Archive of SID

Quarterly Journal of Industrial Economics Researches
Vol. 4, No. 12, July 2020 (11-24)

فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصاد صنعتی
سال چهارم، شماره دوازدهم، تابستان ۱۳۹۹ (۲۴-۱۱)

ارزیابی کارایی زیست محیطی بخش صنعت استانی در مصرف گاز طبیعی: کاربرد روش DEA و تابع فاصله جهت‌دار

تقی ابراهیم سالاری[۱]، محمدجواد گرجی‌پور[۲]، *فریبا عثمانی[۳]

۱. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد
۲. دانشجو دکتری اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد
۳. دانشجو دکتری اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

(دریافت: ۱۳۹۹/۷/۵ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲٤)

Evaluating Industrial Environmental Efficiency in Natural Gas Consumption: Application of DEA and Directional Distance Function Approaches at the Provincial Level

Taghi Ebrahimi Salari[1], Mohammad Javad Gorjipour[2], *Fariba Osmani[3]

1. Assistant Professor of Economics in Ferdowsi university of Mashhad
2. Economics PhD. Student of Ferdowsi University of Mashhad
3. Economics PhD. Student of Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 26/Sep/2020 **Accepted:** 14/Nov/2020**)**

چکیده:

در طی سال‌های اخیر مشکلات زیست‌محیطی افزایش یافته‌است و صنعت از بخش‌هایی است که سبب انتشار گازهای آلاینده می‌شود، به همین منظور کارایی انرژی و کارایی زیست‌محیطی صنایع، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. هدف این مطالعه ارزیابی کارایی زیست محیطی بخش صنعت استانی ایران در مصرف گاز طبیعی است. برای این منظور ضمن استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و تابع فاصله جهت‌دار، اثرات زیست محیطی مصرف گاز طبیعی بررسی شد. نیروی‌کار، سرمایه و مصرف گاز طبیعی به عنوان نهاده و دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف گاز طبیعی و ارزش افزوده به ترتیب به عنوان ستاده نامطلوب و مطلوب در نظر گرفته شدند. نتایج دلالت بر آن دارد که کارایی زیست محیطی صنایع در استان های ایران پایین است. در سال ۱۳۹۷ صنایع استان تهران و کرمان بهترین عملکرد زیست محیطی را به خود اختصاص دادند . تجزیه و تحلیل منطقه‌ای نیز دلالت براین دارد که استان های واقع در ناحیه یک تقسیمات کشوری بالاترین میزان کارایی زیست محیطی را دارند. یافته های این تحقیق همچنین موید پراکندگی قابل توجه در میزان کارایی زیست نواحی مختلف است

واژه‌های کلیدی: کارایی زیست محیطی، صنعت، مصرف انرژی، تحلیل پوششی داده‌ها، تابع فاصله جهت‌دار.
طبقه‌بندی JEL: L5، L52، L72.

Abstract:

In recent years, environmental problems have increased and manufacturing is one of the sectors that emits polluting gases, so energy efficiency and environmental efficiency of industries, has attracted a lot of attention. The purpose of this study is to assess the environmental efficiency in industrial sector of Iran's provinces for natural gas consumption. For this purpose, while using data envelopment analysis and directional distance function, the environmental effects of natural gas consumption were investigated. Labor, capital and natural gas consumption were considered as inputs and carbon dioxide from natural gas consumption and value added were considered as undesirable and desirable outputs, respectively. The results indicate that the environmental efficiency of industries in the provinces of Iran is low. In 1397, the industries of Tehran and Kerman provinces had the best environmental performance. Regional analysis also indicates that the provinces located in area one of the country's divisions have the highest level of environmental efficiency. Findings of this study also confirm the significant dispersion in the efficiency of different areas.

Keywords: Environmental Efficiency**,** Industry, Energy Consumption, DEA, Directional Distance Function.
JEL: L5, L52, L72.

* **نویسنده مسئول:** فریبا عثمانی
E-mail: faribaosmani10@gmail.com

*Corresponding Author: Fariba Osmani

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

یکی از مسائل مهم دو دهه اخیر، مشکلات مربوط به حوزه محیط زیست ناشی از فعالیت‌های بشری است، که بر زندگی بشر اثرگذار بوده است. مصرف نادرست انرژی، یکی از دلایل عمده آسیب‌های محیط زیست است. مصرف انرژی سبب انتشار گازهای آلاینده می‌شود که نه تنها روی محیط‌زیست در سطح محلی بلکه در سطح جهانی نیز، اثرات مخربی بر جای می‌گذارد. از مهم‌ترین اثرات منفی گازهای آلاینده، گرم شدن تدریجی کره زمین است که تهدید جدی برای زندگی بشر به شمار می‌رود، از این رو توجه به مسائل محیط زیست از اهمیت زیادی برخوردار است.

بخش صنعت یکی از بخش‌های مصرف‌کننده انرژی است که سبب انتشار گازهایی از جمله دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای مخرب محیط زیست می‌شود و آثار جبران ناپذیری را به دنبال خواهد داشت. گاز طبیعی یکی از منابع عمده مورد استفاده در بخش صنعت است. بخش صنعت با ۲۳٫۶ درصد از کل مصرف گاز طبیعی بعد از بخش خانگی در جایگاه دوم مصرف گاز طبیعی قرار دارد.[۱]

با توجه به اهمیت این موضوع در این پژوهش به این سئوال پاسخ داده می‌شود که آیا بخش صنعت استان‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷ از نظر زیست محیطی کارا هستند؟ همچنین میزان انتشار اضافی گاز CO_2 ناشی از مصرف گاز طبیعی در استان‌های ناکارا چه میزان است؟ با توجه به اینکه مطالعات متعددی به محاسبه کارایی و کارایی زیست محیطی مصرف کل انرژی ایران پرداخته‌اند اما به دانش ما تاکنون هیچ مطالعه‌ای به بررسی کارایی زیست محیطی صنعت استانی در مصرف انرژی گاز طبیعی نپرداخته است. علاوه بر این، تابع فاصله جهت‌دار نیز از روش‌های نوین تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. به همین منظور در این پژوهش به ارزیابی کارایی زیست محیطی بخش صنعت استان‌های کشور در مصرف انرژی گاز طبیعی پرداخته شده است. در بخش دوم ادبیات موضوع، شامل مطالعات خارجی و داخلی، و اهمیت و ضرورت توجه به مسائل زیست محیطی و اثرات آن‌ها بر رشد اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش سوم، روش تحقیق که شامل مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی پژوهش می‌باشد مورد توجه قرار گرفته و بعد از آن تفسیر نتایج و معرفی داده‌ها و تجزیه و تحلیل منطقه‌ای ایران صورت می‌گیرد. در نهایت جمع‌بندی و منابع و مآخذ مورد استفاده در پژوهش ارائه گردیده است.

۲. ادبیات موضوع

به طور معمول، کارایی در ارتباط با نحوه تخصیص بهینه منابع کمیاب توسط بنگاه برای رسیدن به اهداف تولید است. در حالت کلی، زمانی که صحبت از کارایی یک بنگاه به میان می آید، معمولا به معنای موفقیت آن بنگاه در رسیدن به حداکثر ستانده با سطح معین نهاده است (فارل[۲]، ۱۹۵۷).

کارایی اقتصادی نشان دهنده توانایی یک سازمان برای تولید و توزیع محصول با کمترین هزینه ممکن است. به علاوه، کارایی زیست محیطی به عنوان یکی از عناصر مهم توسعه پایدار، بیانگر وضعیت تولید آلایندگی از نهاده‌های تولید است. چنانچه فعالیت‌های اقتصادی از نظر زیست‌محیطی از کارایی لازم برخوردار نباشد، دستیابی به توسعه پایدار مشکل می‌شود (راسخی و همکاران، ۱۳۹۵). کارایی زیست محیطی را می‌توان به عنوان نسبت حداقل استفاده بالقوه به بالفعل نهاده‌های زیانبار زیست‌محیطی تعریف کرد (رینهارد و همکاران[۳]، ۱۹۹۹). اساساً کارایی زیست محیطی جنبه‌ای از کارایی فنی است که روی نهاده با پیامدهای زیست‌محیطی منفی تمرکز

می‌کند. کاهش در سطح نهاده‌های آلاینده بر کارایی‌های فنی و زیست محیطی اثر می‌گذارد (گراهام[۴]، ۲۰۰۴).

