فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هفدهم / شماره ۶۸/ بهار ۱۴۰۰/ صفحات ۲۷۲-۲۵۳

تعیین قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌های تولیدی اقتصاد ایران: تحلیل داده-ستانده

نورالدین شریفی[۱]

دانشیار گروه علوم اقتصادی دانشگاه مازندران، nsharify@umz.ac.ir

مهدی جام‌گوهری

کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه مازندران، mehdi.jamgohary@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۹

چکیده

گاز طبیعی نقش مهمی در اقتصاد ایران دارد. توجه به شاخص قیمت سایه‌ای می‌تواند راهنمای خوبی برای تعیین قیمت بهینه این منبع باشد. این پژوهش در صدر است قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌های تولیدی اقتصاد ایران را محاسبه نماید. برای این منظور، از مدل داده-ستانده غیرخطی استفاده شده است. داده‌های مورد نیاز از جدول داده-ستانده مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰ تأمین گردیده است. استفاده از مدل داده - ستانده غیرخطی، امکان تعیین همزمان قیمت سایه‌ای گاز در فعالیت‌های مختلف و نشان دادن قیمت سایه‌ای واحدهای مختلف گاز طبیعی که معمولاً متفاوت از یکدیگر می‌باشند را برای این تحقیق فراهم ساخته است. همزمانی این دو خاصیت از ویژگی‌های این تحقیق در مقایسه با دیگر تحقیقات انجام شده در کشور می‌باشد. براساس نتایج تحقیق، از دید کلان، قیمت سایه‌ای تا حد زیادی به تغییرات در تولیدات فعالیت‌ها در ازای تغییرات در مصرف گاز طبیعی آنها وابسته است. با این حال، در تخصیص گاز طبیعی به فعالیت‌ها مختلف تولیدی مسئله قیمت سایه‌ای آنها از دید کلان کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. از دید خرد، قیمت سایه‌ای در حد بسیار زیادی به سهم منفعت صاحبان سرمایه در هزینه تولیدات آنها بستگی دارد. به استثنای تولید، انتقال و توزیع برق، همه فعالیت‌ها با ۱۱ تا ۹۸ درصد افزایش در قیمت گاز طبیعی سودآور می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL : C02, C67, Q34, Q47

کلیدواژه‌ها: تحلیل داده-ستانده، گاز طبیعی، قیمت سایه‌ای، ایران

---

۱. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

۱- مقدمه

امروزه تأمین انرژی از مهم‌ترین مباحث توسعه اقتصادی کشورها به شمار می‌رود. توسعه اقتصادی کشورها نه‌تنها نیازمند مصرف انرژی است، بلکه نیازمند افزایش مصرف آن هم می‌باشد. نگاهی به روند مصرف انرژی در کشورهای درحال‌توسعه نشان می‌دهد که شتاب در توسعه، با افزایش قابل‌توجه مصرف انرژی همراه بوده است. از طرفی، عمده انرژی مصرفی جهان از منابع فسیلی تأمین می‌شود که با مشکلات متعدد از جمله محدودیت و پایان‌پذیری روبرو است. لذا ضرورت صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن امری انکارناپذیر می‌باشد.

نیمه دوم قرن بیستم با رشد قابل‌توجه تقاضای انرژی در چارچوب توسعه پایدار همراه بود. نظریات رشد اقتصادی، انرژی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید مدنظر قرار می‌دادند. به‌این ترتیب، امروزه استفاده کار از انرژی به خصوص مسئله سوخت‌های فسیلی از جمله گازطبیعی، به دلایل زیست محیطی و کاهش ذخایر این منابع در مباحث سیاست‌گذاری عمومی مطرح می‌باشد. اهمیت این مباحث با رقابت‌پذیری محصولات، امنیت انرژی و منافع زیست محیطی هم‌چون کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین ارتباط نزدیکی دارد.

یکی از ابزارهای مصرف بهینه مصرف حامل‌های انرژی، قیمت‌گذاری مناسب این منابع است. انحصار عرضه گاز طبیعی مانع از قیمت‌گذاری مناسب آن در بازارهای رقابتی شده است. در این شرایط از معمولاً قیمت سایه‌ای که یکی از ابزارهای تخصیص بهینه حامل‌های انرژی است، استفاده می‌شود.

قیمت سایه‌ای، ارزش یا بهای ضمنی کالا یا خدمتی است که به دلایلی چون انحصار دولتی، قیمت بازاری ندارند (هاشم لو و همکاران[1]، ۲۰۱۵؛ اسماعیل نیا، ۱۳۸۹؛ خادم وطنی و گوردون[2]، ۲۰۰۷). در ادبیات اقتصادی، مواردی دیده می‌شود که برای کالاهای دارای قیمت بازاری در تخصیص بهینه کالاها، قیمت سایه‌ای هم تعیین می‌شود. این قیمت‌ها که ارزش نهایی خالص ضمنی کالاها را نشان می‌دهند و در داد و ستدهای بازار مشاهده نمی‌شوند را قیمت سایه‌ای می‌نامند (خادم وطنی و گوردون، ۲۰۰۷).

1. Hashemlou et al.
2. Khademvatani & Gordon

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

این مقاله قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف اقتصادی را بررسی می‌کند. برای این منظور، از مدل داده-ستانده غیرخطی استفاده می‌شود. از خصوصیات این تحقیق در مقایسه با مطالعات قبلی، محاسبه همزمان ارزش سایه‌ای گاز در سطح فعالیت‌های مختلف تولیدی است که امکان مقایسه قیمت سایه‌ای گاز در فعالیت‌های مختلف تولیدی را فراهم می‌سازد. استفاده از مدل داده-ستانده غیرخطی این امکان را می‌دهد تا برخلاف مدل‌های مرسوم داده-ستانده (که از مدل لئونتیف استفاده می‌کنند) قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در سطوح مختلف استفاده آن در فعالیت‌های اقتصادی متفاوت باشد که به نظر می‌رسد با واقعیت‌های اقتصادی سازگاری بیشتری داشته باشد. از ویژگی‌های دیگر این تحقیق، محاسبه قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌ها از دیدگاه خرد و کلان اقتصادی است که امکان سیاست‌گذاری آن از دیدگاه خرد و کلان را میسر می‌سازد.

این مقاله در شش بخش ساماندهی شده است. بخش بعدی به تبیین قیمت سایه‌ای اختصاص دارد. بررسی مطالعات انجام شده بخش سوم این مقاله را تشکیل می‌دهد. معرفی مدل تحقیق و منابع داده‌ها به بخش چهارم موکول می‌شود. یافته‌های تحقیق موضوع بخش پنجم این مقاله است. نتیجه‌گیری این مطالعه هم پایان بخش آن می‌باشد.

۲- قیمت سایه‌ای

قیمت سایه‌ای معمولاً از دو دیدگاه کلان یا خرد مورد بررسی قرار می‌گیرد. از دیدگاه کلان، قیمت سایه‌ای ارزش تولید نهایی منابع در فرآیند تولید را نشان می‌دهد. به‌این ترتیب، قیمت سایه‌ای، اثر مصرف یک واحد نهاده در یک بخش بر تولیدات کل ناحیه یا کشور را نمایش می‌دهد. در تحقیقی دیگر، قیمت‌سایه‌ای با هزینه فرصت مورد سنجش قرار گرفته است. به‌عبارت دیگر، قیمت سایه‌ای هر نهاده، عبارت است از هزینه‌های فرصت ازدست رفته در اثر عدم به‌کارگیری آن نهاده در تولیدات دیگر تعریف شده است (اسماعیل‌نیا، ۱۳۸۹). خادم وطنی و گردون (۲۰۰۷) با تکیه بر اقتصاد نئوکلاسیک، تعریف دیگری از قیمت سایه‌ای از منظر کلان ارایه داده‌اند. براساس این

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

تعریف، منافع خالص نهایی آخرین واحد نهاده برای جامعه، ارزش سایه‌ای آن نهاده می‌باشد.

از منظر خرد، قیمت سایه‌ای را مقدار افزایش در ارزش سود ناخالص حاصل از یک واحد نهاده اضافی، تعریف کرده‌اند (تهامی‌پور زرندی و یزدانی، ۱۳۹۵). خادم وطنی و گوردون (۲۰۰۷) قیمت سایه‌ای انرژی از دیدگاه اقتصاد خرد را ارزش خالصی که صاحبان یک صنعت به ازای هر واحد نهاده انرژی اضافی کسب می‌کنند تعریف نموده‌اند. درتعریفی دیگر، قیمت سایه‌ای گازطبیعی، قیمت اضافه‌ای است که تولیدکننده حاضر است برای هر واحد گاز اضافی پرداخت نماید (اسماعیل نیا،۱۳۸۹ و تامپسون و سینگلتون[1]،۱۹۸۵).

