمر ذخایر را طولانی‌تر، موجب ثبات در بازار و انگیزه برای دستیابی به انرژی‌های جدید را افزایش خواهد داد. در راستای تحقق این امر کشورهای صادرکننده گاز تصمیم به تشکیل مجمع کشورهای صادرکننده گاز (GECF)^۲ گرفتند. در حال حاضر ۱۲ کشور به عنوان عضو و سه کشور ناظر در مجمع کشورهای صادرکننده گاز حضور دارند. کشورهای عضو ۴۲ درصد از تولید گاز جهان، ۷۰ درصد از ذخایر گازی جهان، ۳۸ درصد از انتقال گاز با خط لوله و ۸۵ درصد از تجارت گاز طبیعی مایع شده را در اختیار دارند. ایران، قطر، روسیه،

در سال‌های اخیر، تقاضای رو به افزایش گاز باعث اهمیت این ماده تجدیدناپذیر در میان عرضه‌کنندگان و تقاضاکنندگان گاز شده است. در سمت تقاضا، کشورهای صنعتی به مباحث مربوط به امنیت گاز به دلیل تأثیر زیاد بر روی تولیداتشان، اهمیت فراوان داده و در طرف عرضه نیز کشورهای صادرکننده گاز به دلیل نقش به‌سزای عامل انرژی در تراز تجاری‌شان، به امنیت عرضه گاز توجه فراوانی دارند. از طرف دیگر با توجه به روند افزایشی مصرف گاز و اهمیت یافتن آن به عنوان یک منبع مهم انرژی در سال‌های اخیر (طبق پیش‌بینی EIA^۱ تقاضا برای گاز طبیعی از ۱۸ درصد کل تقاضای انرژی در سال ۱۹۷۰ به ۲۸ درصد در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید) هر کشوری که در بازار گاز نقش مهم‌تری را ایفا نماید، از موقعیت برتری در اقتصاد جهانی و در روابط بین‌الملل برخوردار خواهد بود. بنابراین، در حالی که به تدریج سهم گاز در سبد انرژی رو به افزایش است، ضرورت اتخاذ سیاست‌های هماهنگ از سوی تولیدکنندگان بیش از پیش ضرورت می‌یابد. تولیدکنندگان صادرکنندگان گاز در صورتی که خواهان سهم بیشتری از منافع موجود در بازار و جایگاه بهتری در بازار جهانی این محصول در زمینه تولید،

² Gas Exporting Countries Forum (GECF)

¹ Energy Information Administration (EIA)

قیمت گذاری نفت خام و تخصیص عرضه نفت اوپک است. این مدل‌ها فرضیات، قیود و اهداف متفاوت دارند. هریک به دنبال یافتن حداکثر تابع هدف نسبت به قیود گوناگون هستند تا بتوانند مسیرهای بهینه قیمت و عرضه نفت را برای اوپک به طور کلی و یا برای گروه‌هایی در درون اوپک تعیین نمایند. در این بخش از مقاله به طور اختصار مواردی که در این مدل‌ها مطرح شده است، شرح داده می‌شود.

این مدل‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول مدل‌هایی هستند که در آن‌ها روش‌های بهینه‌سازی ریاضی به کار رفته است. شامل: هنیلزا-پینداک^۱ (۱۹۷۶)، کریمر-واتیزمن^۲ (۱۹۷۶)، مارشالا^۳ (۱۹۷۷)، بن-شهر^۴ (۱۹۷۶)، پینداک^۵ (۱۹۷۸)، کالمن^۶ (۱۹۷۵)، نوردهااس^۷ (۱۹۷۳) و عزتی (۱۹۷۸). این مدل‌ها پویا، عملی و کاربردی و دارای دو بخش متفاوت عرضه نفت هستند. عرضه نفت اوپک یک بخش را تشکیل می‌دهد و بخش دیگر عرضه نفت از طرف کشورهای غیرعضو اوپک است. روش بهینه‌سازی ریاضی در این مدل‌ها به کار رفته است تا اینکه جواب‌های مناسب و عددی برای مسیرهای قیمت نفت و عرضه نفت تعیین شود. پینداک (۱۹۷۸) پس از برآورد تابع تقاضای اوپک، مسیرهای قیمتی را در دو حالت رقابتی و انحصاری رسم نمود. نتایج این تحقیق

ترینیداد و توباگو، مصر، بولیوی، الجزایر، نیجریه، لیبی، عمان، ونزوئلا و گینه استوایی به عنوان اعضای مجمع کشورهای صادرکننده گاز و کشورهای قزاقستان، نروژ و هلند به عنوان ناظر حضور دارند. همکاری موثر و حداکثر کننده منافع جمعی در GECF تنها زمانی تحقق خواهد یافت که کشورهای عضو این مجمع بتوانند در زمینه تولید و قیمت گذاری این محصول گران‌بها با یکدیگر همکاری کرده و به عنوان یک بنگاه قیمت گذار در بازار جهانی فعالیت کنند.

در این راستا، این مقاله بر مبنای اصل همکاری و توافق بین اعضای GECF، به دنبال یافتن جوابی بهینه برای مسیر تولید و مسیر قیمت است.

ادبیات موضوع

با توجه به آن‌که در جهان مطالعات زیادی در راستای برآورد مسیرهای قیمتی و مقدار گاز در چارچوب کارتل گازی انجام نشده است، در این مقاله از مطالعات انجام گرفته در حوزه نفت نیز کمک گرفته شده است. ادبیات موضوع در دو بخش مطالعات خارجی و مطالعات داخلی ارایه می‌شود.

مطالعات خارجی

بعد از بحران انرژی در سال ۱۹۷۳ که ناشی از افزایش قیمت انرژی در اثر افزایش در قیمت نفت خام بود، مدل‌های اقتصادی متعددی برای بیان رفتار اوپک نفت به عنوان کارتل نفت ارایه شدند. هدف مشترک این مدل‌ها تعیین استراتژی‌های

¹ Hynilcza- Pindyck

² Cremer- Weitzman

³ Marshalla

⁴ Ben- Shaha

⁵ Pindyck

⁶ Kalyman

⁷ Nordhaus

نشان داد که مسیر قیمت نفت در شرایط رقابتی نسبت به تغییرات نرخ بهره حساس است. با افزایش نرخ بهره شیب مسیر قیمتی افزایش پیدا کرده، قیمت اولیه ذخایر کاهش می‌یابد و در نتیجه زمان پایان ذخایر سریع‌تر فرا می‌رسد. در حالی که مسیر قیمت نفت در شرایط انحصاری با افزایش نرخ بهره انحراف خیلی کمی در انتقال مسیر قیمت به وجود می‌آورد، همچنین، قیمت اولیه انحصاری افزایش یافته که تغییرات آن خیلی جزئی است. با مقایسه روند قیمت نفت اوپک بعد از افزایش نرخ بهره، ملاحظه می‌شود که مسیر قیمت انحصاری در سطح بالاتری از مسیر قیمت رقابتی قرار می‌گیرد.

دسته دوم مدل‌هایی مبتنی بر تکنیک‌های شبیه‌سازی پویا و ایستا هستند. در مدل‌های شبیه‌سازی ایستا، قیمت نفت اوپک در سطح معینی و برای سال معینی ثابت فرض شده و سپس، میزان عرضه و درآمد اوپک با توجه به آن قیمت ثابت و برای سال مورد نظر بررسی می‌شود. در بین مدل‌های مورد نظر فقط مدل کندی^۱ (۱۹۷۴) از روش شبیه‌سازی ایستا برخوردار است. در سایر مدل‌ها، روش شبیه‌سازی پویا به کار رفته است. این مدل‌ها توسط دلی - گریفن و استیل^۲ (۱۹۸۲)، شکوری^۳ (۱۹۸۱)، گتلی^۴ (۱۹۷۹)، اکبو^۵ (۱۹۷۶)، مورکمی^۶ (۱۹۷۶)، میراس - استوت و جسدیک - بلیترز^۷ (۱۹۷۵)، گتلی - کیل - فیشر^۸

(۱۹۷۹) و گریفن (۱۹۹۲) ارایه شده‌اند. گریفن (۱۹۹۲) "قیمت‌های نفت اوپک و جهان" را بررسی کرده است. در این مطالعه، بعد از مرور و تحلیل رفتار اوپک در دو دهه گذشته، یک مدل شبیه‌سازی پویا را برای به دست آوردن مسیرهای محتمل قیمت نفت، تحلیل می‌کنند. نتایج بیانگر آن است که توسعه قیمت ترجیح داده شده به وسیله مرکزیت کارتل، در کشورهایی با فراوان‌ترین ذخایر نفتی، وابسته به این موضوع است که در زمینه بازار رقابتی تعقیب شود.

در این مدل‌ها، روابط تبعی میان متغیرها تصریح شده و سپس، مقدار عددی شاخص‌های مختلف تعیین می‌شود. همچنین، در این مدل‌ها تأثیر مسیرهای گوناگون قیمت نفت و انرژی بررسی می‌شود. شاخص‌هایی که در مدل‌ها تأکید می‌شوند عبارتند از: کشش قیمتی تقاضای نفت، کشش عرضه منابع انرژی غیر نفت، علاوه بر کشش‌های یاد شده؛ رشد تقاضای نفت و انرژی و همچنین، میزان رشد اقتصادی مورد توجه قرار می‌گیرد. علاوه بر این، مسیر زمانی مناسب قیمت نفت توسط این مدل‌ها انتخاب شده و از طریق روش شبیه‌سازی اثرهای آن‌ها تجزیه و تحلیل شده است. این مدل‌ها متناسب با اهداف و سیاست‌ها خود، توابع تقاضای نفت و انرژی و نیز عرضه نفت کشورهای غیر اوپک را مشخص کرده‌اند.

ثانیاً اعضا اوپک از کشورهای غیرمتجانس تشکیل یافته‌اند و از جهات مختلف با هم تفاوت‌هایی دارند. برای مثال این کشورها از حیث متغیرهایی همچون ظرفیت تولید مفید، نسبت تولید به ذخایر، درآمد سرانه نفت و نیاز به درآمد نفتی

¹ Kennedy

² Daly- Griffin & Steele

³ Choucri

⁴ Gately

⁵ Eckbo

⁶ Murakami

⁷ Meeraus- Blitzer- Stoutjesdijk

⁸ Gately- Kyle- Fischer

بهبود بهینه با استفاده از منحنی‌های بهینه پرتو^۲ و تعیین نقاط تهدید^۳ به دست می‌آیند. در این روش، اعضای اعضای اوپک به دو گروه طبقه‌بندی شده‌اند. کشورهای پس‌اندازکننده شامل عربستان سعودی، لیبی، عراق، امارات، کویت و قطر و کشورهای خرج‌کننده شامل ایران، ونزوئلا، اندونزی، الجزایر، نیجریه و اکوادور هستند. آن‌ها دو نوع منحنی بهینه پرتو را محاسبه کرده‌اند. در نوع اول سهم فروش ثابت است، در نوع دوم سهم فروش نسبت به زمان تغییر می‌کند. آن‌ها تابع هدف را به طور مکرر برای مقادیر متفاوت شاخص در فاصله میان صفر تا یک حل نمودند و سرانجام راه‌حل‌های مبتنی بر همکاری و تعاون را با ترسیم ناحیه میان نقطه تهدید و منحنی‌های بهینه پرتو به دست آوردند. آن‌ها جواب‌های مربوط به نقطه تهدید را در شرایط بازار رقابتی نیز محاسبه نمودند و به روش هندسی توانستند حداکثر حاصل ضرب منافع اضافی را برای گروه کشورهای پس‌اندازکننده و خرج‌کننده به دست آورند. در این مدل به واسطه همکاری و مذاکره در ارتباط با قیمت و سهمیه فروش، منافع اضافی برای هر یک از دو گروه به دست می‌آید.^۴

