نشریه علمی‌پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی
سال ششم، شمارهٔ اول/ بهار ۱۳۹۵/ صفحه ۵۲ـ۶۹

قیمت‌گذاری گاز طبیعی ایران در بخش صنعت با استفاده از مدل رمزی و روش تخمین رگرسیون فازی

محمدحسین پورکاظمی[۱]، رسول نادری[۲*]، مهدی حاتمی[۳]

[۱] دانشیار گروه علوم اقتصادی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
h_pourkazemi@yahoo.com.au
[۲] کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علوم اقتصادی، تهران، ایران
Naderi.rasul@yahoo.com
[۳] کارشناس ارشد مهندسی صنایع، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، اهواز، ایران
Mehdihatami1000@gmail.com

چکیده:

قیمت‌گذاری کالاها و خدمات تولیدی توسط دولت از مهم‌ترین مباحث اقتصادی است چون هر نوع تغییر قیمت از یک طرف بر رفاه مصرف‌کنندگان و از طرف دیگر کمیت و کیفیت تولید کالاها و خدمات تأثیر می‌گذارد. در این مقاله که با هدف قیمت‌گذاری گاز برای ایران انجام گرفته، هدف ارائهٔ قیمتی است که دولت در اجرای طرح هدفمندکردن یارانه‌ها می‌تواند آن را به‌صورت گزینه‌ای مناسب در نظر بگیرد که اولاً سعی در حداکثر کردن رفاه اقتصادی جامعه (مجموع مازاد رفاه تولیدکننده و مازاد مصرف‌کننده) دارد، ثانیاً مشکلی که تولیدکننده در تأمین هزینه‌های تولیدی خود با استفاده از روش قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی به‌دلیل بازدهی‌های فزاینده نسبت به مقیاس در این صنعت مواجه است، در این روش قیمت‌گذاری رفع می‌گردد.

این مقاله درصدد محاسبهٔ قیمت بهینهٔ گاز طبیعی برای بخش صنعت در ایران از طریق روش قیمت‌گذاری رمزی می‌باشد. بدین منظور از روش رگرسیون فازی (به‌دلیل دقت بالا و نداشتن برخی محدودیت‌های رگرسیون کلاسیک) و داده‌های سال‌های ۱۳۵۶ تا ۱۳۹۰ برای تخمین تابع تولید و بازدهی نسبت به مقیاس استفاده شده است. همچنین برای تخمین تابع تقاضا و کشش آن از روش خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL) و داده‌های سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۹ استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که قیمت‌های جاری گاز طبیعی بهینه نیستند و با وجود اجرای طرح هدفمندکردن یارانه‌ها باز هم قیمت‌ها پایین می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: قیمت‌گذاری رمزی، انحصار طبیعی، صرفه‌های ناشی از مقیاس، رگرسیون فازی، روش ARDL.

* نویسندهٔ مسئول

۱. مقدمه

در دنیای واقعی و به‌ویژه در اقتصاد ایران بسیاری از کالاها و خدمات تحت شرایط رقابت کامل تولید و مصرف نمی‌شوند، بلکه بعضی از کالاها دولتی و در شرایط انحصار، تولید یا مصرف می‌شوند. برای مثال در ایران برخی تأسیسات عمومی مثل آب، برق، گاز و تلفن هنوز تحت شرایط انحصاری یا انحصار چندجانبه اداره می‌شوند، لذا تعیین قیمت بهینه در این شرایط از جمله مهم‌ترین مباحث اقتصادی است. از این جهت سیاست قیمت‌گذاری بایستی با توجه به همهٔ ابعاد تأثیرگذارنده بر آن به گونه‌ای تنظیم شود تا از ایجاد شوک‌های ناگهانی بر قیمت و در نتیجه متأثر نمودن شدید تقاضای مصرف‌کنندگان جلوگیری به عمل آورد. بدین منظور استفاده از روشی که ضمن سازگاری با شرایط صنعت مورد نظر، موجبات کارایی اقتصادی را نیز فراهم کند، ضرورت می‌یابد. ازآنجاکه صنعت گاز ایران حالت انحصاری دارد و از طرفی شرایط بهینهٔ پرتو در تمام بخش‌های اقتصادی فراهم نیست، قیمت‌گذاری مناسب آن است که ضمن رعایت عدم زیان‌دهی، رفاه اجتماعی را نیز حداکثر نماید. (آن توزیعی از کالاها و خدمات را بهینهٔ پرتو یا کارآمد می‌گویند که نتوان با توزیع مجدد کالاها و خدمات، مطلوبیت یک مصرف‌کننده را افزایش داد؛ مگر اینکه حداقل منجر به کاهش مطلوبیت یک مصرف‌کنندهٔ دیگر شود. بنابراین اگر بتوان با توزیع مجدد کالاها و خدمات، مطلوبیت یک مصرف‌کننده را بدون کاهش در مطلوبیت مصرف‌کنندگان دیگر افزایش داد، هنوز به موقعیت کارآمد توزیع کالاها و خدمات یا بهینهٔ پرتو در مصرف نرسیده‌ایم) لذا در این تحقیق از روش قیمت‌گذاری رمزی که دارای قابلیت‌های فوق است استفاده شده است. همچنین در تحقیق حاضر نکاتی وجود دارد که آن را به گونه‌ای از کارهای دیگر متمایز می‌سازد. اولین موردی که وجود دارد این است که در ایران فعالیت‌های انجام‌شده در زمینهٔ قیمت‌گذاری رمزی گاز به‌صورت خیلی محدود و صرفاً مطالعهٔ موردی در منطقه‌ای خاص انجام شده و در مطالعات خارجی در زمینهٔ گاز فعالیتی به این صورت انجام نگرفته است. دومین موردی که وجود دارد استفاده از حجم نسبتاً بزرگی از داده‌ها در این کار نسبت به کارهای دیگر است. سومین مسئلهٔ موجود در تحقیق حاضر، استفاده از روش تخمین رگرسیون فازی در تخمین تابع تولید است. این روش از تخمین به‌دلیل نداشتن مشکلات رگرسیون کلاسیک و نیز استفاده از روش منطق فازی در پروسهٔ تخمینی خود دارای قدرت بالایی از تخمین زنندگی و دقت ضرایب است. اگرچه توابع تولید مختلفی در زمینهٔ تخمین روابط بین متغیرهای توضیحی و مقدار تولید وجود دارد، در مورد گاز، به‌دلیل سادگی و تصریح خوب، از تابع تولید کاب داگلاس استفاده شده است.

هدف تحقیق دستیابی به تعرفهٔ گاز طبیعی برای بخش صنعتی در ایران است، به‌طوری‌که ضمن تأمین رفاه مشترکان گاز طبیعی، موجبات تأمین منابع لازم برای سرمایه‌گذاری تولیدکنندهٔ گاز طبیعی را نیز فراهم آورد.

از زمان معرفی این مدل توسط فرانک رمزی و بویتکس (به‌ترتیب در سال‌های ۱۹۲۷ و ۱۹۵۶)، در زمینهٔ قیمت‌گذاری کالاها و خدمات تولیدی توسط صنایع با بازدهی‌های فزاینده نسبت به مقیاس و به‌ویژه دولت با استفاده از مدل رمزی، کارهای زیادی در بسیاری از کشورهای جهان ازجمله ایران صورت گرفته است که مهم‌ترین آن‌ها در زمینه‌های برق، گاز، آب، تلفن، محموله‌های پستی، بزرگراه‌ها، حمل‌ونقل (دریایی، زمینی، هوایی)، ارتباطات و بسیاری موارد دیگر صورت گرفته است که در اینجا به خلاصه‌ای از مهم‌ترین کارهای انجام‌شده در خارج و داخل اشاره می شود.

در مرجع [۱] قیمت‌های بهینهٔ گاز طبیعی برای بخش‌های مختلف اقتصاد شامل بخش‌های خانگی، تجاری‌عمومی و بخش صنعتی از طریق روش قیمت‌گذاری رمزی محاسبه شده است. در مرجع [۲] قیمت‌های بهینه برای کاربری‌های مختلف در دو دورهٔ اوج مصرف و خارج آن با استفاده از مدل رمزی محاسبه شده است. در مرجع [۳] قیمت‌گذاری آب شرب شهری با استفاده از مدل رمزی صورت گرفته است. برای محاسبهٔ الگو از داده‌های مصرف آب مشترکین شهر نیشابور در دورهٔ زمانی ۱۳۸۰–۱۳۸۳ استفاده گردیده است. برای تعیین قیمت‌های جدید، ابتدا الگوی رمزی اصلاح و مدل اصلاح‌شده با تعیین سه بلوک مصرفی برای خانوار محاسبه شده است.

ازجمله مهم‌ترین کارهای خارجی انجام‌شده در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

در مرجع [۴]، کاربرد قیمت‌گذاری رمزی در حل سوبسیدهای مقطعی در تعرفه‌های صنعت برق چین مطرح شده است. تعرفه‌های برق چین به‌وسیلهٔ نرخ‌های بالا برای مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری مشخص می‌شود که این امر امکان استفاده از سوبسید برای بخش‌های شهری را فراهم می‌کند. در این مقاله برخی روش‌های اقتصادسنجی برای تخمین کشش‌های تقاضایی برای مصرف‌کنندگان شهری و صنعتی بر مبنای داده‌های ۲۲ ایالت در چین برای سال‌های ۲۰۰۳–۲۰۰۵ مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در ادامه تعرفه‌های برق رمزی در چین به‌دست آمده‌اند. مقایسه بین تعرفه‌های برق جاری و تعرفه‌های رمزی نشان می‌دهد که تعرفه‌های جاری، معیار شبه بهینهٔ رمزی را ارضا نمی‌کند. نتایج عملی نشان‌دهندهٔ این است که سوبسیدهای بین بخشی در تعرفه‌های مقطعی ضررهای کارایی را نتیجه می‌دهد. همچنین نشان داده

شده است که کاهش یا حذف سوبسیدهای بین بخشی همراه با افزایشی در تعرفه‌های بخش شهری و نیز یک کاهش اندک در تعرفه‌های برق صنعتی تحت تعرفه‌های قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند کارایی‌های اقتصادی و رفاه اجتماعی را بهبود بخشد.

در مرجع [۵] کاربرد مدل رمزی در اقتصاد انتقال[1] (مطالعهٔ موردی روسیه) ارائه شده است. در این مطالعه با استفاده از مدل رمزی برای تجزیه و تحلیل اینکه آیا قیمت برق که توسط انحصار طبیعی نووسیبیرسک انرگو[2] به‌صورت عمده در یک منطقهٔ صنعتی فدراسیون روسیه گرفته می‌شود بهینه می‌باشند یا نه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برآوردهای این مقاله از کشش‌های تقاضا برای دو گروه عمده از مصرف‌کنندگان، یعنی خانواده‌ها و کاربران صنعتی، نشان می‌دهد که قیمت‌های موجود از نظر اجتماعی بهینه نمی‌باشند. بر مبنای نتیجه‌گیری‌های این مقاله کاهش قیمت برای کاربران صنعتی و افزایش قیمت برای خانواده‌ها می‌تواند تا حدی این قیمت‌ها را به مقادیر بهینهٔ آن نزدیک‌تر نماید.

در مرجع [۶] قیمت‌های رمزی برای فرودگاه‌های آلمان محاسبه می‌شوند. قیمت‌های رمزی برای فرودگاه‌های با مشکل تأمین هزینه، بهینه است اما برای فرودگاه‌های شلوغ و پر تردد ناکافی می‌باشد، پس جالب است تا بررسی شود که تعرفه‌های جاری آیا به مقادیر بهینه نزدیک می‌باشند، اگر نه چرا متفاوت‌اند؟ در این مقاله لیستی از هزینهٔ پروازها برای پنج فرودگاه آلمان با استفاده از قیمت‌گذاری رمزی محاسبه شده است. این مقاله بر روی هزینه‌های فاصله‌های مختلف در سه نوع متفاوت هواپیما تمرکز می‌کند. در این مقاله از یک شیوهٔ جدید برای محاسبهٔ قیمت‌های رمزی که یکی از اجزای اساسی قیمت‌گذاری رمزی می‌باشد، استفاده شده است. قیمت‌های محاسبه‌شده با قیمت‌های وزنی‌ای که توسط فرودگاه‌ها گرفته می‌شود مقایسه می‌شوند. علل اختلاف تعرفه‌های جاری با تعرفه‌های محاسبه‌شده از لحاظ وابستگی به فاکتورهای مختلف بررسی می‌شود. نتیجهٔ این مقاله این است که قیمت‌های رمزی در وابستگی با میزان فاصله با سرعت بیشتری نسبت به تعرفه‌های واقعی رشد می‌کنند. شکاف بین بهینهٔ نظری و حالت عملی نیاز دارد که درک شود و با استفاده از سیاست‌های مناسب از بین برده شود.

مقالهٔ حاضر در پنج بخش اصلی تهیه شده است: بخش اول مقدمه، بخش دوم مبانی نظری و روش قیمت‌گذاری رمزی، بخش سوم مدل تحقیق و روش برآورد، بخش چهارم داده‌ها و نتایج تجربی و بخش پنجم نتیجه‌گیری.