در مطالعات انرژی و زیست محیطی فرض سنتی مدل‌های DEA[۵] مبنی بر اینکه در حضور ستانده نامطلوب[۶] تمام ستانده‌ها می‌بایست بیشینه شوند نادرست است (ژو و همکاران[۷]، ۲۰۰۸: ۱-۱۴). رهیافت‌های گوناگونی برای رفع این مشکل مطرح شده‌اند که از جمله پرکاربردترین آنها مدل‌های کارایی شعاعی[۸] هستند (شیل[۹]، ۲۰۰۱: ۴۰۰-۴۱۰). در مدل-های شعاعی فرض می‌شود که نهاده‌ها[۱۰]، (ستانده‌های نامطلوب) متناسب با یکدیگر کاهش می‌یابند و ستانده‌های

۱. ترازنامه انرژی، ۱۳۹۶

2. Farrell
3. Reinhard et al.
4. Graham
5. Data Envelopment Analysis.
6. Undesirable Outputs
7. Zhou et al.
8. Radial Measures
9. Scheel
10. Inputs

www.SID.ir

Archive of SID

مطلوب[1] به یک نسبت افزایش می‌یابند تا به مرز کارایی برسند.

اما این فرض متناسب با شرایط واقعی تولید نیست زیرا ممکن است بعضی از متغیرهای ذکر شده متناسب با هم تغییر نیابند. طبقه‌بندی دیگر مدل‌های DEA تقسیم‌بندی آنها به مدل‌های جهت‌دار [2] و غیرجهت‌دار [3] است. مدلهای جهت‌دار (و یا غیر جهت‌دار) بسته به متغیرهایی (نهاده‌ها، ستانده‌های مطلوب و ستانده‌های نامطلوب) که می‌خواهیم بهینه کنیم انتخاب می‌شوند. اگر هدف اصلی ارزیابی کارایی یک مجموعه معین از پارامترهای بیان شده باشد مدل‌های جهت‌گرا مناسب هستند و در صورتی که هدف ارزیابی بیش از یک مجموعه باشد مدل‌های غیرجهت‌دار مناسب هستند. در کل مدل‌های غیرجهت‌دار در مطالعات زیست‌محیطی مناسب‌تر هستند زیرا همزمان هر دو ستانده مطلوب و نامطلوب را به کار می‌برند .به همین دلیل در سال‌های اخیر در اکثر مطالعات توجه بیشتری به مدل‌های غیرجهت‌دار شده است (کالوت و همکاران[4]، ۲۰۱۴: ۱۳۷-۱۵۴) یکی از اولین مطالعات در زمینه مدل‌های غیرجهت‌دار مطالعه بریک[5] (۱۹۹۷: ۹۴-۱۱۰) است که مدل هایپربولیک[6] را که نوع خاصی از تابع فاصله جهت‌دار است معرفی کرد. مطالعات چانگ و همکاران[7] (۱۹۹۷: ۲۲۹-۲۴۰)، فاره و همکاران[8] (۲۰۰۶: ۱۵۰-۱۶۲)، و چمبرز و همکاران[9](۱۹۹۶: ۴۰۷-۴۱۹)، نیز به ارزیابی تابع فاصله جهت دار پرداخته‌اند. تابع فاصله جهت‌دار همزمان ستانده مطلوب را افزایش و ستانده نامطلوب را کاهش می‌دهد .مشکل مدل تابع فاصله جهت‌دار در مدل چمبرز ویژگی شعاعی بودن آن است که سبب صفر بودن تمام مازادها[10] می‌شود و مقدار کارایی را بیشتر از مقدار واقعی نشان می‌دهد (فوکویاما و وبر[11]، ۲۰۱۰: ۳۹۸-۴۰۹). همچنین مشکل دیگر مدل‌های تابع فاصله جهت-دار (DDF[12]) اختیاری بودن بردارهای جهت تخصیص داده شده به آنها است که سبب اریب شدن[13] نتایج می‌گردد. دو مدل SBM [14] و DDF ماهیت مشابهی دارند زیرا هر دو(در شکل اصلی) مدل‌های غیرجهت‌دار هستند و اندازه‌گیری کارایی بر اساس مقدار اسلک‌های متغیرهای بهینه شده است. اگر چه که تعریف تابع هدف در آنها متفاوت با هم است (فاره و گراسکوپف[15]، ۲۰۱۰: ۳۲۰-۳۲۲). ارتباط دقیق، این دو مدل در مقاله فاره و گراسکوپف، ۲۰۱۰ تشریح شده است. برتری اصلی این دو مدل در قدرت تمایز بالاتر آنها نسبت به مدل‌های شعاعی است که اندازه‌گیری کارایی را با دقت بیشتری انجام می‌دهند(سویوشی و گوتی، ۲۰۱۱: ۱۹۵-۲۰۸). در ادامه به مطالعات انجام شده در این زمینه می پردازیم.

مطالعات خارجی

رن و همکاران[16] (۲۰۲۰) در تحقیقی به اندازه‌گیری انرژی و کارایی انتشار کربن سیستم‌های حمل و نقل منطقه‌ای در چین با توجه به انتشار نامشخص کربن با یک مدل تجزیه و تحلیل پوششی داده های محدود شعاعی برای تخمین بهره وری کلی، و یک مدل غیر محدود شعاعی DEA برای ارزیابی بازده انرژی خالص و بازده انتشار کربن خالص پرداخته اند. نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های پیشنهاد شده محدود DEA به طور موثری می توانند انتشار کربن نامشخص را هنگام اندازه گیری کارایی برطرف کنند. آن‌ها دریافتند که بیشتر سیستم‌های حمل و نقل چین ناکارآمد هستند و ناکارآمدی آنها عمدتا به دلیل پایین بودن راندمان استفاده از بنزین و کارایی پایین‌تر استفاده از نفت سفید است. علاوه بر این، شرق چین عملکرد بهتری نسبت به مرکز چین دارد و عملکرد مرکز چین نیز بهتر از غرب چین است. در چین، توسعه نامتوازن منطقه ای در حمل و نقل با توسعه ناموزون اقتصادی منطقه مطابقت دارد.

ژو و همکاران[17] (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی روش‌های تابع فاصله جهت‌دار غیر شعاعی (DDF) برای اندازه‌گیری و کمک به بهبود عملکرد پایداری صنعتی صنعت آهن و فولاد

1. Desirable Outputs
2. Oriented
3. Non-oriented
4. Calvet et al.
5. Briec
6. Hyperbolic
7. Chung et al.
8. Fāre et al.
9. Chambers et al.
10. Slack
11. Fukuyama and Weber
12. Directional Distance Function
13. Biased
14. Slack- Based Measure
15. Fāre and Grosskopf
16. Ren et al.
17. Zhou et al.

www.SID.ir

Archive of SID

چین پرداخته‌اند. آنها از DDF غیر شعاعی به صورت برنامه نویسی مخروطی مرتبه دوم به منظور تبدیل DDF سنتی به برنامه‌ریزی خطی و ارائه نتایج دقیق کارایی، استفاده کردند. روش جدید آنها برای محاسبه عملکرد ۳۰ تولیدکننده عمده آهن و فولاد در چین استفاده شده است. بهره وری فنی و کارایی کلی برای کمک به مدیران تولیدکنندگان آهن و فولاد ناکارآمد محاسبه شده است. نتایج نشان داد که تقریباً نیمی از سازندگان فولاد از نظر زیست محیطی ناکارآمد هستند که بیشتر آنها در حال افزایش بازگشت به مقیاس هستند.

