فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال بیستم / شماره ۸۰/ بهار ۱۴۰۳ / صفحات ۶۱-۳۳

ارزیابی سیاست افزایش قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی

ساجد کاشفی

گروه علوم اقتصادی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاداسلامی، تهران،ایران، sajed.kashefi@iau.ac.ir

آزاده محرابیان[1] (نویسنده مسئول)

گروه علوم اقتصادی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران،

azadehmehrabian@iau.ac.ir

رویا سیفی پور

،گروه علوم اقتصادی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران، roy.seyfipour@iau.ac.ir

علی اکبر خسروی نژاد

گروه علوم اقتصادی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران،

ali.khosravinejad@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۶

چکیده

هدف مقاله حاضر ارزیابی سیاست افزایش قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی است. برای این منظور از مدل اجرای سیاست تفاضل در تفاضل (DID) بر اساس داده‌های سالانه (۱۴۰۰-۱۳۹۰) شرکت‌های گروه آزمایش فولادی (کد ۱۵ با ISIC: ۲۷۳۱) که در سال ۱۳۹۷ متحمل افزایش قیمت ۱۰۰ درصدی تعرفه گاز شده‌اند در مقابل شرکت‌های گروه کنترل فلزات اساسی (کد ۸ با ISIC: ۲۷۲۳) که نرخ تعرفه قیمت گاز در این شرکتها ثابت باقی مانده است می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، تفاضل اثر اجرای سیاست (σ) برای شرکت‌های عضو گروه آزمایش و کنترل منفی و برابر با ۸/۴۹- می‌باشد که نشان از عدم موفقیت اثر اجرای سیاست افزایش تعرفه قیمت گاز در سال ۱۳۹۷ در شرکت‌های فولادی می‌باشد و بعبارتی افزایش تعرفه قیمت گاز در شرکت‌های فولادی به کاهش شدت مصرف انرژی این شرکت‌ها منتج نشده است. به نظر می‌رسد، بخش‌های فولادی که شدت انرژی‌بری در آن‌ها بیش از سایر بخش‌هاست، با افزایش یکبارهٔ قیمت حامل‌های انرژی به سطح قیمت‌های مرزی، زمان کافی را برای بهبود شیوه تولید خود و مقابله با پیامدهای منفی افزایش قیمت‌ها را نداشته است. لذا با انتخاب دورهٔ زمانی بیشتر برای افزایش قیمت‌ها و افزایش تدریجی قیمت، زمان و منابع لازم برای رویارویی با پیامدهای منفی افزایش قیمت‌ها می‌توانست به دست آید.

طبقه‌بندی JEL: O۲۳, E۴۳, G۲۱.

کلیدواژه‌ها: قیمت گاز، مصرف انرژی، شرکت‌های فولادی، شرکت‌های فلزات اساسی، مدل اجرای سیاست تفاضل در تفاضل.

---

[1] نویسنده مسئول

۱- مقدمه

انرژی به عنوان یک عامل تولید مهم، می‌تواند نقش مؤثری در رشد و توسعهٔ اقتصادی ایفا کند، تحلیل نحوهٔ تأثیر تصمیمات و سیاست‌گذاری‌های مربوط به بخش انرژی، می‌تواند نقش مهمی بر سایر بخش‌ها و عوامل اقتصادی داشته باشد. یکی از سیاست‌گذاری‌های انجام شده در بخش انرژی، قیمت انواع حامل‌های انرژی از جمله، نفت، گاز، برق و غیره از طرف دولت است (تاجودن و همکاران[1]، ۲۰۲۱). قیمت پایین انرژی موجب شده که تولیدکنندگان، مصرف بهینهٔ آن را رعایت نکنند و طبیعی است که با ادامهٔ چنین جریانی و امکان دسترسی به قیمت پایین اینگونه سوخت‌ها، دیگر تولیدکننده نیازی به بهره‌گیری از فن‌آوری نوین و کاهش دهندهٔ انرژی را در خود احساس ننماید. در نتیجهٔ با افت شدید بهره‌وری، امکان رقابت تولیدات در بازارهای جهانی از دست خواهد رفت. لذا برای تأمین مصرف فزایندهٔ انرژی به سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری کارآمد در بخش انرژی نیاز می‌باشد (ژنگ و همکاران[2]، ۲۰۲۱).

آزادسازی قیمت‌ها وضعیتی است که قیمت کالاها و خدمات با استفاده از عرضه و تقاضا تعیین می‌شود و این سیاست می‌تواند به عنوان اهرم آگاه‌کننده و هشدار دهنده به مصرف‌کنندگان از افزایش هزینه‌های غیر ضرور جلوگیری کرده و در مورد تولیدکنندگان به صورت مشوق تولید و تخصیص کارای منابع عمل نماید (خی و همکاران[3]، ۲۰۲۰). طبق ترازنامه انرژی سال ۹۹ و گزارش آژانس بین‌المللی انرژی (۲۰۲۱)، سرانه مصرف انرژی در ایران ۲/۰۵ تن معادل نفت خام به ازای هر نفر بوده که ۷۴ درصد از میانگین جهانی و ۱۷ درصد از میانگین خاورمیانه بیشتر است. همچنین شدت مصرف انرژی ایران براساس برابری قدرت خرید، بیش از دو برابر میانگین جهانی است و حتی از میانگین خاورمیانه نیز ۶۶ درصد بالاتر است. میزان شدت مصرف انرژی در تمام بخش‌های کشور بخصوص بخش خانگی و تولید بسیار زیاد است و با توسعه پایدار، سازگاری و هماهنگی ندارد. اگر این روند رشد مصرف انرژی در بخش‌های تولیدی کشور ادامه یابد و مدیریت صحیحی در خصوص توزیع و مصرف انرژی در کشور صورت نپذیرد، در آینده‌ای نزدیک با مشکلات زیادی مواجه خواهیم شد. توجه به آمار مصرف حامل‌های

1. Ibrahim A. Tajudeen
2. Xuemei Zheng et al
3. Fangming Xie Li et al

انرژی در کشور بیان‌کننده آن است که میزان تقاضا از عرضه اغلب این حامل‌ها پیشی گرفته و همین مسئله زمینه ایجاد فشار اقتصادی به کشور را فراهم نموده است. در این زمینه فارغ از مسائل توسعه‌ای در زمینه حامل‌های انرژی نظیر برق، گاز طبیعی، بنزین و غیره به منظور تولید بیشتر، میزان مصرف انرژی در کشور بسیار بیشتر از سرانه‌های مصرف در دنیا می‌باشد. به معنای دیگر در سمت تقاضا، فرصت‌های بسیاری برای کاهش میزان مصرف نهفته است که حرکت به سوی این مسئله با کلید واژه افزایش بهره‌وری و کاهش شدت انرژی نیاز روز اقتصاد کشور به حساب می‌آید.

در سال ۲۰۲۰، هر ۱۰۰۰ دلار از تولید ناخالص ملی در ایران نیاز به مصرف انرژی معادل ۲۵۱ کیلوگرم نفت دارد. این در حالیست که در دنیا به صورت میانگین هر ۱۰۰۰ دلار از تولید ناخالص هر کشور تنها به انرژی معادل ۱۱۴ کیلوگرم نفت نیاز می‌باشد. بررسی‌های دقیق آمار مرتبط با شاخص انرژی، مشخص کننده این امر است که کشور ما در بین سایر کشورهای جهان رتبه ششم از آخر را دارد و از شرایط مطلوبی در این حوزه برخوردار نیست (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۰). به استناد گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در ارتباط با دلایل بالا بودن شاخص شدت انرژی در کشور، صنایع سنگین انرژی‌بر با فناوری فرسوده یا قدیمی و روش‌های تولید منسوخ در کنار سهم اندک استفاده از فناوری‌های پیشرفته از جمله دلایل مهم عدم محقق اسناد بالادستی درخصوص کاهش شاخص شدت انرژی به حساب می‌آید. گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس اضافه می‌کند، بعضی صنایع ذاتاً انرژی بر هستند، ولی بخشی از آنها مانند صنعت فولاد و آلومینیوم از فناوری قدیمی رنج می‌برند و بخشی نیز زنجیره ارزش را رها کرده‌اند.

بررسی تجربه کشور در مسئله کاهش شاخص شدت انرژی و همچنین رجوع به تجربیات جهانی این حوزه بیانگر آن است که دولت برای تحقق اسناد بالادستی از ابزار کافی برخوردار نیست. در همین رابطه یکی از مهمترین ابزارها برای مدیریت صنایع در حوزه بهینه‌سازی مصرف، استفاده از سازوکار تعرفه انرژی در بخش صنایع است. بر این اساس، شیوه کنونی نظام تعرفه‌گذاری مبنی بر ارائه یارانه انرژی به مشترکان صنعتی و قیمت ناچیز حامل‌هایی نظیر گاز طبیعی سبب شده تا صنایع کشور هیچ انگیزه‌ای برای حرکت به سمت استفاده از فناوری‌های نوین به منظور کاهش مصرف انرژی نداشته

باشند. لذا سیاست افزایش تعرفه گاز طبیعی از جمله سیاست‌هایی است که با هدف کاهش شدت انرژی همواره مد نظر قرار گرفته است.

بررسی سهم حامل‌های مختلف انرژی در بخش صنعت، معدن و پتروشیمی، طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ نشان می‌دهد که سهم گاز طبیعی در سبد انرژی این بخش از ۶۵ درصد در سال ۱۳۹۰ به ۸۳ درصد در سال ۱۳۹۷ رسیده است. سهم برق در سبد انرژی این بخش تقریبا ثابت بوده و حدودا ۱۴ درصد بوده است و سهم فرآورده‌های نفتی مانند نفت گاز و نفت کوره از حدود ۲۵ درصد به حدود ۶ درصد کاهش یافته است. بنابراین در حال حاضر گاز طبیعی یکی از حامل‌های عمده انرژی در سبد انرژی مصرفی صنعت، معدن و پتروشیمی کشور است. میزان یارانه پنهان گاز طبیعی در بخش صنعت، معدن و پتروشیمی حدود ۲/۵ میلیارد دلار و میزان یارانه پنهان برق در این بخش (با کسر میزان برق تولیدی توسط نیروگاه‌های اختصاصی واحدهای صنعتی، معدنی و پتروشیمی) حدود ۳/۴ میلیارد دلار است. بنابراین در سال ۱۳۹۷ میزان یارانه پنهان انرژی در کل بخش صنعت، معدن و پتروشیمی کشور، حدود ۵/۹ میلیارد دلار می‌باشد.

