

برآورد تابع مانده تقاضای بلندمدت گاز GECF

شهرام گلستانی^۱، ام‌البنین جلالی^۲ و مجید هاتفی مجومرد^۳

۱- استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان

shahram_golestani@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه پیام نور کرج

omijalali@yahoo.com

۳- کارشناس ارشد ریاضی کاربردی و دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه باهنر کرمان

mhatefi63@gmail.com

چکیده

در پی تقاضای رو به افزایش و رشد عرضه گاز طبیعی در سال های اخیر، بازار گاز مورد توجه و مطالعه کارشناسان اقتصادی واقع شده است. کشورهای صادرکننده و واردکننده گاز، هر یک در راستای حداکثر کردن منافع خود در بازار جهانی گاز درصدد سیاستگذاری های ویژه ای هستند. یکی از سیاست های اتخاذ شده از سوی کشورهای صادر کننده، تشکیل "مجمع کشورهای صادرکننده گاز (GECF)" است. از ارکان لازم برای حداکثرسازی منافع GECF، برآورد تابع تقاضای آن است. در این مقاله تابع مانده تقاضای بلندمدت گاز GECF با استفاده از روش مکانیزم تصحیح خطای برداری برآورد شده است. در این راستا، از داده های سالانه ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ استفاده شده است. نتایج نشان می دهند که مانده تقاضای GECF با قیمت گاز رابطه منفی و با روند زمانی رابطه مستقیم دارد، به گونه ای که با افزایش یک دلار در قیمت گاز، میزان تقاضا به اندازه چهار تریلیون متر مکعب کاهش می یابد و به طور متوسط در هر سال تقاضا برای گاز GECF به میزان ۰/۳ تریلیون متر مکعب افزایش می یابد. واژه های کلیدی: مجمع کشورهای صادرکننده گاز، گاز طبیعی، تابع مانده تقاضای GECF، تابع تقاضای جهانی گاز، عرضه گروه حاشیه ای.

طبقه بندی JEL : Q38, Q37, Q48, Q41

۱- مقدمه

در صنعت نفت، همواره گاز به عنوان حامل انرژی توأم نفت محسوب شده است. این ویژگی گاز سبب گردیده تا عرضه آن تا حد زیادی به قیمت و عرضه نفت - و نه قیمت خود این محصول - مرتبط شود. از طرفی، بازار جهانی گاز یک بازار در حال شکل گیری است و برخلاف بازار نفت که بازاری دقیق و پیچیده است، در بازار جهانی گاز به دلایلی همچون نیاز به گذشت زمان برای تبدیل فرآیند استفاده از گاز به جای هر منبع دیگر، عدم تکامل شبکه انتقال گاز و بازارهای مرتبط با آن موجب شده است که قیمت جهانی این محصول، قیمت واقعی آن نباشد. شکل گیری قیمت واقعی گاز در آینده تا حد زیادی به گسترش استفاده از این محصول، تکامل بازار آن و مهمتر از همه، به چگونگی شکل گیری ساختار طرف عرضه مرتبط است. هر چه بازار گاز تکامل یافته تر گردد، قیمت این محصول به واقعیت نزدیکتر و ارتباط عرضه و تقاضای جهانی گاز با قیمت این محصول بیشتر می شود.

تجربه اوپک در تولید و تجارت نفت می تواند در ارتباط با بازار گاز بسیار مفید و قابل استفاده باشد. در سال ۱۳۳۹ کشورهای صادرکننده نفت به منظور هماهنگی و یکپارچه سازی سیاست‌های نفتی کشورهای عضو و تعیین بهترین راه برای تامین منافع جمعی و فردی آنها، طراحی شیوه‌هایی برای تضمین ثبات قیمت نفت در بازار جهانی به منظور از بین بردن نوسان‌های مضر و غیر ضروری، توجه خاص به ضرورت فراهم کردن درآمد ثابت برای کشورهای تولید کننده نفت، تامین مقرون به صرفه و همیشگی نفت کشورهای مصرف کننده به صورت کارآمد، و

بازده مناسب و منصفانه برای آنهایی که در صنعت نفت سرمایه گذاری می کنند؛ اقدام به تشکیل سازمان کشورهای صادرکننده نفت^۱ (OPEC) نمودند. روند افزایش قیمت نفت در بلندمدت علاوه بر منافی که برای کشورهای تولید کننده نفت داشت، باعث بروز تحولات مهمی در بازار انرژی گردید. از جمله این تحولات آن است که افزایش قیمت نفت باعث افزایش تقاضا برای انرژی های جانشین، همچون گاز طبیعی و انرژی هسته‌ای گردید. پیش بینی ها حاکی از آن است که رشد تقاضا برای گاز طبیعی طی سال های آینده سریعتر از سایر انرژی ها خواهد بود.^۲ علت این مسأله، این است که از یک سو اهمیت مسایل زیست - محیطی در دنیا به سرعت رو به افزایش است و از سوی دیگر، همچنان استفاده از انواع دیگر انرژی ها در سطح کلان مقرون به صرفه نیست.

طرح تأسیس اوپک گازی در ۱۰ بهمن سال ۱۳۸۵ از سوی مقام معظم رهبری در دیدار با ایگور ایوانف دبیر شورای امنیت وقت روسیه مطرح شد. ایشان با اشاره به وجود نزدیک به نیمی از ذخایر گاز جهان در روسیه و ایران پیشنهاد کرد: این دو کشور با کمک یکدیگر می توانند بنای یک سازمان مربوط به همکاری های گازی را همچون اوپک پایه گذاری کنند، که بعدها در سفر مقام های روسی به قطر - یکی دیگر از کشورهای دارنده ذخایر عظیم گازی - این پیشنهاد به آن کشور نیز ارائه شد و مقام های دوحه با آن موافقت کردند و سازمان مربوط به کشورهای صادر کننده گاز به سرعت شکل گرفت.

¹ Organization of Petroleum Export Countries

² Andersen, et al (2011)

خود فراهم آورند. بدین جهت، تعدادی از صادرکنندگان گاز طبیعی، با عضویت در این مجمع خواستار آنند که با تصمیمات هماهنگ و همسو توسط صادرکنندگان گاز طبیعی، بازار با ثباتی برای فروش خود ایجادکنند. یکی از مهمترین مسائل پیش رو پس از تشکیل چنین کارتل گازی، تخمین تابع تقاضای این سازمان برای تصمیم گیری های کارآمد قیمتی و مقداری است. با توجه به آنچه گفته شد، در این مطالعه به دنبال تخمین تابع تقاضای گاز این سازمان هستیم.

۲- ادبیات موضوع

در خصوص برآورد تابع تقاضای گاز مطالعات زیادی صورت نگرفته است. با وجود این، بسیاری از مطالعاتی که در زمینه نفت صورت گرفته است، می تواند برای گاز نیز استفاده شود. ابتدا برخی از شاخص ترین مطالعات در زمینه نفت و سپس در زمینه گاز را مرور می کنیم.

