Archive of SID

فصلنامه علمی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران
سال هشتم، شماره‌ی ۳۰، تابستان ۱۳۹۸
صفحات: ۱۰۷-۱۲۹
DOI: 10.22084/aes.2019.18181.2801

کارایی انرژی و هزینه نهایی کاهش دی‌اکسید کربن در نواحی شهری ایران

نجیبه غلامی[۱]
زین‌العابدین صادقی[۲*]
سید عبدالمجید جلائی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۰

چکیده

یکی از مهم‌ترین چالش‌های فرا روی دولت‌ها در قرن بیست‌ویکم، بحران‌های زیست‌محیطی است. شناسایی عوامل مخرب، اندازه‌گیری هزینه‌های تخریب محیط‌زیست و مدیریت کردن عوامل کاهش‌دهنده آن‌ها نقش مهمی در حفظ این ثروت بی‌همتا دارد. هدف اصلی این پژوهش اندازه‌گیری کارایی انرژی و هزینه نهایی کاهش دی‌اکسید کربن در منطقه‌های شهری استان‌های ایران است. این مطالعه با استفاده از اطلاعات سری‌های زمانی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۳ صورت گرفته است و کلیه استان‌ها کشور براساس تقسیم‌بندی وزارت کشور جمهوری اسلامی ایران در قالب ۵ منطقه بر حسب عوامل همجواری، محل جغرافیایی و اشتراکات طبقه‌بندی شده‌اند. این پژوهش با استفاده از مدل‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی انجام شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که متوسط کارایی انرژی منطقه‌های ۳، ۲ و ۵ بالای میانگین مناطق کل کشور و منطقه‌های ۱ و ۴ در پایین میانگین قرار دارند. منطقه ۳ با کارایی ۰,۹۳ بالاترین کارایی انرژی و منطقه ۴ با امتیاز ۰,۶۱ پایین‌ترین کارایی انرژی را دارا می‌باشند و منطقه ۱ بالاترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن از بین مناطق را به خود اختصاص داده است و منطقه ۳ که بالاترین میزان کارایی انرژی را دارد انتشار دی‌اکسید کربن آن در حداقل ممکن قرار دارد. میانگین قیمت نسبی سایه‌ای انتشار دی‌اکسید کربن تمام مناطق برابر با ۲۱,۵ ده هزار ریال برای هر تن است. متوسط ارزش سایه‌ای آلودگی همه مناطق کشور براساس محصول مطلوب برابر با ۱۹۴,۴ ده هزار ریال برای هر تن است.

کلید واژه‌ها: کارایی انرژی، هزینه کاهش نهایی دی‌اکسید کربن، قیمت سایه‌ای آلودگی.

طبقه‌بندی JEL: Q51, Q52, Q43.

۱. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه شهید باهنر کرمان **Email:** n_gholami1991@yahoo.com
۲. دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان (*نویسنده مسئول) **Email:** abed.sadeghi@gmail.com
۳. استاد گروه اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان **Email:** jalaee44@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

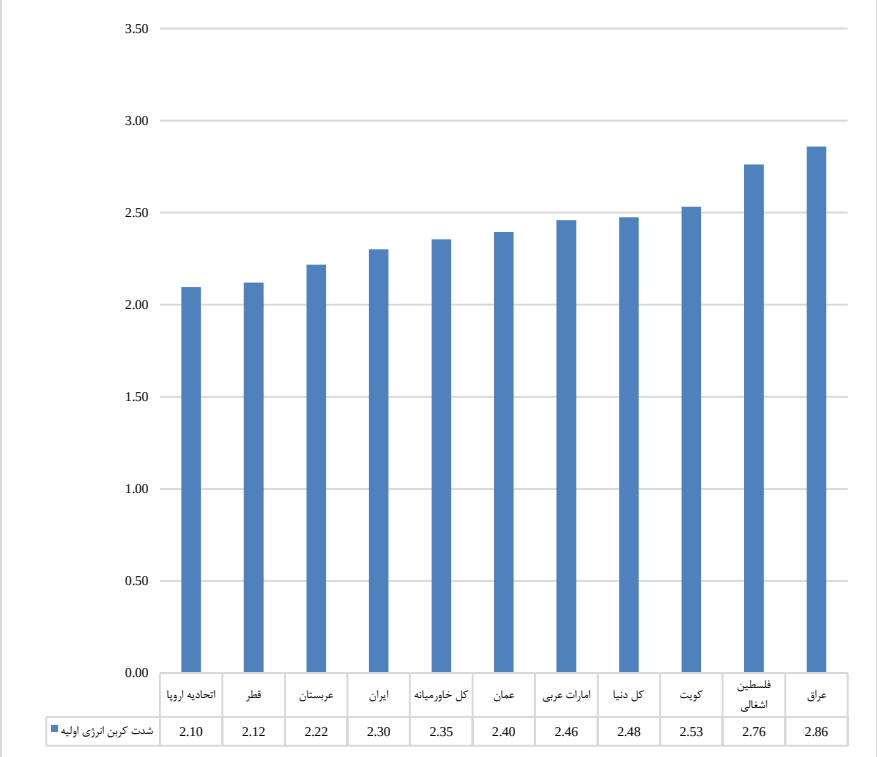
۱. مقدمه

جهان امروز با مجموعه ای از چالش‌های زیست‌محیطی روبه‌رو است که بسیاری از آن‌ها به بحران‌های زیست‌محیطی منجر شده است و امروزه آسیب و زیان‌های جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست وارد کرده و خواهند کرد که جلوگیری از گسترش آن‌ها در بسیاری از مواقع غیرممکن بوده و در صورت امکان‌پذیر بودن، هزینه‌های زیادی در پی داشته است. ازجمله پرخطرترین بحران‌های زیست‌محیطی که به‌صورت جدی حیات انسانی را در کره زمین تهدید می‌کند مسئله انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای است که با شتاب بسیار در جهان در حال افزایش است گرمای جهانی به‌عنوان یکی از پیامدهای تجمع گازهای گلخانه‌ای بدون شک از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی در جهان است. در همین راستا در سال ۲۰۱۵ اجلاس پاریس با حضور نمایندگان ۱۹۵ کشور و بحث درباره‌ی پیمان جایگزین کیوتو در راستای کاهش پخش و نشر گازهای گلخانه‌ای برگزارشده با توجه به این پیمان باید مصرف انرژی‌های فسیلی در جهان به میزانی کاهش یابد که گرمای کره زمین تا آخر قرن حاضر نسبت به آغاز صنعتی شدن جهان بیش از ۲ درجه افزایش پیدا نکند. ایران نیز ازجمله حاضران در این اجلاس بوده است و باید درباره تغییرات و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی خود دراین‌باره توضیح دهد. چراکه ایران یکی از ۱۵ کشور بزرگ تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای در جهان است. ایران در این توافق متعهد به کاهش ۱۲ درصدی انتشار CO_2 تا سال ۲۰۳۰ شد که ۴ درصد را به‌صورت داوطلبانه پذیرفته است و ۸ درصد را مشروط به تحقق همکاری‌های بین‌المللی، انتقال دانش و سرمایه‌گذاری خارجی می‌داند.

رشد متوسط ۱۳۹۵-۱۳۸۵ جمعیت کل کشور ۱,۲۷ درصد، رشد تعداد خانوار ۳,۲ درصد، عرضه سرانه انرژی اولیه (بشکه به نفر) ۲,۱۹ درصد درحالی‌که رشد متوسط ۱۳۹۵-۱۳۸۵ مصرف سرانه انرژی نهایی (بشکه به نفر) ۰,۸۹ درصد بوده است (ترازنامه هیدروکربوری کشور، ۱۳۹۷). اگر کارایی انرژی را به‌صورت ساده نسبت تقاضای نهایی به عرضه اولیه تعریف کنیم بنابراین با یک حساب سرانگشتی متوسط کارایی انرژی کشور را می‌توان حدود ۴۰ درصد در نظر گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره ۱: شدت کربن مقایسه‌ای انرژی اولیه سال ۲۰۱۷

منبع: www.bp.com

نمودار بالا شدت کربن انرژی اولیه را بین کشورهای منطقه خاورمیانه و متوسط اتحادیه اروپا و کل دنیا را درسال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد، ایران رتبه سوم را در خاورمیانه دارد و از متوسط دنیا با مقداری کمی پایین‌تر است. همه این تحلیل‌ها نشان‌دهنده پایین بودن بهره‌وری انرژی در ایران است.

