Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد وتوسعه پایدار) ـ سال نوزدهم ـ شماره چهارم ـ زمستان ۱۳۹۸ ـ صفحات ۱۲۹-۱۱۱

# ارزیابی کارآیی زیست محیطی کربن با داده‌های غیردقیق با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های فازی (مطالعه موردی: ایران و کشورهای نفت خیز)

نسرین اوحدی[۱]
جواد شهرکی[۲]
مصیب پهلوانی[۳]
مصطفی مردانی نجف‌آبادی[۴]

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۱۸** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۳**

**چکیده**

*روش تحلیل پوششی داده‌ها، ابزاری قدرتمند برای اندازه‌گیری کارآیی است. وقتی که نهاده‌ها و ستاده‌ها قطعی هستند، روش سنتی تحلیل پوششی داده‌ها کاربرد دارد. از آنجایی که در دنیای واقعی، برخی از نهاده‌ها و ستاده‌ها نظیر انتشار گاز دی اکسید کربن اغلب مبهم و غیردقیق هستند، امکان استفاده از این روش وجود ندارد. لذا در مقاله حاضر، از روش تحلیل پوششی داده‌های فازی استفاده شد. نتایج مطالعه، نشان داد که میانگین بازه کارآیی زیست محیطی کربن طی دوره مورد بررسی برای کشورهای تحت مطالعه ۷۵ و ۹۰ درصد است. همچنین ایران در مقایسه با سایر کشورهای تحت مطالعه، با دارا بودن میانگین کارآیی زیست محیطی کربن برابر با ۷۴ و ۶۱ درصد به ترتیب برای کران بالا و پایین کارآیی از میزان کارآیی زیست محیطی کربن پایینی برخوردار است و در جایگاه مطلوبی قرار ندارد. در این مطالعه، جهت افزایش کارآیی زیست محیطی کربن، کاربرد درست و بهینه نهاده‌های تولید و استفاده کمتر از منابع، توصیه گردید.*

**واژگان کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌های فازی، داده‌های غیر دقیق، کارآیی زیست محیطی کربن، کشورهای نفتی

**طبقه بندی JEL:** $C_{14}$, $C_{24}$, $O_{57}$, $Q_4$

---

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان nasrin.ohadi@yahoo.com
۲. دانشیارگروه علوم اقتصادی دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول)j.shahraki@eco.usb.ac.ir
۳. دانشیار گروه علوم اقتصادی دانشگاه سیستان و بلوچستان pahlavani@eco.usb.ac.ir
۴. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
m.mardani@asnrukh.ac.ir

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

**۱. مقدمه**

امروزه حفظ محیط زیست از مسائل بسیار مهم در کشورهای جهان محسوب می‌شود. یکی از مسائلی که در سال‌های اخیر پیش آمده است، مسائل مربوط به آلودگی محیط زیست می‌باشد. از دهه ۱۹۶۰ توجه به مسائل محیط زیستی آغاز شد و تمرکز عمده آنها بر آلودگی‌های صنعتی، به دلیل رشد روز افزون اقتصادهای صنعتی بود (Hollinger, 2007). در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی، مسائل مربوط به تجارت و محیط زیست اوج گرفت و طرفداران محیط زیست در اعتراض به وضعیت اسفناک زیست-محیطی حاصل از توسعه روز افزون تجارت، مخالفت‌ها و نشست‌های گسترده‌ای در نقاط مختلف جهان ترتیب دادند. به عقیده آنان، در اثر آزاد سازی تجاری و افزایش صادرات، میزان فعالیت‌های اقتصادی و از جمله فعالیت‌های آلاینده، گسترش یافته و استفاده از منابع و انرژی به شکل نامناسبی افزایش پیدا می‌کند (Khalil and Inam, 2006).

نخستین کنفرانس سازمان ملل متحد با موضوع محیط زیست در سال ۱۹۷۲ در استکهلم سوئد برگزار شدکه تأسیس مهم‌ترین نهاد زیست محیطی جهان، یعنی برنامه محیط زیست ملل متحد را به دنبال داشت و نقطه آغاز فرایندی جهانی جهت درک هر چه بهتر نیازهای بشریت برای حفاظت از محیط زیست بود. در واقع، سال ۱۹۷۲ را باید نقطه برگزاری سلسله کنفرانس‌هایی با موضوع محیط زیست یا به‌عبارت دیگر، آغاز شکل‌گیری رژیم‌های متعدد بین‌المللی زیست محیطی دانست. در سال ۱۹۹۲ بزرگ‌ترین نشست سران کشورهای جهان در طول تاریخ دیپلماسی به نام "گردهمایی زمین" در شهر ریودوژانیروی برزیل برگزار گردید. به رسمیت شناختن اهمیت موضوع محیط زیست و مدیریت زیست محیطی در چارچوب توسعه و تدوین حقوق بین‌الملل محیط زیست و نیز مفهوم نوینی به نام توسعه پایدار را باید مهم‌ترین دستاورد این نشست دانست (جاویدنیا، ۱۳۸۱).

در حال حاضر، بیشترین منابع انرژی در جهان مربوط به مخازن هیدروکربوری و سوخت‌های فسیلی بوده که به روش شیمیایی پالایش می‌شوند. در ایران به لحاظ دارا بودن میادین سرشار نفتی و گازی، بخش عظیمی از انرژی اولیه توسط نفت و گاز طبیعی تأمین می‌گردد. این موضوع اگرچه موجب وابستگی عظیم اقتصادی کشور به این منابع شده و به خودی خود، یک مزیت و برتری است، ولی ایجاد آلودگی زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی طی سال‌های اخیر، هزینه‌های جانی و مالی قابل توجهی را به کشور تحمیل کرده است. آمارها نشان می‌دهد که ایران در گزارش عملکرد زیست محیطی در سال ۲۰۱۴، با کسب نمره ۵۱/۰۸ رتبه ۸۳ را به دست آورد؛ اما در سال ۲۰۱۶، از میان ۱۸۰ کشور جهان با داشتن نمره ۶۶/۳۲ رتبه ۱۰۵ام را کسب کرد. در منطقه خاورمیانه و شمال آسیا نیز ایران در رتبه ۱۳ام از بین ۱۹ کشور قرار دارد (گزارش شاخص عملکرد زیست محیطی، ۲۰۱۶).

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

بنابراین، با توجه به معضل درحال رشد مسائل زیست محیطی و هزینه‌های سرباری که فعالیت-های مختلف روی کیفیت محیط ایجاد می‌کنند، بررسی مدل‌های کارآیی با وجود تولید توأم ستاده‌های مطلوب و نامطلوب، امری ضروری به نظر می‌رسد (جعفرنیا و اسماعیلی، ۱۳۹۲). از آنجایی که داشتن اطلاعات کافی از وضعیت محیط زیست کشورها و بررسی روند تغییرات زیست محیطی، یکی از موضوعات مورد توجه مجامع جهانی طی سال‌های اخیر بوده است، لذا در تحقیق حاضر، ایران و مهمترین کشورهای در حال توسعه نفتی به دلیل تشابه در میزان توسعه یافتگی، وابستگی به انرژی و نوسانات جدی در لیست شاخص عملکرد زیست محیطی، جهت بررسی کارآیی زیست محیطی، انتخاب شدند.