پیندایک^۳ (۱۹۷۸) نظریه بهره برداری از منابع پایان پذیر را در پیوند با بازار جهانی نفت به کار برد، وی تقاضا برای نفت اوپک را پس از کسر عرضه نفت از طرف کشورهای غیرعضو اوپک از کل تقاضای جهانی نفت به دست آورد. اولف و فولی^۴ (۱۹۸۰) نتیجه گرفتند که اگر هزینه نهایی کارتل کمتر از گروه حاشیه ای باشد، قیمت سایه ای برای گروه حاشیه ای پایین می آید. سالانت^۵ (۱۹۸۲) با فرض اینکه کارتل و گروه حاشیه ای، ذخایر و هزینه

هم اکنون یازده کشور به عنوان عضو و سه کشور ناظر در مجمع کشورهای صادرکننده گاز^۱ (GECF) حضور دارند که 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^۲ (LNG) را در اختیار دارند. ایران، قطر، روسیه، ترینیداد و توباگو، مصر، بولیوی، الجزایر، نیجریه، لیبی، ونزوئلا و گینه استوایی به عنوان اعضای مجمع کشورهای صادرکننده گاز و کشورهای قزاقستان، نروژ و هلند به عنوان ناظر حضور دارند.

با توجه به روند افزایشی اهمیت گاز در سالهای اخیر، هر کشوری که در بازار گاز نقش مهمتری را ایفا نماید، از موقعیت برتری در روابط بین الملل برخوردار خواهد بود. بنابراین، در حالی که به تدریج سهم گاز در سبد انرژی رو به افزایش است، ضرورت اتخاذ سیاست های هماهنگ از سوی تولید کنندگان بیش از پیش ضرورت می یابد. این کشورها در صورتی که خواهان جایگاه بهتری در بازار جهانی در زمینه تولید، فرآوری و انتقال گاز باشند، نیازمند اقدامات همسو و هماهنگ خواهند بود. به همین علت، کشورهای تولید کننده، در پی استراتژی هایی در این مورد هستند. از جمله این استراتژی ها تشکیل گروهی از صادرکنندگان گاز است، که به طور هماهنگ فعالیت کنند. تشکیل چنین مجموعه ای، در ابتدا با مخالفت مصرف کنندگان روبه رو شد، اما در بلندمدت تولیدکنندگان می توانند با تصمیمات کارآمد، در بازار جهانی گاز موقعیت برتری را برای

³ Pindyck

⁴ Ulph & Folie

⁵ Salant

¹ Gas Exporting Countries Forum

² Liquid Natural Gas

کوتاه مدت گاز انجام شد، این نتیجه را به دست آوردند که $ANFIS^7$ نتایج دقیقتری نسبت به شبکه عصبی مصنوعی (ANN)^۸ و تقریب های سری های های زمانی مرسوم مهیا می کند. نتایج این تحقیق سیاستگذاران را با ابزار مناسبی برای پیش بینی های دقیقتر برای تقاضای گاز طبیعی کوتاه مدت آینده آشنا می نماید. بهرنگ و همکاران^۹ (۲۰۱۱) تقاضای نفت را برای ایران با استفاده از GSA^{10} تا سال ۲۰۳۰ پیش بینی نمودند. در این تحقیق سه مدل تخمین تقاضا استفاده شده است. در مدل اول مصرف نفت بر مبنای جمعیت، GDP ، واردات و صادرات تخمین زده شده است. در مدل دوم برای پیش بینی مصرف نفت، متغیرهای جمعیت، GDP ، صادرات منهای واردات و LDV_S^{11} استفاده شده است. در آخرین مدل، جمعیت، GDP ، صادرات منهای واردات و HDV_S^{12} برای تخمین مصرف نفت استفاده شده است. در این مقاله مدل های خطی و غیر خطی برای هر سه مدل بالا استفاده و برای نشان دادن صحت الگوریتم، مقایسه ای با GA^{13} و PSO^{14} انجام شده است. اندرسن و همکاران^{۱۵} (۲۰۱۱) در زمینه تقاضای گاز طبیعی بخش های صنعتی اروپا مطالعه ای انجام داده اند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که کشش قیمتی و کشش محصول درون بخش های تولیدی مشابه، ناهمگن هستند. به علاوه، شوک های تقاضا به

استخراج یکسانی داشته باشند، نتیجه می گیرد که منافع گروه حاشیه ای به طور نسبی بیشتر از کارتل افزایش می یابد. السمیلر جر و هرودل^۱ (۱۹۸۵) روی بازار جهانی نفت و کارتل اوپک مطالعه کرده اند. نتایج این مطالعه نشان می دهد که با توجه به قیمت های بازار جهانی نفت، اوپک رقابتی عمل می کند. هانتینگتن^۲ (۱۹۹۳) روی تقاضای نفت سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تمرکز کرده است. نتایج تحقیق نشان داد که شرایط اولیه تقاضا بر روی رشد تقاضای نفت در آینده تأثیرگذار است. گورکان گولن^۳ (۱۹۹۶)، مطالعه ای در زمینه کارتل با استفاده از آزمون های علیت و هم جمعیتی انجام داده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که اوپک در دهه ۱۹۸۰ به عنوان کارتل عمل می کرده و در تابع تقاضای آن نیز جهت علیت از تولید اوپک به سمت قیمت نفت بوده است. ماسون و پولاسکی^۴ (۲۰۰۵) انگیزه های کشورها برای عضویت در اوپک را بررسی کرده اند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که ذخایر بالاتر و مصرف پایین تر، به طور مستقیم با عضویت در اوپک رابطه دارند. آلموگورا و هریرا^۵ (۲۰۰۷) چارچوبی را برای قرار گرفتن یک کارتل (اوپک) در مواجهه با یک عرضه کننده گروه حاشیه ای مطرح کردند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که رفتار اوپک تقریباً در همه دوره ها در قالب مدل رقابتی کورنو با وجود گروه حاشیه ای قابل توجیه است. آزاده و همکاران^۶ (۲۰۱۰) در مطالعه ای که برای تخمین تابع تقاضای

⁷ Adaptive Network-based Fuzzy Inference System

⁸ Artificial Neural Network

⁹ Behrang et al

¹⁰ Gravitational Search Algorithm

¹¹ Light – Duty Vehicles

¹² Heavy – Duty Vehicles

¹³ Genetic Algorithm

¹⁴ Particle Swarm Optimization

¹⁵ Andersen et al.