دی‌اکسید کربن بزرگ‌ترین منبع گازهای گلخانه‌ای است که ۷۶ درصد کل (IPCC[1]) را نشان می‌دهد برای کاهش این انتشارات برخی از کشورها چندین ابزار اقتصادی مانند مالیات بر انتشار گازهای گلخانه‌ای، مالیات انرژی و سیستم‌های تجارت آلودگی را اجرا می‌کند. (ماردون و بائزا، ۲۰۱۸)[2].

انرژی یکی از عوامل مهم برای ادامه حیات بشر است. منابع انرژی که ما هر روزه از آن استفاده می‌کنیم به دو صورت تجدید پذیر و تجدید ناپذیر تقسیم می‌شوند که با راه‌های مختلف ذخیره می‌شوند. پایان‌پذیری انرژی‌های فسیلی در جهان به‌ویژه نفت خام، بشر را به این امر واداشته که انرژی‌های جایگزین استفاده کنند زیرا بحران جدی که بشر در آینده نه‌چندان دور تهدید می‌کند

1. Intergovernmental Panel on Climate Change
2. Mardones & Baeza

www.SID.ir

Archive of SID

بحران انرژی است و تصور زنـدگی بدون استـفاده از منابع مختلف انرژی مانند نفت، گاز، زغال‌سنگ و ... غیرممکن است.

البته مصرف بی‌رویه انرژی، به‌ویژه سوخت‌های فسیلی برای تحقق اهداف رشد اقتصادی و علاوه بر آن، ضعف کارایی در مصرف آن باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست می‌شود به‌طوری‌که از عوامل مهم آلودگی هوا، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن که یکی از مهم‌ترین انواع گازهای گلخانه‌ای و نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های تولیدی، تجاری، خدماتی و خانگی است، است (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۷).

هدف از بهبود کارایی انرژی تنها برای منافع زیست‌محیطی همچون کاهش انتشار CO_2 نیست بلکه برای دست‌یابی تجاری، رقابت صنعتی و امنیت انرژی است؛ بنابراین موضوع اندازه‌گیری عملکرد کارایی انرژی همان اصطلاح کارایی انرژی است (فتحی و همکاران، ۱۳۹۶). بهبود کارایی انرژی نقش مهمی برای کشورهای درحال‌توسعه به‌منظور افزایش انرژی و ترویج و توسعه کم‌کربن دارد؛ بنابراین این امر می‌تواند به معنی اندازه‌گیری و مقایسه عملکرد کارایی انرژی این کشورها باشد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۶).

ازاین‌رو همه کشورها برای آنکه بتوانند افزایش کارایی انرژی همراه با ملاحظات زیست‌محیطی را تجربه کنند باید به‌طور دقیق از این ارتباطات اطلاع داشته باشند یکی از آن‌ها بررسی رابطه متقارن ستانده‌های مطلوب و نامطلوب است ازآنجایی‌که مصرف انرژی تأثیر مثبت بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد به نظر می‌رسد که باید اقداماتی در زمینه اصلاح و افزایش کارایی مصرف انرژی در اقتصاد انجام شود این امر می‌تواند موجب کاهش انتشار دی‌اکسید کربن شده و رابطه مستقیم تولید ناخالص داخلی با انتشار دی‌اکسید کربن را کم‌رنگ و حتی جهت آن را تغییر دهد در این حالت کشورها در راستای اهداف توسعه پایدار گام برمی‌دارند. (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲) در اقتصاد محیط‌زیست MAC[1] به‌عنوان هزینه لازم برای کاهش هر واحد اضافی از تولید گازهای گلخانه‌ای تعریف‌شده است (دو و همکاران، ۲۰۱۵)[2]. این مطالعه در پی پاسخگویی به سؤالات اصلی زیر است:

۱- از چه روش می‌توان هزینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در شهرهای ایران را اندازه‌گیری کرد؟

۲- نحوه ارزیابی مؤثر کارایی انرژی در مناطق شهری استان‌های ایران چگونه است؟

1. Marginal Abatement Cost
2. Du

www.SID.ir

Archive of SID

۲. پیشینه تحقیق

۲-۱. مطالعات داخلی

اسماعیلی و محسن‌پور (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای با عنوان تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های هوا در نیروگاه‌های کشور با توجه به اهمیت محیط‌زیست و با توجه به کمبودها در زمینه روش‌های تحلیلی برای سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی، در این مطالعه به برآورد قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌های هوا در نیروگاه‌های کشور پرداخته‌شده و محاسبه قیمت‌های سایه‌ای با استفاده از روش تابع مسافت نهاده انجام‌گرفته شده است. قیمت سایه‌ای آلاینده‌ها در این مطالعه بیش از آنچه توسط سازمان محیط‌زیست و بانک جهانی ارائه شده، است. لذا پیشنهاد می‌شود که خسارت اخذ شده بر اساس قیمت سایه‌ای آلاینده‌ها تعیین گردد تا خسارت با میزان زیان وارده تطابق داشته باشد.

پژویان و لشکری‌زاده (۱۳۸۹)، به بررسی عوامل تأثیرگذار بر رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی پرداخته‌اند. در این پژوهش با استفاده از روش داده‌های تابلویی اثر رشد اقتصادی، تغییرات تکنیکی و نقش دولت‌ها بر میزان آلاینده‌های مهم هوا در ۵۶ کشور منتخب با سطوح توسعه‌یافتگی متفاوت ازجمله ایران، در دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۵ میلادی آزمون شده است. نتایج نشان می‌دهند، به‌رغم تأثیر مثبت رشد اقتصادی بر میزان آلاینده‌های دی‌اکسید گوگرد و نیتروژن و بهبود شاخص‌های مربوط به اثر سیاسی در کاهش آلاینده دی‌اکسید کربن نقش مهمی داشته است.

فطرس و معبودی (۱۳۸۹)، در مقاله خود با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی یا مادو- تودا، وجود و جهت علیت بین مصرف انرژی، شهرنشینی، رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن را برای ایران در دوره ۱۳۸۵ بررسی می‌کنند. نتایج نشان می‌دهند رابطه‌ای علی از مصرف انرِژی، شهرنشینی و تولید ناخالص داخلی به نشر دی‌اکسید کربن وجود دارد. همچنین نتایج برآورد رگرسیون نشان می‌دهند، فرضیه‌ی کوهانی شکل در مورد آلودگی زیست‌محیطی و تولید ناخالص داخلی در ایران صادق است. کشش نشر دی‌اکسید کربن نسبت به جمعیت شهرنشین، مثبت و کوچک‌تر از واحد است. همچنین، کشش نشر دی‌اکسید کربن نسبت به مصرف انرِژی مثبت و بزرگ‌تر از واحد است.

محمد باقری (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای با استفاده از روش ARDL به بررسی رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در ایران پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که انتشار دی‌اکسید کربن نسبت به تولید ناخالص داخلی بی کشش است اما مقدار آن در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت است. همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده کشش دی‌اکسید کربن به مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشابه و نزدیک به یک است. علاوه‌براین شکل U وارون زیست‌محیطی کوزنتس در شرایط ایران مورد تأیید نیست.

موسوی و همکاران (۱۳۹۰)، اقدام به برآورد قیمت سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش حمل‌ونقل کرده‌اند. نتایج حاصله حاکی از آن است که قیمت

www.SID.ir

Archive of SID

سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی که از مصرف ۱ لیتر بنزین و نفت گاز ایجاد می‌شود، به ترتیب ۱۰۳۹ ریال و ۱۰۷۵ ریال است. همچنین به این نتیجه رسیده‌اند که روند برآورد قیمت سایه‌ای آلاینده‌ها در بخش حمل‌ونقل طی دوره موردمطالعه (۱۳۵۵ تا ۱۳۸۶) افزایشی بوده و هر چه به دوره‌های اخیر نزدیک می‌شویم شدت افزایش قیمت سایه‌ای بیشتر می‌شود که این خود شاهدی بر افزایش هزینه‌های کنترل آلودگی طی زمان است.

صادقی و همکاران (۱۳۹۰)، مطالعات انجام شده در زمینه کیفیت محیطزیست تا اواسط دهه ۱۹۹۰ نشان می‌دهند که بیشتر مطالعات صورت گرفته بر دو متغیر درآمد و میزان تخریب محیطزیست تأکید داشته‌اند که در این خصوص برای متغیر درآمد که عمدتاً تولید ناخالص داخلی و برای میزان تخریب زیست‌محیطی نیز یکی از انواع آلودگی لحاظ شده است.