لین و دوو[1] (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای به بررسی عملکرد انتشار دی‌اکسیدکربن و انرژی در نواحی اقتصادی چین برای دوره‌ی ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۹ پرداخته‌اند. برای این منظور یک تابع فاصله جهت‌دار غیرشعاعی[2] که به تازگی توسعه یافته را بکار می‌برند. نتایج بیان می‌دارد که اکثر نواحی چین در مصرف انرژی و انتشار دی اکسیدکربن به طور کارا عمل نکرده‌اند و استان‌ها در شرق به طور معمول از استان‌های نواحی غرب و مرکز بهتر عمل می‌کنند و استان‌ها در غرب چین کمترین کارایی را دارند. این مطالعه همچنین بیان می‌کند که سهم زغال سنگ در مصرف انرژی کل و گسترش بخش صنایع با عملکرد انتشار دی‌اکسیدکربن و انرژی نواحی چین رابطه‌ای منفی دارد. این مقاله در نهایت پیشنهادات سیاسی برای تسهیل کارایی کربن و انرژی در چین ارائه می‌دهد.

جیا و لی[3] (۲۰۱۵)، در مقاله‌ای با عنوان «اندازه‌گیری کارایی انرژی صنایع چین در سطح استانی» به بررسی کارایی انرژی و پتانسیل ذخیره انرژی در چین با داده های طی دوره ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ و دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها[4] و تابع فاصله جهت‌دار[5] بر مبنای DEA پرداختند و با ترکیب این دو مدل شاخص شدت انرژی را معرفی کردند. نتایج نشان می دهد که در دوره مورد مطالعه استان‌های شرق چین کاراتر از استان‌های غرب و مرکز هستند و این سبب کاهش انتشار و ذخیره بالاتر انرژی در شرق چین می‌شود.

ژنگ و ونگ[6] (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای به بررسی رشد بهره‌وری محیطی برای سوخت فسیلی صنایع کره با داده‌های طی دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۱ پرداختند. برای این منظور شاخص تعیین‌کننده پارامتریک مرز متای لانبرگر[7] را معرفی کردند که این شاخص روی تابع ستانده فاصله جهت‌دار درجه دوم با ستانده‌های نامطلوب بنا شده که با مرز متا تعیین شده برای توسعه این شاخص، ترکیب شده است. شاخص لانبرگر به دو گروه تغییرات کارایی، تغییرات تکنولوژیکی و خلأ رشد بهره‌وری تجزیه می‌شود و خلأ رشد بهره‌وری مجدداً می‌تواند به دو گروه خلأ تغییرات کارایی و خلأ رشد بهره‌وری تقسیم شود. در این مطالعه از تکنیک برنامه‌ریزی خطی پارامتریک برای تخمین پارامترها و ساختن مرز متا بکار گرفته شده است. نتایج مطالعه کاربردی برای صنعت کره نشان می‌دهد که ۱۵ درصد افزایش در رشد بهره‌وری حساسیت زیست محیطی، توسط تغییرات تکنولوزیکی زیست محیطی انجام می‌گیرد.

هونما و هوو[8] (۲۰۱۴)، در مقاله‌ای با عنوان «کارایی انرژی در صنعت کشورهای توسعه یافته (با محوریت ژاپن)» به بررسی کارایی انرژی در بخش صنعت ژاپن پرداخته‌اند. در این تحقیق ژاپن با ۱۴ کشور توسعه یافته از لحاظ کارایی انرژی در بخش صنعت با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۵ مقایسه می شود، که در این تحقیق ارزش افزوده به عنوان خروجی و نیروی کار، سرمایه، انرژی و نهاده های واسطه‌ای به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است.

مطالعات داخلی

عربشاهی‌دلوئی و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه‌ای با عنوان بررسی عوامل محیطی مؤثر بر کارایی مصرف انرژی در صنایع منتخب انرژی‌بر ایران با استفاده از مدل دو مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها، به بررسی عوامل مؤثر بر کارایی مصرف انرژی در ۵ صنعت انرژی‌بر (شامل صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، صنایع تولید زغال کک- پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای، صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی، تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی و تولید فلزات اساسی) برای کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۹۴ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد میانگین کارایی کل صنایع انرژی‌بر در دوره مورد بررسی حدود ۶۱

1.Lin & Du
2. Non-radial Directional Distance Function
3. Jia & Li
4. Data Envelopment Analysis (DEA)
5. Directional Distance Function (DDF)
6. Zhang & Wang
7. Deterministic Parametric Meta Frontier Luenberger Productivity Indicator
8. Honma & Hu

www.SID.ir

Archive of SID

درصد و صنعت تولید مواد و محصولات شیمیایی نسبت به سایر صنایع از کارایی بالاتری برخوردار بوده است. همچنین متغیرهای محیطی آزادسازی تجاری و توسعه مالی توانسته‌اند تأثیر منفی و معناداری بر کارایی انرژی صنایع مذکور داشته باشند و سایر متغیرهای در نظر گرفته شده معنادار نبوده‌اند.

راسخی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با عنوان ارتباط کارایی اقتصادی و کارایی زیست محیطی: شواهد جدید برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، به بررسی ارتباط بین کارایی‌های زیست محیطی و اقتصادی پرداخته‌اند. برای این امر، ابتدا با به کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی های زیست‌محیطی و اقتصادی ۵۰ کشور منتخب توسعه یافته و در حال توسعه، شامل ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۲ ، را برآوردکردند و سپس، با استفاده از آزمون علیت گرنجری و نیز تشکیل دستگاه معادلات همزمان، ارتباط بین کارایی‌های زیست محیطی و اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج محاسبه کارایی‌ها حاکی از آن است که کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه از کارایی‌های زیست محیطی و اقتصادی بالاتری برخوردارند. در این راستا، میانگین کارایی‌های زیست محیطی ایران ۰/۵۷۰ و میانگین کارایی اقتصادی ایران ۰/۳۷۹ می‌باشد که پایین‌تر از متوسط کشورهای مورد بررسی است. نتایج آزمون علیت گرنجری نشان داد که رابطه علیت دوطرفه‌ای بین کارایی‌های زیست محیطی و اقتصادی وجود دارد. براساس نتایج برآورد مدل به روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای نیز بین کارایی اقتصادی و کارایی زیست محیطی در کشورهای منتخب ارتباط مثبت دوطرفه وجود دارد. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد ارتقای یکی از این دو کارایی، افزایش کارایی دیگر را به همراه خواهد داشت.

نجف‌زاده و ممی‌پور (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با استفاده از دو الگوی رهیافت تحلیل پوششی داده ها (مازاد مبنا و تابع فاصله جهت‌دار) به ارزیابی کارایی زیست محیطی شرکت‌های برق منطقه‌ای کشور در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۳-۱۳۹۳ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد شرکت‌های برق منطقه‌ای اصفهان، کرمان و گیلان بالاترین کارایی زیست محیطی و شرکت‌های سیستان و بلوچستان و کیش کمترین کارایی زیست محیطی را دارند همچنین شرکت‌های آذربایجان، اصفهان، خوزستان و مازندران بیشترین پسرفت تکنولوژی را در این مدت داشته‌اند. به طورکلی عملکرد صنعت برق از سال ۱۳۸۹ و با آزادسازی قیمتهای حامل های انرژی مناسب نبوده و با افت پیاپی کارایی و بیشترین پسرفت تکنولوژی در سال های اخیر مواجه بوده است. همچنین با استفاده از آزمون کروسکال والیس مشخص گردید که عملکرد صنعت برق در بازه زمانی بعد از سال ۱۳۸۹ نسبت به قبل از آن به طور معناداری تفاوت پیدا کرده است.