## ۲. پیشینه تحقیق

برخی از مطالعات انجام شده در زمینه کارآیی زیست محیطی کشورها به شرح ذیل است:

وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2013) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های اصلاح شده حاوی خروجی نامطلوب، کارآیی زیست محیطی و انرژی را برای ۲۹ منطقه چین در دوره ۲۰۰۸-۲۰۰۰ بررسی کردند. نتایج حاکی از بالاترین و پایین‌ترین میزان بهره‌وری انرژی و محیط زیست به ترتیب، برای منطقه شرق و غرب چین بوده، در حالی که میزان بهره‌وری انرژی و محیط زیست چین طی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۰ اندکی افزایش یافته، که ناشی از اجرای سیاست‌های مؤثر انرژی و حفاظت از محیط زیست توسط دولت چین است. لذا تداوم به‌کارگیری این سیاست‌ها پیشنهاد شد.

ایگنشز و همکاران (Ignatius *et al.*, 2016)، کارآیی کربن را با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی کردند. با توجه به اینکه اندازه‌گیری داده‌های ورودی و خروجی نظیر انتشار گاز دی اکسید کربن در دنیای واقعی، مبهم است، آنان روش تحلیل پوششی داده‌ها را در قالب اعداد فازی به‌کار بردند که روش پیشنهادی ارزیابی زیست محیطی را در سطوح مختلف اطمینان اندازه‌گیری می‌کند. در خاتمه جهت نشان دادن کاربرد و اثر بخشی مدل پیشنهادی، کارآیی انرژی برای ۲۳ کشور عضو اتحادیه اروپا اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که به‌ازای سطوح مختلف برش آلفا، کشور لتونی بالاترین کارآیی را دارد.

نعمتیان و فرضی (Nematian and Farzi, 2017)، مدیریت انرژی و زیست محیطی آینده را با به‌کارگیری برنامه‌ریزی خطی فازی برای انرژی بازیافت شده از پسماندهای جامد شهری در ایران، بررسی کردند. نتایج نشان داد که کشور ایران می‌تواند ۴۰ درصد از نیاز الکتریکی خود را بدون هیچ مشکلی حتی بدون استفاده از پسماندهای شهری به عنوان یک منبع انرژی، تأمین نماید؛ اما استفاده

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

از پسماندهای شهری می‌تواند ارزش تابع هدف را تا ۲۳ درصد افزایش دهد، بنابراین، استفاده از پسماندهای شهری به عنوان یک منبع انرژی توصیه شد.

سجادی‌فر و همکاران (۱۳۹۴)، کارآیی انرژی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با خروجی نامطلوب را برای ایران و کشورهای همجوار در دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۷ اندازه‌گیری کردند. نتایج، حاکی از نامطلوب بودن کارآیی انرژی در ایران در مقایسه با سایر کشورها است. در این مطالعه، جهت بهبود کارآیی انرژی، پیشنهاد شد که کشور ایران، برنامه‌هایی را پیگیری کند تا ضمن حفظ منابع موجود و بدون آسیب رساندن به محیط زیست و سلامت انسان‌ها، توانایی‌های خود را برای توسعه اقتصادی افزایش دهد.

راسخی و همکاران (۱۳۹۵)، ارتباط کارآیی اقتصادی و کارآیی زیست محیطی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کردند. نتایج، حاکی از بالاتر بودن میانگین کارآیی زیست محیطی و اقتصادی برای کشورهای توسعه یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه است. همچنین وجود رابطه علیت دو طرفه بین کارآیی زیست محیطی و اقتصادی تأیید شد. در این مطالعه، توجه به ساختارهای تولید و فناوری، استفاده از انرژی‌های نو و کمتر آلاینده و آزاد سازی تجاری پیشنهاد شد.

## ۳. مبانی نظری

کارآیی در اقتصاد، به عنوان تخصیص بهینه منابع تعریف می‌شود. روش تحلیل پوششی داده‌ها یکی از پرکاربردترین روش‌های ناپارامتریک در اندازه‌گیری کارآیی است که کارآیی با انجام دادن یک سری بهینه‌سازی به صورت مجزا برای هر بنگاه، محاسبه می‌شود. در این روش، اندازه‌گیری عوامل تولید و محصولات، می‌تواند با واحدهای متفاوتی انجام گیرد. علاوه بر این، در این روش می‌توان مدل‌هایی با چند عامل تولید و چند محصول را بررسی کرد (Farrell, 1957).

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، می‌توانند محصول‌گرا[1] یا نهاده‌گرا[2] باشند. در مدل‌های محصول-گرا، هدف، حداکثر کردن تولید با توجه به مقدار معین نهاده‌ها می‌باشد، اما در روش نهاده‌گرا، هدف، استفاده حداقل نهاده با توجه به سطح معین محصول می‌باشد. سطح پوششی مدل‌ها (هم محصول‌گرا و هم، نهاده‌گرا)، می‌تواند بازده ثابت نسبت به مقیاس یا بازده متغیر نسبت به مقیاس را داشته باشد (Green, 1990).

1. Output Oriented
2. Input Oriented

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

کارآیی زیست محیطی که مبین کارآیی اقتصادی و اکولوژیکی است، بر روی استفاده کارا از منابع و ایجاد آلودگی کمتر، تمرکز دارد که هدف اصلی آن، توسعه پایدار است و بر این اساس، به حداکثر-سازی رشد اقتصادی با حداقل ضایعات زیست محیطی کمک می‌کند (شهیکی تاش و همکاران، ۱۳۹۴). اساساً کارآیی زیست محیطی، جنبه‌ای از کارآیی فنی انرژی است که روی نهاده با پیامدهای زیست محیطی منفی، تمرکز می‌کند. کاهش در سطح نهاده‌های آلاینده، بر کارآیی‌های فنی و زیست محیطی اثر می‌گذارد (Graham, 2004). کارآیی زیست محیطی را می‌توان به عنوان نسبت حداقل استفاده بالقوه به بالفعل نهاده‌های زیانبار زیست محیطی تعریف کرد (Reinhard *et al.*, 1999).

ژئو و آنگ ( Zhou and Ang, 2008) و مندال (Mandal, 2010)، در مطالعات خود نشان دادند که استفاده از انرژی‌های فسیلی، به ناچار خروجی‌های نامطلوب مانند انتشار $CO_2$ را تولید می‌کنند، که انتشار دی اکسید کربن به عنوان معیار آلودگی محیط زیست در نظر گرفته می‌شود و از آنجایی که امروزه بر کنترل و کاهش انتشار دی اکسید کربن در مجامع جهانی، تأکید شده است و کشورها موظف به رعایت آن می‌باشند، لذا انتشار دی اکسید کربن به عنوان ستانده نامطلوب در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به عدم قطعیتی که در اندازه‌گیری برخی از داده‌ها نظیر انتشار گاز دی اکسید کربن وجود دارد (Ignatius *et al.*, 2016)، امکان استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها (که در ابتدا فقط برای ورودی‌ها و خروجی‌های قطعی فرموله شد)، وجود ندارد (liu *et al.*, 2010). در سال‌های اخیر، بسیاری از محققان، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی را برای مقابله با شرایطی که در آن، برخی از داده‌های ورودی و خروجی مبهم هستند، ارائه کردند (Han *et al.*, 2015) و نشان دادند که نظریه مجموعه فازی ،ابزاری کارآمد برای بررسی داده‌های مبهم و غیر دقیق در قالب مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. لذا، تحلیل پوششی داده‌های فازی نسبت به مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، کارآمدتر است؛ زیرا تصمیم گیرنده می‌تواند درجات متفاوتی از اشتباهات اندازه‌گیری (سطوح احتمالی) را در محاسبه کارآیی فنی در نظر بگیرد.