شاکری و همکارانش (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با عنوان برآورد قیمت سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی CO_2، NO_x SO_x در بخش حمل‌ونقل سعی کرده‌اند با توجه به وجود کمبودها در زمینه روش‌های مناسب تحلیلی برای سیاست‌گذاری در زمینه محیطزیست اقدام به برآورد قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی که در اثر سوخت‌های فسیلی مصرف‌شده در بخش حمل‌ونقل منتشرشده کرده‌اند. یافته‌های این مقاله به‌عنوان مبنای اولیه برنامه‌ریزی به سیاست‌گذاران این عرصه پیشنهاد می‌شود تا شناخت صحیح‌تری از آثار اقتصادی- زیست‌محیطی بخش حمل‌ونقل و هزینه‌های زیست‌محیطی تحمیل‌شده داشته باشد.

پارسا و همکاران (۱۳۹۵)، در مقاله با عنوان تجزیه‌ی رشد بهره‌وری زیست‌محیطی عوامل تولید با استفاده از تابع فاصله‌ای در استان‌های ایران سعی کرده‌اند تا توابع فاصله‌ای هذلولی پارامتری را که به‌تازگی توسعه‌یافته است جهت تجزیه‌وتحلیل کارایی زیست‌محیطی و انرژی ۳۰ استان ایران براساس داده‌های تابلویی به‌کارگیرند. تا رشد بهره‌وری زیست‌محیطی کل عوامل تولید را از طریق دو مؤلفه قابل‌اندازه‌گیری "تغییر در فناوری و تغییر در کارایی فنی زیست‌محیطی" بر اساس توابع فاصله‌ای هذلولی تخمین زده شده محاسبه نمایند. نتایج نشان می‌دهند بهره‌وری زیست‌محیطی کل عوامل تولید کاهش یافته و این موضوع به علت کاهش شدید در کارایی فنی زیست‌محیطی و همچنین افزایش انتشار آلاینده CO_2 است. با افزایش انتشار CO_2 غییرات بهره‌وری زیست‌محیطی عوامل تولید کوچک‌تر از تغییرات بهره‌وری کل عوامل شده بدین معناست که محیطزیست به‌جای بهبود با پدیده تخریب مواجه شده است.

سالاری و همکارانش (۱۳۹۶)، در تحقیقی با عنوان برآورد هزینه نهایی کاهش CO_2 کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در ایران رویکرد قیمت سایه‌ای با به‌کارگیری توابع فاصله‌ای خروجی و ورودی محور هزینه نهایی کاهش انتشار دی‌اکسید کربن برای کارگاه‌های صنعتی اندازه‌گیری شده است. نتایج حاکی از آن است که زیر بخش‌های صنعتی دارای هزینه نهایی متفاوتی برای کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

کربن هستند و روند هزینه نهایی کاهش کربن برای بخش صنعت در طول دوره مطالعه افزایش زیادی داشته است به‌طوری‌که قیمت سایه‌ای به‌دست‌آمده رشد دو چندانی تجربه کرده است. در این تحقیق نشان می‌دهد انتخاب روش و یا حتی مدل به‌کار رفته در برآورد قیمت سایه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار است.

۲-۲. مطالعات خارجی

لی و همکارش[1] (۲۰۱۲)، در مقاله‌ای حداکثر کاهش قابل‌ملاحظه CO_2 را از استفاده کارآمد ورودی‌هاها (اده‌ها) محاسبه کردند و قیمت سایه انتشار گازهای گلخانه‌ای را تخمین زدند تا ارزیابی صرفه‌جویی‌های احتمالی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای در میان صنایع از طریق اندازه‌گیری عملکرد فاصله ورودی برای ۳۰ صنایع تولیدی چین به دست آورند. نتایج نشان می‌دهد که میزان انتشار CO_2 کاهش یافته و قیمت سایه‌ای CO_2 به پایین‌ترین میزان در صنایع رسیده است.

ژانک و یه[2] (۲۰۱۵)، در مقاله خود به تجزیه رشد بهره‌وری زیست مجیطی عوامل تولید پرداخته‌اند. در این مقاله از توابع فاصله‌ای هذلولی برای تجزیه‌وتحلیل کارایی زیست‌محیطی و انرژی برای ۲۹ استان از کشور چین در سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۵ میلادی بر اساس داده‌های تابلویی استفاده شده است تا رشد بهره‌وری زیست‌محیطی عوامل تولید را از طریق دو مؤلفه اندازه‌گیری، یعنی (تغییرات فنی زیست‌محیطی) و (تغییرات کارایی زیست‌محیطی) تجزیه کند. نتایج حاکی از آن است در میان کارایی زیست مجیطی استان‌های چین اختلاف زیادی وجود دارد در رشد بهره‌وری زیست‌محیطی بیشتر به علت تغییرات فنی زیست‌محیطی است. تا به علت تغییرات کارایی زیست‌محیطی بااین‌حال سهم تغییر کارایی زیست‌محیطی به‌تازگی به‌طور فزاینده‌ای مثبت شده و منجر به افزایش رشد بهره‌وری زیست‌محیطی شده است.

ژانک[3] و همکارش (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای سیاست‌های کاهش انتشار کربن را از دیدگاه تقاضا و سمت عرضه براساس ۱۴۴ کشور در سراسر جهان بررسی می‌کنند. مزایا و معایب این سیاست‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است و دریافت می‌شود که سطح درآمد تا حد زیادی بر انتخاب سیاست تأثیر می‌گذارد. درحالی‌که کشورهای دارای درآمد بالا اغلب با ابزارهای سیاست تقاضا روبه‌رو می‌شوند. کشورهای کم‌درآمد اقدامات سیاستی کمتری پذیرفته و عمدتاً به خط‌مشی‌های عرضه مانند اهداف و مقررات بستگی دارند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که اگرچه سطح اقتصادی متفاوت است کشورهای کم‌درآمد و به‌ویژه کشورهای درحال‌توسعه می‌توانند کاهش تدریجی کربن و همچنین بازارهای مالی را با تدریج از ابزارهای سیاست عرضه به سمت سیاست‌های تقاضای جانبی تغییر دهند. این بررسی انتقادی درک سیستماتیک از سیاست‌های مختلف انتشار کربن در کشورهای مختلف و

1. Lee
2. Zhang & Ye
3. Zhang

www.SID.ir

Archive of SID

مناطق در سراسر جهان را فراهم می‌کند که کمک قابل‌توجهی را برای توسعه سیاست‌های کاهش انتشار کربن خانگی فراهم می‌کند.

بوسمرت[1] و همکاران (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای برخلاف بسیاری از تحقیقات قبلی که بر روی برآورد قیمت سایه کربن در سطوح منطقه‌ای و یا بخش‌های مختلف تمرکز دارند تلاش می‌کنند تا قیمت سایه کربن را در سطح جهانی ارزیابی کنند. یک چارچوب قوی غیر پارامتریک یک قیمت سایه کوان برای ۱۱۹ کشور از همه قاره‌ها در ۱۲ گروه بزرگ برآورد می‌کنند نتایج نشان می‌دهد که قیمت سایه کربن جهانی در حدود ۲.۲۴ درصد در سال افزایش می‌یابد و در سال ۲۰۱۱ به ۲۸۴۵ دلار در هر تن رسیده است. آنان یک فرآیند همگرایی سیگما را از سایه‌های کربن در میان کشورهای در طول سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۷ پیدا کرده‌اند. درحالی‌که واکنش‌ها پس از بحران مالی جهانی ظاهر می‌شود پس رابطه بین قیمت سایه‌ای کربن و پیاده‌سازی پروتکل کیوتو را بررسی می‌کنند.

یه دوان[2] و همکاران (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای با توجه به دو تفکر تحقیق در مورد هزینه‌های کاهش CO_2 به‌عنوان یکی از ورودی‌های مدل تابع تولید و یا به‌عنوان خروجی نامطلوب به مدل عملکرد تابع تولید، صنعت آهن و فولاد چین، صنعت قیمت سایه CO_2 به‌ترتیب در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۱. هزینه‌های کاهش CO_2 در هر منطقه از چین تفاوت زیادی وجود دارد قیمت سایه‌ای در منطقه ساحلی شرقی به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از استان‌های دیگر شرقی بود و قیمت سایه‌ای در استان‌های شرقی بالاتر از استان‌های مرکزی و غربی بود؛ ۲. قیمت سایه CO_2 صنعت آهن و فولاد در اکثر استان‌ها سالانه به روند نزولی رسیده است؛ ۳. قیمت سایه CO_2 تخمین زده شده بسیار بالاتر از قیمت مبادله آلودگی برای هفت پایلوت چین در بازار کربن است. بنابراین؛ ر این مقاله توصیه می‌شود دولت اختلافات بین مناطق تکنولوژی کاهش و تجارت متقابل را با شکل‌گیری قیمت معاملات کربن و سیاست‌های مربوطه در نظر بگیرد.