۲. مبانی نظری و روش قیمت‌گذاری رمزی

در کشورهای مختلف سیاست‌های قیمت‌گذاری متفاوتی برای فعالیت‌های بخش عمومی که غالباً از شرایط بنگاه‌های انحصاری تبعیت می کنند، طراحی شده است؛ ازجمله می‌توان به قیمت‌گذاری هزینهٔ متوسط، قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی (بهینهٔ اول)، قیمت‌گذاری براساس برابرسازی، قیمت‌گذاری حداکثر بار، قیمت‌گذاری براساس ارزش و قیمت‌گذاری رمزی اشاره کرد که در ادامه به مرور اجمالی برخی از آن‌ها پرداخته می شود و سپس روش مورد استفاده در تحقیق حاضر به‌طور کامل شرح داده خواهد شد [۱].

۱.۲. قیمت‌گذاری هزینهٔ متوسط

در این روش حداکثر توجه به سمت بخش عرضه و هزینه‌های آن است. به عبارت دیگر هدف اساسی از تدوین قیمت‌ها حصول هزینه‌های صرف‌شده توسط صنعت است. این روش به شکل‌های مختلف زیر اجرا شده است:

الف. قیمت‌گذاری توزیع کل هزینه

ب. قیمت‌گذاری مبتنی بر نظریهٔ بازی‌ها

ج. قیمت‌گذاری مبتنی بر اصول توافق‌شده

از مزایای این‌روش‌ها می‌توان به ساده بودن مکانیزم استخراج قیمت‌ها، عدم نیاز به اطلاعات گسترده و تضمین تأمین هزینه‌های تولید اشاره کرد. ضمن آنکه عدم توجه به کارایی اقتصادی و رفاه اجتماعی، عدم توجه به طرف تقاضا و... نیز از معایب جدی این روش‌ها قلمداد می‌شوند. مشکلات فوق باعث شده تا روش‌های بهتری برای قیمت‌گذاری ارائه شود که ازجمله این روش‌ها، می‌توان به قیمت گذاری مبتنی بر هزینهٔ نهایی اشاره کرد.

۲.۲. قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی

همان‌طور که اشاره شد در روش فوق اصولاً طرف تقاضا در نظر گرفته نشده و هدف اصلی از قیمت‌گذاری تأمین هزینه‌های بخش عرضه است. همچنین از آنجایی که ثابت می‌شود هرچه قیمت‌ها به هزینهٔ نهایی نزدیک‌تر باشند، مجموعه اضافهٔ رفاه تولیدکننده و مصرف‌کننده بیشتر خواهد شد، روش قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی به‌عنوان روش جایگزین قیمت‌گذاری مبتنی بر هزینهٔ متوسط مطرح گردید. اما تئوری اقتصاد خرد نشان می‌دهد که اگر صنعت خاصی از بازده صعودی به مقیاس (مطالعات انجام‌شده نشان‌دهندهٔ وجود این مسئله در صنعت برق است) برخوردار باشد، هزینهٔ نهایی از هزینهٔ متوسط پایین‌تر خواهد بود. بنابراین اگر قیمت در سطح هزینهٔ نهایی قرار گیرد، صنعت با زیان مواجه خواهد شد. شایان ذکر است برای حل مشکل فوق می‌توان هر

1. Transition Economy
2. Novosibirskenergo

یکی از راه حل‌های زیر را دنبال کرد:

۱. از بین بردن شرایط انحصار طبیعی از طریق بهبود تکنولوژی

۲. جبران زیان از یک منبع خارج از صنعت (نه از محل قیمت)

۳. استفاده از روش‌های مبتنی بر هزینهٔ متوسط

۴. استفاده از روش قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی با قید سر به سری (هزینهٔ نهایی تعمیم‌یافته)

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد برخی اهداف فوق هیچ تضادی با هم ندارد و می‌توان به‌صورت توأم از آن‌ها استفاده کرد. در بحث قیمت‌گذاری، راه حل آخر بیشتر مورد استقبال قرار گرفته و روش‌هایی نیز براساس این دیدگاه مطرح شده‌اند.

قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی تلاشی برای اقتصاددانان است (هم از لحاظ نظری و هم از لحاظ عملی). زیرا این شیوهٔ قیمت‌گذاری توجیه تئوری برای عرضهٔ عمومی با کسری‌های دائمی را ارائه می‌دهد. قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی از صرفه‌های مقیاس محلی نشئت می‌گیرد. این نتیجه با توجه به مطالعات تجربی اهمیت زیادی دارد. بیشتر تولیدات بنگاه‌های عمومی تحت صرفه‌جویی به مقیاس انجام می‌شود.

۳.۲. قیمت‌گذاری اولویت خدمات

اگر بتوان خدمات را از نظر خصوصیاتی غیر از مقدار متفاوت کرد، یا به عبارت عمومی‌تر اگر تأسیسات انواع مختلفی از ستاده‌ها یا خدمات متنوع را عرضه نماید، این امر زمینهٔ اختلاف قیمتی را فراهم می‌کند. یک خصوصیت دیگر ستاده‌هایی که در این چارچوب اهمیت دارد، قابلیت اتکاست، زیرا ارزش آن بسته به ترجیحات مصرف‌کنندگان متفاوت است. حتی با ظرفیت‌های ذخایر بزرگ همیشه یک احتمال غیرصفر اختلال در عرضهٔ انرژی وجود دارد (از کمبودهایی که به‌دلیل نقایص در سیستم توزیع یا انتقال است، صرف‌نظر می‌شود). بنابراین اگر مصرف‌کنندگان برحسب تمایل پرداختشان برای قابلیت اتکا متفاوت هستند، هر تخصیص کمبودها که ترجیحات مصرف‌کنندگان را در نظر می‌گیرد، نسبت به جیره‌بندی تصادفی از نظر رفاهی برتر خواهد بود.

تحت شرایط ایده‌آل، جیره‌بندی کارا می‌توانست به‌وسیلهٔ بازارهای لحظه‌ای یا به عبارت دیگر قیمت‌گذاری حقیقی صورت بگیرد. اما در یک جهان ناقص، هزینه‌های مبادلاتی متناظر با این راهبردها می‌تواند مانع باشد.

بنابراین در ادبیات اخیر راجع به جیره‌بندی کارا توجه زیادی به مفهوم قیمت‌گذاری اولویت خدمات به‌عنوان گزینه‌ای دیگر نسبت به قیمت‌گذاری لحظه‌ای شده است.

ایدهٔ ورای رهیافت این نوع قیمت‌گذاری آن است که تأسیسات می‌تواند مشتریان را به‌ترتیب اولویت در به‌دست‌آوردن خدمات در صورتی که عرضه کمتر از تقاضا باشد، وادار نماید پرداخت نمایند. در نتیجه مصرف‌کنندگان قابلیت اتکا را به‌وسیلهٔ پرداخت یک اضافه‌بها بسته به رتبه‌بندی اولویتی که انتخاب می‌نمایند، ارزش‌گذاری می‌کند. نوعاً اضافه‌بهای پرداختی صرف‌نظر از اینکه آیا (یا چه زمانی) خدمات جیره‌بندی می‌شوند یا نه، پرداخت می‌شوند.

۴.۲. قیمت‌گذاری حداکثر بار

قیمت‌گذاری حداکثر بار یک روش قیمت‌گذاری است که برای کالاهای عمومی به‌کار برده می‌شود که یک مورد خاص از تعادل لیندال[1] است. به جای تقاضاهای مختلف برای کالای عمومی یکسان، تقاضا برای کالای عمومی در دوره‌های مختلف از روز، ماه یا سال در نظر گرفته می شود، سپس ظرفیت بهینه (مقدار عرضه‌شده) را پیدا و پس از آن قیمت بهینهٔ حداکثر بار به‌دست آورده می شود.

این روش کاربردهای ویژه در کالاهای عمومی از قبیل حمل‌ونقل شهری عمومی دارد که در آن تقاضای روز (دورهٔ پیک) معمولاً بسیار بالاتر از تقاضای شب (دورهٔ غیر پیک) است. با کم کردن هزینه‌های نهایی از تقاضاهای منبع، سود نهایی ظرفیت به‌دست می‌آید که باید به‌صورت عمودی جمع شده و مساوی هزینهٔ نهایی ظرفیت در حال افزایش قرار داده شود. برای مثال مصرف برق در زمان پیک گران‌تر از مصرف در زمان غیر پیک است. این هزینه بیشتر مصرف‌کنندگان انعطاف‌پذیر را تشویق می‌کند استفادهٔ زمان پیک را به استفاده در زمان غیر پیک تغییر دهند که ظرفیت مازاد در دسترس وجود دارد. شرکت‌های تلفن نیز از برنامه‌ای مشابه این استفاده می‌کنند.

با پیداکردن ظرفیت بهینه، قیمت‌های حداکثر بار بهینه با افزودن هزینه‌های نهایی عمل به سود نهایی تولید در هر دوره به‌وسیلهٔ ظرفیت بهینه یافت می‌شود.

اگرچه این می‌تواند اتفاق افتد که ظرفیت بهینه به‌طور کامل در دورهٔ غیر پیک استفاده نشود. در این مورد، مازاد ظرفیت به‌طور کامل توسط تقاضاکنندگان دورهٔ پیک پشتیبانی خواهد شد.

۵.۲. قیمت‌گذاری براساس برابرسازی

بیان می‌کند که قیمت فروش یک محصول یا محصولات باید به همان میزان قیمت ورودی مورد استفاده در تولید آن بالا برود.

۶.۲. قیمت‌گذاری قابل تحمل

این روش پیشنهاداتی برای رفع ایرادهای مدل قیمت‌گذاری رمزی می‌باشد. ازآنجایی‌که قیمت‌گذاری قابل تحمل تمام هزینه‌ها را پوشش می‌دهد، باعث رضایت و خشنودی مصرف‌کنندگان می‌شود، کارایی را

1 . Lindal Equilibrium

تشویق می‌کند و باعث حذف سوبسیددهی بین بخشی می‌شود.

مزایا: در این مدل قیمت‌گذاری موقعیت بازاری تأسیسات در مقابل ورود دیگران به‌وسیلهٔ رقیبانی که توسط ویژگی‌های تعرفه‌های بهینهٔ دیگر رمزی تشویق شده‌اند، حفاظت شده است.

معایب: قیمت قابل تحمل ممکن است اصلاً وجود نداشته باشد. حتی اگر چنین چیزی وجود داشته باشد و متفاوت از قیمت رمزی باشد، این قیمت باید کمتر از قیمت رمزی بهینه باشد. مصرف‌کنندگان قیمت کل بیشتری را برای حمایت از موقعیت انحصاری تأسیسات تولیدی پرداخت می‌کنند. لازم است تا تبادل بین کارایی و اهمیت قیمت‌های قابل تحمل مورد ارزش‌یابی دوباره قرار گیرد.

۷.۲. قیمت‌گذاری رمزی

از لحاظ نظری ثابت می‌شود که اگر شرایط بهینگی اول در سایر بخش‌های اقتصاد برقرار باشد، آنچه رفاه را به حداکثر می‌رساند، روش قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی (MC)[1] است. به این معنی که اگر قیمت، مساوی هزینهٔ نهایی برقرار شود، اضافه رفاه به معنی مجموع مازاد مصرف‌کننده و مازاد تولیدکننده در حداکثر است. ولی مشکل این شیوهٔ قیمت‌گذاری این است که در صورتی رفاه در قالب این روش به حداکثر می‌رسد که تمام شرایط بهینهٔ پرتو در بخش‌های دیگر اقتصاد تأمین شده باشد. نظریات اقتصاد خرد خاطر نشان می‌سازد که انحصارگر تمایل دارد تا قیمت کالایش را بالاتر از هزینهٔ نهایی تولید آن تعیین کند و مقادیر کمتری نسبت به حالت رقابتی کالا عرضه کند چرا که در غیر این صورت سودش کاهش می‌یابد. براساس این نظریات وقتی می‌توان بنگاهی را وادار نمود که قیمت کالای خود را برابر هزینهٔ نهایی تولید قرار دهد که دارای شرایط رقابتی باشد. صنعت مورد مطالعه دارای بازده صعودی نسبت به مقیاس است، بنابراین انحصاری بوده و از طرفی شرایط بهینهٔ پرتو در تمام بخش‌های اقتصاد فراهم نیست. پس نمی‌توان از شیوهٔ قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی برای این مطالعه بهره برد.

بنابراین چنین بنگاه‌هایی، ناگزیر به اعمال شیوه‌هایی از قیمت‌گذاری هستند که ضمن عدم زیان‌دهی، رفاه اجتماعی را نیز حداکثر نماید. به این منظور راه حلی که پیشنهاد می‌شود اضافه‌کردن یک قید بودجه است به‌طوری‌که بنگاه در نقطهٔ سربه‌سر قرار گیرد. به بیانی دیگر، تدوین‌کنندگان مقررات باید یک مجموعه بهینه از قیمت‌ها را به نام «قیمت‌های بهینهٔ دوم» با توجه به قید سربه‌سری تعیین نمایند [۲۰]. این قیمت‌ها به قیمت‌های رمزی معروف شده‌اند. با توجه به صنایع گاز، فرض می شود که یک صنعت گاز گروهی از مصرف‌کنندگان را شامل می‌شود و تقاضای هر گروه به هم وابسته نیستند، ازاین‌رو کشش‌های متقاطع تقاضا صفر می‌باشند. به‌صورت نمادین مازاد مصرف‌کننده با CS^T و مازاد تولیدکننده با PS^T نمایش داده می شود.