افزون بر این، می‌توان نظرات خبرگان را به جای اعداد قطعی در چارچوب متغیرهای کلامی به عنوان ورودی در نظر گرفت (Guo and Tanaka, 2001). در این راستا، برخی از پژوهشگران، روش‌های گوناگونی را برای برخورد با داده‌های غیر دقیق در تحلیل پوششی داده‌های فازی پیشنهاد کرده‌اند که یکی از آنها، روش برش-$\alpha$ است ( Puri and Prasad Yadav, 2014; Azadi *et al.*, 2014) که در آن، ورودی‌ها و خروجی‌ها را می‌توان با $\alpha$- برش مختلف و سطح‌هایی از بازه‌های اطمینان متفاوت نشان داد. در این صورت، مقادیر ورودی و خروجی به ازای هر برش، یک کران بالا و یک کران پایین خواهد داشت.

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

به طور کلی، منطق فازی، گونه‌ای بسیار مهم از منطق است که توسط لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد و به طور جدی در مقابل منطق دو دویی ارسطویی قرار گرفت. فازی به جای پرداختن به صفر و یک، از صفر تا یک را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد. به بیان دیگر، مجموعه‌ای که در منطق ارسطویی دارای دو عضو صفر و یک است، در منطق فازی به مجموعه‌ای با بی‌نهایت عضو که دارای مقادیری از صفر تا یک هستند، تبدیل می‌شود و بدین صورت، منطق فازی به اعمال و طرز فکر آدمیان بیشتر نزدیک می‌شود (مهدیان و نداف، ۱۳۸۵).

اگر برد $\{۰،۱\}$ را به بازه بسته $[۰،۱]$ تبدیل کنیم، مجموعه کلاسیک به مجموعه فازی تبدیل می‌شود و به عبارتی، مفروض بر مجموعه جامع $u$، مجموعه فازی $A$ در $u$ به شکل زیر تعریف می‌شود (Mugera, 2013):

$$A: u \to [0,1]$$
$$A(u) \in [0,1] \qquad (۱)$$

$A(u)$ تابع عضویت نامیده می‌شود و میزان درجه عضویت $A$ به $U$ را بیان می‌کند.

در زیر، به معرفی عدد فازی مثلثی $(l,m,u)$ که یک فاصله فازی بوده و تابع عضویت آن $A(x)$ است، اشاره می‌شود.

$$A(x)=\begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l<x<m \\ \frac{u-x}{u-m} & m<x<u \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases} \qquad (۲)$$

با توجه به تابع عضویت اعداد مثلثی، مشخص است که اگر x بین l و m باشد، آنگاه هر چه x بزرگتر باشد، درجه عضویت آن نیز بزرگتر خواهد شد؛ تا جایی که برای x= m درجه عضویت، برابر ۱ می‌شود. اگر x بین m و u باشد، آنگاه هرچه x بزرگتر باشد، درجه عضویت کوچکتر، و در x= u درجه عضویت، صفر خواهد شد. خصوصیات این عدد فازی به شرح زیر است:

۱- یک نگاشت پیوسته از R به فاصله بسته $[0،W]$، به‌طوری که $0 < W \leq 1$؛ ۲- در فاصله $[-\infty,l]$، ثابت و برابر با صفر؛ ۳- در فاصله $[l,m]$، اکیداً صعودی؛ ۴- در فاصله $[m,u]$، اکیداً نزولی؛ ۵- در فاصله $[u,+\infty]$، ثابت و برابر با صفر است. M ارزش مرکزی و l و u حدود پایین و بالا هستند.

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

## ۴. روش تحقیق

همان گونه که اشاره شد، در این مقاله، جهت ارزیابی کارآیی زیست محیطی کربن برای ایران و سایر کشورهای نفتی در حال توسعه، از روش تحلیل پوششی داده‌ها و با استفاده از داده‌های فازی به عنوان ورودی و خروجی‌های مدل استفاده شد. داده‌های فازی به صورت اعداد فازی مثلثی در نظر گرفته شدند و برای حل مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی و تبدیل آن به مدل تحلیل پوششی داده‌های خطی کلاسیک، از مدل (۳) با رویکرد نهاده- محور[۱] استفاده شد (Jahanshaloo *et al.*, 2005).

$$\max : \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0}$$

$$s.t: \qquad (۳)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = (1,1,1)$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \qquad j=1,\ldots,n$$

$$u_r, v_i \ge \varepsilon$$

$x_{rj}$ و $y_{rj}$ ورودی‌ها و خروجی‌های مدل هستند که به صورت اعداد فازی مثلثی، به ترتیب، در روابط (۴) و (۵) در نظر گرفته می‌شود.

$$x_{ij} = (x_{ij}^{l}, x_{ij}^{m}, x_{ij}^{u}) \qquad (۴)$$

$$y_{rj} = (y_{rj}^{l}, y_{rj}^{m}, y_{rj}^{u}) \qquad (۵)$$

$x_{ij}^{l}$ و $y_{rj}^{l}$ حدود پایین، $x_{ij}^{u}$ و $y_{rj}^{u}$ حدود بالا و $x_{ij}^{m}$ و $y_{rj}^{m}$ حدود وسط را نمایندگی می‌کنند. بنابراین مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی، به شرح ذیل است:

$$\max \sum_{r=1}^{s} \left( y_{rj}^{l}, y_{rj}^{m}, y_{rj}^{u} \right) u_r \qquad (۶)$$

۱. با توجه به عدم کنترل ستانده (دی اکسید کربن به عنوان خروجی نامطلوب)، می‌توان با کنترل کردن و حداقل کردن منابع در فرآیند تولید یک واحد ستانده، آلودگی کمتری تولید کرد.

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

s.t:

$$\sum_{i=1}^{m}(x_{ij}^{l}, x_{ij}^{m}, x_{ij}^{u})v_i = (1,1,1)$$

$$\sum_{r=1}^{s}(y_{rj}^{l}, y_{rj}^{m}, y_{rj}^{u})u_r - \sum_{i=1}^{m}(x_{ij}^{l}, x_{ij}^{m}, x_{ij}^{u})v_i \le 0$$

$$u_r, v_i \ge \varepsilon$$

برش $\alpha$: مجموعه فازی $A$ که با $A_\alpha$ نمایش داده می‌شود، یک مجموعه غیر فازی است و برای هر $\alpha$ در بازه بسته [۰ و ۱] از رابطه (۷) حاصل می‌شود:

$$A_\alpha = \{x \in u \,|\, A(x) \ge \alpha\} \qquad (۷)$$

لذا با محاسبه برش‌های $\alpha$ (رابطه ۷)، برای پارامترهای تابع هدف و محدودیت‌ها و همچنین با توجه به رابطه (۶)، مدل برنامه‌ریزی غیر خطی زیر (ضرایب به صورت بازه تعریف شده‌اند)، حاصل می‌شود (Wang, 2005):

$$\max \sum_{r=1}^{s}\left[\alpha y_{rj}^{m} + (1-\alpha)y_{rj}^{l},\ \alpha y_{rj}^{m} + (1-\alpha)y_{rj}^{u}\right]u_r \qquad (۸)$$

