فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال بیستم / شماره ۸۰/ بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۳۲-۱

اندازه‌گیری کارایی انرژی، اقتصادی و زیست محیطی با تلفیق تحلیل پوششی داده‌ها و بازی چانه‌زنی[۱]

محمد طونی
دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، واحد الیگودرز، دانشگاه آزاد اسلامی، الیگودرز، ایران. mo.touni1349@gmail.com

بهرام فتحی[۲]
استادیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد شهریار، دانشگاه آزاد اسلامی، شهریار، ایران. Bahram.Fathi@iau.ac.ir

مجید انیسی
استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. majid_anisi@yahoo.com

محمد خرسند
استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، واحد الیگودرز، دانشگاه آزاد اسلامی، الیگودرز، ایران. m.khorsandzak@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

چکیده

با توجه به نگرانی‌های روزافزون در مورد مصرف بالای انرژی و گرم شدن زمین، کارایی انرژی و محیط‌زیست توجه قابل توجهی از سوی محققان و سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده است. هدف از این پژوهش اندازه‌گیری کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی با رویکردی اصلاح شده و مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و بازی چانه‌زنی نش (NBG-DEA) درکشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی(OECD) در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ است. نتایج نشان می‌دهد که به طور کلی کشورهای آمریکا، سوئیس و یونان از نظر کارایی اقتصادی و انرژی در بین کشورهای برتر قرار دارند، ولی در حوزه محیط زیست شرایط مطلوبی ندارند. میانگین کارایی محیط‌زیستی در بین همه کشورها بسیار پایین است، ولی در بین آن‌ها ایالات متحده آمریکا با نمره ۰/۰۰۰۴ بدترین و ایسلند با نمره ۰/۳۴۸ بهترین وضعیت را دارند. علاوه بر این بر اساس نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها، بازی چانه‌زنی نش در کل کشورهای ایسلند، لوکزامبورگ، سوئیس، اسلوونی، ایرلند و دانمارک در همه حوزه‌های اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست نسبت به سایرین شرایط بهتری دارند.

طبقه‌بندی JEL: C14, C79, D2, Q4.
کلیدواژه‌ها: کارایی انرژی، کارایی زیست محیطی، تحلیل پوششی داده ها، بازی چانه‌زنی نش.

---

۱. این مقاله بر گرفته از رساله دکتری محمد طونی با عنوان«اندازه‌گیری کارایی انرژی، اقتصادی و زیست محیطی با تلفیق تحلیل پوششی داده‌ها و بازی چانه زنی» می‌باشد.
۲. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

۱- مقدمه

انرژی یک عامل ضروری در تمام مراحل تولید است و تولید محصولات بدون انرژی غیرممکن است. مصرف انرژی به طور مستقیم و غیرمستقیم بر محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد، زیرا در مراحل مختلف استخراج، تولید و مصرف انرژی به محیط‌زیست آسیب وارد می‌شود. با افزایش روند گرمایش جهانی در طول زمان، کشورهای بیشتری در حال انجام اقداماتی برای مقابله با چالش‌های تغییرات آب و هوایی می‌باشند (وانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۶). در روند توسعه سریع اقتصاد، وابستگی به انرژی افزایش می‌یابد و در نتیجه مصرف انرژی افزایش می‌یابد. با این حال، مصرف انرژی تأثیر منفی بر محیط‌زیست خواهد داشت. تخریب محیط‌زیست توسعه اقتصادی را محدود کرده در نتیجه بر استفاده از انرژی تأثیر می‌گذارد. بنابراین استفاده بهینه از انرژی و توجه به محیط‌زیست، پیش نیاز تضمین توسعه پایدار یک اقتصاد است. توسعه اقتصادی و ملاحظات زیست محیطی عوامل اساسی موثر بر کارایی انرژی هستند. همچنین کارایی انرژی بر اقتصاد و محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد. در نتیجه انرژی، اقتصاد و محیط‌زیست متقابلاً بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند.

با توجه به نگرانی‌های روزافزون در مورد مصرف بالای انرژی و گرم شدن زمین، موضوع کارایی انرژی مورد توجه محققان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. کارایی انرژی یک استراتژی مهم برای رشد و توسعه پایدار است. این یکی از مقرون به‌صرفه‌ترین راه‌ها برای افزایش امنیت تامین انرژی و کاهش پیامدهای زیست محیطی سیستم انرژی است. کارای انرژی به معنای مدیریت و مهار مصرف انرژی است. این به معنای خروجی بیشتر برای ورودی انرژی یکسان، یا ورودی انرژی کمتر برای همان خروجی است. عملکرد واقعی کارایی انرژی باید به گونه‌ای ارزیابی شود که تمام جنبه‌های توسعه پایدار در نظر گرفته شود. نکته کلیدی این است که چگونه ملاحظات اقتصادی، انرژی و زیست محیطی به طور همزمان ترکیب می‌شود.

رابطه اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست موضوعی مهم و پیچیده است. رشد اقتصادی باید با حفظ منابع طبیعی و حفاظت از محیط‌زیست همراه باشد. این نیاز به بررسی همزمان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و عملکرد زیست محیطی دارد (وانینسکی[2]

1. Wang & et al. (2016)
2. Vaninsky (2018)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

(۲۰۱۸). در مطالعات کارایی انرژی و آلودگی زیست محیطی از روش‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها[1] استفاده شده است. در این مطالعه کارایی انرژی، زیست محیطی و اقتصادی با رویکردی یکپارچه بر اساس بازی چانه‌زنی و تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- مبانی نظری

۲-۱- مفهوم کارایی

کارایی یک مفهوم نسبی است که با اهداف تولید بنگاه نیز ارتباط دارد و باید در مقایسه با شرایط بالقوه و ایده‌آل تولید مورد ارزیابی قرار گیرد. به طور معمول، کارایی در ارتباط با نحوهٔ تخصیص بهینهٔ منابع کمیاب توسط بنگاه برای رسیدن به اهداف تولید است. تلاش‌های کوپمنس و دبرو[2] (۱۹۵۱) را می‌توان نقطه آغاز اندازه‌گیری کارایی دانست. یک بردار نهاده- ستانده از نظر کوپمنس در شرایطی کاراست که از نظر فنی بدون کاهش مقدار حداقل یک ستانده، دیگر امکان افزایش هیچ ستانده‌ای وجود نداشته باشد، البته او روشی برای اندازه‌گیری کارایی معرفی نکرده است. فارل[3] (۱۹۵۷) اولین فردی بود که به طور تجربی کارایی را با استفاده از رویکرد نهاده محور یا حداقل کردن هزینه‌ها اندازه‌گیری کرد. به نظر او کارایی به منزله دریافت حداکثر ستانده تولیدی با توجه به سطح مشخصی از نهاده‌ها و عوامل تولید است.

۲-۲- ارتباط کارایی انرژی، اقتصادی و زیست محیطی

یکی از مهم‌ترین مسائل در بسیاری از کشورها استفاده از عوامل و راه‌های دستیابی به توسعه پایدار است. موضوع کارایی انرژی به عنوان مقرون به صرفه‌ترین راه برای کاهش مصرف انرژی و گرم شدن کره زمین مورد توجه قابل قرار گرفته است. در بررسی کارایی واحدهای اقتصادی باید واحدهای تصمیم‌گیر همگن با ورودی و خروجی‌های متعدد ارزیابی و رتبه‌بندی شوند. در دهه‌های اخیر، محققان روش‌های متعددی برای محاسبه کارایی مؤسسات اقتصادی با مفاهیم مشترک را پیشنهاد کرده‌اند. برخی مطالعات با

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Koopmens & Debrreu (1951)
3. Farrell (1957)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

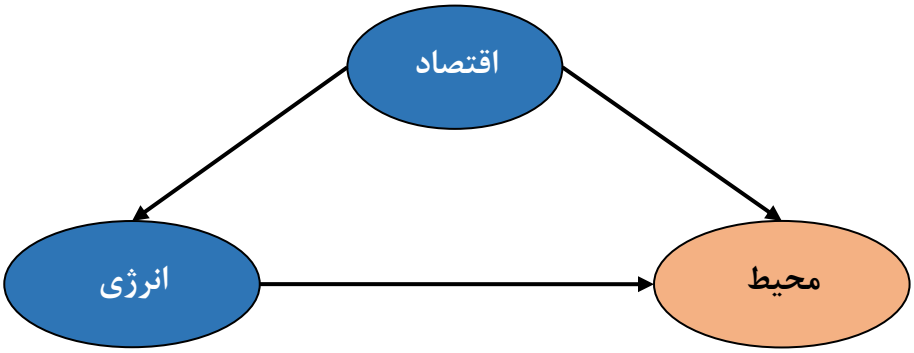
تمرکز بر بانک‌ها و صنایع به عنوان واحدهای تصمیم‌گیری همگن انجام شده است (سان و همکاران[۱]، ۲۰۲۱). توسعه پایدار را می‌توان از منظر رابطه بین توسعه اقتصادی و حفاظت از محیط‌زیست ارزیابی و تحلیل نمود. در این ارزیابی اثرات رشد اقتصادی بر محیط‌زیست مهم است. برخی دیگر از محققان سه عنصر اساسی را برای توسعه پایدار در نظر گرفته اند: پایداری اقتصادی، پایداری محیطی و پایداری اجتماعی و کارایی هر سیستمی را با در نظر گرفتن این سه بعد پایداری بررسی کرده‌اند (شریبرگ[۲]، ۲۰۰۲).

کارایی انرژی یکی از موضوعات مهم در سیاست انرژی و اقتصادی است. استفاده کارآمد از انرژی ممکن است منجر به حفظ منابع، مقابله با گرمایش جهانی و کاهش هزینه‌های واقعی خروجی‌های اقتصادی شود، اما قطعاً یک رویکرد سیاستی برای حمایت از انتقال از سطوح رو به افزایش فعلی انرژی به یک جامعه پایدار نیاز است (پریمک و ارکر[۳]، ۲۰۲۰). بررسی رابطه بین انرژی، آلودگی محیط‌زیست و اقتصاد در طول زمان در بسیاری از کشورها نشان‌دهندهٔ اهمیت این موضوعات است. این دسته از مطالعات بر سطح درآمد و تخریب محیط‌زیست متمرکز شده‌اند (گیل و همکاران[۴]، ۲۰۱۸).

برخی از مطالعات به رابطه مصرف انرژی و رابطه رشد اقتصادی و محیط‌زیست متمرکز شده است و یک رویکرد ترکیبی را در یک چارچوب مورد بررسی قرار می‌دهد (می و همکاران[۵]، ۲۰۲۰). در این رابطه کارایی 3E به طور همزمان در کشورهای مختلف متمرکز شده است (فتحی و همکاران[۶]، ۲۰۲۱؛ وانگ و فنگ[۷]، ۲۰۱۵؛ یان و همکاران[۸]، ۲۰۱۸). با توجه به ادبیات ذکر شده، عملکرد کارایی باید به گونه‌ای ارزیابی شود که تمام جنبه‌های توسعه پایدار از جمله ملاحظات انرژی، اقتصادی و زیست محیطی را می‌بایست همانند شکل شماره ۱ در نظر گرفته شود. بنابراین با توجه به خلا ادبیات مذکور هدف این مطالعه ایجاد یک مدل یکپارچه از بازی چانه‌زنی و تحلیل پوششی داده‌ها را برای ارزیابی عملکرد کارایی3E است.

1. Sun & et al. (2021)
2. Shriberg (2002)
3. Primc and Erker (2020)
4. Gill et al., 2018
5. Mei & et al. (2020)
6. Fathi & et al. (2021)
7. Wang & Feng, (2015)
8. Yan & et al. (2018)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]



شکل ۱- رابطه سیستمی انرژی، اقتصاد و محیط‌زیست

بنابراین اقتصاد و محیط‌زیست یک سیستم به هم تنیده هستند. فعالیت‌های اقتصادی بر محیط‌زیست اثر می‌گذارند و آن‌چه در محیط‌زیست رخ می‌دهد نیز بر اقتصاد اثرگذار است، پس مطالعه همزمان کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۳- پیشینه تحقیق

تاکنون مطالعات گوناگونی پیرامون بررسی کارایی در سه حوزه اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست در داخل و خارج از کشور انجام شده است.