بنابراین مجموع اضافه رفاه مصرف‌کننده‌ها CS^T عبارت است از:

$$CS^T=\sum_{i=1}^{m}\left[\int_0^{q_i} P_i(q_i)\,q_i - p_i q_i\right] \quad (۱)$$

از طرفی تابع هزینهٔ کل بنگاه تولیدکننده کالای q به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$TC=TC(q_1,q_2,q_3,\ldots,q_m) \quad (۲)$$

فرض می‌شود که تابع هزینه مشتق‌پذیر و برحسب Q فزاینده بوده و نشان‌دهندهٔ بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است (فرض سازگاری با روش رمزی). بنابراین برای هر سطح محصول $Q = [q_1 , q_2,\ldots, qm]$ هزینه‌ها به‌وسیلهٔ قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی پوشش داده نمی‌شود به‌طوری‌که تعریف می شود:

$$\sum_{i=1}^{m} q_i .MC(q_i) \le TC(Q) \quad (۳)$$

بنابراین سود برای بنگاه به شکل زیر تعریف می‌شود. از طرفی این مقدار همان مازاد تولیدکننده[2] است.

$$\pi=PS^T=\sum_{i=1}^{m} p_i q_i - TC(q_1,q_2,q_3,\ldots,q_m) \quad (۴)$$

بنابراین کل رفاه (TW) به‌عنوان مجموع کل منافع خالص مصرف‌کننده و تولیدکننده به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$TW=PS^T+CS^T \quad (۵)$$

$$TW=\sum_{i=1}^{m}\left[\int_0^{q_i} P_i(q_i)dq_i - p_i q_i\right] + \sum_{i=1}^{m} p_i q_i - TC(q_1,q_2,q_3,\ldots,q_m) \quad (۶)$$

در این صورت قیمت‌های بهینهٔ دوم و منحصربه‌فرد آن‌هایی هستند که کل رفاه را مشروط به قید سربه‌سری ($\pi=0$) حداکثر می‌نمایند.

به بیان دیگر:

$$MAX:TW=\sum_{i=1}^{m}\left[\int_0^{p_i} P_i(q_i)dq_i - p_i q_i\right] + \sum_{i=1}^{m} p_i q_i - TC(q_1,q_2,q_3,\ldots,q_m) \quad (۷)$$

با ساده‌سازی بدست می آید:

1. Marginal Cost Pricing

2. Producer Surplus

$$MAX:TW=\sum_{i=1}^{m}\int_{0}^{q_i} P_i(q_i)\,dq_i - TC(q_1,q_2,q_3,...,q_m) \quad (۸)$$

مشروط به

$$\sum_{i=1}^{m} P_i q_i = TC(q_1,q_2,q_3,...,q_m) \quad (۹)$$

با تشکیل تابع لاگرانژ رابطه زیر به دست می آید:

$$MAX:L=\sum_{i=1}^{m}\int_{0}^{q_i} P_i(q_i)\,dq_i - TC(q_1,q_2,q_3,...,q_m) + \lambda\left(\sum_{i=1}^{m} p_i q_i - TC(q_1,q_2,q_3,...,q_m)\right) \quad (۱۰)$$

شرط مرتبهٔ اول برای حداکثرسازی L برحسب q_i با مشتق‌گیری جزئی به‌دست می‌آید:

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} = P_i(q_i) - MC_i(q_i) + \lambda\left[p_i + q_i.\frac{\partial p_i}{\partial q_i} - MC_i(q_i)\right] = 0 \quad (۱۱)$$

$$[P_i(q_i) - MC_i(q_i)](1+\lambda) + q_i.\frac{\partial p_i}{\partial q_i}.\lambda = 0 \quad (۱۲)$$

با مرتب‌سازی بدست می آید:

$$[P_i(q_i) - MC_i(q_i)](1+\lambda) = -q_i.\frac{\partial p_i}{\partial q_i}.\lambda \quad (۱۳)$$

و با تقسیم هر دو طرف بر $(1+\lambda)$ و p_i وجود دارد:

$$\frac{P_i(q_i) - MC_i(q_i)}{p_i} = -\frac{\lambda}{1+\lambda}.\frac{q_i}{p_i}.\frac{\partial p_i}{\partial q_i} \quad (۱۴)$$

با توجه به اینکه کشش تقاضای یک کالا به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$E_{q,p} = \frac{\partial q}{\partial p}.\frac{p}{q} \le 0 \quad (۱۵)$$

در نتیجه:

$$\frac{P_i(q_i) - MC_i(q_i)}{p_i} = \frac{\lambda}{1+\lambda}.\frac{1}{E_i} \quad (۱۶)$$

به عبارت دیگر:

$$p_i = MC_i(q_i).\frac{(1+\lambda).E_i}{(1+\lambda).E_i - \lambda} \quad (۱۷)$$

قیمت p_i که از رابطهٔ (۱۷) به‌دست می‌آید، قیمت بهینهٔ دوم یا رمزی برای کالای مورد نظر مربوط به مصرف‌کنندهٔ i می‌باشد. محاسبهٔ قیمت‌های رمزی نیازمند داشتن هزینهٔ نهایی و همچنین کشش قیمتی تقاضاست که در ادامه به محاسبهٔ آن‌ها از طریق برآورد تابع تقاضا و عرضه پرداخته می‌شود [۷-۹].

۳. مدل تحقیق و روش برآورد

در این قسمت به بررسی روش‌شناسی تحقیق و ارائهٔ الگو پرداخته می‌شود. برای این منظور ابتدا مدل خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده (*ARDL*) را که برای تخمین تابع تقاضای بخش صنعت مورد استفاده می باشد و سپس منطق فازی که اساس تخمین تابع تولید است مورد بررسی قرار می گیرد و در ادامه به ارائهٔ مدل تحقیق پرداخته می شود که شامل دو قسمت عمدهٔ زیر است:

- بخش تقاضای گاز شامل تابع تقاضای بخش صنعت.
- بخش عرضهٔ گاز شامل تابع تولید گاز و تابع هزینهٔ مرتبط با آن.

سپس با استفاده از رابطهٔ قیمت‌گذاری رمزی که شامل ترکیب هزینهٔ نهایی حاصل از تابع تولید و کشش قیمتی حاصل از تابع تقاضاست، قیمت رمزی به‌دست می‌آید.

۱.۳. روش خودتوضیح‌برداری با وقفه‌های گسترده[1]

ازآنجایی‌که این مطالعه با استفاده از داده‌های سری زمانی و تکنیک‌های هم‌جمعی در اقتصادسنجی به‌خصوص الگوی پویای خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده و سازوکار تصحیح خطا (*ECM*)[2] به برآورد مدل تقاضای گاز می‌پردازد، در این قسمت به توضیحی مختصر دربارهٔ این روش‌ها پرداخته می گردد.

پسران و شین ثابت (۱۹۹۷) می‌کنند که اگر بردار هم‌جمعی حاصل از به‌کارگیری روش حداقل مربعات بر یک الگوی خود توضیح، با وقفه‌های توزیعی که وقفه‌های آن به خوبی تصریح شده باشد، علاوه بر اینکه برآودگر حداقل مربعات از توزیع نرمالی برخوردار خواهد بود، در نمونه‌های کوچک از اریبی(*Bias*) کمتر و کارایی بیشتری برخوردار می‌شود.

فرم کلی الگوی $ARDL(p,q_1,q_2,...,q_k)$ را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد[۱۰]:

$$\emptyset(L,P)Y_t = \sum_{i=1}^{k}\beta_i(L,q_i)X_{it} + \delta W_t + \alpha_t \quad (۱۸)$$

$$\emptyset(L,P) = 1 - \emptyset_1 L - \emptyset_2 L^2 - ... - \emptyset_p L^p \quad (۱۹)$$

1. Auto Regressive Distributed Lag Method (ARDL)
2. Error Correction Model

$$\beta_i(L,q_i)=\beta_{i0}+\beta_{i1}L+\ldots+\beta_{iq_i}L^{q_i},\ i=1,2,3,\ldots,k \qquad (۲۰)$$

که در آن:

L = عملگر تأخیر زمانی مرتبهٔ اول است.

Y_t= متغیر وابستهٔ موجود در مدل.

X_{it}= بردار متغیرهای توضیحی به‌کار گرفته‌شده در مدل.

K = تعداد متغیرهای توضیحی به‌کار گرفته‌شده در مدل.

$(q_1,q_2,q_3,\ldots,q_k)$= تعداد وقفه‌های بهینهٔ مربوط به هریک از متغیرهای توضیحی.

P = تعداد وقفهٔ بهینهٔ مربوط به متغیر وابستهٔ مدل.

W_t= بردار متغیرهای قطعی همچون عرض از مبدأ، متغیرهای مجازی، روند زمانی یا متغیرهای برون‌زا یا متغیرهای برون‌زا با وقفه‌های ثابت.

برآورد توابع مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Microfit قابل انجام است. این نرم‌افزار معادلهٔ مزبور را با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برای تمام مقادیر $p=0,1,2,\ldots,m$ و $q_i=0,1,2,\ldots,m$ و $i=1,2,3,\ldots,k$ یعنی تعداد $(m+1)^{k+1}$ رگرسیون مختلف تخمین می‌زند. تعداد حداکثر وقفه‌ها یعنی d در ابتدا توسط پژوهشگر تعیین شده و تمام مدل‌ها در دورهٔ یکسان $(t=m+1,\ldots,n)$ برآورد می‌شوند، به این معنی که در الگوی برآوردی به تعداد m از مشاهدات اولیه هنگام تخمین حذف می‌شود یا به عبارتی به تعداد m درجهٔ آزادی از دست داده می‌شود. در مرحلهٔ بعد با استفاده از یکی از معیارهای آکاییک[1]، شوارتز- بیزین[2]، حنان- کوئین[3] یا ضریب تعیین تعدیل‌شده به انتخاب وقفه‌های بهینهٔ مدل پرداخته می‌شود.

از میان معیارهای بالا، پسران و شین معیار شوارتز- بیزین را برای تصریح بهینهٔ وقفه‌های مدل پیشنهادی می‌کنند. این معیار با توجه به کوچک‌بودن حجم نمونه، در تعداد وقفه‌ها صرفه‌جویی می‌کند تا در نهایت، درجات آزادی کمتری از دست داده شود. در این پژوهش نیز از این معیار برای تعیین تعداد وقفه‌های بهینه استفاده شده است. نرم‌افزار Microfit براساس ضرایب برآوردشده مربوط به مدل $ARDL$ انتخابی ضمن ارائه نتایج حاصل از آزمون تشخیص، ضرایب بلندمدت و خطای استاندارد جانبی آن‌ها را برآورد می‌کند. علاوه بر این نرم‌افزار مورد بحث، مدل تحصیح خطای مطابق با مدل انتخابی را ارائه می‌کند.

به‌منظور استخراج مدل تحصیح خطا براساس الگوی $ARDL(p,\hat{q}_1,\hat{q}_2,\ldots,\hat{q}_k)$ در معادلهٔ دوم متغیرهای $W_t,Y_t,X_{1t},\ldots,X_{kt}$ برحسب مقادیر با وقفه و تفاضل مرتبه اول آنها در نظر گرفته می‌شود و مدل تصحیح خطا ECM به‌صورت زیر حاصل می‌شود.

$$\Delta Y_t=-\emptyset(L,\hat{P})EC_{t-1}+\sum_{i=1}^{k}\beta_{i0}\Delta X_{it}+\delta\Delta W_t - \sum_{j=1}^{\hat{P}-1}\emptyset^*\Delta Y_{t-j}-\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{\hat{q}_t-1}\beta_{ij}^*\Delta X_{i,t-j}+U_t \qquad (۲۱)$$

مدل تصحیح خطای مزبور به‌منظور ارتباط نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها با نوسانات بلندمدت آن‌ها استفاده می‌شود. جملهٔ تصحیح خطا EC_{t-1} همان جملهٔ خطای حاصل از برآورد معادلهٔ بالاست که با یک وقفهٔ زمانی وارد مدل شده است. معادلهٔ بالا به روش حداقل مربعات معمولی (OLS)[4] برآورد شده و با انجام آزمون‌های لازم، ساختار پویای کوتاه‌مدت مدل مشخص می‌شود. در مدل تصحیح خطای مزبور، ضریب EC_{t-1} نشان‌دهندهٔ سرعت تعادل به سمت تعادل بلندمدت است.

این ضریب نشان می‌دهد چه سهمی از عدم تعادل در متغیر وابستهٔ Y_t طی دورهٔ قبل، در دورهٔ جاری تصحیح می‌شود. انتظار می‌رود علامت این متغیر منفی و مقدار آن از صفر تا ۱- تغییر کند. به‌طور کلی روش $ARDL$ بر یک استراتژی مدل‌سازی دو مرحله‌ای به‌صورت زیر دلالت دارد:

مرحلهٔ اول: ابتدا شاخص مربوط به الگوی بلندمدت با استفاده از آمار مربوط به سطح متغیرها برآورد می شود و سپس فرضیهٔ عدم وجود هم‌جمعی بین متغیرهای الگو آزمون می‌گردد. به این ترتیب به مجموعه‌ای از متغیرها دست یافته می شود که با هم هم‌جمع باشند و درنتیجه یک رابطهٔ تعادلی بلندمدت ارائه می‌کنند.

مرحلهٔ دوم: جملهٔ تصحیح خطا (که همان جملهٔ خطای رگرسیون الگوی ایستای بلندمدت است) را به‌عنوان یک متغیر توضیح‌دهنده در الگوی ECM استفاده کرده، و برآورد می گردد. ضریب ECM سرعت تعدیل به سمت تعادل را نشان می‌دهد [۱۱].