*s.t:*

$$\sum_{i=1}^{m}\left[\alpha x_{ij}^{m} + (1-\alpha)x_{ij}^{l},\ \alpha x_{ij}^{m} + (1-\alpha)x_{ij}^{u}\right]v_i = (1,1,1)$$

$$\sum_{r=1}^{s}\left[\alpha y_{rj}^{m} + (1-\alpha)y_{rj}^{l},\ \alpha y_{rj}^{m} + (1-\alpha)y_{rj}^{u}\right]u_r - \sum_{i=1}^{m}\left[\alpha x_{ij}^{m} + (1-\alpha)x_{ij}^{l},\ \alpha x_{ij}^{m} + (1-\alpha)x_{ij}^{u}\right]v_i \le 0$$

$$u_r, v_i \ge \varepsilon$$

مدل فوق، حد بالا و پایین کارآیی را در سطوح گوناگون $\alpha$ محاسبه می‌کند که $\alpha$ متعلق به بازه *[۰،۱] است*. نتایج این مدل‌ها نسبت به مدل‌های قطعی، اطلاعات بیشتری ارائه می‌کند. به‌عبارت دیگر، انعطاف این نوع از مدل‌ها در مقابل داده‌های نامطمئن، با استفاده از برش‌های $\alpha$ بسیار بالاتر از مدل متداول تحلیل پوششی داده‌ها است. در واقع، $\alpha$ =۰، بیانگر مقادیر ناممکن و $\alpha$ =۱،

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

مقادیر بدون ریسک را نشان می‌دهد (Mugera, 2013). به عبارتی، می‌توان گفت تعیین کران بالا و پایین کارآیی واحد مورد نظر، به ترتیب، بهترین (بیشترین خروجی و کمترین ورودی) و بدترین (کمترین خروجی و بیشترین ورودی) شرایط این واحد را ارزیابی می‌کند.

با توجه به مبانی نظری و مطالعه تحقیقات انجام شده در زمینه زیست کارآیی کشورها (Ling *et al.*, 2013; Woo *et al.*, 2015; Zhou *et al.*, 2010; راسخی و همکاران، ۱۳۹۵؛ فتحی و همکاران،۱۳۹۶؛ سجادی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴؛ فتحی و همکاران، ۱۳۹۳)، متغیرهای تأثیرگذار بر زیست کارآیی، انتخاب، و در پژوهش حاضر، به‌کار گرفته شدند. متغیرهای ورودی و خروجی (نهاده و ستاده) مورد نظر در جدول (۱) گزارش شده است.

**جدول ۱. متغیرهای ورودی و خروجی مورد مطالعه**

| ردیف | نوع متغیر | متغیر | شرح |
|---|---|---|---|
| ۱ | خروجی | انتشار گاز دی اکسید کربن | این ستاده به عنوان یک خروجی نامطلوب مد نظر قرار گرفته و بر حسب کیلوتن است و در مدل به‌صورت معکوس وارد گردید. |
| ۲ | خروجی | تولید ناخالص داخلی | این ستاده به عنوان یک خروجی مطلوب مد نظر قرار گرفته و برحسب دلار آمریکا به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ است. |
| ۳ | ورودی | مصرف انرژی | این ورودی بر حسب کیلوگرم معادل نفت خام است. |
| ۴ | ورودی | موجودی سرمایه[1] | این ورودی بر حسب دلار آمریکا به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ است. |
| ۵ | ورودی | نیروی کار | این ورودی بر حسب نفر است. |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تمامی داده‌های مورد نیاز، از پایگاه داده‌های جهانی (WDI)[2] استخراج شدند. لازم به ذکر است که با توجه به محدودیت داده‌های در دسترس دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفت. کلیه مراحل کد نویسی و حل مساله تحلیل پوششی داده‌ها، به‌طور کامل در نرم افزار بهینه‌ساز GAMS انجام شد. روش بهینه‌سازی انتخاب شده برای حل این مدل، عبارت از CONOPT4 بود

۱. با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات موجودی سرمایه، در بسیاری از مطالعات مانند Du ،Zhou and Ang (2008) et al (2014) ، Madaleno et al (2016)، Lin et al (2013)، Jebali et al (2017)، سجادی‌فر و همکاران (۱۳۹۴)، از متغیر تشکیل سرمایه ثابت، به عنوان جانشین موجودی سرمایه، استفاده شده است.

2. World Development Indicators

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

که یک بهینه‌ساز برای حل مسائل برنامه‌ریزی غیر خطی بزرگ مقیاس است. CONOPT4 براساس روش گرادیان کاهش یافته عمومی (GRG)[1] عمل نموده و در نرم‌افزار GAMS توسط شرکت مشاوره و توسعه ARKI در کشور دانمارک، راه‌اندازی و توسعه داده شده است.

## ۵. نتایج

آمار توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی مورد استفاده در مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی برای کشورهای مورد مطالعه، در جدول (۲) گزارش شده است:

**جدول۲. آمار توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی (برای ایران و کشورهای نفتی در حال توسعه)**

| نوع متغیر | متغیر | آماره | ونزوئلا | ایران | نیجریه | روسیه | قزاقستان | الجزایر | مکزیک | برزیل | اندونزی | ترکیه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خروجی | انتشار گاز دی اکسید کربن (کیلوتن) | حداقل | ۱۷۶۸۲۳ | ۵۴۱۵۸۳ | ۷۶۷۳۶ | ۱۵۷۴۰۴۵ | ۲۱۳۳۳۹ | ۱۱۰۲۰۸ | ۴۶۴۳۰۸ | ۳۶۷۱۴۷ | ۴۱۶۵۶۰ | ۲۷۷۸۴۵ |
| | | حداکثر | ۱۹۸۷۶۶ | ۶۴۹۴۸۱ | ۹۸۵۰۳ | ۱۸۳۰۸۳۰ | ۲۶۲۸۴۷ | ۱۴۵۴۰۰ | ۴۹۶۳۲۵ | ۵۲۹۸۰۸ | ۶۳۷۰۷۹ | ۳۴۵۹۸۱ |
| | | متوسط | ۱۸۴۶۷۲ | ۵۹۱۲۸۱ | ۹۳۲۸۸ | ۱۷۱۹۶۷۱ | ۲۴۳۹۸۴ | ۱۲۵۹۷۵ | ۴۸۳۵۵۴ | ۴۴۵۳۵۱ | ۴۹۸۱۲۵ | ۳۱۱۵۶۹ |
| | | انحراف معیار | ۷۴۷۴ | ۳۸۲۸۸ | ۷۶۴۶ | ۸۳۲۵۳ | ۱۶۷۷۲ | ۱۱۵۷۷ | ۱۱۱۲۸ | ۵۹۵۵۶ | ۸۷۳۶۹ | ۲۵۳۳۳ |
| خروجی | تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار) | حداقل | ۳۹۳ | ۴۵۶ | ۳۲۰ | ۱۴۵۹ | ۱۳۶ | ۱۵۳ | ۱۰۰۶ | ۲۰۵۴ | ۶۷۹ | ۷۱۱ |
| | | حداکثر | ۴۳۸ | ۴۹۹ | ۴۵۲ | ۱۷۰۶ | ۱۸۴ | ۱۸۲ | ۱۱۸۴ | ۲۴۲۴ | ۹۴۲ | ۱۰۲۵ |
| | | متوسط | ۴۱۵ | ۴۷۲ | ۳۸۵ | ۱۶۰۵ | ۱۵۸ | ۱۶۷ | ۱۰۹۹ | ۲۲۵۶ | ۸۰۵ | ۸۵۵ |
| | | انحراف معیار | ۱۷ | ۱۷ | ۴۶ | ۹۱ | ۱۸ | ۱۰ | ۶۲ | ۱۵۵ | ۹۷ | ۱۱۸ |
| ورودی | مصرف انرژی (کیلوتن) | حداقل | ۶۴۸۸۶ | ۲۰۴۲۲۷ | ۱۱۱۳۹۴ | ۶۴۷۰۰۱ | ۶۳۴۷۵ | ۳۷۲۷۳ | ۱۷۴۷۶۳ | ۲۴۰۴۵۴ | ۱۸۶۷۵۱ | ۹۷۷۹۱ |
| | | حداکثر | ۷۵۴۳۵ | ۲۳۷۰۷۵ | ۱۳۴۷۰۸ | ۷۳۹۹۲۵ | ۸۱۵۴۲ | ۵۱۶۷۲ | ۱۹۲۰۹۸ | ۳۰۳۲۴۱ | ۲۲۵۵۱۳ | ۱۲۱۵۴۱ |
| | | متوسط | ۶۹۵۳۵ | ۲۱۳۷۴۷ | ۱۲۴۷۹۰ | ۷۰۳۶۲۳ | ۷۳۱۲۴ | ۴۳۵۹۴ | ۱۸۴۲۴۵ | ۲۷۱۹۵۱ | ۲۰۸۵۸۰ | ۱۱۰۴۸۱ |
| | | انحراف معیار | ۴۱۵۱ | ۱۲۲۳۶ | ۱۰۰۱۸ | ۳۱۶۳۸ | ۶۰۷۶ | ۵۰۰۳ | ۶۶۰۳ | ۲۲۸۳۳ | ۱۱۰۴۸۱ | ۹۵۵۰ |
| ورودی | موجودی سرمایه (میلیارد دلار) | حداقل | ۷۱ | ۱۰۴ | ۳۹ | ۳۱۱ | ۳۵ | ۵۰ | ۲۱۸ | ۳۸۴ | ۲۰۹ | ۱۵۸ |
| | | حداکثر | ۹۴ | ۱۳۹ | ۷۰ | ۴۱۵ | ۴۵ | ۷۴ | ۲۵۸ | ۵۱۶ | ۳۰۵ | ۲۹۲ |
| | | متوسط | ۸۱ | ۱۲۲ | ۵۷ | ۳۷۵ | ۳۹ | ۶۲ | ۲۴۳ | ۴۵۹ | ۲۵۵ | ۲۲۸ |
| | | انحراف معیار | ۸ | ۱۲ | ۹ | ۴۲ | ۴ | ۸ | ۱۵ | ۵۱ | ۳۸ | ۴۹ |
| ورودی | نیروی کار (هزار نفر) | حداقل | ۱۲۷۲۶ | ۲۳۹۵۸ | ۴۶۲۳۰ | ۷۶۳۴۹ | ۸۳۸۲ | ۱۰۶۶۱ | ۴۸۴۸۸ | ۹۵۶۸۷ | ۱۱۲۷۸۴ | ۲۳۳۶۹ |
| | | حداکثر | ۱۴۱۵۵ | ۲۴۹۶۰ | ۵۴۲۶۰ | ۷۶۹۶۱ | ۹۰۵۰ | ۱۲۰۶۴ | ۵۴۸۳۶ | ۱۰۰۶۰۴ | ۱۲۳۰۶۴ | ۲۸۶۳۱ |
| | | متوسط | ۱۳۴۴۲ | ۲۴۶۶۲ | ۵۰۱۵۱ | ۷۶۶۶۹ | ۸۷۶۹ | ۱۱۳۳۱ | ۵۱۸۲۸ | ۹۷۹۷۷ | ۱۱۸۳۲۷ | ۲۶۰۳۷ |
| | | انحراف معیار | ۵۰۱ | ۳۳۴ | ۲۸۸۷ | ۲۰۱ | ۲۳۲ | ۴۸۵ | ۲۴۳۲ | ۱۶۴۲ | ۳۶۷۸ | ۱۸۹۳ |

مأخذ: محاسبات تحقیق

1. Generalized Reduced Gradient

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

در جدول (۳) و (۴)، نمرات کارآیی زیست محیطی کربن به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$ برای دو حد پایین و بالا، ارایه شده است. به عبارتی، چنانچه کشورهای تحت پژوهش در مصرف نهاده‌ها به‌صورت نابهینه و بهینه عمل کنند، کارآیی آنان به ترتیب، برابر با کران پایین و بالای بازه‌های کارآیی می‌شود که در واقع، کران پایین و بالای کارآیی به ترتیب، همان کارآیی بالفعل و بالقوه هستند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مقادیر کران بالا به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$ برای هر کشور، مقدار ثابتی است که پتانسیل لازم برای کارآیی کشورهای تحت پژوهش، در صورت استفاده بهینه از نهاده-های در دسترس است و نشان می‌دهد، چنانچه کشورها به ازای سطوح مختلف $\alpha$ از حداقل نهاده-های ممکن استفاده کنند، به حداکثر مقدار کارآیی می‌رسند که حاکی از استفاده بهینه از نهاده‌های ممکن و تولید حداکثر با استفاده از این نهاده‌ها است. کران بالا به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$ برای کشورهای ونزوئلا، نیجریه، الجزایر، برزیل و ترکیه در طول دوره مورد بررسی و برای قزاقستان در سال‌های ۲۰۰۹، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ برابر با یک حاصل شد که بیانگر حداکثر مقدار کارآیی، در نتیجه استفاده حداقلی نهاده‌ها است؛ در حالی که کمترین مقدار کران بالا برای هر دوره، به ترتیب، متعلق به کشورهای اندونزی و ایران است. کران پایین، مقادیر کارآیی را در صورت استفاده نابهینه از نهاده‌های در دسترس نشان می‌دهد.

همانند مطالعات پوری و پراساد یاداو (Puri and Prasad Yadav, 2014) و موگرا (Mugera, 2013)، کران پایین کارآیی به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$، ثابت نیست و با افزایش مقادیر $\alpha$، مقدار آن افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار کران پایین، متعلق به کشورهای ونزوئلا، نیجریه، الجزایر، برزیل و ترکیه در طول دوره مورد بررسی و قزاقستان در سال‌های ۲۰۰۹، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ است که به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$ یعنی ۰، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ به ترتیب، برابر با ۰/۶۷، ۰/۷۳، ۰/۷۹، ۰/۸۵، ۰/۹۲ و ۱ است؛ در حالی که کمترین مقدار کران پایین به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$ در هر دوره نیز متعلق به کشورهای اندونزی و ایران است که نشان می‌دهد، کشورهای اندونزی و ایران در مقایسه با سایر کشورها، بیشترین استفاده نابهینه از منابع را دارند. با توجه به اینکه میانگین کران پایین و بالای کارآیی زیست محیطی کربن، طی دوره زمانی مورد مطالعه برای کشور ایران (۷۴ و ۶۱) درصد است یعنی در صورت استفاده بهینه از منابع و نهاده‌ها، حداکثر کارآیی به میزان ۷۴ درصد حاصل می‌شود و در صورت استفاده غیر بهینه از منابع و نهاده‌ها، میزان کارآیی به ۶۱ درصد کاهش می‌یابد.

در جدول (۳)، میزان کارآیی زیست محیطی کربن برای ایران در سال ۲۰۱۴ به ازای سطوح مختلف $\alpha$ گزارش شده است. چنانچه کشور ایران از منابع خود به‌صورت نابهینه، ۲۰ درصد تخصیص بهینه، ۴۰ درصد تخصیص بهینه، ۶۰ درصد تخصیص بهینه، ۸۰ درصد تخصیص بهینه و ۱۰۰ درصد

تخصیص بهینه استفاده کند، از حداقل کارآیی به میزان ۰/۴۹، ۰/۵۳، ۰/۵۷، ۰/۶۲، ۰/۶۷ و ۰/۷۳ برخوردار می‌شود که در صورت تخصیص بهینه‌تر منابع تولید، میزان کارآیی به ۰/۷۳ افزایش می‌یابد.