مقاله حاضر، با دو پارچه کردن کارتل گازی با توجه به ذخایر آن‌ها، به بررسی مسیرهای قیمتی و استخراج کارتل گازی می‌پردازد. تفاوت برجسته این پژوهش با مطالعه هنیلزا- پینداک در این است

جهت توسعه اقتصادی و اجتماعی از هم متمایز هستند. علاوه بر این‌ها، اعضای اوپک در تخصیص درآمدهای نفتی برای سرمایه‌گذاری داخلی، واردات کالاها و خدمات و مصرف داخلی با هم تفاوت فاحش دارند. زیرا اندازه ذخایر اثبات شده و میزان گسترش و توسعه ظرفیت تولید در بین آن‌ها متفاوت است. این تفاوت‌های اساسی زمینه و منشأ بروز برخوردهای داخلی اعضای اوپک می‌شود که به تبع آن سیاست‌های فروش و تصمیمات قیمت‌گذاری از این امر متأثر می‌شوند. در این مدل‌ها اوپک هم به شکل یک تولیدکننده واحد که به صورت یکپارچه در بازار عمل می‌کند و هم به شکل ترکیبی از گروه‌های همگن که معمولاً یک یا دو گروه از آن‌ها نقش مسلط دارند در نظر گرفته می‌شود. در برخی از مدل‌ها اوپک به عنوان یک واحد متشکل و یکپارچه فرض شده است. بنابراین، نظریه بنگاه تولیدی مسلط بر بازار نفت مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل‌ها توسط پینداک (۱۹۷۸)، مارشالا (۱۹۷۷) و کریمر- وایتزمن (۱۹۷۶) تدوین شده‌اند. مدل‌هایی که در آن‌ها اوپک دوپارچه در نظر گرفته شده است توسط اقتصاددانانی مانند عزتی (۱۹۷۸)، هنیلزا- پینداک (۱۹۷۶)، کندی (۱۹۷۴)، بلیترز و همکاران (۱۹۷۵) و شکوری (۱۹۸۱) ارائه شده است. از میان آن‌ها تنها هنیلزا- پینداک برای اولین بار کوشش نمودند تا با استفاده از راه‌حل چانه‌زنی نش^۱ مسئله را به صورت کمی حل نمایند. در این روش جواب‌های

^۲ Pareto

^۳ Threat- Points

^۴ برای کسب اطلاعات بیشتر راجع به این مدل به فصل ۷ از کتاب مجید احمدیان تحت عنوان "نظریه بازار و کاربرد آن برای منابع انرژی پایان‌پذیر" سال ۱۹۷۳ مراجعه نمود.

^۱ Nash

فلاحی و همکاران (۱۳۹۱) کارتل بودن مجمع کشورهای صادرکننده گاز را بررسی کردند. نتایج آن‌ها بیانگر آن بود که با توجه به شرایط بازار گاز، ساختار کنونی مجمع و موانع پیش روی آن، حداقل در آینده نزدیک امکان تشکیل کارتل در بازار گاز وجود ندارد.

جعفرزاده و نیسی (۱۳۹۱) به تحلیل سیاست صادرات گاز به کشورهای هند و پاکستان در چارچوب نظریه بازی‌ها پرداختند. آن‌ها با توجه به مبانی نظریه‌بازی‌ها سعی کردند تا سیاست صادرات گاز از طریق ایران و روسیه به کشورهای یادشده را تحلیل کنند. چارچوب نظری آن‌ها مبتنی بر بازی‌های به شکل ائتلافی و بازی‌های همکارانه است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ارزش ملحق شدن روسیه و ایران به این ائتلاف کمتر از ارزش دوری جستن از آن است. بنابراین، برای هر دو کشور بهتر است از صادرات گاز به این دو کشور چشم‌پوشی کنند.

مهدوی‌عادلی و همکاران (۱۳۹۱) موضوع "تدوین بازی همکارانه بین کشورهای عضو مجمع کشورهای صادرکننده گاز در زمینه صادرات گاز از طریق خط لوله" را بررسی کرده‌اند. آن‌ها با توجه به شیوه تعامل بین کشورهای عضو، یک مدل تئوریک مبتنی بر تئوری بازی‌ها برای همکاری کشورهای عضو در زمینه صادرات گاز از طریق خط لوله را تدوین نموده‌اند. نتایج مبین آن است که با وجود برخی موانع، کشورهای عضو می‌توانند همکاری مؤثری در زمینه ترانزیت گاز با یکدیگر داشته باشند.

گلستانی و همکاران (۱۳۹۲) "مدل‌های رهبری

که آن‌ها با تعریف نقطه تهدید، به بررسی مسیرهای قیمتی و استخراج در بازار نفت پرداختند؛ درحالی‌که این مطالعه با تعریف نقطه جدیدی به نام نقطه ترغیب^۱ به بررسی همان موضوع در بازار گاز پرداخته است.

با توجه به مطالعات انجام شده در حیطه اوپک نفتی و نبود مطالعه جدی در حیطه بازار گاز، در سال‌های اخیر مطالعاتی در این زمینه به رشته تحریر در آمده‌اند؛ که این مطالعات بیشتر داخلی هستند. به همین دلیل در بخش مطالعات داخلی به مرور این مطالعات پرداخته خواهد شد.

مطالعات داخلی

با توجه به اینکه ایران از کشورهای شاخص در حوزه انرژی است و با توجه به نقش روزافزون گاز طبیعی به عنوان منبع انرژی، کمبود و کاستی‌های مطالعات اقتصادی در زمینه این منبع انرژی در ایران کاملاً مشهود است. در زمینه مطالعات انجام شده در داخل کشور می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

گلستانی و همکاران (۱۳۹۱) تابع مانده تقاضای بلندمدت گاز *GECF* را با استفاده از روش مکانیزم تصحیح خطای برداری برآورد کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مانده تقاضای *GECF* با قیمت گاز رابطه منفی و با روند زمانی رابطه مستقیم دارد. به گونه‌ای که با افزایش یک دلار در قیمت گاز، میزان تقاضا به اندازه چهار تریلیون متر مکعب کاهش می‌یابد و به طور متوسط در هر سال تقاضا برای گاز *GECF* به میزان ۰/۳ تریلیون متر مکعب افزایش می‌یابد.

¹ Encourage Point

رهبری قیمت بیشتر می‌شود. در نتیجه، قیمت حاصل از دو راه حل در سال ۴۵ با یکدیگر برابر شده و پس از آن قیمت رقابتی از قیمت در حالت رهبری قیمت فراتر می‌رود.

با توجه به کارهای انجام شده در زمینه گاز طبیعی و نبود مطالعه در مورد انواع مسیرهای بهره‌برداری بلندمدت و توجه به این نکته که برنامه‌ریزی بلندمدت کمک مهمی در راستای جهت‌دهی به اهداف *GECF* خواهد نمود؛ این پژوهش بر آن شد که با استفاده از حاصل ضرب نش به بررسی انواع مسیرهای بهره‌برداری در یک بازه ۶۰ ساله پردازد.

مبانی نظری

رقابت میان خریداران برای به دست آوردن کالا در بازارهای انحصارگونه که کالاهای موجود در آن همگن باشد، به وضع یک قیمت برای تمام فروشندگان منجر خواهد شد. هر فروشنده سهم در خور توجهی از بازار را به خود اختصاص می‌دهد، به شکلی که تصمیم‌های این فروشنده تأثیر در خور توجهی بر روی تصمیم رقبای او خواهد گذاشت. در این شرایط تصمیم یک فروشنده در زمینه تغییر مقدار تولید بر روی قیمت دیگر فروشندگان تأثیر خواهد گذاشت. پیامدهای تصمیم یک فروشنده در زمینه تغییرات قیمت نامعین است. رقبای وی در درون بازار ممکن است که از تصمیمات او در زمینه تغییر قیمت پیروی کنند و یا اینکه ممکن است از تصمیم‌های وی دنباله روی نکنند، به هر حال وی نمی‌تواند تصور کند که رقبای او در درون صنعت متوجه تغییر قیمت او نیستند. نتایج حاصل از

قیمت و تبانی در کارتل گازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک "را بررسی کردند. این مطالعه به کمک الگوریتم ژنتیک مسیر قیمتی، مسیر استخراج و سود تنزیل شده مربوط به *GECF* و گروه حاشیه‌ای را بر اساس دو راه حل رهبری قیمت و تبانی محاسبه کرده است. در این راستا، اعضای "مجمع کشورهای صادرکننده گاز (*GECF*)" به عنوان یک کارتل و سایر تولیدکنندگان به عنوان گروه حاشیه‌ای در نظر گرفته شده‌اند. نتایج مدل رهبری قیمت بیانگر آن است که تقاضای جهانی گاز در طی زمان به صورت خطی و قیمت جهانی آن به صورت نمایی افزایش خواهد یافت. بر این اساس، عرضه گروه حاشیه نیز با روندی فزاینده در دوره مورد بررسی افزایش می‌یابد و عرضه کارتل که از تفاوت بین تقاضای جهانی و عرضه گروه حاشیه حاصل می‌شود، به طور کاهنده صعودی است. نتایج حاصل از راه حل تبانی بیانگر آن است که روند استخراج در مقایسه با راه حل رهبری قیمت کندتر می‌شود و در نتیجه قیمت و سود حاصل از راه حل تبانی بیشتر از راه حل رهبری است.

گلستانی و همکاران (۱۳۹۲) "قیمت سایه‌ای و مسیر قیمت *GECF* بر اساس راه حل رقابتی و رهبری قیمت" را بررسی کردند. آنها گروه کشورهای صادرکننده گاز تشکیل دهنده "مجمع کشورهای صادرکننده گاز (*GECF*)" به عنوان یک کارتل قیمت‌گذار و سایر تولیدکنندگان را به عنوان گروه حاشیه در نظر گرفتند. نتایج آنها بیانگر آن بود که تا سال ۲۸ رشد قیمت در راه حل رقابتی از راه حل رهبری قیمت کمتر است و از این سال به بعد شیب قیمت رقابتی از شیب قیمت در راه حل

حاشیه‌ای فعالیت می‌کند، تخمین زده می‌شود. سپس، کارتل به دو گروه متمایز و مشخص تقسیم می‌شود که کارتل دو پارچه را تشکیل می‌دهد. به منظور تبیین و تفهیم کارتل دو پارچه نیاز به درک مفاهیمی همچون: نرخ برتری زمانی، ذخایر اثبات شده، مجموع ارزش حال سود انتظاری، تابع هدف کارتل، نقطه ترغیب^۳ و حاصل ضرب نش است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

تقاضای مانده بازار

کارتل به عنوان یک واحد یکپارچه و مستقل با باقیمانده تقاضای بازار روبه‌رو می‌شود. باقیمانده تقاضا از تفاوت بین تابع تقاضای جهانی گاز و تابع عرضه گروه حاشیه‌ای به دست می‌آید. تابع مانده تقاضا به وسیله رابطه زیر بیان شده است.^۴ (پینداک (۱۹۷۸)، گلستانی و همکاران (۱۳۹۱)، اولف و فولی^۵ (۱۹۸۰)، سالنت (۱۹۸۶) و بنچکران و ویتاگن^۶ (۲۰۰۹)).