چن[3] و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه‌ای به مدل‌های مبتنی بر DEA محیطی برای اندازه‌گیری میزان بهره‌وری انرژی و بازده انتشار CO_2 و بهره‌وری محیطی اقتصادی برای اقتصادهای همکاری اقتصادی آسیا–اقیانوسیه (APEC)[4] برای دوره‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ پرداخته‌اند. در این مطالعه جمعیت و کل مصرف انرژی اولیه دو ورودی هستند که تولید ناخالص داخلی و CO_2 به ترتیب خروجی مطلوب و نامطلوب هستند نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که از ۲۰ اقتصاد (APEC) استرالیا، برونئی، هنگ کنگ و سنگاپور در پنج سال متوالی از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ به‌عنوان کشورهای کارآمد

1. Boussemart
2. Ye duan
3. Chen
4. Asia-Pacific Economic Cooperation

www.SID.ir

Archive of SID

به لحاظ کارایی استفاده انرژی و کشورهای برونشی، هنگ‌کنگ و سنگاپور به لحاظ بازده انتشار CO_2 در پنج سال متوالی از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ به‌عنوان کشورهای کارآمد شناخته شده‌اند.

آنا[1] و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه‌ای به نقش مهم صنعت آهن و فولاد در کاهش تغییرات آب و هوایی جهانی پرداخته‌اند. چین به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده و مصرف‌کننده فولاد، مسئولیت اصلی صرفه‌جویی در انرژی و کاهش هزینه در صنعت فولاد را بر عهده دارد. در این مطالعه با توجه به چارچوب تجربی چین، اثربخشی چهار استراتژی در زمینه پتانسیل صرفه‌جویی انرژی و کاهش انتشار ازجمله کاهش ظرفیت تولید عقب‌مانده با توجه به سیاست‌های عمده، تنظیم ساختار تولید برای افزایش برق فولاد کوره قوس، ترویج فناوری‌های کم‌کربن و تغییر در سوخت‌های پاک در نظر گرفته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ترویج تکنولوژی‌های کم‌کربن مؤثرترین استراتژی برای صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار در کنار کاهش هزینه است؛ بنابراین سیاست‌گذاران باید حمایت مالی یا اداری را برای ترویج توسعه تولید خاص و فناوری‌های کم‌کربن ارائه کنند.

۳. مبانی نظری و روش‌شناسی پژوهش

با توجه به اهمیت مسائل زیست‌محیطی برای کاهش اثرات مخرب ناشی از مصرف روزافزون انرژی و تخریب محیطزیست لازم است تا با راه‌هایی چون افزایش کارایی انرژی که به‌صورت نسبت GDP واقعی به مصرف انرژی تعریف می‌شود (دلونا، ۲۰۰۸) که منجر به کاهش مصرف و افزایش بهره‌وری انرژی و لذا انتشار آلودگی کمتری می‌گردد، روند تخریب محیطزیست را معکوس نموده و به رشد توسعه‌ای همراه با بهبود کیفیت محیطزیست دست‌یابیم. در پژوهش حاضر سعی شده است تا با تأکید بر نقش کارایی انرژی در بهبود کیفیت محیطزیست و کاهش انتشار گازهای آلاینده (مشخصاً گاز دی‌اکسید کربن) تا حدودی به این مهم پرداخته شود.

$$\rho_0 = min \frac{1 - 1/3 \left(\frac{s^{l-}_0}{xl_0} + \frac{s^{k-}_0}{xk_0} + \frac{s^{e-}_0}{xe_0}\right)}{1 + 1/2 \left(\frac{w_g s^{g+}_0}{yg_0} + \frac{w_c s^{c-}_0}{yc_0}\right)}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j xl_j + s^{l-}_0 = xl_0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j xk_j + s^{k-}_0 = xk_0 \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j xe_j + s^{e-}_0 = xe_0$$

1. Runying

www.SID.ir

Archive of SID

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j yg_j - s^{g+}{}_0 = yg_0$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j yc_j + s^{c-}{}_0 = (1 + \frac{s^{g+}{}_0}{yg_0}) yc_0$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$
$$\lambda_j, s^{l-}{}_0, s^{k-}{}_0, s^{e-}{}_0, s^{g+}{}_0, s^{c-}{}_0 \geq 0, j = 1,2 \dots, n.$$

در این تحقیق از مدل برنامه‌ریزی خطی برای به‌دست آوردن کارایی استفاده شده است که در آن:

$$\rho_0 = \min t - {}^1\!/_3 \left(\frac{{\varepsilon_0}^{l-}}{xl_0} + \frac{{\varepsilon_0}^{k-}}{xk_0} + \frac{{\varepsilon_0}^{e-}}{xe_0}\right) \quad (۲)$$

تابع هدف است که با حداقل کردن نهاده‌های نیروی کار و سرمایه و انرژی، کارایی را حداکثر می‌کند. در تابع هدف xl_0، xk_0 و xe_0 به‌ترتیب نهاده‌های مربوط به نیروی کار، سرمایه و انرژی برای سال پایه ۱۳۸۵ تعریف می‌شود و ε_0^{l-}، ε_0^{k-} و ε_0^{e-} به ترتیب متغیرهای کمکی مربوط به نهاده‌های مدل هستند. این مدل دارای ۶ محدودیت است که:

محدودیت اول:

$$\sum_{j=1}^{n} \eta_j xl_j + {\varepsilon_0}^{l-} = txl_0 \quad (۳)$$

این محدودیت مربوط به نیروی کار است.

محدودیت دوم:

$$\sum_{j=1}^{n} \eta_j xk_j + \varepsilon^{k-}{}_0 = txk_0 \quad (۴)$$

این محدودیت مربوط به سرمایه است.

محدودیت سوم:

$$\sum_{j=1}^{n} \eta_j xe_j + \varepsilon^{e-}{}_0 = txe_0 \quad (۵)$$

این محدودیت مربوط به انرژی است که در اینجا انرژی (گاز مایع، سوخت هواپیما، مصرف بنزین، نفت سفید، نفت گاز یا گازوئیل، نفت کوره، مصرف گاز طبیعی و مصرف برق) در نظر گرفته شده است.

محدودیت چهارم:

$$\sum_{j=1}^{n} \eta_j yg_j + \varepsilon^{g+}{}_0 = tyg_0 \quad (۶)$$

www.SID.ir

Archive of SID

این محدودیت مربوط به محصول مطلوب که در اینجا محصول مطلوب تولید ناخالص داخلی است.

محدودیت پنجم:

$$\sum_{j=1}^{n} \eta_j yc_j + \varepsilon^{c-}{}_0 = (t + \frac{\varepsilon_0{}^{g+}}{yg_0}) yc_0 \qquad (۷)$$

این محدودیت مربوط به محصول نامطلوب که در اینجا محصول نامطلوب انتشار دی‌اکسید کربن تعریف می‌شود است.

محدودیت ششم:

$$\sum_{j=1}^{n} \eta_j = t \qquad (۸)$$

این محدودیت معرف t است که در تمام محدودیت‌ها به‌عنوان متغیر شدت مربوط یه هر نهاده تعریف شده است که در نهایت از جمع تمام متغیرهای شدت به‌دست‌آمده است.

۳-۱. نحوه اندازه‌گیری متغیرها

قلمرو مکانی این مطالعه مناطق شهری ایران[۱] و قلمرو زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳ است[۲]. در این تحقیق از منطقه‌بندی وزارت کشور در سال ۱۳۹۳ استفاده شده‌است[۳].

در این قسمت، متغیرهای موردنیاز برای انجام تحقیق همراه با منبع گردآوری داده‌ها و اطلاعات و همچنین نحوه محاسبه و داده سازی برای هر یک از آن‌ها آمده است.

نیروی کار: برای این متغیر، آمار مربوط به جمعیت فعال (فقط شاغلین) از مرکز آمار ایران برای هر استان جمع‌آوری‌شده است ازآنجاکه تنها سرشماری سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ موجود است لذا برای داده سازی سال‌های میانه از این فرض ساده شوند استفاده شده که نرخ رشد جمعیت با نرخ رشد نیروی نیروی کار تولیدکننده کالا و خدمات مساوی است که فرضی دور از واقعیت نیست لذا با استفاده از متوسط نرخ رشد جمعیت در این دوره زمانی که از مرکز آمار ایران برای هر استان گرفته

---

۱. برای تفکیک داده‌های کل به شهری و روستایی از ضرب کردن درصد جمعیت شهری از کل جمعیت در متغیرها، تفکیک متغیرها صورت گرفته است.