**جدول ۳. بازه‌های کارآیی زیست محیطی کربن برای ایران و کشورهای نفتی در حال توسعه به ازای سطوح مختلف $\alpha$**

| نام کشور | سال ۲۰۱۴ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\alpha$ =۰ | $\alpha$ =۰/۲ | $\alpha$ = ۰/۴ | $\alpha$ = ۰/۶ | $\alpha$ = ۰/۸ | $\alpha$ = ۱ | میانگین |
| ونزوئلا | (۰/۶۷ ،۱) | (۰/۷۳ ،۱) | (۰/۷۹ ،۱) | (۰/۸۵ ،۱) | (۰/۹۲ ،۱) | (۱ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| ایران | ،۰/۷۳) (۰/۴۹) | ،۰/۷۳) (۰/۵۳) | ،۰/۷۳) (۰/۵۷) | ،۰/۷۳) (۰/۶۲) | ،۰/۷۳) (۰/۶۷) | ،۰/۷۳) (۰/۷۳) | ،۰/۷۳) (۰/۶۰) |
| نیجریه | (۰/۶۷ ،۱) | (۰/۷۳ ،۱) | (۰/۷۹ ،۱) | (۰/۸۵ ،۱) | (۰/۹۲ ،۱) | (۱ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| روسیه | ،۰/۷۴) (۰/۵۰) | ،۰/۷۴) (۰/۵۴) | ،۰/۷۴) (۰/۵۸) | ،۰/۷۴) (۰/۶۳) | ،۰/۷۴) (۰/۶۸) | ،۰/۷۴) (۰/۷۴) | ،۰/۷۴) (۰/۶۱) |
| قزاقستان | (۰/۶۷ ،۱) | (۰/۷۳ ،۱) | (۰/۷۹ ،۱) | (۰/۸۵ ،۱) | (۰/۹۲ ،۱) | (۱ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| الجزایر | (۰/۶۷ ،۱) | (۰/۷۳ ،۱) | (۰/۷۹ ،۱) | (۰/۸۵ ،۱) | (۰/۹۲ ،۱) | (۱ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| مکزیک | ،۰/۸۹) (۰/۶۰) | ،۰/۸۹) (۰/۶۵) | ،۰/۸۹) (۰/۷۰) | ،۰/۸۹) (۰/۷۶) | ،۰/۸۹) (۰/۸۲) | ،۰/۸۹) (۰/۸۹) | ،۰/۹۲) (۰/۷۴) |
| برزیل | (۰/۶۷ ،۱) | (۰/۷۳ ،۱) | (۰/۷۹ ،۱) | (۰/۸۵ ،۱) | (۰/۹۲ ،۱) | (۱ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| اندونزی | ،۰/۶۰) (۰/۴۰) | ،۰/۶۰) (۰/۴۳) | ،۰/۶۰) (۰/۴۷) | ،۰/۶۰) (۰/۵۱) | ،۰/۶۰) (۰/۵۵) | ،۰/۶۰) (۰/۵۹) | ،۰/۶۰) (۰/۴۹) |
| ترکیه | (۰/۶۷ ،۱) | (۰/۷۳ ،۱) | (۰/۷۹ ،۱) | (۰/۸۵ ،۱) | (۰/۹۲ ،۱) | (۱ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |

مأخذ: محاسبات تحقیق

به منظور طولانی نشدن جدول، تنها میانگین کارآیی زیست محیطی به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$ طی دوره زمانی مورد بررسی، در جدول (۴) گزارش شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

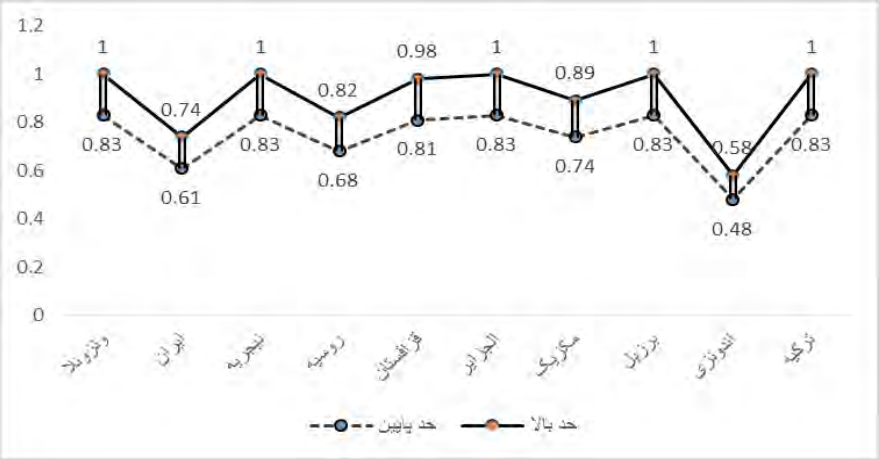
**جدول ۴. بازه‌های کارآیی زیست محیطی کربن برای ایران و سایر کشورهای نفتی در حال توسعه طی دوره زمانی تحت بررسی به ازای میانگین سطوح مختلف $\alpha$**

| نام کشور | سال ۲۰۰۸ | سال ۲۰۰۹ | سال ۲۰۱۰ | سال ۲۰۱۱ | سال ۲۰۱۲ | سال ۲۰۱۳ | سال ۲۰۱۴ | میانگین دوره |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ونزوئلا | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| ایران | ،۰/۷۲) (۰/۵۹) | ،۰/۶۹) (۰/۵۷) | ،۰/۶۸) (۰/۵۶) | ،۰/۶۷) (۰/۵۵) | ،۰/۸۵) (۰/۷۰) | ،۰/۸۴) (۰/۶۹) | ،۰/۷۳) (۰/۶۰) | ،۰/۷۴) (۰/۶۱) |
| نیجریه | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| روسیه | ،۰/۸۵) (۰/۷۱) | ،۰/۸۸) (۰/۷۳) | ،۰/۸۵) (۰/۷۱) | ،۰/۷۶) (۰/۶۳) | ،۰/۸۶) (۰/۷۱) | ،۰/۷۹) (۰/۶۵) | ،۰/۷۴) (۰/۶۱) | ،۰/۸۲) (۰/۶۸) |
| قزاقستان | ،۰/۹۳) (۰/۷۷) | (۰/۸۳ ،۱) | ،۰/۹۷) (۰/۸۰) | ،۰/۹۶) (۰/۸۰) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | ،۰/۹۸) (۰/۸۱) |
| الجزایر | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| مکزیک | ،۰/۸۵) (۰/۷۱) | ،۰/۸۸) (۰/۷۲) | ،۰/۹۱) (۰/۷۵) | ،۰/۸۷) (۰/۷۲) | ،۰/۹۱) (۰/۷۶) | ،۰/۹۱) (۰/۷۵) | ،۰/۸۹) (۰/۷۴) | ،۰/۸۹) (۰/۷۴) |
| برزیل | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| اندونزی | ،۰/۵۸) (۰/۴۸) | ،۰/۵۹) (۰/۴۹) | ،۰/۴۵) (۰/۳۷) | ،۰/۶۰) (۰/۵۰) | ۰/۶۱) (۰/۵۰) | ،۰/۶۱) (۰/۵۱) | ،۰/۶۰) (۰/۴۹) | ،۰/۵۸) (۰/۴۸) |
| ترکیه | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) | (۰/۸۳ ،۱) |
| میانگین | ،۰/۸۹) (۰/۷۴) | ،۰/۹۰) (۰/۷۵) | ،۰/۸۹) (۰/۷۳) | ،۰/۸۹) (۰/۷۴) | ،۰/۹۲) (۰/۷۷) | ،۰/۹۲) (۰/۷۶) | ،۰/۹۰) (۰/۷۴) | ،۰/۹۰) (۰/۷۵) |