$$D_i = q(p_i) - S(p_i) \quad (1)$$

می‌کند. این مقاله، بر آن است تا به طور پویا در یک دوره زمانی ۶۰ ساله، با توجه به راه حل رهبری قیمت توسط GECF، اعضای کارتل را بر مبنای ذخایر اثبات شده و نرخ بهره حقیقی به دو گروه تقسیم کرده و مسیر قیمتی، مسیر عرضه و همچنین سود GECF را با کاربرد حاصل ضرب نش^۲ تعیین کند. در این راستا، مانده تقاضای بلند مدت بازار با فرض اینکه کارتل به شکل یکپارچه در مقابل گروه

تصمیم‌گیری تولیدکننده در بازار، بستگی به واکنش رقبای او در بازار دارد. جواب و راه حل‌های متعددی بر روی روند تصمیم‌گیری در بازار وجود دارد که هر راه حل متکی به دسته جدیدی از فرضیه‌ها در زمینه رفتار تولیدکنندگان است. مدل رهبری قیمت، یکی از راه حل‌ها و جواب‌های موجود است. در این مدل فرض می‌شود صنعت از گروه کارتل و گروه حاشیه‌ای^۱ تشکیل شده است. گروه حاشیه‌ای به عنوان قیمت‌پذیر در بازار عمل کرده، اطلاعات راجع به قیمت را از بازار دریافت می‌کند و بر اساس قیمت بازار میزان عرضه خود را طوری تعیین می‌کند که مجموع ارزش حال سود انتظاری نسبت به محدودیت فیزیکی ذخایر ماکزیمم شود. بدین ترتیب میزان عرضه گروه حاشیه‌ای که تابعی صعودی از قیمت است، به دست می‌آید. کارتل در تعیین قیمت و میزان فروش، تابع عرضه گروه حاشیه‌ای را تابع واکنش گروه حاشیه‌ای در نظر می‌گیرد و میزان عرضه ذخایر خود را معادل با مانده تقاضای بازار تنظیم می‌کند. این مقاله، بر آن است تا به طور پویا در یک دوره زمانی ۶۰ ساله، با توجه به راه حل رهبری قیمت توسط GECF، اعضای کارتل را بر مبنای ذخایر اثبات شده و نرخ بهره حقیقی به دو گروه تقسیم کرده و مسیر قیمتی، مسیر عرضه و همچنین سود GECF را با کاربرد حاصل ضرب نش^۲ تعیین کند. در این راستا، مانده تقاضای بلند مدت بازار با فرض اینکه کارتل به شکل یکپارچه در مقابل گروه

³ Encourage point

^۴ برای کسب اطلاعات بیشتر به فصل چهارم کتاب اقتصاد خرد (۲) نظریه‌ها و کاربردها نوشته عباس شاکری مراجعه شود.

⁵ Ulph & Folie

⁶ Benchekroun & Withagen

¹ Fringe group

² Nash product

هر گروه باید به گونه‌ای باشد که مجموع استخراج هر دوره کمتر یا مساوی با ذخایر اثبات شده در ابتدای فعالیت باشد. یعنی:

$$\sum_{t=0}^n q_{1t} \leq R_1 \quad (۳)$$

$$\sum_{t=0}^n q_{2t} \leq R_2 \quad (۴)$$

R_1 و R_2 به ترتیب ذخایر اثبات شده گروه اول و دوم است.

مجموع ارزش حال سود انتظاری

گروه اول ذخایر R_1 را در اختیار دارد و در زمان t مقدار q_{1t} را با هزینه نهایی $Cost(q_{1t})$ استخراج کرده و در بازار به قیمت p_t می‌فروشد. مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه اول برابر است با:

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i * q_{1i}) - cost(q_{1i})}{(1+r_1)^{i-1}} \quad (۵)$$

V مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه اول و r_1 نرخ تنزیل آن است. گروه دوم ذخایر R_2 را در اختیار دارد و در زمان t مقدار q_{2t} را با هزینه نهایی $Cost(q_{2t})$ استخراج کرده و در بازار به قیمت p_t می‌فروشد.

مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه دوم برابر است با:

$$W = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i * q_{2i}) - cost(q_{2i})}{(1+r_2)^{i-1}} \quad (۶)$$

W مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه اول و r_2 نرخ تنزیل آن است.

تابع هدف کارتل

برای تعیین تابع هدف کارتل دو مفهوم مهم شرح داده می‌شود که یکی از آن‌ها مفهوم نقطه

از مجموع عرضه گروه اول و دوم تشکیل می‌شود که در نتیجه هر دو گروه هم‌زمان و به طور مشترک مانده تقاضای بازار را تأمین می‌کنند.

نرخ برتری زمانی

دو گروه اهمیت متفاوتی به عامل زمان می‌دهند و در اجرای فعالیت‌های استخراج و فروش ریسک یکسانی نمی‌پذیرند. این دو گروه نیازهای متفاوتی برای درآمدهای حاصل از فروش ذخایر خود دارند. بنابراین، هر دو گروه نرخ برتری زمانی متفاوتی را دارا هستند. نرخ برتری زمانی گروه اول و دوم از رابطه زیر که به ترتیب با r_1 و r_2 نشان داده شده است، به دست خواهد آمد.

$$r_i = r + \eta_i \quad (۲)$$

$$\eta_i = \sum_{j=1}^{k_i} \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n g_{ij} \right) \alpha_{ij} / R_i \quad i = 1, 2$$

r نرخ تنزیل معیار، R_i ذخایر اثبات شده گروه i ام، α_{ij} ذخایر اثبات شده کشور j ام در گروه i ام، g_{ij} نرخ بهره واقعی کشور j ام در سال t ام، K_i تعداد کشورهای گروه i ام است.

ذخایر اثبات شده

ذخایر اثبات شده گروه اول بسیار بیشتر از ذخایر اثبات شده گروه دوم است. از این رو عمر ذخایر گروه دوم بسیار زودتر از ذخایر گروه اول به پایان می‌رسد. فرض کنید عمر کارتل n سال است. هدف اعضای کارتل که شامل دو گروه است، آن است که در بازه عمر کارتل به گونه‌ای فعالیت کنند که منافع گروه خود حداکثر شود. از طرفی فعالیت

$$Max \Pi_1 = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i * q_{1i}) - cost(q_{1i})}{(1+r_1)^{i-1}} =$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{(\phi(q_{1i} + q_{2,i}) * q_{1,i}) - cost(q_{1,i})}{(1+r_1)^{i-1}}$$

s.t

$$\sum_{i=1}^n q_{1,i} \leq R_1 \quad (V)$$

$$\sum_{i=1}^n q_{2,i} \leq R_2$$

$$q_{1,i} > (fix)_1 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$q_{2,i} > (fix)_2 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$P_i = \phi(q_{1,i} + q_{2,i}) > 0 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

اعضای کارتل توافق می‌کنند که در طول عمر کارتل باید هر دو گروه در فرایند عرضه نقش داشته و عرضه هر کدام از آنها نباید از یک مقدار حداقلی کمتر شود. حداقل عرضه گروه اول و دوم به ترتیب برابر $(fix)_1$ و $(fix)_2$ است. مقدار حداکثر سود به دست آمده با \bar{V} در نمودار ۱ نشان داده شده است. در نقطه \bar{V} گروه دوم کاملاً پیرو تصمیمات گروه اول است. حال فرض کنید گروه دوم نقش رهبر و گروه اول نقش پیرو را قبول کند. گروه دوم با توجه به این موضوع مجموع ارزش حال سود انتظاری خود را حداکثر خواهد کرد. با استفاده از نرخ تنزیل r_2 ، تمام سودهای به دست آمده گروه دوم در زمان‌های آینده، به زمان حال تبدیل می‌شوند. بنابراین، مجموع ارزش حال سود حاصل از استخراج و فروش ذخایر گروه دوم به همراه محدودیت‌های آن به شکل زیر نوشته می‌شود:

ترغیب^۱ و دیگری حاصل ضرب نش^۲ است (هنیلازا-پینداک).

نقطه ترغیب نقطه‌ای است که در آن هر یک از گروه‌ها با فرض اینکه گروه دیگر پیرو آنها بوده، مقدار فروش و قیمت را تعیین می‌کنند. برای بیان مفهوم نقطه ترغیب از محور مختصات کمک گرفته می‌شود. در نمودار ۱ محور افقی بیانگر تغییرات مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه اول و محور عمودی بیانگر تغییرات مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه دوم است. فرض کنید گروه اول نقش رهبر و گروه دوم نقش پیرو را قبول کند. گروه اول با توجه به این موضوع، مجموع ارزش حال سود انتظاری خود را حداکثر خواهد کرد. عرضه گروه اول و دوم در دوره i به ترتیب برابر $q_{1,i}$ و $q_{2,i}$ تابع تقاضای کارتل، هزینه تولید گروه اول و دوم در دوره i به ترتیب برابر

$$cost(q_{2,i}) \text{ و } cost(q_{1,i}), p_i = \phi(q_{c,i}) = \phi(q_{1,i} + q_{2,i})$$

است. با استفاده از نرخ تنزیل r_1 ، تمام سودهای به دست آمده گروه اول در زمان‌های آینده، به زمان حال تبدیل می‌شوند. بنابراین، مجموع ارزش حال سود حاصل از استخراج و فروش ذخایر گروه اول به همراه محدودیت‌های آن صورت زیر نوشته می‌شود

^۱ در مطالعات قبلی که بیشتر بر مبنای نظری است از نقطه تهدید استفاده کرده‌اند. نقطه تهدید نقطه‌ای است که در آن هر دو گروه بدون همکاری و مذاکره، مقدار فروش و قیمت را مشخص می‌کنند. در این مطالعه، از نقطه جدیدی در مقابل نقطه تهدید استفاده شده است که پژوهشگران این مقاله، آن را نقطه ترغیب نام نهاده‌اند.