در ادبیات اقتصاد انرژی، این تعاریف از قیمت سایه‌ای، در سطح خرد می‌تواند در مسایل تصمیم‌گیری بنگاه‌ها نقش مهمی در تخصیص نهاده‌ها ایفا کند. به‌عنوان مثال یانگ و همکاران[2] (۲۰۱۵) با اشاره به نقش قیمت سایه‌ای در تصمیم‌سازی بنگاه‌های خصوصی خاطر نشان کرده‌اند که کمیابی انرژی سبب شکاف بین قیمت سایه‌ای و قیمت بازاری آن می‌گردد که یک اصل مهم برای بنگاه خصوصی در تصمیم‌گیری در زمینه انرژی محسوب می‌شود. وقتی قیمت سایه‌ای نهاده انرژی با قیمت بازاری آن برابر نباشد، بنگاه خصوصی انرژی و دیگر نهاده‌ها را برای حداکثرسازی سود در فرآیند تولید بازتخصیص می‌کند.

در پایان اگرچه تحت یک مجموعه از فروض آرمان‌گرایانه، مکانیسم قیمت رقابتی به تخصیص بهینه منابع منتهی می‌شود، اقتصاددانان از توانایی سیستم قیمت‌ها برای تخصیص مطلوب منابع انرژی، هنگامی که فروض لازم برای بهینگی به‌طور کامل برآورده ن شده باشد، اطمینان ندارند. با این توصیف، سؤال این است: آیا بازارها می‌توانند منابع تجدیدناپذیر را به شکلی کارا و مطلوب تخصیص دهند؟ چرا که منابع تجدیدپذیر منحصر به‌فرد می‌باشند. زیرا برخلاف عرضه بالقوه نامحدود نیروی کار و سرمایه انسانی، تولید و ذخایرمنابع انرژی محدود است (اسلید[3]، ۱۹۹۲). لذا در چنین شرایطی، قیمت‌های سایه برای تعیین قیمت‌های واقعی این منابع پیشنهاد می‌شود.

1. Thompson & Singleton
2. Yang et al.
3. Slade

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

۳- مروری بر ادبیات موضوع

مطالعات چندی در خصوص تعیین قیمت سایه‌ای گاز انجام شده است که به لحاظ روش‌شناسی حایز اهمیت می‌باشند. دسته‌ای از مطالعات قیمت سایه‌ای گاز طبیعی را با روش اقتصادسنجی محاسبه نموده‌اند. به‌عنوان مثال، تامپسون و سینگلتون(۱۹۸۵) قیمت سایه‌ای مبادله گاز طبیعی بین ایالت‌های مختلف آمریکا را با طراحی مدل پویای اقتصادسنجی برای بازارگازطبیعی این کشور با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۷۳ محاسبه نموده‌اند. گلستانی و همکاران (۱۳۹۲) هم با استفاده از مدل اقتصادسنجی، قیمت سایه‌ای ذخیره گاز طبیعی در کشورهای عضو مجمع کشورهای صادرکننده گاز را با استفاده از داده‌های ۲۰۱۰-۱۹۸۰ محاسبه نموده‌اند. جوان و همکاران (۱۳۹۵) قیمت بهینه گاز طبیعی در ایران را با استفاده از داده‌های تابلویی پویا و بهینه رمزی بواتو محاسبه و با قیمت گاز طبیعی بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها مورد مقایسه قرار داده‌اند. آقایی (۱۳۹۵) با استفاده از آزمون کرانه‌ای ARDL تأثیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی را به تفکیک حامل‌های مختلف انرژی در سطح بخش‌های تولید و کل اقتصاد بررسی نموده است. لای و همکاران[1] (۲۰۱۶) با استفاده از تابع فاصله‌ای برپایه انرژی قیمت سایه‌ای چهارنوع انرژی شامل زغال سنگ، نفت، گاز و برق را محاسبه کرده است.

مطالعات دیگری هم با استفاده از روش اقتصادسنجی در محاسبه قیمت سایه‌ای مواد اولیه انجام شده است. به‌عنوان مثال، شرزه‌ای و مولائی[2] (۲۰۰۸) قیمت سایه‌ای نشر گاز co_2 را با استفاده از تابع فاصله‌ای ستانده محاسبه کرده‌اند. داده‌های مورد استفاده تحقیق، داده‌های سری زمانی اقتصاد ایران برای دوره ۲۰۰۴-۱۹۷۴ بوده است. آنگولو و همکاران[3](۲۰۱۴) قیمت سایه‌ای کوتاه‌مدت و بلندمدت آب در بخش هتلداری اسپانیا را محاسبه کرده‌اند. داده‌های این تحقیق که از تابع هزینه ترانسلوگ استفاده نموده است از میکروداده‌های ۶۷۶ بنگاه تأمین شده است. یانگ و همکاران (۲۰۱۵) قیمت سایه‌ای انرژی برای ۳۰ شهرستان کشور چین طی دوره ۲۰۱۱-۱۹۹۸ را با

1. Lai et al.
2. Sharzehi & Molaei
3. Angulo et al.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

استفاده از تابع فاصله‌ای نهاده شفارد محاسبه کرده‌اند. ژی و همکاران[1] (۲۰۱۷) با استفاده از تابع فاصله‌ای نهاده شفارد، قیمت‌های سایه‌ای انرژی فسیلی و غیرفسیلی در دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۴ را برای چین مورد مقایسه قرار داده‌اند. تماکی و همکاران[2] (۲۰۱۸) هم قیمت‌های سایه‌ای ۳۲ ماده معدنی را با استفاده از تحلیل مرزی تصادفی[3] به روش داده‌های تابلویی (۱۶ کشور در دوره ۲۰۱۰-۱۹۸۰) مطالعه نموده‌اند. بیرکنز و همکاران[4] (۲۰۱۹)، قیمت سایه‌ای آب مورد مصرفی در آبیاری چهار محصول اصلی و یک محصول تجاری را با توجه به ارزش نهایی آب محاسبه نموده‌اند. این تحقیق اطلاعات کشورهایی که عمدتا از آبهای زیر زمینی استفاده می‌کنند را به کمک روش داده‌های تابلویی بررسی نموده‌است. یانگ[5] (۲۰۱۹) به کمک مدل پویا، با استفاده از داده‌های تابلویی قیمت سایه‌ای نیتروژن در تولید برنج در چین را معین ساخته است.

برنامه‌ریزی خطی روش دیگری است که در محاسبه قیمت سایه‌ای گاز طبیعی و دیگر منابع مورد استفاده قرار گرفته است. اسماعیل‌نیا (۱۳۸۹) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، قیمت سایه‌ای گاز صادراتی را محاسبه نموده است. این روش در محاسبه قیمت سایه‌ای دیگر حامل‌های انرژی نیز مورد استفاده قرار گرفته است. منظور و رضایی (۱۳۹۰) قیمت سایه‌ای انرژی الکتریکی در بازار برق ایران را با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی محاسبه نموده‌اند. علاوه براین، لیو و همکاران[6] (۲۰۰۹) قیمت‌های سایه‌ای آب صنعتی و تولیدی در حواشی ۹ رودخانه اصلی چین در سال ۱۹۹۹ را با استفاده از ترکیب داده-ستانده با برنامه‌ریزی خطی و شبیه‌سازی غیرخطی گوس-نیوتون[7] محاسبه نموده‌اند. یک مدل برنامه‌ریزی خطی مختلط-جزء صحیح برای محاسبه قیمت سایه‌ای جهت ارزیابی روش‌های ایستگاه مبادله باتری و ریز شبکه در چین مورد استفاده ونگ و همکاران[8] (۲۰۱۹) قرار گرفت. زو و همکاران[9] (۲۰۲۰) هم با

1. Xie et al.
2. Tamaki et al.
3. Stochastic Frontier Analysis
4. Bierkens et al.
5. Yang
6. Liu et al.
7. Gauss- Newton
8. Wang et al.
9. Zhou et al.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی اقدام به محاسبه قیمت سایه‌ای سرمایه‌گذاری گاز طبیعی نموده‌اند.