¹ Alsmiller Jr & Horwedel

² Huntington

³ Gurcan Guler

⁴ Mason & Polasky

⁵ Almoguera & Herrera

⁶ Azade et al

لطفعلی پور و باقری (۱۳۸۲) به تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی در مصارف خانگی شهر تهران پرداختند. در این مطالعه توابع تقاضای کل گاز طبیعی و متوسط مصرف گاز طبیعی هر خانوار در شهر تهران با استفاده از اطلاعات مربوط به سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸ که به شکل فصلی جمع آوری شده بودند، تخمین زده و در نهایت کشش‌های درآمدی و قیمتی گاز طبیعی محاسبه شده بود. امینی هرنندی و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده روش‌های اقتصادسنجی، تابع تقاضای گاز طبیعی کشور را برآورد و با استفاده از سیستم‌های پویا، سیستمی برای پیش‌بینی روند تقاضای گاز طبیعی طی ۱۳۸۴ طراحی نموده‌اند. در این تحقیق، به منظور تحلیل حساسیت مدل به اصلاح کشش کوتاه مدت قیمتی، افزایش متوسط رشد سالیانه قیمت واقعی گاز طبیعی و افزایش ظرفیت تولید گاز طبیعی سناریوهای مختلفی بررسی شده و تقاضا و مازاد عرضه به دست آمده از هر کدام از این سناریوها با سناریوی مرجع مقایسه و تحلیل شده است. همچنین، عوامل مهم و مؤثر بر نفوذ به بازارهای گاز و علل ورود یک کشور به بازار جهانی گاز و در نهایت، بازارهای بالقوه صادراتی گاز ایران مشخص شده است.

طور معمول اثر منفی بزرگتری روی تقاضای گاز نسبت به افزایش در قیمت گاز طبیعی دارند. ودود و همکاران^۱ (۲۰۱۱) به این نتیجه دست یافتند که در تابع تقاضا، کشش درآمدی بلندمدت به علت تقاضای مترکم شده کل برای گاز طبیعی، بزرگ است. همچنین، پیش‌بینی‌های تحقیق نسبت به پیش‌بینی‌های انجام شده توسط سازمان‌های دیگر، تقاضای بزرگتری را در زمان آینده نشان می‌دهد. بریمانند و همکاران^۲ (۲۰۱۲) مطالعه‌ای در رابطه با وجود کارتل کارتل انجام دادند. نتایج آنها نشان می‌داد که اوپک در طی زمان در تغییرات سیستمی مؤثر بوده است. البته، نفوذ اوپک تنها پس از شوک‌های قیمتی مؤثر بوده و در اکثر دوره‌های مطالعه شده کارتل قیمت‌پذیر بوده است. از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به گودی^۳ (۱۹۸۳)، هربرت^۴ (۱۹۸۷)، هربرت و باربر^۵ (۱۹۸۸)، کریچن^۶ (۲۰۰۲)، سیمک و همکاران^۷ (۲۰۰۳)، وندراک و همکاران^۸ (۲۰۰۸)، یو و همکاران^۹ (۲۰۰۹)، کاوالف و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۰)، اردوگدو^{۱۱} (۲۰۱۰)، فروزانفر و همکاران^{۱۲} (۲۰۱۰) و گابریل و همکاران^{۱۳} (۲۰۱۲) اشاره کرد.

۳- 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. همچنین، هر فروشنده سهم در خور توجهی از بازار را به خود اختصاص می‌دهد، به گونه‌ای که تصمیمات این فروشنده تأثیر

¹ Wadud et al

² Brémond et al

³ Gowdy

⁴ Herbert

⁵ Herbert, Barber

⁶ krichene

⁷ Siemek et al

⁸ Vondracek et al

⁹ Yoo et al,

¹⁰ Kavalov et al

¹¹ Erdogdu

¹² Forouzanfar et al

¹³ Gabriel et al

ابتدا بنگاه پیرو با ثابت فرض کردن تولید بنگاه رهبر سود خود را حداکثر کرده و تابع عکس العمل خود را به دست می‌آورد:

$$\pi_2 = P(q_1, q_2) \cdot q_2 - C_2(q_2)$$

$$\frac{d\pi_2}{dq_2} = q_2 \cdot \frac{\partial P(q_1, q_2)}{\partial q_2} + P(q_1, q_2) - \frac{\partial C_2(q_2)}{\partial q_2} = 0$$

حل این معادله به عنوان شرط مرتبه اول، q_2 را به عنوان تابعی از q_1 ارائه می‌دهد ($q_2 = f(q_1)$) که همان تابع عکس العمل بنگاه پیرو است. بنگاه اول منحنی عکس العمل بنگاه پیرو را گرفته و در تابع سود خود قرار داده و سود خود را حداکثر می‌کند.

$$\pi_1 = P(q_1, q_2)q_1 - C(q_1)$$

$$\pi_1 = P(q_1, f(q_1))q_1 - C(q_1) = P(q_1)q_1 - C(q_1)$$

$$\frac{d\pi_1}{dq_1} = q_1 \cdot \frac{\partial P(q_1)}{\partial q_1} + P(q_1) - \frac{\partial C(q_1)}{\partial q_1} = 0$$

حل معادله فوق مقدار تعادلی و بهینه q_1 را به دست می‌دهد. بنگاه پیرو این مقدار q_1 را در تابع عکس العمل خود قرار داده، مقدار q_2 بهینه تعادلی خود را به دست می‌آورد.

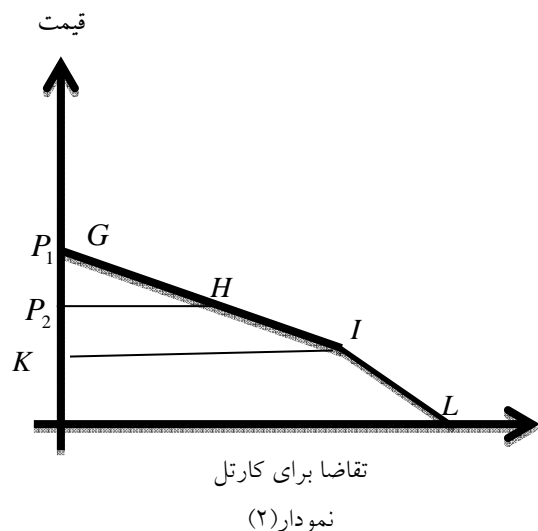
انحصارگران چند جانبه در مواجهه با مشکل تشکیل یک کارتل پایدار و مؤثر ممکن است به طور ضمنی و بدون ایجاد یک توافق آشکار با هم همکاری کنند. مدل رهبری قیمت بر این فرض مبتنی است که یکی از بنگاه‌های موجود در صنعت رهبر قیمتی است. این نوع رفتار در صنایع موجود در انحصار چندجانبه که مشخصاً چند بنگاه اندک قیمت را تعیین می‌کنند و بقیه از آنها تبعیت می‌کنند، امری متداول است. فرض کنیم صنعت مفروض ما از گروه کارتل^۱ و گروه حاشیه ای^۲ تشکیل شده است. گروه