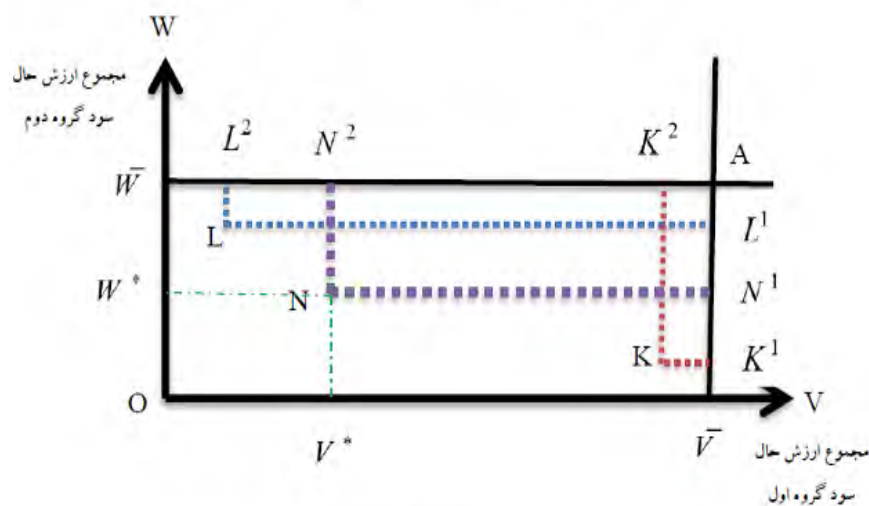
^۲ Nash product

شد. اگر درجه همکاری بین آنها قوی باشد، منافع آنها کمتر کاهش می‌یابد و برعکس اگر درجه همکاری پایین باشد، منافع آنها بیشتر کاهش خواهد یافت. حاصل ضرب کاهش منافع ناشی از عدم رهبری هر گروه را حاصل ضرب نش نامند. برای روشن شدن مفهوم حاصل ضرب نش، از محور مختصات کمک گرفته شده است. محور افقی بیانگر تغییرات مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه اول و محور عمودی بیانگر تغییرات مجموع ارزش حال سود انتظاری گروه دوم است. در نمودار ۱ نقطه A یک نقطه ترغیب است. همان‌طور که در نمودار (۱) ملاحظه می‌شود با حرکت از نقطه A به چپ روی خط $A\bar{W}$ ، ارزش حال منافع گروه اول کاهش یافته ولی ارزش حال منافع گروه دوم ثابت خواهد ماند. به همین ترتیب با حرکت از نقطه A به پایین روی خط $A\bar{V}$ ، ارزش حال منافع گروه دوم کاهش یافته ولی ارزش حال منافع گروه اول ثابت خواهد ماند. از طرفی هر دو گروه تمایل دارند تا در نقش رهبر ظاهر شده و ارزش حال منافع گروه خود را حداکثر کنند. از طرف دیگر، در صورت وجود دو رهبر یک تعادل پایدار در کارتل برقرار نخواهد شد. بنابراین، دو گروه از طریق مذاکره درصدد نزدیک شدن به نقطه A بر می‌آیند. به عنوان مثال فرض کنید اگر در نقطه N هر دو گروه در زمینه قیمت و سهم بازار به توافق برسند آن‌گاه ارزش حال منافع آنها به ترتیب V^* و W^* می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Max } \Pi_2 &= \sum_{i=1}^n \frac{(p_i * q_{2i}) - \text{cost}(q_{2i})}{(1+r_2)^{i-1}} \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{(\phi(q_{1,i} + q_{2,i}) * q_{2,i}) - \text{cost}(q_{2,i})}{(1+r_2)^{i-1}} \\ s.t \\ \sum_{i=1}^n q_{1,i} &\leq R_1 \\ \sum_{i=1}^n q_{2,i} &\leq R_2 \\ q_{1,i} &> (fix)_1 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n \\ q_{2,i} &> (fix)_2 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n \\ P_i &= \phi(q_{1,i} + q_{2,i}) > 0 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned} \quad (8)$$

این مقدار حداکثر با \bar{W} در نمودار ۱ نشان داده شده است. در نقطه \bar{W} گروه اول کاملاً پیرو تصمیمات گروه دوم است. نقطه $A = (\bar{V}, \bar{W})$ ، نقطه ترغیب نامیده می‌شود. در واقع هر کدام از گروه‌های اول و دوم تمایل دارند تا نقش رهبری را به عهده گرفته و گروه دیگر را وادار به پیروی نمایند تا در این راستا مجموع ارزش حال سود انتظاری خودشان را به ترتیب به نقاط \bar{V} و \bar{W} که همان نقطه A است، نزدیک کنند. از طرفی دو گروه هم‌زمان نمی‌توانند رهبر باشند، بنابراین نقطه A یک نقطه ترغیب است که هر کدام از گروه‌ها سعی دارند از طریق مذاکره و همکاری، مجموع ارزش حال سود انتظاریشان را به آن نزدیک کنند. بدین منظور حداقل حاصل ضرب کاهش منافع ناشی از عدم رهبری هر گروه را که در اثر همکاری و مذاکره ایجاد می‌شود به دست آورده می‌شود. همکاری بین دو گروه در مورد قیمت و میزان فروش موجب افزایش منافع آنها و کاهش ضرر هر گروه خواهد

شکل ۱- فضای جواب حاصل ضرب نش



L انتخاب می‌شود که قدرت چانه زنی گروه اول بیشتر از گروه دوم باشد، در حالی که در نقطه K گروه دوم به طور نسبی از قدرت مذاکره بیشتری نسبت به گروه اول برخوردار است. هر نقطه روی خط \bar{AV} بیانگر این موضوع است که گروه اول در بازار نقش رهبر را ایفا کرده و حداکثر منافع را از فروش خود به دست خواهد آورد، در حالی که گروه دوم از گروه اول اطاعت و پیروی می‌کند. به همین ترتیب اگر روی خط \bar{AW} نقطه‌ای انتخاب شود، در آن صورت گروه دوم نقش رهبر را در بازار ایفا کرده و گروه اول از گروه دوم اطاعت و پیروی می‌کند.

ملاحظه شد که هدف از مذاکره، دستیابی به حداقل ضرر ناشی از عدم رهبری بین دو گروه است. یعنی هر دو گروه تلاش می‌کنند حاصل ضرب ضرر ناشی از عدم رهبری خود را مینیمم کنند. به این معنی که:

کاهش ارزش حال منافع، برای گروه اول معادل با $\bar{V} - V^*$ و برای گروه دوم معادل $\bar{W} - W^*$ است. نقاط بی‌شماری در مستطیل $\bar{O}V\bar{A}W$ وجود دارد که هر کدام منطبق با درجه معینی از همکاری بین دو گروه است. کاهش منافع حاصل از عدم رهبری توأمان، به وسیله مساحت مستطیل‌ها در فضای جواب $\bar{O}V\bar{A}W$ اندازه‌گیری می‌شود. به عنوان مثال، مساحت مستطیل AN^1NN^2 حاصل ضرب کاهش منافع هر دو گروه است. این کاهش برابر $(\bar{V} - V^*)(W - W^*)$ است. اگر درجه همکاری بین دو گروه به نحوی باشد که نقطه L را برای رسیدن به توافق انتخاب کنند، در این صورت ضرر حاصل از عدم رهبری توأمان معادل مساحت ALL^2 خواهد بود. اگر نقطه دیگری مانند K برای این توافق انتخاب شود، در این صورت ضرر حاصل از عدم رهبری توأمان معادل مساحت AK^1KK^2 خواهد بود. بنابراین، وقتی نقطه

توسط گروه اول، بار دیگر با بکاربردن مدل رهبری توسط گروه دوم و در انتها، با بکار بردن مدل نش به دست آورده شده است. بدین منظور ارزش شاخص‌های مورد نیاز در مدل (۷)، (۸) و (۹) باید تعیین شود. در این راستا، طول عمر ذخایر ۶۰ سال^۲ ($n=60$)، هزینه کل استخراج گاز در هر دوره برای اعضای GECF رایگان^۳، ذخایر اثبات شده گروه اول و دوم به ترتیب برابر ۱۰۴۲۹۱۰۰۰ و ۱۹۹۹۴۰۰۰ میلیون متر مکعب^۴ و نرخ تنزیل معیار برابر ۸ درصد^۵ در نظر گرفته شد. با استفاده از داده‌های نرخ بهره واقعی دوره سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹^۶ و با جای‌گذاری مقادیر مربوط به رابطه (۲)، η_1 و η_2 به ترتیب برابر منفی ۱.۳۴ و ۱.۴۰ و در نتیجه r_1 و r_2 به ترتیب برابر ۶.۶۶ و ۹.۴۰ درصد به دست آمد. حداقل مقدار تولید هر گروه برابر با تولید هر گروه در سال ۲۰۱۰ در نظر گرفته شد ($(fix)_1 = 338789$, $(fix)_2 = 223360$). در تعیین رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل و همچنین،

$$Min \Pi_{nash} = (\bar{V} - V)(\bar{W} - W)$$

s.t

$$\sum_{i=1}^n q_{1,i} \leq R_1$$

$$\sum_{i=1}^n q_{2,i} \leq R_2$$

(۹)

$$q_{1,i} > (fix)_1 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$q_{2,i} > (fix)_2 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$P_i = \phi(q_{1,i} + q_{2,i}) > 0 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

V و W به وسیله روابط (۵) و (۶) تعریف

شدند. تابع هدف رابطه (۹) به حاصل ضرب نش در نظریه بازی‌های توافقی موسوم است (سالنت (۱۹۸۲)، سالو و توانین^۱ (۱۹۹۹)).

کاربرد مدل

به جای گروه کارتل سازمان کشورهای صادرکننده گاز (GECF) و به جای گروه حاشیه‌ای کشورهای صادرکننده غیر وابسته (GECF) در نظر گرفته شده است. در این مقاله، بر مبنای حجم و طول عمر ذخایر، اعضای GECF به دو گروه تقسیم شده‌اند. گروه اول شامل ایران، روسیه و قطر است که ۸۴ درصد ذخایر اثبات شده GECF را در اختیار دارند. گروه دوم شامل مصر، بولیوی، الجزایر، نیجریه، لیبی، ونزوئلا، عمان، گینه نو و ترینداد و توباگو است که ۱۶ درصد ذخایر اثبات شده GECF را در اختیار دارند. در ادامه، مسیرهای زمانی قیمت بهینه، مسیرهای زمانی استخراج بهینه، سودهای تنزیل شده GECF و سودهای تنزیل شده گروه اول و دوم یک بار با بکار بردن مدل رهبری

² The Future Role of Natural Gas. (2011). and British petroleum, Energy security: an overview.

^۳ داده‌های مربوط به هزینه گاز کشورها موجود نیست. از طرفی به علت اینکه معمولاً گاز کالای توأمی است که به همراه نفت استخراج می‌شود، هزینه‌های تمام شده آن بسیار پایین است؛ از این رو در هر دوره هزینه کل استخراج گاز صفر در نظر گرفته شده است (گلستانی و همکاران (۱۳۹۲)).

^۴ داده‌ها از سایت اپک استخراج شده است.

^۵ در بسیاری از مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است نرخ تنزیل ۸ درصد (احمدیان (۱۳۷۳). ص ۱۴۸ و گلستانی و همکاران (۱۳۹۲)) یا نزدیک به ۸ درصد (چاکراورتی و روماست (۱۹۹۰). ص ۳۱۶) و یا محدوده‌ای که ۸ درصد را در بر می‌گیرد (پیندایک (۱۹۷۸). ص ۱۰)، در نظر گرفته شده است.

^۶ داده‌ها از بانک جهانی اطلاعات استخراج شده است.

¹ Salo & Tahvonen

گروه اول را به دست آورد. عرضه کارتل، گروه اول و گروه دوم، در مدل رهبری گروه اول، در نمودار ۲ رسم شده است. در حالت رهبری گروه اول، گروه اول سعی می‌کند تا جایی که می‌تواند سهم عرضه را به خود اختصاص داده و سهم گروه دوم را در حداقل خود نگه دارد. مقدار استخراج کارتل و گروه اول به ترتیب در طی یک روند ثابت از ۶۵۲۳۹۷۸۹۷ و ۴۲۹۰۳۷۸۹۷ میلیون مترمکعب در سال ۲۰۱۱ به ۱۶۴۲۵۸۴.۶۶۱ و ۱۴۱۹۲۲۴.۶۶۱ میلیون مترمکعب در سال ۲۰۷۰ خواهد رسید.