روش تحلیل غیرپارامتریک هم روش دیگری است که در تعیین قیمت سایه‌ای انرژی اعم از گاز طبیعی و دیگر منابع تولیدی مورد استفاده قرار گرفته است. بوسمار و همکاران[1] (۲۰۱۷) با استفاده از روش غیرپارامتریک بر پایه مدل تکنولوژی مولد آلودگی، قیمت‌های سایه‌ای کربن در طول دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۰ را برای ۱۱۹ کشور جهان محاسبه کرده‌اند. شن و لین[2] (۲۰۱۷) هم براساس تحلیل غیرپارامتریک تصادفی داده‌ها، قیمت سایه‌ای آب کشاورزی ۳۰ ناحیه شهرستانی چین را در دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۲ محاسبه کرده‌اند.

اخیرا شریفی[3]، (۲۰۱۶) در مقاله‌ای باعنوان" قیمت‌های سایه‌ای انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران" بااستفاده از یک مدل داده-ستانده غیرخطی، روشی برای اندازه‌گیری قیمت سایه‌ای منابع اولیه نظیر انرژی ارایه داده است. در این روش که از مدل داده-ستانده غیرخطی شریفی (۲۰۱۸) استفاده شده است، منابع انرژی به‌عنوان منابع اولیه تولید مورد توجه قرارگرفته است.

۴- روش‌شناسی پژوهش

تهیه جدول فعالیت در فعالیت با فرض تکنولوژی بخش، جدول داده- ستانده متقارن با استفاده از دو ماتریس مصرف و عرضه محاسبه می‌شود. برای این منظور، ابتدا با توجه به رابطه (۱)، ماتریس سهم بازار محاسبه می‌گردد:

$$D = M\widehat{G}^{-1} \quad (1)$$

در این رابطه، M ماتریس ساخت، $\widehat{G}^{-1}$ معکوس ماتریس قطری کالاها و خدمات تولید داخل و D ماتریس سهم بازار می‌باشد.

در ادامه، ماتریس ضرایب فنی ماتریس جذب از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$K = U\widehat{Q}^{-1} \quad (2)$$

1. Boussemart et al.
2. Shen & Lin
3. Sharify

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

K ماتریس ضرایب فنی ماتریس جذب، U ماتریس جذب و $\widehat{Q}^{-1}$ معکوس ماتریس قطری محصولات تولیدی فعالیت‌های مختلف اقتصاد را نشان می‌دهند.

برای محاسبه ماتریس ضرایب فنی جدول فعالیت در فعالیت از رابطه (۳) استفاده می‌گردد:

$$A = DK \qquad (۳)$$

در این رابطه، A ماتریس ضرایب فنی جدول فعالیت در فعالیت است.

حال با به‌کارگیری رابطه (۴)، ناحیه اول جدول فعالیت در فعالیت محاسبه می‌گردد:

$$X = A\widehat{Q} \qquad (۴)$$

X ناحیه داد و ستد بین بخشی جدول داده-ستانده است.

ناحیه دوم جدول از رابطه (۵) حاصل می‌شود:

$$y = f - m = q - Aq \qquad (۵)$$

q بردار تولید کل فعالیت‌ها، m بردار واردات، f بردار تقاضای نهایی و y بردار کالاهای نهایی تولید شده در کشور را نشان می‌دهد.

ناحیه سوم جدول هم از ناحیه سوم جدول مصرف استفاده می‌شود.

برون‌زا کردن مؤلفه‌های انرژی

برای محاسبه قیمت سایه‌ای گاز، ابتدا مصارف آن در فعالیت‌های مختلف تولیدی، همانند اجزای ارزش افزوده، به‌صورت برون‌زا در ناحیه سوم جدول نوشته می‌شود. برای برقرار ماندن تراز جدول، ستون این فعالیت هم به ناحیه دوم انتقال می‌یابد. به‌این ترتیب، هم ناحیه اول جدول از حالت مربع بودن خارج نمی‌شود، و هم تراز سرجمع سطرها و ستون‌های جدول برقرار می‌باشد.

به لحاظ نظری، ازآنجایی‌که حامل‌های انرژی به خصوص حامل‌های انرژی فسیلی نظیر نفت‌خام و گاز طبیعی و امثال آن در دوره‌های قبل تولید می‌شوند، در پاره‌ای از تحقیقات جدید، به‌خصوص تحقیقاتی که در زمینه انرژی انجام می‌پذیرند، حامل‌های انرژی را به‌عنوان عوامل اولیه تولید مورد توجه قرار می‌دهند. در نتیجه سهم آن‌ها در هزینه فعالیت‌ها، همانند دریافتی اجزای ارزش افزوده مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

با این حال، از آنجایی‌که این تحقیق در پی تعیین قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف تولیدی است، فقط این فعالیت از حامل‌های انرژی به ناحیه سوم منتقل می‌شود. یکی از مزایای این روش فراهم ساختن امکان محاسبه قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در دیگر حامل‌های انرژی مثل برق و نفتخام است که از گاز طبیعی در تولید آنها استفاده می‌شود. به‌این ترتیب، گاز طبیعی به همراه ارزش افزوده فعالیت‌های مختلف به‌صورت دو حساب مجزا در ناحیه سوم جدول داده-ستانده قرار می‌گیرد. ناحیه دوم جدول هم شامل دو حساب به نام کالاهای نهایی تولید داخل و هزینه‌های فعالیت گاز طبیعی می‌باشد.

مدل پژوهش

در این پژوهش از یک مدل داده- ستانده غیرخطی برای اندازه‌گیری قیمت سایه‌ای گازطبیعی استفاده می‌شود. مدل داده ستانده غیرخطی ارایه شده به‌وسیله شریفی (۲۰۱۶) به‌عنوان مبنای کار قرار می‌گیرد. برای این منظور، این مدل که برای مجموع انرژی‌ها ارایه شده است برای گازطبیعی بسط داده می‌شود.

برای این منظور، ابتدا ضرایب فنی a_{ij} به‌صورت زیر تعریف شود:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{q_j} \Rightarrow x_{ij} = a_{ij} q_j \qquad (۶)$$

در رابطه (۶)، x_{ij} درایه‌های ماتریس X، مصرف تولیدات فعالیت i به‌وسیله فعالیت j و q_j تولید فعالیت j را نشان می‌دهد.

با توجه به نهاده‌های مورد استفاده و وزن (هزینه) این نهاده‌ها در (هزینه) تولید این فعالیت، شکل کاب داگلاسی تولید حاصل از نهاده‌های فعالیت اول به‌صورت زیر توسعه می‌یابد:

$$x_{11}^{a_{11}} x_{21}^{a_{21}} \dots x_{n1}^{a_{n1}} k_1^{v_1} g_1^{h_1} = y_1 \qquad (۷)$$

که در آن h_1 و v_1 به‌ترتیب سهم گازطبیعی و عوامل اولیه تولید در کل نهاده‌های فعالیت یک را نشان می‌دهند. هم‌چنین k_1 و g_1 به‌ترتیب به‌اندازه ارزش افزوده و گازطبیعی در فعالیت یک اشاره دارند. y_1 نیز آن مقدار از تولیدات فعالیت یک است که به‌وسیله نهاده‌ها توضیح شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

با تقسیم q_1 (تولید کل فعالیت یک) بر y_1، u_1 قسمت تعریف نشده از تولیدات فعالیت یک به‌دست می‌آید:

$$u_1 = \frac{q_1}{y_1} \rightarrow q_1 = y_1 . u_1 \qquad (۸)$$

با توجه به رابطه (۷) و لگاریتم‌گیری از طرفین رابطه (۸)، شکل شبه خطی این تابع حاصل می‌شود:

$$\log x_{11}^{a_{11}} + \log x_{21}^{a_{21}} + \cdots + \log x_{n1}^{a_{n1}} + v_1 \log k_1 + h_1 \log g_1 + \qquad (۹)$$
$$+ \log u_1 = \log q_1$$

به‌منظور ایجاد ارتباط بین معادلات تولید فعالیت‌ها، رابطه افقی عناصر جدول، به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$b_{ij} = \frac{x_{ij}}{q_i} \rightarrow x_{ij} = b_{ij} . q_i \qquad (۱۰)$$

b_{ij} سهم مصرف فعالیت j از تولیدات فعالیت i را نشان می‌دهد.