قابل 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 تصمیمات 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 تصمیم‌گیری تولید کننده در بازار، به واکنش رقبای او در بازار بستگی دارد. جواب‌ها و راه حل‌های متعددی بر روی روند تصمیم‌گیری در بازار وجود دارد که هر راه حل به دسته جدیدی از فرضیات در زمینه رفتار تولید کنندگان متکی است. یکی از راه حل‌های موجود، راه حل اشتاکلبرگ است. طبق مدل اشتاکلبرگ بنگاه پیرو با ثابت فرض کردن تولید بنگاه رهبر تابع عکس العمل خود را به دست آورده و از آن پیروی می‌کند. بنگاه رهبر می‌داند که بنگاه دیگر به صورت پیرو عمل می‌کند، بنابراین، تابع عکس العمل بنگاه پیرو را در تابع سود خود قرار می‌دهد و سود خود را حداکثر می‌کند. چون با جایگزینی تابع عکس العمل بنگاه پیرو در تابع سود بنگاه رهبر، سود وی تنها تابعی از سطح محصول بنگاه رهبر می‌شود، از طریق حداکثر کردن سود، سطح محصول بهینه بنگاه رهبر مشخص می‌شود. پس از آن بنگاه پیرو این سطح محصول را در تابع عکس العمل خود قرار داده، محصول بهینه خود را مشخص می‌کند. بیان ریاضی تعادل اشتاکلبرگ بدین صورت است که فرض می‌کنیم بنگاه اول رهبر و بنگاه دوم پیرو است.

¹ Cartel group

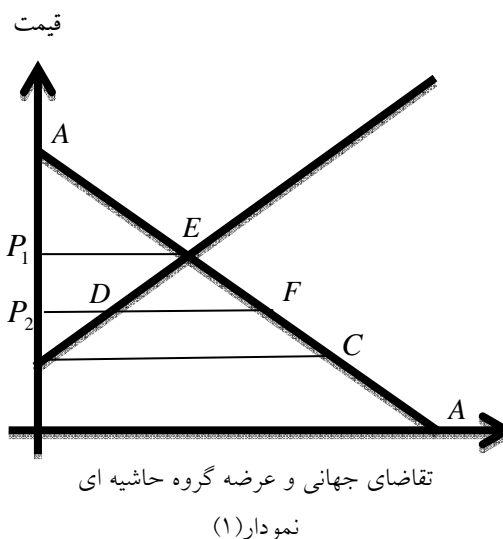
² Fringe group

تعیین می کند که مجموع ارزش حال سود انتظاری نسبت به محدودیت فیزیکی ذخایر ماکزیمم شود.



و کارتل استخراج نمی کند که آن را به وسیله نقطه G در نمودار (۲) نشان داده شده است. در نمودار (۱)، نقطه B یعنی عرضه گروه حاشیه ای صفر است و تقاضای بازار توسط گروه کارتل جبران می شود که معادل BC است. مقدار تقاضای BC را به نمودار (۲) منتقل کرده، آن را با KI نشان می دهیم. با وصل کردن نقطه G به نقطه I منحنی تقاضای کارتل به دست می آید. اگر قیمت در بازار برابر P_2 باشد، در این صورت مقدار تقاضای کل در بازار برابر P_2F می شود که از این مقدار، مقدار P_2D را گروه حاشیه ای و مقدار DF را گروه کارتل جبران می کند. در نمودار (۲) مقدار P_2H برابر DF است که مقدار مانده تقاضای کارتل را نشان می دهد. منحنی GIL یک منحنی پیچ خورده است. این منحنی در نقطه I پیچ خورده است. در این نقطه عرضه گروه حاشیه ای صفر است و تنها کارتل تولید می کند. منحنی پیچ خورده

حاشیه ای به عنوان قیمت پذیر در بازار عمل کرده، اطلاعات درباره قیمت را از بازار دریافت می کند و بر اساس قیمت بازار میزان عرضه خود را طوری



کارتل در تعیین قیمت و میزان فروش، تابع واکنش^۱ گروه حاشیه ای را به صورت تابع عرضه در نظر می گیرد و میزان عرضه ذخایر خود را معادل با مانده تقاضای بازار تنظیم می کند. تابع مانده تقاضا برای کارتل از تفاوت بین تقاضای بازار و تابع عرضه گروه حاشیه ای به دست می آید. منحنی تابع مانده تقاضا برای کارتل به صورت پیچ خورده است. این منحنی از تفاوت دو منحنی تقاضای کل و عرضه گروه حاشیه ای به دست می آید. در نمودار (۱) منحنی توابع تقاضای بازار و منحنی عرضه گروه حاشیه ای رسم و به ترتیب با AA و BB نشان داده شده است. در نقطه E قیمت بازار P_1 است و تمام تقاضای بازار توسط گروه حاشیه ای تأمین می شود؛ یعنی عرضه کننده در بازار، تنها گروه حاشیه ای است

¹ Reaction function

تقاضا از قسمت GI و IL تشکیل شده که قسمت IL با تقاضای بازار منطبق شده است.

۴- تصریح مدل

کارتل گازی شامل یازده کشور صادر کننده گاز^۱ است که مجمع کشورهای صادر کننده گاز ($GECF$) نام دارد. گروه حاشیه ای را کشورهای صادر کننده گاز غیر وابسته^۲ به $GECF$ در نظر می گیریم. در این صورت $GECF$ به عنوان تولید کننده مانده بازار عمل می کند و صادرات گاز کشورهای غیر عضو را به عنوان تابع واکنش استفاده می کند. کارتل در تعیین استراتژی های خود منافع بلندمدت را در نظر می گیرد. برای دستیابی به منافع بلندمدت کارتل، درصدد برآورد تابع تقاضای جهانی گاز، عرضه حاشیه ای و تابع مانده تقاضا به صورت بلندمدت هستیم. بدین منظور، تقاضای بلندمدت برای $GECF$ مشخص می گردد.

به منظور بررسی تأثیر تغییرات قیمت گاز بر روی مقدار تقاضای جهانی و عرضه گروه حاشیه ای از روش مکانیزم تصحیح خطای برداری^۳ ($VECM$) استفاده می شود. با توجه به آنکه معمولاً سری های زمانی اقتصاد کلان ناپایا^۴ هستند، به کارگیری روش های قدیمتر اقتصادسنجی، همچون روش حداقل مربعات معمولی^۵، برای سری های زمانی ناپایا به تفسیر نادرست نتایج و رگرسیون کاذب منجر می گردد. برای بررسی پایایی یا ناپایایی یک سری

زمانی از آزمون ریشه واحد^۶ استفاده می شود. از آزمون های رایج ریشه واحد، آزمون دیکی فولر^۷ (DF) و آزمون دیکی فولر تعمیم یافته^۸ (ADF) است که آزمون دوم از اعتبار بیشتری برخوردار است. برای تعیین ارتباط بلندمدت بین متغیرها از تکنیک هم جمعی استفاده می شود. مفهوم هم جمعی^۹ بیان کننده وجود یک رابطه تعادلی بلند مدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می کند. روش های متعددی برای آزمون هم جمعی معرفی شده است. در این مقاله برای انجام این آزمون از مدل تصحیح خطای برداری استفاده شده است. در این روش تعیین و برآورد بردارهای هم جمعی بین متغیرها با استفاده از ضرایب الگوی خودتوضیح برداری (VAR) بین آنها صورت می گیرد. ارتباط موجود بین الگوی VAR و هم جمعی این امکان را فراهم می آورد که بردارهای هم جمعی را از روی ضرایب الگوی VAR به دست آورد. در این روش برای به دست آوردن رابطه بلندمدت متغیرها با استفاده از دو آماره آزمون اثر و حداکثر مقدار ویژه، وجود هم جمعی و تعداد بردارهای هم جمعی تعیین می شود.