شهیکی تاش و همکاران[1] (۱۳۹۴)، در مطالعه‌ای با عنوان «محاسبه کارایی زیست محیطی در صنایع انرژی بر ایران با استفاده از رویکرد تابع فاصله جهت‌دار[2]» به بررسی کارایی زیست محیطی در صنایع انرژی بر ایران پرداخته اند. برای این منظور از دو رویکرد تابع فاصله جهت‌دار و اندازه‌گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی(SBM[3]) به ترتیب به بررسی کارایی زیست محیطی و فنی در صنایع تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی(کد ۲۶ طبقه بندی ISIC) و تولید فلزات اساسی (کد ۲۷ طبقه بندی ISIC) پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که صنایع کد ۲۶ علی‌رغم این‌که از لحاظ فنی کاراتر هستند اما از کارایی زیست محیطی کمتری برخوردار بوده و صنایع تولید آجر، صنایع تولید سیمان، گچ، آهک و صنعت تولید آسفالت پایین‌ترین کارایی زیست محیطی را دارند.

رضایی و همکاران[4] (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل بهره‌وری و کارایی زیست محیطی در کشورهای منتخب واردکننده و صادرکننده منابع انرژی فسیلی: رویکرد تابع مسافت فاصله‌دار» با استفاده از شاخص بهره‌وری و بهره‌وری زیست محیطی به ارزیابی عملکرد زیست محیطی اقتصادی دو گروه از کشورهای منتخب واردکننده و صادرکننده سوخت های فسیلی پرداختند و همچنین عوامل موثر بر بهره‌وری زیست محیطی را با استفاده از فرضیه زیست محیطی منحنی کوزنتس مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاکی از این است که بهره‌وری زیست محیطی کشورهای واردکننده به طور متوسط در طی دوره مورد مطالعه به اندازه ۰/۱۴ و کشورهای صادرکننده ۰/۷ رشد داشته است و رابطه بین بهره‌وری زیست محیطی و درآمد

1. Shahiki Tash et al.
2. Directional Distance Function
3. Slacks Based Measure
4. Rezaei et al.

www.SID.ir

Archive of SID

سرانه در هر دو گروه کشورها به شکل N، معکوس می‌باشد.

قاسمی و پاشازاده[1] (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای با عنوان «پایش کارایی زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه (مطالعه موردی: ایران، هند، ترکیه و مصر)» با استفاده از مدل‌های ابرکارایی با رویکرد تحلیل دریچه‌ای، کارایی زیست محیطی کشورهای منتخب را محاسبه و سپس با استفاده از برآوردگر گشتاوری تعمیم یافته(GMM[2]) وجود رابطه کوزنتس را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در دوره مورد مطالعه، هند، ترکیه، مصر و ایران به ترتیب بالاترین نمره کارایی را داشته‌اند و در طی دوره مذکور، کارایی زیست محیطی ایران روندی کاهشی را نشان می‌دهد. برآورد مدل پویا برای داده‌های تابلویی نشان می‌دهد که رابطه زیست محیطی کوزنتس بین کارایی زیست محیطی و درآمد وجود ندارد و تعدیل به سمت تعادل در مورد نسبت ساخته شده کشورهای مورد بررسی، بسیار سریع می‌باشد.

سیفی و همکاران[3] (۱۳۹۲)، در مقاله‌ای با عنوان «اندازه‌گیری کارایی زیست محیطی» با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ مربوط به شش نیروگاه حرارتی برق استان‌های خراسان، به محاسبه کارایی زیست محیطی صنعت برق نسبت به آلاینده‌ها پرداختند. طبق محاسبات انجام شده کارایی زیست محیطی نیروگاه‌های نمونه به طور متوسط ۹۳/۸۱ درصد می‌باشد.

۳. روش تحقیق

رویکرد DEA[4] یک ابزار قوی در تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری است و به طور وسیع در مطالعات مختلف به کار می‌رود. مدل DEA یک روش غیرپارامتریک است که با تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی برای تخمین بهترین مرز کارایی استفاده می‌شود در نتیجه کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری(DMU)[5]، به آسانی از طریق فاصله‌اش از مرز کارایی تعریف می‌گردد. نمره کارایی فنی DEA توانایی به دست آوردن حداکثر تولید از نهاده‌های داده شده یا کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید را منعکس می‌کند و به وسیله‌ی فاصله نسبی از مرز کارایی با روش‌های برنامه ریزی خطی محاسبه می‌گردد. مدل‌های DEA متعارف روی تابع فاصله شپارد[6] ساخته شده در حالی که خروجی‌های مطلوب و نامطلوب را در نسبت مشابه افزایش می‌دهد، این بدین معنی است که کاهش خروجی نامطلوب را شامل نمی‌شود.

مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی تکنیکی بخش صنعت پانزده استان کشور در مصرف گاز طبیعی بفرم زیر است:

(۱)

$$
\begin{aligned}
&Min\ \theta \\
&s.t \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i L_i \le \theta L_i \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i k_i \le \theta k_i \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i E_i \le \theta E_i \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i Y_i \ge Y_i \\
&\mu_i \ge 0 \quad I=1,2,3,\ldots,15
\end{aligned}
$$

I: اندیس مربوط به هر استان، L: متغیر ورودی نیروی کار بخش صنعت، K: متغیر ورودی سرمایه بخش صنعت، E: متغیر ورودی مصرف گاز طبیعی بخش صنعت، Y: متغیر خروجی ارزش افزوده بخش صنعت.

همان‌طور که اشاره شد مدل فوق شامل سه ورودی نیروی کار، سرمایه و مصرف گاز طبیعی برای صنعت است. ارزش افزوده بخش صنعت به عنوان تنها خروجی مدل در نظر گرفته شده است. برای آنالیز کارایی زیست محیطی میزان تولید دی اکسید کربن را در نظر گرفتیم. مدل زیر برای ارزیابی عملکرد زیست محیطی پانزده استان کشور در مصرف گاز طبیعی است، در حقیقت یک خروجی مطلوب (ارزش افزوده) و یک خروجی نامطلوب (میزان انتشار دی اکسید کربن) در مدل زیر در نظر گرفته شده است.

(۲)

$$
\begin{aligned}
&Min\ \theta \\
&s.t \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i L_i \le \theta L_i \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i K_i \le \theta K_i \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i E_i \le \theta E_i \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i C_i \le \theta C_i \\
&\textstyle\sum_{i=1}^{15} \mu_i Y_i \ge Y_i \\
&\mu_i \ge 0 \quad I=1,2,3,\ldots,15
\end{aligned}
$$

I: اندیس مربوط به هر استان، L: متغیر ورودی نیروی کار

1. Ghasemi & Pashazadeh
2. Generalized Method of Moments Estimation
3. Seyfi et al.
4. Data Envelopment Analysis
5. Decision Making Unit
6. Shepard Distance Function

www.SID.ir

Archive of SID

بخش صنعت، K : متغیر ورودی سرمایه بخش صنعت، E: متغیر ورودی مصرف گاز طبیعی بخش صنعت، Y: متغیر خروجی مطلوب ارزش افزوده بخش صنعت، C: متغیر خروجی نامطلوب میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل مصرف گاز طبیعی بخش صنعت است.

امروزه لحاظ کردن آسیب‌های زیست محیطی در اندازه‌گیری کارایی بنگاه‌های اقتصادی در سطح خرد و کلان کشورها به دلیل افزایش نگرانی‌ها در مورد مسائل زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. و روش‌های مختلفی در زمینه الگوسازی برای ستانده نامطلوب، ارائه شده است.

یکی از روش‌ها بدین گونه است که ستانده یا خروجی نامطلوب به عنوان نهاده در نظر گرفته شود(مدل شماره دو). فاره و گراسکوپف[1] معتقدند که از نظر فنی امکان پذیر نیست که نهاده مطلوب و نامطلوب جانشین همدیگر شوند. سیفورد و ژو[2] بیان می‌کنند که اگر ستانده نامطلوب را به عنوان نهاده در نظر بگیریم نتایج حاصل از روش DEA[3] فرآیند واقعی تولید را منعکس نمی‌کند. ما به دنبال کاهش ستانده نامطلوب و افزایش ستانده مطلوب هستیم و این مسئله در روش‌های متعارف DEA مدنظر قرار نمی‌گیرد، روش پیشنهادی سیفورد و ژو برای حل این مشکل بدین گونه است که در ابتدا ستانده نامطلوب را در منفی ضرب نماییم و سپس یک بردار تبدیل پیدا کنیم که جمع آن با داده‌های منفی، یک بردار مثبت از داده‌ها را ایجاد کند. اما این روش فقط در حالت بازدهی به مقیاس ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از جمله روش‌های مرزی و پارامتریک که حضور ستانده نامطلوب در فرایند تولید، در آن به صورت مستقیم مدنظر قرار می‌گیرد شامل رویکرد توابع فاصله جهت‌دار (چونگ و همکاران[4]) است.