رابطه (۹) با توجه به رابطه (۱۰) و خواص لگاریتم‌ها می‌تواند به‌صورت رابطه (۱۱) بازنویسی شود:

$$a_{11}(\log b_{11} + \log q_1) + a_{21}(\log b_{21} + \log q_2) + \cdots + \qquad (۱۱)$$
$$a_{n1}(\log b_{n1} + \log q_n) + v_1 \log k_1 + h_1(\log g_1) + \log u_1 = \log q_1$$

با بسط رابطه (۱۱) برای بقیه فعالیت‌های تولیدی، رابطه (۱۲) حاصل می‌شود:

$$\begin{cases} \text{Log}\, q_1 - (a_{11}\log q_1 + a_{21}\log q_2 + \cdots + a_{n1}\log q_n) = a_{11}\log b_{11} + a_{21}\log b_{21} \\ \qquad + \cdots + a_{n1}\log b_{n1} + v_1 \log k_1 + h_1 \log g_1 + \log u_1 \\ \log q_2 - (a_{12}\log q_1 + a_{22}\log q_2 + \cdots + a_{n2}\log q_n) = a_{12}\log b_{12} + a_{22}\log b_{22} \\ \qquad + \cdots + a_{n2}\log b_{n2} + v_2 \log k_2 + h_2 \log g_2 + \log u_2 \\ \qquad \vdots \\ \log q_n - (a_{1n}\log q_1 + a_{2n}\log q_2 + \cdots + a_{nn}\log q_n) = a_{1n}\log b_{1n} + a_{2n}\log b_{2n} \\ \qquad + \cdots + a_{nn}\log b_{nn} + v_n \log k_n + h_n \log g_n + \log u_n \end{cases} \qquad (۱۲)$$

شکل ماتریسی معادله (۱۲) به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\left[\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{n1} \\ a_{12} & a_{22} & & a_{n2} \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ & \cdot & & \\ a_{1n} & a_{2n} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}\right] \times \begin{bmatrix} \log q_1 \\ \log q_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \log q_n \end{bmatrix} =$$

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

$$\begin{bmatrix} a_{11}\,log\,b_{11} + a_{21}\,log\,b_{21} + \cdots + a_{n1}\,log\,b_{n1} + v_1 \log k_1 + h_1 \log g_1 + log\,u_1 \\ a_{12}\,log\,b_{12} + a_{22}\,log\,b_{22} + \cdots + a_{n2}\,log\,b_{n2} + v_2 \log k_2 + h_2 \log g_2 + log\,u_2 \\ \vdots \\ a_{n1}\,log\,b_{1n} + a_{2n}\,log\,b_{2n} + \cdots + a_{nn}\,log\,b_{nn} + v_n \log k_n + h_n \log g_n + log\,u_n \end{bmatrix} \quad (۱۳)$$

به‌این ترتیب:

$$\begin{bmatrix} \mathrm{Log\,q_1} \\ \log \mathrm{q_2} \\ . \\ . \\ . \\ \log \mathrm{q_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathrm{l_{11}} & \mathrm{l_{12}} & \dots & \mathrm{l_{1n}} \\ \mathrm{l_{21}} & \mathrm{l_{22}} & & \mathrm{l_{2n}} \\ & . & & \\ & . & & \\ & . & & \\ \mathrm{l_{n1}} & \mathrm{l_{n2}} & \dots & \mathrm{l_{nn}} \end{bmatrix} \times$$

$$\begin{bmatrix} \mathrm{a_{11}} \log \mathrm{b_{11}} + \mathrm{a_{21}} \log \mathrm{b_{21}} + \cdots + \mathrm{a_{n1}} \log \mathrm{b_{n1}} + \mathrm{v_1} \log \mathrm{k_1} + \mathrm{h_1} \log \mathrm{g_1} + \log \mathrm{u_1} \\ \mathrm{a_{12}} \log \mathrm{b_{12}} + \mathrm{a_{22}} \log \mathrm{b_{22}} + \cdots + \mathrm{a_{n2}} \log \mathrm{b_{n2}} + \mathrm{v_2} \log \mathrm{k_2} + \mathrm{h_2} \log \mathrm{g_2} + \log \mathrm{u_2} \\ \vdots \\ \mathrm{a_{n1}} \log \mathrm{b_{1n}} + \mathrm{a_{2n}} \log \mathrm{b_{2n}} + \cdots + \mathrm{a_{nn}} \log \mathrm{b_{nn}} + \mathrm{v_n} \log \mathrm{k_n} + \mathrm{h_n} \log \mathrm{g_n} + \log \mathrm{u_n} \end{bmatrix} \quad (۱۴)$$

$\mathrm{l_{ij}}$ عناصر ماتریس L است که به‌صورت $\mathbf{[l_{ij}] = L = (I - A')^{-1}}$تعریف می‌شود:

معادله (۱۴) را می‌توان به‌صورت تابع کاب-داگلاس نوشت:

$$\begin{bmatrix} \log \mathrm{q_1} \\ \log \mathrm{q_2} \\ . \\ . \\ . \\ \log \mathrm{q_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathrm{l_{11}} & \mathrm{l_{12}} & \dots & \mathrm{l_{1n}} \\ \mathrm{l_{21}} & \mathrm{l_{22}} & \dots & \mathrm{l_{2n}} \\ & . & & \\ & . & & \\ & . & & \\ \mathrm{l_{n1}} & \mathrm{l_{n2}} & \dots & \mathrm{l_{nn}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \log_{\mathrm{b_{11}}}{}^{\mathrm{a_{11}}\,\mathrm{a_{21}}}_{\mathrm{b_{21}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n1}}}_{\mathrm{b_{n1}}} \mathrm{k_1}^{\mathrm{v_1}} \mathrm{g_1}^{\mathrm{h_1}} \mathrm{u_1} \\ \log_{\mathrm{b_{12}}}{}^{\mathrm{a_{12}}\,\mathrm{a_{22}}}_{\mathrm{b_{22}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n2}}}_{\mathrm{b_{n2}}} \mathrm{k_2}^{\mathrm{v_2}} \mathrm{g_2}^{\mathrm{h_2}} \mathrm{u_2} \\ \vdots \\ \log_{\mathrm{b_{1n}}}{}^{\mathrm{a_{1n}}\,\mathrm{a_{2n}}}_{\mathrm{b_{2n}}} \dots {}^{\mathrm{a_{nn}}}_{\mathrm{b_{nn}}} \mathrm{k}^{\mathrm{v_n}} \mathrm{g_n}^{\mathrm{h_n}} \mathrm{u_n} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \mathrm{q_1} \\ \mathrm{q_2} \\ . \\ . \\ . \\ \mathrm{q_n} \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} \left[\binom{\mathrm{a_{11}}}{\mathrm{b_{11}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n1}}}_{\mathrm{b_{n1}}} \mathrm{k_1}^{\mathrm{v_1}} \mathrm{g_1}^{\mathrm{h_1}} \mathrm{u_1}\right]^{\mathrm{l_{11}}} \binom{\mathrm{a_{12}}}{\mathrm{b_{12}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n2}}}_{\mathrm{b_{n2}}} \mathrm{k_2}^{\mathrm{v_2}} \mathrm{g_2}^{\mathrm{h_2}} \mathrm{u_2}\Big)^{\mathrm{l_{12}}} \dots \binom{\mathrm{a_{1n}}}{\mathrm{b_{1n}}} \dots {}^{\mathrm{a_{nn}}}_{\mathrm{b_{nn}}} \mathrm{k_n}^{\mathrm{v_n}} \mathrm{g_n}^{\mathrm{h_n}} \mathrm{u_n}\Big)^{\mathrm{l_{1n}}}\right] \\ \left[\binom{\mathrm{a_{11}}}{\mathrm{b_{11}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n1}}}_{\mathrm{b_{n1}}} \mathrm{k_1}^{\mathrm{v_1}} \mathrm{g_1}^{\mathrm{h_1}} \mathrm{u_1}\Big)^{\mathrm{l_{21}}} \binom{\mathrm{a_{12}}}{\mathrm{b_{12}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n2}}}_{\mathrm{b_{n2}}} \mathrm{k}^{\mathrm{v_2}} \mathrm{g_2}^{\mathrm{h_2}} \mathrm{u_2}\Big)^{\mathrm{l_{22}}} \dots \binom{\mathrm{a_{1n}}}{\mathrm{b_{1n}}} \dots {}^{\mathrm{a_{nn}}}_{\mathrm{b_{nn}}} \mathrm{k_n}^{\mathrm{v_n}} \mathrm{g_n}^{\mathrm{h_n}} \mathrm{u_n}\Big)^{\mathrm{l_{2n}}}\right] \\ \vdots \\ \left[\binom{\mathrm{a_{11}}}{\mathrm{b_{11}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n1}}}_{\mathrm{b_{n1}}} \mathrm{k_1}^{\mathrm{v_1}} \mathrm{g_1}^{\mathrm{h_1}} \mathrm{u_1}\Big)^{\mathrm{l_{n1}}} \binom{\mathrm{a_{12}}}{\mathrm{b_{12}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n2}}}_{\mathrm{b_{n2}}} \mathrm{k_2}^{\mathrm{v_2}} \mathrm{g_2}^{\mathrm{h_2}} \mathrm{u_2}\Big)^{\mathrm{l_{n2}}} \dots \binom{\mathrm{a_{1n}}}{\mathrm{b_{1n}}} \dots {}^{\mathrm{a_{nn}}}_{\mathrm{b_{nn}}} \mathrm{k_n}^{\mathrm{v_n}}\, \mathrm{g_n}^{\mathrm{h_n}} \mathrm{u_n}\Big)^{\mathrm{l_{nn}}}\right] \end{bmatrix} \quad (۱۵)$$

