فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال شانزدهم / شماره ۶۵/ تابستان ۱۳۹۹/ صفحات ۲۱۹-۱۹۷

بررسی نحوهٔ تأثیرگذاری اثرات سرریز از بخش نیروگاه‌های حرارتی کشور بر انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ کاربردی از مدل دوربین فضایی

الهام عطایی کچویی
دانشجوی دکتری حسابداری، گروه حسابداری، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل،
Elhamataei28@yahoo.com

کاوه آذین‌فر[1]
استادیار گروه حسابداری، گروه حسابداری، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل،
azinfarbaboli@yahoo.com

مریم شفیعی کاخکی
استادیار گروه اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل،
M_shafiee_k@yahoo.com

ایمان داداشی
استادیار گروه حسابداری، گروه حسابداری، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل،
i.dadashi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۱

چکیده

مسائل مربوط به محیط‌زیست یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که همه جوامع طی دهه های اخیر با آن مواجه هستند. کمبود منابع و ضرورت توسعه برای ایران و سایر کشورهای مشابه، مسئله کاهش دی‌اکسیدکربن را به‌عنوان راه حل بحران زیست‌محیطی مهم دانسته است. در این مطالعه، جمعیت، تولید ناخالص داخلی، بهره‌وری انرژی الکتریکی، ساختار انرژی الکتریکی و سهم بخش خانگی بر روی انتشار دی اکسید کربن (به‌عنوان مهم‌ترین شاخص مرتبط با محیط‌زیست) مورد بررسی شده است. در تحقیق حاضر جریان دی اکسیدکربن طی دوره ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴، برای نیروگاه‌های حرارتی کشور با استفاده از روش داده‌های پانل مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور از آزمون‌های هاسمن (اثرات ثابت)، والد (عدم ناهمسانی) و دوربین واتسون (عدم خودهمبستگی) استفاده شده است؛ نتایج و بحث اثرات حاصل از مدل دوربین فضایی (SDM) فرضیه اثربخشی اثرات فضایی را تأیید می‌کند و کشش اثرات سرریز از طریق مجاورت مثبت و معنی‌دار برآورد شده است؛ و براساس یافته‌های پژوهش افزایش تولید ناخالص داخلی منجر به افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن هر استان بر خود و استان‌های مجاور شده، همچنین افزایش بهره‌وری انرژی الکتریکی، ساختار انرژی الکتریکی و افزایش سهم بخش خانگی منجر به کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن هر استان بر خود و استان‌های مجاور شده است.

طبقه‌بندی JEL: C21,C23,Q01,Q48,Q54

کلیدواژه‌ها: انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، بهره‌وری انرژی الکتریکی، مدل دوربین فضایی

---

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

فقط کشورهای توسعه یافته با تخریب محیط‌زیست و حداقل شرایط عواقب ناشی از آن مواجه نیستند، زیرا گازهای گلخانه‌ای تأثیر بسیار منفی بر روی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته صرف‌نظر از منبع گاز دارند (شهزاد و همکاران[1]،۲۰۱۷). از سوی دیگر، مصرف گستردهٔ سوخت‌های فسیلی در جوامع مدرن صنعتی، با نشر آلاینده‌های حاصل از احتراق این سوخت‌ها در هوا و افزایش غلظت گازهای معروف به گازهای گلخانه‌ای در جو، زمین را با تغییرات تهدیدآمیز و جبران ناپذیری مواجه کرده است (فطرس و همکاران، ۱۳۹۳). تغییرات آب و هوایی به‌شدت به پایداری جامعه بشری آسیب رسانده و به تهدید سلامت انسان، ایجاد بیماری‌های تنفسی و سوء تغذیه می‌انجامد (یان و همکاران[2]، ۲۰۱۶). با توجه به پروژه‌های جهانی کربن، کل میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و سرانه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به ترتیب ۳۶ میلیارد و ۵ تن است که یک رکورد تاریخی جدید را تعیین می‌کند؛ غلظت تمام گازهای گلخانه‌ای همچنان افزایش می‌یابد و شاخص گاز گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۵، ۳۷ درصد بالاتر از سال ۱۹۹۰ است که سهم آن حدود ۸۰ درصد است (لی و همکاران[3]، ۲۰۱۷).

انتشار گاز دی‌اکسید کربن از منابع ساخت دست بشر به‌ویژه نیروگاه‌های سوخت فسیلی تولید برق، موجب افزایش پدیده گرم شدن سراسری کره زمین می‌شود که این پدیده تأثیر به‌سزایی بر محیط‌زیست مردم و جوامع بشری دارد (قربانی[4]،۲۰۱۴). مهم‌ترین منبع انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، نیروگاه‌های حرارتی می‌باشد که جهت تولید انرژی الکتریکی از سوخت‌های فسیلی از قبیل زغال سنگ، گاز طبیعی و سوخت‌های نفتی استفاده می‌کنند. انرژی الکتریکی مهم‌ترین منبع انرژی در جهان می‌باشد که جهت تأمین انرژی منازل، صنایع و تجارت به کار می‌رود (لی،۲۰۱۲).

همواره افزایش تولید با افزایش مصرف سوخت و در نتیجه افزایش گازهای گلخانه‌ای خصوصاً دی‌اکسیدکربن همراه است طبعاً انتشار آلاینده‌ها در بخش تولید رخ می‌دهد (منظور و رضایی، ۱۳۹۲).

افزایش تولید در هر منطقه با افزایش آلاینده‌های ناشی از احتراق همراه خواهد بود و پیامدهای ناشی از افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در اتمسفر، همچون افزایش دمای

1. Shahzad et al
2. Yan et al
3. Li et al
4. Ghorbani et al

کرهٔ زمین، تغییرات آب و هوایی و بالا آمدن سطح دریاها، جهان را با تغییرات غیرقابل جبران و تهدیدآمیزی مواجه می‌سازد (شاداب‌فر و همکاران، ۱۳۹۸).

در حقیقت آلودگی هوا، آب و خاک در مسیر تولید به‌عنوان یک محصول فرعی، اجتناب‌ناپذیر بوده و توسعه صنعتی از یک سو با ایجاد محصولات شیمیایی مضر و از سوی دیگر با افزایش مصرف انرژی و به‌تبع آن انتشار گازهای آلاینده باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شود (فتحی و همکاران، ۱۳۹۴).

ایران به‌عنوان کشوری در حال توسعه در تلاش برای پیمودن مسیر توسعه با دو مشکل عمده روبه‌رو است. نخست وابستگی اقتصادی کشور به درآمدهای حاصل از فروش انرژی فسیلی که امنیت ملی کشور را در مواقع بحرانی همچون تحریم و اتمام این منابع به‌شدت تهدید می‌کند و دوم ناپایداری زیست‌محیطی به دلیل عواقب و پیامدهای خطرناک زیستی و انسانی، فاصله میان نقطهٔ تعالی در نظر گرفته شده و کاربرد منابع نسبت به وضعیت کنونی بسیار زیاد است. به‌منظور کاهش این فاصله، شناسایی دقیق و درست نقاط قوت و ضعف کاربرد این منابع در کشور و ارائه راه‌حلی منطقی و مناسب جهت توسعه آتی آنها اهمیت دارد.

۲- مبانی نظری

تولید برق در نیروگاه فسیلی

با در نظر گرفتن این نکته که بیشترین سهم تولید برق کشور توسط نیروگاه‌های حرارتی بخار انجام می‌گیرد به این موضوع می‌پردازیم.