۲. در سال‌های که آمار موجود بوده است از آمار تفکیکی استفاده شده است در سال های که آمار مشترک بوده است بر مبنای سهم یک متغیر اصلی تولید ناخالص داخلی و سایر متغیرها تفکیک شده‌اند.

۳. در منطقه بندی استان‌های کشور به همجواری، محل جغرافیایی و اشتراکات توجه‌شده است. این منطقه بندی به شرح زیر است (وزارت کشور، ۱۳۹۳).

منطقه ۱: تهران، قزوین، مازندران، سمنان، گلستان، البرز، قم

منطقه ۲: آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، زنجان، گیلان، کردستان

منطقه ۳: کرمانشاه، ایلام، لرستان، همدان، مرکزی، خوزستان

منطقه ۴: اصفهان، فارس، بوشهر، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، هرمزگان

منطقه ۵: خراسان رضوی، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، کرمان، یزد، سیستان و بلوچستان

www.SID.ir

Archive of SID

شده، داده‌سازی برای سایر سال‌ها صورت گرفته است. به‌طوری‌که با ضرب کردن این نرخ در آمار موجود سال ۱۳۸۵ و جمع‌کردن نتیجه با آمار همین سال، می‌تواند آمار نیروی کار را در سال ۱۳۸۶ محاسبه نماید.

موجودی سرمایه: برای محاسبه موجودی سرمایه هر استان از نسبت سرمایه به تولید استفاده می‌شود. در این روش فرض می‌شود که مقدار ذخیره سرمایه هر استان در سال ۱۳۸۴ به سرمایه کل کشور برابر با نسبت تولید ناخالص استان به تولید ناخالص کشور است. بدین ترتیب با ضرب این نسبت در کل سرمایه کشور میزان ذخیره سرمایه در سال ۱۳۸۴ برای تمامی استان‌ها به دست می‌آید سپس از سال ۱۳۸۴ به بعد، مجموع تسهیلات پرداختی بانک‌ها به بخش غیردولتی و میزان هزینه-های عمرانی دولت (تملک دارایی‌های سرمایه‌ای) به‌عنوان سرمایه‌گذاری سالیانه در هر استان به میزان ذخیره موجودی سرمایه سال قبل اضافه می‌گردد. میزان استهلاک سالیانه سرمایه هر سال از ذخیره سرمایه استان‌ها کسر شده تا ذخیره سرمایه خالص هر استان به‌دست آید. استهلاک سرمایه برای تمامی استان‌ها نیز یکسان در نظر گرفته شده است. برای حقیقی کردن موجودی سرمایه از شاخص قیمت خرده‌فروشی استفاده شده است.

مصرف انرژی: میزان مصرف انرژی، ۸ نوع سوخت (گاز مایع، سوخت هواپیما، بنزین، نفت سفید، گازوئیل، نفت کوره، گاز طبیعی و مصرف برق) با واحدهای اندازه‌گیری مختلف از مرکز آمار ایران برای هر استان جمع‌آوری‌شده و سپس به واحد یکسانی (واحد گرمایی بریتانیا میلیون BTU) تبدیل شده‌اند واحدهای تبدیلی برگرفته از وب‌سایت شرکت نفت انگلیس (BP[1]) هستند.

انتشار دی‌اکسید کربن: برای محاسبه انتشار دی‌اکسید کربن در هر استان از فرمول استفاده می‌شود:

$$CE_{ff} = \sum_{i=1}^{nfc} (FC_i * EF_i) \qquad (۹)$$

FC_i = بیانگر کل ارزش گرما (حرارتی) از نوع i ام سوخت فسیلی با واحد حرارتی بریتانیا (میلیون BTU) است.

EF_i = بیانگر ضریب انتشار از نوع i ام سوخت فسیلی با واحد تن دی‌اکسید برای هر میلیون BTU است.

nfc = بیانگر تعداد کل انواع سوخت‌های مصرفی است.

CE_{ff} = بیانگر میزان کل انتشار گاز CO_2 ناشی از مصرف سوخت‌ها است.

ضریب انتشار هر نوع از سوخت معادل نسبت میزان انتشار آلاینده به ازای هر واحد مصرف سوخت است تمامی آمار موردنیاز برای محاسبه‌ی ضریب انتشار از ترازنامه انرژی کشور به‌دست می‌آید.

1. British Petroleum (BP)

www.SID.ir

Archive of SID

تولید ناخالص داخلی: آمار تولید ناخالص داخلی به قیمت بازار و شاخص قیمت خرده‌فروشی برای هر استان از مرکز آمار ایران جمع‌آوری‌شده و حقیقی کردن داده‌ها به‌صورت نسبت تولید ناخالص داخلی اسمی به شاخص قیمت خرده‌فروشی به‌دست‌آمده است.

قیمت GDP: قیمت تولید ناخالص داخلی از نسبت ارزش‌افزوده هر استان که از مرکز آمار ایران جمع‌آوری‌شده است به ارزش مصارف واسطه‌ی هر استان که از مرکز آمار برای همه استان‌ها جمع‌آوری‌شده به‌دست‌آمده است.

قیمت آلودگی[۱]: در این تحقیق قیمت آلودگی ۱۳ دلار برای سال ۲۰۱۸ از بانک جهانی در نظر گرفته شده است.

۳-۱-۱. محاسبه هزینه کاهش نهایی انتشار دی‌اکسیدکربن

برای محاسبه قیمت سایه‌ای انتشار $\mathbf{CO_2}$ فرض می‌کنیم قیمت سایه مطلق تولید ناخالص داخلی برابر با قیمت بازار آن باشد , براین قیمت نسبی سایه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (SPC) نسبت به تولید ناخالص داخلی می‌تواند به‌صورت زیر بیان شود:

$$\mathrm{SPC} = \frac{\mathrm{Pc}}{\mathrm{Pg}} * 1\mathrm{CNY} \qquad (۱۰)$$

توجه داشته باشید که SPC قیمت سایه نسبی انتشار CO_2 را نشان می‌دهد. این قیمت سایه نسبی، بازدهی بین بازده مطلوب و خروجی نامطلوب را نشان می‌دهد. به‌عبارت‌دیگر، قیمت سایه نسبی تولید گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن می‌تواند به‌عنوان نرخ نهایی تغییرات بین انتشار CO_2 و تولید ناخالص داخلی محسوب شود. این نشان می‌دهد که هر منطقه شهری نمی‌تواند آزادانه میزان انتشار CO_2 را در فرآیند تولید کاهش دهد. بدین معنی است که کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن بدون شک باعث زیان اقتصادی خواهد شد؛ بنابراین، این قیمت سایه نسبتاً می‌تواند به‌عنوان هزینه‌های کاهش حاشیه‌ای برای انتشار CO_2 محسوب شود (وانگ و همکاران، ۲۰۱۷).

در معادله موردنظر قیمت نسبی انتشار دی‌اکسید کربن یا همان آلودگی بر طبق میزان جهانی آن ۱۳ دلار در این تحقیق در نظر گرفته شده است که بر اساس قیمت دلار ۴۲۰۰ محاسبه می‌کنیم و قیمت تولید مطلوب یا همان قیمت تولید ناخالص داخلی که در این تحقیق از نسبت ارزش‌افزوده هر منطقه بر مصرف واسطه هر منطقه به‌دست می‌آید قیمت سایه‌ای انتشار دی‌اکسیدکربن محاسبه می‌شود. این روش برآورد هزینه کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن به‌طور گسترده برای اندازه‌گیری هزینه‌های کاهشی ناشی از تولید نامطلوب در مطالعات هوو و همکاران (۲۰۱۵) و وانگ و هی (۲۰۱۷) مورداستفاده قرار می‌گیرد.