با معرفی عبارت زیر به‌جای عبارات رابطه (۱۵):

$$\mathrm{d_i} = \binom{\mathrm{a_{11}}}{\mathrm{b_{11}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n1}}}_{\mathrm{b_{n1}}}{}^{\mathrm{l_{i1}}} \cdot \binom{\mathrm{a_{12}}}{\mathrm{b_{12}}} \dots {}^{\mathrm{a_{n2}}}_{\mathrm{b_{n2}}}{}^{\mathrm{l_{i2}}} \dots \binom{\mathrm{a_{1n}}}{\mathrm{b_{1n}}} \dots {}^{\mathrm{a_{nn}}}_{\mathrm{b_{nn}}}{}^{\mathrm{l_{in}}} \quad ،$$

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

$$k_j^{f_{ij}} = (k_j^{v_{ij}})^{l_{ij}} \;\&\; g_j^{t_{ij}} = \left(g_j^{h_j}\right)^{l_{ij}}$$

رابطه (۱۶) حاصل می‌شود:

$$\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ . \\ . \\ . \\ q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 k_1^{f_{11}} k_2^{f_{12}} \dots k_n^{f_{1n}} g_1^{t_{11}} g_2^{t_{12}} \dots g_n^{t_{1n}} u_1^{l_{11}} u_2^{l_{12}} \dots u_n^{l_{1n}} \\ d_2 k_1^{f_{21}} k_2^{f_{22}} \dots k_n^{f_{2n}} g_1^{t_{21}} g_2^{t_{22}} \dots g_n^{t_{2n}} u_1^{l_{21}} u_2^{l_{22}} \dots u_n^{l_{2n}} \\ . \\ . \\ . \\ d_n k_1^{f_{n1}} k_2^{f_{n2}} \dots k^{f_{nn}} g_1^{t_{n1}} g_2^{t_{n2}} .. g_n^{t_{nn}} u_1^{l_{n1}} u_2^{l_{n2}} u_n^{l_{nn}} \end{bmatrix} \quad (۱۶)$$

با توجه به شکل تابع تولید فعالیت‌ها در رابطه (۱۶)، t_{ij}، کشش تولید کل فعالیت i نسبت به گازطبیعی مصرف شده در فعالیت j را نشان می‌دهد. بر این اساس، اگر مصرف گاز طبیعی در فعالیت j یک درصد افزایش یابد، با تولید مواد اولیه موردنیاز در فعالیت j، زمینه تولید t_{ij} درصد کالا در فعالیت i فراهم می‌شود.

براساس تعریف قیمت سایه‌ای، رابطه (۱۷)، قیمت سایه‌ای گاز طبیعی مصرف شده در فعالیت j بر تولید فعالیت i را اندازه می‌گیرد:

$$\left[SP_j^i\right] = \frac{dq_i}{dg_j} P_i = \frac{dq_i}{dg_j} \frac{g_j}{q_i} \frac{q_i}{g_j} P_i = t_{ij} \frac{q_i}{g_j} P_i \quad (۱۷)$$

$\frac{dq_i}{dg_j}$ تغییرات در تولید فعالیت i در اثر یک واحد مصرف گاز طبیعی در فعالیت j را از طریق تولید مواد اولیه مورد نیاز فعالیت i نشان می‌دهد. P_i قیمت نرمال شده محصولات فعالیت i می‌باشد.

با بسط رابطه (۱۷)، قیمت سایه‌ای گاز طبیعی مصرف شده در فعالیت j در تولید فعالیت i، برابر با حاصل‌ضرب t_{ij}، کشش تولید فعالیت i نسبت به گازطبیعی مصرف شده در فعالیت j، $\frac{q_i}{g_j}$، بهره‌وری جزئی گاز طبیعی مصرف شده در فعالیت j در تولید فعالیت i و قیمت نرمال شده تولیدات فعالیت i می‌باشد. با تعمیم رابطه (۱۷) به کلیه فعالیت‌های تولیدی، از آنجایی محصولات تولید شده در فعالیت j کم و بیش می‌توانند در تولید همه فعالیت‌ها مورد استفاده قرار گیرند، با توجه به تعریف قیمت سایه‌ای از دید کلان، قیمت سایه‌ای هر واحد گاز طبیعی مصرف شده در فعالیت j برابر با ارزش همه کالاهایی است که در اثر مصرف گاز طبیعی در فعالیت j زمینه تولید آنها در فعالیت‌های مختلف تولیدی فراهم می‌گردد (رابطه ۱۸):

$$\left[SP_j^g\right] = \sum_{i=1}^{n} t_{ij} \frac{dq_i}{dg_j} P_i \quad (۱۸)$$

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

$$= \sum_{i=1}^{n} t_{ij} d_i {k_1}^{f_{i1}} {k_2}^{f_{i2}} \dots {k_n}^{f_{in}} {g_1}^{t_{i1}} {g_2}^{t_{i2}} \dots {g_j}^{t_{ij}-1} \dots {g_n}^{t_{in}} u_1^{l_{i1}} u_2^{l_{i2}} \dots u_n^{l_{in}} P_i$$

قیمت سایه‌ای گاز طبیعی از دید خردکه بیشترین افزایش در قیمت این حامل انرژی در فعالیت‌های مختلف را نشان می‌دهد، با توجه به سهم صاحبان سرمایه یا مازاد عملیاتی در تولید محاسبه می‌گردد. به‌این ترتیب، با ضرب این سهم در ارزش تولیدات حاصل از مصرف هر واحد گاز طبیعی در هر فعالیت، هر واحد گاز به‌اندازه SP_j^m واحد سود برای سرمایه‌گذار به همراه دارد. به‌عبارت دیگر، سرمایه‌گذار هر واحد (پولی) گاز را حاضر است حداکثر تا SP_j^m واحد بیشتر خریداری کند.

$$\left[SP_j^m\right] = o_j SP_j^i \qquad (۱۹)$$

که o_j سهم مازاد عملیاتی یا سهم صاحب سرمایه در تولیدات فعالیت j را نشان می‌دهد.

۵- تجزیه و تحلیل نتایج

در این پژوهش از جداول مصرف و عرضه داده-ستانده سال ۱۳۹۰ مرکز آمار استفاده شده است (جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰). اطلاعات انرژی هم از ترازنامه انرژی اخذ شده است (ترازنامه انرژی،۱۳۹۰). برای این منظور، با توجه به روابط (۱) تا (۵)، نواحی مختلف جدول متقارن فعالیت در فعالیت، با فرض تکنولوژی بخش محاسبه شده است. به‌منظور اجتناب از حجیم شدن مقاله، با تجمیع فعالیت‌ها، این جدول به جدول ۲۵ فعالیت در ۲۵ فعالیت تبدیل شده است.

براساس نتایج حاصل که در جدول (۱) نشان داده شده است، فعالیت‌های استخراج نفت‌خام و گاز طبیعی، ساخت محصولات شیمیایی/ و عمده فروشی و خرده فروشی با توجه به حجم تولیدات به‌ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم جای گرفته‌اند. در مقابل، فعالیت‌های جمع‌آوری، تصفیه، تأمین آب و خدمات دفع فاضلاب، صنایع کاغذ و انتشارت و سایر خدمات هم به‌ترتیب کم‌ترین تولید کشور را در سال ۱۳۹۰ داشته‌اند.