در ادامه، دو مدل تصحیح خطای تقاضای جهانی گاز و عرضه گروه حاشیه ای بیان می گردد و با کمک این دو مدل به رابطه بلندمدت تقاضای جهانی گاز و قیمت گاز، همچنین رابطه تقاضای گروه حاشیه ای و قیمت گاز می رسیم.

^۱ لجزایر، بولیوی، ایران، قطر، گینه استوایی، لیبی، مصر، نیجریه،

روسیه، ترینیداد و توباگو و نروژ

^۶ Unit Root Test

^۷ Dickey-Fuller Test

^۸ Augmented Dickey-Fuller Test

^۹ Co integration

^۲ Non-GEFCF countries

^۳ Vector Error Correction Model

^۴ Non-Stationary

^۵ Ordinary least squares

۴-۱- داده ها و اطلاعات

در این مطالعه برای برآورد مانده تقاضای *GECF* از متغیرهای قیمت گاز، قیمت نفت، روند زمانی، رشد تولید ناخالص داخلی جهانی، تقاضای جهانی گاز و عرضه گروه حاشیه ای استفاده شده است. نمادهای به کار رفته برای متغیرهای فوق به شرح زیر است:

قیمت گاز (P_G)، قیمت نفت (P_O)، رشد تولید ناخالص داخلی جهانی (r_{GDP})، روند زمانی ($TREND$)، تقاضای جهانی گاز (Q_T) و عرضه گروه حاشیه ای (Q_S).

داده ها به صورت سالانه از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ استفاده شده است. برای داده های مربوط به قیمت گاز، از قیمت سر چاه آمریکا برحسب دلار برای هزار فوت مکعب^۱ استفاده شده است، که از مدیریت اطلاعات انرژی^۲ (EIA) استخراج شده است. برای تبدیل از فوت مکعب به متر مکعب، داده ها در ۰,۰۲۸۳ ضرب شده است. داده های مربوط به قیمت نفت به قیمت ثابت سال پایه ۲۰۱۰ میلادی، از شرکت بریتیش پترولیوم^۳ (BP) استخراج گردیده است. رشد تولید ناخالص جهانی از داده های دفاتر ملی بانک جهانی^۴ استخراج شده است. نهایتاً تقاضای تقاضای جهانی گاز که عبارتست از کل واردات گاز طبیعی جهان برحسب میلیون متر مکعب استاندارد^۵ و عرضه گروه حاشیه ای که عبارت است از مجموع

مدل تصحیح خطای تقاضای جهانی گاز:

$$D(Q_T) = \alpha(Q_{s(t-1)} + \beta_2 P_{G(t-1)} + \beta_3 TREND + \beta_4) + \delta_1 + \delta_2 P_0 + \delta_3 GDP \quad (1)$$

مدل تصحیح خطای عرضه گروه حاشیه ای:

$$D(Q_S) = \alpha(Q_{s(t-1)} + \beta_2 P_{G(t-1)} + \beta_3 TREND + \beta_4) + \delta_1 + \delta_2 P_0 + \delta_3 GDP \quad (2)$$

با استفاده از روابط بلندمدت به دست آمده، برای برآورد تابع تقاضای مانده گاز *GECF*، ابتدا تابع تقاضای بلندمدت جهانی گاز (Q_T) از مدل تصحیح خطای مربوطه برآورد گردیده سپس تابع عرضه بلندمدت گروه حاشیه ای (Q_S) از مدل تصحیح خطای آن محاسبه می شود و درانتها Q_S از Q_T کسر می گردد.

در ادامه، تابع تقاضای بلندمدت گاز و تابع عرضه گروه حاشیه ای به صوت زیر تصریح می گردد:

$$Q_T = a + bP_G + c TREND \quad (3)$$

$$Q_S = d + eP_G + f TREND \quad (4)$$

$$Q_T - Q_S = (a - d) + (b - e)P_G + (c - f)TREND \quad (5)$$

که در آن P_G و $TREND$ به ترتیب بیانگر قیمت جهانی گاز و روند زمانی است. b, c, e, f ضرایب و a و d عرض از مبدأ می باشند. با توجه به تصریح مدل انتظار داریم موارد زیر به وقوع بپیوندند:

۱. در تابع تقاضای جهانی بلندمدت گاز، ضریب قیمت گاز منفی و ضریب روند زمانی مثبت شود.

۲. در تابع عرضه بلند مدت گروه حاشیه ای، ضریب قیمت گاز و ضریب روند زمانی مثبت شود.

۳. در تابع مانده تقاضای *GECF*، ضریب قیمت گاز منفی و ضریب روند زمانی مثبت شود.

¹ U.S. Natural Gas Wellhead Price (Dollars per Thousand Cubic Feet)

² Energy Information Administration

³ British petroleum

⁴ World Bank national accounts data

⁵ Million Standard Cubic Metres

حائز اهمیت است که در تخمین توابع تقاضای جهانی گاز و عرضه گروه حاشیه ای، قیمت نفت، تولید ناخالص جهانی به طور برون زا وارد مدل شده‌اند.

صادرات گاز کشورهای غیر عضو برحسب میلیون متر مکعب استاندارد از سایت اوپک استخراج گردیده‌اند.

برای تعیین رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل از روش جوهانسن و الگوی تصحیح خطای برداری استفاده می‌شود. برای به دست آوردن بردار همجمعی باید ابتدا مرتبه جمعی متغیرها تعیین، سپس طول وقفه بهینه الگوی VAR و در نهایت تعداد بردارهای همجمعی تعیین گردد. توجه به این نکته

۴-۲- بررسی مانایی متغیرها

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

جدول ۱: آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) روی سطح متغیرها

با عرض از مبدأ و بدون روند		با عرض از مبدأ و با روند		متغیر
احتمال	کمیت بحرانی	احتمال	کمیت بحرانی	
۰,۹۹۷۷	۱,۲۴۹۱۱۲	۰,۴۲۷۸	-۲,۲۸۶۸	Q_T
۰,۱۲۰۸	-۲,۵۳۴۲۴۸	۰,۳۵۰۰	-۲,۴۴۳۲۳۷	P_G
۰,۲۹۱۴	-۱,۹۸۵۱۲۱	۰,۵۹۶۸	-۱,۹۶۳۴۸۱	P_O
۰,۰۰۱۹	-۴,۳۳۰۶۲۹	۰,۰۱۰۱	-۴,۲۹۰۳۵۴	r_{GDP}
۰,۹۹۳۰	-۰,۸۳۵۳۵۵	۰,۳۰۳۸	-۲,۵۵۰۱۷۶	Q_S

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

است. لذا آزمون ریشه واحد بر روی تفاضل مرتبه اول متغیرهایی که در سطح ساکن نیستند، انجام می‌شود.