باتوجه به مباحث ارائه‌شده؛ هدف مقاله حاضر بررسی تأثیرات افزایش تعرفه قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی در شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی با استفاده از برآوردگر تفاضل در تفاضل می‌باشد. مدل‌های اجرای سیاست گونه‌ای از مدل‌ها هستند که می‌توانند تأثیر اجرای سیاست را در گروه‌های آزمایش در مقابل گروه‌های کنترل نشان دهند. در این مطالعه گروه‌های آزمایش شامل شرکت‌های فولادی که متحمل افزایش قیمت ۱۰۰ درصدی در سال ۱۳۹۷ شده‌اند، در مقابل گروه‌های کنترل که شامل شرکت‌های فلزات اساسی می‌شوند و نرخ تعرفه صنایع در این شرکت‌ها ثابت باقی مانده می‌شود و با استفاده از برآوردگر تفاضل در تفاضل که می‌تواند تأثیر اجرای سیاست افزایش تعرفه قیمت گاز را برای دوره‌های قبل و بعد از اجرای سیاست در گروه آزمایش در مقابل گروه کنترل نشان دهد، مورد مطالعه قرار گرفته و بررسی می‌شود که افزایش تعرفه قیمت گاز در شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی تا چه میزان توانسته بر شدت مصرف انرژی این گروه شرکت‌ها اثرگذار باشد. در این راستا ساختار مقاله به این صورت تنظیم شده است که در بخش دوم مبانی نظری شامل تئوری‌های مطرح و نتایج مطالعات تجربی صورت‌گرفته

در ارتباط با موضوع ارائه شده است. در بخش سوم مدل، روش تحقیق و آزمون‌های مورد استفاده بیان شده است. بخش چهارم نیز به نتایج آزمون‌ها و برآورد مدل اختصاص‌یافته است و در نهایت در بخش پنجم خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

۲- مبانی نظری موضوع و پیشینه تحقیق

افزون بر موجودی سرمایه فیزیکی، نیروی انسانی و مواد خام، دانش و افکار جدید نیز سبب شکوفایی فعالیت‌های اقتصادی می‌شود و رشد بخش‌های مختلف اقتصادی هر کشور تابعی از رشد بهره‌وری کل عوامل می‌باشد. بنابراین بهبود بهره‌وری به‌عنوان یکی از نیروهای محرکه توسعه، یک عامل کلیدی است که جامعه را قادر به ایجاد ارزش افزوده می‌نماید. این ارزش افزوده از طریق ترکیب بهینه منابع در اختیار دانش و مهارت‌های انسانی، فناوری تجهیزات، مواد خام، انرژی، سرمایه و خدمات میانی به‌دست می‌آید و در نتیجه افزایش و رشد بهره‌وری منجر به رقابت‌پذیر شدن فعالیت‌های اقتصادی بخش‌های مختلف در بازارهای جهانی می‌شود. رشد بخش صنعت و به‌دنبال آن سایر بخش‌های اقتصادی، سبب افزایش اشتغال، تولید و درآمد خواهد شد. رشد بهره‌وری کل عوامل موجب کاهش هزینه‌های تولید و افزایش قدرت رقابت تولیدکننده در بازار می‌شود (ژنگ و همکاران، ۲۰۲۱). زیرا رشد بهره‌وری عوامل تولید سبب کاهش سطوح قیمت‌ها و در نتیجه کاهش هزینه متوسط تولید کالا و خدمات در بازار و افزایش میزان سودآوری محصولات در واحدهای تولیدی خواهد شد. پیامد چنین تحولی، تأثیری چشم‌گیری بر افزایش تقاضا به دنبال دارد. از همه مهم‌تر توان رقابتی فعالیت‌های اقتصادی در بازارهای خارجی افزایش خواهد یافت و در نتیجه حجم سرمایه‌گذاری‌ها و استفاده از ابداعات و فن‌آوری‌های جدید افزایش می‌یابد که این خود عامل موثر در رشد بهره‌وری برای مراحل بعدی خواهد شد (امینی علیرضا، ۱۳۸۱ صص: ۴۷-۶۹). بنابر تئوری‌های تولید، رشد تولید از دو طریق تحقق می‌یابد. در روش اول افزایش تولید با به‌کارگیری عوامل تولیدی بیشتر با ثابت بودن تکنولوژی حاصل می‌شود. در روش دوم، سهم اصلی و عمده در افزایش تولید با به‌کارگیری روش‌های پیشرفته و کارآمد تولید با بهره‌وری بالا تامین می‌شود (تان و همکاران[1]، ۲۰۱۱) که این

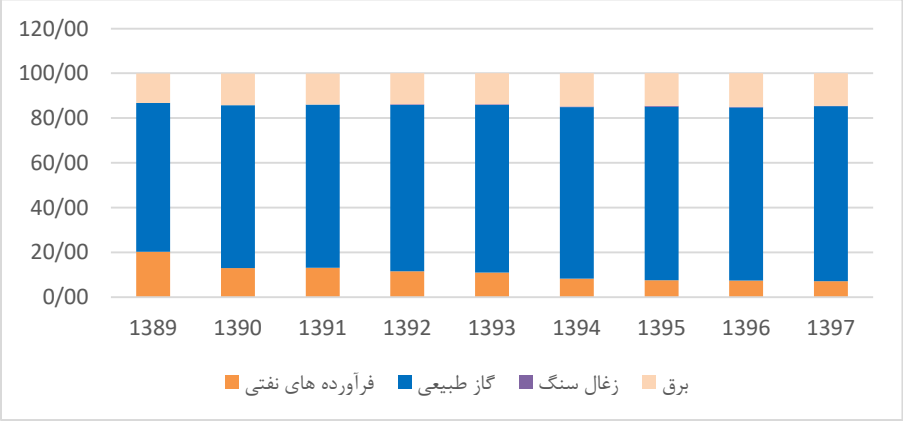
1. Tan et al

راه بهبود کارایی[1] را در برمی‌گیرد. امروزه در کشورهای توسعه‌یافته، ارتقای بهره‌وری به‌عنوان یکی از منابع مهم بهبود درآمد سرانه، تامین رشد اقتصادی و افزایش رقابت‌پذیری بنگاه‌ها موردتوجه قرارگرفته است. در ادبیات توسعه اقتصادی، دستیابی به بهینه پارتو در بخش تولید و مصرف اهمیت ویژه‌ای دارد. این مفهوم حالتی از تخصیص منابع است که در آن امکان بهبود وضعیت یک بنگاه یا مصرف کننده بدون تضعیف وضعیت بنگاه یا مصرف کننده دیگر وجود ندارد. دستیابی به این شرایط، بیان کننده الگوی تخصیص بهینه منابع در اقتصاد است. اگر تخصیص اقتصادی در سیستمی دارای کارائی پارتو نیست، یک پتانسیل و عامل بالقوه‌ای برای بهبود پارتو و یک افزایش در کارایی از طریق تخصیص مجدد وجود دارد (شائو و همکاران[2]، ۲۰۱۹). از این‌رو، سنجش کارایی به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین متغیرهای ارزیابی عملکرد، به محققان کمک می‌کند که براساس آن، میزان انحراف نسبت به شرایط بهینه پارتو را مورد سنجش قرار دهند. سنجش این متغیر در بخش صنعت کشورها به‌عنوان یکی از بخش‌های مولد اقتصاد ایران اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا همواره ادعا می‌شود که به رغم حمایت‌های گسترده توسط دولت‌ها، این بخش با ناکارایی قابل توجهی همراه بوده است. علاوه بر این، بخش صنعت، در پرتو ارتباطات پیشین و پسین قوی با بخش‌های دیگر، نقش مهمی در رشد تولید و بهره‌وری سایر بخش‌های اقتصادی دارد. بخش صنعت از یک طرف، از محصولات تولیدی سایر بخش‌ها همچون نهاده واسطه استفاده می‌کند و رشد تولید این بخش به رشد تولید آن بخش‌ها کمک خواهد کرد. از طرف دیگر، بخش صنعت کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای مورد نیاز سایر بخش‌ها را تولید می‌کند که از این طریق نیز ممکن است به رشد تولید و بهره‌وری آنها کمک نماید. اگر پیشرفت فنی در بخش صنعت تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای رخ دهد، ماشین‌آلات و تجهیزات کاراتر تولید خواهد شد که به افزایش بهره‌وری در بخش‌های استفاده‌کننده از این امکانات سرمایه‌ای منجر می‌شود. بنابراین، ارتقای بهره‌وری در بخش صنعت هم به رشد تولید خود این بخش و هم به رشد تولید و بهره‌وری سایر بخش‌ها کمک خواهد نمود (لین و لیو[3]، ۲۰۱۱).