۳-۱- مطالعات خارجی

مطالعه وانگ و همکاران[1] (۲۰۲۳) با استفاده از روش DEA مبتنی بر متغیرهای کمکی، کارایی اقتصاد و زیست محیطی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را در ۲۰ کشور عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه مورد بررسی قرار دارند. نتایج بیانگر وضعیت متفاوت کشورها از لحاظ کارایی اقتصادی و زیست محیطی است و از اینرو به دولت‌ها پیشنهاد شده‌است که مدیریت منابع را تعدیل نمایند. فتحی و همکاران[2] (۲۰۲۲) برای دستیابی به تجزیه و ارزیابی کارایی منصفانه از مدل بازی چانه‌زنی نش استفاده کرده‌اند. لذا

1. Wang & et al. (2023)
2. Fathi & et al. (2022)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

کارایی متقاطع عملکرد کشورهای در حال توسعه را در سه حوزه کارایی انرژی، محیط‌زیستی و اقتصادی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که باید سیاست‌گذاران در کنار سایر معیارهای کارایی معیار عدالت را نیز برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهتر در نظر بگیرند. گوکوز و یالشین[1](۲۰۲۲) با استفاده از رویکرد بوت استرپ DEA و تکنیک دو مرحله‌ای DEA به ترتیب کارایی انرژی و کارایی نوآوری و زیست محیطی کشورهای اتحادیه اروپا را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتایج نشان داده است که رفع مشکل نویز آماری و مدل‌سازی خروجی‌های نامطلوب مزیت استفاده از تکنیک‌های فوق می‌باشد. فتحی و همکاران[2](۲۰۲۱) با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و یک بازی چانه‌زنی کارایی انرژی، محیط‌زیستی و اقتصادی در کشورهای صادرکننده سوخت‌های فسیلی با بهره‌گیری از مدل‌های ترکیبی شبکه و بازی چانه‌زنی، شاخص پایداری کارایی کشورهای منتخب را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها توان دستیابی به نقطه تعادل با لحاظ هر سه معیار انرژی، اقتصاد و محیط‌زیست را ندارند. بنابراین استفاده از مدل ترکیبی از بازی چانه‌زنی نش و کارایی متقابل تحلیل پوششی داده‌ها برای رتبه‌بندی کارایی مناسب‌تر است. دانگ و همکاران[3] (۲۰۲۱) برای تخمین شدت صرفه‌جویی در انرژی و میزان بهره‌مندی مالی کشورها از فعالیت‌های محیط‌زیستی در کشورهای اتحادیه اروپا از رویکردهای شعاعی اصلاح شده، راسل پویا و راسل پویای تنظیم شده از مدل‌های DEA استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که کشورهایی که در بخش‌های اصلی تولید از فناوری‌های پیشرفته استفاده کرده‌اند انرژی کمتری مصرف می‌کنند و از لحاظ زیست محیطی شرایط مطلوب‌تری دارند. مردانی و همکاران[4] (۲۰۱۸) در راستای مروری جامع از کاربرد مدل‌های DEA در زمینه‌های اقتصاد، محیط‌زیست و انرژی ۱۴۵ مقاله منتشر شده در پایگاه‌های معتبر را مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعه بینش‌هایی در مورد روش‌شناسی و مفهوم سازی در کاربرد این مدل‌ها ارائه کرده است و به همین سبب زمینه درک درست محققان از وضعیت شاخص‌های ورودی و خروجی در زمینه‌های ذکر شده را ایجاد می‌کند.

1. Gökgöz,& Yalçın, (2023)
2. Fathi & *et al*. (2021)
3. Dong & *et al*. (2021)
4. Mardani & *et al*. (2018)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

۳-۲- مطالعات داخلی

محمد پرست و همکاران (۱۴۰۲) برای دستیابی به کارآیی پایدار در بخش حمل و نقل ایران تحت محدودیت مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها با مرز کارآیی تعادل عمومی (CEEFDEA[1]) کارآیی انرژی و زیست‌محیطی با مجموع ثابت را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داده که از نظر کارآیی انرژی و زیست‌محیطی بخش حمل و نقل کشور ناکارآمد است. به همین سبب بهتر است تا زمینه توسعه پایدار این بخش با اجرای سیاست‌های منطقی و سازگار با نقش انرژی و محیطزیست فراهم شود. قیاسی و همکاران (۱۴۰۱) برای بررسی اثرگذاری‌های محیطزیستی تولید گندم، از شاخص ردپای‌آب استفاده و کارایی اقتصادی- محیطزیستی تولید گندم را برآورد کردند. به استناد نتایج حاصل از پژوهش، محققان پیشنهاد کرده‌اند که در استان‌هایی که کارایی اقتصادی– محیطزیستی پایین‌تر است به منظور حفظ محیطزیست و کاهش ردپای‌آب آبی از روش‌های نوین آبیاری و برای کاهش ردپای‌آب خاکستری از کودهای سبز و کودهای شیمیایی کم‌خطر استفاده شود. نسرین دوست و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از شاخص مالم کوئیست (MI) روند تغییرات کارایی مصرف انرژی و محیطزیست در صنایع اقتصاد ایران را در بازه زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتایج نشان داده که بهبود کارایی کل در سال‌های اخیر کاهش یافته است. اگر در برخی از صنایع بهبودی رخ داده تنها به دلیل تغییرات ساختاری آن صنایع و نه به خاطر افزایش کارایی فنی بوده است. عیوض صحرا و همکاران(۱۳۹۹) با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) کارایی محیطزیستی کشورهای اسلامی درحال‌توسعه را محاسبه کردند و با استفاده از روش داده‌های تابلویی ارتباط بین کارایی محیطزیست و درآمدسرانه آن‌ها را نیز مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش کارایی محیطزیستی ناشی از کارایی تکنولوژی و کارایی فنی(کارایی مدیریتی و مقیاس) است و علاوه براین بین درآمد سرانه و آلودگی زیست‌محیطی رابطه مستقیمی وجود دارد. راسخی و همکاران(۱۳۹۵) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، آزمون علیت گرنجری و دستگاه معادلات همزمان، ارتباط بین کارایی‌های زیست محیطی و اقتصادی در بین ۵۰ کشور منتخب

1. Common equilibrium efficient frontier data envelopment analysis

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

توسعه‌یافته و در حال توسعه را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج محاسبه کارایی‌ها نشان می‌دهد که کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه از کارایی‌های زیست محیطی و اقتصادی بالاتری برخوردارند. نتایج آزمون علیت گرنجری نشان می‌دهد که رابطه علیت دوطرفه‌ای بین کارایی‌های زیست محیطی و اقتصادی وجود دارد.

سجادی فر و همکاران (۱۳۹۴) در یک مطالعه با درنظرگرفتن همزمان فعالیت‌های اقتصادی، انتشار دی‌اکسید کربن و مصرف انرژی در فرآیند تولید با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های دارای خروجی نامطلوب، کارایی انرژی در ایران و کشورهای همجوار را اندازه‌گیری و میزان تحقق اهداف سند چشم‌انداز در زمینه کارایی انرژی را بررسی نمودند. نتایج نشان می‌دهد که روند تغییرات کارایی هم برای ایران و هم برای متوسط کشورهای مورد بررسی روند نزولی داشته است. لازم به ذکر است جایگاه ایران از نظر کارایی انرژی در مقایسه با سایر کشورها مطلوب نیست.

فتحی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه خود به اندازه‌گیری کارایی زیست محیطی انرژی در کشورهای در حال توسعه با استفاده از مدل‌های ناپارامتریک پرداختند. نتایج حاکی از آن است که مصرف انرژی کشورهای درحال توسعه منتخب به میزان ۱۸/۱ درصد در سال از طریق بهبود کارایی انرژی کاهش می‌یابد. همچنین تجزیه و تحلیل کارایی پویا نشان می‌دهد که میانگین کارایی انرژی با ۲/۶ درصد در سال ۲۰۱۲ نسبت به سال پایه در کشورهای منتخب بهبود یافته است.

فتحی و همکاران (۱۳۹۵) با بهره‌گیری ارزیابی کارایی زیست‌محیطی در کشورهای منتخب با استفاده از روش ترکیبی تحلیل فراگیر داده‌ها و تئوری بازی‌ها در یک محیط رقابتی با در نظر گرفتن ستانده‌های مطلوب و نامطلوب در سال ۲۰۱۴ کارایی زیست محیطی را محاسبه نمودند. نتایج نشان می‌دهد کارایی زیست محیطی کشورهای منتخب به طور متوسط ۷۱/۹۲ درصد می‌باشد و می‌توان با افزایش ستانده مطلوب به طور متوسط به میزان ۹/۰۴ درصد و کاهش نهاده‌ها به طور متوسط به میزان ۲۸/۰۸ درصد عملکرد تولیدی را بهبود بخشیده و به کارایی دست یافت.

جمع‌بندی ادبیات موجود حاکی از آن است که بررسی همزمان کارایی اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست از موضوعات مهم در حوزه کارایی بوده و رابطه بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار CO_2 با روش‌های مختلف از جمله شاخص مالم‌کوئیست،

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

تحلیل پوششی داده‌ها، اقتصاد سنجی، دستگاه معادلات همزمان و بازی چانه‌زنی نش در سطح بخشی، کشوری و بین کشوری مورد بررسی قرار گرفته است. تفاوت مطالعه حاضر با سایر مطالعات در استفاده از روش ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها- چانه‌زنی نش (NBG-DEA)[1] برای مطالعه کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی (OECD) است که کمتر در مطالعات مشابه مورد استفاده قرار گرفته است.

۴- روش شناسی

۴-۱- مدل تحلیل پوششی داده‌ها

در رویکردهای سیستمی غالباً روش‌های متفاوتی برای شناخت میزان فاصله میان سطح فعلی و سطح بالاتر و کارایی عملکرد سیستم وجود دارد. از آن جایی که این سطح به طور بالقوه در سیستم وجود دارد تنها باید با ایجاد تغییرات و ارائه راهکارهایی سطح موجود را به سطح عملکرد کارا یا مرز رساند. روش‌های مرسوم تحلیل پوششی داده‌ها برای مقایسه عملکرد فعلی سیستم با سطح عملکرد و سیستم‌های مشابه کارا طی یک دوره زمانی برای بهبود نقاط ضعف بکارگرفته می‌شوند. چارنز و همکاران[2] (۱۹۷۸) روش آماری ناپارامتریکی را بر پایه برنامه‌ریزی خطی با عنوان روش تحلیل پوششی داده‌ها معرفی کردند. در این روش کارایی نسبی واحدهای مورد مطالعه (واحدهای تصمیم‌گیریDMU[3]ها یا بنگاه‌های اقتصادی) همگن بر اساس داده‌ها و ستانده‌های شبیه به هم مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد. علاوه بر این با مشخص شدن بهترین عملکرد و شاخص به عنوان ملاک مقایسه در دسته مورد ارزیابی، عملکرد سایر واحدها با آن مقایسه می‌شود، یا به بیان دیگر یک الگوی مرجع برای بنگاه‌های ناکارا ارائه می‌شود. یکی از مزیت‌های استفاده از این روش امکان بکارگیری تعداد زیادی از متغیرها و قیود است. البته برای ایجاد مدل مناسب برای محاسبه کارایی باید به دو مشخصه اصلی ماهیت ورودی‌ها و خروجی‌ها و بازده نسبت به مقیاس مدل توجه کرد:

- ماهیت ورودی‌های مدل نشان‌دهنده آن است که برای دستیابی به سطح ثابتی از خروجی‌ها، ورودی‌ها را به چه اندازه می‌توان کاهش داد.