تولید برق در یک نیروگاه سوخت فسیلی بر مبنای احتراق سوخت که باعث تبدیل انرژی شیمیایی به حرارت و سپس استفاده از حرارت برای گردش توربین و ژنراتورها می‌باشد، صورت می‌گیرد. از دیدگاه زیست‌محیطی نوع سوخت دارای اهمیت قابل توجهی است. سوخت‌های فسیلی مورد استفاده برای تولید الکتریسیته را می‌توان زغال سنگ، گاز و نفت و مشتقات آن مانند نفت گاز و نفت کوره دانست. کاربرد گاز طبیعی و یا سایر مشتقات آن در نیروگاه‌های برق به دلایل متعدد فنی و زیست‌محیطی در کلیه کشورهای جهان و نیز در کشور ما رو به افزایش است. استفاده از گاز برای تولید برق مشکلات مربوط به زایدات، به‌خصوص زایدات جامد و نیمه جامد را در صنعت برق و نیروگاه‌ها به‌میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. کاربرد نفت گاز هم غالباً در توربین‌های گازی و

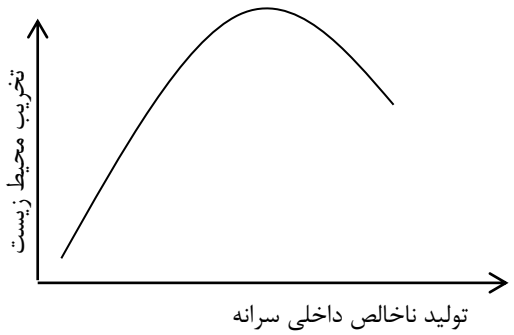
نیروگاه‌های دیزلی انجام می‌گیرد. از نفت کوره عمدتاً در نیروگاه‌های حرارتی به‌خصوص در فصول سرد سال استفاده می‌شود که با توجه به وجود انواع ناخالصی‌ها، عناصر سنگین و گوگرد در آن، مسائل زیست‌محیطی و زایدات مرتبط با فعالیت نیروگاه به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. در یک نگرش گسترده، مسائل زیست‌محیطی در کلیه مراحل مربوط به استخراج زغال سنگ، نفت و یا گاز، حمل و نقل سوخت‌ها، آماده‌سازی و پالایش آن‌ها وجود دارد. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد علاوه بر نوع سوخت مصرفی که از دیدگاه مدیریت مواد زاید در صنعت تولید برق از اهمیت زیادی برخوردار است و به‌طور مستقیم بر مقدار و نوع زایدات تولید شده مؤثر خواهد بود، روش انتخابی تولید برق از سوخت‌های فسیلی نیز بر مواد زاید تولیدی از نظر کمی و کیفی مؤثر می‌باشد. نوع نیروگاه برق نیز می‌تواند در انتخاب نوع سوخت مصرفی محدودیت‌هایی از نظر سازگاری فناوری ایجاد نماید که اثر زیادی بر آلودگی تولیدی خواهد داشت. مهم‌ترین انواع نیروگاه‌هایی که در آن‌ها با احتراق سوخت‌های فسیلی، برق تولید می‌شود عبارتند از: نیروگاه‌های حرارتی بخاری متعارف، نیروگاه‌های توربین گازی و نیروگاه‌های چرخه ترکیبی (۱ و ۳). در جمهوری اسلامی ایران نیروگاه‌های حرارتی دارای دو تا چهار واحد تولید با ظرفیت‌هایی از ۱۲/۵ مگاوات (نیروگاه حرارتی شهید فیروزی در تهران)، تا ۴۴۱ مگاوات (نیروگاه حرارتی شهید سلیمی نکا مازندران) است (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۱).

منحنی زیست‌محیطی کوزنتس[1] (EKC)

در ادبیات اقتصادی، ارتباط میان تولید ناخالص داخلی سرانه و تخریب محیط‌زیست به‌صورت U معکوس می‌باشد (نمودار ۱)؛ لذا ابتدا به‌صورت اجمالی به مرور آن می‌پردازیم.

بر اساس دیدگاه بسیاری از متخصصان اقتصاد محیط‌زیست، منطق وجود رابطهٔ بین درآمد سرانه و شاخص‌های تخریب محیط‌زیست به‌صورت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، به‌طور شهودی قابل استدلال است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۶).

1. Environmental Kuznets Curve



منبع: کیم و همکاران[1]، ۲۰۱۶

نمودار ۱. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)

در مراحل اولیه فرآیند صنعتی شدن، با توجه به اولویت بالای تولید، سطح ملی اشتغال نسبت به محیط‌زیست پاک، استفاده از منابع طبیعی و انرژی برای رسیدن به رشد اقتصادی بالا، افزایش و در نتیجه انتشار آلودگی گسترش می‌یابد. در این مرحله با توجه به درآمد سرانه پایین، بنگاه‌های اقتصادی قادر به تأمین مالی هزینه‌های کاهش آلودگی نیستند و به نوعی آثار زیست‌محیطی رشد اقتصادی نادیده گرفته می‌شود؛ اما در مراحل بعدی فرآیند صنعتی شدن، پس از رسیدن اقتصاد به سطح معینی از درآمد ملی سرانه، توجه به وضعیت محیط‌زیست از اهمیت و ارزش بیشتری برخوردار می‌شود در این مرحله، نظر به این‌که افراد جامعه ارزش بیشتری، برای محیط‌زیست قائل بوده و حاضر به پرداخت هزینه‌هایی برای محافظت و احیای آن هستند، لذا در چنین شرایطی، کشش درآمدی تقاضا برای محیط‌زیست مطلوب، بیشتر از یک بوده و محیط‌زیست پاک به‌عنوان یک کالای لوکس مطرح می‌گردد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۶).

۳- پیشینهٔ پژوهش

آپرکیس[2] (۲۰۱۶)، لاما[3] (۲۰۰۹)، هراتی و همکاران (۱۳۹۲)، اصغری و عاملی (۱۳۹۰) و سلیمی فرد و دهنوی (۱۳۸۸) در مطالعات خود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید کردند. درحالی‌که در مطالعهٔ شعبانی و همکاران (۱۳۸۹) منحنی زیست‌محیطی کوزنتس مورد تأیید واقع نشد (کهنسال و شایان‌مهر، ۱۳۹۵).

1. Kim et al
2. Apergis
3. Lamla

رشیدی و همکاران (۱۳۹۶)، به تعیین سطح عوامل مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن از نیروگاه‌های حرارتی کشور با استفاده از مدل استریپَت[1] در بازه زمانی ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵ پرداخته و متغیرهای جمعیت، تولید ناخالص داخلی[2]، نسبت سهم بخش خانگی به کل تولید تأثیر افزایشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته‌اند. متغیرهای بهره‌وری انرژی الکتریکی، ساختار انرژی الکتریکی در نیروگاه‌ها، نسبت انرژی الکتریکی تولید شده از انرژی‌های تجدیدپذیر به کل تولید و نسبت ارزش افزوده برق به کل ارزش تولید برق اثر کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته‌اند.

لین[3] (۲۰۱۶)، به عوامل تأثیرگذار بر انتشار دی‌اکسیدکربن (سرانه سود ناخالص، ساختار صنعت، جمعیت، سطح شهرنشینی و سطح تکنولوژی) را در چین بررسی نموده‌اند. وی کاربرد مدل استریپَت جهت بررسی اثرات جمعیت و ثروت بر محیط‌زیست را مطالعه کرده است.

کرمانی و همکاران[4] (۲۰۱۵)، به بررسی تأثیر مصرف برق و انتشار دی‌اکسیدکربن بر صنعتی شدن ایران پرداختند. مدل‌های علی- معلولی گرانگر و تصحیح خطای برداری استفاده شده‌اند. مدل گرانگر نشان داد رابطهٔ غیرمستقیم بین مصرف برق و انتشار دی‌اکسیدکربن وجود دارد. در این بین هیچ رابطهٔ علی- معلولی بین ارزش افزودهٔ بخش صنعت و مصرف برق در این بخش وجود ندارد.