۲.۳. رگرسیون خطی فازی

رگرسیون خطی کلاسیک و رگرسیون خطی فازی براساس دو دیدگاه و دو مفهوم جداگانه گسترش یافته‌اند و تفاوت عمده‌ای بین این دو زمینه وجود دارد. در این دو روش، فرض‌های اولیه و روش برآورد پارامترها و کاربردها با هم متفاوت‌اند.

تحلیل رگرسیون خطی کلاسیک ابزاری مفید در مدل‌سازی ارتباط بین متغیرها برای تشریح و پیش‌بینی پدیده‌ها بوده و این رگرسیون در صورتی که ارتباط بین متغیرها دقیق باشد، کاراست. اگرچه مدل رگرسیون خطی کلاسیک کاربردهای بسیاری دارد، مشکلاتی نیز در

1. AIC
2. SBC
3. HQC

4 .Ordinary Least Square

استفاده از این مدل می‌تواند ایجاد شود که عبارت‌اند از:

۱. تعداد کم یا نامناسب مشاهدات؛

۲. مشکلات تعریف تابع توزیع مناسب؛

۳. ابهام در رابطهٔ بین متغیرهای ورودی و خروجی؛

۴. ابهام در وقوع یا درجهٔ وقوع رویدادها؛

۵. بی‌دقتی و خطا با فرض خطی بودن تابع.

بنابراین با توجه به موارد فوق، تحلیل رگرسیون آماری می‌تواند مشکل‌ساز باشد. لذا این شرایط ما را به سمت استفاده از تحلیل رگرسیون فازی سوق می‌دهد.

رگرسیون فازی ابزار مفیدی برای محققان و مدیران در زمینهٔ برآورد ارتباط بین متغیرهایی که اطلاعات مبهم و برداشت فازی دارند، با استفاده از پارامترهای فازی به‌دست می‌دهد. رگرسیون خطی فازی یک روش ناپارامتری است که صورتی کاملاً مفید در برآورد پارامترها دارد، در صورتی که تعداد داده‌های متغیرها محدود و متغیرها در یک تقابل کیفی و مبهم و غیر دقیق و فازی باشند، هدف از رگرسیون فازی که به‌وسیلهٔ تاناکا و همکارانش شرح داده شد، مدل‌بندی پدیده‌های فازی و مبهم با استفاده از توابع فازی است که در اصل توسط لطفی‌زاده گسترش و تشریح شده است. فرضیهٔ اولیه در رگرسیون خطی فازی این است که انحراف بین مقادیر مشاهده شده و برآورد آن‌ها به درجهٔ فازی بودن پارامترها که به‌وسیلهٔ ساختار سیستم کنترل می‌شود، وابسته است نه به اندازه‌گیری مدل.

۱.۲.۳. رگرسیون خطی با ضرایب فازی

رگرسیون فازی برای اولین بار توسط تاناکا و همکارانش شرح داده شد که در آن، بعضی از مفروضات دقیق مدل آماری کاسته شده است. مدل یک رگرسیون خطی فازی به‌صورت زیر است:

$$\tilde{y}=\tilde{A}_0+\tilde{A}_1x_1+\tilde{A}_2x_2+\ldots+\tilde{A}_nx_n=\tilde{A}X \qquad (۲۲)$$

که $X=[1,x_1,x_2,\ldots,x_n]$ یک بردار از متغیرهای مستقل است و $\tilde{A}=[\tilde{A}_0,\tilde{A}_1,\tilde{A}_2,\ldots,\tilde{A}_n]$ یک ضرایب بردار فازی به شکل اعداد فازی مثلثی متقارن است که با $\tilde{A}_i=(a_i^c,s_i)$ نشان داده می‌شود و دارای تابع عضویت به شکل زیر است:

$$\mu_{\tilde{A}_i}(a_i)=\begin{cases}1-\dfrac{|a_i-a_i^c|}{s_i} & a_i^c-s_i\le a_i\le a_i^c+s_i\\ 0 & o.w\end{cases} \qquad (۲۳)$$

که در آن a_i مرکز عدد فازی و s_i پهنای عدد فازی است. بنابراین رابطهٔ بالا به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\tilde{y}=(a_0^a,s_0)+(a_1^a,s_1)x_1+(a_2^a,s_2)x_2+\ldots+(a_n^a,s_n)x_n \qquad (۲۴)$$

تابع عضویت متغیر خروجی رگرسیون به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$\mu_{\tilde{y}}(y)=\begin{cases}1-\dfrac{y-(a_0^c+\sum_{i=1}^n a_i^c x_i)}{s_0+\sum_{i=1}^n s_i|x_i|} & x_i\neq 0\\ 1 & x_i=0,y=0\\ 0 & x_i=0,y\neq 0\end{cases} \qquad (۲۵)$$

در حالت داده‌های غیرفازی هدف مدل رگرسیون تعیین مقادیر بهینهٔ پارامترها $(\tilde{A})$ است به طوری که مجموعه فازی خروجی مدل رگرسیون، شامل (y_i)، دارای درجه عضویت بزرگ‌تر یا مساوی h باشند. یعنی:

$$\mu_{\tilde{y}_i}(y_j)\ge h \quad , j=1,2,3,\ldots,m \qquad (۲۶)$$

در اینجا فرض بر این است که معادلات برای m مجموعه از داده‌ها که می‌توانند به وسیله نمونه‌گیری تعیین گردند اعمال می‌شوند [۱۲].

۲.۲.۳. ارزیابی رگرسیون فازی

مدل‌های رگرسیون فازی با شاخص‌ها و آماره‌های گوناگونی ارزیابی می‌شوند. یکی از شاخص‌های ارزیابی رگرسیون فازی شاخص اطمینان[1] است که با فرمول زیر بیان می‌شود:

$$IC=1-\frac{SSE}{SST} \qquad (۲۷)$$

که SSE و SST عبارتند از:

$$SSE=2\sum_{i=1}^{n}(Y_i-Y_i^a)^2 \qquad (۲۸)$$

$$SST=\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\overline{Y}_i^L)^2+\sum_{i=1}^{n}(\overline{Y}_i^R-Y_i)^2 \qquad (۲۹)$$

معمولاً در انتخاب مدل، hهای متفاوت را در نظر گرفته و مدلی را انتخاب می‌کنیم که دارای IC بزرگ باشد. البته میزان ابهام مدل را نیز در نظر می‌گیریم.در رابطه بالا Y_i^a مقدار تخمین زده شده متغیر وابسته فازی ، $\overline{Y}_i^L$ حد پایین خروجی فازی و $\overline{Y}_i^R$ حد بالای متغیر خروجی فازی می‌باشد[۱۰و۱۳].

۳.۳. ارائه الگو

۱.۳.۳. الگوی تحلیلی تابع تقاضای گاز طبیعی

یکی از روش‌های مورد استفاده در تحلیل تقاضای انرژی، روش‌های

1. Index of Confidence

اقتصاد سنجی است که به دو صورت تک معادلات و سیستم معادلات همزمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مدل‌های مبتنی بر تئوری‌های اقتصاد خرد، مبانی نظریه رفتار مصرف کننده، ملاک اصلی مدل سازی می‌باشد. این مدل‌ها، شکل سیستمی توابع تقاضا بوده و در واقع به مسأله تخصیص کل بودجه مصرف‌کننده به یک مجموعه از کالاهای مختلف مربوط می‌شوند که از طریق شرایط حداکثرسازی تابع مطلوبیت خاص و با توجه به قید بودجه مصرف‌کننده به دست می‌آیند. توابع سیستمی تقاضا به طور همزمان تقاضا را برای هر کالا در ارتباط با قیمت آن کالا و سایر کالاها و درآمد مدنظر قرار می‌دهند. در کارهای تجربی به دلیل مشکل بودن انتخاب فرم مناسب تابع مطلوبیت و استخراج تابع تقاضا از آن، که با مشکلات و پیچیدگی‌هایی همراه است، معمولاً از تابع تقاضا در حالت‌های غیرسیستمی یا منفرد استفاده می‌شود. تابع تقاضای منفرد اولاً همه محدودیت‌های توابع تقاضا در حالت سیستمی را نداشته و ثانیاً الزامی نیست که از شرایط حداکثر کردن تابع مطلوبیت خاصی بدست آمده باشد. نحوه بدست آوردن تابع تقاضای منفرد بدین شکل است که ابتدا بر اساس تئوری، رابطه تابعی میان تقاضای یک کالا با قیمت آن و قیمت یک یا چند کالای مکمل و جانشین، درآمد و سایر عوامل طراحی شده، سپس این رابطه تابعی، برآورد می‌گردد. به لحاظ تجربی می‌توان تابع تقاضای منفرد را به صورت‌های گوناگون خطی، نمایی، لگاریتمی و نیمه لگاریتمی نشان داد. در تحقیق حاضر جهت برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی از روش تقاضای منفرد یا تک معادله استفاده شده است. با توجه به این که هدف اصلی از برآورد تابع تقاضا محاسبه کشش قیمتی تقاضا می‌باشد، بنابراین در برآورد تابع از فرم لگاریتمی تابع تقاضا بهره گرفته شده است. بنابراین با توجه به عوامل مهم مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی و با استفاده از آمار و اطلاعات موجود، نوع مدل تقاضای گاز طبیعی به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

۲.۳.۳. الگوی تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت کشور [۱۴]

تقاضا برای انواع حامل‌های انرژی از سوی بخش‌های مختلف تولیدی از جمله بخش صنعت به منزله یک نهاده تولید بر اساس نظریه اقتصاد خرد از تابع تولید مشتق می‌شود؛ برای مثال، تابع تولید بنگاه خاص در یک زمان معین به این صورت تعریف می‌شود:

$$Q = F(K, L, M, E_1, E_2, \dots, E_n, S) \qquad (۳۰)$$

M, L, K به‌ترتیب بیانگر نهاده‌های سرمایه، کار و مواد اولیه، E_i iامین نوع انرژی ازجمله گاز طبیعی و S مجموعه‌ای از عوامل دیگر مثل تغییرات تکنولوژی است. یک بنگاه اقتصادی ترکیب نهاده‌های لازم را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که بنگاه، حداقل هزینهٔ ممکن را برای تولید مقدار مشخصی از محصول داشته باشد. با حداقل کردن تابع هزینهٔ بنگاه، تابع تقاضا برای عوامل تولید به‌دست می‌آید. اگر تقاضا برای گاز طبیعی به‌عنوان یک عامل تولید به‌صورت زیر در نظر گرفته شود:

$$X_{ei}=X_{ei}(P_k, P_l, P_m, P_i, S) \qquad (۳۱)$$

تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت در زمان t، تابعی از قیمت گاز طبیعی P_i و دیگر انرژی‌های جایگزین، قیمت نهاده‌های غیر انرژی، P_k P_l ،P_m ، تولید یا ارزش افزودهٔ بخش صنعت Q است. در این مورد ممکن است از عوامل دیگر مثل تغییرات تکنولوژی S نیز استفاده شود. براساس مطالعهٔ باندارنایکه و موناسینگ (۱۹۸۳) در زمینهٔ تقاضای برق، اگر یک بنگاه اقتصادی، گاز طبیعی، برق و دیگر عوامل تولید را مصرف کند، تابع تولید وی به این صورت تعریف می‌شود:

$$Q=Q(J,N) \qquad (۳۲)$$

که در آن N بیان‌کنندهٔ مقدار انرژی مصرفی، شامل انرژی گاز طبیعی NG و انرژی های جایگزین دیگر $S_i(i=1,2)$ است و J سایر عوامل تولید است. همچنین تابع هزینهٔ بنگاه نیز به این صورت در نظر گرفته شده و می‌شود:

$$C= P_jJ + P_{s_1}S_1 + P_{s_2}S_2 + P_gNG \qquad (۳۳)$$

مسئلهٔ بهینه‌سازی تولیدکننده، مستلزم حداقل‌کردن تابع هزینه در سطح معینی از تولید است. بنابراین با استفاده از تابع لاگرانژ وجود دارد:

$$L= P_jJ + P_{s_1}S_1 + P_{s_2}S_2 + P_gNG + \mu\left(\bar{Q} - Q(J, N(E,D))\right) \qquad (۳۴)$$

که در اینجا P_g قمیت خدمات انرژی گاز طبیعی، $P_{s_i}(i=1,2)$ قیمت خدمات انرژی‌های جایگزین و P_j قیمت سایر نهاده‌های تولید و μ ضریب تابع لاگرانژ است. با به‌دست‌آوردن اندازه‌های J, S_2, S_1, NG از روابط بالا و برقراری وضعیت بهینه‌سازی براساس وضعیت مرتبهٔ اول و مشتق‌گیری از تابع مورد نظر، سرانجام تابع تقاضا برای انرژی گاز طبیعی به این صورت به‌دست می‌آید:

$$NG=K P_{s_1}^{\gamma_1} P_{s_2}^{\gamma_2} P_g^{\gamma_3} P_j^{\gamma_4} \qquad (۳۵)$$

که در آن، $P_j^J = V_i$ است کـــه V_i بیان‌کنندهٔ ارزش افزودهٔ بخش صنعت است.