نتایج بیانگر آن است که در طول عمر کارتل، اگر گروه اول رهبر باشد عرضه گروه دوم را در حداقل مقدار خود (۲۲۳۳۶۰ میلیون مترمکعب) حفظ خواهد کرد. در پایان عمر کارتل، گروه اول و دوم به ترتیب در حدود ۵۳ و ۶۷ درصد ذخایر اثبات شده خود را عرضه خواهند کرد. قیمت دارای مسیری صعودی و خطی است. قیمت در ابتدای تشکیل کارتل در سال ۲۰۱۱، از ۰.۱۰۷۲۰ دلار برای هر هزار مترمکعب به ۰.۳۵۴۶۱ دلار برای هر هزار مترمکعب در سال ۲۰۷۰ خواهد رسید. با جای‌گذاری مقادیر قیمت و مقدار عرضه در تابع هدف (۷) و (۸) می‌توان به سود بهینه تنزیل شده گروه اول، دوم و همچنین، کارتل در طی ۶۰ دوره دست یافت. سود تنزیل شده کارتل در طی ۶۰ دوره برابر ۲۲۹۷۳۲۱۷۷۹ دلار است؛ از این مقدار ۸۳ درصد یعنی ۱۹۰۷۴۵۷۶۱۲ دلار به گروه اول و

بررسی تأثیر تغییرات قیمت گاز بر روی مقدار تقاضای جهانی و عرضه گروه حاشیه‌ای از روش مکانیزم تصحیح خطای برداری^۱ (VECM) استفاده شده است. داده‌ها به شکل سالانه از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ استفاده شده است. برای داده‌های مربوط به قیمت گاز، از قیمت سرچاه آمریکا برحسب دلار برای هزار فوت مکعب^۲ استفاده شده است، که از EIA استخراج شده است. برای تبدیل فوت مکعب به متر مکعب، داده‌ها در ۰.۰۲۸۳ ضرب شده است. داده‌های مربوط به قیمت نفت به قیمت ثابت سال پایه ۲۰۱۰ میلادی، از شرکت بریتیش پترولیوم^۳ (BP) استخراج شده است. رشد تولید ناخالص جهانی از داده‌های دفاتر ملی بانک جهانی^۴ استخراج شده است. در نهایت، تقاضای جهانی گاز که عبارتست از کل واردات گاز طبیعی جهان بر حسب میلیون متر مکعب استاندارد^۵ و عرضه گروه حاشیه‌ای که عبارت است از مجموع صادرات گاز کشورهای غیر عضو بر حسب میلیون متر مکعب استاندارد از سایت اپک استخراج شده‌اند.

نتایج حاصل از رهبری گروه اول

با حل مدل (۷) توسط برنامه GAMS به طور هم‌زمان می‌توان مسیر استخراج گروه اول، گروه دوم، کارتل و مسیر قیمتی کارتل در مدل رهبری

^۱ Vector Error Correction Model

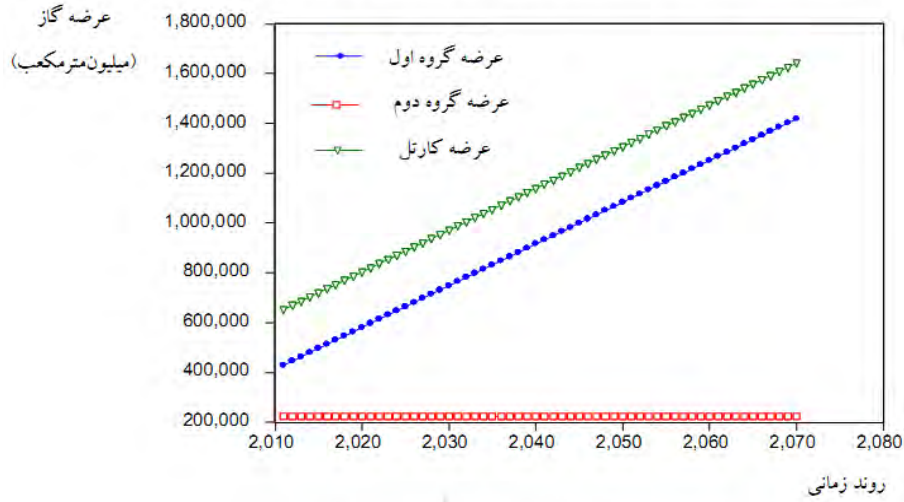
^۲ U.S. Natural Gas Wellhead Price (Dollars per Thousand Cubic Feet)

^۳ British petroleum

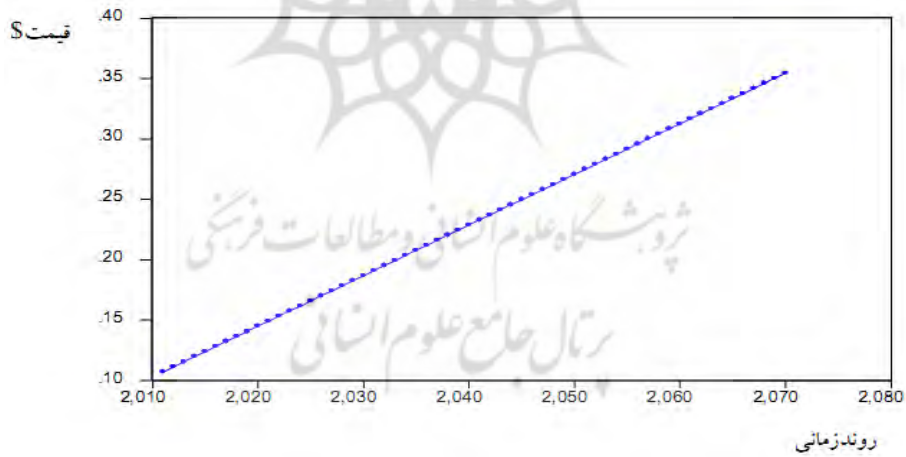
^۴ World Bank national accounts data

^۵ Million Standard Cubic Meters

شکل ۲- عرضه گروه اول، عرضه گروه دوم و عرضه کارتل در مدل رهبری گروه اول



شکل ۳- مسیر قیمتی کارتل در مدل رهبری توسط گروه اول



مأخذ: محاسبات پژوهشگر

می‌توان به طور هم‌زمان مسیر استخراج گروه اول، گروه دوم، کارتل و مسیر قیمتی کارتل را در مدل رهبری گروه دوم به دست آورد. عرضه کارتل، گروه اول و گروه دوم در مدل رهبری گروه دوم در

۱۷ درصد یعنی ۳۸۹۸۶۴۱۶۷۶ دلار به گروه دوم متعلق است.

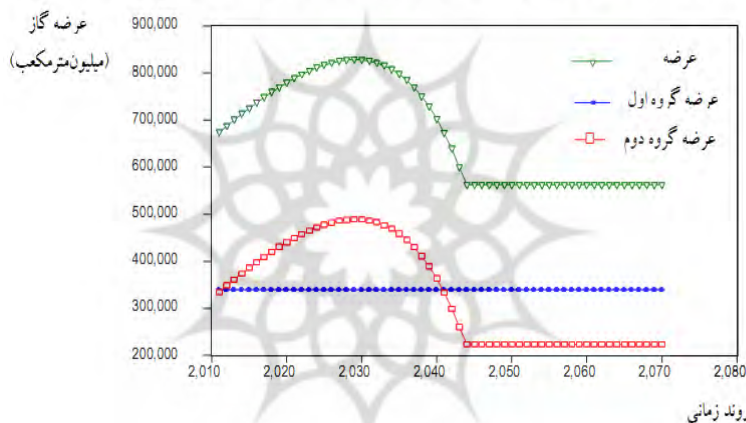
نتایج حاصل از رهبری گروه دوم

با حل معادلات (۸) توسط برنامه GAMS

دوره تقسیم خواهد شد. در دوره اول (۲۰۱۱ تا ۲۰۲۹)، عرضه گروه دوم با روندی کاهنده، افزایش می‌یابد که ناشی از این حقیقت است که کشورهای گروه دوم دارای نرخ تنزیل بالاتری هستند و بنابراین، در برنامه ریزی‌های بلندمدت خود ترجیح می‌دهند عرضه بیشتری را در اوایل تشکیل کارتل انجام داده و درآمد ناشی از آن را مصرف کنند.

نمودار ۴ رسم شده است. در حالت رهبری گروه دوم، گروه دوم سعی می‌کند تا جایی که می‌تواند سهم عرضه را به خود اختصاص داده و سهم گروه اول را در حداقل خود نگه دارد. با رهبری گروه دوم، گروه اول مجبور خواهد بود تا عرضه خود را در مقدار ۳۳۸۷۸۹ میلیون مترمکعب حفظ کند. نتایج بیانگر آن است که عرضه گروه دوم به سه

شکل ۴- عرضه گروه اول، عرضه گروه دوم و عرضه کارتل در مدل رهبری توسط گروه دوم



پژوهشگاه ملی منابع طبیعی
مأخذ: محاسبات پژوهشگر

توافق شده رسیده و بنابراین، دوره سوم شروع شده و عرضه ثابت گروه دوم، تا انتهای عمر کارتل ادامه خواهد یافت. در انتهای عمر کارتل، ۲۰ درصد ذخایر اثبات شده گروه اول عرضه خواهد شد. همچنین، کل ذخایر اثبات شده گروه دوم به پایان خواهد رسید که ۴۱ درصد ذخایر در دوره اول، ۳۰ درصد ذخایر در دوره دوم و ۲۹ درصد ذخایر در دوره سوم مصرف خواهند شد. نتایج بیانگر آن است که مسیر قیمتی به دو

بدیهی است به دلیل محدود بودن ذخایر اثبات شده گاز طبیعی، این افزایش در جایی متوقف شده و پس از آن از سال ۲۰۳۰ روند عرضه گروه دوم با روندی فزاینده، کاهش خواهد یافت و این کاهش تا سال ۲۰۴۴ ادامه خواهد یافت. دوره سوم به دلیل گذاشتن شرط حداقل عرضه ایجاد خواهد شد. گروه اول و دوم قرارگذاشته بودند که عرضه هر کدام از آن‌ها نباید از مقدار مشخصی کمتر شود. عرضه گروه دوم در سال ۲۰۴۴، به حداقل مقدار

کارتل در طی ۶۰ دوره دست یافت.

سود تنزیل شده کارتل در طی ۶۰ دوره برابر ۱۸۶۸۸۲۸۵۳۵ دلار است؛ از این مقدار ۵۸ درصد یعنی ۱۰۸۳۵۱۸۰۶۷ دلار به گروه اول و ۴۸ درصد یعنی ۷۸۵۳۱۰۴۶۹ دلار به گروه دوم متعلق است.

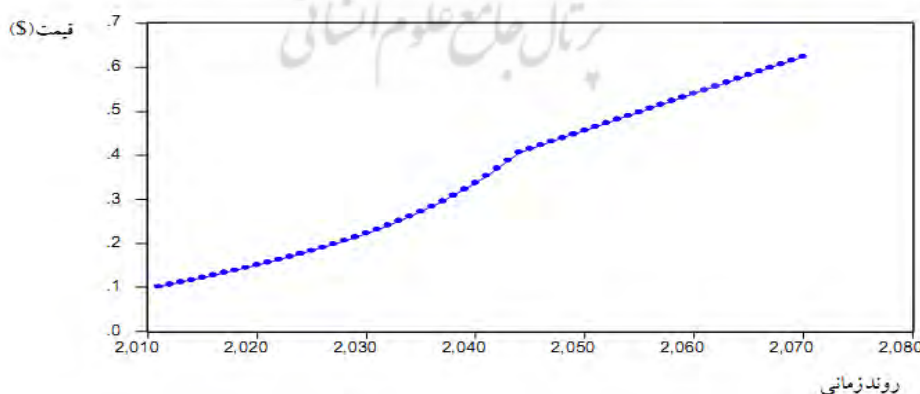
نتایج حاصل از حاصل ضرب نش

در مذاکرات و چانه‌زنی بین اعضای کارتل، گروه اول سعی بر آن دارد تا مسیرهای عرضه گروه اول و دوم و همچنین مسیر قیمتی کارتل را به گونه‌ای تعیین کند که سود تنزیل شده اش به ۱۹۰۷۴۵۷۶۱۲ دلار نزدیک شود. گروه دوم نیز با استفاده از قدرت چانه زنی خود در تلاش است تا مسیرهای عرضه گروه اول و دوم و همچنین، مسیر قیمتی کارتل را به گونه‌ای تعیین کند که سود تنزیل شده‌اش به ۷۸۵۳۱۰۴۶۹ دلار نزدیک شود.