بگوم و همکاران[5] (۲۰۱۵)، به بررسی ارتباط بین انتشار دی‌اکسیدکربن با مصرف انرژی، رشد اقتصادی و رشد جمعیت در مالزی در بازهٔ زمانی بین سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۸۰ پرداختند. نتایج حاصل از روش کرانه‌ها[6] نشان می‌دهد که در بازهٔ زمانی ۱۹۸۰-۱۹۷۰ با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد، اما در بازهٔ زمانی ۲۰۰۹-۱۹۷۰ با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد. جدول ۱ به خلاصهٔ مطالعات انجام شده در ارتباط با روش‌های اندازه‌گیری عوامل مؤثر بر انتشار کربن می‌پردازد.

1. STRIPAT
2. Gross domestic product (GDP)
3. Lin
4. Kermani et al
5. Begum et al
6. Auto regressive Distributed Lag

جدول ۱. خلاصهٔ مطالعات انجام شده در ارتباط با روش‌های اندازه‌گیری عوامل مؤثر بر انتشار کربن

مدل تجزیه تحلیل عاملی				
کشور	**دوره**	**عوامل تأثیرگذار**	**روش‌های پیش‌بینی شده**	**نویسنده**
۲۸ کشور اروپایی	۲۰۱۲–۲۰۰۰	سطح فعالیت، شدت برق، تجارت برق، کارایی تولید برق و مخلوط سوخت	روش LMDI-I با استفاده از توابع لگاریتمی میانگین وزنی	کارملوس و همکاران[1] (۲۰۱۶)
ایالات متحده	۲۰۲۵–۲۰۰۵	شدت مصرف انرژی، شدت انرژی خروجی، تولید ناخالص داخلی در سرانه، جمعیت	هویت کایا روش شاخص لگاریتمی متوسط	شهیدضامان و همکاران[2] (۲۰۱۷)
آفریقای جنوبی	۲۰۱۰–۱۹۷۱	مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه	مدل تعادل خودکار توزیع شده، حداقل مربعات معمولی	اندوری سیمپا و همکاران[3] (۲۰۱۷)
مدل STIRPAT				
چین	۲۰۱۲–۱۹۹۰	سهام ارزش افزوده ثانویه و صنعت ثانویه به تولید ناخالص داخلی،	اثرات ثابت	ژو و همکاران[4] (۲۰۱۵)
چین	۲۰۱۰–۱۹۸۰	کل جمعیت، تولید ناخالص داخلی سرانه، صنعتی سازی، سرویس، ساختار مصرف انرژی	مرز رگرسیون با برآورد خطا	وانگ و همکاران[5] (۲۰۱۶)
مدل CKC/EEO				
مراکش	۲۰۱۱- ۱۹۷۱	تولید ناخالص داخلی سرانه، آزاد بودن تجارت	مکانیسم اصلاح خطای خطی	حق و همکاران[6] (۲۰۱۶)
چین	۲۰۱۳-۲۰۰۰	تولید ناخالص سرانه داخلی، شدت انرژی، میزان شهرنشینی	رگرسیون اثرات ثابت پنل پارامتری تکمیل شده	وانگ و همکاران[7] (۲۰۱۷)

منبع: یافته های تحقیق

جمع‌بندی مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پـژوهش نشـان مـی‌دهـد: در مطالعات داخلی و خارجی: ۱- با توجه به مبـانی نظـری مطـرح شـده در ایـن پـژوهش تاکنون در مطالعات صورت گرفتـه، بررسـی نحـوهٔ تأثیرگـذاری اثـرات سـرریز از بخـش

1. Karmellos et al
2. Shahiduzzaman et al
3. Ndoricimpa et al
4. Zhou et al
5. Wang et al
6. Haq et al
7. Wang et al

نیروگاه‌های حرارتی کشور بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن) در ایران صورت نگرفته است. ۲- مدل رگرسیون فضایی در ارتباط با موضوع این پژوهش نیز تاکنون در مطالعات انجام شده به‌کار نرفته است و از آنجایی که رفتارها و تصمیم‌های استانی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. در نتیجه ضروری است از الگوی فضایی استفاده شود؛ بنابراین در این پژوهش تلاش شده است، برای اولین بار، نحوهٔ تأثیرگذاری اثرات سرریز از بخش نیروگاه‌های حرارتی کشور بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در قالب الگوی اقتصادسنجی معادلات همزمان فضایی داده‌های پانل بررسی شود.

۴- روش‌شناسی پژوهش

در این مطالعه برای بررسی شناسایی آثار متقابل انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (به‌عنوان متغیر آلودگی محیط‌زیست) و عوامل مؤثر بر انتشار آن از نیروگاه‌های حرارتی (ایران) از الگوی پانل معادلات همزمان فضایی استفاده شده است که در ادامه به معرفی تک‌تک اجزای این الگو پرداخته شده است. در این پژوهش، از ۳۱ استان کشور، اطلاعات ۲۷ استان کشور ایران بر اساس منبع تأمین داده مندرج در جدول ۲ برای دوره زمانی ۸ سال از ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و ۴ استان (کرمان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و البرز (استان البرز در سال ۱۳۸۹ از استان تهران تفکیک گردیده است)) به‌دلیل کمبود اطلاعات (دیتا[1]) در ارتباط با متغیرهای پژوهش حذف گردیدند.

۵- مدل

مدل تجربی

اقتصادسنجی فضایی کاربرد تکنیک اقتصادسنجی در استفاده از داده‌های نمونه‌ای است که دارای جزء مکانی هستند و در واقع زیر شاخه‌ای از اقتصادسنجی است که رابطهٔ متقابل فضایی (وابستگی فضایی یا خود همبستگی فضایی) و ساختار فضایی (ناهمسانی فضایی) را در مدل‌های رگرسیونی با داده‌های مقطعی یا ترکیبی بررسی می‌کند. تصریح عمومی مدل رگرسیون فضایی به‌صورت زیر است:

$$Y_{it} = \alpha + T_{yit-1} + \rho\sum_{j=1}^{n} W_{ij}Y_{jt} + \sum_{k=1}^{k} X_{itk}\beta_k + \sum_{k=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} W_{ij}X_{itk}\theta_k + \mu_i + y_t + v_{it} \quad (۱)$$

1. Data

$$V_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{n} W_{ij} v_{it} + \varepsilon_{it} \quad i = 1,\ldots,n \quad t = 1,\ldots,t$$

براساس رابطهٔ (۱) اگر $T = 0$ باشد، مدل ایستا و درصورتی‌که $T \neq 0$ باشد مدل پویا خواهد بود (بلوتی و همکاران[1]، ۲۰۱۳) در قالب مدل‌های رگرسیون فضایی: ۱- استفاده از مجاورت و همسایگی که منعکس‌کننده موقعیت نسبی در فضای یک واحد منطقه‌ای مشاهده، نسبت به واحدهای دیگری از آن قبیل است. ۲- استفاده از ماتریس مجاورت بر اساس عنصر فاصله. در روش اول یعنی تشکیل ماتریس مجاورت، عناصر روی قطر اصلی برابر صفر هستند، زیرا در مدل‌های اقتصادسنجی فرض می‌شود، هر بخش فضایی با خود همسایه نیست و عناصر دیگر بر اساس اینکه استان‌ها مجاور باشند یا خیر، عدد یک و یا صفر می‌گیرند. سرریز فضایی تنها بر یک همسایه ناحیهٔ مورد مطالعه تأثیر نمی‌گذارد، بلکه بر همسایه‌های آن کشور هم تأثیرگذار است و این زنجیره ادامه می‌یابد تا اثرات سرریز به محدوده ناحیه مورد مطالعه برسد. همسایگی‌های مرتبه اول نزدیک‌ترین همسایه‌ها به بخش فضایی مورد نظر هستند. همسایگی‌های همسایگی مرتبه اول است. همسایگی‌های مرتبه سوم، همسایگی‌های همسایه مرتبه دوم هستند (عسکری و شفیعی کاخکی، ۱۳۹۵).