نتیجه آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته روی سطح متغیرها نشان می‌دهد که کلیه متغیرها به جز r_{GDP} ناپایا هستند. متغیر r_{GDP} در سطح ساکن

جدول ۲: آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) روی تفاضل مرتبه اول متغیرها

با عرض از مبدأ و بدون روند		با عرض از مبدأ و با روند		متغیر
احتمال	کمیت بحرانی	احتمال	کمیت بحرانی	
۰,۰۰۰۱	-۵,۵۱۳۷۹۵	۰,۰۰۰۲	-۶,۰۳۱۴۶۳	Q_T
۰,۰۴۳۴	-۳,۰۶۰۹۱۸	۰,۸۱۶۲	-۱,۴۵۶۸۱۲	P_G
۰,۰۰۰۰	-۶,۰۹۲۵۵۴	۰,۰۰۰۰	-۷,۴۲۷۳۶۷	P_O
۰,۰۰۱۱	-۴,۵۶۸۴۵۳	۰,۰۰۳۹	-۴,۷۱۰۳۲۹	Q_S

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۴) آزمون تعیین وقفه بهینه برای تابع عرضه گروه حاشیه ای

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)

با ملاحظه جداول فوق مشخص می شود که بر اساس معیار بیزین- شوارتز، طول وقفه مناسب برای مدل تقاضای جهانی یک و برای مدل عرضه گروه حاشیه ای برابر ۲ است. آخرین مرحله قبل از برآورد الگو، تعیین بردارهای هم جمعی است که به وسیله آزمون حداکثر مقدار ویژه و آزمون اثر انجام می پذیرد.

همان طور که از جدول (۲) ملاحظه می شود، تفاضل مرتبه اول متغیرها پایا هستند. به عبارت دیگر، متغیرهای ناپایا با یک بار تفاضل گیری پایا شده اند.

۳-۴ تعیین طول وقفه بهینه

برای تعیین وقفه بهینه الگوی VAR، معیارهای بیزین- شوارتز و آیک (AIC) و حنان-کویین (HQ) به کار برده می شوند. جدول زیر نتایج این آزمون را نشان می دهد.

جدول ۳) آزمون تعیین وقفه بهینه برای تابع تقاضای 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)

جدول ۵) آزمون هم جمعی تابع تقاضای جهانی گاز بر اساس آزمون اثر

احتمال	مقدار بحرانی	آزمون اثر	مقدار ویژه	فرضیه صفر
۰,۰۰۳۹	۲۵,۸۷۲۱۱	۳۳,۹۷۹۸۶	۰,۵۳۲۷۹۵	$r = 0$
۰,۰۸۳۷	۱۲,۵۱۷۹۸	۱۱,۱۵۰۲۵	۰,۳۱۰۴۲۲	$r \leq 1$

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۶) آزمون هم جمعی تابع تقاضای جهانی گاز بر اساس آزمون حداکثر مقدار ویژه

احتمال	مقدار بحرانی	آزمون حداکثر مقدار ویژه	مقدار ویژه	فرضیه صفر
۰,۰۱۵۲	۱۹,۳۸۷۰۴	۲۲,۸۲۹۶۱	۰,۵۳۲۷۹۵	$r = 0$
۰,۰۸۳۷	۱۲,۵۱۷۹۸	۱۱,۱۵۰۲۵	۰,۳۱۰۴۲۲	$r \leq 1$

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۷) آزمون هم جمعی تابع عرضه گروه حاشیه ای بر اساس آزمون اثر

احتمال	مقدار بحرانی	آزمون اثر	مقدار ویژه	فرضیه صفر
۰,۰۰۱۹	۱۸,۳۹۷۷۱	۲۷,۷۶۱۶۵	۰,۵۶۷۳۰۳	$r = 0$
۰,۰۶۲۶	۳,۸۴۱۴۶۶	۳,۴۶۷۸۱۸	۰,۱۱۲۷۰۷	$r \leq 1$

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۸) آزمون هم‌جمعیتی تابع عرضه گروه حاشیه‌ای بر اساس آزمون حداکثر مقدار ویژه

فرضیه صفر	مقدار ویژه	آزمون حداکثر مقدار ویژه	مقدار بحرانی	احتمال
$r = 0$	۰,۵۶۷۳۰۳	۲۴,۲۹۳۸۳	۱۷,۱۴۷۶۹	۰,۰۰۳۹
$r \leq 1$	۰,۱۱۲۷۰۷	۳,۴۶۷۸۱۸	۳,۸۴۱۴۶۶	۰,۰۶۲۶

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۱۰) نتایج حاصل از رابطه تصحیح خطا برای تقاضای جهانی گاز

متغیر	ضرایب	آماره t
C	-۵,۰۹۶۹,۱۰	-۳,۵۱۸۴۰
P_O	۱,۰۳۲,۷۹۳	۴,۰۶۹۰۳
r_{GDP}	۱,۰۵۹۰,۸۲	۳,۷۷۸۶۲
$ECM (-1)$	-۰,۳۱۶۹۹۱	-۵,۴۳۴۶۰

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

براساس اطلاعات مندرج در جداول (۵) و (۶) وجود یک بردار هم‌جمعیتی پذیرفته می‌شود که نشان‌دهنده رابطه بلندمدتی است که بین قیمت گاز و تقاضای جهانی برقرار است. همچنین، با توجه به جداول (۷) و (۸) یک رابطه بلندمدت بین قیمت گاز و عرضه گروه حاشیه‌ای برقرار است.

۵- برآورد مدل

در ادامه، به برآورد الگوی تصحیح خطای معادله‌های تقاضای جهانی گاز و عرضه گروه حاشیه‌ای می‌پردازیم. الگوهای تصحیح خطا به علت آنکه نوسان‌های 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 و تغییر متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای جهانی و عرضه گروه حاشیه‌ای، چگونه تقاضا و عرضه خود برای گاز را تعدیل و به سمت مقدار تعادلی بلندمدت آن حرکت می‌کنند. نتایج حاصل از تخمین مدل تصحیح خطای (۱)، در جداول (۹) و (۱۰) آمده است.