رویکرد تابع فاصله جهت‌دار برای ارزیابی کارایی فنی آلودگی DMU ها در افزایش ستانده مطلوب و کاهش ستانده نامطلوب می‌تواند بکار رود زیرا در یک زمان قادر است یک ستانده را افزایش و دیگری را کاهش دهد.

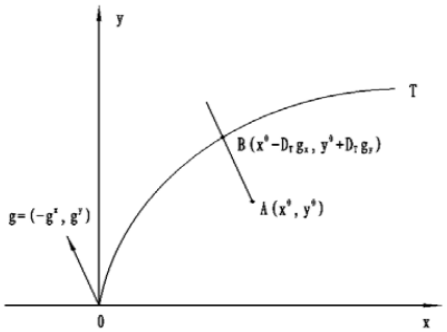
(۳)

$$D_T(x,y;-g^x,g^y)=\sup\{\beta:(x-\beta_{gx},y+\beta gy\epsilon T$$

در مدل شماره (۳)، $g=(g^x,g^y)$ نشانگر بردارهایی است که ستانده مطلوب در راستای آن افزایش و ستانده نامطلوب در راستای آن کاهش می‌یابد.

در مدل شماره (۱)، DDF می‌تواند حداکثر کاهش شعاعی از نهاده‌ها یا افزایش شعاعی از ستانده را بر طبق جهت مشخص شده‌ای تصدیق کند.

در شکل (۱)، نقطه‌ی A تولید واقعی DMU و $g=(g^x,g^y)$ بردار جهتی است که g^y افزایش ستانده مطلوب و g^x کاهش نهاده شعاعی تعریف شده است هر دوی کاهش نهاده و افزایش ستانده با هم موجب انتقال نقطه A در طول بردار جهتی مشخص شده می‌شود. بدین وسیله به نقطه ی B رسیده‌ایم که شامل افزایش ستانده مطلوب و کاهش نهاده‌ها یا کاهش در حداکثر نسبت مساوی برای بردار جهتی تعیین شده می‌شود.



شکل (۱): افزایش ستانده، کاهش نهاده و DDF

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ارزش بهینه از β به وسیله برنامه ریزی خطی تعریف می‌شود. برای بررسی مدل DDF کارایی زیست محیطی، مدل زیر استفاده شده است.

(۴)

1. Fare & Grosskopf
2. Seiford & Zhu
3. Data Envelopment Analysis
4. Chang et al.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\beta^* = Max\ \beta$$
$$s.t:$$
$$\sum_{i=1}^{15} \mu_i L_i \le (1-\beta) L_i$$
$$\sum_{i=1}^{15} \mu_i K_i \le (1-\beta) K_i$$
$$\sum_{i=1}^{15} \mu_i E_i \le (1-\beta) E_i$$
$$\sum_{i=1}^{15} \mu_i C_i \le (1-\beta) C_i$$
$$\sum_{i=1}^{15} \mu_i Y_i \ge (1+\beta) Y_i$$
$$\mu_i \ge 0 \quad I=1,2,3,\ldots,15$$

٤. معرفی داده‌ها و تفسیر نتایج

در این تحقیق با استفاده از برنامه‌ریزی خطی به بررسی کارایی زیست محیطی بخش صنعت استان‌های ایران پرداخته شده است. ارزش افزوده بخش صنعت استان‌های کشور به عنوان خروجی مطلوب و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی گاز طبیعی استفاده شده توسط بخش صنعت به عنوان خروجی نامطلوب در نظر گرفته شده است. نیروی کار و سرمایه‌ی بخش صنعت استان‌های کشور نیز به عنوان ورودی‌های مدل در نظر گرفته شده‌اند. در این مطالعه به دلیل این که دی اکسید کربن بخش صنعت هر استان از حاصلضرب مصرف گاز طبیعی صنعت استان در درصد انتشار دی اکسید کربن ناشی از بخش صنعت ضرب گردیده بنابراین مصرف گاز طبیعی را به عنوان ورودی در مدل وارد نمی کنیم.

آمار و داده‌های سال ۱۳۹۷ مربوط به نیروی کار، سرمایه و ارزش افزوده از مرکز آمار ایران و داده های مربوط به مصرف انرژی از وزارت نیرو و ترازنامه ی هیدروکربوری کشور استخراج گردیده است. داده متغیر سرمایه و ارزش افزوده به میلیون ریال و داده های مربوط به مصرف انرژی به واحد مترمکعب در سال می‌باشد. داده مربوط به میزان انتشار گاز آلاینده دی اکسید کربن همان طور که بیان شد از حاصلضرب میزان مصرف گاز طبیعی بخش صنعت هر استان در درصد انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف گاز طبیعی بخش صنعت به دست آمده است.

مدل پارامتریک DEA

همان‌گونه که اشاره شد مدل DEA، به ارزیابی کارایی تکنیکی می‌پردازد. اما مصرف گاز طبیعی علاوه بر ارزش افزوده بخش صنعت خروجی‌های دیگری نیز به همراه دارد که مطلوب نمی‌باشند. گاز CO_2 محصول عمده و اجتناب ناپذیر و نامطلوب حاصل مصرف گاز طبیعی است. از این رو علیرغم اینکه این گاز خروجی به حساب می‌آید ولی افزایش آن مطلوب نمی‌باشد و بایستی در راستای کاهش آن اقدام نماییم به عبارتی هر صنعتی که تولید کمتری از این گاز آلاینده داشته باشد از نقطه نظر محیط زیست بهتر عمل می‌کند.

مدل شماره (۲)، که یک مدل تحلیل پوششی داده بر مبنای برنامه‌ریزی خطی است که دارای ماهیت ورودی می‌باشد، به این معنی که عملکرد استان‌های مورد ارزیابی را از نقطه نظر استفاده از ورودی و منابع ارزیابی می کند. جواب بهینه ی مدل فوق همواره کمتر یا مساوی یک است، در صورتی که جواب بهینه برای یک استان برابر با یک باشد آنگاه استان مورد نظر از دیدگاه زیست‌محیطی به خوبی عمل می‌کند یا به عبارتی کاراست. در غیر اینصورت استان مورد نظر ناکارا شناخته می شود و هر چقدر مقدار بهینه از یک کمتر باشد، استان مورد ارزیابی در میزان انتشار کربن ناکاراتر خواهد بود. برای ارزیابی جامع استان‌های مورد بررسی، مدل شماره (۲) بایستی برای تمام استان ها به طور جداگانه بررسی شود. نتیجه ی این آنالیز و تفسیر آن در جدول (۱)، شرح داده شده است.