در روش دوم یعنی استفاده از ماتریس مجاورت بر اساس عنصر فاصله مشاهداتی که به هم نزدیک‌تر هستند. نسبت به آنهایی که از هم دورتر هستند، باید منعکس‌کننده وابستگی فضایی بالاتری باشند از این رو، این ماتریس را بر اساس معکوس فاصله بین هر مشاهده با مشاهدات دیگر یا معکوس توان دوم فاصله تشکیل می‌دهند.

در ادامه، ماتریس مجاورت می‌باید استاندارد شود که آن را (ماتریس مجاورت مرتبهٔ اول استاندارد شده) می‌نامند. با استاندارد کردن ماتریس وزن‌ها و سپس حاصل‌ضرب آن در بردار غیروابسته، متغیر جدیدی حاصل می‌شود که میانگین مشاهدات ناشی از مناطق مجاور را می‌دهد و اصطلاحاً آن را متغیر وقفه فضایی می‌نامند. در مدل دوربین فضایی، علاوه بر متغیر وقفه فضایی، از حاصل‌ضرب ماتریس وزن‌های استاندارد در بردار متغیرهای توضیحی، متغیر جدیدی ایجاد می‌شود که نشان‌دهندهٔ اثرات متغیرهای توضیحی سایر استان‌ها بر متغیر وابسته می‌باشد، به‌عبارتی نشان‌دهندهٔ اثرات سرریز فضایی و اثرات استان ثالث می‌باشد (عسکری و شفیعی کاخکی، ۱۳۹۵). لازم به ذکر است منظور از فاصله، فاصله نقشه‌برداری است.

1. Belotti et al

۶- متغیرهای پژوهش

در جدول ۲، متغیرها، تعریف عملیاتی و تشریح شده‌اند.

جدول ۲. تعریف متغیرهای موجود در مدل تحقیق

نام و نوع متغیرها	نماد	تعریف عملیاتی	مرجع	منبع تأمین داده
دی اکسید کربن (متغیر وابسته)	L (CO2)[1]	لگاریتم میزان انتشار گاز دی اکسید کربن	(رشیدی و همکاران،۱۳۹۶)	مرکز آمار ایران
جمعیت (متغیر کنترلی)	L(POP)[2]	لگاریتم تعداد کل جمعیت	(رشیدی و همکاران، ۱۳۹۶)	مرکز آمار ایران
تولید ناخالص داخلی (متغیر مستقل)	GDP	کل ارزش محصول نهایی تولید شده توسط واحدهای اقتصادی	(فطرس و برزگر،۱۳۹۲)	وزارت اقتصاد و دارایی
بهره‌وری انرژی الکتریکی (متغیر مستقل)	EEP[3]	کل تولید ناخالص ملی تقسیم بر کل میزان تولید انرژی الکتریکی[4]	رشیدی و همکاران، ۱۳۹۶ https://fa.m.wikipedia.org	آمار تفصیلی صنعت برق
ساختار انرژی الکتریکی (متغیر مستقل)	EES[5]	انرژی الکتریکی ناویژه[6] تولید شده از گاز طبیعی تقسیم بر مجموع انرژی الکتریکی ناویژه تولید شده از مازوت و گازوئیل[7]	(رشیدی و همکاران،۱۳۹۶)	آمار تفصیلی صنعت برق
سهم بخش خانگی (متغیر مستقل)	HC[8]	انرژی الکتریکی مصرف شده در سهم بخش خانگی تقسیم بر کل انرژی تولید شده در نیروگاه‌ها	(رشیدی و همکاران،۱۳۹۶)	مرکز آمار ایران

منبع: یافته های تحقیق

1. Logarithm Carbon Dioxide
2. Logarithm Population
3. Electrical Energy Productivity

۴. تعریف بهره‌وری عبارتست از: مقدار کالا یا خدمات تولید شده در مقایسه با هر واحد از انرژی یا کار هزینه شده بدون کاهش کیفیت (https://fa.m.wikipedia.org) در نتیجه کل تولید ناخالص ملی به‌عنوان مقدار کالا یا خدمات تولید شده در مقایسه با کل میزان تولید انرژی الکتریکی سنجیده شده است.

5. Electrical Energy Structure

۶. انرژی الکتریکی ناویژه (تولید ناخالص (ناویژه) برق) = جمع انرژی تولیدی مولدهای برق یک نیروگاه که در طی یک دورهٔ زمانی روی پایانه خروجی واحدهای نیروگاه بر حسب کیلووات ساعت یا مگاوات ساعت اندازه‌گیری می‌شود (WWW.NERC.COM).

۷. با توجه به اینکه تولید انرژی الکتریکی از سوخت‌های فسیلی با ارزش‌های حرارتی (گازوئیل ۹۲۳۲ Kcal/Lit مازوت ۹۷۹۰ Kcal/Lit و گاز ۸۵۹۰ $Kcal/m^3$) تولید می‌شود (عطایی کچویی،۱۳۹۲). و نیز اینکه استفاده از سوخت گاز طبیعی، آلودگی کمتری نسبت به سوخت‌های مازوت و گازوئیل تولید می‌کند لذا در رابطه با آلودگی ناشی از سوخت‌های فسیلی، ساختار تولید انرژی الکتریکی به نسبت استفاده از سوخت ناویژه گاز طبیعی به سوخت‌های ناویژه مازوت و گازوئیل سنجیده می‌شود.

8. Household consumption

۷- تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

تصریح مدل

مدل اولیهٔ پژوهش، پیشنهادی متولینی[1] (۲۰۱۳) است؛ که در پژوهش حاضر در فرم اقتصادسنجی مرسوم به‌صورت زیر است: کلیه متغیرها براساس جدول ۲ بین استان‌های i و در زمان t می‌باشند.

$$LCO2 = \alpha_i + \alpha_t + \beta_1^0 LPOP_{it}^0 + \beta_2^0 LGDP_{it}^0 + \beta_3^0 EF_{it}^0 + \beta_4^0 ES_{it}^0 + \beta_5^0 HC + u_{it} \qquad (۲)$$

با توجه به معنی‌داری آماره Rho در مدل دوربین فضایی، وجود خودهمبستگی فضایی در داده‌ها تأیید شده و نشان‌دهندهٔ ارتباط فضایی مثبت بین مشاهدات مربوط به انتشار دی‌اکسیدکربن استان‌ها است که عدم اظهار کردن آن در مدل، منجر به برآورد نتایج تورش‌دار می‌شود.

در این پژوهش به‌منظور بررسی نحوهٔ تأثیرگذاری اثرات سرریز از بخش نیروگاه‌های حرارتی کشور بر انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس استان‌های مختلف در ایران از مدل دوربین فضایی استفاده شده است.