جدول ۹) نتایج حاصل از رابطه بلندمدت برای تقاضای جهانی گاز

متغیر	ضرایب	آماره t
C	۵۹۳۵,۱۲۷	-
P_G	-۹۴۶۵۰۳,۲	-۲,۰۳۲۴۶
$TREND$	۳۶۳۵۰,۰۸	۱۵,۸۵۳۴

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تمامی ضرایب در سطح ۹۵ درصد معنا دارند. ضریب تعیین $R^2 = ۰,۶۶$ نیز نشان‌دهنده قدرت توضیح‌دهندگی خوب الگوست. با این وصف، در این گونه مدل‌ها، R^2 اصولاً پایین برآورد می‌گردد که ناشی از این واقعیت است که گاز یک کالای توأم به حساب می‌آید که به همراه نفت استخراج می‌گردد. بنابراین، عرضه آن تا حد زیادی نه به قیمت خود این محصول، بلکه به قیمت و عرضه نفت وابسته است. دیگر نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت:

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

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

و در کوتاه مدت:

(۱) رابطه معنی‌داری بین تغییرات تقاضای جهانی گاز به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای مستقل ECM دوره قبل، قیمت نفت و r_{GDP} برقرار است.

(۱) رابطه مستقیم و معناداری بین عرضه گروه حاشیه ای و قیمت گاز وجود دارد.

(۲) رابطه مستقیم و معناداری بین عرضه گروه حاشیه ای و روند زمانی وجود دارد. و در کوتاه مدت

(۱) رابطه معناداری بین تغییرات عرضه گروه حاشیه ای گاز به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای مستقل ECM دوره قبل، r_{GDP} برقرار است.

(۲) ضریب ECM که در این تخمین ۰,۱۵ است، نشان می دهد که ۱۵ درصد از خطای عدم تعادل در هر دوره، در دوره بعد تعدیل می شود. چنین ضریبی در عین حال بیانگر آن است که یک رابطه تعادلی با ثبات بلندمدت بین متغیرهای الگوی عرضه گروه حاشیه ای وجود دارد.

در ادامه، برای به دست آوردن تابع مانده تقاضا برای $GECF$ ، باید تابع عرضه بلندمدت گروه حاشیه ای از تابع بلندمدت تقاضای جهانی گاز کسر گردد. با استفاده از جداول (۹) و (۱۱) روابط بلندمدت را به صورت زیر داریم:

$$Q_T = 5935.127 - 946503.2P_G + 36350.08TREND \quad (۶)$$

$$Q_S = -34965.36 + 3055603P_G + 2784.484TREND \quad (۷)$$

با کسر (۷) از (۶) تابع مانده تقاضای کارتل گاز $GECF$ را به دست می آوریم:

$$Q = 40900.484 - 4002106.2P_G + 33565.595TREND \quad (۸)$$

رابطه (۸) نشان می دهد که:

(۱) رابطه معکوسی بین قیمت جهانی گاز و مانده تقاضای کارتل وجود دارد.

(۲) ضریب ECM در هر دوره ۰,۳۲ از خطای عدم تعادل هر دوره را در دوره بعد تعدیل می کند. چنین ضریبی در عین حال بیانگر آن است که یک رابطه تعادلی با ثبات بلندمدت بین متغیرهای الگوی تقاضای جهانی گاز وجود دارد.

جدول (۱۱) نتایج حاصل از رابطه بلندمدت برای عرضه گروه

حاشیه ای

متغیر	ضرایب	آماره t
C	-۳۴۹۶۵,۳۶	-
P_G	۳۰,۵۵۶,۰۳	۶,۲۰۶۶۵
$TREND$	۲۷۸۴,۴۸۴	-

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول (۱۲) نتایج حاصل از رابطه تصحیح خطا برای متغیر عرضه

گروه حاشیه ای

متغیر	ضرایب	آماره t
C	-۱۸۲۰۷,۷۲	-۱,۷۴۶۸۳
$D(Q_S)$	۰,۰۱۱۸۹۶	۰,۰۵۱۲۹
$D(P_G)$	۱۵۱۲۹۰,۷	۰,۹۵۹۳۸
$TREND$	۵۲۸,۸۱۳۸	۱,۴۵۱۳۵
P_o	۱۶۳,۲۸۴۵	۰,۹۰۱۳۵
r_{GDP}	۵۲۸۳,۱۳۸	۲,۷۹۹۵۰
$ECM(-1)$	۰,۱۵۱۰۷۲	۲,۷۸۸۰۹

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

همان طور که مشاهده می شود، در رابطه بلندمدت ضریب P_G در سطح ۹۵ درصد معنادار است. در رابطه تصحیح خطا تنها ضرایب r_{GDP} و $ECM(-1)$ در سطح ۹۵ درصد معنادارند. ضریب تعیین $R^2 = ۰,۵۵$ است. همچنین، نتایج حاصل از تخمین مدل تصحیح خطای (۲)، در جداول (۱۱) و (۱۲) آمده است. این نتایج نشان می دهد که در بلندمدت:

۲) رابطه مستقیمی بین روند زمانی و مانده تقاضای کارتل وجود دارد.

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

در این مقاله تابع مانده تقاضای *GECF* برآورد شده است. در این راستا، کل کشورهای صادرکننده گاز به دو گروه کارتل و گروه حاشیه‌ای تقسیم گردید؛ که کشورهای عضو *GECF* به عنوان گروه کارتل در نظر گرفته شده اند. گروه حاشیه‌ای در کنار *GECF* فعالیت می کند و نمی تواند در بازار نفوذ کرده، قیمت را کنترل کند. همچنین تابع تقاضای کل و تابع عرضه گروه حاشیه‌ای خطی فرض شده است و از تفاوت آنها تابع مانده تقاضا به شکل خطی استخراج می گردد. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که تابع بلندمدت عرضه گروه حاشیه‌ای رابطه صعودی با قیمت گاز و روند زمانی دارد و رابطه تقاضای بلندمدت بازار با قیمت گاز منفی و با روند زمانی مثبت است. تابع تقاضای بلندمدت *GECF* پس از کسر عرضه گروه حاشیه‌ای از تقاضای کل بازار به دست می آید که آن را تابع مانده تقاضا می نامند. در این تابع، رابطه میان مانده تقاضا و قیمت گاز منفی و رابطه میان مانده تقاضا و روند زمانی مثبت است. نتایج به دست آمده نشان می دهند که با افزایش یک دلار در قیمت گاز میزان تقاضای جهانی به میزان ۰/۹۵ تریلیارد متر مکعب استاندارد کاهش می یابد، و به ازای همین افزایش یک دلاری در قیمت عرضه گروه حاشیه به میزان ۳/۰۵ تریلیارد افزایش می یابد. بر همین اساس، یک دلار افزایش در قیمت موجب می گردد تقاضا برای گاز *GECF* به اندازه چهار تریلیون متر مکعب کاهش یابد. به علاوه،