1. Efficiency
2. Shao et al
3. Lin and Liu

۲-۱- شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی

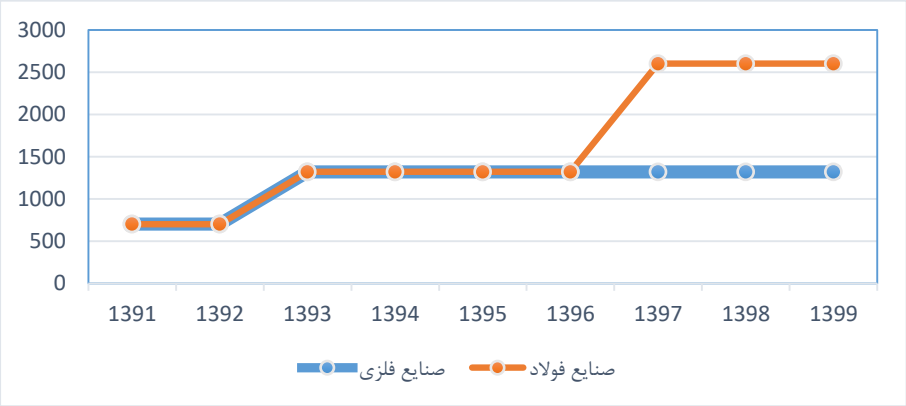
گاز طبیعی به‌عنوان یکی از حامل‌های انرژی، سهم بالایی را در سبد انرژی مصرفی بخش صنعت و معدن به خود اختصاص داده است. در میان زیربخش‌های مختلف صنعت و معدن بر اساس کدهای آیسیک، تولید کانی‌های غیرفلزی (مانند صنایع سیمان، کاشی و سرامیک و شیشه)، تولید فلزات اساسی (مانند فولاد، آلومینیم و مس)، زغال سنگ، کک و پالایشگاه‌ها و تولید مواد شیمیایی و پتروشیمی عمده‌ترین صنایع مصرف‌کننده انرژی در کشور هستند. براساس آخرین آمار ترازنامه هیدروکربوری کشور در سال ۱۳۹۷، حدود ۸۰ درصد از انرژی مصرفی در بخش صنعت، معدن و پتروشیمی مربوط به گاز طبیعی، حدود ۱۳ درصد مربوط به برق و ۷ درصد نیز مربوط به سایر فرآورده‌های نفتی است. همچنین براساس همین آمار، توزیع مصرف انرژی گاز طبیعی در بخش‌های مختلف صنعت شامل: سوخت صنایع پتروشیمی، صنایع فولاد، کارخانجات سیمان و سایر واحدهای صنعتی کشور به‌صورت نمودار زیر است. سوخت صنایع پتروشیمی ۲۲ درصد، صنایع فولاد ۱۹ درصد، کارخانجات سیمان ۱۳ درصد و سایر صنایع ۴۶ درصد مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت، معدن و پتروشیمی را به خود اختصاص داده‌اند.



نمودار ۱. سهم حامل‌های مختلف انرژی در سبد انرژی مصرفی بخش صنعت، معدن و پتروشیمی کشور

مأخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۷

براساس برآوردهای صورت گرفته و آمار ارائه شده از سوی وزارت نفت و وزارت نیرو، در سال ۱۳۹۷، میزان کل مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت (بدون در نظر گرفتن خوراک واحدهای پتروشیمی)، ۵۵/۱ میلیارد مترمکعب و میزان کل مصرف برق ۸۷/۴ میلیارد کیلووات ساعت بوده است. همچنین مطابق نمودار ۲، تعرفه گاز مصرفی واحدهای فولادی در نیمه دوم سال ۱۳۹۷ از ۱۳۲۰ ریال به ۲۶۰۰ ریال افزایش یافت و تعرفه سایر صنایع از جمله صنعت فلزات اساسی تقریبا ثابت (۱۳۲۰ ریال) باقی‌مانده است. بنابراین با توجه به سهم حدود ۵۰ درصدی فولاد در مصرف گاز طبیعی کل بخش، متوسط تعرفه گاز مصرفی برای کل بخش صنعت، معدن و پتروشیمی کشور در سال ۱۳۹۷ حدود ۲۶۰۰ ریال در نظر گرفته شده است.



نمودار ۲. متوسط قیمت گاز طبیعی مصرف کنندگان صنعتی در سال‌های ۱۳۹۹ – ۱۳۹۰

مأخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۷ و شرکت ملی گاز (۱۳۹۹)

بنابراین همانطوریکه در قسمت مقدمه اشاره‌گردید، در مطالعه حاضر گروه‌های آزمایش شامل شرکت‌های فولادی که متحمل افزایش قیمت ۱۰۰ درصدی در سال ۱۳۹۷ شده‌اند، در مقابل گروه‌های کنترل که شامل شرکت‌های فلزات اساسی می‌شوند که نرخ تعرفه صنایع در این شرکت‌ها ثابت باقی مانده می‌شود و با استفاده از برآوردگر تفاضل در تفاضل که می‌تواند تأثیر اجرای سیاست افزایش تعرفه قیمت گاز را برای دوره‌های قبل و بعد از اجرای سیاست در گروه آزمایش در مقابل گروه کنترل نشان دهد مورد مطالعه قرار گرفته و بررسی می‌شود که افزایش تعرفه قیمت گاز در شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی تا چه میزان توانسته بر شدت مصرف انرژی این گروه شرکت‌ها اثرگذار باشد.

۲-۲- استخراج تابع شدت مصرف انرژی

برای استخراج شدت مصرف انرژی و عامل‌های موثر بر آن الگوی تجربی تحقیق به شکل زیر معرفی می‌گردد: با تعریف شدت مصرف انرژی به‌صورت میزان محصول تولید شده به وسیله نهاده‌های به‌کار رفته در سیستم تولیدی، سهم بهره‌وری عوامل تولید مشخص می‌گردد. به این منظور، با اصلاحاتی از مدل پراکاش و بالاکریشنان[1] (۲۰۰۵ و ۲۰۰۷) استفاده می‌شود (اوهن و همکاران[2]، ۲۰۱۷). اگر L_i اشتغال بخش نیروی کار i و X_i هم ستانده کل بخش i باشد، P_i بهره‌وری عوامل تولید به شکل $P_i = \frac{X_i}{L_i}$ تعریف می‌شود. به این ترتیب:

$$X_i = P_i.L_i \qquad (۱)$$

خواهد بود. در این صورت، دیفرانسیل جزئی رابطه (۱) به صورت زیر در می‌آید:

$$\Delta X_i = \Delta P_i.L_i + \Delta L_i.P_i + \Delta P_i.\Delta L_i \qquad (۲)$$

ΔX_i تغییرات در ستانده کل، ΔP_i تغییرات در بهره‌وری عوامل تولید i و ΔL_i هم تغییرات در اشتغال بخش i را نشان می‌دهد. با تقسیم رابطه (۲) بر رابطه (۱)، رابطه (۳) حاصل می‌شود:

$$\Delta X_i / X_i = \left\{ \Delta P_i / P_i + \Delta L_i / L_i + (\Delta P_i / P_i).(\Delta L_i / L_i) \right\} \qquad (۳)$$

هریک از کسرهای رابطه (۳)، رشد عبارت مربوطه را نشان می‌دهد. به این ترتیب، تغییرات در ستانده کل بخش‌ها شامل تغییرات در بهره‌وری ناخالص و یا تغییرات در شدت مصرف انرژی (بافرض ثابت بودن سطح اشتغال)، تغییرات در اشتغال (با فرض ثابت بودن سطح بهره‌وری) و بالاخره تغییرات همزمان بهره‌وری ناخالص و اشتغال می‌باشد. رابطه اخیر می‌تواند به صورت رابطه (۴) خلاصه شود:

$$G_{X_i} = G_{P_i} + G_{L_i} + G_{P_i} \cdot G_{L_i} \qquad (۴)$$

1. Prakash & Balakrishnan
2. Ohene-Asare et al

به این ترتیب، هر یک از عبارات G_{L_i}، G_{P_i} و G_{X_i} به ترتیب نرخ رشد اشتغال نیروی کار، شدت مصرف انرژی عوامل تولید و ستانده کل بخش‌ها را نشان می‌دهند. با تقسیم رابطه (۴) بر G_{X_i}، سهم رشد هریک از عوامل در رشد ستانده کل تعیین می‌شود (شائو و همکاران[1]، ۲۰۱۹).

$$\left\{ G_{P_i} \big/ G_{X_i} \right\} + \left\{ G_{L_i} \big/ G_{X_i} \right\} + \left\{ \left(G_{P_i} \cdot G_{L_i} \right) \big/ G_{X_i} \right\} = 1 \qquad (۵)$$

با تعمیم روابط فوق به کل بخش‌ها، شکل ماتریسی این روابط به دست می‌آید. با این حال، بخشی از تغییرات در ارزش تولیدات بخش‌ها در دوره‌های مختلف به تغییرات در قیمت فرآورده‌ها برمی‌گردد. با مقایسه جدول‌های به قیمت ثابت، به جای جدول‌های به قیمت جاری، امکان کنار گذاشتن تغییرات در قیمت فرآورده‌ها در مقایسه ارزش تولیدات بخش‌ها در دو دوره متفاوت فراهم می‌شود. به منظور تعمیم روابط بهره‌وری بخش‌ها به کل اقتصاد، از رابطه اساسی داده-ستانده استفاده می‌شود (یانگ[2]، ۲۰۱۵):

$$X = (I - A)^{-1} F \qquad (۶)$$

(X) بردار ستونی شدت مصرف انرژی به تفکیک بخش‌ها، A ماتریس ضرایب فنی و F بردار تقاضای نهایی به تفکیک بخش‌ها می‌باشد. اشتغال نیروی کار متناظر با ستانده (X) عبارتست از:

$$L = \hat{l}.X \qquad (۷)$$

(L) بردار ستونی اشتغال بخش‌ها و $\hat{l}$ ماتریس قطری ضرایب مستقیم اشتغال را نشان می‌دهد. $l_i = \frac{L_i}{X_i}$ نشان دهنده نیروی کار مورد نیاز به ازای هر واحد تولید در بخش‌ها می‌باشد. با جایگزینی رابطه (۶) در رابطه (۷)، رابطه (۸) حاصل می‌شود:

$$L = \hat{l}(I - A)^{-1} F \qquad (۸)$$

برحسب تعریف، شدت مصرف انرژی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = \hat{L}^{-1} X \qquad (۹)$$

1 . Shao et al
2 . Yang

بردار ستونی P که P_i ، درایه‌های آن به صورت ($P_i = \frac{X_i}{L_i}$) تعریف می‌شود، نشان دهنده شدت مصرف انرژی عوامل در بخش i است. یک مقایسه ساده نشان می‌دهد که P_i و l_i عکس یکدیگر می‌باشند. با تعمیم رابطه (۴)، شکل ماتریسی شدت مصرف انرژی عوامل تولید، اشتغال نیروی کار و تولید به ترتیب به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$G_P = \Delta P.\hat{P}^{-1} \quad (۱۰)$$

$$G_L = \Delta L.\hat{L}^{-1} \quad (۱۱)$$

$$G_X = \Delta X.\hat{X}^{-1} \quad (۱۲)$$

(ΔP) بردار افقی تغییر در بهره‌وری ناخالص بخش‌ها، $\hat{P}^{-1}$ معکوس ماتریس قطری از سطوح اولیه بهره‌وری ناخالص بخش‌ها، ΔL بردار افقی تغییر در اشتغال، $\hat{L}^{-1}$ معکوس ماتریس قطری سطوح اشتغال بخش‌ها، ΔX بردار افقی تغییر در شدت مصرف انرژی و $\hat{X}^{-1}$ معکوس ماتریس قطری سطوح اولیه تولید را نشان می‌دهد. همچنین درایه‌های بردارهای سطری G_p، G_L و G_X به ترتیب، رشد بهره‌وری ناخالص، رشد نیروی کار و رشد شدت مصرف انرژی بخش‌ها می‌باشند.