در شکل ماتریسی مدل پژوهش به‌صورت زیر می‌باشد.

$$\begin{aligned} Y = {} & I_n \otimes I_t \otimes \alpha_i + I_n \otimes I_t \otimes \alpha_t + X^0\beta^0 + X^d\beta^d + \rho(W^{0d} \otimes I_t)Y + \\ & \theta_1(W^{0d} \otimes I_t)X^0 + \theta 2(W^{0d} \otimes I_t)X^0(W^{0d} \otimes I_t)X^d + \lambda(W^{0d} \otimes I_t)\varepsilon + u \end{aligned} \qquad (۳)$$

آماره Rho در واقع پارامتر برآوردی از پارامتر ρ یعنی وقفهٔ فضایی در مدل (۳) است؛ که در آن Y بردار $n \times n \times t$ است که n نشان‌دهنده تعداد استان‌ها و t دورهٔ زمانی مطالعه است. بردار I_t واحد از زمان، I_n بردار واحد از تعداد مقاطع یا استان‌هاست؛ و α_i بردارهای اثرات فردی استان‌ها و α_t نشان‌دهنده اثرات زمانی در مدل پویا است. X^0 و X^t ماتریس‌های $n \times n \times t$ شامل K متغیر توضیحی استان‌های مبدأ و مقصد بوده و β^0 و β^d بیانگر K بردار از ضرایب متغیرهای توضیحی است. u بردار $n \times n \times t$ خطاهاست که به‌صورت i.i.d متغیر تصادفی با میانگین صفر و واریانس مشترک α_u^2 در نظرگرفته می‌شود. ρ ضریب وابستگی فضایی بر اساس متغیر وقفه فضایی است که در واقع تأثیر فضایی میانگین وزنی دی‌اکسیدکربن دوجانبه استان‌های هم‌جوار را بر دی‌اکسید کربن هر استان نشان می‌دهد و تبیین‌کننده اثرات سرریزاست θ_1 و θ_2 ضریب متغیر توضیحی

1. Metulini

استان‌های مبدأ و مقصد به‌صورت وزنی در مدل دوربین فضایی است که در واقع میانگین وزنی متغیر توضیحی استان‌های مجاور بوده و دربرگیرندهٔ اثرات دی‌اکسید کربن، برای محاسبهٔ اثرات سرریز فضایی متغیرهای توضیحی، است. λ ضریب خطاهای همبستهٔ فضایی است. ε بردار $n\times n\times t$ از خطاهاست که یک متغیر تصادفی i.i.d با میانگین صفر و واریانس مشترک σ_ε^2 فرض شده است. W^{0d} نیز ماتریس وزن‌های جغرافیایی است. شامل ماتریس وزنی n^2 در n^2 که بر اساس مجاورت استان‌های مبدأ و مقصد تشکیل شده است. در یک مدل ایستا با n استان، ماتریس فضایی استاندارد شده W است که یک ماتریس $n\times n$ می‌باشد. W^{0d} در واقع ضرب کرونکر W با خودش است که یک ماتریس وزنی فضایی استاندارد شده $n^2\times n^2$ است. در پژوهش حاضر از ماتریس مجاورت (همسایگی) به‌منظور تشکیل ماتریس وزن‌های استاندارد شده (W) استفاده شده است، به‌صورتی که درایه مربوط به استان‌های دارای مرز مشترک عدد یک و در سایر موارد همچنین قطر اصلی صفر در نظر گرفته شده و سپس به‌صورت سطری استاندارد شده است. ذکر این نکته ضروری است که نتایج آزمون‌های تشخیصی در تعیین معنی‌داری هر یک از ضرایب شامل ρ، θ_1، θ_2 و λ در مدل تعیین‌کنندهٔ نوع مدل فضایی پویا و قابل استفاده در دستیابی به اهداف پژوهش بوده است. همان‌گونه که ذکر شد هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیرگذاری اثرات سرریز از بخش نیروگاه‌های حرارتی کشور بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های ایران با رویکرد اقتصادسنجی فضایی برآورد، تجزیه و تحلیل و در انتخاب نوع مدل از مدل دوربین فضایی استفاده شده و کلیهٔ برآوردهای پژوهش با به‌کارگیری بسته‌های موجود نرم‌افزاری XSMLE در نرم‌افزار Stata۱۴ به شرح جدول (۴) ارائه شده است.

۸- یافته‌های پژوهش

آزمون‌های تشخیصی

جدول ۳. نتایج آزمون‌های تشخیصی

نتیجه	اندازهٔ معیار	معیار	آزمون
عدم خود همبستگی	۰/۷۵	ارزش	دوربین واتسن[1] (بررسی خودهمبستگی پسماندها)
	۰/۲۳	مقدار احتمال خطا	
عدم ناهمسانی	۸e+۵	کایدو (۲۷)	والد[2] (بررسی تشخیص ناهمسانی واریانس‌ها در پسماندها)
	۰	کایدو< مقدار احتمال خطا	
اثرات ثابت	-۳/۴۷	کایدو (۲۷)	هاسمن[3] (تعیین نوع اثرات شامل اثرات ثابت و تصادفی مقاطع)
	chi2<0	کایدو< مقدار احتمال خطا	

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از آزمون والد نشان‌دهندهٔ عدم وجود ناهمسانی واریانس می‌باشد، بیشتر بودن مقدار احتمال خطا از ۰/۰۵ در آزمون دوربین واتسون نیز نشان‌دهندهٔ عدم وجود خود همبستگی در پسماندها است. نتایج آزمون هاسمن نیز تعیین‌کنندهٔ مدل اثرات ثابت است.

برآورد مدل دوربین فضایی

آماره Rho پارامتر برآوردی از پارامتر ρ یعنی وقفهٔ فضایی در مدل ۳ نشان می‌دهد میانگین وزنی متغیر وابسته سایر استان‌ها بر اساس مجاورت، مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن استان‌های مورد مطالعه بوده است؛ بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده از متغیرهای توضیحی اصلی در جدول ۴، اثرات سرریز از بخش نیروگاه‌های حرارتی کشور در مدل با اطمینان بیش از ۹۹ درصد مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن بوده است.

1. Watson Durbin
2. Wald
3. Hausman

جدول ۴. نتایج برآورد مدل پژوهش و فرضیات تحقیق

متغیر توضیحی اصلی	مدل داده‌های تابلویی	مدل دوربین فضایی (SDM) بر اساس مجاورت استان‌ها	مدل دوربین فضایی (SDM) بر اساس هر استان بر خود
LPOP	۰/۹۹۵***	-۱/۴۹۱***	۰/۹۸۹۶***
GDP	۰/۰۰۶***	۰/۰۲۵***	۰/۰۰۰۶***
EES	-۲/۸۰	-۲/۸۱***	-۸/۰۵
EEP	۹/۹۹۷***	-۸/۴۳۵***	-۱۰/۴
HC	-۰/۱۹۷	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۱
Spatial Rho	-	۰/۹۵***	-
R^2	۰/۹۹	۱	-

*معنی‌داری با احتمال ۹۰ درصد

**معنی‌داری با احتمال ۹۵ درصد

***معنی‌داری با احتمال ۹۹ درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

۹- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از پژوهش حاضر بررسی نحوهٔ تأثیرگذاری اثرات سرریز از بخش نیروگاه‌های حرارتی کشور بر انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس اطلاعات (دیتا[1]) استانی کشور ایران بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴ با به‌کارگیری مدل دوربین فضایی است. علت انتخاب نیروگاه‌های حرارتی کشور در این پژوهش، آن است که نیروگاه‌های حرارتی مهم‌ترین منبع انتشار گاز دی‌اکسیدکربن برای ایران می‌باشد. با توجه به این‌که مطالعات انجام شده درزمینهٔ موضوع پژوهش استفاده ننموده‌اند؛ و مطالعات اندک نیز از مدل‌های اقتصادسنجی سنتی برای بررسی موضوع استفاده نموده‌اند، لذا، بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از بررسی سوابق موضوع، پژوهش حاضر با روش دوربین فضایی (SDM) برای اولین بار در کشور انجام شده است.

با توجه به یافته‌های پژوهش نتایج حاصل از آزمون والد نشان‌دهندهٔ عدم وجود ناهمسانی واریانس می‌باشد، بیشتر بودن مقدار احتمال خطا از ۰/۰۵ در آزمون دوربین واتسون نیز نشان‌دهندهٔ عدم وجود خود همبستگی در پسماندها است. نتایج آزمون هاسمن نیز تعیین‌کنندهٔ مدل اثرات ثابت است.