1. Nash Bargaining Game- DEA
2. Charnes & *et al* (1978)
3. Decision Making Units

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

- ماهیت خروجی‌های مدل بیانگر آن است که بدون تغییر در اندازه ورودی‌ها به چه میزان می‌توان خروجی‌ها را افزایش داد.
- مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس یا CCR[1] به این صورت است که هر مضربی از ورودی توان ایجاد همان مضرب از خروجی‌ها را دارد.
- مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس یا BCC[2] به این صورت است که هر مضرب از ورودی‌های توان ایجاد همان مضرب، کمتر یا بیشتر از آن خروجی را دارد. (سرخیل و همکاران، ۱۳۹۵)

در این تحقیق به منظور استفاده از روش DEA در بررسی عملکرد کارایی زیست محیطی با توجه به متغیرهای نامطلوب، ابتدا مولفه‌های مختلف این مدل تعیین گردید. از آنجایی که امروزه کنترل و کاهش انتشار CO_2 در مجامع جهانی بسیار مورد تأکید می‌باشد و کشورها موظف به رعایت آن می‌باشند، در تابع تولید T انتشار CO_2 (C) به عنوان ستانده نامطلوب در نظر گرفته شده است. موجودی سرمایه (K)، نیروی کار (L) و مصرف انرژی (E) نیز به عنوان نهاده تولید و تولید ناخالص داخلیGDP (Y) به عنوان ستانده‌های مطلوب در مدل لحاظ شده است. مدل به صورت ذیل می‌باشد.

$$T = (K, L, E, Y, C): (K, L, E) \Rightarrow (Y, C) \qquad (۱)$$

هدف استفاده ازروشی است که علاوه برسازگاری با مفاهیم تئوری تولید، قادر به کاهش خروجی‌های نامطلوب و افزایش خروجی‌های مطلوب است. در این مدل کاهش انتشار CO_2 به عنوان یک هدف در مدل در نظر گرفته شده است، این امر نیازمند آن است که تلاش‌ها در افزایش کارایی زیست محیطی به عنوان مصرف کننده نهایی درنظر گرفته شود. از آنجایی که امروزه همچنان در اغلب کشورهای جهان استفاده از انرژی‌های فسیلی متداول است، کاهش انتشار CO_2 نمی تواند به صورت متغیر آزاد درنظر گرفته شود. به همین دلیل، فرض می‌شود که دو خروجی مطلوب و نامطلوب با یکدیگر در معادله (۲) با دسترسی ضعیف ارتباط دارند. این بدان معنا است که کاهش متناسب درتولید ناخالص داخلی و انتشار CO_2 امکان پذیراست. علاوه بر آن این مدل نیازمند فرضیه عدم اشتراک در T می‌باشد که نشان می‌دهد تنها راه برای به صفر

1. Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)
2. Banker, Charnes and Cooper (BCC)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

رساندن انتشار CO_2، توقف فعالیت‌های تولیدی است. فرض عدم اشتراک و امکان‌پذیری ضعیف برای اولین بار توسط فاره و همکاران[1] (۱۹۹۴) بیان شد که در معادلات ذیل به صورت ریاضی نشان داده شده است.

$$if\ (K,L,E,Y,C) \in T\ \ and\ \ 0 < \theta \leq 1, \Rightarrow\ (K,L,E,\theta Y,\theta C)\ \epsilon T \qquad (۲)$$

$$if\ (K,L,E,Y,C) \in T and\ \ C = 0, \Rightarrow Y = O \qquad (۳)$$

برای محاسبه کارایی انرژی در واحد تصمیم‌گیری j ام (DMUj)، ابتدا باید امکان تغییر میزان مصرف انرژی با فرض ترکیب ثابت میزان خروجی و ورودی را در تابع تولید با استفاده از تابع مسافت شفارد معادله (۴) را به شرح زیر نشان داد:

$$(K_j,L_j,E_j,GDP_j,CO2_j)=\sup\propto:\left(K_j,L_j,{}^{E_j}/_{\alpha},GDP_j,CO2_j\right)\epsilon\ T \qquad (۴)$$

در گام بعدی می‌توان کارایی انرژی را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه کرد. (رابطه ۵)

$$e_1 = min\beta:\ 1/D_E\ (K_jL_jE_jGDP_jCO2_j) \qquad (۵)$$

$$S.T\ \sum_{i=1}^{I}\lambda_iK_i \leq K_j$$

$$\sum_{i=1}^{I}\lambda_iL_i \leq L_j$$

$$\sum_{i=1}^{I}\lambda_iE_i \leq \beta E_j$$

$$\sum_{i=1}^{I}\lambda_iGDP_i \geq GDP_j$$

$$\sum_{i=1}^{I}\lambda_iCO2_i = CO2_j$$

$\lambda_i \geq 0$, j=1,2,…. , I

1. Fare *&* *et al.* (1994)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

با هدف ارزیابی عملکرد کل واحد تصمیم‌گیری (DMU) می‌توان از معادله (۶) برای محاسبه کارایی اقتصادی استفاده نمود.

$$\text{Max: } e_2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^{m} u_i^{GDP} y_{i0}^{GDP}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{r0}}\right] \quad (۶)$$

$$\text{S.T } \left(\frac{\sum_{i=1}^{m} u_i^{GDP} y_{ij}^{GDP}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{rj}}\right) \leq 1. \qquad j = 1. \ldots . I$$

$$v_r . u_i^{GDP} > 0 \quad i = 1. \ldots . m . \;\; r = 1. \ldots . s$$

از آن جایی که انتشار CO_2 به عنوان خروجی نامطلوب در نظر گرفته می‌شود، می‌توان با ورود آن به صورت معکوس ($CO2^{-1}$) آن را به عنوان خروجی مطلوب برای محاسبه کارایی محیط‌زیستی وارد مدل نمود.

$$e_3 = \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{m} u_i^{CO2} y_{i0}^{CO2}\right)^{-1}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{r0}}\right] \quad (۷)$$

$$\text{S.T } \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{m} u_i^{CO2} y_{ij}^{CO2}\right)^{-1}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{rj}}\right] \leq 1. \qquad j = 1. \ldots . I$$

$$v_r . u_i^{CO2} > 0 \quad i = 1. \ldots . m . \;\; r = 1. \ldots . s$$

۴-۲- مدل بازی برای محاسبه کارایی متقاطع[1]

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها تمایزی بین واحدهای تصمیم‌گیری قائل نمی‌شود و تنها امکان رتبه‌بندی واحدهای کارآمد و ناکارآمد را از هم دارد، از این رو رویکرد بازی وارد چارچوب این مدل‌ها شده است تا با در نظر گرفتن هریک از کارایی‌های اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی به عنوان یک بازیکن و وزن مربوط به آن اهمیت هریک از اجزا در این رویکرد یکپارچه مشخص شود. مشکل ارزیابی کارایی با دو رویکرد از نظریه بازی‌ها قابل حل است. در یک رویکرد فرآیند دو مرحله‌ای در قالب یک بازی غیر همکارانه در نظر گرفته می‌شود، که در آن یک مرحله به عنوان رهبر با هدف دستیابی به کارایی CRS درنظر گرفته می‌شود. مرحله دوم نیز پیرو است که کارایی آن با فرض عدم تغییر در امتیاز کارایی رهبر محاسبه می‌شود. در رویکرد دیگر فرآیند به‌عنوان یک مدل متمرکز در نظر گرفته می‌شود که کارایی کلی به حداکثر می‌رسد و تجزیه بازدهی کلی

1. Cross efficiency

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

با یافتن مجموعه‌ای از ضرایب به دست می‌آید که بالاترین کارایی هر مرحله را با حفظ نمره کارایی کل نشان می‌دهد. این دو مرحله را می‌توان به‌عنوان دو بازیکن در بازی‌های چانه‌زنی نش درنظر گرفت. تقسیم منافع بین بازیکنان برمبنای رقابت بین آن دو هدف بازی چانه‌زنی نش در قالب یک بازی همکارانه می‌باشد. در این نوع از بازی‌ها معمولاً بازیگران برای کسب دریافتی بیشتر در تلاش و رقابت با یکدیگر هستند، البته این امکان نیز وجود دارد که از طریق چانه‌زنی توافقی نیز میان آن دو شکل بگیرد. بازی چانه‌زنی نش اولین بار توسط جان نش[1] (۱۹۵۰) برای بازی‌های دو نفره پیشنهاد شد و جان هارسانی[2](۱۹۶۳) این رویکرد را به بازی‌های n نفره تعمیم داد. یک بازی چانه‌زنی با یک رابطه سه جزئی به صورت (N,S,b) که در آن N و S و b به ترتیب نشان دهنده مجموعه استراتژی‌های بازیکنان برای انجام بازی، فضای قابل دستیابی و شدنی و نقطه شکست[3] برای دریافتی بازیکنان قابل نمایش است. فضای قابل دستیابی و شدنی باید فشرده، محدب و حاوی برخی از بردارهای بازده بیشتر از بازده شکست افراد باشد. نقطه شکست حداقل دریافتی است که هر بازیکن انتظار دارد در پاسخ به بهترین استراتژی رقیب به دست آورد. به بیان دیگر اگر بازیکنی دریافتی کمتر از نقطه شکست در بازی به دست آورد از بازی خارج خواهد شد و در حقیقت نقطه شکست نقطه شروع چانه‌زنی است. نش استدلال‌می‌کند که یک راه حل معقول باید چهار ویژگی کارایی پارتو، عدم تغییر در تبدیلات وابسته، استقلال گزینه‌های نامربوط و تقارن را داشته باشد. همان طور که ذکر شد برای ثبات حضور بازیکن در بازی باید دریافتی‌اش در شرایط چانه‌زنی (V,W,Z) از دریافتی در نقاط شکست $(\bar{V},\bar{W},\bar{Z})$ بیشتر باشد.

یا به بیان دیگر هر بازیکن در تلاش است که اختلاف این دو دریافتی $(V-\bar{V},W-\bar{W},Z-\bar{Z})$ را بیشتر کند. برای حل بازی چانه‌زنی نش باید براساس روش کارایی متقاطع و با رعایت نکات زیر نقاط تهدید را برآورد نمود.

- مقدار تخمینی نقاط شکست باید مطابق با ماهیت شکل و نزدیک به واقعیت باشد.
- مقدار تخمینی نباید مدل ار غیر قابل دسترس کند.

1. John Forbes Nash Jr(1950)
2. Harsanyi JC (1963)
3. Break down

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

در محاسبه کارایی متقاطع یک واحد تصمیم‌گیری مانند DMUj با رویکرد DEA یک ماتریس n در n تشکیل می‌شود که عناصر آن راندمان واحد j را با وزن‌های بهینه ورودی‌ها و خروجی‌های $u_{1q}^{*}.\ldots.u_{mq}^{*}\ and\ V_{1q}^{*}.\ldots.v_{sq}^{*}$ برای به حداکثر رساندن کارایی سایر واحدهای تصمیم‌گیری مانند q به دست می‌آید. سپس کارایی هر واحد از طریق میانگین مقادیر ستون‌های هر ماتریس محاسبه می‌شود. بنابراین برای تخمین نقاط شکست براساس کارایی متقاطع و با استفاده از وزن‌های بهینه ورودی‌ها و خروجی‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیری به صورت زیر باید از معادله (۸) استفاده کرد:

$$E_{qj}=\frac{\sum_{i=1}^{m}u_{iq}^{*}y_{ij}}{\sum_{r=1}^{s}v_{rq}^{*}x_{rj}} \qquad q,j=1.\ldots.I \tag{۸}$$

E_{qj} عبارت است از کارایی واحدj با وزن‌های بهینه واحد q، u_{iq}^{*} وزن ستانده i ام از نظر واحد q و v_{rq}^{*} وزن داده i ام از نظر واحد q. میانگین هر Eqj (q = 1…, n) را به عنوان کارایی متقاطع واحد تصمیم‌گیری j در نظر می‌گیرند:

$$\bar{E_J}=\frac{1}{n}\sum_{q=1}^{I}E_{qj} \tag{۹}$$

از روش کارایی متقاطع L برای تعیین نقاط جدایی در بازی چانه‌زنی نش استفاده می‌شود ولی برای تعیین نقاط شکست بهتر است معادله (۱۰) را که نشان دهنده یک مقدار متوسط است، بکار برد.

$$\theta_{cross}=\min\left(E_{q.j}\right) \tag{۱۰}$$

با توجه به این موضوع که در روش تحلیل پوششی داده‌ها از وزن‌های بهینه در هر واحد استفاده می‌شود که بیانگر حداقل دریافتی واحد مورد ارزیابی از اتخاذ بهترین استراتژی است، مقادیر به دست آمده به واقعیت نزدیک هستند و برآورد مناسبی از نقطه شکست ارائه می‌کنند. نقطه شکست نشان دهنده نمره کارایی هر واحد تصمیم‌گیری در شرایط بدبینانه است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

۴-۳- مدل بازی چانه‌زنی نش- تحلیل پوششی داده ها

در این بخش مدل بازی چانه‌زنی نش- تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری دریافتی چانه‌زنی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی ارائه شده است. از آن جایی که مدل‌های استاندارد تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها و تعداد واحدهای تصمیم‌گیری حساس هستند، گاهی اوقات نمرات کارایی محاسبه شده واحدها بسیار نزدیک بهم هستند و از این رو قدرت تشخیص این مدل‌ها برای ارزیابی و رتبه‌بندی کارایی در محیط‌های رقابتی زیر سوال می‌رود. حتی این امکان وجود دارد برخی از واحدها اشتباهاً به عنوان واحدهای کارا انتخاب شود. از اینرو در مطالعات جدید برای رتبه‌بندی بهتر واحدها به ویژه در محیط‌های مشارکتی مدل‌های تحلیل پوشی داده‌ها با مدل‌های بازی چانه‌زنی نش ترکیب شده است. با توجه به روش کارایی متقاطع، کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی به ترتیب با پارامترهای θ_E، θ_{GDP} وθ_{CO2} محاسبه می‌شوند. بازی چانه‌زنی نش- تحلیل پوششی داده‌ها براساس رویکرد کارایی متقاطع نشان دهنده راه‌حل بهینه پارتو و نقطه تعادل در سه حوزه اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست است. در این مطالعه مدل (۱۱) به عنوان بازی چانه‌زنی نش- تحلیل پوششی داده‌ها در نظر گرفته شده است.