با تعمیم رابطه (۵)، سهم تغییرات هریک از عوامل نیروی کار و بهره‌وری ناخالص در رشد شدت مصرف انرژی بخش‌ها قابل محاسبه می‌باشد.

$$(\hat{G}_P).(\hat{G}_X)^{-1} + (\hat{G}_L).(\hat{G}_X)^{-1} + (\hat{G}_P.\hat{G}_L).(\hat{G}_X)^{-1} = I \quad (۱۳)$$

که در آن I ماتریس واحد و $\hat{G}_P, \hat{G}_L$ و $\hat{G}_X$ به ترتیب ماتریس قطری بردارهای G_L، G_P و G_X می‌باشند. برای مقایسه سهم عامل انسانی در تغییرات بهره‌وری ناخالص این عامل، لازم است تا شرایط بخش‌ها در دوره‌های متفاوت برابر گردند. لذا شدت مصرف انرژی را به عامل تکنولوژیکی، عامل فیزیکی (سرمایه ناخالص) و عامل انسانی نسبت می‌دهند که در یک تقسیم‌بندی کلی‌تر به عامل تکنولوژیکی و عامل انسانی مربوط می‌شود که عامل انسانی به نوبه خود تابع عواملی چون سرمایه فیزیکی، سرمایه

انسانی، میزان مصرف انرژی در بخش تولید برق و امثال آن می‌باشد. به این ترتیب، تغییرات بهره‌وری ناخالص به تغییرات تکنولوژی و تغییرات عامل انسانی (شامل؛ سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی، میزان شدت مصرف انرژی) تفکیک می‌شود:

$$\Delta P = \Delta T + \Delta H \Rightarrow \Delta H = \Delta P - \Delta T \quad (۱۴)$$

برای محاسبه تغییرات بهره‌وری نیروی انسانی (ΔH)، لازم است تا تغییرات بهره‌وری ناشی از تکنولوژی (ΔT) محاسبه گردد. با ثابت گرفتن تقاضای نهایی؛ تغییرات ستانده در اثر تغییرات تکنولوژی به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$X_t = \left(I - A_t\right)^{-1} F_t \quad (۱۵)$$

$$X_{t-1} = \left(I - A_{t-1}\right)^{-1} F_t \quad (۱۶)$$

(t وt-1) به ترتیب نشان دهنده دوره‌های جاری و قبلی می‌باشند. تفاضل شدت مصرف انرژی حاصل از رابطه (۱۶) از رابطه (۱۵)، تغییرات شدت مصرف انرژی ناشی از تغییر در تکنولوژی را نشان می‌دهد. به این ترتیب، رابطه (۱۷) تغییرات شدت مصرف انرژی ناشی از تغییرات تکنولوژی را نشان می‌دهد (بکیر و همکاران[1]، ۲۰۰۲):

$$\Delta X^* = \left(I - A_t\right)^{-1} F_t - \left(I - A_{t-1}\right)^{-1} F_t \quad (۱۷)$$

$$\Delta T = \hat{L}^{-1} \times \Delta X^* \quad (۱۸)$$

ΔX^* تغییرات در شدت مصرف انرژی در اثر تغییرات در تکنولوژی را نشان می‌دهد. با محاسبه تغییرات شدت مصرف انرژی ناشی از تغییرات تکنولوژی و جایگذاری آن در رابطه (۱۴)، تغییرات در بهره‌وری عامل انسانی شامل سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی، میزان ارزش افزوده انرژی حاصل می‌شود.

۲-۳- پیشینه تحقیق

گائو و همکاران[2] (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی در عصر اینترنت: شواهد تجربی از خانوارهای چینی با استفاده از مدل معادلات ساختاری

1. Becker and Ichino
2. Ji Guo et al

براساس داده‌های بررسی مصرف انرژی خانوار پرداختند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، درک سیاست‌های صرفه‌جویی در انرژی، مصرف انرژی خانوارهای چینی را به میزان قابل توجهی افزایش داده است. علاوه بر این، مناطق مختلف و انواع مختلف خانوارها با عوامل متفاوتی بر مصرف انرژی مواجه هستند. با اشاره به ویژگی‌های خانوارهای چینی، این مقاله علت احتمالی این نتیجه‌گیری‌ها را موردبحث قرار می‌دهد، که برای دولت چین برای تدوین سیاست‌های هدفمند صرفه‌جویی انرژی از اهمیت زیادی برخوردار است و مرجعی برای سایر کشورها فراهم می‌کند.

نوسکایا و همکاران[1] (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری انرژی ملی کشور روسیه پرداختند. هدف این مطالعه توسعه و به‌کارگیری یک رویکرد روش‌شناختی جامع برای ارزیابی تأثیر عوامل کلیدی بر کارایی انرژی در کشورهای مختلف است. این‌رویکرد از روش‌های تحلیل عاملی برای شناسایی همبستگی بین شاخص‌ها و عوامل بهره‌وری انرژی استفاده می‌کند. یافته‌های این مطالعه مدلی را برای ارزیابی کارایی انرژی ارائه می‌کند که تجزیه‌وتحلیل عمیق‌تر و جامع‌تری از تأثیر چندعاملی تجربه‌شده توسط اقتصادهای ملی در حوزه‌ها و حوزه‌های مختلف بهره‌وری انرژی را ممکن می‌سازد.

یوسف و بوقیانگ[2] (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی چشم‌انداز، آینده و تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر مصرف انرژی در بنگلادش: دیدگاه‌های اقتصادی و سیاستی از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۲۰ می‌پردازند. هدف این مطالعه بررسی رابطه بین سهم مصرف گاز، شدت انرژی، سهم ساختار اقتصادی، سرانه ارزش ناخالص داخلی و جمعیت در سطح بخشی از سال ۱۹۹۴ تا سال ۲۰۲۰ است. این مطالعه عوامل را به دو روش تجزیه‌وتحلیل می‌کند: اول، این مطالعه از روش تجزیه بین عوامل کلیدی استفاده می‌کند. روش دوم، بر اساس تغییرات تجمیع و بخشی، نسبت تجزیه هر بخش برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر فعالیت اقتصادی عامل اصلی افزایش مصرف گاز است که طی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۲۰ به میزان ۱۵/۱۱ کرور تروکون در میلیون (Mtoe/crore Tk) افزایش یافته است. روند شدت انرژی به میزان ۱۴/۸۷ (Mtoe/crore Tk) کاهش یافت، که نشان‌دهنده نقش ضروری در بهره‌وری مصرف گاز طبیعی برای

1. Nevskaya et al
2. Yousaf and Boqiang

تولید و اقتصاد است. سهم ساختار اقتصادی کاهش رکورد ۵۲/۷۹ (Mtoe/crore Tk) را در طول وضعیت COVID-19 ایجاد کرد. درحالی‌که افزایش قابل توجهی در مصرف گاز تا سال ۲۰۱۳ مشاهده شد که می‌توانست تحت تغییرات تجزیه قابل توجه باشد. شاخص بخشی حداکثر جداسازی ضعیفی را ارائه می‌کند که در آن تغییر شکاف فناوری صرفه‌جویی در انرژی در بخش‌های قدرت، نیروی محبوس، صنعت، بخش چای، گاز طبیعی فشرده و کود یافت شد.

ژنگ و همکاران[1] (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیرات قیمت‌گذاری تفاضلی قیمت برق چین بر بهره‌وری صنایع پرمصرف انرژی از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۷ می‌پردازد و بررسی می‌کند که چگونه سیاست قیمت‌گذاری تفاضلی برق[2] (DEP) بر فاکتور بهره‌وری کل صنایع پرمصرف انرژی[3] (TFP) از طریق روش‌های (LP) و (OP) در چین تأثیر می‌گذارد. این مقاله اثرات سیاست تفاضل در تفاضل را از طریق روش تطبیق نمره تمایل و تفاوت در اختلافات[4] (PSM) بررسی می‌کند. نتایج حاکی از تأثیر منفی قابل توجه سیاست قیمت‌گذاری تفاضلی برق، مدتی پس از اجرای این سیاست می‌باشد. این یافته را می‌توان با افزایش سریع هزینه‌های فناوری‌های و صرفه‌جویی در انرژی که طی مدت کوتاهی در شرکت‌ها رخ داده، توضیح داد. علاوه بر این، برآورد اثرات حاشیه‌ای پویا نشان می‌دهد که در سال‌های بعد از اجرای سیاست، این اثرات مثبت شده که بدان معناست؛ نقشی که سیاست قیمت‌گذاری تفاضلی برق بازی می‌کند، از افزایش هزینه‌ها به تحریک بهبود فناوری برای صنایع پر مصرف انرژی منتقل شده است. بر اساس این یافته‌ها، محققان پیامدهای مهم سیاستی را برای طراحی بهتر مکانیسم‌های بهبود بهره‌وری در چین ارائه می‌دهند.