بر طبق برآوردها، تقاضای جهانی گاز به طور متوسط در هر سال به میزان ۰/۳۶ تریلیارد متر مکعب افزایش می یابد و در همین حال، عرضه گروه حاشیه در هر سال به طور متوسط ۰/۰۳ تریلیارد متر مکعب افزایش پیدا می نماید. بدین ترتیب، به طور متوسط در هر سال تقاضا برای گاز *GECF* به میزان ۰/۳ تریلیون متر مکعب افزایش می یابد. برای دستیابی به توابع بلندمدت تقاضای کل و عرضه گروه حاشیه‌ای روش تصحیح خطا (*VECM*) استفاده شده است. ضریب *ECM* سرعت تعدیل کوتاه مدت به بلندمدت را نشان می دهد که در تابع تصحیح خطای برداری تابع تقاضای جهانی برابر ۰,۳۲ است؛ یعنی در هر دوره ۰,۳۲ از خطای دوره قبل به طور معناداری به سمت تعادل بلندمدت تعدیل می شود. ضریب *ECM* در تابع تصحیح خطای برداری تابع تقاضای عرضه گروه حاشیه‌ای برابر ۰,۱۵ است؛ یعنی در هر دوره ۰,۱۵ از خطای دوره قبل به طور معناداری به سمت تعادل بلندمدت تعدیل می شود.

۷- منابع:

- ۱- احمدیان، مجید. (۱۳۷۳). نظریه بازار و کاربرد آن برای منابع انرژی پایان پذیر، تهران: مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی.
- ۲- امینی هرنندی، محمد هادی، علی وطنی و علیرضا ترحمی. (۱۳۸۶). برآورد تابع تقاضای کشور و شناسایی بازار هدف صادرات گاز ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۳- لطفعلی پور، محمدرضا و احمد باقری. (۱۳۸۲). «تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی

- variation in New York state. *Energy Economics*. Vol. 5 , pp. 171–177.
- 14- Gurcan Guler, S. (1996). Is OPEC a cartel? Evidence from Cointegration and Causality Test. Chestnut Hill. *Energy Journal*. Vol. 17, p. 43.
 - 15- Herbert, H. J. (1987). Data matters - Specification and estimation of natural gasdemand per customer in the Northeastern United States. *Computational Statistics & Data Analysis*. Vol. 5 , pp. 67–78.
 - 16- Herbert, H. J., Barber, J. L. (1988). Regional residential natural gas demand: Some comments. *Resources and Energy*. Vol. 10, pp. 387–391.
 - 17- Huntington, Hillard G. (1993). OECD oildemand: Estimated response surfaces for nine world oil models. *Energy Economics*. Vol. 15, pp. 49–56.
 - 18- Kavalov, B., Petric, H. and Tzimas, E. (2011). Evolution of the indigenous European oil and gas sources-Recent trend and issues for consideration. *Energy Policy*. Vol. 39, pp. 487-492.
 - 19- Mason, Charles F. & Polasky, S. (2005). *Resource and Energy Economics*. Vol. 27, pp. 321–342.
 - 20- Pindyck, R.S. (1978). Gains to Producers from the Cartelization of Exhaustible Resources. *Review of Economics and Statistics*. Vol. 60, pp.238-251.
 - 21- Salant, Stephen W. (1982): Imperfect competition in the international energy market: a computerized Nash-Cournot model. Published in: *Operations Research*, Vol. 30 pp. 252-280
 - 22- Siemek, J., Nagy, S. & Rychlicki, S. (2003). Estimation of natural-gas consumption in Poland based on logistic-curve interpretation. *Applied Energy*. Vol. 75, pp. 1-7.
 - 23- Krichene, N. (2002). World crude oil and natural gas: a demand and supply model. *Energy Economic*. Vol. 24, pp. 557-576.
 - 24- Ulph, A.M., and Folie, G.M. (1980). Exhaustible resources and Cartel: An Intertemporal Nash – Cournot Model. *Canadian Journal of Economics*. Vol. 13, pp. 645-658.
- مصارف خانگی شهر تهران»، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، ش ۱۶، صص ۱۳۳-۱۵۱.
- 4- Alsmiller Jr, R.G. & Horwedel, J.E. (1985). A model of the world oil market with an OPEC cartel. *Energy*. Vol. 10, pp. 1089–1102.
 - 5- Almoguera & Herrera. (2007). Testing for the cartel in OPEC: noncooperative collusion or just noncooperative?. *Oxford review of economic policy*. Vol. 27, pp. 144-168.
 - 6- Andersen, T., Nilsen, O. and Tveteras, R. (2011). How is demand for natural gas determined across European industrial sectors?. *Energy policy*. Vol. 39, pp. 5499-5508.
 - 7- Azade, A., Asadzadeh, S.M. and Gganbari, A. (2010). An Adaptive Network-based Fuzzy Inference System for short-term natural gas demand estimation: uncertain and complex enviroments. *Energy Policy*. Vol. 38, pp. 1529-1536.
 - 8- Behrang, M.A., Assareh, E., Ghalambaz, M., Assari, M.R., & Noghreabadi, A.R. (2011). Forecasting future oil demand in Iran using GGS(Gravitational Search Algorithm). *Energy*. Vol. 36, pp. 5649-5654.
 - 9- Brémond, V., Hache, E & Mignon, V. (2012). Does OPEC still exist as a cartel? An empirical investigation. *Energy Economics*. Vol 34., pp 125–131.
 - 10- Erdogdu, E. (2010). Natural gas demand in Turkey. *Applied Energy*. Vol. 87, pp. 211-219.
 - 11- Forouzanfar, M., Doustmohammadi, A., Menhaj, M., & Hasanzadeh, S. (2010). Modeling and estimation of natural gas consumption for residential and commercial sectors in Iran. . *Applied Energy*. Vol. 87, pp. 268-274.
 - 12- Gabriel, S.A., Rosendahl, K.E., Egging, Ruud. , Avetisyan, H.G. & Siddiqui, S. (2012). Cartelization in gas markets: Studing the potential for a “Gas OPEC”. *Energy Economics*. Vol. 34, pp. 137-152.
 - 13- Gowdy, M. J. (1983). Industrial demand for natural gas: Inter-industry

- forecasting natural gas demand in Bangladesh. *Energy policy*. Vol. 39, pp. 7372-7380.
- 27- Yoo, S., Lim, H. and Kwak, S. (2009). Estimation the residential demand function for natural gas in Seoul with correction for sample selection bias. *Applied Energy*. Vol. 86, pp. 460-465.
- 25- Vondracek, J., Pelikan, E., Konar, O., Cermakova, J., Eben, K., Maly, Marek. & Brabec, Marek. (2008). A statistical model for the estimation of natural gas consumption. *Applied Energy*. Vol. 85, pp. 362-370.
- 26- Wadud. Z, Dey, Himadri., K, MD.A., & I.Khan, S. (2011). Modeling and