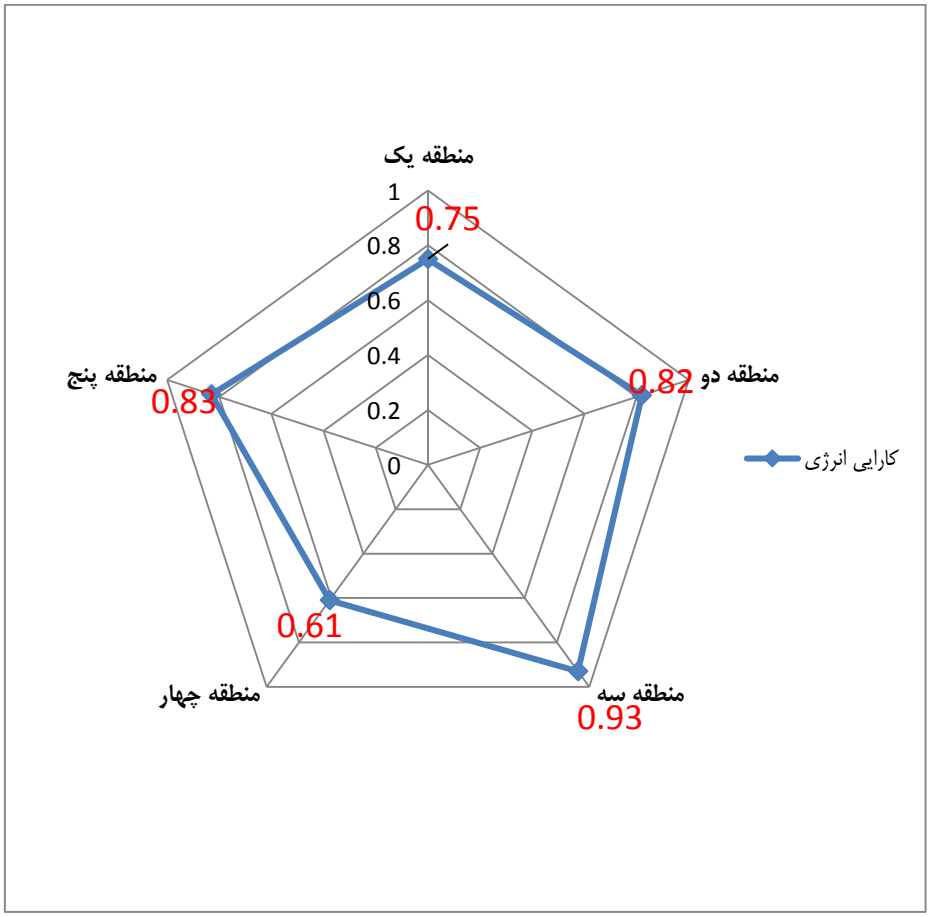
---

۱. این قیمت بر مبنای میانگین قیمت کربن در بازار کربن اروپا، و بازار کربن آمریکا و ارزش کربن در تراز نامه انرژی در سال ۲۰۱۸ بدست آمده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID

٤. برآورد مدل



نمودار ۲: متوسط کارایی انرژی مناطق پنج‌گانه ایران

منبع: نتایج تحقیق

براساس نمودار (۲)، مشخص شده است که منطقه ۳ با مقدار ۰,۹۳ بالاترین کارایی را در بین مناطق دارد و به‌ترتیب منطقه ۵ با ۰,۸۳ بعد از منطقه ۳ در رتبه دوم کارایی قرار دارد و منطقه ۲ با ۰,۸۲ بعد از منطقه ۵ در رتبه سوم از نظر کارایی است و منطقه ۱ با ۰,۷۵ بعد از منطقه ۵ در رتبه چهارم و همچنین منطقه ۱ با ۰,۶۱ کمترین میزان کارایی را در بین همه مناطق به خود اختصاص داده است. به این معنی که استان‌های کرمانشاه، ایلام، لرستان، همدان، مرکزی و خوزستان طبق برآورد مدل بالاترین میزان کارایی و کمترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن در کشور را دارا می‌باشند درصورتی‌که استان‌های اصفهان، فارس، بوشهر، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و هرمزگان کمترین کارایی در کشور دارند و همچنین براساس خروجی‌های مدل استان‌های تهران،

www.SID.ir

Archive of SID

قزوین، مازندران، سمنان، گلستان، البرز و قم بالاترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در بین استان‌های کشور را دارند.

	منطقه چهار	منطقه یک	میانگین	منطقه دو	منطقه پنج	منطقه سه
کارایی انرژی	0.61	0.75	0.788	0.82	0.83	0.93

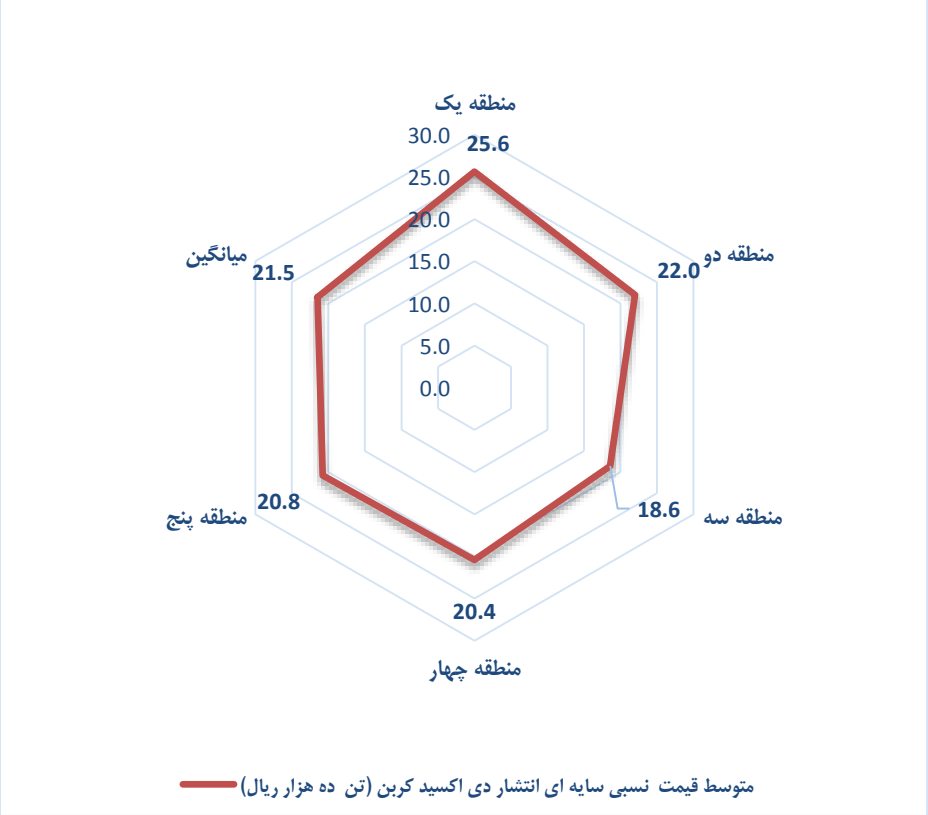
نمودار ۳: رتبه‌بندی متوسط کارایی انرژی در مناطق پنج‌گانه ایران

منبع: نتایج تحقیق

براساس نمودار (۳) نشان‌دهنده رتبه‌بندی متوسط کارایی انرژی در مناطق پنج‌گانه ایران است. میانگین کارایی انرژی در منطقه ۳، منطقه ۵ و منطقه ۲ بیشتر از میانگین کشوری می‌باشند و منطقه ۱ و منطقه ۴ در پایین میانگین قرار دارند که بر اساس این نمودار می‌توان گفت استان‌هایی که در منطقه ۳، منطقه ۵ و منطقه ۲ که شامل کرمانشاه، ایلام، لرستان، همدان، مرکزی، خوزستان، خراسان رضوی، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، کرمان، یزد، سیستان و بلوچستان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی اردبیل، زنجان، گیلان و کردستان می‌باشند کارایی انرژی بالاتری نسبت به استان‌هایی در منطقه ۱ و منطقه ۴ وجود دارند که شامل تهران، قزوین، مازندران، سمنان، گلستان، البرز، قم، اصفهان، فارس، بوشهر، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و هرمزگان دارند که بر روی انتشار دی‌اکسیدکربن یا آلودگی بیشترین تأثیرگذاری را دارد منطقه ۱ و منطقه ۴ که در زیر میانگین قرار دارند انتشار دی‌اکسیدکربن بیشتری نسبت به منطقه ۳، منطقه ۵ و منطقه ۲ که در بالای میانگین هستند دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