جدول ۱. تخمین کارایی زیست محیطی صنعت استانی ایران در مصرف گاز طبیعی

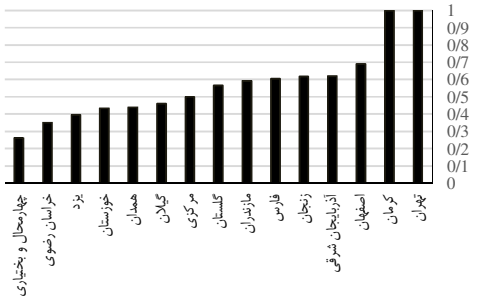
ردیف	استان	کارایی
۱	آذربایجان شرقی	۰/۶۲۰
۲	اصفهان	۰/۶۹۰
۳	تهران	۱
۴	چهارمحال و بختیاری	۰/۲۶۲
۵	خراسان رضوی	۰/۳۵۰
۶	خوزستان	۰/۴۳۴
۷	زنجان	۰/۶۱۹
۸	فارس	۰/۶۰۴
۹	کرمان	۱
۱۰	گلستان	۰/۵۶۶
۱۱	گیلان	۰/۴۵۹
۱۲	مازندران	۰/۵۹۳
۱۳	مرکزی	۰/۵۰۰
۱۴	همدان	۰/۴۳۹
۱۵	یزد	۰/۳۹۶
۱۶	میانگین	۰/۵۶۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به جدول شماره (۱)، استان‌های تهران وکرمان در سال ۱۳۹۷ کارا هستند مبنی بر این‌که این استان‌ها در مصرف گاز طبیعی بخش صنعت کارایی زیست محیطی دارند. کمترین میزان کارایی زیست محیطی مربوط به بخش صنعت استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. میانگین میزان کارایی زیست محیطی سال مذکور، ۰/۵۶۸ می‌باشد. راسخی و همکاران (۱۳۹۵) نیز میانگین کارایی زیست محیطی کل ایران را ۰/۵۷۰ بدست آوردند، که این نشان می‌دهد بخش صنعت از نظر زیست‌محیطی مشابه کل کشور می‌باشد. همانطور که شهیکی‌تاش و همکاران (۱۳۹۴) دریافتند که صنایع مورد مطالعه‌شان از کارایی زیست‌محیطی پایینی برخوردارند. بخش صنعت برخی از استان‌های کشور در سال مورد مطالعه از لحاظ زیست محیطی کارآمد نبوده، صنعت این استان‌ها می‌توانند با همین مقدار نهاده مصرفی و ستانده مطلوب، اقدام به کاهش تولید آلاینده‌ها نمایند و میزان کارایی زیست محیطی خود را ارتقا بخشند. همچنین با تغییر شیوه تولید می‌توانند بدون کاهش در محصول و یا افزایش نهاده‌های خود، میزان آلایندگی خود را کم نمایند.



نمودار ۱. مقایسه کارایی زیست محیطی بخش صنعت استان‌های ایران

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نمودار (۱)، استان چهارمحال و بختیاری کمترین میزان کارایی زیست محیطی در بخش صنعت کشور را در سال ۱۳۹۷ داراست. با توجه به اهمیت و توجه حفاظت ازمحیط زیست، استان چهارمحال و بختیاری باید استان‌های کارا را در استفاده از انرژی گاز طبیعی الگو قرار دهد، زیرا این استان و سایر استانهای ناکارا دارای هدر رفت انرژی هستند و آنها می‌توانند با کاهش میزان نهاده‌ها مثل نهاده مصرف گاز طبیعی و به طبع آن کاهش میزان انتشار CO_2، همین مقدار خروجی مطلوب را داشته باشند یا با همین مقدار نهاده، خروجی مطلوب بیشتری تولید کنند. استان مذکور می‌تواند با تغییر شیوه تولید و استفاده از تکنولوژی‌های جدید به کاهش آلاینده‌ها ناشی از مصرف گاز طبیعی بپردازد.

از طریق مقادیر کارایی زیست محیطی می‌توان میزان انتشار اضافی گازهای آلاینده‌ی مصرف گاز طبیعی بخش صنعت استان‌های کشور را به دست آورد. جدول (۲)، بیانگر این میزان می‌باشد.

جدول۲. میزان انتشار اضافی گازهای CO_2 ناشی از مصرف ناکارای گاز طبیعی بخش صنعت

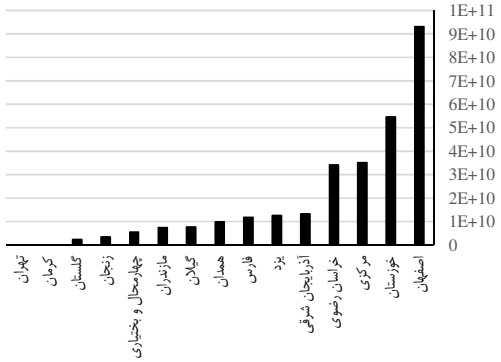
ردیف	استان	میزان CO_2 اضافی
۱	آذربایجان شرقی	۱۳۲۸۰۵۴۷۸۰۰
۲	اصفهان	۹۳۰۵۲۵۷۹۱۰۰
۳	تهران	۰
۴	چهارمحال و بختیاری	۵۵۶۵۲۶۶۲۰۰
۵	خراسان رضوی	۳۴۱۶۳۴۳۴۵۰۰
۶	خوزستان	۵۴۶۱۸۹۶۱۸۰۰
۷	زنجان	۳۵۶۹۱۲۷۹۰۰
۸	فارس	۱۱۹۰۵۰۸۸۰۰۰
۹	کرمان	۰
۱۰	گلستان	۲۳۷۵۳۱۹۷۶۰
۱۱	گیلان	۷۸۰۷۸۷۲۰۵۰
۱۲	مازندران	۷۴۴۸۹۱۱۹۸۰
۱۳	مرکزی	۳۵۱۶۶۸۴۴۵۰۰
۱۴	همدان	۹۹۲۰۵۳۴۲۲۰
۱۵	یزد	۱۲۵۸۶۷۲۳۵۳۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول شماره (۲)، بخش صنعت استان اصفهان بیشترین میزان انتشار اضافی گازهای آلاینده را بر حسب متر مکعب داراست. بنابراین با بکارگیری الگوی مصرف کارای انرژی گاز طبیعی، می‌تواند به مقدار زیادی از انتشار گاز آلاینده دی‌اکسیدکربن جلوگیری کند، که این کمک شایانی به حفظ محیط زیست می‌نماید. بخش صنعت استان خوزستان رتبه دوم بیشترین میزان انتشار گاز آلاینده را در سال ۱۳۹۷ نسبت به صنایع سایر استان‌های مورد مطالعه قرار گرفته دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲. مقایسه میزان انتشار دی‌اکسیدکربن اضافی ناشی از مصرف ناکارای گاز طبیعی بخش صنعت

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که نمودار (۲)، نشان می‌دهد بخش صنعت استان اصفهان و بعد از آن استان‌های خوزستان، مرکزی و خراسان رضوی بیشترین میزان انتشار کربن اضافی را در سال ۱۳۹۷ داشتند که این موضوع بیان می‌دارد بخش صنعت این استان‌ها نقش مهمی در آلودگی محیط زیست دارند، به همین منظور با تغییر در شیوه‌ی تولید و تکنولوژی خود می‌توانند کمک شایانی به حفظ محیط زیست خویش نمایند.

مدل پارامتریک DDF

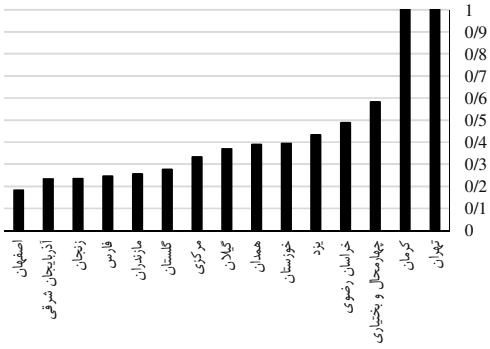
کارایی معمولی فقط روی ذخیره انرژی تمرکز می‌کند و به هدف گسترش خروجی توجهی نمی‌نماید برای رفع این مشکل مدل DDF طبق پژوهش مطالعاتی جیا و لی(۲۰۱۵)، برای ماکزیمم کردن پتانسیل ذخیره انرژی و گسترش خروجی بکار برده شده است. نتایج حاصل از مدل شماره (۴) به شرح جدول شماره (۳) می‌باشد.