قسمت تقسیم می‌شود. قسمت اول (۲۰۱۱ تا ۲۰۴۳) شامل همان دوره اول و دوم مسیر استخراج است. عرضه کارتل همان تقاضای مانده بازار است و تقاضای مانده بازار طبق رابطه (۱۳) با قیمت رابطه منفی داشت؛ بدیهی است چون مسیر عرضه کارتل در دوره اول و دوم مقعر است، بنابراین مسیر قیمتی آن محدب است. قسمت دوم (۲۰۴۴ تا ۲۰۷۰) شامل همان دوره سوم مسیر عرضه کارتل است. در این دوره عرضه کارتل ثابت است ولی از طرفی قیمت کارتل با روند زمانی طبق رابطه (۱۳) رابطه مثبت داشت؛ بنابراین، با وجود ثابت بودن عرضه کارتل، قیمت با روندی ثابت افزایش خواهد یافت.

قیمت در ابتدای تشکیل کارتل در سال ۲۰۱۱، از ۰.۱۰۱۹۱ دلار برای هر هزار مترمکعب به ۰.۶۲۴۵۸ دلار برای هر هزار مترمکعب در سال ۲۰۷۰ خواهد رسید. با جای‌گذاری مقادیر قیمت و مقدار عرضه در تابع هدف (۷) و (۸) می‌توان به سود بهینه تنزیل شده گروه اول، دوم و همچنین،

شکل ۵- مسیر قیمتی کارتل در مدل رهبری توسط گروه دوم



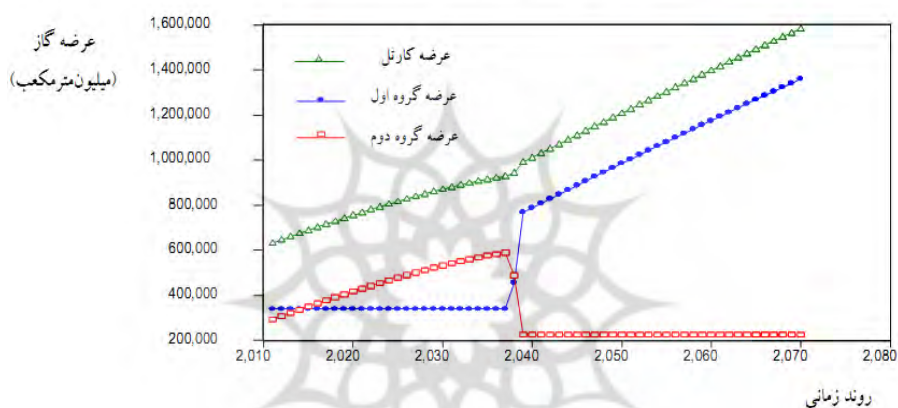
خود را مینیمم کنند. با حل مدل (۹) توسط برنامه GAMS می‌توان به طور هم‌زمان مسیر استخراج گروه اول، گروه دوم، کارتل و مسیر قیمتی کارتل را در راه حل حاصل ضرب نش به دست آورد. عرضه کارتل، گروه اول و گروه دوم در مدل رهبری گروه اول در نمودار ۶ رسم شده است.

با توجه به مطالب گفته شده، نقطه زیر یک نقطه ترغیب است.

$$A = (1907457612, 785310469)$$

ملاحظه شد که هدف از مذاکره، دستیابی به حداقل کاهش منافع ناشی از عدم رهبری بین دو گروه است. یعنی هر دو گروه تلاش می‌کنند حاصل ضرب کاهش منافع ناشی از عدم رهبری

شکل ۶- عرضه گروه اول، عرضه گروه دوم و عرضه کارتل در مدل نش



مأخذ: محاسبات پژوهشگر

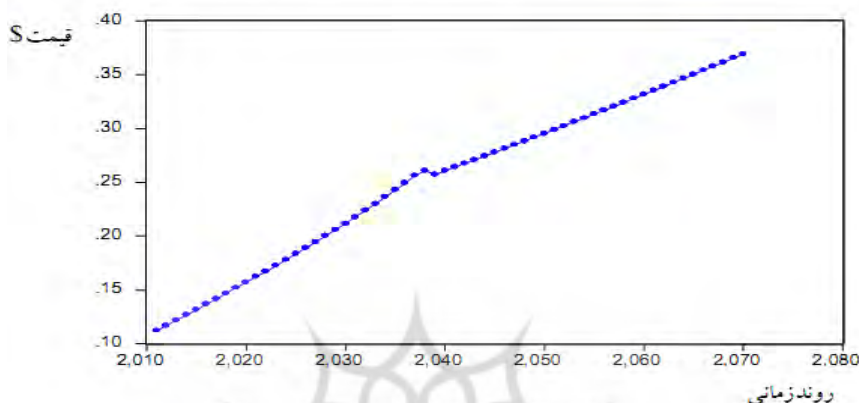
تأمین مانده تقاضای بازار رو به افزایش خواهد گذاشت. این فرایند موجب می‌شود که از اوایل دهه ۲۰۴۰ گروه اول به گروه غالب در کارتل تبدیل شود که پاسخگوی تقاضای بازار است. بدین ترتیب گروه دوم در حداقل عرضه خود به فعالیت خواهد پرداخت و عرضه گروه اول در یک روند ثابت از ۱۳۶۰۴۷۰۰۰۴۵ میلیون مترمکعب به ۷۶۷۷۰۵۰۱۳ میلیون مترمکعب افزایش خواهد یافت. این امر از آنجا ریشه می‌گیرد که گروه دوم از نرخ تنزیل بالاتری نسبت به گروه اول برخوردار است. گروه

نتایج بیانگر آن است که عرضه کارتل به طور مشخص به دو دوره تقسیم خواهد شد. در دوره اول (۲۰۱۱ تا ۲۰۳۷)، گروه اول در حداقل عرضه خود به فعالیت پرداخته و عرضه گروه دوم به طور صعودی از ۲۹۳۶۹۵.۱۱۵ میلیون مترمکعب به ۵۸۹۲۸۰.۳۴۲ میلیون مترمکعب خواهد رسید. دوره دوم که از اواخر دهه ۲۰۳۰ آغاز می‌شود، بیانگر وضعیتی است که عرضه گروه دوم به دلیل استخراج سریع ذخایر و تهی شدن منابع گازی رو به کاهش گذاشته و به طور هم‌زمان عرضه گروه اول با هدف

اول نرخ تنزیل بالاتری دارند، ترجیح می‌دهند که استخراج خود را در اوایل دوره به انجام برسانند.

دوم به دلیل اینکه دارای ذخایر گازی کمتری است، در ارتباط با استخراج آن نیز دوره کوتاه مدت‌تری را مد نظر قرار می‌دهند و چون در مقایسه با گروه

شکل ۷- مسیر قیمتی کارتل در مدل نش



مأخذ: محاسبات پژوهشگر

تقریباً ثابت در سال ۲۰۱۱، از ۰.۱۱۲۱۸ دلار برای هر هزار مترمکعب به ۰.۲۶۰۸۷ دلار برای هر هزار مترمکعب در سال ۲۰۳۸ خواهد رسید. سپس، در یک روند جدید در سال ۲۰۳۹ قیمت از ۰.۲۵۷۴۱ دلار برای هر هزار مترمکعب به ۰.۳۶۹۳ دلار برای هر هزار مترمکعب در سال ۲۰۷۰ خواهد رسید. با جای‌گذاری مقادیر قیمت و مقدار عرضه در تابع هدف (۷) و (۸) و (۹) می‌توان به سود بهینه تنزیل شده گروه اول، دوم، کارتل و همچنین، کاهش منافع ناشی از عدم رهبری هر گروه دست پیدا کرد. سود تنزیل شده کارتل در طی ۶۰ دوره برابر ۲۱۷۰۸۷۳۴۲۸ دلار است؛ از این مقدار ۶۶ درصد یعنی ۱۴۲۲۷۷۷۱۴۳ دلار به گروه اول و ۳۴ درصد یعنی ۷۴۸۰۹۶۲۸۵ دلار به گروه دوم متعلق است.

همچنین، نتایج بیانگر آن است که مسیر قیمتی نیز به دو قسمت تقسیم می‌شود. قسمت اول (۲۰۱۱ تا ۲۰۳۸) شامل همان دوره اول مسیر عرضه کارتل است. قسمت دوم (۲۰۳۹ تا ۲۰۷۰) نیز شامل دوره دوم مسیر عرضه کارتل است. از آنجا که سیاست‌گذاری‌های دو گروه متفاوت است، این امر خود را در مسیر قیمتی کارتل نیز نشان داده است. در قسمت اول به دلیل تصمیم گروه اول در تولید حداقل و اجازه دادن به گروه دوم تا سهم عمده کارتل را در اختیار داشته باشد، روند مسیر قیمتی متفاوت از قسمت دوم است که گروه دوم در حداقل تولید و گروه اول سهم عمده بازار را در اختیار دارد. قیمت در ابتدای تشکیل کارتل در یک روند

کاهش منافع تنزیل شده ناشی از عدم رهبری برای گروه اول برابر ۴۶۹۰۶۸۰۴ دلار و کاهش منافع تنزیل شده ناشی از عدم رهبری برای گروه دوم برابر ۳۷۲۱۴۱۸۳ دلار است.

نتیجه گیری

در این مطالعه، طرف عرضه بازار جهانی گاز به عنوان یک بازار انحصاری در نظر گرفته شده است که GECF در آن نقش انحصارگر، بنگاه رهبر یا همان کارتل قیمت گذار را ایفا می کند و سایر عرضه کنندگان گاز در این بازار گروه حاشیه را تشکیل می دهند. یکی از فروض به کار رفته در این مطالعه آن است که کارتل GECF یک کارتل یکپارچه نیست بلکه به دلیل تفاوت اصلی که بین اعضای آن در ارتباط با سطح ذخایر وجود دارد، به یک کارتل دو پارچه تبدیل شده است. گروه اول شامل ایران، روسیه و قطر است که ۸۴ درصد ذخایر اثبات شده GECF را در اختیار دارد و گروه دوم شامل مصر، بولیوی، الجزایر، نیجریه، لیبی، ونزوئلا، عمان، گینه نو و ترینداد و توباگو است که در مجموع ۱۶ درصد ذخایر اثبات شده GECF را در اختیار دارند.

از آنجا که کارتل دو پارچه در نظر گرفته شده است، هر یک از گروه های فعال در درون کارتل جدا از هدف واحدی که در خارج از کارتل دنبال می کنند (قیمت گذاری و تولید برای حداکثر کردن سود تنزیل شده بلندمدت کارتل) در درون کارتل نیز به دنبال هدف جداگانه ای هستند. بدین صورت که هر کدام از دو گروه فعال در کارتل با هدف

حداکثر کردن سود خود تمایل دارد که نقش رهبری را در درون کارتل به عهده داشته باشد. اگر چه هر دو گروه خواهان آن هستند که نقش رهبری را به عهده داشته باشند ولی از طرف دیگر آن ها به این نکته واقفند که هر دو در آن واحد قادر نیستند نقش رهبری در کارتل را به عهده گیرند. آن ها به این نتیجه رسیده اند که اگر در زمینه تولید و قیمت با هم همکاری و مذاکره کنند، در این صورت کاهش منافع آن ها به دلیل عدم رهبری به حداقل خواهد رسید. بنابراین، آن ها به دنبال یافتن جوابی بهینه برای تولید و قیمت هستند که بر مبنای اصل همکاری و توافق انجام گیرد.