1. Data

همچنین معنی‌داری وقفهٔ فضایی در پژوهش، لزوم استفاده از روش رگرسیون فضایی و در نظر گرفتن اثرات سرریز از بخش نیروگاه‌های حرارتی کشور از طریق مجاورت مثبت و معنی‌دار برآورد شده و با اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت کشش اثرات سرریز برابر با ۰/۹۵ برآورد شده و نشان می‌دهد یک درصد افزایش در انتشار گاز دی‌کسیدکربن نیروگاه‌های حرارتی کشور، در استان‌های مجاور با یکدیگر، منجر به تقویت انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به میزان ۰/۹۵ درصد می‌شود (جدول ۴).

بنابراین پیشنهاد می‌شود: با ایجاد تسهیلات رفاهی و شغلی از مهاجرت به استان‌های صنعتی از طریق توزیع مطلوب فعالیت‌ها، هدایت سرمایه‌گذاری‌های دولتی و تصمیم‌گیری‌های سیاسی به‌سوی کانون‌های شهری کم جمعیت تلاش کنند (رهنمایی و همکاران، ۱۳۸۹)؛ و تدابیری را جهت حذف تدریجی موانع و تسهیلات درون استانی اتخاذ نمایند تا از این طریق امکان بهره‌گیری در جهت محیط‌زیست پاک فراهم شود.

تولید ناخالص داخلی استان‌های مجاور تأثیر مثبت بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد و عدد ذی‌ربط با توجه به نسبت $\frac{0/025}{0/0006} \approx 42$ (۴۲ برابر). پس عدد ۰/۰۲۵ روی محور افقی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در نقطه‌ای به فاصلهٔ ۴۲ برابر فاصله ۰/۰۰۰۶ واقع می‌شود که با توجه به افت شدید منحنی مذکور، مقدار تخریب محیط‌زیست عدد معادل ۰/۰۲۵ بسیار کمتر از عدد معادل ۰/۰۰۰۶ می‌شود، یعنی تخریب حاصل از تولید ناخالص داخلی استان‌های مجاور بسیار کمتر از تخریب حاصل از تولید ناخالص داخلی خود استان می‌باشد. پس با اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت یک واحد افزایش در تولید ناخالص داخلی موجب ۰/۰۲۵ واحد افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های مجاور می‌شود؛ و نیز یک واحد افزایش تولید ناخالص داخلی خود استان موجب ۰/۰۰۰۶ واحد افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن در همان استان می‌شود (جدول ۴).

لذا پیشنهاد می‌شود: در جهت کنترل میزان مصرف انرژی و همچنین برای جلوگیری از کاهش شدید سود نیروگاه‌ها، سهمیه آلودگی به نیروگاه‌ها تخصیص می‌یابد. حق سابقه و حراج[1] سهمیه از روش‌های متداول تخصیص سهمیه به شرکت‌ها می‌باشند. در فازهای ابتدایی این سیستم، تمام یا قسمتی از سهمیه موجود به‌صورت رایگان و به روش حق سابقه به واحدها داده شود. دو روش رایج برای تخصیص رایگان سهمیه به

1. Grandfathering and Auction

نیروگاه‌ها، استفاده از سابقه تولید انرژی الکتریکی[1] و سابقه آلودگی تولیدی[2] آن‌ها در گذشته است؛ بنابراین سیاست‌های اصلاح قیمت و مالیات بر کربن می‌تواند بر میزان مصرف و ارتقاء فناوری‌های مصرف انرژی و به‌تبع آن کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن تأثیر به‌سزایی داشته باشد (صمدی و علومی‌بایگی، ۱۳۹۲)

بررسی این متغیر در پژوهش حاضر: با تحقیقات رشیدی و همکاران (۱۳۹۶) و با تحقیقات بگوم و همکاران (۲۰۱۵) در بازه ۲۰۰۹ -۱۹۷۰ هم‌راستا بوده ولی با تحقیقات بگوم و همکاران (۲۰۱۵) در بازه ۱۹۸۰-۱۹۷۰ هم‌راستا نمی‌باشد که دلیل این امر می‌تواند تغییر در سیاست چگونگی مصرف سوخت‌های مختلف مازوت (با ارزش حرارتی ۹۷۹۰ کیلوکالری بر لیتر)، گازوئیل (با ارزش حرارتی ۹۲۳۲ کیلوکالری بر لیتر) و گاز (با ارزش حرارتی ۸۵۹۰ کیلوکالری بر مترمکعب) باشد که تجدیدنظر در سیاست نوع سوخت نیروگاه‌ها در سال‌های مذکور موجب این اختلاف گردیده است (عطایی کچویی، سرداراونیقی و پیله‌وری، ۱۳۹۲).

ساختار انرژی الکتریکی استان‌های مجاور تأثیر منفی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌گذارد و عدد منفی نشان‌دهندهٔ آلودگی کمتر به خاطر بهبود ساختار انرژی الکتریکی استان‌های هم‌جوار می‌باشد؛ پس با اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت یک واحد افزایش در ساختار انرژی الکتریکی موجب ۲/۸۱- واحد (کاهش) انتشار گاز دی‌اکسید کربن در استان‌های هم‌جوار می‌شود؛ و نیز یک واحد افزایش ساختار انرژی الکتریکی خود استان موجب ۸/۰۵- واحد (کاهش) انتشار گاز دی اکسید کربن در همان استان می‌شود (جدول ۴).

پس سیاست‌هایی برای کاهش میزان آلودگی آن‌ها و همچنین افزایش تولید برق از منابع انرژی تجدیدپذیر پیشنهاد می‌شود.

بررسی این متغیر در پژوهش حاضر: با تحقیقات رشیدی و همکاران (۱۳۹۶) هم‌راستا بوده ولی در ارتباط با تحقیقات لین (۲۰۱۶)، بگوم و همکاران (۲۰۱۵) و کرمانی و همکاران (۲۰۱۵)، نمی‌توان اظهارنظر نمود، زیرا نامبردگان ساختار صنعت را بررسی نموده‌اند و ساختار انرژی الکتریکی بررسی نشده است.

1. Output-based Allowance Allocation
2. Emission-based Allowance Allocation

بهره‌وری انرژی الکتریکی استان‌های مجاور تأثیر منفی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌گذارد و عدد منفی نشان‌دهندهٔ آلودگی کمتر به خاطر بهبود بهره‌وری انرژی الکتریکی استان‌های هم‌جوار می‌باشد؛ پس با اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت یک واحد افزایش در بهره‌وری انرژی الکتریکی استان‌های مجاور موجب ۸/۴۳۵- واحد کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن در استان‌های هم‌جوار می‌شود؛ و نیز یک واحد افزایش در بهره‌وری انرژی الکتریکی خود استان موجب ۱۰/۴- واحد (کاهش) انتشار گاز دی اکسید کربن در همان استان می‌شود (جدول ۴).