تاجودن و همکاران[5] (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی محرک‌های اساسی بهره‌وری انرژی در کل اقتصاد و پاسخ‌های نامتقارن قیمت انرژی با استفاده از یک مدل پنل پویا که توسط آرلانو و باند (۱۹۹۱) و برآوردگر GMM تخمین‌زده شده، می‌پردازند. این بررسی برای ۳۲ کشور OECD نشان داد که هیچ یک از این سه روش منجر به یک

1 . Xuemei Zheng et al
2. Differential electricity pricing
3. The productivity factor of all energy-intensive industries
4. Propensity score matching
5. Ibrahim A. Tajudeen

رتبه‌بندی ثابت بین برآورد بهره‌وری انرژی و شدت انرژی نمی‌شود. نتایج این انتقادات را تایید می‌کند که شدت انرژی نماینده خوبی برای بهره‌وری انرژی نیست. رگرسیون داده‌های پنل با استفاده از برآورد بهره‌وری انرژی از سه روش، شباهت‌هایی را در تأثیرات محرک‌ها (از جمله قیمت انرژی، ورودی مستقیم خارجی، باز بودن تجارت، رشد جمعیت، دما و غیره) بر بازده انرژی نشان می‌دهد. اگرچه نتایج پاسخ نامتقارن قیمت تخمین‌های بهره‌وری انرژی، اثرات اندکی متفاوت دارد، اما شواهد ناچیزی از اثرات نامتقارن قیمت کل انرژی وجود دارد. بنابراین، استفاده از قیمت‌های ویژه انرژی و همچنین اجازه دادن به تأثیرات قیمت نامتقارن در تحلیل عوامل بهره‌وری انرژی، در تدوین سیاست‌های انرژی مناسب و آموزنده است.

خی و همکاران[1] (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه غیر خطی بین انتقال مصرف انرژی و بهره‌وری کل عوامل سبز: دیدگاهی در مسیرهای مختلف فناوری در ۲۷ کشور عضو اتحادیه اروپا با استفاده از روش (GML)، پرداختند. در این مقاله رابطه غیرخطی بین انتقال مصرف انرژی و بهره‌وری کل عوامل سبز با استفاده از مدل‌های رگرسیون آستانه پنل تجزیه‌وتحلیل می‌شود و نتایج تجربی نشان می‌دهد که (i) رابطه بین انتقال مصرف انرژی و بهره‌وری کل عوامل سبز از نوع "N" معکوس است. این نشان می‌دهد که درجه انتقال انرژی مصرفی در بهره‌وری کل عوامل سبز تأثیر مثبتی خواهد داشت. (ii) توسعه فن‌آوری‌های نوظهور می‌تواند به بهره‌وری کل عوامل سبز کمک کند تا در انتقال مصرف انرژی افزایش یابد. (III) بهبود بهره‌وری فن‌آوری‌های موجود باعث بهبود بهره‌وری کل عوامل سبز در انتقال مصرف انرژی نمی‌شود. نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌های اصلی این مقاله عبارتند از: (i) اگرچه انتقال مصرف انرژی «سبز» است، اما همیشه تأثیر مثبتی بر بهره‌وری کل عوامل سبز ندارد و حتی گاهی اوقات روی بهره‌وری کل عوامل سبز نیز تأثیر منفی دارد. (ii) در زمینه انتقال مصرف انرژی، دولت‌ها باید توجه بیشتری به فن‌آوری‌های نوظهور که مبتنی بر سوخت فسیلی نیستند، داشته باشند.

کاظم‌زاده و همکاران[2] (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای بررسی کردند که آیا پیچیدگی اقتصادی باعث افزایش شدت انرژی می‌شود؟ برای این منظور، این تحقیق پیچیدگی

1 . Fangming Xie Li et al
2. Kazemzadeh et al

اقتصادی شدت انرژی[1] (EI) را از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ با استفاده از مدل‌های همگرایی کلوپ و رگرسیون چندک پانل[2] (PQR) بررسی کرده است. نتایج همگرایی مدل نشان داد که از ۶۲ کشور، ۴۲ کشور از نظر شدت انرژی در طول دوره همگرا شدند. سپس با استفاده از مدل PQR، عوامل تعیین‌کننده EI شامل؛ پیچیدگی اقتصادی، شهرنشینی، باز بودن تجارت، تولید صنعتی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، قیمت نفت و رشد اقتصادی برای این ۴۲ کشور مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه مدل PQR تایید کرد که پیچیدگی اقتصادی یک رابطه U شکل معکوس با EI دارد. شهرنشینی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و فزاینده‌ای بر EI دارند. علاوه بر این، باز بودن تجارت به طور مثبت عمدتاً در چندک‌های ۱۰ و ۲۵ بر EI تأثیر می‌گذارد. از سوی دیگر، رشد اقتصادی اثر کاهشی بر EI دارد. علاوه بر این، صنعتی شدن و قیمت نفت می‌تواند EI را به‌ویژه در چندک ۹۰ کاهش دهد. با توجه به اثر معکوس پیچیدگی انرژی بر شدت انرژی، که در آن چندک‌های پایین‌تر و بالاتر منفی هستند، توصیه می‌شود که سیاست‌گذاران باید با کاهش سطوح متوسط، جهش را از سطوح پایین‌تر پیچیدگی اقتصادی به سطوح بالاتر ارتقا دهند. سیاستگذاران همچنین باید آگاه باشند که ترویج انتشار پیچیدگی اقتصادی، انتشار گازهای مضر را نیز کاهش می‌دهد.

خوشکلام خسروشاهی و دادفر (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به تحلیل عاملی تقاضای انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران با تاکید بر صنایع کارخانه‌ای انرژی‌بر (دوره ۱۳۹۷-۱۳۸۵) و بکارگیری روش‌های تجزیه شاخص لاسپیرز، دیویژیا و فیشر پرداختند. نتایج تحلیل عاملی نشان می‌دهند که مصرف انرژی همه صنایع در دوره مورد بررسی افزایش یافته و این یافته‌ها توسط آمارهای واقعی مصرف انرژی تایید می‌شود. همچنین نتایج حاکی است که اصلی‌ترین عامل موثر در افزایش مصرف انرژی صنایع (بصورت سال به سال و یا در کل دوره) مربوط به عامل اثر فعالیت است و سایر عوامل بعضاً تأثیر افزایشی و عمدتاً تأثیر کاهشی در مصرف انرژی داشته‌اند. یافته‌ها حاکی از نقش حداکثری اثر شدت انرژی در کاهش مصرف انرژی صنایع (از جمله صنایع انرژی‌بر) بوده و نقش مثبت اثر ساختاری در افزایش مصرف انرژی در قیاس با اثر فعالیت، بسیار ناچیز است.

1. Energy intensity
2. Panel quantile regression

مرادی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به تحلیل تأثیر نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی بر شدت انرژی در ایران با بکارگیری مدل خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی (ARDL) در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۵۲ پرداختند. نتایج برآورد نشان می‌دهد که افزایش یک درصدی در شاخص نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی در سال‌جاری، سال دوم و سال سوم تأثیر مثبت و معناداری بر شدت انرژی دارد و این تأثیر مثبت به ترتیب برابر با ۰/۱۲، ۰/۱۱ و ۰/۰۶ درصد است. درواقع، با افزایش نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی، بنگاه‌ها برای مدیریت انرژی نمی‌توانند برنامه‌ریزی کنند چون اساسا برنامه تولید آنها برای دوره‌های بلندمدت و میان مدت با نااطمینانی مواجه است. نتایج تحقیق نشان داد که نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی مستقیما در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر مثبت و معناداری بر شدت مصرف انرژی دارد. از طرفی اثرات غیرمستقیم نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی از کانال نرخ تورم، کسری بودجه و رشد اقتصادی بر شدت مصرف انرژی منفی است و این اثرات منفی با وجود نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی تشدید می‌شود. پس کاهش شدت مصرف انرژی از طریق کنترل تورم، کسری بودجه و تقویت رشد اقتصادی بیشتر مقدور است. به خاطر اینکه تأثیرگذاری این متغیرها بر شدت مصرف انرژی بیشتر از اثرات نااطمینانی اقتصاد کلان بر شدت مصرف انرژی است.

دریکوند و عسگری (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به برآورد اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت قیمت برق بر تقاضای برق خانگی در استان‌های ایران بر اساس روش پنل ARDL در دوره زمانی۱۳۷۰ تا ۱۳۹۳ می‌پردازند. نتایج حاصل از برازش مدل نشان می‌دهد کشش شوک قیمتی در کوتاه‌مدت (۰/۰۶-) و در بلندمدت کشش قیمتی (۲/۳۸-) است. همچنین کشش روند قیمتی در کوتاه‌مدت (۵/۳۹-) و در بلندمدت (۵۲/۴۰-) است. علاوه بر این یافته‌ها نشان می‌دهد همواره مصرف دوره پیشین بر مصرف برق دوره جاری تأثیر مثبت و معناداری دارد، به‌طوری که یک واحد افزایش در مصرف برق در دوره گذشته، باعث افزایش ۰/۳۲ واحدی مصرف برق در دوره جاری می‌شود. قیمت گاز به‌عنوان یک کالای جانشین نیز اثر مثبت و معناداری بر مصرف برق بخش خانگی در همان دوره دارد، ضریب متغیر قیمت برق (روند) اثر منفی و معناداری بر مصرف برق دوره جاری در بخش خانگی دارد. بدین معنا که با افزایش این متغیر به میزان یک واحد در هر دوره، مصرف برق بخش خانگی به میزان ۵۰/۵۶ واحد در همان دوره کاهش خواهد یافت.

تحصیلی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به برآورد و پیش‌بینی تقاضای گازوییل در بخش حمل‌ونقل با استفاده از روش PLSR و بررسی میزان آثار متغیرها (یارانه گازوییل، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی) در بخش حمل ونقل پرداخته‌اند. خلاصه یافته‌ها در این مطالعه، بیان می‌دارد، تولید ناخالص داخلی، جمعیت، نرخ شهرنشینی ویارانه گازوییل اثر مثبت و معنی داری بر روی تقاضای گازوییل در بخش حمل نقل دارد، نتایج نشان می‌دهد که نرخ شهرنشینی بیشترین و یارانه انرژی کمترین اثر را دارا می‌باشد. همچنین برآورد تابع تقاضای گازوییل در بخش حمل ونقل و پیش‌بینی آن در سال ۱۴۰۰ بیانگر آن است که میزان تقاضای گازوییل به طور متوسط ۵/۲ درصد در سال رشد خواهد داشت.