از آنجا که کارتل GECF به عنوان کارتل قیمت گذار باید باقیمانده تقاضای بازار را تأمین نماید، تابع تقاضای کارتل به صورت مانده تقاضای بازار با استفاده از روش VECM و به کارگیری داده های سالانه ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ تخمین زده شد. برای به دست آوردن عرضه هر یک از دو گروه در درون کارتل از حاصل ضرب نش استفاده شد. برای حل حاصل ضرب نش نیاز به یک نقطه اولیه است که در این مطالعه بر خلاف مطالعات پیشین که از نقطه تهدید استفاده کرده اند، از نقطه جدیدی تحت عنوان نقطه ترغیب استفاده شد. بدین مفهوم که دو گروه فعال در کارتل به جای اینکه فاصله خود را نسبت به نقطه تهدید حداکثر کنند، تلاش می کنند که به نزدیکترین نقطه به نقطه ترغیب دست یابند. در این مطالعه، نقطه ترغیب به عنوان نقطه غیر قابل دسترسی تعریف شده که بیانگر رهبری هم زمان دو گروه در کارتل است. از این رو حاصل ضرب نش نسبت به محدودیت های مدل حداقل شد و

دوم در دوره دورتری اقدام به استخراج ذخایر خود کند. بدین ترتیب در دوره اول گروه اول تمایلی به افزایش عرضه ندارد و گروه دوم پاسخگویی به رشد تقاضا را بر عهده می‌گیرد و پس از اینکه ذخایر گروه دوم رو به اتمام گذاشت، گروه اول با هدف تأمین تقاضای بازار و حداکثر کردن سود خود، تولید را افزایش داده و عرضه بازار را در اختیار می‌گیرد.

پیوست:

بررسی مانایی متغیرها

برای انجام آزمون مربوط به VECM ابتدا باید با انجام آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) و بررسی پایایی یا ناپایایی به درجه همجمعی متغیرها پی برد.

جدول ۱- آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)

روی تفاضل مرتبه اول متغیرها		روی سطح متغیرها		متغیر
احتمال	کمیت بحرانی	احتمال	کمیت بحرانی	
۰.۰۰۰۱	-۵.۵۱۳۷۹۵	۰.۹۹۷۷	۱.۲۴۹۱۱۲	Q
۰.۰۴۳۴	-۳.۰۶۰۹۱۸	۰.۱۲۰۸	-۲.۵۳۴۲۴۸	P_{gas}
۰.۰۰۰۰	-۶.۰۹۲۵۵۴	۰.۲۹۱۴	-۱.۹۸۵۱۲۱	P_{oil}
-	-	۰.۰۰۱۹	-۴.۳۳۰۶۲۹	G
۰.۰۰۱۱	-۴.۵۶۸۴۵۳	۰.۹۹۳۰	-۰.۸۳۵۳۵۵	q_s

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

تعیین طول وقفه بهینه

برای تعیین وقفه بهینه الگوی VAR، معیارهای بیزین- شوارتز و آکایک (AIC) و حنان-کویین (HQ) به کار برده می‌شوند. جداول زیر نتایج این آزمون را نشان می‌دهد.

جواب‌های بهینه برای تولید هر گروه و قیمت کارتل به دست آمد.

نتایج بیانگر آن است که دو گروه در اثر همکاری به این نتیجه می‌رسند که تولید کارتل به دو دوره تقسیم شود. در دوره اول، گروه اول در حداقل توافقی تولید کرده و گروه دوم سهم اصلی کارتل را در اختیار داشته باشد؛ در دوره دوم، گروه دوم در حداقل توافقی تولید کرده و گروه اول به طور عمده سهم کارتل را در اختیار گیرد. دستیابی به این نتایج بدین گونه قابل تفسیر است که گروه اول در مقایسه با گروه دوم، از ذخایر به مراتب بیشتری برخوردار است و در نتیجه برنامه‌ریزی بلند مدت‌تری را در فرایند استخراج مدنظر قرار می‌دهد. به علاوه، این گروه چون از نرخ تنزیل پایین‌تری برخوردار است ترجیح می‌دهد که در قیاس با گروه

نتیجه آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته روی سطح متغیرها نشان می‌دهد که همه متغیرها به جز G ناپایا هستند. متغیر G در سطح ساکن است. بنابراین، آزمون ریشه واحد بر روی تفاضل مرتبه اول متغیرهایی که در سطح ساکن نیستند، انجام می‌شود. از جدول ۱ ملاحظه می‌شود که متغیرهای ناپایا با یک بار تفاضل‌گیری پایا شده‌اند.

جدول ۲- آزمون تعیین وقفه بهینه برای تابع تقاضای جهانی

جهانی	SC	AIC	HQ	
	۲۳.۲۰۳۸۲	۲۲.۹۱۵۸۵	۲۳.۰۰۱۴۸	۰
	۱۹.۳۰۵۴۲*	۱۸.۸۲۵۴۸	۱۸.۹۶۸۱۹*	۱
	۱۹.۴۶۱۱۴	۱۸.۷۸۹۲۲*	۱۸.۹۸۹۰۲	۲
	۱۹.۹۰۲۱۰	۱۹.۰۳۸۲۱	۱۹.۲۹۵۰۹	۳
	۲۰.۱۵۵۹۳	۱۹.۱۰۰۰۶	۱۹.۴۱۴۰۳	۴

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

بر اساس آزمون اثر

فرضیه صفر	مقدار ویژه	آزمون اثر	مقدار بحرانی	احتمال
$r = 0$	۰.۵۳۲۷۹۵	۳۳.۹۷۹۸۶	۲۵.۸۷۲۱۱	۰.۰۰۳۹
$r \leq 1$	۰.۳۱۰۴۲۲	۱۱.۱۵۰۲۵	۱۲.۵۱۷۹۸	۰.۰۸۳۷

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۵- آزمون هم‌جمعی تابع تقاضای جهانی گاز

بر اساس آزمون حداکثر مقدار ویژه

فرضیه صفر	مقدار ویژه	حداکثر مقدار ویژه	آزمون	مقدار بحرانی	احتمال
$r = 0$	۰.۵۳۲۷۹۵	۲۲.۸۲۹۶۱	۲۲.۸۲۹۶۱	۱۹.۳۸۷۰۴	۰.۰۱۵۲
$r \leq 1$	۰.۳۱۰۴۲۲	۱۱.۱۵۰۲۵	۱۱.۱۵۰۲۵	۱۲.۵۱۷۹۸	۰.۰۸۳۷

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۳- آزمون تعیین وقفه بهینه برای تابع عرضه

گروه حاشیه‌ای

SC	AIC	HQ	
۲۱.۸۶۳۲۸	۲۱.۵۷۵۳۲	۲۱.۶۶۰۹۴	۰
۱۷.۷۹۰۱۰	۱۷.۳۱۰۱۶	۱۷.۴۵۸۷	۱
۱۷.۷۸۲۷۶*	۱۷.۱۱۰۸۵	۱۷.۳۱۰۶۴*	۲
۱۸.۱۶۶۳۸	۱۷.۳۰۲۴۹	۱۷.۵۵۹۳۷	۳
۱۸.۱۱۶۹۰	۱۷.۰۶۱۰۳*	۱۷.۳۷۵۰۰	۴

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۶- آزمون هم‌جمعی تابع عرضه گروه حاشیه‌ای

بر اساس آزمون اثر

فرضیه صفر	مقدار ویژه	آزمون اثر	مقدار بحرانی	احتمال
$r = 0$	۰.۵۶۷۳۰۳	۲۷.۷۶۱۶۵	۱۸.۳۹۷۷۱	۰.۰۰۱۹
$r \leq 1$	۰.۱۱۲۷۰۷	۳.۴۶۷۸۱۸	۳.۸۴۱۴۶۶	۰.۰۶۲۶

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۷- آزمون هم‌جمعی تابع عرضه گروه حاشیه‌ای

بر اساس آزمون حداکثر مقدار ویژه

فرضیه صفر	مقدار ویژه	حداکثر مقدار ویژه	آزمون	مقدار بحرانی	احتمال
$r = 0$	۰.۵۶۷۳۰۳	۲۴.۲۹۳۸۳	۲۴.۲۹۳۸۳	۱۷.۱۴۷۶۹	۰.۰۰۳۹
$r \leq 1$	۰.۱۱۲۷۰۷	۳.۴۶۷۸۱۸	۳.۴۶۷۸۱۸	۳.۸۴۱۴۶۶	۰.۰۶۲۶

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

با ملاحظه جداول بالا مشخص می‌شود که بر اساس معیار بیزین - شوارتز، طول وقفه مناسب برای مدل تقاضای جهانی یک و برای مدل عرضه گروه حاشیه‌ای برابر دو است. آخرین مرحله قبل از برآورد الگو، تعیین بردارهای هم‌جمعی است که به وسیله آزمون حداکثر مقدار ویژه و آزمون اثر انجام می‌پذیرد.

بر اساس اطلاعات مندرج در جداول ۴ و ۵

وجود یک بردار هم‌جمعی پذیرفته می‌شود که نشان

جدول ۴- آزمون هم‌جمعی تابع تقاضای جهانی گاز

(۲) رابطه مستقیم و معناداری بین تقاضای جهانی گاز و روند زمانی وجود دارد.

جدول ۹- نتایج حاصل از رابطه بلندمدت برای عرضه گروه حاشیه‌ای

متغیر	ضرایب	آماره t
C	-۳۴۹۶۵.۳۶	-
P_{gas}	۳۰۵۵۶.۰۳	۶.۲۰۶۶۵
t	۲۷۸۴.۴۸۴	-

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

این نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت:

- (۱) رابطه مستقیم و معناداری بین عرضه گروه حاشیه‌ای و قیمت گاز وجود دارد.
- (۲) رابطه مستقیمی بین عرضه گروه حاشیه‌ای و روند زمانی وجود دارد.

در ادامه برای به دست آوردن تابع مانده تقاضای GECF، باید تابع عرضه بلندمدت گروه حاشیه‌ای از تابع تقاضای بلندمدت جهانی گاز کسر شود. روابط بلندمدت در جداول ۸ و ۹ را به شکل زیر می‌توان نوشت:

$$Q = 5935.127 - 946503.2P_{gas} + 36350.08(t-1980) \quad (10)$$

$$\forall t = 1980, 1981, 1982, \dots$$

$$q_s = -34965.36 + 3055603P_{gas} + 2784.484(t-1980) \quad (11)$$

$$\forall t = 1980, 1981, 1982, \dots$$

باکسر (۱۱) از (۱۰) تابع مانده تقاضای گاز GECF به دست آورده می‌شود:

$$q_s = -34965.3 + 3055603P_{gas} + 2784.4(t-1980) \quad (12)$$

$$\forall t = 1980, 1981, 1982, \dots$$

رابطه (۱۲) نشان می‌دهد که:

- (۱) رابطه معکوسی بین قیمت جهانی گاز و

دهنده رابطه بلندمدتی است که بین قیمت گاز و تقاضای جهانی برقرار است. همچنین، با توجه به جداول ۶ و ۷ یک رابطه بلندمدت بین قیمت گاز و عرضه گروه حاشیه‌ای برقرار است.