بنابراین در نهایت تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت به صورت رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$NG=K P_{s_1}^{\gamma_1} P_{s_2}^{\gamma_2} P_g^{\gamma_3} V_i^{\gamma_4} \qquad (۳۶)$$

در اینجا برای برآورد تابع (۳۶) فرض می‌شود که خدمات گاز طبیعی به مقدار گاز مصرفی و مقدار عرضه آن بستگی دارد. ارتباط عرضهٔ گاز طبیعی در هر بخش با مصرف گاز در آن بخش به‌عنوان یک نهاده، از طریق ارزش خدماتی که به‌وجود می‌آورد، مدنظر خواهد بود.

هر مترمکعب عرضهٔ گاز طبیعی در هر بخش به اندازهٔ P_g ارزش دارد در صورتی که همان مقدار گاز طبیعی P_x قیمت بازاری دارد. اگر مقدار ارزش خدمات گاز طبیعی در قیمت آن ضرب شود، یعنی $P_g\ NG$، در این صورت کل ارزش خدمات آن به‌دست می‌آید که در وضعیت بهینه باید با مقدار مصرف گاز طبیعی ضرب در قیمت واقعی آن، P_xX_{ng}، برابر باشد یعنی:

$$P_gNG=P_xX_{ng} \qquad (۳۷)$$

با توجه به روابط (۳۶) و (۳۷) و برابر قرار دادن مقدار NG در روابط مذکور و جایگزینی مقدار P_x در آن و حل آن براساس X_{ng} وجود دارد:

$$X_{ng}=K\,P_{s_1}^{\gamma_1}\,P_{s_2}^{\gamma_2}\,P_x^{\gamma_3}\,V_i^{\gamma_4} \qquad (۳۸)$$

با گرفتن لگاریتم از دو طرف رابطهٔ (۳۸) وجود دارد:

$$\ln X_{ng} = \ln K + \gamma_1 \ln P_{s_1} + \gamma_2 \ln P_{s_2} + \gamma_3 \ln P_x + \gamma_4 \ln V_i \qquad (۳۹)$$

که در آن، X_{ng} تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت، P_{s_1} قیمت واقعی برق، P_{s_2} قیمت واقعی فراورده‌های نفتی، P_x قیمت واقعی گاز طبیعی، V_i ارزش افزودهٔ بخش صنعت است.

رابطهٔ به‌دست‌آمده از (۳۹) را می‌توان با اندکی تغییر به فرم دیگری نوشت:

$$LXNGI=INPT+\beta_1 LRPNGI+\beta_2 LRPEI+\beta_3 LRPOPI+\beta_4 LVAI \qquad (۴۰)$$

که در آن، $LXNGI$ لگاریتم تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت کشور (میلیون بشکه معادل نفت خام)، $LRPNGI$ لگاریتم قیمت واقعی گاز طبیعی در بخش صنعت کشور (ریال بر متر مکعب)، $LRPEI$ لگاریتم قیمت واقعی برق در بخش صنعت کشور(کیلووات ساعت)، $LRPOPI$ لگاریتم قیمت فرآورده‌های نفتی در بخش صنعت کشور (لیتر بر ریال)، $LVAI$ لگاریتم ارزش افزودهٔ واقعی بخش صنعت کشور (میلیارد ریال) و $INPT$ عرض از مبدأ است که برای تبدیل متغیرها به اندازه‌های واقعی از شاخص قیمت خرده‌فروشی سال ۱۳۷۶ استفاده شده است.

۳.۳.۳. الگوی تحلیلی تابع تولید گاز طبیعی

بهترین و مناسب‌ترین تابع تولید، تابعی است که علاوه بر آن‌که نقض‌کنندهٔ فروض کلاسیک (نظیر عدم هم‌خطی بین متغیرهای توضیحی، عدم ناهمسانی واریانس، عدم خودهمبستگی بین اجزای اخلال) نباشد، دارای ضرایب تعیین بالاتری نیز باشد و ضرایب به‌دست‌آمده برای پارامترهای مدل از لحاظ آماری معنی‌دار و قابل توجیه باشند. با توجه به اینکه تابع تولید ترانسلوگ دارای همخطی بالا بین متغیرهای توضیحی و توابع با کشش جانشینی ثابت دارای پارامترهای غیرخطی هستند، در این تحقیق از تابع تولید با کشش جانشینی واحد کاب- داگلاس، به‌دلیل سادگی و تصریح خوب آن استفاده شده است که به فرم زیر است:

$$Q=AL^{\alpha}K^{\beta} \qquad (۴۱)$$

فرم لگاریتمی تابع برای حالت دو نهاده‌ای کار و سرمایه به شکل زیر است:

$$\log Q = \log A + \alpha \log L + \beta \log K + U_t \qquad (۴۲)$$

که در این رابطه، $logQ$: لگاریتم میزان تولید برحسب میلیون مترمکعب، $logL$ لگاریتم هزینهٔ دستمزد نیروی کار برحسب میلیون ریال، $logK$ لگاریتم سطح سرمایهٔ فیزیکی ثابت به میلیارد ریال، $logA$ عدد ثابت (بهره‌وری کل عوامل تولید) است.

حال به محاسبهٔ هزینهٔ نهایی پرداخته می‌شود. همان‌گونه که گفته شد هزینهٔ نهایی مبنایی برای قیمت‌گذاری است. بدین منظور تابع هزینهٔ کل برآورد گردیده و می‌توان از آن تابع هزینهٔ نهایی را استخراج کرد. اما عدم دسترسی به اطلاعات هزینه به‌دلیل اینکه این آمار و اطلاعات عمدتاً جزو اطلاعات محرمانهٔ یک صنعت به‌شمار می‌آیند و از طرفی نبود اطلاعات کافی برای یک دورهٔ نسبتاً طولانی، استفاده از این روش را دچار مشکل می‌سازد، لذا استفاده از روش‌های دیگری را می طلبد تا ضمن محاسبهٔ هزینهٔ نهایی نیازمند اطلاعات هزینه‌ای کمتری باشد.

با استفاده از تابع کاب- داگلاس فوق و با توجه به اینکه متناظر با هر تابع تولیدی، یک تابع هزینه قرار دارد که از حل همزمان سه معادلهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$1.\ Q=AL^{\alpha}K^{\beta}$$

$$2.\ MRTS_{i,j}=\frac{r_i}{r_j} \quad ; \quad i,j=1,2 \quad ; \quad i\neq j$$

$$3.\ TC=r_1L+r_2K$$

از حل سه معادله به‌طور همزمان، تابع هزینهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$TC=aQ^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \qquad (۴۳)$$

که در آن عبارت a عبارت است از:

$$a=(\alpha+\beta)\left(\frac{r_1^{\alpha}r_2^{\beta}}{A\,\alpha^{\alpha}\beta^{\beta}}\right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \qquad (۴۴)$$

حال با ساده‌کردن رابطهٔ (۴۳) وجود دارد:

$$TC=B.r_1^{\frac{\alpha}{\delta}}.r_2^{\frac{\beta}{\delta}}.Q^{\frac{1}{\delta}} \qquad (۴۵)$$

در این رابطه، r_1 قیمت هر واحد نیروی کار به ریال، r_2 قیمت هر واحد سرمایه به ریال، δ برابر مجموع $\delta=\alpha+\beta$ ، که درجه بازدهی نسبت به مقیاس است و B عدد ثابت است.

اگر از این تابع هزینهٔ لگاریتم گرفته شود، وجود دارد:

$$\ln TC = \ln B + \frac{\alpha}{\delta}\ln r_1 + \frac{\beta}{\delta}\ln r_2 + \frac{1}{\delta}\ln Q \quad (۴۶)$$

بنابراین:

$$\text{ستاده به هزینه کشش} = \frac{MC}{AC} = \frac{1}{\delta}$$

$$\Longrightarrow MC = \frac{1}{\delta}(AC) \quad (۴۷)$$

این نتیجه بیان می‌کند که چنانچه ارقام مربوط به AC، یعنی هزینهٔ متوسط موجود باشد، می‌توان با تقسیم رقم حاصل بر درجهٔ بازدهی نسبت به مقیاس به رقم هزینهٔ نهایی رسید.

در قسمت بعد با توجه به مدلی که ارائه شد ابتدا تابع بخش تقاضای گاز را با استفاده از روش *ARDL* تخمین زده و نتایج حاصل تفسیر خواهد شد. سپس بخش عرضهٔ گاز مورد بررسی قرار می گیرد و با استفاده از رگرسیون فازی که تخمین بسیار مناسبی از آن را ارائه می‌دهد، به تخمین تابع تولید گاز پرداخته خواهد شد. درنهایت نیز با به‌دست‌آوردن کشش از تابع تقاضا و هزینهٔ نهایی از تابع تولید و با استفاده از نرم‌افزار MAPLE قیمت رمزی به‌دست خواهد آمد.

۴. داده‌ها و نتایج تجربی

برای برآورد تابع تقاضا و تابع تولید، از آمار سری زمانی صورت‌های مالی شرکت ملی گاز ایران و ترازنامه‌های انرژی، برای سال‌های ۱۳۵۰–۱۳۸۹ برای تابع تقاضا و ۱۳۵۶–۱۳۹۰ برای تابع تولید استفاده شده است[۱۵–۲۰].

۱.۴. تحلیل بخش تقاضای گاز صنعت

مصرف گاز صنعتی به مصرفی اطلاق می‌شود که از گاز طبیعی جهت گرمایش و تولید نیرو به‌منظور تأمین احتیاجات صنعتی یا در فرایند تولید با انجام عملیاتی در دستگاه‌های خود مادهٔ خام را به محصول تمام‌شده‌ای تبدیل می‌کنند.

در رگرسیون مربوط از متغیرهای تقاضای گاز طبیعی برحسب میلیون بشکه معادل نفت خام (*XNGI*)، قیمت واقعی گاز طبیعی به ریال بر مترمکعب (*RPNGI*)، قیمت واقعی برق برحسب ریال بر کیلووات ساعت (*RPEI*)، قیمت واقعی فراورده‌های نفتی برحسب ریال بر لیتر (*RPOPI*) (که به شکل میانگین وزنی قیمت سایر فراورده‌های نفتی (نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره و...) محاسبه شده است) و ارزش افزوده صنعت (*VAI*) استفاده شده است. ابتدا نتایج آزمون ریشهٔ واحد را بررسی می گردد.

پایایی متغیرها

نتایج پایایی متغیرهای مدل با استفاده از آزمون ریشهٔ واحد دیکی- فولر در جدول (۱) آمده است:

جدول (۱): آزمون ریشه واحد دیکی- فولر گسترش یافته

متغیر	آزمون ریشه واحد		وضعیت
	مقدار بحرانی*	آماره آزمون	
LXNGI	-۲/۹۳۸۹۸۶	-۱/۹۸۹۵۹۵	ناپایا
ΔLXNGI	-۲/۹۴۳۴۲۶	-۵/۶۴۹۰۳۱	پایا
LRPNGI	-۲/۹۳۸۹۸۶	-۲/۱۰۰۱۳۲	ناپایا
ΔLRPNGI	-۲/۹۴۱۱۴۵	-۴/۸۶۳۲۱۶	پایا
LRPEI	-۲/۹۳۸۹۸۶	-۲/۵۷۴۸۰۶	ناپایا
ΔLRPEI	-۲/۹۴۱۱۴۵	-۵/۲۶۹۹۰۷	پایا
LRPOPI	-۲/۹۴۱۱۴۵	-۲/۳۷۶۹۳۳	ناپایا
ΔLRPOPI	-۲/۹۴۱۱۴۵	-۹/۲۶۰۲۰۷	پایا
LVAI	-۲/۹۳۸۹۸۶	-۰/۶۴۶۴۴۲	ناپایا
ΔLVAI	-۲/۹۴۱۱۴۵	-۵/۵۱۴۷۷۴	پایا

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به جدول (۱) مشاهده می‌شود که همهٔ متغیرها (منظور لگاریتم آن‌هاست) در سطح ۵ درصد پایا نیستند و دارای ریشهٔ واحد می‌باشند که با انجام تفاضل مرتبه اول پایا شده‌اند.

نتایج تجربی

به‌منظور مشخص‌کردن روابط بلندمدت و تحلیل‌های هم‌جمعی از روش تک‌معادله‌ای پسران و شین (۱۹۷۷) و پسران و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شده است. در روش *ARDL* پسران و شین، فرایند برآورد مدل در دو گام انجام می‌شود:

گام اول وجود هم‌جمعی، یعنی وجود یک رابطهٔ تعادلی بلندمدت در میان متغیرهای مدل آزمون می‌شود. در صورت وجود چنین رابطهٔ بلندمدتی، جمله باقی‌ماندهٔ حاصل از آن (حتی اگر برخی از متغیرها غیرساکن و پایا از درجه یک باشند)، پایا از درجهٔ صفر خواهد بود. در این صورت برآوردهای سازگار و کارآمدی را می‌توان از کشش تقاضای گاز در بخش صنعت نسبت به متغیرها به‌دست آورد.

در گام دوم با برآورد مجموعه‌ای از کشش یا ضرایب بلندمدت، مدل‌سازی پویایی‌های کوتاه‌مدت صورت می‌گیرد که دستیابی به رابطهٔ تعادلی بلندمدت مربوط را تضمین می‌کند. نتایج برآورد تابع تقاضای بخش صنعت به روش *ARDL* در جدول ارائه شده است.