همان‌طور که در جدول شماره (۳)، قابل مشاهده است. بخش صنعت استان‌های تهران و کرمان مقدار کارایی یک را کسب نموده‌اند، این بیان می‌دارد که بخش صنعت استان‌های مذکور بهترین عملکرد زیست محیطی را در سال ۱۳۹۷ داشتند. همان‌طور که جیا و لی (۲۰۱۵)، دریافتند که کارایی صنایع استان‌های نواحی مختلف چین با هم متفاوت است، جدول فوق همچنین بیان می‌دارد که نمرات کارایی زیست محیطی بخش صنعت استان‌های مورد مطالعه ایران به طور قابل توجه‌ای تفاوت دارند. دو استان تهران و کرمان نمره یک را کسب نمودند، استان‌های چهارمحال و بختیاری، خراسان رضوی و یزد نمرات بالای کارایی را کسب نموده‌اند و استان‌های آذربایجان شرقی، اصفهان و زنجان حتی نمرات کمتری از ۰/۲۴۰ کسب کرده‌اند و میانگین نمره کارایی بخش صنعت استان‌های مورد مطالعه در سال مورد بررسی ۰/۴۲۷ می‌باشد که در سطح پایینی قرار دارد و این بیان می‌دارد که راه طولانی برای توسعه کارایی انرژی و دوستی اقتصاد و محیط زیست وجود دارد.

جدول ۳. نتایج کارایی زیست محیطی مدل DDF مصرف گاز طبیعی

ردیف	استان	میزان کارایی
۱	آذربایجان شرقی	۰/۲۳۴
۲	اصفهان	۰/۱۸۲
۳	تهران	۱
۴	چهارمحال و بختیاری	۰/۵۸۳
۵	خراسان رضوی	۰/۴۸۹
۶	خوزستان	۰/۳۹۴
۷	زنجان	۰/۲۳۵
۸	فارس	۰/۲۴۶
۹	کرمان	۱
۱۰	گلستان	۰/۲۷۶
۱۱	گیلان	۰/۳۷۰
۱۲	مازندران	۰/۲۵۵
۱۳	مرکزی	۰/۳۳۳
۱۴	همدان	۰/۳۸۹
۱۵	یزد	۰/۴۳۲
۱۶	میانگین	۰/۴۲۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق



نمودار ۳. مقایسه میزان کارایی زیست محیطی بخش صنعت استانی ایران با رویکرد تابع فاصله جهت‌دار

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نمودار (۳)، تفاوت معنادار کارایی زیست محیطی بخش صنعت استان‌های مورد مطالعه ایران در سال ۱۳۹۷ کاملا مشهود است. با در نظر گرفتن هر دو هدف افزایش ستانده مطلوب و ذخیره انرژی استان تهران و کرمان در سال مذکور کارا به دست آمده‌اند اما میانگین کل در حالتی که هر دو هدف مدنظر قرار می‌گیرد کمتر شده است. البته قابل ذکر است که استان‌هایی هستند که در این حالت نمرات کارایی زیست محیطی بالاتری به دست آورده‌اند از قبیل استان چهارمحال و بختیاری، خراسان رضوی و استان یزد که می‌توان از آن‌ها نام برد.

تجزیه و تحلیل ناحیه‌ای

اگر بخواهیم با توجه به برنامه‌های جدید مبنی بر تقسیم‌بندی ناحیه‌ای ایران کارایی زیست محیطی ناحیه‌های مختلف ایران را مقایسه نماییم، به نتایج قابل توجهی می‌رسیم.

براساس تقسیم‌بندی ناحیه‌ای از سوی معاون وزیر توسعه مدیریت و منابع، ایران را می‌توان به ۵ منطقه به صورت ذیل تقسیم نمود: منطقه یک: تهران، قزوین، مازندران، سمنان، گلستان،البرز و قم؛ منطقه دو: اصفهان، فارس، بوشهر، چهارمحال و بختیاری، هرمزگان و کهکیلویه و بویراحمد؛ منطقه سه: آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، زنجان، گیلان و کردستان؛ منطقه چهار: کرمانشاه، ایلام، لرستان، همدان، مرکزی و خوزستان؛ منطقه پنج: خراسان رضوی، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، کرمان، یزد و سیستان و بلوچستان.

تقسیم بندی ناحیه‌ای جهت هم اندیشی برای مسائل منطقه، ایجاد هماهنگی در اجرای سیاست‌های عمومی دولت، ایجاد وحدت رویه در اجرای قوانین و مقررات منطقه، ایجاد تعامل میان ستاد و مناطق و به منظور تبادل تجربه‌ها انجام می‌گیرد. برنامه‌ریزی منطقه‌ای کمک زیادی به شناخت منابع و امکانات و ملزومات هر منطقه می‌کند و برای توسعه‌ی منطقه‌ای و رشد سریع‌تر آن بسیار کارآمد می‌باشد و این سبب تخصیص منابع و فعالیت‌ها به هر منطقه بر مبنای استعدادها و ویژگی‌های خاص آن منطقه و کاهش شکاف بین مناطق مختلف می‌گردد.

همان‌طور که لین و دوو (۲۰۱۵)، دریافتند که اکثر نواحی اقتصادی چین از نظر زیست محیطی ناکارآمد هستند، بخش صنعت اکثر نواحی ایران نیز ناکارا می‌باشند. با توجه به محاسبات کارایی زیست محیطی نواحی ایران و همچنین بر اساس تقسیم بندی نواحی ذکر شده بالا، اگر فقط هدف ذخیره انرژی را مدنظر داشته باشیم، منطقه یک با میانگین ۰/۷۱۹ و بعد آن منطقه پنج با میانگین ۰/۵۸۲ بالاترین نمره کارایی زیست محیطی را کسب نموده اند. منطقه سه و دو رتبه‌های بعدی را به دست آورده‌اند و کمترین نمره کارایی هم مربوط به منطقه چهار می‌باشد.

و اگر بخواهیم هر دو هدف ذخیره انرژی و افزایش ستانده را در نظر بگیریم، منطقه یک با میانگین ۰/۷۶۵ و بعد از آن منطقه پنج با میانگین ۰/۶۳۷ بالاترین کارایی زیست محیطی را کسب نموده و منطقه چهار و سه رتبه‌های بعدی و پایین ترین نمره کارایی زیست محیطی متعلق به منطقه دو می‌باشد. با هر دو رویکرد و استان‌های مورد مطالعه، منطقه یک و پنج رتبه یکسانی را کسب نموده‌اند و فقط منطقه دو و چهار رتبه‌هایشان تغییر کرده است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

باتوجه به آثار زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی و هزینه‌های ناشی از آن، عدم توجه به این آثار در ارزیابی عملکرد اقتصادی منجر به نتایجی دور از واقع می‌گردد. از نتایج حاصل از مدل‌های استفاده شده در این تحقیق می‌توانیم موارد ذیل را ذکر کنیم:

در مجموع کارایی زیست محیطی بخش صنعت استانی ایران در استان‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷ پایین است بنابراین می‌توانیم با تمرکز به مسائل زیست محیطی در این بخش درصد بالایی از آلودگی‌ها را کاهش دهیم و این کاهش آلودگی‌ها می‌تواند بدون کاهش سطح تولید بخش صنعت یا افزایش نهاده‌ها اتفاق بیفتد. همچنین کارایی زیست محیطی به طور قابل توجهی در استان‌های مختلف متفاوت است. تقسیم‌بندی ناحیه‌ای ایران، بیان می‌دارد که کارایی زیست محیطی ناحیه یک و پنج رتبه‌های اول و دوم را کسب نموده‌اند. با تقسیم‌بندی ناحیه‌ای می‌توان برنامه‌ریزی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه‌ای در جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی برای کمک به محیط زیست و حفظ منابع طبیعی انجام داد.