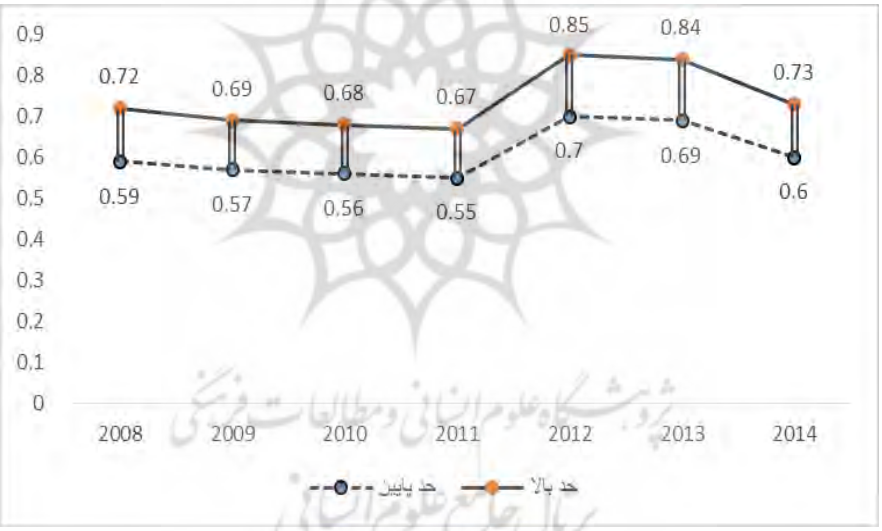
مأخذ: محاسبات تحقیق

از مندرجات نمودار (۱)، مشهود است که کمترین میزان کارآیی زیست محیطی کربن برای هر دو حد بالا و پایین کارآیی، به ترتیب، متعلق به کشورهای اندونزی و ایران است؛ در حالی که بیشترین آن، متعلق به کشورهای ونزوئلا، نیجریه، الجزایر، برزیل و ترکیه است. بر اساس مندرجات نمودار (۲)، نتیجه‌گیری می‌شود که میانگین کارآیی زیست محیطی کربن، طی دوره زمانی مورد مطالعه برای کشور ایران، روند ثابتی نداشته بلکه طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۱ روندی کاهشی داشته و در سال ۲۰۱۱ به کمترین مقدار خود می‌رسد و پس از آن، جهشی صعودی داشته است؛ به طوری که در سال ۲۰۱۲ میانگین کارآیی زیست محیطی کربن، به بالاترین مقدار خود رسید و پس از آن، روندی کاهشی را طی نمود.

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020




**نمودار ۱. میانگین حد پایین و بالای کارآیی زیست محیطی کربن برای ایران و کشورهای نفتی در حال توسعه طی دوره زمانی مورد مطالعه**




**نمودار۲. میانگین حد پایین و بالای کارآیی زیست محیطی کربن برای کشور ایران طی دوره زمانی مورد مطالعه**

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

به‌طور کلی، با توجه به آنچه که بحث شد، نتیجه‌گیری می‌شود که میانگین کارآیی زیست محیطی کربن، طی دوره زمانی مورد مطالعه برای کشور ایران، در نوسان بوده است. همچنین کشور ایران، پس از کشور اندونزی، از کمترین میزان کارآیی زیست محیطی کربن در مقایسه با سایر کشورهای نفتی تحت مطالعه برخوردار است که علت آن را می‌توان در عوامل توضیح دهنده کارآیی زیست محیطی کربن جستجو کرد. بررسی آمارها نشان می‌دهد در کشور ایران، سهم استفاده از انرژی‌های فسیلی و میزان جمعیت، بالا است؛ در حالی که درجه باز بودن تجاری و تولید ناخالص داخلی، پایین است.

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در بیشتر کشورها، رشد اقتصادی به عنوان مرکز برنامه‌ریزی‌ها قلمداد می‌شود که متأسفانه پیامدهای ناگواری در زمینه محیط زیست به همراه داشته و سبب شده است تا رعایت ملاحظات زیست محیطی در کانون توجه پژوهشگران قرار گیرد. لذا وضعیت تولید و مصرف انرژی و تأثیری که بر محیط زیست خواهد داشت، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در پژوهش حاضر، با در نظر گرفتن همزمان فعالیت-های اقتصادی، انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی، کارآیی زیست محیطی کربن برای ایران و مهمترین کشورهای نفتی در حال توسعه، به دلیل تشابه در سطح توسعه یافتگی، وابستگی به انرژی و نوسانات جدی در لیست شاخص عملکرد زیست محیطی، اندازه‌گیری شد.

نتایج حاکی از متفاوت بودن مقدار کارآیی به‌ازای سطوح مختلف $\alpha$ است. همچنین نتایج نشان داد که کشور ایران، پس از کشور اندونزی، کمترین میزان کارآیی زیست محیطی کربن در مقایسه با سایر کشورهای نفتی تحت مطالعه را داشته است و در مقایسه با سایر کشورها، از جایگاه مطلوبی برخوردار نیست.

**پیشنهادات زیر در راستای نتایج حاصل از پژوهش توصیه می‌شوند:**

- با توجه به اینکه میانگین کران پایین و بالای کارآیی زیست محیطی کربن کشورهای تحت بررسی در طول دوره مورد مطالعه، ۹۰ و ۷۵ درصد است، لذا با کاربرد درست و بهینه نهاده‌های تولید و استفاده کمتر از منابع، می‌توان بازه کارآیی را به میزان ۱۰ و ۲۵ درصد افزایش داد. همچنین با توصیه این پیشنهاد برای کشور ایران، امکان ارتقاء کارآیی زیست محیطی کربن به میزان ۲۶ و ۳۹ درصد فراهم می‌شود.
- با توجه به پایین‌تر بودن کارآیی زیست محیطی کربن برای ایران در مقایسه با سایر کشورهای نفتی، پیشنهاد می‌شود، کشور ایران برای بهبود کارآیی برنامه‌هایی را پیگیری کند تا ضمن حفظ

منابع موجود و بدون آسیب رساندن به محیط زیست، توانایی خود را برای توسعه اقتصادی افزایش دهد.

- با توجه به اینکه کشورهای تحت مطالعه، اقتصاد وابسته به انرژی دارند، لذا در بخش عرضه انرژی، می‌باید با سرمایه‌گذاری در زیر ساخت‌ها، کارآیی زیست محیطی کربن را افزایش داد و در بخش تقاضای انرژی، با به‌کارگیری سیاست‌های کاهش مصرف انرژی و استفاده از فناوری پیشرفته، سبب کاهش تقاضای انرژی شوند.
- با توجه به اینکه مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی، ابزاری مناسب برای اندازه‌گیری کارآیی است، لذا پیشنهاد می‌شود، در حالتی که عدم قطیت برای نهاده‌ها و ستاده‌ها وجود دارد، این مدل برای سنجش کارآیی به‌کار گرفته شود؛ علاوه بر این به‌کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی برای چند دوره به‌طور همزمان، برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

**منابع و مآخذ**


جاویدنیا، کیومرث (۱۳۸۱). همکاری‌های بین‌المللی محیط زیست از استکهلم تا ژوهانسبورگ (۱۹۷۲-۲۰۰۲)، تحلیل‌ها و گزارش‌ها. *فصلنامه سیاست خارجی*، شماره ۶۲: ۵۷۲-۵۵۹.