جدول (۲): نتایج تخمین تابع تقاضای گاز بخش صنعت با استفاده از روش ARDL

Regressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio[Prob]
LXNGI(-1)	۰/۵۴۰۵۸	۰/۱۰۷۰۱	۵/۰۵۱۶[۰/۰۰۰]
LRPNGI	−۰/۷۶۹۴۱	۰/۲۲۰۷۵	−۳/۴۸۵۴[۰/۰۰۳]
LRPNGI(-1)	۰/۳۱۵۲۴	۰/۲۱۳۷۰	۱/۴۷۵۲[۰/۱۶۱]
LRPNGI(-2)	۰/۱۴۷۰۸	۰/۱۸۵۷۵	۰/۷۹۱۸۳[۰/۴۴۱]
LRPNGI(-3)	−۰/۸۲۲۱۹	۰/۲۲۵۸۳	−۳/۶۴۰۹[۰/۰۰۲]
LRPOPI	۰/۴۹۴۸۷	۰/۲۰۵۵۶	۲/۴۰۷۴[۰/۰۴۱]
LRPOPI(-1)	۰/۴۵۳۶۴	۰/۲۳۹۸۲	۱/۸۹۱۶[۰/۰۷۸]
LRPOPI(-2)	۰/۳۳۶۳۱	۰/۲۳۲۴۶	۱/۴۴۶۷[۰/۱۶۹]
LRPOPI(-3)	−۰/۵۳۴۳۲	۰/۱۷۵۷۳	−۳/۰۴۰۵[۰/۰۰۸]
LRPEI	۰/۴۶۴۳۵	۰/۱۸۰۰۴	۲/۵۷۹۲[۰/۰۲۱]
LRPEI(-1)	۰/۵۸۷۳۷	۰/۲۱۲۸۰	۲/۷۶۰۲[۰/۰۱۵]
LRPEI(-2)	−۰/۵۲۰۹۹	۰/۱۳۸۳۵	−۳/۷۶۵۷[۰/۰۰۲]
LVAI	۳/۰۹۷۱	۰/۳۴۵۲۹	۸/۹۶۹۶[۰/۰۰۰]
LVAI(-1)	−۱/۵۸۱۱	۰/۳۹۴۶۴	−۴/۰۰۶۶[۰/۰۰۱]
LVAI(-2)	−۲/۰۶۲۱	۰/۳۸۹۹۸	−۵/۲۸۷۹[۰/۰۰۰]
LVAI(-3)	−۰/۱۰۶۰۸	۰/۴۳۰۵۷	−۰/۲۴۶۳۷[۰/۸۰۹]
LVAI(-4)	۱/۹۴۶۴	۰/۲۶۰۳۷	۷/۴۷۵۵[۰/۰۰۰]
INPT	−۱۲/۸۵۶۵	۲/۰۹۸۵	−۶/۱۲۶۵[۰/۰۰۰]
DU	۰/۴۱۶۹۱	۰/۱۶۰۶۷	۲/۵۹۴۸[۰/۰۲۰]
DU1	۰/۲۹۸۶۱	۰/۳۷۷۰۵	۰/۷۹۱۹۵[۰/۴۴۱]
R-Squared	۰/۹۹۶۹۱		
DW-statistic	۲/۴۴۹۵		

همان‌گونه که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، ضرایب در سطح احتمال مورد قبول از لحاظ آماری معنادارند. از لحاظ خوبی برازش نیز R^2 نشان‌دهندهٔ آن است که تقریباً ۹۹ درصد از تغییرات در مصرف گاز بخش صنعت توسط تغییرات در متغیرهای مستقل موجود در مدل توضیح داده می‌شود. حال برای رسیدن به این نکته که آیا رابطهٔ بلندمدت برای این رگرسیون وجود دارد یا نه، از آمارهٔ بنرجی[1]، دولادو[2] و مستر[3] استفاده می‌گردد، به این صورت که اگر فرض شود α_iها ضرایب با وقفه متغیر وابسته و $S\alpha_i$ انحراف معیارهای مربوط به این ضرایب باشند و نیز $\beta_i q_i$ ضرایب متغیرهای مستقل باشند، اثبات می‌شود که ضرایب متغیرهای مستقل در رابطهٔ بلندمدت از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آیند:

$$\hat{\theta}=\frac{\hat{\beta}_{i0}+\hat{\beta}_{i1}+\ldots+\hat{\beta}_{i\hat{q}_i}}{1-\hat{\alpha}_1-\hat{\alpha}_2-\ldots-\hat{\alpha}_{\hat{p}}} \qquad i=1,2,\ldots,k \tag{۴۸}$$

حال برای اینکه این متغیرها تعریف‌شده باشند باید برقرار باشد:

$$\sum_{i=1}^{p}\alpha_i < 1 \tag{۴۹}$$

پس برای آزمون هم‌جمعی و وجود رابطهٔ بلندمدت باید آزمون فرضیهٔ زیر انجام شود:

$$H_0: \sum_{i=1}^{p}\alpha_i - 1 \geq 0$$

$$H_a: \sum_{i=1}^{p}\alpha_i - 1 < 0 \tag{۵۰}$$

که برای این آزمون از آمارهٔ بنرجی، دولادو و مستر که به‌صورت زیر است استفاده می گردد:

$$t=\frac{\sum_{i=1}^{p}\hat{\alpha}_i-1}{\sum_{i=1}^{p}S_{\hat{\alpha}_i}} \tag{۵۱}$$

که اگر قدر مطلق t به‌دست‌آمده از قدر مطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر بزرگ‌تر باشد، فرضیهٔ صفر رد شده و وجود رابطهٔ بلندمدت پذیرفته می‌شود [۱۱].

بلافاصله بعد از تخمین معادلهٔ پویا باید آزمون وجود یا عدم وجود رابطهٔ بلندمدت را انجام داد. برای انجام این آزمون باید مجموع ضرایب باوقفه متغیر وابسته، از یک کسر و بر انحراف معیارش تقسیم شود. آمارهٔ محاسباتی برابر با ۴/۲۹- به‌دست می‌آید. ازآنجاکه این عدد (۴/۲۹-) از نظر قدر مطلق از مقدار بحرانی جدول بنرجی، دولادو و مستر (۴/۱۸-) بزرگ‌تر است، فرضیهٔ صفر مبنی بر عدم وجود رابطهٔ بلندمدت رد می‌شود و رابطهٔ تعادلی بلندمدت وجود دارد.

جدول (۳): نتایج آزمون‌های شناختی

Test Statistics	LM Version	F Version
Serial Correlation	CHSQ(1) = ۲/۷۹۹۶ [۰/۰۹۴]	F(1, 14)= ۱/۲۱۷۲ [۰/۲۸۹]
Functional Form	CHSQ(1) = ۳/۶۰۴۳ [۰/۰۵۸]	F(1, 14)= ۱/۶۰۷۳ [۰/۲۲۶]
Heteroscedasticity	CHSQ(1) = ۰/۲۶۹۵۸ [۰/۶۰۴]	F(1, 33)= ۰/۲۵۶۱۵ [۰/۶۱۶]

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به جدول (۳) که آزمون‌های شناختی را به نمایش می‌گذارد، می‌توان مشاهده کرد که رگرسیون مورد نظر از لحاظ همبستگی سریالی، فرم تابع مورد برازش و ناهمسانی واریانس نیز مشکلی ندارد و تمام آماره‌های به‌دست‌آمده رضایت‌بخش‌اند.

تحلیل بلندمدت تابع تقاضای گاز در بخش صنعت

در مرحلهٔ بعد و پس از به اثبات رسیدن وجود رابطهٔ تعادلی بلندمدت کار با تخمین این تابع ادامه می یابد که نتایج آن به‌صورت جدول (۴) است:

1. Banerjee
2. Dolado
3. Mestre

جدول (۴): ضرایب تابع تقاضای گاز برای بلندمدت بخش صنعت

Regressor	Coefficient	T-Ratio[Prob]
LRPNGI	-۲/۴۵۸۰	-۲/۴۸۶۳[۰/۰۲۵]
LRPOPI	۰/۹۶۲۹۳	۲/۳۳۱۴[۰/۰۳۴]
LRPEI	۱/۱۵۵۲	۲/۳۰۰۷[۰/۰۳۶]
LVAI	۲/۸۱۶۸	۴/۱۰۱۸[۰/۰۰۱]
INPT	-۲۷/۹۸۴۰	-۴/۰۱۷۴[۰/۰۰۱]
DU	۰/۹۰۷۴۷	۲/۲۱۶۳[۰/۰۴۳]
DU1	۰/۶۴۹۹۶	۰/۸۵۱۵۹[۰/۴۰۸]

منبع: محاسبات تحقیق

ضرایب برآوردشدهٔ بلندمدت همان‌گونه که در جدول (۴) به نمایش درآمده، کاملاً معنادارند و همچنین علائم این متغیرها از لحاظ تئوریک صحیح است. تفسیر ضرایب به این شرح است:

۱.ضریب متغیر قیمت نشان‌دهندهٔ این است که افزایشی به میزان یک درصد در قیمت گاز در بخش صنعت باعث کاهش مصرف گاز در این بخش به میزان ۲/۴۵۸ درصد می‌شود.

۲.ضریب قیمت سوخت‌های جانشین در این رابطه به این معناست که یک درصد افزایش در قیمت سوخت‌های جانشین باعث افزایش مصرف گاز به میزان ۰/۹۶۲۹۳ درصد می‌شود و در واقع نشان‌دهندهٔ کشش متقاطع قیمتی است.

۳.ضریب قیمت برق در این رابطه به این معناست که یک درصد افزایش در قیمت برق باعث افزایش مصرف گاز به میزان ۱/۱۵۵۲ درصد می‌شود.

۴.ضریب *VAI* نیز نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که افزایش یک درصدی در ارزش افزوده صنعت (یعنی فزایش تولید در این بخش) منجر به افزایش ۲/۸۱۶۸ درصدی در مصرف گاز در این بخش می‌شود.

تحلیل کوتاه‌مدت تابع تقاضای گاز در بخش صنعت

در اینجا به بررسی کوتاه‌مدت تابع تقاضای صنعتی پرداخته می شود. ضرایب مربوط به برآورد الگوی تصحیح خطا که بیانگر ارتباط میان متغیر مصرف گاز و متغیرهای مستقل در کوتاه‌مدت است، در جدول (۵) ارائه شده است:

جدول (۵): تحلیل کوتاه‌مدت تابع تقاضای گاز بخش صنعت

Regressor	Coefficient	T-Ratio[Prob]
dLRPNGI	-۰/۷۶۹۴۱	-۳/۴۸۵۴[۰/۰۰۲]
dLRPOPI	۰/۴۹۴۸۷	۲/۴۰۷۴[۰/۰۴۱]
dLRPEI	۰/۴۶۴۳۵	۲/۵۷۹۲[۰/۰۱۸]
dLVAI	۳/۰۹۷۱	۸/۹۶۹۶[۰/۰۰۰]
dINPT	-۱۲/۸۵۶۵	-۶/۱۲۶۵[۰/۰۰۰]
dDU	۰/۴۱۶۹۱	۲/۵۹۴۸[۰/۰۱۸]
ecm(-1)	-۰/۴۵۹۴۲	-۴/۲۹۳۲[۰/۰۰۰]
	R-Squared	۰/۹۵۰۶۱

منبع: محاسبات تحقیق

ارقام جدول (۵) نشان‌دهندهٔ آن است که تمام ضرایب در کوتاه‌مدت نیز مانند بلندمدت معنادارند و علائم ضرایب نیز از لحاظ تئوریک و اقتصادی صحیح است.

مهم‌ترین ضریبی که در کوتاه‌مدت مدنظر می‌باشد و تحلیل آن حائز اهمیت است ضریب $ecm(-1)$ می‌باشد که سرعت تعدیل تعادل کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت را نشان می‌دهد. این ضریب در مدل تخمینی ما برابر با ۰/۴۵۹۴۲- شده است که اولاً از لحاظ علامت منفی است که صحیح می‌باشد و ثانیاً به این مطلب اشاره دارد که در هر دوره به این میزان از خطای موجود در دورهٔ قبل تصحیح می‌شود. البته اگر خواسته شود خوبی برازش نیز در نظر گرفته شود، R^2 و DW به‌ترتیب برابر با ۰/۹۵۰۶۱ و ۲/۴۴۹۵ می‌باشند که کاملاً ایدئال‌اند.

۲.۴. تحلیل بخش عرضه گاز

تابع تولید

با توجه به توضیحاتی که دربارهٔ مجموعه‌ها و رگرسیون فازی ارائه شد، در اینجا با درنظرگرفتن مدلی که برای بخش تولید تعریف گردید، به تخمین این تابع با استفاده از روش رگرسیون فازی پرداخته می‌شود که تخمین‌های به مراتب بهتری را برای ما در بر خواهد داشت. با توجه به تصریحی که برای تابع تولید به عمل آمد تابع تولید عبارت است از:

$$Q=AL^{\alpha}K^{\beta} \qquad (۵۲)$$

با گرفتن لگاریتم وجود دارد:

$$\ln Q=\ln A+\alpha \ln L+\beta \ln K \qquad (۵۳)$$

حال اگر این رابطه به‌صورت فازی بازنویسی شود وجود دارد:

$$\ln Q=(p_0,c_0)+(p_1,c_1)\ln K+(p_2,c_2)\ln L \qquad (۵۴)$$

در این قسمت رگرسیون خطی فازی بالا با ابهام در ضرایب به‌دست آورده می شود. سری زمانی مورد بررسی در این برآورد مربوط به سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۶ است. متغیرهای لگاریتم نیروی کار، لگاریتم سرمایه (ظرفیت اسمی پالایش) به‌ترتیب متغیرهای مورد استفاده در این رابطهٔ رگرسیونی هستند. به‌منظور به‌دست‌آوردن ضرایب فازی بالا مسئلهٔ برنامه‌ریزی خطی زیر برای حالت متقارن و h=۰/۵ حل می‌شود که وجود دارد:

C(0) : عرض از مبدأ

C(1) : ظرفیت اسمی

C(2) : نیروی کار

Min 35*c(0) – 74.886107*c(1) – 142.8887644*c(2)

s.t.