از طرفی، فعالیت‌های ساخت محصولات شیمیایی تولید، انتقال و توزیع برق و حمل و نقل به‌ترتیب بیشترین مصرف‌کنندگان گاز طبیعی کشور در سال ۱۳۹۰ بوده‌اند. در مقابل، خدمات ساختمان، فعالیت‌های جمع‌آوری، تصفیه، تأمین آب و خدمات دفع فاضلاب/ و سایر معادن به‌ترتیب کم‌ترین مصرف کنندگان گاز طبیعی در این سال بوده‌اند. براساس نتایج این محاسبات، ضریب همبستگی تولیدات فعالیت‌ها با گاز

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

مصرفی آنها تقریباً ۰/۳۹ بوده است که نشان دهنده هم‌سویی پایین مقادیر این دو شاخص است. به‌عبارت دیگر، به‌دلیل تفاوت در شیوه تولید، فعالیت‌هایی که تولیدات بیشتری دارند، الزاما به همان نسبت مصرف‌کننده بیشتر گاز طبیعی نیستند.

جدول ۱. تولید، هزینه و بهره‌وری گاز طبیعی فعالیت‌ها **واحد: میلیارد ریال**

ردیف	عنوان فعالیت	تولید کل	هزینه گاز	بهره‌وری گاز
۱	کشاورزی	۷۱۰۸۲۲	۱۱۲۷	۶۳۱
۲	سایر معادن	۸۶۰۸۴	۷۱	۱۲۱۲
۳	استخراج نفت‌خام و گازطبیعی	۱۷۲۹۴۰۲	۴۱۴	۴۱۸۱
۴	ساخت محصولات غذایی	۵۲۳۱۵۳	۲۴۴۹	۲۱۴
۵	ساخت منسوجات	۱۴۰۹۷۴	۴۳۰	۳۲۸
۶	صنایع کاغذ و انتشارات	۳۳۸۹۶	۲۸۱	۱۲۱
۷	ساخت محصولات شیمیایی	۱۳۳۷۷۰۲	۷۸۷۵۹	۱۷
۸	صنایع کانی غیرفلزی	۱۷۷۶۲۳	۷۶۸۲	۲۳
۹	ساخت فلزات	۵۰۸۷۲۵	۵۴۸۶	۹۳
۱۰	صنایع ماشین آلات	۵۱۵۱۴۷	۸۹۰	۵۷۹
۱۱	سایر صنایع	۱۰۹۹۹۰	۲۳۱	۴۷۶
۱۲	تولید، انتقال و توزیع برق	۱۰۸۱۳۹	۲۵۹۵۲	۴
۱۳	فعالیت‌های تصفیه	۳۳۳۲۶	۶۸	۴۸۸
۱۴	امور مربوط به ساختمان	۸۴۵۸۸۸	۳۲۰	۲۶۴۷
۱۵	عمده‌فروشی و خرده‌فروشی	۱۰۰۳۸۲۸	۳۷۱۵	۲۷۰
۱۶	حمل و نقل	۵۳۶۶۹۷	۸۰۱۷	۶۷
۱۷	ارتباطات	۱۸۰۴۵۵	۴۵۳	۳۹۸
۱۸	هتل و رستوران	۹۹۷۲۳	۶۶۳	۱۵۰
۱۹	بانک و بیمه	۲۲۸۶۰۹	۲۸۲	۸۱۱
۲۰	خدمات ساختمان	۶۲۲۴۲۱	۰	۳۴۳۳۹۶۱
۲۱	فعالیت‌های حرفه‌ای،علمی و فنی	۲۱۴۴۶۳	۸۰۱	۲۶۸
۲۲	خدمات عمومی	۴۰۰۹۲۶	۶۳۸	۶۲۹
۲۳	آموزش	۲۶۱۷۲۶	۶۴۸	۴۰۴
۲۴	بهداشت	۲۵۲۷۴۱	۱۰۹۷	۲۳۰
۲۵	سایر خدمات	۸۴۶۱۴	۷۶۵	۱۱۱

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

شاخص دیگر، بهره‌وری متوسط جزئی گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف تولیدی است که با استفاده از رابطه (۱۷) محاسبه شده است. این شاخص در واقع، عکس شدت مصرف انرژی فعالیت‌های مختلف می‌باشد. براساس یافته‌های تحقیق، فعالیت‌های خدمات ساختمان، استخراج نفت‌خام و گاز طبیعی و امور مربوط به ساختمان به ازای هر واحد هزینه پرداختی برای گازطبیعی، به‌ترتیب بیشترین تولید را داشته‌اند. در مقابل فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع برق، ساخت محصولات شیمیایی و صنایع کانی غیرفلزی به‌ترتیب از بهره‌وری گازطبیعی پایین‌تری برخوردار بوده‌اند. ضریب همبستگی هزینه گاز طبیعی و بهره‌وری آن در فعالیت‌های مختلف، ۰/۰۷- بوده است که حاکی از وجود ارتباط غیرمستقیم بسیار ضعیفی بین این دو متغیر می‌باشد. به‌عبارت دیگر، گاز طبیعی مصرفی فعالیت‌های تولیدی با بهره‌وری گاز طبیعی در آنها ارتباط غیرهمسوی بسیار ضعیفی داشته است.

جدول (۲) قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف از دید کلان (SP_j^g) را با استفاده از رابطه (۱۸) نشان می‌دهد. براساس محاسبات انجام شده، فعالیت‌های صنایع کاغذ و انتشارات، ساخت فلزات و سایر معادن به‌ترتیب از بالاترین قیمت سایه‌ای گاز طبیعی برخوردار بوده‌اند. به‌عبارت دیگر، گاز طبیعی مصرف شده در این فعالیت‌ها به‌ترتیب بیشترین زمینه تولید را در کشور فراهم ساخته‌اند. در مقابل، فعالیت‌های خدمات ساختمان، خدمات عمومی و بهداشت به‌ترتیب با کم‌ترین قیمت سایه‌ای گاز روبرو بوده‌اند. برای ارزیابی گذرا از سیاست‌های مصرف گازطبیعی در فعالیت‌های مختلف تولیدی از دیدگاه کلان، ضریب همبستگی قیمت سایه‌ای گاز طبیعی با مصارف آن محاسبه شده است. مقدار این شاخص ۰/۰۳ بوده است که حاکی از عدم توجه به مسئله زمینه‌سازی برای تولید در تخصیص گاز طبیعی در بین فعالیت‌های تولید می‌باشد.

برای بررسی تفاوت شاخص قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف، با توجه به رابطه (۱۷)، ضریب همبستگی تغییرات کل ناشی از یک واحد مصرف گاز طبیعی در کل اقتصاد (قیمت سایه‌ای گاز طبیعی فعالیت‌ها یا (SP_j^g)) با تغییرات مستقیم ناشی از یک واحد مصرف گاز طبیعی در فعالیت مورد مطالعه (یا SP_j^i) محاسبه شده است. براساس نتایج حاصل، مقدار این شاخص ۰/۵۷ شده است. به‌این ترتیب، قیمت سایه‌ای گاز طبیعی از دید کلان تا حد قابل توجهی بستگی به اهمیت گاز طبیعی در فعالیت مورد مطالعه دارد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

شاخص مورد مطالعه دیگر، بررسی قیمت سایه‌ای گاز طبیعی از دیدگاه خرد است که با استفاده از رابطه (۱۹) محاسبه شده است. براساس نتایج تحقیق در جدول (۲)، فعالیت نفت‌خام و گاز طبیعی، خدمات ساختمان و عمده فروشی و خرده فروشی به‌ترتیب بیشترین منفعت را از مصرف گاز در فعالیت‌های تولیدی کسب می‌کنند. هر ریال گاز طبیعی مصرف شده در تولید نفت‌خام و گاز طبیعی تقریباً ۰/۹۸ ریال سود به همراه دارد. به‌این ترتیب، این فعالیت تا ۹۸ درصد افزایش در قیمت گاز طبیعی سودآور خواهد بود. پس از آن، فعالیت‌های خدمات ساختمان و عمده فروشی و خرده فروشی هستند که به‌ترتیب تا ۹۶ و ۷۷ درصد افزایش در قیمت گاز طبیعی، سودآور خواهند بود. در مقابل فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع برق، ساخت محصولات شیمیایی و آموزش به‌ترتیب با پایین‌ترین قیمت سایه‌ای از دید خرد روبرو هستند. در این بین، به‌دلیل پایین بودن قیمت برق، فعالیت تولید، انتقال و توزیع برق در قیمت فعلی گاز هم زیان می‌دهد که به‌دلیل دولتی بودن، با یارانه‌هایی که از بودجه عمومی تأمین می‌شود به فعالیتش ادامه می‌دهد. این فعالیت با کاهش ۲ درصدی قیمت گاز به نقطه سربه‌سر می‌رسد. اما فعالیت‌های ساخت محصولات شیمیایی و آموزش با اندکی سود همراه می‌باشند که تا ۱۱ درصد افزایش قیمت گاز طبیعی سودآور می‌باشند.