(۱۱)

$$\text{Max } W_0 = [\beta - \theta_E]\left[\frac{\sum_{i=1}^{m} u_i^{GDP} y_{i0}^{GDP}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{r0}} - \theta_{GDP}\right]\left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{m} u_i^{CO2} y_{i0}^{CO2}\right)^{-1}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{r0}} - \theta_{CO2}\right]$$

$$\text{s.t. } (\beta) \geq \theta_E$$

$$\left[\frac{\sum_{i=1}^{m} u_i^{GDP} y_{i0}^{GDP}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{r0}}\right] \geq \theta_{GDP}$$

$$\left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{m} u_i^{CO2} y_{i0}^{CO2}\right)^{-1}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{r0}}\right] \geq \theta_{CO2}$$

$$\sum_{i=1}^{I} \lambda_i K_i \leq K_j$$

$$\sum_{i=1}^{I} \lambda_i L_i \leq L_j$$

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

$$\sum_{i=1}^{I} \lambda_i E_i \leq \beta E_j$$

$$\sum_{i=1}^{I} \lambda_i GDP_i \geq GDP_j$$

$$\sum_{i=1}^{I} \lambda_i CO2_i = CO2_j$$

$$\left(\frac{\sum_{i=1}^{m} u_i^{GDP} y_{ij}^{GDP}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{rj}}\right) \leq 1. \qquad j = 1. \ldots . I$$

$$\left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{m} u_i^{CO2} y_{ij}^{CO2}\right)^{-1}}{\sum_{r=1}^{s} v_r x_{rj}}\right] \leq 1. \qquad j = 1. \ldots . I$$

$\lambda_i \geq o,\ v_r . u_i^{GDP} > 0 \quad i = 1. \ldots . m.\ \ r = 1. \ldots . s$

$v_r . u_i^{CO2} > 0$

اگر شروط فضای قابل دستیابی و شدنی فشرده، محدب و وجود بردارهای بازده بیشتر از بازده شکست افراد برقرار باشد، یک بازی نش ایجاد می‌شود. به طور خلاصه برای دستیابی به اهداف مذکور در این مطالعه مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود:

(۱) استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی و میانگین آن‌ها در طول دوره مطالعاتی،

(۲) تعیین نقاط تهدید با استفاده از مدل کارایی متقاطع،

(۳) محاسبه دریافتی هر بازیکن با استفاده از تفاضل نقاط شکست و کارایی و محاسبه میانگین دریافتی چانه‌زنی برای هر بازیکن در بازی و

(۴) تعیین نقطه چانه‌زنی نش و رتبه بندی کشورها با استفاده از ضرب دریافتی‌های بازی.

یافته‌ها پژوهش

۵-۱- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این مطالعه به استناد گزارش‌های سالانه بانک جهانی از داده‌های کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (۳۵ کشور) طی دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ شامل:

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

موجودی سرمایه (دلار آمریکا به قیمت ثابت سال ۲۰۱۵)، نیروی کار (نفر) (L)، مصرف انرژی (کیلو تن معادل نفت) (E)، به عنوان نهاده و تولید ناخالص داخلی (دلار آمریکا به قیمت ثابت سال ۲۰۱۵) (Y) و میزان انتشار دی‌اکسید کربن (کیلو تن) (C) به ترتیب به عنوان ستاده مطلوب و نامطلوب استفاده شده است. در جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی گزارش شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای نهاده و ستانده

نوع متغیر	متغیر	حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف از معیار
نهاده	موجودی سرمایه (میلیون دلار آمریکا)	۲۱٤٤/۸۲	۳٤۳۷۵۷/٦۱	۲۸۵٤٦۸/۰٤	٥٦٥۱۱۳/۷۷
	نیروی کار(هزار نفر)	۱۸۷/۹۰	۱۵۹۶۸۴/۴۱	۱۷۴۸۵/۹۱	۲۸۸۲۹/۹۸
	مصرف انرژی(کیلوتن معادل نفت خام)	۱۵۴۰/۱۰	۱۸۱۷۸/۱۴	۴۲۵۶/۴۳	۲۸۵۵/۱۰
ستانده	تولید ناخالص داخلی (میلیون دلار آمریکا)	۱۳۹۴۱/۱۶	۱۶۲۴۲۵۲۶/۴	۱۳۲۹۵۱/۹۵	۲۷۴۳۳۱۳/۲۸
	انتشار دی‌اکسید کربن(کیلوتن)	۱۸۰۰/۵	۵۲۸۹۶۸۰/۵	۳۵۰۹۱۰/۸۱	۸۷۲۱۳۰/۶۷

منبع: محاسبات محقق

براساس اعداد ارائه شده در جدول (۱) کشورهای ایسلند و ایالات متحده آمریکا به ترتیب دارای حداقل و حداکثر میزان نیروی کار، موجودی سرمایه، تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسیدکربن هستند. از نظر مصرف انرژی نیز میزان متوسط معادل ۴۲۵۶/۴۳ کیلوتن معادل نفت خام بوده که حداقل متعلق به کشور ایسلند و حداکثر متعلق به کشور ترکیه است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

۵-۲- تجزیه و تحلیل نتایج

پس از برنامه نویسی روابط مربوط به مدل پژوهش در نرم افزار گمس[1]، نتیجه خروجی مدل در جدول‌های (۲ تا ۵) ارائه شده است. نتایج اندازه‌گیری کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی در جدول (۲) برای هر کشور نشان داده شده است. مدل تحلیل پوششی داده‌ها از اطلاعات مصرف انرژی به عنوان داده و تولید ناخالص داخلی و معیارهای زیست محیطی به عنوان ستانده به طور جداگانه استفاده می‌کند، از اینرو امکان محاسبه کارایی کشورهای مورد مطالعه ایجاد می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که کشورهای مختلف عملکرد متفاوتی دارند. در همه حوزه‌ها نمره کارایی ۱ نشان دهنده کارآمدی DMU است و نمره کمتر از ۱ نشان دهنده ناکارآمدی DMUها است. هر چه امتیاز عملکرد بالاتر باشد، عملکرد DMU بهتر است.

میانگین کارایی انرژی کشورها در طول دوره مورد مطالعه ۰/۷۱۳ است. که در بین کشورها مورد مطالعه کشورهای آمریکا و سوئیس و ایسلند در همه سال‌ها و کشورهای یونان و لوکزامبورگ در برخی از سال‌های مورد بررسی میانگین کارایی یک دارند. این در حالی است که کشورهای استونی، لهستان، کره جنوبی، شیلی، جمهوری چک، استرالیا، ترکیه، اسلواکی و سوئد به ترتیب کمترین میانگین کارایی انرژی را دارند. از بین ۳۵ کشور مورد بررسی تنها ۳ کشور کارایی برابر یک و مابقی کارایی کمتر از ۰/۹ دارند که این امر نشان دهنده درجه خوبی از تشخیص مدل بکار گرفته شده است. تغییرات شدت انرژی مصرفی را می‌توان به عنوان یکی از دلایل تفاوت در کارایی انرژی بین کشورهای مختلف در نظر گرفت.

در این مدل برای اندازه‌گیری کارایی اقتصادی، داده‌های میزان مصرف انرژی، نیروی کار و تولید ناخالص داخلی به عنوان خروجی در نظر گرفته می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که کشورهای آمریکا و سوئیس، یونان، نروژ و انگلیس نسبت به میانگین ۰/۶۶۵پنج رتبه اول را دارند. از جمله راهکارهایی موجود برای افزایش کارایی اقتصادی، افزایش تولید و کاهش نهاده‌ها است. از بین کشورهای مورد بررسی ۱۵کشور کارایی کمتر و عملکرد ضعیف تری دارند که این امر نشان دهنده استفاده غیر بهینه آن‌ها از منابع است.

1. GAMS

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

در ستون‌های انتهایی جدول (۲) نتایج کارایی زیست محیطی کشورها ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که با توجه به میانگین ۰/۰۴۷ اغلب این کشورها در حوزه محیط‌زیست نسبت به اقتصاد و انرژی عملکرد ضعیف‌تری داشته‌اند. در بین این کشورها ایالات متحده آمریکا با نمره ۰/۰۰۰۴ بدترین و ایسلند با نمره ۰/۳۴۸ بهترین وضعیت را دارند.

در صورت اتخاذ یک رویکرد جامع‌تر و بررسی همزمان کشورها از نظر سه شاخص کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی می‌توان کشورها را در سه دسته قرار داد. کشورهای آمریکا، سوئیس، یونان، نروژ و دانمارک از نظر کارایی اقتصادی و انرژی جزو پنج کشور برتر هستند، ولی از نظر کارایی محیط‌زیستی در وضعیت مطلوبی به سر نمی‌برند. به بیان دیگر در این کشورها با توسل به افزایش مصرف انرژی رشد اقتصادی بهبود چشمگیری داشته، ولی از لحاظ رویکردهای اولویت‌محور محیط‌زیستی در شرایط مناسبی قرار ندارند و توسعه اقتصادی آن‌ها پایدار تلقی نمی‌شود. تنها کشوری که توانسته است بین کارایی از منابع انرژی و محیط‌زیستی تعادل خوبی برقرار کند و از هر دو نظر در وضعیت مناسب و بالاتر نسبت به سایر کشورها قرار گیرد، کشور ایسلند است. کشور انگلیس نیز تنها از نظر کارایی اقتصادی مزیت دارد و در دو حوزه دیگر عملکرد خوبی نداشته است. متاسفانه در گروه مورد بررسی کشوری وجود ندارد که دارای مزیت نسبی در هر سه کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی باشد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