P(0) + 1.851258*p(1) + 3.742725*p(2) - 0.5* c(0) - 0.925629*c(1) -1.8713625*c(2) <= 1.173142

$$P(0) + 1.556303*p(1) + 3.7634279*p(2) - 0.5* c(0) - 0.7781515*c(1) -1.881713*c(2) <= 0.970015$$

$$P(0) + 1.556303*p(1) + 3.770852*p(2) - 0.5* c(0) - 0.7781515*c(1) -1.885426*c(2) <= 0.953728$$

سی‌ودو محدودیت کوچک‌تر مساوی دیگر وجود دارد که برای اختصار از نوشتن آن‌ها صرف‌نظر می شود.

$$P(0) + 1.851258*p(1) + 3.742725*p(2) + 0.5* c(0) + 0.925629*c(1) + 1.8713625*c(2) >= 1.173142$$

$$P(0) + 1.556303*p(1) + 3.7634279*p(2) + 0.5* c(0) + 0.7781515*c(1) + 1.881713*c(2) >= 0.970015$$

$$P(0) + 1.556303*p(1) + 3.770852*p(2) + 0.5* c(0) + 0.7781515*c(1)+ 1.885426*c(2) > = 0.953728$$

سی‌ودو محدودیت بزگ‌تر مساوی دیگر نیز وجود دارد که برای اختصار از نوشتن آن‌ها صرف‌نظر می‌شود.

پس از تشکیل قیدها و حل مسئلهٔ برنامه‌ریزی فوق، پارامترهای رگرسیون خطی فازی به‌دست می‌آید. در جدول (۶) پارامترهای فازی به ازای hهای متفاوت محاسبه شده است.

جدول (۶): پارامترهای فازی در hهای متفاوت، مثلثی متقارن

H	(p_0,c_0)	(p_1,c_1)	(p_2,c_2)	IC
۰/۱	(-۳/۲۰۱و۰/۲۱۷)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۷۱۹۹
۰/۲	(-۳/۲۰۱و۰/۲۴۴)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۷۶۴۷
۰/۳	(-۳/۲۰۱و۰/۲۷۹)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۸۰۹۵
۰/۴	(-۳/۲۰۱و۰/۳۲۶)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۸۵۲۹
۰/۵	(-۳/۲۰۱و۰/۳۹۱)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۸۹۳۰۰۳
۰/۶	(-۳/۲۰۱و۰/۴۸۸)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۹۲۸۵۷
۰/۷	(-۳/۲۰۱و۰/۶۵۱)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۹۵۸۵۶
۰/۸	(-۳/۲۰۱و۰/۹۷۷)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۹۸۱۱
۰/۹	(-۳/۲۰۱و۱/۹۵۴)	(۰/۷۴۱و۰)	(۰/۷۵و۰)	۰/۹۹۵۲

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌طور که عنوان شد، یکی از شاخص‌های ارزیابی رگرسیون فازی شاخص اطمینان است که با فرمول زیر بیان می‌شود:

$$IC=1-\frac{SSE}{SST} \qquad (۵۵)$$

معمولاً در انتخاب مدل، hهای متفاوت را در نظر گرفته و مدلی انتخاب می‌شود که دارای IC بزرگ باشد. البته میزان ابهام مدل را نیز باید در نظر گرفت. نتایج حاصل از تعیین ضرایب در حالت متقارن در جدول فوق نمایش داده شده است. چنان‌که ملاحظه می‌شود با بزرگ شدن مقدار h سطح اعتبار مدل (منظور همان IC است که به نوعی نقش R^2 در رگرسیون کلاسیک را بازی می‌کند) بالا می‌رود و در عین حال، این امر باعث افزایش ابهام کل مدل[1] نیز می‌شود، لذا برای انتخاب h صحیح به میزان ابهام کل نیز باید توجه داشت. البته می‌توان سطح اعتبار h= ۰/۵ را به منزل سطح اعتباری معقول و متداول در نظر گرفت. در داده‌های مورد بررسی سطح اعتبار ۰/۵ به سبب IC بالا و افزایش اندک ابهام مدل معقول به نظر می‌رسد و رگرسیون فازی این امتیاز را دارد که فاقد فرض‌های محدودکنندهٔ رگرسیون کلاسیک است. بنابراین به نظر می‌رسد در نمونه‌های کوچک، به‌علت عدم پایایی فرض‌های رگرسیون کلاسیک، به‌کاربردن رگرسیون خطی فازی معقول‌تر باشد. اما با توجه به مقادیر بالا همان‌گونه که مشاهده می‌شود با تغییر h میزان p_iها ثابت می‌ماند و تغییری نمی‌کند، و این بدان معناست که این ضرایب به‌صورت دقیق به‌دست می‌آیند. تغییر h تغییری در تخمین‌ها به وجود نمی‌آورد. به‌منظور بررسی ضرایب حالت نامتقارن، h برابر با مقدار یکسان در نظر گرفته شد و برای رسیدن به مدل دلخواه، مدلی که IC شاخص اطمینان بالاتری داشته باشد نسبت به بقیه انتخاب می‌گردد. بررسی نتایج این تغییرات نشان داد که با افزایش مقادیر باز هم تغییری (بهبودی) در مقادیر تخمینی حاصل نمی‌شود که بازهم این مسئله حاکی از دقیق بودن تخمین‌ها در حالت متقارن است. نتایج این حالت به‌دلیل غیر ضروری بودن در اینجا آورده نشده است.

در نهایت تخمین تابع تولید به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$LnQ = -3.201 + 0.741LnK + 0.75LnL \qquad (۵۶)$$

حال اگر تخمین بالا در نظر گرفته شود، علامت‌های ضرایب آن از لحاظ اقتصادی و تئوریک صحیح می‌باشد و تفسیر این ضرایب بدین شرح است:

۱. ضریب لگاریتم نیروی کار نشان‌دهندهٔ این مسئله است که یک درصد افزایش در میزان نیروی کار در بخش تولید باعث افزایش ۰/۷۵ درصدی در تولید گاز می‌شود، که این مقدار کشش تولید را نسبت به نهادهٔ نیروی کار نشان می‌دهد.

۲. ضریب لگاریتم سرمایه نشان می‌دهد که یک درصد تغییر در میزان ظرفیت اسمی و سرمایهٔ تولید باعث افزایش ۰/۷۴۱ درصدی در تولید می‌شود، مقدار مطلق این ضریب نسبت به دیگر متغیرها مقدار قابل توجهی دارد که این نشان‌دهندهٔ حساسیت (و کشش تولیدی نهادهٔ سرمایه) بالای تابع نسبت به این متغیر است، دلیل آن نیز عمدتاً کمبود ظرفیت‌های تولید گاز و تقاضای بالای این محصول به‌دلیل برخی از سیاست‌های غلط در قیمت‌گذاری، رواج فرهنگ نامناسب در استفاده

۱. منظور از ابهام مدل مقدار تابع هدف می‌باشد که نشان‌دهندهٔ ابهام کلی است که می‌خواهیم حداقل گردد.

و... می‌باشد.

در نهایت ازآنجایی‌که مجموع ضرایب عوامل تولید δ در تابع بالا نشان‌دهندهٔ بازدهی نسبت به مقیاس این صنعت است، مقدار آن به‌صورت زیر است:

$$\delta = \alpha + \beta = ۱/۴۹۱ \quad (۵۷)$$

این مقدار بزرگ‌تر از یک است و ازآنجایی‌که در ابتدای کار مطرح شد، مهم‌ترین فرضی که شالودهٔ قیمت‌گذاری رمزی می‌باشد، همین مسئله است که بازدهی نسبت به مقیاس صنعت مورد نظر باید فزاینده باشد، زیرا در صورت وجود بازدهی ثابت یا کاهنده نسبت به مقیاس قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی رفاه اجتماعی را حداکثر می‌کند. پس با این نتیجه‌گیری مجوز استفاده از مدل قیمت‌گذاری رمزی برای صنعت گاز حاصل می گردد.

۳.۴. هزینهٔ نهایی

همان‌گونه که گفته شد، هزینهٔ نهایی مبنایی برای قیمت‌گذاری است. بدین منظور تابع هزینهٔ کل برآورد گردیده و می‌توان از آن تابع هزینهٔ نهایی را استخراج کرد. اما عدم دسترسی به اطلاعات هزینه به‌دلیل اینکه این آمار و اطلاعات عمدتاً جزء اطلاعات محرمانهٔ یک صنعت به‌شمار می‌آیند و از طرفی نبود اطلاعات کافی برای یک دورهٔ نسبتاً طولانی، استفاده از این روش را دچار مشکل می‌سازد، لذا ناچار به استفاده از روش‌های دیگری است تا ضمن محاسبهٔ هزینهٔ نهایی نیازمند اطلاعات هزینه‌ای کمتری باشد.

بنابراین طبق رابطهٔ بالا می‌توان هزینهٔ نهایی را محاسبه نمود مشروط به اینکه مقادیر δ و AC معلوم باشند.

$$MC=\frac{AC}{\delta} \quad (۵۸)$$

مقدار δ که همان بازده نسبت به مقیاس است، از طریق برآورد تابع تولید قابل محاسبه است. مقدار AC نیز از تقسیم هزینه‌های کل بر مقدار تولید آن صنعت به‌دست می‌آید.

$$AC=\frac{TC}{Q} \quad (۵۹)$$

با محاسبهٔ مقدار کشش تولیدی نهاده‌های کار و سرمایه از طریق روش حداقل مربعات نتایج زیر به‌دست می‌آید. هزینهٔ متوسط برابر است با:

$$AC=\frac{TC}{Q}=۹۰۰ \text{ ریال}^{۱} \quad (۶۰)$$

هزینهٔ نهایی نیز برابر مقدار زیر است:

$$MC=\frac{AC}{\delta}=۶۰۳/۶۲ \text{ ریال} \quad (۶۱)$$

نتایج نشان می‌دهد چنانچه تولید گاز طبیعی یک مترمکعب افزایش یابد، میزان هزینه‌ها ۶۰۳/۶۲ ریال افزایش می‌یابند. با توجه به اینکه مقدار هزینهٔ نهایی از طریق تابع تولید محاسبه شده است می‌توان بر بلندمدت بودن آن اذعان نمود.

۴.۴. محاسبهٔ قیمت رمزی

در قسمت‌های قبل تابع تقاضا برای بخش صنعت برآورد شد و مقدار عددی کشش قیمتی برای آخرین دوره مورد برآورد محاسبه شد:

جدول (۷): ارقام کشش قیمتی

بخش	صنعتی
کشش تقاضا	-۲/۴۵۸۰

منبع: محاسبات تحقیق

از طرف دیگر برای آنکه بتوان قیمت رمزی را محاسبه کرد، به عنصر دیگری نیاز هست که همان هزینهٔ نهایی است که در قسمت قبل محاسبه شد.

حال با توجه به مقادیر محاسبه شدهٔ کشش تقاضا و نیز مقدار هزینهٔ نهایی، با حل دستگاه معادلات غیرخطی می‌توان قیمت بهینهٔ گاز طبیعی را به گونه‌ای که رفاه جامعه حداکثر شود، محاسبه کرد.

برای محاسبهٔ قیمت رمزی از یک برنامه رایانه‌ای در محیط نرم‌افزار MAPLE استفاده شده است. نتایج حاصل از حل دستگاه معادلات به همراه قیمت‌های جاری گاز طبیعی به‌صورت جدول (۸) است.

جدول (۸): قیمت محاسبه‌شدهٔ رمزی سال ۱۳۸۹ برای بخش صنعت (ریال)

بخش	قیمت جاری (۱۳۸۹)	قیمت رمزی	نسبت قیمت‌های جاری به رمزی (درصد)	تفاضل (Mark Up)
صنعت	۱۸۸/۵	۶۵۷/۵۷	۲۸/۶۶	۴۶۹/۰۷

منبع: محاسبات تحقیق

بخش تولید برای اینکه بتواند هزینه‌های خود را پوشش دهد و نیز در عین حال رفاه اجتماعی را به حداکثر برساند، باید قیمت رمزی را در بالای هزینهٔ نهایی تعیین نماید که مقادیر به‌دست‌آمده مؤید همین موضوع است.

در اینجا از قیمت‌های سال ۱۳۸۹ و قبل از طرح هدفمندکردن یارانه‌ها استفاده شده است. همان‌طور که از جدول (۸) مشخص است تفاوت زیادی بین قیمت جاری و قیمت رمزی وجود دارد. در اینجا این اختلاف قیمت مشمول یارانه‌های دولتی است و مصرف‌کنندگان تنها درصد مشخص‌شدهٔ بالا را از این قیمت می‌پردازند.

۱. رقم اعلام‌شده توسط مهندس جواد اوجی معاون وزیر نفت و مدیرعامل شرکت ملی گاز ایران، برگرفته از سایت شرکت ملی گاز ایران.