تخمین تقاضای بلندمدت جهانی گاز و عرضه بلندمدت گروه حاشیه‌ای

الگوهای تصحیح خطا به دلیل آن‌که نوسانات کوتاه مدت متغیرها را به مقادیر تعادلی بلندمدت آن‌ها ارتباط می‌دهند در کارهای تجربی از شهرت زیادی برخوردارند. یک الگوی تصحیح خطا نشان می‌دهد که عوامل اقتصادی در کوتاه مدت، تحت تأثیر خطای عدم تعادل دوره قبل، تغییر متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای جهانی و عرضه گروه حاشیه‌ای، چگونه تقاضا و عرضه خود برای گاز را تعدیل می‌کنند و به سمت مقدار تعادلی بلندمدت آن حرکت می‌نمایند. نتایج حاصل از تخمین رابطه بلندمدت تقاضای جهانی و عرضه گروه حاشیه‌ای در جداول ۸ و ۹ آمده است.

جدول ۸- نتایج حاصل از رابطه بلندمدت برای تقاضای جهانی گاز

متغیر	ضرایب	آماره t
C	۵۹۳۵.۱۲۷	-
P_{gas}	-۹۴۶۵۰۳.۲	-۲.۰۳۲۴۶
t	۳۶۳۵۰.۰۸	۱۵.۸۵۳۴

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت:

- (۱) رابطه معکوس و معناداری بین تقاضای جهانی گاز و قیمت گاز وجود دارد.

- مانده تقاضای کارتل وجود دارد.
- ۲) رابطه مستقیمی بین روند زمانی و مانده تقاضای کارتل وجود دارد.
- از رابطه (۱۲) می‌توان تابع معکوس مانده تقاضای بلندمدت کارتل را به دست آورد:
- با به دست آوردن تابع تقاضای بلندمدت مانده کارتل، تمام شاخص‌های مورد نیاز برای حل مدل غیرخطی (۷) و (۸) توسط نرم افزار GAMS مهیاست.
- منابع**
- ۱- ابریشمی، حمید، گلستانی، شهرام. (۱۳۸۳). "بررسی رفتار دو سازمان اوپک و OECD در قالب بازی انحصار دوجانبه و چگونگی تقسیم منافع حاصل از تجارت نفت در بین آنها". فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی. شماره ۳۱، صفحه ۵۹.
- ۲- جعفرزاده، امیر. نیسی، عبدالساده. (۱۳۹۱). "تحلیل سیاست صادرات گاز به کشورهای هند و پاکستان در چارچوب نظریه بازی‌ها". فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال اول، شماره ۲.
- ۳- شاکری، عباس. (۱۳۸۸). اقتصاد خرد (۲) نظریه‌ها و کاربردها. تهران. نشریه نی.
- ۴- فرشادگهر ناصر، بادپر فرناز. (۱۳۸۸). چشم اندازی بر سازمان کشورهای صادرکننده گاز. مطالعات سیاسی. دوره ۱، شماره ۴؛ صفحات ۵۵-۷۲.
- ۵- فلاحی محمدعلی، دهنوی جلال، طاهری فرد علی. (۱۳۹۱). مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۹، شماره ۳۴، صفحات ۲۵-۴۸.
- ۶- گلستانی، شهرام، هاتفی مجومرد، مجید، و جلالی، ام‌البنین. (۱۳۹۲). "مدل‌های رهبری قیمت و تبانی در کارتل گازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک". فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی.
- ۷- گلستانی، شهرام، جلالی، ام‌البنین، و هاتفی مجومرد، مجید. (۱۳۹۱). "برآورد تابع مانده تقاضای بلندمدت گاز GECF". فصلنامه اقتصاد منابع طبیعی، سال اول، شماره ۱، صفحات ۵۵-۸۴.
- ۸- گلستانی، شهرام، جلالی، ام‌البنین، و هاتفی مجومرد، مجید. (۱۳۹۲). "تحلیل رفتار کوتاه مدت و بلندمدت مجمع کشورهای صادرکننده گاز (GECF) در برابر شوک‌های وارد بر آن". فصلنامه اقتصاد منابع طبیعی، سال دوم، شماره ۲، صفحات ۱-۱۶.
- ۹- گلستانی، شهرام، هاتفی مجومرد، مجید، و جلالی، ام‌البنین. (۱۳۹۲). "قیمت سایه‌ای و مسیر قیمت GECF براساس راه حل رقابتی و رهبری قیمت". فصلنامه اقتصاد منابع طبیعی، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۱-۱۶.
- ۱۰- مهدوی عادل، محمدحسین، فلاحی، محمدعلی، عبدلی، قهرمان، دهنوی، جلال. (۱۳۹۱). "تدوین بازی همکارانه بین کشورهای عضو مجمع کشورهای صادرکننده گاز در زمینه صادرات گاز از طریق خطلوله". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. شماره ۳۵، صفحات ۲۱-۱.
- 11- Adelman, A, M. (1979). The Clumsy Cartel . MIT Energy Laboratory Working Paper. No. MIT-EN, 79-036WP.
- 12- Adelman, M. (1986). The Competitive Floor to World Oil Prices, Energy Journal, 7 (4): 9° 31.
- 13- Almogera, P, D., Herrera, A. (2011). Testing For the Cartel in OPEC: Noncooperative Collusion or Just Noncooperative . Oxford Review of

- OPEC . *European Economic and Review*. 8, 139-154.
- 26- Holz, Franziska, Christian von Hirschhausen, and Claudia Kemfert (2009): Perspectives of the European Natural Gas Market Until 2025. *The Energy Journal*, Special Issue World Natural Gas Markets and Trade: A Multi-Modeling Perspective , pp. 137-150.
- 27- Holz, Franziska., Hirschhausen, Christian von., Kemfert, Claudia. (2006). A Strategic Model of European Gas Supply (GASMOD) . *Energy Economics*, Volume 30, pp. 766-788.
- 28- Hotelling, H. (1929). Stability in Competition . *Econ. J.* 39, 41° 57.
- 29- Jehiel, P. (1992). Product Differentiation and Price Collusion . *Int. J. Ind. Organ.* 10, 633° 641.
- 30- Kalai, E. (1977). Proportional Solutions to Bargaining Situations: Interpersonal Utility Comparisons . *Econometrica* 45, 1623° 1630.
- 31- Kalai, E., Smorodinsky, M. (1975). Other Solutions to Nash's Bargaining Problem . *Econometrica* 43, 513° 518.
- 32- Mai, C.-C., Peng, S.-K. (1999). Cooperation vs. Competition in a Spatial Model . *Reg. Sci. Urban Econ.* 29, 463° 472.
- 33- Marquez, J. (1986). The International Transmission of Oil-Price Effects and OPEC's Pricing Policy. *Journal of Economics and Business.* 38, 237-253.
- 34- Matsumura, T., Matsushima, N. (2009). Cost Differentials and Mixed Strategy Equilibria in a Hotelling Model . *Ann. Reg. Sci.* 43, 215° 234.
- 35- Neumann, A. (2007): Transatlantic Natural Gas Price Convergence - Is LNG Doing Its Job? *Globalization of Natural Gas Markets Working Papers WP-GG-20*, DIW Berlin.
- 36- Pindyck R.s., Gains to Producers from the Cartelization of Exhaustible Resources, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 60, 1978 PP. 238- 251.
- 37- Pindyck, R.S. (1978). Gains to Producers from the Cartelization of Exhaustible Resources . *Review of Economic Policy.* 27, 144-168
- 14- Anderson, S.P. and Neven, D.J. (1991). Cournot Competition Yields Spatial Agglomeration . *Int. Econ. Rev.* 32, 793° 808.
- 15- Brémond, V., Hache, E. & Mignon, V. (2012). Does OPEC Still Exist As a Cartel? An Empirical Investigation . *Energy Economics.* 34, 125-131.
- 16- Chakravorty, U. and Roumasset, J. (1990). Competitive Oil Scarcity Rents When the Extraction Cost Function Is Convex . *Resources and Energy.* 12, 311-320.
- 17- Cremer, J., and M. Weitzman. 1976. OPEC and the Monopoly Price of World Oil. *Eur. Econ. Rev.* (August) 8, 155- 164.
- 18- d'Aspremont, C., Gabszewicz, J.-J., and Thisse, J.-F. (1979). On Hotelling's Stability in Competition . *Econometrica.* 47, 1145° 1150.
- 19- de Palma, A., Ginsburgh, V., Papageorgiou, Y.Y., Thisse, J.-F. (1985). The Principle of Minimum Differentiation Holds Under Sufficient Heterogeneity . *Econometrica.* 53, 767° 781.
- 20- Friedman, J.W., Thisse, J.-F., 1993. Partial Collusion Fosters Minimum Product Differentiation . *RAND J. Econ.* 24, 631° 645.
- 21- Greene, D.L. (1991). A Note on OPEC Market Power and Oil Prices. *Energy Economics.* 13, 123-129.
- 22- Griffin, J. (1992) OPEC and World Oil Prices: Is the Genie Back in the Bottle? *Energy Studies Review*,4 (1): 27-39.
- 23- Gulen, S.G. (1996) Is OPEC a Cartel? Evidence from Cointegration and Causality Tests. *The Energy Journal*, 17 (2): 43-57.
- 24- Hamilton, J.H., Thisse, J.-F., Weskamp, A. (1989). Spatial Discrimination: Bertrand vs. Cournot in a Model of Location Choice . *Reg. Sci. Urban Econ.* 19, 87° 102.
- 25- Hnyilicza, E., Pindyck, R.S. (1976). Pricing Policies for a Two-Part Exhaustible Resource Cartel: The Case of

- Economics and Statistics. Vol. 60, pp.238-251.
- 38- Porter, R, H. (1982). Optimal Cartel Trigger Price Strategies . Journal of Economic Theory. 29, 313-338.
- 39- Porter, R, H. (1983). A Study of Cartel Stability: The Joint Executive Committee, 1880-1886 . The Bell Journal of Economics. 14, 301-314.
- 40- Rath, K.P., Zhao, G. (2003). Nonminimal Product Differentiation as a Bargaining Outcom . Games Econ. Behav. 42, 267° 280.
- 41- Rosendahl, Knut Einar., Sagen, Eirik Lund. (2009). The Global Natural Gas Market Will transport cost reductions lead to lower prices? . 30, 17-40.
- 42- Salant, Stephen W., Exhaustible Resources and Industrial Structure: A Nash- Cournot Approach to the World Oil Market, Journal of Political Economy, October 1975, PP. 1079- 1093.
- 43- Salant, Stephen W., Imperfect Competition in the World Oil Market, D.C. Heath and Company, 1982.
- 44- Salo, Seppo., Tahvonen, Olli. (1999). Oligopoly equilibria in nonrenewable resource markets . Journal of Economic Dynamics & Control. 25, 671-702.
- 45- Smeers, Yves., Jing-Yuan, Wei. (1997). Do We Need a Power Exchange if There Are Enough Power Marketers . Louvain-la-Neuve.CORE discussion paper ; 9760CORE discussion paper ; 9760.
- 46- Smith, J, L. (2005). Inscrutable OPEC? Behavioral Tests of the Cartel Hypothesis . Energy Journal. Vol. 26, No. 1. pp. 52-88.
- 47- Ulph A.M., and G.M. Folie, Exhaustible Resources and cartel: An Intertemporal Nash- Cournot Model, Canadian Journal of Economiccs, No.4, Vol. 13, 1980, PP. 645- 658.
- 48- Walsh, C (2004)." the Future of energy", the Observer, (October 3, 2004).