با توجه به اینکه در مطالعات انجام‌شده پیشین، مسئله تحقیق حاضر به شکل مستقیم موردبررسی قرار نگرفته است، مطالعه حاضر در راستای این مطالعات و به شکل تکمیلی و با در نظرگرفتن شاخص‌های نیروی کار، سرمایه، دارایی‌های ثابت کل، ارزش افزوده بخش صنعت بر شدت مصرف انرژی با بهره‌گیری از رهیافت تفاضل در تفاضل می‌پردازد که نتایج مطالعه پیش‌رو می‌تواند ما را در روشن شدن میزان موفقیت و یا شکست تأثیرات افزایش تعرفه قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی یاری نماید که به‌تفصیل به تجزیه‌وتحلیل نتایج خواهیم پرداخت.

۳- ساختار مدل و داده‌ها

هدف این مطالعه با پیروی از مطالعه ژنگ و همکاران[1] (۲۰۲۱)، ارزیابی سیاست افزایش قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی است. در این مطالعه اثر افزایش تعرفه قیمت گاز که در سال ۱۳۹۷ برای بخش صنعت و برخی صنایع اجرا گردید، بعنوان شرکت‌های گروه آزمایش (شرکت‌های فولاد امیرکبیر کاشان، فولاد آلیاژی ایران، فولاد خوزستان، فولاد کاوه جنوب کیش، فولاد کاویان، فولاد مبارکه اصفهان، فولادخراسان، ذوب آهن اصفهان، سر. توکا فولاد و گل گهر)، در مقابل شرکت‌های گروه کنترل شامل شرکت‌های فلزات اساسی شامل:

1 . Xuemei Zheng et al

آلومتک، آلومراد، تجهیزات سدید، فرآوری مواد معدنی، کالسیمین، گروه صنعتی سدید، نورد آلومینیوم، نورد قطعات فولادی، ملی سرب و روی و ملی صنایع مس ایران) قرار می‌گیرد و با استفاده از برآوردگر تفاضل در تفاضل[1] تأثیر اجرای سیاست در هر دو گروه از شرکت‌های آزمایش و کنترل برای دوره‌های قبل و بعد از اجرای سیاست بررسی می‌شود، تا میزان موفقیت و یا شکست تأثیرات افزایش تعرفه قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی مشخص شود. در این بخش می‌خواهیم اثر یک برنامه یا یک سیاست اجرا شده را بر مقدار متغیر وابسته Y_i ارزیابی کنیم؛ معادله رگرسیونی برای بدست آوردن امید ریاضی (میانگین) متغیر وابسته برای چهار حالت، پیش و پس از اجرای سیاست در هر گروه کنترل وآزمایش به صورت زیر قابل ارائه می‌باشد:

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \gamma t_i + \delta(T_i, t_i) + \upsilon_i \qquad *$$

$$E(Y_i \mid T_i = 1, t_i = 0) = \alpha + \beta \qquad (۱۹)$$

$$E(Y_i \mid T_i = 1, t_i = 1) = \alpha + \beta + \gamma + \delta \qquad (۲۰)$$

$$E(Y_i \mid T_i = 0, t_i = 0) = \alpha \qquad (۲۱)$$

$$E(Y_i \mid T_i = 0, t_i = 1) = \alpha + \gamma \qquad (۲۲)$$

برای شرکت‌های گروه آزمایش[2] شامل شرکت‌های فولادی مطالعه؛ Ti=1 و برای شرکت‌های گروه کنترل شامل شرکت‌های فلزات اساسی مطالعه؛ Ti=0 تعریف می‌شود. همچنین برای سال‌های قبل از اجرای سیاست $t_i=0$ و برای سال‌های بعد از اجرای سیاست $t_i=1$ داده می‌شود. $\bar{Y}_1^T, \bar{Y}_0^T$ میانگین Y_i مربوط به گروه آزمایش دوره پیش و بعد از اجرای سیاست مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین $\bar{Y}_1^c, \bar{Y}_0^c$ مربوط به شرکت‌های گروه کنترل دوره پیش و بعد از اجرای سیاست می‌باشد. معادله (۲۳) امید ریاضی میانگین متغیر وابسته را برای شرکت‌های عضو گروه آزمایش (اجرای سیاست) در دوره قبل از اجرای سیاست (سال ۱۳۹۷) نشان می‌دهد. معادله (۲۴) امید ریاضی میانگین متغیر وابسته را برای شرکت‌های گروه آزمایش در دوره زمانی بعد از اجرای سیاست را نشان می‌دهد. معادله (۲۱) امید ریاضی میانگین متغیر وابسته را برای

1. Difference in Differences
2 . treatment

شرکت‌های گروه کنترل در دوره قبل از اجرای سیاست (سال ۱۳۹۷) نشان می‌دهد و معادله (۲۲) امید ریاضی میانگین متغیر وابسته را برای شرکت‌های گروه کنترل در دوره بعد از اجرای سیاست نشان می‌دهد. برای اینکه روش تفاضل در تفاضل بتواند یک تخمین مطمئن از معادله را نتیجه دهد، باید فرض بر این باشد که تفاضل روند دو گروه آزمایش و کنترل در طول زمان افزایش یا کاهش پیدا نکند. با توجه به فروض بالا، معادله تفاضل در تفاضل برای محاسبه تخمین زن بدون تورش برای (σ)، یافتن ($\hat{\sigma}$) به شکل رابطه (۲۳) می‌باشد.

(۲۳)

$$E(\hat{\delta}_{DID}) = (E[\bar{Y}_1^T] - E[\bar{Y}_0^T]) - (E[\bar{Y}_1^C] - E[\bar{Y}_0^C]) = \{[\alpha+\beta+\gamma+\delta] - [\alpha+\beta]\} - \{[\alpha+\gamma] - [\alpha]\} = \delta$$

$$\hat{\delta}_{DID} = (\bar{Y}_1^T - \bar{Y}_0^T) - (\bar{Y}_1^C - \bar{Y}_0^C) \qquad **$$

در قالب رگرسیون تعریف شده در معادله (۲۳) عبارت (**) را می‌توان به شکل زیر نشان داد.

(۲۴)

$$E(\hat{\delta}_{DID}) = \{E(Y_i \mid T_i = 1, t_i = 1) - E(Y_i \mid T_i = 1, t_i = 0)\} - \{E(Y_i \mid T_i = 0, t_i = 1) - E(Y_i \mid T_i = 0, t_i = 0)\} = \delta$$

برآوردگر حداقل مربعات معمولی $\hat{\sigma}$ یک تخمین زن بدون تورش برای σ می‌باشد که بیانگر میانگین اثر تفاضل برای دو گروه آزمایش و کنترل برای قبل و بعد از اجرای سیاست افزایش تعرفه قیمت گاز می‌باشد که در صورت مثبت بودن این اثر (σ)، موفقیت اجرای سیاست در شرکت‌های گروه آزمایش را می‌توان نتیجه گرفت. بعد از محاسبه میانگین اثر تفاضل برای گروه کنترل و آزمایش و نشان دادن تحلیل قابل اعتماد می‌توان با طراحی مدل پیشنهادی تأثیر هریک از متغیرهای اصلی مطالعه را برای شدت مصرف انرژی در قالب مدل سنجی DID نشان داد:

(۲۵)

$$IEC = \alpha_i + Treatment_i \times Time_i \times Y + Treatment_i \times Time_i \times L + Treatment_i \times Time_i \times K + Treatment_i \times Time_i \times I + Treatment_i \times Time_i \times SIZE$$

در معادله‌های طراحی شده بالا $Treatment_i \in \{0, 1\}$: برای گروه آزمایش یعنی شرکت‌های فولادی شامل؛ فولاد امیرکبیر کاشان، فولاد آلیاژی ایران، فولاد خوزستان، فولاد کاوه جنوب کیش، فولاد کاویان، فولاد مبارکه اصفهان، فولادخراسان، ذوب آهن اصفهان، سر. توکا فولاد و گل گهر، عدد یک و برای گروه کنترل یعنی شرکت‌های فلزات اساسی مطالعه شامل؛ آلومتک، آلومراد، تجهیزات سدید، فرآوری مواد معدنی، کالسیمین، گروه صنعتی سدید، نورد آلومینیوم، نورد قطعات فولادی، ملی سرب و روی و ملی صنایع مس ایران عدد صفر در نظر گرفته می‌شود، $Time_i \in \{0, 1\}$: که براساس سال‌های قبل از اجرای سیاست یعنی ۱۳۹۷ عدد صفر و برای سال‌های بعد از اجرای سیاست یعنی ۱۳۹۷ عدد یک وارد می‌شود.

IEC: شدت مصرف انرژی، L: لگاریتم ورودی نیروی کار، K: لگاریتم ورودی سرمایه؛ دارایی‌های ثابت کل، I: لگاریتم سرمایه‌گذاری در زمان t، Y: لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت و SIZE: اندازه شرکت، لگاریتم کل دارایی‌های شرکت است. برای مدلسازی از داده‌های سالانه شرکت‌های فولادی و فلزات اساسی طی دوره زمانی ۱۴۰۰-۱۳۹۰ استفاده می‌شود. مأخذ داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق تراز نامه انرژی، دادهای اطلاعاتی شرکت ملی گاز و گزارشات شرکت پخش فراورده‌های نفتی و سایت کدال بورس می‌باشد.