پیشنهاد می‌شود: دولت‌ها برای دستیابی به اهداف کاهش آلودگی، سقفی[1] برای کل تولید آلودگی صنایع در سال‌های آینده تعیین نمایند که به‌صورت سهمیه آلودگی[2] بین صنایع تخصیص یابد. در این سیستم نیروگاه‌ها، باید معادل تولید آلودگی خود سهمیه آلودگی در اختیار داشته باشند. این سهمیه‌ها می‌توانند در بازار آلودگی مبادله شود. قیمت سهمیه آلودگی می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم حمایتی برای انرژی‌های تجدیدپذیر باشد. جهت این امر، بازار آلودگی در کنار بازار برق مدل شود که برای مدل‌سازی بازار برق از مدل کورنات استفاده می‌شود. در مدل کورنارت، بازار برق به‌صورت حوضچه انرژی مدل می‌شود که در آن بازیگران بازار با تغییر سطح تولید خود، سودشان را بیشینه می‌کنند. در این‌صورت تقاضای بازار هر روز به سه سطح کم‌باری، میان‌باری و پرباری تقسیم می‌شود. فرض می‌شود که بار هر سطح در طول یک ماه مورد مطالعه ثابت باقی می‌ماند. قیمت بازار برق با توجه به تابع تقاضای سیستم و تولید شرکت‌های مختلف تعیین می‌شود. برای تعیین میزان تولید هر شرکت فرض می‌شود که شرکت‌ها در بازی حداکثرسازی سود خود به تعادل رسیده‌اند. میزان تولید هر شرکت در نقطه تعادل کورنارت برای تعیین قیمت انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای سادگی از قیود انتقال صرف‌نظر می‌شود. برای تعیین نقطه تعادل کورنارت، سود کلیه شرکت‌ها باید به‌صورت همزمان حداکثر شود.

تخصیص اولیه سهمیه آلودگی به واحدها بر سودآوری آن‌ها و قیمت سهمیه آلودگی تأثیر می‌گذارد. تخصص بیش از حد سهمیه اولیه به واحدها باعث سودهای بادآورده

1. Cap
2. Emission Allowances

می‌شود و ممکن است باعث کاهش انگیزه تولید شود و به رقابت واحدهای تولیدی صدمه بزند.

تخصیص اولیه رایگان سهمیه آلودگی به واحدها به دو صورت انجام می‌شود. در این روش از اطلاعات تاریخی آلودگی و میزان تولید استفاده می‌شود.

۱) در روش تخصیص مبتنی بر سابقه آلودگی، میزان آلودگی هر واحد در سال‌های قبل اندازه‌گیری می‌شود و سپس بر اساس آن به واحدها سهمیه آلودگی تخصیص می‌گردد.

۲) در روش تخصیص مبتنی بر سابقه تولید، میزان تولید برق هر واحد در سال‌های قبل به‌عنوان معیاری برای تخصیص سهمیه آلودگی به آن در نظر گرفته می‌شود.

مثلاً فرض می‌شود ۹۰ درصد از کل سقف مجاز آلودگی، به‌صورت رایگان به واحدها تخصیص یابد. بدین منظور ابتدا نقطه تعادل بازار برق بدون در نظر گرفتن بازار آلودگی تعیین می‌شود. آلودگی و تولید هر واحد در نقطه تعادل فوق به‌عنوان اطلاعات تاریخی برای تخصیص سهمیه به هر واحد در نظر گرفته می‌شود. برای مدل نمودن بازار آلودگی فرض می‌شود که هر شرکت مازاد یا کسری سهمیه آلودگی خود را به‌صورت ماهانه معامله می‌کند. قیمت سهمیه آلودگی با توجه به تابع عرضه سهمیه آلودگی تعیین می‌شود. تابع عرضه سهمیه یک تابع خطی صعودی است و نشان‌دهنده این است که با افزایش تقاضا برای سهمیه، قیمت سهمیه آلودگی زیاد می‌شود. در این بازار سایر صنایع آلاینده نیز حضور دارند که قیمت‌پذیر فرض شده‌اند. این صنایع به‌صورت یک تقاضای خالص سهمیه در تابع عرضه سهمیه آلودگی مدل می‌شوند. ۱۰ درصد از سقف آلودگی در حراج سهمیه آلودگی به فروش می‌رسد. حراج سهمیه آلودگی به‌صورت ماهانه انجام می‌شود. شرکت‌های تولیدکننده انرژی الکتریکی (نیروگاه‌ها) برای دریافت سهمیه آلودگی ماهانه، مازاد بر سهمیه رایگان تخصیص یافته به آن‌ها، پیشنهاد قیمت می‌دهند. به عبارتی هر شرکت می‌تواند با توجه به میزان سهمیه مورد نیاز خودش، در حراج شرکت کند و سهمیه اضافی بخرد. خرید و فروش مازاد یا کسری سهمیه آلودگی ماهانه در بازار آلودگی انجام می‌شود؛ و هر شرکت به‌صورت جداگانه تابع هدف خود یعنی سود ماهانه‌اش را بیشینه می‌کند. سود ماهانه هر شرکت تابعی از سهمیه رایگان تخصیص یافته به آن‌ها و سهمیه خریداری شده از حراج است. در مسئله بهینه‌سازی سود هر

شرکت، قیمت تسویه حراج سهمیه آلودگی مجهول است که از مسئله بهینه‌سازی حراج سهمیه به‌دست می‌آید. از طرف دیگر در مسئله بیشینه‌سازی تابع هدف حراج، میزان کسری یا مازاد سهمیه شرکت‌ها مجهول است که از مسئله بهینه‌سازی سود شرکت‌ها به‌دست می‌آید؛ بنابراین با یک مسئله بهینه‌سازی دو سطحی مواجه هستیم که با توجه به قیود، هر سطح مسئله بهینه‌سازی محدب است. در ادامه مسئله بیشینه‌سازی سود شرکت‌ها و رفاه اجتماعی سهمیه آلودگی توسط بهره‌بردار اجتماعی[1] فرمول‌بندی می‌شود (صمدی و علومی‌بایگی، ۱۳۹۲).

بررسی این متغیر در پژوهش حاضر: با تحقیقات رشیدی و همکاران (۱۳۹۶) هم‌راستا بوده و در ارتباط با تحقیقات کرمانی و همکاران (۲۰۱۵) و بگوم و همکاران (۲۰۱۵) به علت عدم لحاظ متغیر نمی‌توان اظهارنظر نمود.

سهم بخش خانگی استان‌های مجاور تأثیر منفی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌گذارد و عدد منفی نشان‌دهندهٔ آلودگی کمتر مثل استفاده از وسایل کم مصرف، یا کاهش مصرف در پیک[2] بار به خاطر بهبود سهم انرژی الکتریکی بخش خانگی استان‌های مجاور می‌باشد)؛ پس یک واحد افزایش در سهم انرژی الکتریکی بخش خانگی موجب ۰/۰۰۳- واحد (کاهش) انتشار گاز دی اکسید کربن در استان‌های هم‌جوار می‌شود؛ و نیز یک واحد افزایش در بهره‌وری انرژی الکتریکی خود استان موجب ۰/۰۰۱- واحد (کاهش) انتشار گاز دی اکسید کربن در همان استان می‌شود (جدول ۴).

پیشنهاد می‌شود: با افزایش قیمت حامل‌های انرژی در کشور، سطح مصرف حامل‌های انرژی کاهش می‌یابد. از طریق اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها با توجه به تأثیری که بر الگوی مصرف خانوارها دارد می‌تواند نقش مهمی در کاهش مستقیم مصرف انرژی الکتریکی و انتشار گازهای گلخانه‌ای منتشره از آن داشته باشد (شهنازی و همکاران، ۱۳۹۶؛ عطایی کچویی و همکاران، ۱۳۹۲).

بررسی این متغیر در پژوهش حاضر: با تحقیقات کرمانی و همکاران (۲۰۱۵) وبگوم و همکاران (۲۰۱۵) به علت عدم لحاظ متغیر نمی‌توان اظهار نظر نمود. در ارتباط با عدم

---

1. Social Planner

۲. پیک عبارتست از حداکثر تقاضای مصرف لحظه‌ای در شبکهٔ توان الکتریکی یا به‌عبارت دیگر عبارتست از حداکثر توان الکتریکی ساعتی واقع شده در یک بازهٔ زمانی مثلاً روزانه، ماهانه، فصلی یا سالانه (WWW.NERC.COM).