با توجه به یافته‌های ژنگ و ونگ (۲۰۱۵)، که دریافتند با افزایش ۱۵درصدی در رشد بهره‌وری صنعت کره‌جنوبی می‌توانند به تغییرات تکنولوژیکی زیست‌محیطی بالایی دست یابند. در ایران نیز با توجه به پایین بودن کارایی زیست محیطی بخش صنعت استان‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷ می‌توان پیشنهاد داد که دولت مقررات شدیدتری برای کاهش آلودگی اتخاذ نماید و علاوه برآن می‌تواند با تدابیر حمایتی از صنایعی که آلودگی زیست‌محیطی کمتری دارند، به حفظ محیط زیست کمک نماید. از جمله راهکارهایی که برای کاهش مصرف انرژی و آلاینده‌های زیست محیطی در بخش صنعت، این است که سوخت‌های سبک را می توان جایگزین سوخت‌های سنگین نمود که کربن کمتری منتشر می کنند، همچنین می‌توان به استفاده از سوخت‌های ضایعاتی و زیست توده‌ها و استفاده از تکنولوژی فیلترهای هیبریدی جهت کاهش آلاینده‌ها اقدام نمود. از طرف دیگر پیشنهاد می‌گردد مقررات زیست محیطی برای تولیدکنندکان تنظیم گردد. برقراری مالیات بر محصول نامطلوب جهت افزایش انگیزه تولیدکنندگان در جهت بکارگیری روش ها و فنون سازگار با محیط زیست یکی دیگر از این روش‌ها می‌باشد. راه حل دیگر این است که دولت جهت تشویق صنایع استان‌های کارا تدابیر تشویقی بیندیشد، مثلاً می‌تواند اولویت مصرف منابع با قیمت‌های کمتر را در اختیار بخش صنعت استان‌هایی که با مصرف انرژی کمتر و آلودگی زیستی کمتری فعالیت می‌کنند، قرار دهد. ضروری است بخش صنعت به سمت مصرف سوخت‌های با کیفیت بالا و انرژی پاک گرایش پیدا کرده و همچنین دولت به سمت حمایت از توسعه مصرف انرژی تجدیدشدنی برود. در نهایت می‌توان بیان داشت که مطالعات کاربردی بیشتری در این زمینه باید انجام گیرد زیرا حفظ منابع و محیط زیست از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

منابع

تراز نامه انرژی (۱۳۹۶). معاونت امور برق وانرژی وزارت نیرو.

راسخی، سعید؛ شهرازی، میلاد؛ شیدایی، زهرا؛ جعفری، مریم و زهرا دهقان (۱۳۹۵). "ارتباط کارایی اقتصادی و کارایی زیست محیطی: شواهد جدید برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته"، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۷۸، صص ۵۶-۳۱.

رضایی، علی؛ آماده، حمید و تیمور محمدی (۱۳۹۳). "تحلیل بهره‌وری و کارایی زیست محیطی در کشورهای منتخب واردکننده و صادرکننده منابع انرژی فسیلی: رویکرد تابع مسافت جهت‌دار"، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، شماره ۲، صص ۹۳-۱۲۶.

سیفی ، احمد؛ سلیمی فر، مصطفی و هانیه فنودی (۱۳۹۲). "اندازه‌گیری کارایی زیست محیطی"، *فصلنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۷، صص ۱۷-۴۱.

شهیکی تاش، محمد نبی؛ جعفری، سعید و مصطفی خواجه حسنی (۱۳۹۴). "محاسبه کارایی زیست‌محیطی در صنایع انرژی‌بر با استفاده از رویکرد تابع فاصله جهت‌دار"، *فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصادی*، شماره ۱، صص ۹۹-۱۲۰.

عربشاهی دلوئی، مهدیه؛ فلاحی، محمدعلی؛ صالح نیا، نرگس (۱۳۹۹). "بررسی عوامل محیطی مؤثر بر کارایی مصرف انرژی در صنایع منتخب انرژی‌بر ایران با استفاده از مدل دو مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها (Two-stage DEA)"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصاد صنعتی*، doi: 10.30473/indeco.2020.7089.

قاسمی، عبدالرسول و حامد پاشازاده (۱۳۹۳). "پایش کارایی زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه (مطالعه موردی: ایران، هند، ترکیه و مصر)"، *فصلنامه سیاست-گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهرا(س)*، شماره ۴، صص ۹۵-۱۱۸.

مرکز آمار ایران، www.amar.org.ir.

نجف‌زاده، بهنام و سیاب ممی‌پور (۱۳۹۵). "سنجش عملکرد زیست محیطی شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران در چارچوب مرز مقارن و متوالی مازاد مبنا و تابع فاصله جهتدار"، *فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران*، شماره ۹۱، پاییز ۱۳۹۵، صص ۲۴۰-۲۱۱.

www.SID.ir

Archive of SID

Briec W. (1997). "A Graph-Type Extension of Farrell Technical Efficiency Measure", *Journal of Productivity Analysis*, 8 (1), pp. 95-110.

Calvet R., Conesa D., Calvet A. and E. Ausina (2014). "Energy efficiency in the European Union: What can be learned from the joint application of directional distance functions and slacks-based measures?", *Applied Energy*, 132, pp.137-154.

Chambers R.G., Chung Y. and R. Fare (1996). " Benefit and Distance Functions", *Journal of Economic Theory*, 70, pp. 407-419.

Chang Y., Fare R. and S. Groskopf (1997). " Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach", *Journal of Environmental Management*, 51, pp.229-240.

Fare R. and C. Lovell (2006). "Measuring the technical efficiency of production", *Journal of Economic Theory*, 19(1), pp. 150-162.

Fare R. and S. Groskopf (2004). "New Directions: Efficiency and Productivity", *Kluwer Academic Publishers,* 174.

Farrell M. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society,* 120(3), pp. 253-290.

Fukuyama H. and W. L. Weber (2010). "A Slacks-based Inefficiency Measure for A Two-stage System with Bad Outputs", *Omega*, 38, pp.398-409.

Graham M. (2004). "Environmental Efficiency Meaning and Measurement and Application to Australian Dairy Farms", *Presented at the 48th Annual AARES Conference, Melbourne*, Victoria, February, pp. 1-16.

Honma S. and J.L. Hu (2014). "Industry-Level Total-factor Energy Efficiency in Developed Countries: A Japan-Centered Analysis", *Apply Energy*, 119, pp. 67-78.

Jia W. and W. Li (2015). "Measuring Chinas Industrial Energy Efficiency both DEA and Directional Distance Function Approach at the Provincial Level". *International Journal of Environmental Technology and Management*, 4, pp.1466-2132.

Lin, B. and K. Du (2015). "Energy and CO2 Emission Performance in Chinas Regional Economies: Do Market- Oriented Reform Matter?", *Energy Policy*, 78, pp. 113-124.

Reinhard, S., Knox L., C. A. and G. Thijssen (1999). "Econometric Estimation of Technical and Environmental Efficiency: An Application to Dutch Dairy Farms", *American Journal of Agricultural Economics*, 81, pp. 44-60.

Ren J., Gao B., Zhang J. and C. Chen (2020). " Measuring the Energy and Carbon Emission Efficiency of Regional Transportation Systems in China: Chance-Constrained DEA Models", *Mathematical Problems in Engineering*, pp.4-12.

Scheel H. (2001). "Undesirable Outputs in Efficiency Valuations", *European Journal of Operational Research,* 132, pp.400-410.

Seiford L. and J. Zhu (2002). "Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation", *European Journal of Operational Research*, 142, pp.16-20.

Sueyoshi T. and M. Goto (2011). "DEA Approach for Unified Efficiency Measurement: Assessment of Japanese Fossil Fuel Power Generation", *Energy Economics*, 33, pp.195-208.

Zhang N. and B. Wang (2015). "A Deterministic Parametric Meta frontier Luenberger Indicator for Measuring Environmentally-sensitive Productivity Growth: A Korean Fossil- Fuel Power Case", *Energy Economics*, 51, pp.88-98.

Zhou P., Ang B. and K. Poh (2008). "Measuring Environmental Performance

www.SID.ir

Archive of SID

(2020). "Nonradial Directional Distance Function for Measuring the Environmental Efficiency of the Chinese Iron and Steel Industry", 12, pp. 1-12.

Zhou Z., Wu1 H., Ding1 T. and Q. Xia Under Different Environmental DEA Technologies", *Energy Economics*, 30(1), pp.1-14.

www.SID.ir