۴- نتایج تجربی تحقیق

۴-۱- بررسی آماره‌های توصیفی

مطابق نتایج جدول (۱)، میانگین شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی و فلزات اساسی برابر با ۰/۸۱ می‌باشد. همچنین حداکثر این مقدار برابر با ۱/۷۸ برای شرکت فولاد مبارکه اصفهان و کمترین آن برابر با ۰/۲۳ برای شرکت آلومتک می‌باشد. میانگین قیمت گاز برای شرکت‌های فولادی و فلزات اساسی برابر با ۱۳۷۸۰ریال می‌باشد. همچنین حداکثر این مقدار برابر با ۲۶۰۰۰ ریال برای شرکت‌های فولادی و کمترین آن برابر با ۷۰۰۰ ریال برای شرکت‌های فلزات اساسی می‌باشد. همچنین سایر شاخص‌های آماری مطالعه در جدول یک قابل مشاهده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

نام و تعداد متغیرها		شاخص‌های مرکزی		شاخص‌های پراکندگی		
نام	نماد	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
شدت مصرف انرژی	IEC	۰,۸۱۷۴۱۸	۰,۵۳۱۹۴۹	۱,۷۸۵۶۶۸	۰,۲۳۶۵۳۲	۰,۳۶۵۳۲۲
ورودی نیروی کار	L	۱,۹۵۱۳۸۵	۱,۸۹۳۴۳۳	۲,۹۲۴۲۴۱	۱,۱۲۳۶۵۲	۲,۱۵۸۸۰۸
سرمایه‌گذاری	I	۴,۷۹۷۳۹۲	۴,۷۵۹۴۶۲	۵,۴۷۷۴۲۴	۲,۸۵۷۳۳۲	۳,۰۳۳۵۱
دارایی‌های ثابت کل	K	۵,۶۸۰۵۸۷	۵,۶۰۵۸۹	۶,۲۰۲۵۸۲	۲,۸۹۵۹۷۵	۰,۷۹۶۸۶۹
ارزش افزوده بخش صنعت	Y	۰,۸۴۸۸۹۵	۰,۹۰۶۹۱۴	۱,۰۰۲۷۰۴	۰,۰۷۵۷۵۹	۰,۱۵۸۸۲۷
اندازه شرکت	SIZE	۶,۰۸۷۹۴۱	۵,۹۵۰۳۸	۸,۴۱۴۱۵۶	۴,۶۴۲۸۷	۰,۷۱۹۵۶
قیمت گاز (ریال)	p	۱۳۷۸۰,۸۲	۱۳۲۰۰	۲۶۰۰۰	۷۰۰۰	۶۲۸۹,۰۱۷

منابع: یافته‌های محققان

۴-۲- نتایج حاصل از تخمین مدل تفاضل در تفاضل[1]

همانطوریکه در قسمت روش تحقیق نیز عنوان شد، در مطالعه حاضر به ارزیابی سیاست افزایش قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی که در سال ۱۳۹۷ متحمل افزایش قیمت ۱۰۰ درصدی گاز شده بودند در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی پرداخته شد تا با استفاده از برآوردگر تفاضل در تفاضل تأثیر اجرای سیاست در هر دو گروه از شرکت‌های آزمایش و کنترل برای دوره‌های قبل و بعد از اجرای سیاست بررسی شود و میزان موفقیت و یا شکست تأثیرات افزایش تعرفه قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی مشخص شود. مثبت بودن (σ) نشان‌دهنده از موفقیت اجرای سیاست در شرکت‌های گروه آزمایش می‌باشد[2]. مطابق بند (ط) تبصره یک قانون بودجه سال ۱۴۰۰، واحدهای فولادی (کد ۱۵ با ISIC: ۲۷۳۱) که ذاتشان در اصل ریخته‌گری است

1. Difference in Differences

۲. دستور اجرایی مدل تفاضل در تفاضل در نرم افزار استتا:

diff ttiec , t(Treated) p(t) cov(ttl ttk ttsize tti tty) report

و در فرآیند تولید از کوره‌های القایی و قوس الکتریکی استفاده کرده‌اند و مصرف عمده آنها انرژی برق بوده است، باید افزایش تعرفه داشته باشند، برای مثال در بخش فولاد نظیر صنایع فولاد، آهن و چدن (شامل ذوب‌آهن اصفهان، فولاد امیرکبیر کاشان، فولاد آلیاژی ایران، فولاد خوزستان، فولاد کاوه جنوب کیش، فولاد کاویان، فولاد مبارکه اصفهان) باید به ازای هر مترمکعب گاز مصرفی، ۲۶۰۰ ریال پرداخت کنند. اما واحدهایی که ذاتشان فولادی نیست (کد ۸ با ISIC: ۲۷۲۳) مشمول افزایش قیمت تعرفه نمی‌شوند. نتایج تخمین مدل اثر اجرای سیاست تفاضل در تفاضل در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۲. اثر اجرای سیاست در مدل تفاضل در تفاضل

تعداد کل مشاهدات در مدل تفاضل در تفاضل: ۲۱۹				
جمع کل مشاهدات: گروه کنترل: ۱۱۰ گروه آزمایش: ۱۰۹	تعداد مشاهدات بعد از اجرای سیاست: گروه کنترل: ۴۰ گروه آزمایش: ۳۹		تعداد مشاهدات قبل از اجرای سیاست: گروه کنترل: ۷۰ گروه آزمایش: ۷۰	
	تعداد کل مشاهدات گروه کنترل و آزمایش بعد از اجرای سیاست: ۷۹		تعداد کل مشاهدات گروه کنترل و آزمایش قبل از اجرای سیاست: ۱۴۰	
سطح احتمال	آماره t	انحراف معیار	شدت مصرف انرژی	نتیجه خروجی
قبل از اجرای سیاست				
۰,۰۰۰***	-۴,۴۲	۳,۵۲۲	۶۲,۹۴۶	گروه کنترل
			۴۷,۳۶۶	گروه آزمایش
			-۱۵,۵۸۰	تفاضل گروه کنترل و آزمایش (T-C)
بعد از اجرای سیاست				
۰,۰۱۷**	-۲,۴۱	۲,۹۴۷	۵۶,۱۲۶	گروه کنترل
			۴۹,۰۳۷	گروه آزمایش
			-۷,۰۸۹	تفاضل گروه کنترل و آزمایش (T-C)
اثر اجرای سیاست				
۰,۰۶۶*	-۱,۸۵	۴,۵۹۲	-۸,۴۹۰	اثر اجرای سیاست تفاضل در تفاضل

Standard errors in parentheses
* p<0.1 ،** p<0.05 ،*** p<0.01

منابع: یافته‌های محققان

مطابق نتایج جدول (۲) مشاهده می‌شود که اثر تفاضل اجرای سیاست (σ) برای شرکت‌های عضو گروه آزمایش و کنترل منفی و برابر با ۸/۴۹- می‌باشد که حاکی از عدم موفقیت اجرای سیاست افزایش تعرفه قیمت گاز را در سال ۱۳۹۷برای شرکت‌های گروه آزمایش می‌باشد و بعبارتی افزایش تعرفه قیمت گاز در شرکت‌های فولادی به کاهش شدت مصرف انرژی این شرکت‌ها منتج نشده است. در جدول (۳) اثر متغیرهای مورد بررسی بر شدت مصرف انرژی مورد بررسی واقع می‌گردد تا بشکل تحلیلی اثر عدم موفقیت اجرای سیاست مورد بررسی واقع گردد.

جدول ۳. نتایج تخمین مدل تفاضل در تفاضل برای شرکت‌های گروه آزمایش در مقابل کنترل

نام متغیر	ضریب	انحراف معیار	مقدار آماره t
L	-۰,۰۵۸۱۶۴۸	۰,۰۰۵۶۴۳۲	-۱۰,۳۱***
I	-۰,۰۲۱۱۶۲	۰,۰۰۹۷۳۱۱	-۲,۱۷**
K	-۰,۴۹۶۰۳۹۶	۰,۰۲۹۳۰۱۳	-۱۶,۹۳***
Y	۰,۰۳۴۱۷۲۱	۰,۰۳۳۷۶۲۷	۱,۰۱
SIZE	۰,۵۸۴۹۹۵۲	۰,۰۳۰۶۵۸۶	۱۹,۰۸***
Standard errors in parentheses *** p<0.01 ،** p<0.05 ،* p<0.1			

منابع: یافته‌های محققان

مطابق با نتایج تخمین مدل تفاضل در تفاضل برای شرکت‌های گروه آزمایش در مقابل گروه کنترل جدول (۳) قابل مشاهده است که متغیرهای نیروی کار، سرمایه‌گذاری و دارایی‌های ثابت کل رابطه منفی با شدت مصرف انرژی دارند، بطوریکه به ازای یک درصد افزایش در نیروی کار، سرمایه‌گذاری و دارایی‌های ثابت به ترتیب، ۵درصد، ۲درصد و ۴۹درصد از شدت مصرف انرژی کاسته شده است. اما متغیر ارزش افزوده بخش صنعت دارای تأثیر مثبت ولی بی‌معنی در شدت مصرف انرژی دارد و متغیر اندازه شرکت (کل دارایی‌های شرکت) دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی دارد، بطوریکه به‌ازای یک درصد افزایش در کل دارایی‌های شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی، شدت مصرف انرژی ۵۸ درصد افزایش داشته است. براساس مبانی نظری و دیدگاه‌ها، شاید به نظر می‌رسید که افزایش تعرفه قیمت گاز در بخش

فولادی باید به کاهش شدت مصرف انرژی این بخش منجر شود، ولی برآورد مدل نشان از عدم موفقیت اجرای سیاست افزایش قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی را مورد تائید قرار داد. صنایع آهن و فولاد و سیمان بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در بخش صنعت کشور هستند و در مجموع بیش از ۴۰ درصد از انرژی الکتریکی مصرف شده در بخش صنعت کشور مربوط به این دو صنعت است. به منظور بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی طرح‌های جایگزینی حامل‌های انرژی در صنایع بالادستی و میانی صنعت آهن و فولاد (گاز به‌جای گازوئیل و نفت) و افزایش تعرفه قیمت گاز صورت پذیرفت. با جایگزینی گاز طبیعی به جای فرآورده‌های نفتی در واحدهای صنعتی نه تنها هزینه سوخت این واحدها، کاهش نیافته، بلکه افزایش هم یافته است. بنابراین برای واحد صنعتی که علاوه بر پرداخت هزینه سوخت بیشتر در نتیجه جایگزینی بایستی هزینه‌های دیگری (شامل هزینه‌های مربوط به حق انشعاب، هزینه‌های لوله کشی داخلی و هزینه‌های تبدیل وتغییر سیستم‌ها وتجهیزات مصرف کننده انرژی به منظور کسب قابلیت مصرف گاز طبیعی) را نیز تقبل نماید، استفاده از گاز طبیعی و تغییر سوخت از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نبوده است. از طرفی بخاطر مباحث مربوط به تحریم‌های اقتصادی، تکنولوژی مورد استفاده در بخش صنعت، انرژی‌بر بوده که همین مباحث شدت مصرف انرژی را بجای کاهش، افزایش داده است. البته در حالت کلی، جایگزینی گاز طبیعی به‌جای گازوئیل و نفت از دید ملی به کاهش انتشار گازهای آلاینده و در نتیجه کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌انجامد، ولی استفاده از تکنولوژی‌های قدیمی، شدت مصرف انرژی را بجای کاهش، افزایش داده که لازم است دولت، حمایت‌های لازم را در این زمینه مبذول نماید.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مقاله به‌منظور ارزیابی سیاست افزایش قیمت گاز بر شدت مصرف انرژی شرکت‌های فولادی در مقایسه با شرکت‌های فلزات اساسی، از مدل رویکرد برآوردگر تفاضل در تفاضل و بر اساس داده‌های سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰ برای هر دو گروه از شرکت‌های گروه آزمایش در مقابل گروه کنترل استفاده شد. براساس نتایج، اثر اجرای سیاست برای شرکت‌های عضو گروه آزمایش و کنترل منفی و برابر با ۸/۴۹- می‌باشد که نشان از عدم موفقیت اثر اجرای سیاست برای شرکت‌های گروه آزمایش که دولت

سیاست افزایش تعرفه قیمت گاز را در سال ۱۳۹۷ اجرایی کردند، می‌باشد و بعبارتی افزایش تعرفه قیمت گاز در شرکت‌های فولادی به کاهش شدت مصرف انرژی این شرکت‌ها منتج نشده است. باتوجه به نتایج تخمین مدل، در ادامه به ارائه پیشنهاداتی در این زمینه پرداخته می‌شود.