در اینجا چون طرح هدفمندکردن یارانه‌ها از نیمهٔ دوم سال ۱۳۸۹ شروع شده است، پس متوسط قیمت گاز نمی‌تواند نشان‌دهندهٔ قیمت‌ها پس از یارانه‌ها باشد، ازاین‌رو متوسط قیمت سه ماه آخر سال ۱۳۸۹ و متوسط قیمت سال ۱۳۹۰ را که تماماً مربوط به بعد از اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها می‌باشد، به‌عنوان قیمت غیر یارانه‌ای دولت در بخش گاز در نظر گرفته می‌شود. این قیمت‌ها در جدول (۹) آورده شده است.

جدول (۹): قیمت‌های گاز طبیعی برای بخش صنعت (ریال)

بخش	قیمت سال ۱۳۸۹		قیمت سال ۱۳۹۰	
	۹ ماه اول سال	۳ ماه آخر سال*	۷ ماه اول سال	۵ ماه آخر سال
صنعت	۱۸۸/۵	۷۰۰	۷۰۰	۷۰۰

* قیمت گاز در سال ۱۳۸۹پس از اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها

منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰

حال نگاهی به مصرف گاز می شود (مطابق جدول ۱۰).

جدول (۱۰): مصرف گاز طبیعی برای بخش صنعت (میلیون مترمکعب)

بخش	مصرف سال ۱۳۸۹		مصرف کل سال ۱۳۸۹	مصرف کل سال ۱۳۹۰
	۹ ماه اول سال	۳ ماه آخر سال		
صنعت	۱۶۲۵۵	۶۲۷۵	۲۲۵۳۰	۲۶۵۴۳

منبع: اطلاعات ارائه‌شده از شرکت ملی گاز ایران

با توجه به میزان مصرف بخش صنعت و سهم آن در ۹ ماه اول سال (۷۲/۱۴۸ درصد) و ۳ ماه آخر سال (۲۷/۸۵۲ درصد) نسبت به مصرف کل سال، متوسط قیمت سال ۱۳۸۹ برای بخش صنعت برابر ۳۳۰/۹۶۲ است که از قیمت رمزی محاسبه‌شده (۶۵۷/۵۷) کمتر است.

حال با توجه بـه اینکه برای سال ۱۳۹۰ هزینه متوسـط تولید یک مترمکعب گاز طبیعی به‌طور مشخصی موجود نیست، لذا با توجـه بـه هزینهٔ متوسط سال ۱۳۸۹ که برابر ۹۰۰ ریال و نرخ تورم در سال ۱۳۹۰ که برابر ۲۱/۵ درصد است، هزینهٔ متوسط هر مترمکعب گاز در این سال برابر ۱۰۹۳/۵ ریال در نظر گرفته می شود.

$$AC=\frac{TC}{Q}=۱۰۹۳/۵ \text{ ریال}^{۱} \qquad (۶۲)$$

هزینهٔ نهایی نیز برابر مقدار زیر است:

$$MC=\frac{AC}{\delta}=۷۳۳/۴ \text{ ریال} \qquad (۶۳)$$

مصرف گاز سال ۱۳۹۰ برای بخش صنعت در جدول (۱۰) آمده است. قیمت رمزی برای سال ۱۳۹۰ محاسبه می‌شود، نتایج بدین شرح است:

۱. این عدد براساس هزینه متوسط سال ۱۳۸۹ و نرخ تورم سال ۱۳۹۰ محاسبه شده است.

جدول (۱۱): قیمت محاسبه‌شدهٔ رمزی سال ۱۳۹۰ برای بخش صنعت (ریال)

بخش	قیمت سال ۱۳۹۰		قیمت رمزی
	۷ ماه اول سال	۵ ماه آخر سال	
صنعت	۷۰۰	۷۰۰	۸۱۵/۵۷۷

منبع: محاسبات تحقیق

با مقایسهٔ قیمت رمزی و قیمت جاری مشاهده می‌شود که قیمت جاری همچنان با قیمت رمزی اختلاف دارد.

با توجه به محاسبات اخیر، قیمت‌ها قبل و بعد از هدفمندی یارانه‌ها کمتر از قیمت‌های رمزی می‌باشند و این اختلاف قیمت همچنان از جانب دولت پرداخت می‌گردد.

۵. نتیجه‌گیری

براساس بحثی که در بخش قبل عنوان شد، دولت از یک طرف تمایل دارد تا در راستای طرح هدفمندکردن یارانه‌ها تعرفـه‌هـای گـاز را بـه هزینه‌های تمام‌شدهٔ آن برساند و از طرف دیگر نمی‌خواهد رفاه اجتماعی در جامعه دچار اخلال و کاهش گردد. پس برای بـرآورده کـردن ایـن هدف مدل قیمت‌گذاری رمزی پیشنهاد مناسبی در این جهت می‌باشد که در آن اولاً تولید در نقطه سربه‌سری (یا وجود حداقل سود برای تداوم تولید و سرمایه‌گذاری‌های آتی) صورت می‌پذیرد که قیمت حاصل از آن دولت را معاف از پرداخت یارانه می‌کند و ثانیاً مهم‌ترین بخش این مدل قیمت‌گذاری این است که طی یک فرایند بهینه‌سـازی رفـاه اجتمـاعی (مازاد رفاه تولیدکننده و مصرف‌کننده) را با قید نقطه سربه‌سری تولیـد حداکثر می‌کند که در نتیجه مشکل کاهش رفاه مصرف‌کنندگان وجـود نخواهد داشت.

طبق نتایج حاصل برای قیمت‌های رمزی و با توجه به جدول مشاهده می‌شود که قیمت‌های جاری سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ گاز نسبت به قیمت‌های رمزی پایین هستند. در حال حاضر دولت با وجود اجرای طرح هدفمندکردن یارانه‌ها از سال ۱۳۸۹ باز هم تفاوت بین این دو قیمت (Mark Up) را به‌صورت یارانه متقبل شده است. این بحث مدعایی بر تأیید این فرض است که قیمت‌های جاری غیر بهینه می‌باشند.

براساس آنچه در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، مهم‌ترین محورهای یافته‌ها و نتایج این تحقیق را می‌توان بدین صورت عنوان کرد:

۱. صنعت گاز ایران از بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس تولید برخوردار است. از این نظر قیمت‌گذاری براساس هزینهٔ نهایی صنعت را با کسری مواجه می‌سازد، در نتیجه شیوهٔ قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند مشکل‌گشا باشد دلیل آن را می‌توان لحاظ‌نمودن قید سربه‌سری (هزینهٔ برابر درآمد) در محاسبات دانست.

۲. معنادار بودن ضریب کشش درآمدی گاز طبیعی این واقعیت را می‌رساند کـه تغییرات تولید و ارزش افزودهٔ بخش صنعت، تأثیر معناداری بر مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت است. اندازهٔ این ضریب بیانگر این مطلب است که در اقتصاد ایران افزایش مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت تابعی از افزایش تولید است. در واقع در بخش صنعت کشور همگام با افزایش تولید، با شدت بیشتری مصرف انرژی مشاهده می‌شود و علت اصلی آن هم زیاد بودن شدت انرژی در ایران نسبت به استانداردهای بین‌المللی است. بزرگ‌تر بودن کشش درآمدی گاز طبیعی در بخش صنعت در کوتاه‌مدت از مقدارش در بلندمدت به این دلیل است که در بلندمدت، زمان و فرصت کافی برای تغییر در شیوه‌های تولید و ارتقای سطح تکنولوژی وجود دارد.

۳. با توجه به مؤثر بودن قیمت واقعی فراورده های نفتی بر مصرف گاز طبیعی می‌توان گفت که قیمت واقعی فراورده‌های نفتی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار در جهت کنترل و هدایت مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت مورد استفاده قرار گیرد. معنادار بودن ضریب برآوردی قیمت فرآورده‌های نفتی نسبت به مصرف گاز و علامت آن بیانگر وجود رابطهٔ مکملی بین گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی در بخش صنعت است.

۴. با توجه به نتایج این تحقیق قیمت فروش گاز در بخش صنعت کمتر از قیمت رمزی مربوط است، بنابراین توصیه می‌شود که قیمت در بخش صنعتی افزایش یافته تا به قیمت رمزی نزدیک گردد.

۵. همچنین از برآورد تابع تولید معلوم شد که سرمایه و نیروی کار در تولید گاز تأثیرگذار بوده و صنعت گاز از بازدهی صعودی به مقیاس برخوردار است (δ=۱/۴۹۱).

۶. با توجه به اینکه یکی از اهداف دولت، بهینه‌سازی مصرف سوخت و عدم اتلاف انرژی در سطح جامعه است، جایگزینی قیمت‌های محاسبه‌شده با قیمت‌های فعلی، دولت را به سمت این هدف سوق خواهد داد. بنابراین اگر هدف دولت کاهش مصرف از طریق افزایش قیمت‌ها باشد بهترین گزینه، وضع قیمت‌های رمزی است. از طرفی دولت از محل اعتبارات مربوط به یارانه از طریق سیاست‌های تشویقی برای تولیدکنندگان می‌تواند در جهت ارتقای کیفیت به‌منظور عدم اتلاف انرژی، گام‌های مؤثری بردارد.

۷. کشش درآمدی گاز طبیعی در بخش صنعت بـسیار زیاد است. در واقع این ضریب، نشان‌دهندهٔ شدت انرژی زیاد در ایران و عدم بهره‌وری در صنایع کشور است. برای متحول کردن الگوی مصرف انرژی در صنایع باید تحولات ساختاری و تکنولوژیکی صورت گیرد و پیشنهاد می‌شود به جای دادن یارانه به قیمت حامل‌های انرژی در کشور در جهت توسعهٔ بهره‌وری صنایع گام برداشته شود.

مراجع

[۱] لطفعلی‌پور، محمدرضا؛ غمخوار، قاسم؛ «**قیمت‌گذاری بهینهٔ گاز طبیعی در شرکت خراسان بزرگ با استفاده از روش رمزی**»، مجله دانش و توسعه، سال شانزدهم، شماره ۲۷، ص۲۳ـ۴۹، ۱۳۸۸.

[۲] پژویان، جمشید؛ محمدی، تیمور؛ «**قیمت‌گذاری بهینهٔ رمـزی بـرای صنعت برق ایران**»، مجله پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۶، ص۳۹ـ۶۲، ۱۳۷۹.

[۳] فلاحی، محمدعلی؛ انصاری، حسین و همکاران؛ «**قیمت‌گـذاری آب شرب شهری براساس الگوی رمزی (مطالعه موردی شهر نیشابور)**»، فصلنامه پژوهش‌هـای اقتصـادی ایـران، سـال سـیزدهم، شـماره ۳۸، ص۲۱۷ـ۲۴۲، ۱۳۸۸.

[4] Fang ,Qi , Lizi,Zhang , Bin, Wei; *"An Application of Ramsey Pricing in Solving the Cross-subsidies in Chinese Electricity Tariffs"*, Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies, pp. 442 – 447, April 2008.

[5] Nahata, Babu, Izyumov, Alexei, et al.; *"An Application of Ramsey Model in Transition Economy: a Russian Case Study"*, Energy Economics, Vol. 29, No. 1, pp. 105-125, January 2007.

[6] Hakimov, Rustamdjan, Scholz, Stefanie; *"Calculation of Ramsey Prices for German Airports"*, 2010.

[۷] کوره پزان دزفولی، امـین؛ **اصـول تئـوری مجموعـه‌هـای فـازی و کاربردهای آن در مدل‌سازی مسایل مهندسی آب**، انتشـارات جهـاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۴.

[۸] امامی میبدی، علی؛ «**روش قیمت‌گذاری برق بر مبنای ساختار صنعت برق کشور**»، مجله برنامه و بودجه، شماره ۳۷، صفحات ۳۷ـ۵۳، ۱۳۷۸.

[۹] امینی‌فرد، عباس؛ فنی، محمدعلی و همکـاران؛ «**قیمت‌گـذاری بهینـهٔ رمزی برای شرکت برق منطقه‌ای فارس**»، بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق، دانشگاه شیراز، ۱۳۸۴.

[۱۰] تشکینی، احمد؛ اقتصاد سنجی کاربردی به کمک Microfit، موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، ۱۳۸۴.

[۱۱] نوفرستی، محمد؛ **ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی**، موسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران، ۱۳۷۸.

[۱۲] آذر، عادل؛ فرجی، حجت؛ **علم مدیریت فازی**، مؤسسه کتاب مهربان نشر، تهران، چاپ سوم، ۱۳۸۷.

[۱۳] خـدایی، ابـراهیم؛ **رگرسـیون خطـی فـازی و کاربردهـای آن در**

پژوهش‌های علوم اجتماعی، جامعه‌شناسی ایران، دوره سوم، شماره ۴، ۱۳۸۸.

[۱۴] آذربایجانی، کریم؛ شریفی، علیمراد و دیگران، «**تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت کشور**»، مجلهٔ توسعه و سرمایه، سال اول، شماره ۱، ص۴۷ـ۷۰، پاییز و زمستان ۱۳۸۶.

[۱۵] «**ترازنامه انرژی**»، دفتر برنامه‌ریزی انرژی، سال‌های مختلف.

[۱۶] سایت شرکت ملی گاز ایران: (http://www.nigc.ir)

[۱۷] سایت مرکز آمار ایران: (http://www.amar.org.ir)

[۱۸] سایت بانک مرکزی: (http://www.cbi.ir)

[۱۹] سایت شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی: (http://www.niopdc.ir)

[۲۰] سایت بانک داده‌های انرژی: (http://www.energyseec.com)