برای ریشه‌یابی نتایج قیمت سایه‌ای گاز طبیعی از دید خرد، با توجه به رابطه (۱۹)، عوامل مؤثر در تعیین قیمت سایه‌ای گاز از دید خرد مورد بررسی قرار می‌گیرد. یکی از این عوامل، سهم سود و منفعت صاحبان سرمایه در تولید فعالیت‌ها (o_j) می‌باشد. ضریب همبستگی این شاخص فعالیت‌ها با قیمت سایه‌ای گاز از دید خرد ۹۸ درصد می‌باشد. به‌این ترتیب، فعالیت‌هایی که سهم سود و منفعت صاحبان سرمایه در تولید آنها بالاتر است، از قیمت سایه‌ای بالاتر گاز هم برخوردار می‌باشند. به‌دلیل اهمیت زیاد این عامل در قیمت سایه‌ای گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف تولیدی، ترتیب فعالیت‌های حایز رتبه برتر این شاخص با ترتیب آنها در قیمت سایه‌ای از دید خرد دقیقا یکسان می‌باشد. همین مسئله در خصوص فعالیت‌های حایز رتبه‌های پایین هم صادق است.

عامل مؤثر دیگر، تأثیر هر واحد گاز مصرفی در تولید فعالیت‌ها (SP_j^i) است. اما همان‌طوری‌که در جدول (۲) نشان داده شده است، به‌دلیل نزدیک بودن این اعداد به یکدیگر، نقش چندانی در قیمت سایه‌ای گاز طبیعی از دید خرد ندارند. ضریب همبستگی این شاخص با قیمت سایه‌ای از دید خرد ۰/۲- بوده است که باوجود ارتباط مستقیم با قیمت سایه‌ای از دیدگاه خرد، به‌دلیل تأثیر بسیار زیاد عامل دیگر که سبب

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

جابجایی مقدار قیمت سایه‌ای شده است، منفی می‌باشد. نکته جالب توجه این که استخراج نفت‌خام و گاز طبیعی و خدمات ساختمان که به لحاظ قیمت سایه‌ای گاز طبیعی، به‌ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند، در این شاخص به‌ترتیب در رتبه‌های ۲۳ و ۲۵ جای دارند.

جدول ۲. قیمت سایه‌ای گازطبیعی در فعالیت‌ها **واحد: ریال**

ردیف	عنوان فعالیت	SP_j^g	SP_j^m	SP_j^i	o_j
۱	کشاورزی	۱/۸۲۲	۰/۶۴	۱/۲۷۰	۰/۵۰
۲	سایر معادن	۲/۹۷۲	۰/۵۷	۱/۰۶۰	۰/۵۴
۳	استخراج نفت‌خام و گازطبیعی	۱/۷۳۴	۰/۹۸	۱/۰۰۲	۰/۹۷
۴	ساخت محصولات غذایی	۱/۴۲۲	۰/۳۱	۱/۱۸۶	۰/۲۶
۵	ساخت منسوجات	۱/۷۲۸	۰/۴۴	۱/۳۱۴	۰/۳۳
۶	صنایع کاغذ و انتشارات	۳/۶۱۵	۰/۴۲	۱/۴۲۶	۰/۳۰
۷	ساخت محصولات شیمیایی	۱/۶۹۵	۰/۱۱	۱/۱۸۶	۰/۰۹
۸	صنایع کانی غیرفلزی	۲/۰۵۸	۰/۴۵	۱/۰۶۲	۰/۴۲
۹	ساخت فلزات	۳/۰۷۴	۰/۴۱	۱/۷۴۹	۰/۲۴
۱۰	صنایع ماشین آلات	۲/۱۵۴	۰/۲۷	۱/۶۷۷	۰/۱۶
۱۱	سایر صنایع	۲/۰۴۴	۰/۵۴	۱/۲۹۸	۰/۴۱
۱۲	تولید، انتقال و توزیع برق	۲/۵۷۳	-۰/۰۲	۱/۱۷۴	-۰/۰۲
۱۳	فعالیت‌های تصفیه	۲/۲۲۲	۰/۳۷	۱/۱۴۴	۰/۳۲
۱۴	امور مربوط به ساختمان	۱/۱۶۵	۰/۲۱	۱/۰۶۸	۰/۲۰
۱۵	عمده فروشی و خرده‌فروشی	۱/۶۵۰	۰/۷۷	۱/۰۳۵	۰/۷۴
۱۶	حمل و نقل	۲/۰۷۸	۰/۶۳	۱/۰۹۷	۰/۵۷
۱۷	ارتباطات	۱/۷۷۵	۰/۴۲	۱/۳۵۴	۰/۳۱
۱۸	هتل و رستوران	۱/۳۴۴	۰/۵۴	۱/۰۰۲	۰/۵۴
۱۹	بانک و بیمه	۲/۲۵۷	۰/۴۴	۱/۱۶۸	۰/۳۷
۲۰	خدمات ساختمان	۱/۰۰۲	۰/۹۶	۱/۰۰۰	۰/۹۶
۲۱	فعالیت‌های حرفه‌ای،علمی و فنی	۲/۳۴۸	۰/۶۷	۱/۰۷۸	۰/۶۳
۲۲	خدمات عمومی	۱/۰۳۱	۰/۲۰	۱/۰۱۳	۰/۲۰
۲۳	آموزش	۱/۰۶۷	۰/۱۱	۱/۰۰۴	۰/۱۱
۲۴	بهداشت	۱/۰۴۲	۰/۲۵	۱/۰۱۶	۰/۲۵
۲۵	سایر خدمات	۱/۲۹۳	۰/۵۳	۱/۰۲۱	۰/۵۱

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

قیمت سایه‌ای گاز طبیعی به تفکیک فعالیت‌های مختلف تولیدی از دو دید خرد و کلان مورد بررسی قرار گرفته است. قیمت سایه‌ای از دیدگاه خرد عبارت از مقدار سودی است که بنگاه یا فعالیت در یک قیمت معین کسب می‌کند. اما قیمت سایه‌ای از دیدگاه کلان اقتصادی، برابر با افزایش در ارزش تولیداتی است که با مصرف یک واحد از منبع تولیدی در همه فعالیت‌های تولیدی کشور پدید می‌آید. با این تعاریف، روابط محاسبه قیمت سایه‌ای گاز طبیعی از دیدگاه خرد و کلان ارایه شده است.

تولیدات کالا و مصارف گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف محاسبه شده است. ضریب همبستگی این دو شاخص در فعالیت‌های مختلف ۰/۳۹ بوده است که حاکی از عدم ارتباط قوی بین این دو شاخص به‌دلیل تفاوت نقش گاز طبیعی در تولیدات این فعالیت‌ها می‌باشد. بهره‌وری گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف و ارتباط آن با میزان مصرف گاز طبیعی در فعالیت‌های مختلف هم مورد بررسی قرار گرفته است. براساس نتایج تحقیق، به‌دلیل تفاوت در تولیدات فعالیت‌های مختلف با یکدیگر، ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مصارف گاز طبیعی فعالیت‌ها با بهره‌وری آنها وجود ندارد.

قیمت سایه‌ای گاز طبیعی فعالیت‌ها از دید کلان مورد مطالعه قرار گرفته است. قیمت سایه‌ای فعالیت‌ها از دید کلان تا حد قابل ملاحظه‌ای به تغییرات در تولیدات فعالیت‌ها در اثر تغییرات در مصرف گاز طبیعی آنها وابسته است. با این حال، ضریب همبستگی مصرف گاز طبیعی با قیمت سایه‌ای آن در فعالیت‌های مختلف ۰/۰۳ بوده است که حاکی از عدم توجه به قیمت سایه‌ای در تخصیص گاز طبیعی به فعالیت‌ها می‌باشد.