همانطوریکه اشاره شد، صنایع آهن و فولاد و سیمان بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در بخش صنعت کشور هستند و در مجموع بیش از ۴۰ درصد از انرژی الکتریکی مصرف شده در بخش صنعت کشور مربوط به این دو صنعت است. عدم کارایی فنی مصرف انرژی وهدر رفتن قریب به یک سوم از کل انرژی در فرایندهای صنعتی واثرات زیست‌محیطی ناشی از آن، ضرورت بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع را واضح وآشکار می‌سازد. شناخت صنایع انرژی بر در راستای صرفه‌جویی و افزایش کارایی در مصرف انرژی از نخستین اقدامات لازم می‌باشد. ازجمله اقدامات لازم و عملی در زمینه مدیریت مصرف انرژی، توجه به راهکارهای صرفه‌جویی انرژی در کارخانجات مختلف است. این امر از طریق انجام ممیزی انرژی در کارخانه‌ها جهت مشخص نمودن فرصت‌های صرفه‌جویی و عملی ساختن راهکارهای حاصل از ممیزی انرژی و تدوین و بکارگیری معیار مصرف سوخت و انرژی در آنها امکان‌پذیر است.

با توجه به یافته‌های مذکور توصیه می‌شود که سیاست‌های مدیریت مصرف انرژی در صنایع کشور به نحوی باشد که بواسطه بکارگیری تکنولوژی‌های جدید اولا اثر فعالیت تقویت شود، ثانیا اثر ساختاری و اثر شدت انرژی نقش کاهشی در تغییرات مصرف انرژی داشته باشند و ثالثاً صنایع کشور به سمت صنایع کمتر انرژی بر تغییر ساختار دهند و نهایتاً صنایع انرژی بر به سمت صنایعی با انرژی‌بری پایین تغییر ساختار دهند.

به نظر می‌رسد، بخش‌های فولادی که شدت انرژی‌بری در آن‌ها بیش از سایر بخش‌هاست، با افزایش یکبارهٔ قیمت حامل‌های انرژی به سطح قیمت‌های مرزی، زمان کافی برای بهبود شیوه تولید خود و مقابله با پیامدهای منفی افزایش قیمت‌ها در اختیار نداشته است. لذا شاید با انتخاب دورهٔ زمانی بیشتر برای افزایش قیمت‌ها و حذف یارانهٔ پرداختی به حامل‌های انرژی، زمان و منابع لازم برای رویارویی با پیامدهای منفی افزایش قیمت‌ها می‌توانست به‌دست آید. هم‌چنین دولت می‌تواند با استفادهٔ مناسب‌تر از

پس‌اندازهایی که در اثر کاهش یارانه‌ها ایجاد می‌شود، با اجرای سیاست‌های حمایتی غیریارانه‌ای در بخش صنعت کشور که با آسیب‌پذیری بیشتری مواجه هستند، در موفقیت برنامه افزایش قیمت حامل‌های انرژی و حذف یارانهٔ پرداختی به آن‌ها، موثر واقع شود.

مدیریت مصرف انرژی در بنگاه‌های اقتصادی تا حد زیادی وابسته به فناوری است و برنامه‌ریزی برای ارتقا فناوری و سرمایه‌گذاری مرتبط با آن نیز در گرو برخورداری صاحبان بنگاه‌های شرکت‌های تولیدی از یک چشم‌انداز روشن و با ثبات اقتصادی است که این امر در سایه کاهش نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی ممکن است.

از رده خارج ساختن تجهیزات فرسوده، وادار ساختن صنایع تولیدکننده تجهیزات به تولید و واردات تجهیزات کم‌مصرف و مطابق با استاندارهای جهانی از نظر مصرف سوخت، بالا بردن درجه رقابت در صنایع سازنده تجهیزات به روز از طریق آزادسازی واردات در یک برنامه زمان‌بندی شده و کاهش تدریجی تعرفه‌های گمرکی واردات این تجهیزات و قیمت‌گذاری برق و نفت گاز و گاز طبیعی براساس سازوکار بازار می‌توانند در اصلاح الگوی مصرف و کنترل نرخ رشد مصرف آنها و کاهش شدت مصرف انرژی در این بخش‌ها گره‌گشا باشند.

منابع

- دریکوند، اکرم، عسگری، حشمت‌الله. (۱۳۹۹). برآورد اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت قیمت برق بر تقاضای برق خانگی در استان‌های ایران. توسعه و سرمایه، ۵(۲)، ۳۱-۴۵.
- تحصیلی، حسن، محنت فر، یوسف، گرجی پور، محمد جواد. (۱۳۹۷). برآورد و پیش‌بینی تقاضای گازوییل در بخش حمل‌ونقل با استفاده از روش PLSR. فصلنامه پژوهش‌های اقتصاد صنعتی، ۲(۶)، ۸۹-۱۰۵.
- خوشکلام خسروشاهی موسی، دادفر نادیا (۱۴۰۱). تحلیل عاملی تقاضای انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران با تاکید بر صنایع کارخانه‌ای انرژی‌بر (دوره ۱۳۹۷-۱۳۸۵). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۸ (۷۴) :۴۳-۷۳
- مرادی فیض اله، عاقلی لطفعلی، عصاری آرانی عباس (۱۴۰۱). تأثیر نااطمینانی در سیاست‌های اقتصادی بر شدت انرژی در ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۸ (۷۲) :۲۷-۵۸
- مزینی امیر حسین ، جعفری خواه طاهره (۱۳۹۹). ارزیابی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در ایران (رویکرد استانی). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۶ (۶۷) :۱۱۷-۱۴۰.
- Brandt, L., Van Biesebroeck, J., Zhang, Y., 2012. Creative accounting or creative destruction? Firm-level productivity growth in Chinese manufacturing. J. Dev. Econ. 97 (2), 339–351.
- Casu, B., Ferrari, A., Zhao, T., 2013. Regulatory reform and productivity change in Indian banking. Rev. Econ. Stat. 95 (3), 1066–1077
- Chen, J., 2011. China's experiment on the differential electricity pricing policy and the struggle for energy conservation. Energy Policy 39 (9), 5076–5085.
- Fang, R., Preissl, S., Li, Y., Hou, X., Lucero, J., Wang, X., & Ren, B. (2020). SnapATAC: A comprehensive analysis package for single cell ATAC-seq. BioRxiv, 615179.
- Guo, J., Xu, Y., Qu, Y., Wang, Y., & Wu, X. (2023). Exploring factors affecting household energy consumption in the internet era: Empirical evidence from Chinese households. Energy Policy, 183, 113810.
- Hsieh, C., Song, Z., 2015. Grasp the large, let go of the small: The transformation of the state sector in china. Brookings Papers on Economic Activity, p. 295

- Kazemzadeh, E., Fuinhas, J. A., Shirazi, M., Koengkan, M., & Silva, N. (2023). Does economic complexity increase energy intensity? Energy Efficiency, 16(4), 29.
- Nevskaya, M. A., Raikhlin, S. M., Vinogradova, V. V., Belyaev, V. V., & Khaikin, M. M. (2023). A Study of Factors Affecting National Energy Efficiency. Energies, 16(13), 5170.
- Ohene-Asare, K., Turkson, C., Afful-Dadzie, A., 2017. Multinational operation, ownership and efficiency differences in the international oil industry. Energy Econ. 68, 303–312.
- Raza, M. Y., & Lin, B. (2023). Future outlook and influencing factors analysis of natural gas consumption in Bangladesh: An economic and policy perspectives. Energy Policy, 173, 113379.
- Shi, X., Sun, S., 2017. Energy price, regulatory price distortion and economic growth: a case study of China. Energy Econ. 63, 261–271.
- Shao, S., Yang, Z., Yang, L., Ma, S., 2019. Can china's energy intensity constraint policy promote total factor energy efficiency? Evidence from the industrial sector. Energy J. 40 (4).
- Tajudeen, I. A. (2021). Examining the role of energy efficiency and non-economic factors in energy demand and CO2 emissions in Nigeria: Policy implications. Energy Policy, 86, 338-350.
- Valizadeh, J., Sadeh, E., Javanmard, H., & Davodi, H. (2018). The effect of energy prices on energy consumption efficiency in the petrochemical industry in Iran. Alexandria Engineering Journal, 57(4), 2241-2256.
- Wang, G., 2017. Monopoly behavior of china'smanufacturing enterprises: rent-seeking or innovative. Chin. Ind. Econ. (In Chinese) 3, 83–100.
- Yang, Z., Shao, S., Yang, L., Miao, Z., 2018. Improvement pathway of energy consumption structure in china's industrial sector: from the perspective of directed technical change. Energy Econ. 72, 166–176.
- Zhang, T., Zhang, S., 2016. Robust estimation of industrial enterprises' total factor productivity in China. World Econ. (in Chinese) 2 (2), 61–75.
- Zheng, X., Wu, C., & He, S. (2021). Impacts of China's differential electricity pricing on the productivity of energy-intensive industries. Energy Economics, 94, 105050.