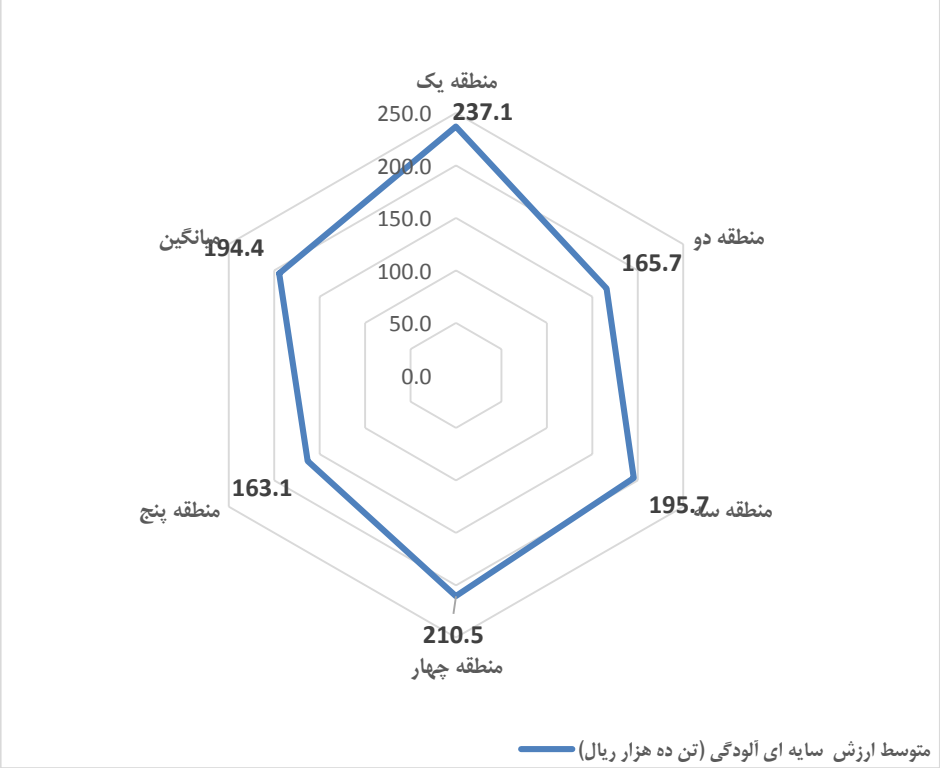
نمودار ٤: متوسط قیمت نسبی سایه‌ای انتشار دی‌اکسیدکربن

منبع: نتایج تحقیق

برای محاسبه متوسط قیمت نسبی سایه‌ای هر منطقه از معادله مربوطه که نسبت ارزش بازار آلودگی یا همان قیمت آلودگی به قیمت GDP یا تولید ناخالص داخلی است استفاده می‌شود؛ و همچنین برای محاسبه قیمت GDP برای هر استان از نسبت ارزش‌افزوده به مصرف واسطه‌ای هر استان که از مرکز آمار ایران برای تمام استان‌ها گرفته شده است به‌دست می‌آید و در اینجا برای آلودگی، قیمت جهانی آن‌که معادل ۱۳ دلار است در نظر می‌گیریم؛ و سپس قیمت سایه‌ای را برای تمام استان‌ها محاسبه می‌شود؛ اما به‌دلیل اینکه در این پژوهش از منطقه‌بندی استفاده شده است برای هر منطقه از میانگین قیمت نسبی سایه‌های استان‌های مربوط به هر منطقه استفاده می‌کنیم. قیمت سایه‌ای برای منطقه یک ۲۵٫۶۲ ده هزار ریال و برای منطقه دو ۲۱٫۹۹ ده هزار ریال و برای منطقه سه، ۱۸٫۵ ده هزار ریال و برای منطقه چهار، ۲۰٫۴ ده هزار ریال و برای منطقه پنج برابر با ۲۰٫۸ ده هزار ریال است که میانگین تمام مناطق برابر با ۲۱٫۵ ده هزار ریال است.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۵: متوسط ارزش سایه‌ای آلودگی هر تن بر اساس محصول مطلوب

منبع: نتایج تحقیق

برای محاسبه ارزش سایه‌ای آلودگی ابتدا ارزش GDP یا تولید ناخالص داخلی هر منطقه را محاسبه می‌کنیم که در واقع از میانگین ارزش GDP استان‌ها حاصل می‌شود و از متغیر شدت به‌دست‌آمده از استان‌های مربوط به هر منطقه که از خروجی مدل برنامه‌ریزی خطی به‌دست‌آمده است برای محاسبه ارزش محصول مطلوب برای کاهش آلودگی استفاده می‌کنیم. سپس میانگین ارزش محصول مطلوب (به‌صورت درصد) برای کاهش آلودگی را در میانگین تولید ناخالص داخلی هر منطقه ضرب می‌کنیم. حاصل را بر متوسط کل آلودگی منطقه تقسیم می‌کنیم که ارزش سایه‌ای آلودگی هر منطقه در نمودار شماره (۵) مشاهده می‌شود. متوسط ارزش سایه‌ای آلودگی همه مناطق کشور بر اساس محصول مطلوب برابر با ۱۹۴,۴ ده هزار ریال برای هر تن است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شده است از مدل برنامه‌ریزی خطی و نرم‌افزار GAMS برای محاسبه کارایی انرژی استفاده شود. مدل این تحقیق از دو بخش تشکیل‌شده است که بخش اول مربوط به تابع هدف

www.SID.ir

Archive of SID

مسئله است و بخش دوم آن مربوط به قید و محدودیت‌های مدل است. نهاده‌های ورودی برای انجام این تحقیق شامل نیروی کار، موجودی سرمایه، انرژی، تولید ناخالص داخلی بدون نفت و انتشار دی‌اکسیدکربن برای استان‌های ایران است. خروجی‌های این مدل کارایی انرژی در صورت وجود دو نهاده محصول مطلوب و محصول نامطلوب است که درواقع محصول مطلوب همان تولید ناخالص داخلی و محصول نامطلوب انتشار دی‌اکسیدکربن است. دی‌اکسیدکربن تأثیرگذارترین عامل در محاسبه کارایی انرژی است. براساس تابع هدف مدل تحقیق که کارایی انرژی را نشان می‌دهد منطقه ۳ نسبت به منطقه‌های ۴، ۵، ۲ و ۱ کارایی انرژی بالاتری دارد و شامل استان‌های کرمانشاه، ایلام، لرستان، همدان، مرکزی و خوزستان است. نمودار (۲) رتبه‌بندی متوسط کارایی انرژی در مناطق پنج‌گانه ایران را نشان می‌دهد. براساس این نمودار مشخص شده است چه منطقه‌هایی دارای کارایی بالاتر از میانگین و چه منطقه‌هایی پایین‌تر از میانگین هستند منطقه‌های ۳، ۲ و ۵ بالای میانگین و منطقه‌های ۱ و ۴ در پایین میانگین قرار دارند و در نهایت از این پژوهش نتیجه گرفته شده است که منطقه ۳ با امتیاز ۰,۹۳ بالاترین کارایی انرژی و منطقه ۴ با امتیاز ۰,۶۱ پایین‌ترین کارایی انرژی را دارا می‌باشند و منطقه ۱ بالاترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن از بین مناطق را به خود اختصاص داده است و منطقه ۳ که بالاترین میزان کارایی انرژی را دارد انتشار دی‌اکسیدکربن در حداقل ممکن قرار دارد.

براساس نمودار شماره ۳ متوسط قیمت نسبی سایه‌ای انتشار دی‌اکسیدکربن به این شرح است در منطقه ۱ قیمت سایه‌ای برابر با ۲۵,۶ است که بالاترین مقدار را در بین مناطق به خود اختصاص داده است چون در منطقه ۱ انتشار دی‌اکسیدکربن از همه مناطق بیشتر بود؛ و منطقه ۲ بعد از منطقه ۱ از نظر قیمت سایه‌ای در رتبه دوم و همچنین به ترتیب منطقه ۵ در رتبه سوم و منطقه ۴ در رتبه چهارم و منطقه ۳ در رتبه آخر یا همان رتبه پنجم است. پس به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که منطقه ۳ هم از نظر کارایی انرژی و هم از نظر قیمت سایه‌ای انتشار دی‌اکسید کربن در بهترین جایگاه بین مناطق قرار دارد. میانگین قیمت نسبی سایه‌ای انتشار دی‌اکسیدکربن تمام مناطق برابر با ۲۱,۵ ده هزار ریال برای هر تن است. متوسط ارزش سایه‌ای آلودگی همه مناطق کشور براساس محصول مطلوب برابر با ۱۹۴,۴ ده هزار ریال برای هر تن است.