جدول ۲. کارایی انرژی، اقتصادی و زیست محیطی در دوره ۲۰۱۷-۲۰۲۰

کشورها	کارایی انرژی					کارایی اقتصادی					کارایی محیط‌زیستی				
	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	متوسط	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	متوسط	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	متوسط
استرالیا	۰,۳۲۲۶	۰,۸۱۸۳	۰,۸۳۲۵	۰,۳۰۱۶	۰,۵۶۸۸	۰,۳۲۲۳	۰,۸۱۵۸	۰,۸۳۰۰	۰,۳۰۱۲	۰,۵۶۷۳	۰,۰۰۰۳۴	۰,۰۰۲۵۳	۰,۰۰۲۵۲	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۰۱۴
اتریش	۰,۷۶۸۶	۰,۷۳۰۱	۰,۶۸۳۲	۰,۶۹۷۲	۰,۷۱۹۸	۰,۷۴۴۸	۰,۷۰۲۹	۰,۶۵۳۲	۰,۶۶۷۹	۰,۶۹۲۲	۰,۰۲۳۷۸	۰,۰۲۷۲۱	۰,۰۳۰۰۶	۰,۰۲۹۲۸	۰,۰۲۷۶
بلژیک	۰,۷۹۰۷	۰,۷۴۱۸	۰,۶۹۵۲	۰,۶۸۰۸	۰,۷۲۷۱	۰,۷۷۸۱	۰,۷۲۶۵	۰,۶۷۹۱	۰,۶۶۳۵	۰,۷۱۱۸	۰,۰۱۲۵۷	۰,۰۱۵۳۴	۰,۰۱۶۱۴	۰,۰۱۷۳۲	۰,۰۱۵۳
کانادا	۰,۷۱۴۰	۰,۶۹۶۲	۰,۶۹۰۱	۰,۶۹۰۷	۰,۶۹۷۷	۰,۷۱۲۸	۰,۶۹۴۸	۰,۶۸۸۷	۰,۶۸۹۴	۰,۶۹۶۴	۰,۰۰۱۲۵	۰,۰۰۱۳۷	۰,۰۰۱۳۶	۰,۰۰۱۲۸	۰,۰۰۱۳
شیلی	۰,۵۳۲۷	۰,۵۱۲۲	۰,۲۹۱۶	۰,۵۹۹۱	۰,۴۸۳۹	۰,۵۰۵۸	۰,۴۸۷۰	۰,۲۹۱۲	۰,۵۷۱۴	۰,۴۶۳۸	۰,۰۲۶۸۹	۰,۰۲۵۲۸	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۲۷۷۹	۰,۰۲۰۱
جمهوری چک	۰,۵۰۵۳	۰,۵۲۴۴	۰,۵۲۳۳	۰,۵۱۴۲	۰,۵۱۶۸	۰,۴۹۵۷	۰,۵۱۴۷	۰,۵۱۲۱	۰,۵۰۳۷	۰,۵۰۶۵	۰,۰۰۹۶۲	۰,۰۰۹۷۲	۰,۰۱۱۲۱	۰,۰۱۰۵۳	۰,۰۱۰۳
دانمارک	۰,۹۵۸۶	۰,۹۱۰۵	۰,۸۳۲۵	۰,۸۳۲۸	۰,۸۸۳۶	۰,۹۰۹۶	۰,۸۵۰۵	۰,۷۶۴۷	۰,۷۵۰۱	۰,۸۱۸۷	۰,۰۴۸۹۴	۰,۰۶۰۰۰	۰,۰۶۷۸۴	۰,۰۸۲۶۶	۰,۰۶۴۹
استونی	۰,۳۲۲۶	۰,۴۹۰۹	۰,۲۹۱۶	۰,۳۰۱۶	۰,۳۵۱۷	۰,۳۲۲۳	۰,۴۰۰۸	۰,۲۹۱۲	۰,۳۰۱۲	۰,۳۲۸۹	۰,۰۰۰۳۴	۰,۰۹۰۱۱	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۲۲۸
فنلاند	۰,۶۹۴۰	۰,۷۰۱۰	۰,۷۳۸۵	۰,۷۵۸۸	۰,۷۲۳۱	۰,۶۶۸۳	۰,۶۷۲۰	۰,۷۱۲۱	۰,۷۳۴۵	۰,۶۹۶۷	۰,۰۲۵۶۶	۰,۰۲۹۰۳	۰,۰۲۶۳۵	۰,۰۲۴۳۴	۰,۰۲۶۳
فرانسه	۰,۷۰۸۰	۰,۶۸۸۶	۰,۶۸۱۹	۰,۶۸۲۷	۰,۶۹۰۳	۰,۷۰۳۳	۰,۶۸۳۷	۰,۶۷۷۰	۰,۶۷۷۰	۰,۶۸۵۲	۰,۰۰۴۷۹	۰,۰۰۴۹۲	۰,۰۰۴۹۱	۰,۰۰۵۶۶	۰,۰۰۵۱
آلمان	۰,۶۷۶۴	۰,۷۵۴۷	۰,۷۶۲۸	۰,۷۷۳۱	۰,۷۴۱۸	۰,۶۷۳۷	۰,۷۵۲۲	۰,۷۶۰۳	۰,۷۷۰۴	۰,۷۳۹۲	۰,۰۰۲۶۸	۰,۰۰۲۵۶	۰,۰۰۲۴۲	۰,۰۰۲۶۶	۰,۰۰۲۶
یونان	۰,۸۶۹۲	۱	۱	۱	۰,۹۶۷۳	۰,۸۴۴۶	۰,۹۶۹۹	۰,۹۵۴۲	۰,۹۵۸۴	۰,۹۳۱۸	۰,۰۲۴۶۳	۰,۰۳۰۱۲	۰,۰۴۵۸۲	۰,۰۴۱۵۷	۰,۰۳۵۵
مجارستان	۰,۷۱۷۷	۰,۶۴۸۱	۰,۶۰۲۵	۰,۵۹۲۹	۰,۶۴۰۳	۰,۶۸۲۱	۰,۵۸۵۲	۰,۵۲۶۴	۰,۵۲۸۲	۰,۵۸۰۵	۰,۰۳۵۵۶	۰,۰۶۲۸۵	۰,۰۷۶۰۷	۰,۰۶۴۶۶	۰,۰۵۹۸
ایسلند	۱	۱	۱	۱	۱	۰,۶۶۱۰	۰,۶۴۸۹	۰,۶۴۵۴	۰,۶۵۰۴	۰,۶۵۱۴	۰,۳۳۹۰۴	۰,۳۵۱۱۱	۰,۳۵۴۵۷	۰,۳۴۹۵۶	۰,۳۴۸۶
ایرلند	۰,۹۱۷۱	۰,۸۸۸۰	۰,۸۵۷۱	۰,۸۱۲۹	۰,۸۶۸۸	۰,۸۴۳۸	۰,۸۲۵۰	۰,۷۸۸۸	۰,۷۲۰۶	۰,۷۹۴۵	۰,۰۷۳۳۳	۰,۰۶۲۹۹	۰,۰۶۸۳۲	۰,۰۹۲۲۱	۰,۰۷۴۲
اسرائیل	۰,۷۵۶۲	۰,۷۴۱۸	۰,۷۳۵۷	۰,۷۳۸۶	۰,۷۴۳۱	۰,۷۳۵۲	۰,۷۲۲۹	۰,۷۱۱۵	۰,۷۱۳۷	۰,۷۲۰۸	۰,۰۲۱۰۱	۰,۰۱۸۸۸	۰,۰۲۴۱۴	۰,۰۲۴۸۵	۰,۰۲۲۲
ایتالیا	۰,۷۰۴۷	۰,۸۲۳۰	۰,۸۷۴۴	۰,۸۸۴۰	۰,۸۲۱۵	۰,۶۹۹۱	۰,۸۱۶۷	۰,۸۶۷۴	۰,۸۷۵۹	۰,۸۱۴۸	۰,۰۰۵۶۳	۰,۰۰۶۲۴	۰,۰۰۶۹۵	۰,۰۰۸۰۲	۰,۰۰۶۷
ژاپن	۰,۷۳۱۳	۰,۷۲۴۴	۰,۷۲۲۸	۰,۷۳۳۸	۰,۷۲۸۱	۰,۷۲۷۹	۰,۷۲۰۹	۰,۷۱۹۴	۰,۷۳۰۲	۰,۷۲۴۶	۰,۰۰۳۴۸	۰,۰۰۳۵۰	۰,۰۰۳۴۱	۰,۰۰۳۵۸	۰,۰۰۳۵
لتونی	۱	۰,۹۵۵۸	۰,۲۹۱۶	۰,۳۰۱۶	۰,۶۳۷۲	۰,۴۲۴۹	۰,۳۷۱۷	۰,۲۹۱۲	۰,۳۰۱۲	۰,۳۴۷۳	۰,۵۷۵۱۱	۰,۵۸۴۰۸	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۰۰۳۶	۰,۲۹۰۰
لوکزامبورگ	۱	۱	۰,۲۹۱۶	۰,۳۰۱۶	۰,۶۴۸۳	۰,۷۸۸۹	۰,۸۰۸۰	۰,۲۹۱۲	۰,۳۰۱۲	۰,۵۴۷۳	۰,۲۱۱۰۸	۰,۱۹۲۰۳	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۰۰۳۶	۰,۱۰۱۰
مکزیک	۰,۶۲۶۰	۰,۶۳۶۸	۰,۶۶۹۸	۰,۶۸۸۴	۰,۶۵۵۲	۰,۶۱۸۱	۰,۶۲۹۱	۰,۶۶۱۹	۰,۶۸۰۱	۰,۶۴۷۳	۰,۰۰۷۹۷	۰,۰۰۷۷۲	۰,۰۰۷۸۷	۰,۰۰۸۳۳	۰,۰۰۸۰

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

کشورها	کارایی انرژی					کارایی اقتصادی					کارایی محیط‌زیستی				
	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	متوسط	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	متوسط	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	متوسط
هلند	۰,۷۷۹۵	۰,۷۸۷۸	۰,۷۸۶۷	۰,۸۰۹۷	۰,۷۹۰۹	۰,۷۷۲۲	۰,۷۸۱۱	۰,۷۸۰۴	۰,۸۰۳۲	۰,۷۸۴۲	۰,۰۰۷۳۰	۰,۰۰۶۷۱	۰,۰۰۶۳۵	۰,۰۰۶۴۹	۰,۰۰۶۷
نیوزلند	۰,۶۷۵۳	۰,۶۶۳۰	۰,۶۸۰۳	۰,۶۸۴۸	۰,۶۷۵۹	۰,۶۱۶۳	۰,۶۰۹۳	۰,۶۳۵۲	۰,۶۴۸۵	۰,۶۲۷۳	۰,۰۵۹۰۶	۰,۰۵۳۶۹	۰,۰۴۵۱۳	۰,۰۳۶۳۱	۰,۰۴۸۵
نروژ	۰,۹۴۸۱	۰,۹۴۶۴	۰,۹۳۶۳	۰,۹۷۲۹	۰,۹۵۰۹	۰,۸۹۷۱	۰,۹۰۵۰	۰,۹۰۱۳	۰,۹۲۵۹	۰,۹۰۷۳	۰,۰۵۰۹۹	۰,۰۴۱۴۱	۰,۰۳۴۹۷	۰,۰۴۷۰۲	۰,۰۴۳۶
لهستان	۰,۳۲۲۶	۰,۲۹۸۵	۰,۲۹۱۶	۰,۵۹۵۷	۰,۳۷۷۱	۰,۳۲۲۳	۰,۲۹۸۱	۰,۲۹۱۲	۰,۵۸۷۹	۰,۳۷۴۹	۰,۰۰۰۳۴	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۰۰۳۶	۰,۰۰۷۸۶	۰,۰۰۲۲
پرتغال	۰,۷۱۸۴	۰,۸۳۹۸	۰,۸۳۶۵	۰,۸۳۷۷	۰,۸۰۸۱	۰,۶۷۳۵	۰,۷۸۶۵	۰,۷۷۴۱	۰,۷۸۲۱	۰,۷۵۴۰	۰,۰۴۴۹۵	۰,۰۵۳۲۶	۰,۰۶۲۴۸	۰,۰۵۵۶۲	۰,۰۵۴۱
اسلواکی	۰,۵۷۸۴	۰,۵۹۹۱	۰,۵۹۴۶	۰,۵۹۹۵	۰,۵۹۲۹	۰,۵۳۴۷	۰,۵۴۱۱	۰,۵۴۲۵	۰,۵۵۰۴	۰,۵۴۲۲	۰,۰۴۳۶۷	۰,۰۵۷۹۷	۰,۰۵۲۱۱	۰,۰۴۹۰۹	۰,۰۵۰۷
اسلوونی	۰,۷۰۵۲	۰,۷۴۴۱	۰,۷۵۲۶	۰,۷۹۵۷	۰,۷۴۹۴	۰,۵۲۰۱	۰,۵۳۸۲	۰,۵۱۶۰	۰,۵۶۷۹	۰,۵۳۵۵	۰,۱۸۵۰۹	۰,۲۰۵۹۵	۰,۲۳۶۶۴	۰,۲۲۷۸۵	۰,۲۱۳۹
کره جنوبی	۰,۴۳۷۴	۰,۴۴۲۷	۰,۴۵۶۵	۰,۴۴۹۶	۰,۴۴۶۵	۰,۴۳۵۹	۰,۴۴۰۸	۰,۴۵۴۵	۰,۴۴۷۶	۰,۴۴۴۷	۰,۰۰۱۵۳	۰,۰۰۱۸۸	۰,۰۰۲۰۳	۰,۰۰۱۹۸	۰,۰۰۱۹
اسپانیا	۰,۶۵۸۱	۰,۷۲۴۰	۰,۷۶۱۳	۰,۷۴۵۳	۰,۷۲۲۲	۰,۶۵۰۸	۰,۷۱۶۴	۰,۷۵۲۱	۰,۷۳۵۹	۰,۷۱۳۸	۰,۰۰۷۳۵	۰,۰۰۷۶۹	۰,۰۰۹۲۴	۰,۰۰۹۴۵	۰,۰۰۸۴
سوئد	۰,۳۲۲۶	۰,۷۶۱۷	۰,۶۹۸۱	۰,۷۰۵۲	۰,۶۲۱۹	۰,۳۲۲۳	۰,۷۳۴۳	۰,۶۶۲۵	۰,۶۷۰۲	۰,۵۹۷۳	۰,۰۰۰۳۴	۰,۰۲۷۴۷	۰,۰۳۵۶۰	۰,۰۳۵۰۰	۰,۰۲۴۶
سوئیس	۱	۱	۱	۱	۱	۰,۹۳۵۹	۰,۹۳۹۰	۰,۹۴۶۰	۰,۹۳۶۸	۰,۹۳۹۴	۰,۰۶۴۰۷	۰,۰۶۰۹۶	۰,۰۵۴۰۵	۰,۰۶۳۲۰	۰,۰۶۰۶
ترکیه	۰,۵۴۰۹	۰,۵۹۸۶	۰,۵۷۴۷	۰,۵۹۱۲	۰,۵۷۶۳	۰,۵۳۰۰	۰,۵۸۷۸	۰,۵۶۲۶	۰,۵۸۰۳	۰,۵۶۵۲	۰,۰۱۰۸۷	۰,۰۱۰۸۶	۰,۰۱۲۰۲	۰,۰۱۰۸۵	۰,۰۱۱۱
انگلیس	۰,۸۶۴۱	۰,۸۷۱۷	۰,۸۴۱۱	۰,۸۰۷۹	۰,۸۴۶۲	۰,۸۵۹۳	۰,۸۶۷۲	۰,۸۳۶۳	۰,۸۰۲۰	۰,۸۴۱۲	۰,۰۰۴۷۹	۰,۰۰۴۵۳	۰,۰۰۴۷۹	۰,۰۰۵۸۵	۰,۰۰۵۰
آمریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۰,۹۹۹۶۰	۰,۹۹۹۵۷	۰,۹۹۹۵۷	۰,۹۹۹۵۹	۰,۹۹۹۵۸	۰,۰۰۰۴۰	۰,۰۰۰۴۳	۰,۰۰۰۴۳	۰,۰۰۰۴۱	۰,۰۰۰۴

منبع : محاسبات محقق

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

۵-۳- نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها- بازی چانه‌زنی نش[1] (NBG-DEA)