قیمت سایه‌ای گاز طبیعی از دیدگاه خرد هم موضوع دیگر مورد مطالعه بوده است. مقدار این قیمت تا حد بسیار زیادی تابع سهم منفعت بنگاه‌های موجود در فعالیت‌ها در هزینه تولیدات آنها وابسته است. این امر سبب شده است تا ضریب همبستگی قیمت سایه‌ای فعالیت‌ها با نسبت تغییرات در تولیدات فعالیت‌ها به تغییرات در مصرف گازطبیعی آنها که ارتباط مستقیمی با یکدیگر دارند، ۰/۲- گردد. براساس این شاخص، فقط فعالیت تولید، انتقال و توزیع برق با قیمت‌های جاری گاز طبیعی قادر به فعالیت

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

نیست، مابقی فعالیت‌ها از ۱۱ تا ۹۸ افزایش در قیمت این حامل انرژی سودآور می‌باشند.

منابع

اسماعیل‌نیا، علی‌اصغر (۱۳۸۹). تعیین قیمت گاز صادراتی ایران براساس قیمت سایه با رویکرد برنامه‌ریزی خطی، فصلنامه علوم اقتصادی، ۳(۱): ۴۰-۱۱.

آقایی، مجید (۱۳۹۵). بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی به تفکیک حامل‌های مختلف انرژی و بخش‌های مختلف اقتصادی: کاربردی از آزمون کرانه‌ای ARDL. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۱۲(۴۹): ۱۶۱-۱۰۳.

ترازنامه انرژی (۱۳۹۰). دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، معاونت امور برق و انرژی. وزارت نیرو.

تهامی‌پور زرندی، مرتضی و یزدانی، سعید (۱۳۹۵). نقش ابزارهای اقتصادی در مدیریت یکپارچه منابع آب: مطالعه موردی نظام قیمت‌گذاری آب آبیاری در حوضه‌های آبریز غرب ایران، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۷(۳): ۵۵۶-۵۴۵.

جدول داده- ستانده سال ۱۳۹۰، مرکز آمار ایران، https://www.amar.org.ir

جوان، افشین؛ محمدی، تیمور؛ غنیمی فرد، حجت‌الله و تکلیف، عاطفه (۱۳۹۵) قیمت بهینه گاز طبیعی در ایران و مقایسه آن با افزایش قیمت ناشی از هدفمند کردن یارانه‌ها: رویکرد داده‌های تابلویی پویا بهینه رمزی - بواتو، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۲(۴۸): ۹۱-۶۳.

منظور داوود، رضایی حسین (۱۳۹۰). محاسبه قیمت سایه‌ای انرژی الکتریکی در بازار برق ایران، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۲(۶): ۱۷۲- ۱۵۵.

گلستانی، شهرام؛ هاتفی، مجید و جلالی ام‌البنین (۱۳۹۲). قیمت سایه‌ای و مسیر قیمت GECF براساس راه حل رقابتی و رهبری قیمت، مجله اقتصاد منابع طبیعی، ۲(۳): ۴۰-۲۲.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

Angulo, A., Atwi, M., Barberán, R. & Mur, J. (2014). "Economic analysis of the water demand in the hotels and restaurants sector: Shadow prices and elasticities". Water Resources Research, 50: 6577-6591.

Boussemart, J.-P., Leleu, H. & Shen, Z. (2017). "Worldwide carbon shadow prices during 1990–2011". Energy Policy, 109©: 288.296.

Hashemlou, B., Masaeli, A., Sadeghi, H., Nasseri, A. & Hajian, M. (2015). "Determination of Shadow Price of Iran Electricity Market Using the Fuzzy Electricity Generation Planning". Current World Environment, 10 (1):8-76.

Khademvatani, A. Gordon, D. (2007). Energy Shadow Value as a Marginal Economic Measure of Energy Efficiency: An Intuitive and Theoretical Perspecyive. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/e61c/a511a26d39b4d79b56a5f67027f7069263db.pdf

Lai, P., Du, M., Wang, B. & Chen, Z. (2016). "Assessment and Decomposition of Total Factor Energy Efficiency: An Evidence Based on Energy Shadow Price in China". Sustainability, 8(408): 1-23. doi:10.3390/su8050408

Liu, X., Chen, X. & Wang, S. (2009). "Evaluating and Predicting Shadow Prices of Water Resources in China and its Nine Major River Basins". Water Resources Manage, 23(8): 1467-1478.

Sharify, N. (2016). "Shadow Prices of Energy in Economic Sectors of Iran". The 24th International Input-Output Conference, Seoul, Korea, July 4-8.

Sharify, N. (2018). "A Nonlinear Supply-Driven Input- Output Model". Prague Economic Papers, 27(4), Pages 494-502.

Shen, X. and Lin, B. (2017). "The Shadow Prices and Demand Elasticities of Agricultural Water in China: A StoNED-Based Analysis". Resources, Conservation, and Recycling, 127(21-28).

Sharzehi, G. & Molaei, M. (2008). "Derivation of Shadow Price for CO2 Gas Emission Using Distance Function Approach". Iranian Economic Review, 13(21): 123-135.

Slade, M. (1992). Do Market Underprice Natural-Resource Commodities? The World Bank Working Papers. Series 0962.

Thompson, R. G. & Singleton, F. D. (1985). "Shadow Price Principles Applied to Regulated Pricing of Natural Gas". Annals of Operations Research, 2: 285-316.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

Tamaki, T., Shin, K. J., Nakamura, H., Fujii, H. & Managi, S. 2018. "Shadow Prices and Production Inefficiency of Mineral Resources," Economic Analysis and Policy, 57(C): 111-121.

Wang, Y., Lai, K., Chen, F., Li, Z. & Hu, C. (2019). "Shadow Price Based Co-Ordination Methods of Microgrids and Battery Swapping Stations". Applied Energy, 253(1): 113510, doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113510

Yang, J., Sheng, P. & Shackman, J. (2015). "Energy's Shadow Price and Energy Efficiency in China: A Non-Parametric Input Distance Function Analysis, Energies, 8(3): 1975-1989.

Yang, Z. (2019). "The Shadow Price of Nitrogen : A Dynamic Analysis of Nitrogen-Induced Soil Acidification in China". China Agricultural Economic Review, 11(3): 489-506.

Xie, H., Yu, Y., Wang, W. & Liu, Y. (2017). "The Sustainability of Non-Fossil Energy, Potential Carbon Emission Reduction and Energy Shadow Prices in China". Energy Policy, 107: 63-71.

Zhou, N., Wu, Q., Hu, X., Xu, D. & Wang, X. (2020). "Evaluation of Chinese Natural Gas Investment Along the Belt and Road Initiative Using Super Slacks-Based Measurement of Efficiency Method". Resources Policy, 67: 101668,

doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101668

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]

Estimating Shadow Price of Natural Gas in Productive Activities of the Iranian Economy: An Input-Output Analysis

Nooraddin Sharify[1*], Mehdi Jamgohary[2]

1. Department of Economics, University of Mazandaran, nsharify@umz.ac.ir

2. Master of Economics from University of Mazandaran, mehdi.jamgohary@yahoo.com

Received: 2020/03/02 Accepted: 2021/02/27

Abstract

Natural gas plays a key role in Iran's economy and using its shadow price in allocating it to different sectors can lead to optimal use of this resource. This study uses a non-linear input-output model to estimate the shadow price of natural gas in different economic sectors in Iran. The study uses values of the input-output table constructed by the Statistics Center of Iran for the year 2011. Using the non-linear input-output model allows us to simultaneously specify the shadow price of gas in different productive activities. In addition, the model can specify different values for shadow prices of different units of gas consumed by the same activity. The simultaneity of these two features distinguishes the present study from previous ones conducted in the country. According to our research, the shadow price of gas in productive activities is dependent on the change in outputs stemming from changes in natural gas consumption. However, the shadow price of gas is often neglected in allocating natural gas to different activities. Except for the production, transmission, and distribution of electricity, the use of natural gas in other activities is profitable with an 11 to 98 percent increase in gas prices.

JEL Classification: C02, C67, Q34, Q47

Keywords: Input-Output Analysis, Natural Gas, Shadow Price, Iran

*. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-06]