براساس نتایج مطالعه در استان‌هایی که صنعتی یا نفت و گاز خیز هستند یا چگالی جمعیت بالاتری دارند، کارایی انرژی پایین‌تر است[1] که می‌تواند ناشی از پایین بودن کارایی فناوری خدمات انرژی باشد. پس به سیاست‌گذاران بخش انرژی کشور پیشنهاد می‌شود که برنامه‌ریزی لازم برای افزایش کارایی فناوری خدمات انرژی را از طریق به‌روز کردن فناوری‌های تقاضای خدمات انرژی با

۱. منطقه ۱ و منطقه ۴ که شامل تهران، قزوین، مازندران، سمنان، گلستان، البرز، قم، اصفهان، فارس، بوشهر، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و هرمزگان پایین‌ترین کارایی انرژی را دارند. اغلب استان‌های واقع در این گروه را می توان در سه گروه طبقه‌بندی نمود گروه اول پرجمعیت، گروه دوم صنعتی، و گروه سوم نفت و گاز خیز.

www.SID.ir

Archive of SID

تأکید بر فناوری‌های کم‌مصرف انرژی (فناوری‌های سبز) فراهم نمایند. اولویت به‌روز کردن فناوری باید در مناطق باشد که کارایی پایین‌تری دارند.

مهم‌ترین محدودیت این مطالعه عدم تهیه آماری داده‌های برخی از متغیرهای این تحقیق توسط مرکز آمار و بانک مرکزی و استفاده از داده‌های جانشین (پروکسی) به‌جای آن است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اسماعیلی، عبدالکریم، محسن‌پور، رباب (۱۳۸۹). «تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های هوا در نیروگاه‌های کشور»، *پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار (پژوهش‌های اقتصادی)*، ۱۰(۴)، ۶۹-۸۶.

بهبودی، داوود و برقی گلعذانی، اسماعیل (۱۳۸۷). «اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران»، *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، ۵(۴)، ۳۵-۵۳.

پارسا، پریا؛ صادقی، زین‌العابدین و جلائی اسفندآبادی، سید عبدالمجید (۱۳۹۵). «تجزیه‌ی رشد بهره‌وری زیست‌محیطی عوامل تولید با استفاده از تابع فاصله‌ای در استان‌های ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۴(۱۶)، ۱-۲۴.

پژویان، جمشید و لشکری‌زاده، مریم (۱۳۸۹).«بررسی عوامل تأثیرگذار بر رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی»، *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۱۳(۴۲)، ۱۶۹-۱۸۸.

ترازنامه هیدروکربوری کشور ۱۳۹۵ (۱۳۹۷). ناشر: موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت.

سالاری، ایمان، صادقی، زین‌العابدین و شکیبایی، علیرضا (۱۳۹۶). «برآورد هزینه نهایی کاهش CO_2 کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفرکارکن و بیشتر در ایران: رویکرد قیمت سایه‌ای»، *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۶(۲۳)، ۱۳۷-۱۵۹.

شاکری، عباس؛ موسوی، میرحسین و صفرزاده، قادر (۱۳۹۳). «برآورد قیمت سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی CO_2، NO_x، SO_x در بخش حمل‌ونقل»، *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۱۱ (۲)، ۱۳۵-۱۴۴.

صادقی، سید کمال، اکبری، اکرم و ممی‌پور، سیاب (۱۳۹۰). «بررسی رابطه کوزنتسی در کشورهای اسلامی منتخب با تأکید بر کارایی محیط‌زیست»، *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی*، ۱(۲)، ۱۴۸-۱۲۷.

فتحی، بهرام؛ خداپرست مشهدی، مهدی؛ همایونی‌فر، مسعود و سجادی‌فر، سید حسن (۱۳۹۶). «مطالعه مقایسه‌ای کارایی انرژی، زیست‌محیطی در کشورهای درحال‌توسعه با رویکرد ستانده مطلوب و نامطلوب در محیط رقابتی»، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۵(۸۱)، ۸۵-۱۲۱.

فطرس، محمدحسن و براتی، جواد (۱۳۹۰). «تجزیه انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی به بخشهای اقتصادی ایران یک تحلیل تجزیه شاخص»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۸(۲۸)، ۷۳-۴۹.

فطرس، محمدحسن و معبودی، رضا (۱۳۸۹). «رابطه علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط زیست در ایران، ۱۳۸۵-۱۳۵۰»، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷(۲۷)، ۱-۱۷.

محمد باقری، اعظم (۱۳۸۹). «بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۲۷، ۱۰۱-۱۲۹.

موسوی، میرحسین؛ خاکساری، علی؛ محمودزاده، محمود و رضایی ارجرودی، عبدالرضا (۱۳۹۰). « برآورد قیمت سایه‌یی آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش حمل‌ونقل»، *مهندسی عمران*، (۳)، ۸۳-۹۱.

An, R., Yu, B., Li, R., & Wei, Y. M. (2018). "Potential of energy savings and CO_2 emission reduction in China's iron and steel industry", *Applied Energy*, 226, 862-880.

www.SID.ir

Archive of SID

Boussemart, J. P., Leleu, H. & Shen, Z. (2017). "Worldwide carbon shadow prices during 1990–2011", *Energy Policy*, 109, 288-296.

Du, L., & Mao, J. (2015). "Estimating the environmental efficiency and marginal CO2 abatement cost of coal-fired power plants in China", *Energy Policy*, 85, 347-356.

Duan, Y., Li, N., Mu, H., & Li, L. (2017). "Research on provincial shadow price of carbon dioxide in China's iron and steel industry", *Energy Procedia*, 142, 2335-2340.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Fifth assessment report. The IPCC's Fifth Assessment Report (AR5)*, was completed in 2014. Intergovernmental body of the United Nations.

Lee, M. & Zhang, N. (2012). "Technical efficiency, shadow price of carbon dioxide emissions, and substitutability for energy in the Chinese manufacturing industries", *Energy Economics*, 34(5), 1492-1497.

Mardones, C., & Baeza, N. (2018). "Economic and environmental effects of a CO 2 tax in Latin American countries", *Energy Policy*, 114, 262-273.

Patterson, M. G. (1996). "What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues", *Energy policy*, 24(5), 377-390.

Statistical Review of World Energy (2017). http://www.bp.com/statistical review.

Wu, T. H., Chen, Y. S., Shang, W., & Wu, J. T. (2018). "Measuring energy use and CO2 emission performances for APEC economies", *Journal of Cleaner Production*, 183, 590-601.

Wang, Z., & He, W. (2017). "CO_2 emissions efficiency and marginal abatement costs of the regional transportation sectors in China", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 83-97.

Zhang, X., & Wang, Y. (2017). "How to reduce household carbon emissions: A review of experience and policy design considerations", *Energy Policy*, 102, 116-124.

Zhang, Z., & Ye, J. (2015). "Decomposition of environmental total factor productivity growth using hyperbolic distance functions: A panel data analysis for China", *Energy Economics*, 47, 87-97.

www.worldbank.org.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

Applied Economics Studies, Iran (AESI) 129

Volume 8, Number 30, Summer 2019

Energy Efficiency and the Abatement Cost of Marginal Carbon Dioxide Emission in Iranian Cities

Gholami, N.[1], Sadeghi, Z.[2*], Jalaei, S. A.[3]

Abstract

One of the major challenges governments are facing in the 21st century are environmental crises. Detection of destructive factors, measuring the costs degrading the environment and managing their deteriorating factors play an important role in maintaining this unique wealth. The main objective of this study is to measure the energy efficiency and final cost of reducing carbon dioxide in urban areas of Iran's provinces. This study was carried out using time series data gathered between 2006 to 2016. According to the Ministry of the Interior of the Islamic Republic of Iran's classification, each province of the country fits into exactly one of the five specified regions. Regions defined based on neighboring factors, geographic location, and commonality. This research has been done using mathematical modeling programing.

The results of this research illustrate that the average energy efficiencies of regions 3, 2, and 5 are above the average energy efficiency of the total regions of the country and regions 1 and 4 average energy efficiencies are below that. The 3rd region with the efficiency of 0.93 has the highest, region 4 with a score of 0.61 has the lowest energy efficiency and region 1 has the highest carbon dioxide emission in the regions. The 3rd with the highest energy efficiency has the lowest carbon dioxide emission.

The average relative price of carbon dioxide emission in all regions is 21.5 ten thousand Rials per ton. The average shadow value of the pollution in all regions based on the desired product is 194.4 ten thousand Rials per ton.

Keywords: Energy efficiency, Carbon dioxide emission abatement cost, shadow price of pollution

JEL Classification: Q51, Q52, Q43.

1. MSc of of Energy economics Shahid Bahonar University of Kerman **Email:** n_gholami1991@yahoo.com
2. Assistant Professor of Economic Group, Shahid Bahonar University of Kerman **Email:** abed.sadeghi@ gmail.com
3. Professor of Economics Department at Shahid Bahonar University of Kerman **Email:** jalaee44@gmail.com

www.SID.ir