همان طور که ذکر شد مزیت استفاده از رویکرد NBG-DEA آن است که بر خلاف مدل‌های کلاسیک که قدرت تشخیص مدل تحت تأثیر تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها بود و امتیاز کارایی واحدهای تصمیم‌گیری نزدیک بودند، آن است که در این رویکرد به دلیل بررسی واحدهای تصمیم‌گیری در محیط رقابتی شاخص‌های مربوط به ورودی یا خروجی تأثیر گذار نیستند. از اینرو امکان ندارد که کشوری در دسته بندی کارآمدها قرار بگیرد ولی در واقعیت کارآمد نباشد. برای دستیابی به این هدف ابتدا باید حداقل بازدهی مورد انتظار هر بازیکن در یک محیط رقابتی و بدون همکاری در قالب نقطه شکست از طریق معادلات ۸، ۹ و ۱۰ محاسبه شود. نتایج برآورد نقاط تهدید در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول۳. نتایج نقاط شکست اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست در دوره ۲۰۱۷- ۲۰۲۰

سال	نقطه تهدید انرژی	نقطه تهدید اقتصادی	نقطه تهدید محیط‌زیستی
۲۰۱۷	۰,۰۵۰۷	۰,۳۲۲۳	۰,۰۰۰۳۳۸۵
۲۰۱۸	۰,۰۵۲۴	۰,۲۹۸۱	۰,۰۰۰۳۶۳۹
۲۰۱۹	۰,۰۵۳۲	۰,۲۹۱۲	۰,۰۰۰۳۵۷۷
۲۰۲۰	۰,۰۵۵۶	۰,۳۰۱۲	۰,۰۰۰۳۵۷۸

منبع: محاسبات محقق

در بازی‌های همکارانه هریک از اجزای اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست به عنوان یک بازیکن وارد بازی می‌شود. براساس مدل NBG-DEA باید سود چانه‌زنی هر بازیکن که برابر است با اختلاف نقاط تهدید و امتیاز کارایی محاسبه شود، برای مثال برای محاسبه بازده چانه‌زنی اقتصادی باید نقطه تهدید اقتصادی را از امتیاز کارایی اقتصادی طی سال‌های مورد بررسی کم کرد، نتایج محاسبات بازده در هر سه حوزه اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست در جداول (۴) و (۵) ارائه شده است. جدول (۴)

1. Nash Bargaining Game-Data Envelopment Analysis

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

جدول ۴. نتایج دریافتی کشورها در بازی چانه‌زنی در حوزه‌های اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست

کشورها	EBP				GBP				ENBP			
	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰
استرالیا	۰,۲۷۱۹	۰,۷۶۵۹	۰,۷۷۹۳	۰,۲۴۶۰	۰,۰۰۰۰	۰,۵۱۷۶	۰,۵۳۸۸	۰	۰	۰,۰۰۲۲	۰,۰۰۲۲	۰
اتریش	۰,۷۱۷۹	۰,۶۷۷۷	۰,۶۳۰۰	۰,۶۴۱۶	۰,۴۲۲۵	۰,۴۰۴۷	۰,۳۶۲۰	۰,۳۶۶۷	۰,۰۲۳۴	۰,۰۲۶۸	۰,۰۲۹۷	۰,۰۲۸۹
بلژیک	۰,۷۴۰۰	۰,۶۸۹۴	۰,۶۴۲۰	۰,۶۲۵۲	۰,۴۵۵۸	۰,۴۲۸۳	۰,۳۸۷۹	۰,۳۶۲۳	۰,۰۱۲۲	۰,۰۱۵۰	۰,۰۱۵۸	۰,۰۱۷۰
کانادا	۰,۶۶۳۴	۰,۶۴۳۸	۰,۶۳۶۸	۰,۶۳۵۰	۰,۳۹۰۵	۰,۳۹۶۷	۰,۳۹۷۵	۰,۳۸۸۲	۰,۰۰۰۹	۰,۰۰۱۰	۰,۰۰۱۰	۰,۰۰۰۹
شیلی	۰,۴۸۲۰	۰,۴۵۹۸	۰,۲۳۸۳	۰,۵۴۳۵	۰,۱۸۳۵	۰,۱۸۸۸	۰	۰,۲۷۰۱	۰,۰۲۶۶	۰,۰۲۴۹	۰	۰,۰۲۷۴
جمهوری چک	۰,۴۵۴۶	۰,۴۷۲۰	۰,۴۷۰۱	۰,۴۵۸۶	۰,۱۷۳۴	۰,۲۱۶۵	۰,۲۲۰۹	۰,۲۰۲۴	۰,۰۰۹۳	۰,۰۰۹۴	۰,۰۱۰۸	۰,۰۱۰۲
دانمارک	۰,۹۰۷۹	۰,۸۵۸۱	۰,۷۷۹۳	۰,۷۷۷۱	۰,۵۸۷۴	۰,۵۵۲۴	۰,۴۷۳۵	۰,۴۴۸۹	۰,۰۴۸۶	۰,۰۵۹۶	۰,۰۶۷۵	۰,۰۸۲۳
استونی	۰,۲۷۱۹	۰,۴۳۸۵	۰,۲۳۸۳	۰,۲۴۶۰	۰	۰,۱۰۲۷	۰	۰	۰	۰,۰۸۹۸	۰	۰,۰۰۰۰
فنلاند	۰,۶۴۳۳	۰,۶۴۸۶	۰,۶۸۵۲	۰,۷۰۳۲	۰,۳۴۶۰	۰,۳۷۳۸	۰,۴۲۰۹	۰,۴۳۳۳	۰,۰۲۵۳	۰,۰۲۸۷	۰,۰۲۶۰	۰,۰۲۴۰
فرانسه	۰,۶۵۷۴	۰,۶۳۶۲	۰,۶۲۸۷	۰,۶۲۷۰	۰,۳۸۱۰	۰,۳۸۵۵	۰,۳۸۵۸	۰,۳۷۵۸	۰,۰۰۴۵	۰,۰۰۴۶	۰,۰۰۴۶	۰,۰۰۵۳
آلمان	۰,۶۲۵۷	۰,۷۰۲۳	۰,۷۰۹۵	۰,۷۱۷۴	۰,۳۵۱۵	۰,۴۵۴۰	۰,۴۶۹۱	۰,۴۶۹۲	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۲۲	۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۲۳
یونان	۰,۸۱۸۵	۰,۹۴۷۶	۰,۹۴۶۸	۰,۹۴۴۴	۰,۵۲۲۳	۰,۶۷۱۷	۰,۶۶۳۰	۰,۶۵۷۲	۰,۰۲۴۳	۰,۰۲۹۸	۰,۰۴۵۵	۰,۰۴۱۲
مجارستان	۰,۶۶۷۰	۰,۵۹۵۷	۰,۵۴۹۲	۰,۵۳۷۳	۰,۳۵۹۹	۰,۲۸۷۱	۰,۲۳۵۲	۰,۲۲۷۰	۰,۰۳۵۲	۰,۰۶۲۵	۰,۰۷۵۷	۰,۰۶۴۳
ایسلند	۰,۹۴۹۳	۰,۹۴۷۶	۰,۹۴۶۸	۰,۹۴۴۴	۰,۳۳۸۷	۰,۳۵۰۸	۰,۳۵۴۲	۰,۳۴۹۲	۰,۳۳۸۷	۰,۳۵۰۸	۰,۳۵۴۲	۰,۳۴۹۲
ایرلند	۰,۸۶۶۴	۰,۸۳۵۶	۰,۸۰۳۸	۰,۷۵۷۲	۰,۵۲۱۵	۰,۵۲۶۸	۰,۴۹۷۶	۰,۴۱۹۴	۰,۰۷۳۰	۰,۰۶۲۶	۰,۰۶۸۰	۰,۰۹۱۹
اسرائیل	۰,۷۰۵۵	۰,۶۸۹۴	۰,۶۸۲۴	۰,۶۸۳۰	۰,۴۱۲۹	۰,۴۲۴۸	۰,۴۲۰۳	۰,۴۱۲۵	۰,۰۲۰۷	۰,۰۱۸۵	۰,۰۲۳۸	۰,۰۲۴۵
ایتالیا	۰,۶۵۴۰	۰,۷۷۰۵	۰,۸۲۱۲	۰,۸۲۸۳	۰,۳۷۶۸	۰,۵۱۸۶	۰,۵۷۶۲	۰,۵۷۴۷	۰,۰۰۵۳	۰,۰۰۵۹	۰,۰۰۶۶	۰,۰۰۷۷
ژاپن	۰,۶۸۰۶	۰,۶۷۲۰	۰,۶۶۹۵	۰,۶۷۸۲	۰,۴۰۵۶	۰,۴۲۲۷	۰,۴۲۸۲	۰,۴۲۹۰	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۳۲
لتونی	۰,۹۴۹۳	۰,۹۰۳۴	۰,۲۳۸۳	۰,۲۴۶۰	۰,۱۰۲۶	۰,۰۷۳۶	۰	۰	۰,۵۷۴۸	۰,۵۸۳۷	۰	۰
لوکزامبورگ	۰,۹۴۹۳	۰,۹۴۷۶	۰,۲۳۸۳	۰,۲۴۶۰	۰,۴۶۶۷	۰,۵۰۹۸	۰	۰	۰,۲۱۰۷	۰,۱۹۱۷	۰	۰
مکزیک	۰,۵۷۵۳	۰,۵۸۴۴	۰,۶۱۶۵	۰,۶۳۲۸	۰,۲۹۵۸	۰,۳۳۰۹	۰,۳۷۰۷	۰,۳۷۸۸	۰,۰۰۷۶	۰,۰۰۷۴	۰,۰۰۷۵	۰,۰۰۸۰
هلند	۰,۷۲۸۸	۰,۷۳۵۴	۰,۷۳۳۵	۰,۷۵۴۰	۰,۴۵۰۰	۰,۴۸۳۰	۰,۴۸۹۲	۰,۵۰۱۹	۰,۰۰۷۰	۰,۰۰۶۳	۰,۰۰۶۰	۰,۰۰۶۱
نیوزلند	۰,۶۲۴۶	۰,۶۱۰۶	۰,۶۲۷۰	۰,۶۲۹۲	۰,۲۹۴۰	۰,۳۱۱۲	۰,۳۴۳۹	۰,۳۴۷۳	۰,۰۵۸۷	۰,۰۵۳۳	۰,۰۴۴۸	۰,۰۳۵۹
نروژ	۰,۸۹۷۴	۰,۸۹۴۰	۰,۸۸۳۱	۰,۹۱۷۳	۰,۵۷۴۹	۰,۶۰۶۸	۰,۶۱۰۱	۰,۶۲۴۶	۰,۰۵۰۷	۰,۰۴۱۰	۰,۰۳۴۶	۰,۰۴۶۷
لهستان	۰,۲۷۱۹	۰,۲۴۶۱	۰,۲۳۸۳	۰,۵۴۰۱	۰	۰	۰	۰,۲۸۶۶	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰	۰,۰۰۷۵
پرتغال	۰,۶۶۷۷	۰,۷۸۷۴	۰,۷۸۳۳	۰,۷۸۲۰	۰,۳۵۱۲	۰,۴۸۸۴	۰,۴۸۲۸	۰,۴۸۰۸	۰,۰۴۴۶	۰,۰۵۲۹	۰,۰۶۲۱	۰,۰۵۵۳
اسلواکی	۰,۵۲۷۷	۰,۵۴۶۷	۰,۵۴۱۳	۰,۵۴۳۸	۰,۲۱۲۴	۰,۲۴۳۰	۰,۲۵۱۳	۰,۲۴۹۲	۰,۰۴۳۳	۰,۰۵۷۶	۰,۰۵۱۸	۰,۰۴۸۷
اسلوونی	۰,۶۵۴۵	۰,۶۹۱۷	۰,۶۹۹۴	۰,۷۴۰۱	۰,۱۹۷۹	۰,۲۴۰۰	۰,۲۲۴۸	۰,۲۶۶۶	۰,۱۸۴۸	۰,۲۰۵۶	۰,۲۳۶۳	۰,۲۲۷۵
کره جنوبی	۰,۳۸۶۸	۰,۳۹۰۳	۰,۴۰۳۳	۰,۳۹۳۹	۰,۱۱۳۷	۰,۱۴۲۷	۰,۱۶۳۳	۰,۱۴۶۳	۰,۰۰۱۲	۰,۰۰۱۵	۰,۰۰۱۷	۰,۰۰۱۶
اسپانیا	۰,۶۰۷۴	۰,۶۷۱۶	۰,۷۰۸۱	۰,۶۸۹۷	۰,۳۲۸۵	۰,۴۱۸۲	۰,۴۶۰۹	۰,۴۳۴۷	۰,۰۰۷۰	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۸۹	۰,۰۰۹۱
سوئد	۰,۲۷۱۹	۰,۷۰۹۳	۰,۶۴۴۸	۰,۶۴۹۶	۰	۰,۴۳۶۱	۰,۳۷۱۳	۰,۳۶۹۰	۰	۰,۰۲۷۱	۰,۰۳۵۲	۰,۰۳۴۶
سوئیس	۰,۹۴۹۳	۰,۹۴۷۶	۰,۹۴۶۸	۰,۹۴۴۴	۰,۶۱۳۷	۰,۶۴۰۹	۰,۶۵۴۷	۰,۶۳۵۶	۰,۰۶۳۷	۰,۰۶۰۶	۰,۰۵۳۷	۰,۰۶۲۸
ترکیه	۰,۴۹۰۲	۰,۵۴۶۲	۰,۵۲۱۴	۰,۵۳۵۵	۰,۲۰۷۷	۰,۲۸۹۶	۰,۲۷۱۴	۰,۲۷۹۱	۰,۰۱۰۵	۰,۰۱۰۵	۰,۰۱۱۷	۰,۰۱۰۵
انگلیس	۰,۸۱۳۴	۰,۸۱۹۳	۰,۷۸۷۹	۰,۷۵۲۳	۰,۵۳۷۱	۰,۵۶۹۱	۰,۵۴۵۱	۰,۵۰۰۸	۰,۰۰۴۵	۰,۰۰۴۲	۰,۰۰۴۴	۰,۰۰۵۵
آمریکا	۰,۹۴۹۳	۰,۹۴۷۶	۰,۹۴۶۸	۰,۹۴۴۴	۰,۶۷۷۳	۰,۷۰۱۴	۰,۷۰۸۴	۰,۶۹۸۴	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱

منبع: محاسبات محقق

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

همکاری بین بازیکنان سبب می‌شود تا دریافتی هر بازیکن نسبت به شرایط رقابتی که در آن هر کس درصدد افزایش سود شخصی خود می‌باشد، افزایش یابد. از طریق محاسبه دریافتی هر کشور در بازی چانه‌زنی نش طی سال‌های مورد بررسی امکان مقایسه کشورها با هم فراهم می‌شود. براساس نتایج ارائه شده در جدول (۴) در مقایسه با سایرین، کشورهای سوئیس، ایالات متحده آمریکا، ایسلند، یونان و نروژ بالاترین بازده چانه‌زنی انرژی را دارند. از نظر بازده چانه‌زنی اقتصادی نیز کشورهای آمریکا، سوئیس، یونان، نروژ و انگلیس پنج رتبه بالاتر را به خود اختصاص داده‌اند. در حوزه محیط‌زیستی نیز کشورهای ایسلند، لتونی، اسلوونی، لوکزامبورگ و ایرلند بالاترین ارزش بازده چانه‌زنی را در مقایسه با سایر کشورها دارند.

براساس نتایج ارائه شده در جدول (۵) کشورهای ایسلند، لوکزامبورگ، سوئیس، اسلوونی، ایرلند و دانمارک در همه حوزه‌های اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست نسبت به سایرین شرایط بهتری دارند. علت پایین بودن بازده چانه‌زنی نش در سه حوزه اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست در کشورهایی مانند ایالات متحده آمریکا، کره جنوبی، کانادا، لهستان، استرالیا و آلمان آن است که این کشورها نتوانسته‌اند از حداکثر مزایای بازی چانه‌زنی برای بهبود عملکرد خود بهره‌مند شوند، یا شدت مصرف انرژی بالایی دارند و یا انگیزه کافی برای کاهش هزینه‌های زیست محیطی ندارند.

جدول ۵. بازده چانه‌زنی نش کشورها در دوره ۲۰۱۷- ۲۰۲۰

کشورها	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	میانگین	رتبه بندی
استرالیا	۰	۰,۰۰۰۸۶	۰,۰۰۰۹۱	۰	۰,۰۰۰۴	۳۱
اتریش	۰,۰۰۷۱	۰,۰۰۷۴	۰,۰۰۶۸	۰,۰۰۶۸	۰,۰۰۷۰	۱۳
بلژیک	۰,۰۰۴۱	۰,۰۰۴۴	۰,۰۰۳۹	۰,۰۰۳۸	۰,۰۰۴۱	۱۸
کانادا	۰,۰۰۰۲۴	۰,۰۰۰۲۶	۰,۰۰۰۲۵	۰,۰۰۰۲۳	۰,۰۰۰۲	۳۳
شیلی	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۲۲	۰	۰,۰۰۴۰	۰,۰۰۲۱	۲۲
جمهوری چک	۰,۰۰۰۷	۰,۰۰۱۰	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۰۹	۰,۰۰۰۹	۲۸
دانمارک	۰,۰۲۵۹	۰,۰۲۸۳	۰,۰۲۴۹	۰,۰۲۸۷	۰,۰۲۶۹	۶
استونی	۰	۰,۰۰۴۰	۰	۰	۰,۰۰۱۰	۲۷
فنلاند	۰,۰۰۵۶	۰,۰۰۷۰	۰,۰۰۷۵	۰,۰۰۷۳	۰,۰۰۶۸	۱۴
فرانسه	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۱۲	۰,۰۰۱۱	۲۶
آلمان	۰,۰۰۰۵	۰,۰۰۰۷	۰,۰۰۰۷	۰,۰۰۰۸	۰,۰۰۰۷	۳۰
یونان	۰,۰۱۰۴	۰,۰۱۸۹	۰,۰۲۸۵	۰,۰۲۵۶	۰,۰۲۰۹	۹

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

کشورها	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	میانگین	رتبه بندی
مجارستان	۰,۰۰۸۵	۰,۰۱۰۷	۰,۰۰۹۸	۰,۰۰۷۸	۰,۰۰۹۲	۱۲
ایسلند	۰,۱۰۸۹	۰,۱۱۶۶	۰,۱۱۸۸	۰,۱۱۵۲	۰,۱۱۴۹	۱
ایرلند	۰,۰۳۳۰	۰,۰۲۷۶	۰,۰۲۷۲	۰,۰۲۹۲	۰,۰۲۹۲	۵
اسرائیل	۰,۰۰۶۰	۰,۰۰۵۴	۰,۰۰۶۸	۰,۰۰۶۹	۰,۰۰۶۳	۱۶
ایتالیا	۰,۰۰۱۳	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۳۶	۰,۰۰۲۶	۱۹
ژاپن	۰,۰۰۰۹	۰,۰۰۰۹	۰,۰۰۰۹	۰,۰۰۰۹	۰,۰۰۰۹	۲۹
لتونی	۰,۰۵۶۰	۰,۰۳۸۸	۰	۰	۰,۰۲۳۷	۷
لوکزامبورگ	۰,۰۹۳۴	۰,۰۹۲۶	۰	۰	۰,۰۴۶۵	۲
مکزیک	۰,۰۰۱۳	۰,۰۰۱۴	۰,۰۰۱۷	۰,۰۰۱۹	۰,۰۰۱۶	۲۴
هلند	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۲۳	۲۱
نیوزلند	۰,۰۱۰۸	۰,۰۱۰۱	۰,۰۰۹۷	۰,۰۰۷۹	۰,۰۰۹۶	۱۱
نروژ	۰,۰۲۶۱	۰,۰۲۲۳	۰,۰۱۸۶	۰,۰۲۶۷	۰,۰۲۳۴	۸
لهستان	۰	۰	۰	۰,۰۰۱۲	۰,۰۰۰۳	۳۲
پرتغال	۰,۰۱۰۵	۰,۰۲۰۳	۰,۰۲۳۵	۰,۰۲۰۸	۰,۰۱۸۸	۱۰
اسلواکی	۰,۰۰۴۹	۰,۰۰۷۷	۰,۰۰۷۰	۰,۰۰۶۶	۰,۰۰۶۵	۱۵
اسلوونی	۰,۰۲۳۹	۰,۰۳۴۱	۰,۰۳۷۱	۰,۰۴۴۹	۰,۰۳۵۰	۴
کره جنوبی	۰,۰۰۰۰۵	۰,۰۰۰۰۸	۰,۰۰۰۱۱	۰,۰۰۰۰۹	۰,۰۰۰۱	۳۴
اسپانیا	۰,۰۰۱۴	۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۲۹	۰,۰۰۲۷	۰,۰۰۲۳	۲۰
سوئد	۰	۰,۰۰۸۴	۰,۰۰۸۴	۰,۰۰۸۳	۰,۰۰۶۳	۱۷
سوئیس	۰,۰۳۷۱	۰,۰۳۶۸	۰,۰۳۳۳	۰,۰۳۷۷	۰,۰۳۶۲	۳
ترکیه	۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۱۷	۰,۰۰۱۷	۰,۰۰۱۶	۰,۰۰۱۵	۲۵
انگلیس	۰,۰۰۱۹	۰,۰۰۱۹	۰,۰۰۱۹	۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۲۰	۲۳
آمریکا	۰,۰۰۰۰۴	۰,۰۰۰۰۵	۰,۰۰۰۰۵	۰,۰۰۰۰۴	۰,۰۰۰۰	۳۵

منبع: محاسبات محقق

سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان باید زمینه کاهش مصرف انرژی و بکارگیری رویکردهای زیست‌محیطی را ایجاد کنند تا مصرف نهاده‌ها و تولید خروجی‌های نامطلوب کاهش یابد. باتوجه به اینکه برای محاسبه بازده چانه‌زنی نش و امتیاز کارایی کشور به نوعی در هم ضرب می‌شوند، پایین بودن کارایی محیط‌زیستی در کشورهایی که شاید از نظر اقتصادی در وضعیت مطلوبی به سر ببرند سبب کاهش بازده چانه‌زنی نش می‌شود. از اینرو تنها کشورهایی می‌توانند رتبه بالایی در این تقسیم‌بندی کسب کنند که رویکرد همه جانبه‌ای برای رشد و توسعه اقتصادی دارند و از توجه به

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

محیط‌زیست غافل نشده‌اند، یا به بیان دیگر افزایش کارایی انرژی و حفظ محیط‌زیست را به عنوان استراتژی‌های مهم در راستای دستیابی به توسعه پایدار اقتصادی اتخاذ کرده‌اند.

۶- نتیجه گیری و بحث

اقتصاد به عنوان یک رکن اصلی در کنار انرژی و محیط‌زیست از پایه‌های اصلی دستیابی به توسعه پایدار است، به بیان دیگر برای سنجش پایداری توسعه اقتصادی باید اقتصاد در مسیر درستی حرکت کند. از مهم‌ترین شاخص‌های این حرکت درست بررسی همزمان تغییرات کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست است. زیرا در صورت افزایش تولید و رشد اقتصادی بدون توجه به کیفیت محیط‌زیست هزینه‌های جبران ناپذیری را برای دولت‌ها به همراه دارد، از اینرو با اتخاذ سیاست‌های سازگار با محیط‌زیست، درصدد استفاده بهتر از منابع طبیعی هستند. که بر اساس اصل مسئولیت‌های مشترک اما متفاوت کشورها بعد از سال ۲۰۲۰ همه کشورها برای مدیریت مخاطرات زیست محیطی به ویژه کاهش انتشار CO_2 مسئولیت دارند و باید با یکدیگر همکاری و تعامل داشته باشند. هدف از ارزیابی همزمان کارایی اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست آن است که با برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و شناسایی نقاط ضعف بتوان عملکرد کشورها را بهبود بخشید.

در این مطالعه با توجه به اهمیت روز افزون پایداری و حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی کارایی اقتصاد، انرژی و محیط‌زیست با رویکردی اصلاح شده و مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و بازی چانه‌زنی نش درکشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ بررسی شده است. مطالعاتی که تاکنون در این حوزه انجام شده است عمدتاً رابطه بین دو جنبه کارایی اقتصادی و کارایی انرژی و یا کارایی محیط‌زیستی و کارایی انرژی را مد نظر قرارداده‌اند و مطالعات اندکی آن هم در سطح بخشی هر سه حوزه را مورد بررسی قرار داده است، لذا نوآوری این مطالعه علاوه بر اتخاذ رویکردی جدید در حوزه تحلیل پوششی داده، جامعه آماری گسترده‌تر نیز هست. نتایج بدست آمده حاکی از آن بوده که به طور کلی کشورهای آمریکا، سوئیس، یونان، نروژ و انگلیس کارایی اقتصادی بالاتری دارند. از نظر کارایی انرژی بین کشورهای مورد مطالعه آمریکا، سوئیس و ایسلند در همه سال‌ها و یونان و لوکزامبورگ در برخی از سال‌های مورد بررسی میانگین کارایی یک دارند. این در حالی است که کشورهای

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

استونی، لهستان، کره جنوبی، شیلی، جمهوری چک، استرالیا، ترکیه، اسلواکی و سوئد به ترتیب کمترین میانگین راندمان انرژی را دارند. میانگین کارایی محیطزیستی ۰/۰۴۷ نشان می‌دهد که اغلب این کشورها در حوزه محیطزیست نسبت به اقتصاد و انرژی عملکرد ضعیف‌تری داشته‌اند. در بین این کشورها ایالات متحده آمریکا با نمره ۰/۰۰۰۴ بدترین و ایسلند با نمره ۰/۳۴۸ بهترین وضعیت را دارند.