جعفرنیا، مریم و اسماعیلی، عبدالکریم (۱۳۹۲). به کارگیری اثرات زیست محیطی در تحلیل کارآیی فنی، مطالعه موردی: پرواربندی شهرستان شیراز. *تحقیقات اقتصادکشاورزی*، سال ۵، شماره ۱۸، ۱۶۴-۱۵۱.

راسخی، سعید؛ شهرازی، میلاد؛ شیدایی، زهرا؛ جعفری، مریم و دهقان، زهرا (۱۳۹۵). ارتباط کارآیی اقتصادی و کارآیی زیست محیطی: شواهد جدید برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال ۲۴، شماره ۷۸، ۵۶-۳۱.

سجادی‌فر، سیدحسین؛ عسلی، مهدی؛ فتحی، بهرام و محمدباقری، اعظم (۱۳۹۴). اندازه‌گیری کارآیی انرژی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با خروجی نامطلوب. *فصلنامه علمی-پژوهشی برنامه و بودجه*، سال ۲۰، شماره ۴، ۶۹-۵۵.

شهیکی تاش، محمدنبی؛ خواجه حسنی، مصطفی و جعفری، سعید (۱۳۹۴). محاسبه کارآیی زیست محیطی در صنایع انرژی‌بر ایران با استفاده از رویکرد تابع فاصله جهت‌دار. *فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، سال ۲، شماره ۱: ۱۲۰-۹۹.

فتحی، بهرام؛ مهدوی عادلی، محمدحسین و فطرس، محمدحسن (۱۳۹۳). اندازه‌گیری کارآیی زیست محیطی انرژی در کشورهای در حال توسعه منتخب با استفاده از مدل‌های ناپارامتریک ایستا و پویا. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ۱۱، شماره ۴۶: ۸۷-۶۱.

فتحی، بهرام؛ خداپرست مشهدی، مهدی؛ همایونی‌فر، مسعود و سجادی‌فر، سیدحسین (۱۳۹۶). مطالعه مقایسه‌ای کارآیی انرژی زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه با رویکرد ستانده مطلوب و نامطلوب در محیط رقابتی. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال ۲۵، شماره ۸۱: ۱۲۱-۸۵.

گزارش شاخص عملکرد زیست محیطی (۲۰۱۶). آدرس لینک:
http://measurewhatmatters.info/news/environmental-performance-index-epi-launches-2016-report-at-wef/#sthash.eO4BofRm.dpuf

مهدیان، سید حسام الدین و نداف، لیلی (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر سیستم‌های فازی. *ماهنامه علمی آموزشی تدبیر*، سال ۱۷، شماره ۱۷۶.

Azadi, M.; Jafarian, M.; Farzipoor Saen, R. & Mirhedayatian, S. M. (2014). A New Fuzzy DEA Model for Evaluation of Efficiency and Effectiveness of Suppliers in Sustainable Supply Chain Management Context. *Computers and Operations Research*, Available online:

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020

http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054814000513.

Du, K.; Huang, Lu. & Yu, K. (2014). Sources of the potential $CO_2$ emission reduction in China: A nonparametric met frontier approach. *Applied Energy*, No. 115: 491-501.

Han, Y.; Geng, Z.; Zhu, Q., & Qu, Y. (2015). Energy efficiency analysis method based on fuzzy dea cross-model for Ethylene production systems in chemical industry, *Energy*, No. 83: 685-695.

Hollinger, K.H. (2007). Trade Liberalization and the Environment: A Study of NAFTA's Impact in El Paso, Texas and Juarez, Mexico. Virginia Polytechnic Institute and State University: 1-79.

Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, No.120: 253-281.

Guo, P. & Tanaka, H. (2001). Fuzzy DEA: A perceptual evaluation method. *Fuzzy Sets and Systems*, No. 119: 149-160.

Green, W. H. (1990). A Gamma-distributed stochastic frontier model. *Journal of Econometrics*, No. 46: 141-163.

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

Ignatius, J.; Ghasemi, M.R.; Zhang, F.; Emrouz Nejad, A., & Hatami-Marbini, A. (2016). Carbon efficiency evaluation: An analytical framework using Fuzzy DEA. *European Journal of Operational Research*, 253(2): 428-440.

Jahanshahloo, G.R.; Memariani, A.; Hosseinzadeh Lotfi, F. & Rezai, H.Z. (2005). A Note on Some of DEA Models and Finding Efficiency and Complete Ranking Using Common Set of Weights. *Omega (Applied Mathematics and Computation)*: 265-281.

Jebali, E.; Essid, H., & Khraief, N. (2017). The analysis of energy efficiency of the Mediterranean countries: A two-stage double bootstrap DEA approach. *Energy*, No. 134: 991-1000.

Khalil, S. & Inam, Z. (2006). Is trade good for environment? A unit root co-integration analysis. *Journal of Pakistan Development Review*, 45(4): 1187-1196.

Liu, W.B.; Meng, W.; Li, X.X., & Zhang, D.Q. (2010). DEA models with undesirable inputs and outputs. *Annals of Operations Research*, 173(1): 177-194.

Lin, E.Y.Y.; Chen, P.Y., & Chen, C.C. (2013). Meausuring the environmental efficiency of countries: A directional distance function metafrontier approach. *Journal of Environmental Management*, 119: 134-142.

Madaleno, M.; Moutinho, V., & Robaina, M. (2016). Economic and environmental assessment: EU cross-country efficiency ranking analysis, *Energy Procedia*, No. 106: 134-154.

Mandal, S.K. (2010). Do Undesirable output and environmental regulation matter in energy efficiency analysis? Evidence from Indian cement. *Energy policy*, No. 38: 6076-83.

Mugera, A. W. (2013). Measuring technical efficiency of dairy farms with imprecise data: A Fuzzy data envelopment analysis approach. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, No. 57: 501-519.

Nematian, J., & Farzi, Y. (2017). Fuzzy Linear Programming Including Energy Recovered from Urban Solid Wastes (Case Study: Iran Country). *Environmental Progress & Sustainable Energy*:1-14.

Puri, J. & Prasad Yadav, S. (2014). A Fuzzy DEA model with undesirable Fuzzy outputs and its application to the banking sector in India. *Expert Systems with Applications*, 41(14) : 6419-32.

Reinhard, S.; Knox Lovell, C.A., & Geert, T. (1999). Econometric estimation of technical and environmental efficiency: An application to Dutch dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, No. 81: 44-60.

Wang, Y.M.; Great Banks, R., & Yang, J.B. (2005). Interval efficiency assessment using data envelopment analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 153(3): 347-370.

Wang, Ke; Yu, S., & Zhang, W. (2013). China's regional energy and environmental efficiency: A DEA window analysis based dynamic evaluation. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(5-6): 1117-27.

Woo, Ch.; Chung, Y.; Chun, Dongphil.; Seo, Hangyeol., & Hong, S. (2015). The static and dynamic environmental efficiency of renewable energy: A malmquist index analysis of OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, No. 47: 367-376.

Zhou, P., & Ang, B.W. (2008). Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance. *Energy Policy*, No. 36: 2911-16.

Zhou, P.; Ang, B.W., & Han, J.Y. (2010). Total factor Carbon emission performance: A Malmquist Index Analysis. *Energy Econ.*, No. 32: 194-201.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Downloaded from ecor.modares.ac.ir at 0:11 IRST on Tuesday January 7th 2020