براساس نتایج مدل تحلیل پوششی داده ها- بازی چانه‌زنی نش رتبه‌بندی کشورها تغییر می‌کند و با توجه به نقطه تهدید و کارایی بازده چانه‌زنی هر کشور محاسبه شده است. بر این اساس در کل کشورهای ایسلند، لوکزامبورگ، سوئیس، اسلوونی، ایرلند و دانمارک در همه حوزه‌های اقتصادی، انرژی و محیطزیست نسبت به سایرین شرایط بهتری دارند. کشورهایی مانند ایالات متحده آمریکا، کره جنوبی، کانادا، لهستان، استرالیا و آلمان نیز به دلیل شدت مصرف انرژی بالا و انتشار CO_2 بالا، در بین کشورهای مورد بررسی پایین‌ترین بازده را به خود اختصاص داده‌اند.

اندازه‌گیری کارایی در سه حوزه اقتصادی، انرژی و محیطزیست، پایه‌ای تحلیلی برای تصمیم‌گیری زیست محیطی و تحلیل سیاست ارائه می‌دهد، لذا با توجه به عوامل اثرگذار بر افزایش کارایی در حوزه‌های اقتصاد، انرژی و محیطزیست، می‌توان با اتخاذ سیاست‌های مناسب به بهبود وضعیت کشورها در حوزه‌های مذکور کمک کرد. از جمله این استراتژی‌های لازم برای ارتقا کارایی زیست محیطی می‌توان به استفاده بیشتر از فناوری‌های سازگارتر با محیطزیست به جای فناوری‌های آلاینده، نظارت دقیق بر انجام اقدامات کاهش انتشار در جریان تولید در صنایع مختلف، بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی مصرفی کشورها اشاره کرد. علاوه براین با اجرای مقررات زیست محیطی می‌توان برای سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های فناورانه و تحقیق و توسعه در حوزه تولید کالاهای دوست‌دار محیطزیست ایجاد انگیزه نمود. با افزایش فرصت برای جذب سرمایه‌گذار خارجی و داخلی و ارتقاء سرمایه انسانی از طریق آموزش می‌تواند زمینه افزایش کارایی اقتصادی را فراهم کرد. آزاد سازی تجاری و تخصیص کارآمد منابع در راستای ایجاد مزیت نسبی و رقابتی همزمان با اجرای استانداردهای محیطزیستی می‌تواند زمینه ساز مدیریت انتشار آلاینده‌های ناشی از تولید و واردات کالاها شود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

البته با وجود اینکه همه کشورها برای اتخاذ استراتژی‌های لازم جهت ارتقا کارایی به عنوان ابزاری برای دستیابی به رشد اقتصادی، ایجاد مزیت رقابتی، افزایش رفاه و تأمین امنیت انرژی در تلاشند، اما برای پیشبرد اهداف و سیاست‌گذاری در این حوزه باتوجه به تبعات گسترده آن نمی‌توان نسخه کلی و مشابهی صادر کرد و باید با عنایت به ویژگی‌ها و ساختار هر کشور سیاست و اهداف مناسب را تدوین نمود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

منابع

- راسخی، سعید، شهرازی، میلاد، شیدایی، زهرا، جعفری، مریم و دهقان، زهرا. (۱۳۹۵) ارتباط کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی: شواهد جدید برای کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته. فصلنامه پژوهش‌ها وسیاست‌های اقتصادی. ۲۴ (۷۸) . ۵۶-۳۱ .
- سجادی فر، سید حسین، عسلی، مهدی، فتحی، بهرام و محمد باقری، اعظم (۱۳۹۴). اندازه‌گیری کارایی انرژی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با خروجی‌های نامطلوب. فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه، شماره ۴، زمستان۱۳۹۴، ۵۵-۶۹.
- عیوض صحرا, مهسا, ضیایی, سامان, احمدپور برازجانی, محمود و سرگزی, علیرضا. (۱۳۹۹). بهره وری زیست‌محیطی و رابطه آن با درآمد در گروه کشورهای اسلامی (D8). علوم تکنولوژی محیط‌زیست. ۲۲(۳). ۲۹۹-۲۸۷
- فتحی، بهرام، خداپرست مشهدی، مهدی، همایونی فر، مسعود و سجادی فر، حسین ۱۳۹۶). ارزیابی عملکرد کارایی زیست محیطی کشورهای منتخب براساس تحلیل فراگیر داده‌ها و تئوری بازی‌ها در محیط رقابتی. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۵۳، تابستان ۱۳۹۶، ۱۰۵-۱۳۳.
- فتحی، بهرام، مهدوی عادلی، محمد حسین، فطرس، محمد حسن (۱۳۹۴). اندازه‌گیری کارایی زیست محیطی انرژی در کشورهای در حال توسعه منتخب با استفاده از مدلهای ناپارامتریک ایستا و پویا، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۴۶، پاییز ۱۳۹۴، ۶۱-۸۷.
- قیاسی, حامد و شیخ زین الدین, آذر. (۱۴۰۱). سنجش کارایی اقتصادی-محیط‌زیستی گندم بر مبنای ردپای آب. اقتصاد کشاورزی . ۱۶(۳) . ۳۱-۱
- محمدپرست، حوا، شهرکی، جواد، مردانی و نجف آبادی مصطفی. (۱۴۰۲). تحلیل کارآیی انرژی و زیست محیطی بخش حمل و نقل تحت محدودیت‌های مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست محیطی در ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۹ (۷۶) :۱۵۶-۱۱۷
- نسرین دوست، میثم، مهرجو ایرانی، مهتاب و فلاحی، محمدعلی. (۱۴۰۰). بررسی کارایی اقتصاد-انرژی-محیط‌زیست (E3) در صنایع ایران. اقتصاد با ثبات. ۲(۴). ۸۶-۵۵.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

- Aigner, D. J., Lovell, C. A. K. and P. Schmidt (1977), “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models”, Journal of Econometrics, Vol. 6, pp. 21-37.
- Blancard,S. Martin. E (2014), Energy efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information, Energy Policy Vol, 66, 198–208.
- Bojnec, S. & D. Papler (2011), "Economic Efficiency, Energy Consumption and Sustainable Development", Journal of Economics and Management, Vol. 12, P. 353-374.
- Caves, D. W., Christensen, L. R. and E. Diewert (1982), “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity”, Econometrica, Vol. 501, pp. 1393-1414.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and E. Rhodes (1978), “Measuring the Efficiency Of Decision Making Units”, European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp. 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. and K. Tone (2007), Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Model, Applications, References and DEA-Solver Software, NewYork, Springer, 490 pages.
- Dong,Y., Hongda, L,& Pinbo,Y.(2021). Assessing Energy Efficiency for Economic and Sustainable Development in the Region of European Union Countries. Frontiers in Environmental Science.9. http://doi.org./10.3389/fenvs.2021.779163
- Dyckhoff, H. and K. Allen (2001), “Measuring Ecological Efficiency with Data-Envelopment Analysis (DEA)”, European Journal of Operational Research, Vol. 132, pp. 312-325.
- F¨are, R., Grosskopf, S., Lovell, .A.K., Pasurka, C., (1989).Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. The Review of Economics andStatistics71, 90–98.
- Färe, R. and S. Grosskopf (2004), New Directions: Efficiency and Productivity, Kluwer Academic Publishers, 174 pages.
- Färe, R. et al (1992), “Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric Malmquist Approach”, Journal of Productivity Analysis, Vol. 3, Issue 1-2, pp. 85-101.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhang, Z., (1994).Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. American Economic Review 84, 66–83.
- Fare, R., Grosskopf, S., PasurkaJr., C.A., (2007).Pollution abatement activities and traditional productivity. Ecological Economics62, 673–682.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

- Farrell, M. J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", Journal of Royal Statistical Society, Vol. 120, Issue 3, pp. 253-290.
- Fathi, B., Ashena, M. & Anisi, M. (2023) Efficiency evaluation of sustainability indicators in a two-stage network structure: a Nash bargaining game approach. Environ Dev Sustain 25, 1832–1851 .https://doi.org/10.1007/s10668-022-02325-3
- Fathi,B. Ashena,M. & Bahari, A.(2021), Energy, environmental, and economic efficiency in fossil fuel exporting countries: A modified data envelopment analysis approach, Sustainable Production and Consumption 26. 588–596.
- Gill, A.R., Viswanathan, K., Hassan, S., (2018). The environmental Kuznets Curve (EKC) and the environmental problem of the day. Renew. Sustain. Energy Rev. 18 (2), 1636–1642.
- Gökgöz,F., Yalçın, Engin.(2023) An environmental, energy, and economic efficiency analysis for the energy market in European Union. Environmental progress and sustainable energy.42 (4). https://doi.org/10.1002/ep.14068
- Grosskopf, S. (1993), "Efficiency and Productivity", in the Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications, Fried, H.O, Knox, C. L. L. and Shelton, S. S., New York: Oxford University Press, pp. 160-194.
- Halkos, G. E. & N. G. Tzeremes (2013), "Renewable Energy Consumption and Economic Efficiency: Evidence from European Countries", Journal of Renewable and Sustainable, Vol. 5, PP. 41803.
- Mardani, A., Streimikiene, D., Balezentis, T., Saman, M., Nor, K., & Khoshnava, S. (2018). Data Envelopment Analysis in Energy and Environmental Economics: An Overview of the State-of-the-Art and Recent Development Trends. Energies, 11(8), 2002. https://doi.org/10.3390/en11082002
- Nishimizu, M. and J. M. Page, Jr. (1982), "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78", EconomicJournal, Vol. 92, pp. 936-920.
- Primc, K., Erker, R., 2020. Social policy or energy policy? Time to reconsider energy poverty policies. Energy Sustain. Dev. 55, 32.36.
- Scheel, H. (2001), "Undesirable Outputs in Efficiency Valuations", European Journal of Operational Research, Vol. 132, pp. 400-410.
- Seiford, L. M. and J. Zhu (2002), "Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation", European Journal of Operational Research, Vol. 142, pp. 16-20.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]

- Shi, G.M., Bi, J., Wang, J.N., (2010). Chinese regional industrial energy efficiency evaluation based on a DEA model of fixing non-energy inputs. Energy Policy 38, 6172–6179.
- Sun, H., Ikram, M., Mohsin, M., & Zhang, J. (2021). Energy security and environmental efficiency: Evidence from OECD countries Qaiser Abbas. The Singapore Economic Review, 66(2), 489–506.
- Shriberg, M., P. (2002). Sustainability in as higher education: Organizational factors influencing campus environ mental performance and leadership. Dissertation the University of Michigan.
- Timmer, C. P. (1971), "Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency", Journal of Political Economy, Vol. 79, Issue.4, pp. 776-94.
- Vaninsky, A., 2018. Energy-environmental efficiency and optimal restructuring of the global economy. Energy 153 (C), 338–348.
- Wang, CN., Nguyen, T.T.T., Dang, TT. Pin Hsu,H.(2023) Exploring economic and environmental efficiency in renewable energy utilization: a case study in the Organization for Economic Cooperation and Development countries. Environ Sci Pollut Res 30, 72949–72965. https://doi.org/10.1007/s11356-023-27408-0
- Wang, Q., Su, B., Zhou, P., Chiu, C.R., 2016. Measuring total-factor CO2 emission performance and technology gaps using a non-radial directional distance function: a modified approach. Energy Econ.s 56, 475–482.
- Wang, Z., & Feng, C. (2015). A performance evaluation of the energy, environmental, and economic efficiency and productivity in China: An application of global data envelopment analysis. Applied Energy 147, 617–626.
- World Bank, (2014), World Development Indicators (WDI), CD-ROM. Washington
- Yeh, T.L., Chen, T.Y., Lai, P.Y., (2010). A comparative study of energy utilization efficiency between Taiwan and China. Energy Policy 38, 2386–2394.
- Yan, Q., Wang, X., Baležentis, T., & Streimikiene, D. (2018). Energy-economy-environmental (3E) performance of Chinese regions based on the data envelopment analysis model with mixed assumptions on disposability. Energy and Environment, 29(5), 664–684.
- Zhang,X, et al (2011),Total-factor energy efficiency in developing countries, Energy Policy, Vol, 39 ,644–650.
- Zhou, P., Ang, B.W., Han, J.Y., (2010). Total factor carbon emission performance: a Malmquist index analysis. Energy Economics 32, 194–201.
- Zhou,p, Ang, B.W. (2008), Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiencyPerformance, Energy Policy, Vol, 36, 2911– 2916.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-04-06]