هم‌راستایی با تحقیقات رشیدی و همکاران (۱۳۹۶) می‌توان عنوان نمود در تحقیق حاضر سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۷ لحاظ گردیده و رشیدی و همکاران به بازۀ زمانی ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵ پرداخته است و دلیل این امر می‌تواند جابه‌جایی پیک مصرف در کل کشور به علت اجرای طرح یارانه‌ها (این طرح از سال ۱۳۸۹ اجرایی شده است) اتفاق افتاده باشد (عطایی کچویی، سردارد‌وانیقی و پیله‌وری، ۱۳۹۲).

منابع

ابراهیمی، محسن، کفیلی، وحید و بابائی آغ‌اسمعیلی، مجید (۱۳۹۶)، بازار پول و انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن): مقایسه بین کشورهای با درآمد سرانه بالای عضو OECD و کشورهای با درآمد سرانه متوسط به پایین، فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۵(۱۹)، ۲۳۶-۲۱۳.

رشیدی، علی، نظری کودهی، سعید، پایدار راوندی، رامین، شاه حسینی، امید و کوکب پیک، آرش (۱۳۹۶)، تعیین سهم عوامل مؤثر بر انتشار گاز دی اکسید کربن از نیروگاه‌های حرارتی کشور با استفاده از مدلSTIRPAT ، مطالعات علوم محیط‌زیست، ۲(۱): ۳۸-۲۵.

رهنمایی، محمدتقی، محمدپور، صابر و اسکندری، حافظ (۱۳۸۹)، تحلیل نقش مهاجرت در زمینه‌سازی، برای پیدایش آسیب‌های اجتماعی شهرنشینی شتابان در ایران، فصلنامه علمی و پژوهشی جغرافیای انسانی، ۳(۱)، ۱۷۵-۱۵۷

شاداب‌فر، بهرخ، مراسلی، عزیز و شاداب‌فر، الهام (۱۳۹۸)، تجزیه منابع تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن ایران (مطالعۀ موردی استان‌های ایران)، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۵(۶۱): ۲۰۹-۱۷۹.

شجاعی، معصومه، غازی، ساناز و بیرانوند، مهتاب (۱۳۹۲)، انجام مطالعات اقتصادی و زیست‌محیطی نیروگاه‌های فسیلی و هسته‌ای و ارائه گزینه بهینه، فصلنامه علوم اقتصادی، ۷(۲۲): ۴۸-۲۷.

شهنازی، روح‌اله، هادیان، ابراهیم و جرگانی، لطف الله (۱۳۹۶)، بررسی رابطه علیت میان مصرف حامل‌های انرژی، رشد اقتصادی و دی‌اکسیدکربن در بخش‌های اقتصادی، فصلنامه علمی پژوهشی، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۷(۲۸): ۷۰-۵۱

صمدی، مرتضی و علومی‌بایگی، مجید (۱۳۹۲)، اثر بازار آلودگی و حراج سهمیهٔ آلودگی بر سودآوری شرکت‌های تولیدی در برق، بیست و هشتمین کنفرانس بین‌المللی برق، ۱۷-۱.

عسکری، بنت‌الهدی و شفیعی کاخکی، مریم (۱۳۹۵)، پتانسیل تجاری اتحادیهٔ اکو: کاربردی از رگرسیون فضایی پویا با در نظر گرفتن اثرات سرریز فضایی، مجلهٔ اقتصاد و توسعهٔ منطقه‌ای، ۲۳ (۱۱): ۱۹۷-۱۶۷.

عطایی کچویی، الهام، سرداردوانیقی، سهیلا و پیله‌وری، نازنین (۱۳۹۴)، مقایسهٔ نتایج تکنولوژی بازار برق ایران با روش سنتی از دیدگاه پیک مصرف و تولید، چهارمین کنفرانس بین‌المللی و هشتمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری، ایرلند- ایران، ۱۴-۱.

عطایی کچویی، الهام، سرداردوانیقی، سهیلا و پیله‌وری، نازنین (۱۳۹۲)، مقایسهٔ نتایج تکنولوژی بازار برق ایران با روش سنتی از دیدگاه پیک مصرف و تولید برق (مطالعهٔ موردی: شرکت برق منطقه‌ای تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران. ۱۵.

فتحی، بهرام، مهدوی عادلی، محمدحسین و فطرس، محمدحسن (۱۳۹۴)، اندازه‌گیری کارایی زیست‌محیطی انرژی در کشورهای در حال توسعه منتخب با استفاده از مدل‌های ناپارامتریک ایستا و پویا، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۱(۴۶): ۸۷-۶۱.

فطرس، محمدحسن، براتی، جواد و رسول‌زاده، مریم (۱۳۹۳)، تحلیل تجزیهٔ ساختاری انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2) صنعتی با رویکرد داده – ستانده، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۰(۴۱): ۱۵۲-۱۳۱.

فطرس، محمدحسن و برزگر، حمیده (۱۳۹۲)، اثرات برخی متغیرهای کلان اقتصادی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در آسیای مرکزی و ایران،۱۹۹۵-۲۰۰۷، پژوهشنامهٔ اقتصاد کلان، ۸(۱۶): ۱۵۸-۱۴۱.

کهنسال، محمدرضا و شایان‌مهر، سمیرا (۱۳۹۵)، آثار متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست: کاربرد الگوی معادلات همزمان فضایی داده‌های تابلویی، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵(۱۹): ۲۱۶-۱۷۹.

منظور، داوود و رضایی، حسین (۱۳۹۲)، بررسی اثرات اصلاح قیمت سوخت مصرفی نیروگاه‌ها بر میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای: رویکرد پویایی سیستم، فصلنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳(۹): ۲۱۵-۱۹۹.

Begum, R.A., Sohag, K., Abdullah, S.M.S. and M. Jaafar (2015), CO 2 Emissions, Energy Consumption, Economic and Population Growth in Malaysia, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41: 594-601.

Belotti, F., Hughes, G., Mortari, A (2013), XSMLE-A Command to Estimate Spatial Panel Models in stata. Postdam, Germam stata Users Group Meeting.

Ghorbani, A (2014), A review of carbon capture and sequestration in Iran: microalgal biofixation potential in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 35: 73-100.

Haq, I., Zhu, S.J., Shafiq, M (2016),Empirical investigation of environmental Kuznets curve for carbon emission in Morocco. Ecol. Indic.67:491–496.

Karmellos, M., Kopidou, D., Diakoulaki, D, (2016), A decomposition analysis of the driving factors of CO2 (carbon dioxide) emissions from the power sector in the European Union countries. Energy, 94: 680–692.

Kermani, F.I., Ghasemi, M. and Abbasi, F (2015), Industrialization, Electricity Consumption and Co2 Emissions in Iran. International Journal of Innovation and Applied Studies, 10(3): 969.

Kim, J.; Park, K (2016), Financial development and deployment of renewable energy technologies, Energy Econ, 59: 238–250.

Li, A.J., Zhang, A.Z., Zhou, Y.X., Yao, X (2017), Decomposition analysis of factors affecting carbon dioxide emissions across provinces in China. J. Clean. Prod, 141: 1428–1444.

Li, H (2012), Analysis of regional difference on impact factors of China’s energy–related CO 2 emissions. Energy, 39(1): 319-326.

Lin, B (2016),Is the environmental Kuznets curve hypothesis a sound basis for environmental policy in Africa? Journal of Cleaner Production, 133: 712-724.

Metulini, R (2013), Spatial gravity models for international trade: a panel analysis among OECD countries,ERSA conference papers, Palermo.

Ndoricimpa, A (2017), Analysis of asymmetries in the nexus among energy use, pollution emissions and real output in South Africa. Energy, 125: 543–551.

Shahiduzzaman, M.; Layton, A (2017), Decomposition analysis for assessing the United States 2025 emissions target: How big is the challenge? Renew. Sustain, Energy Rev, 67: 372.

Shahzad, S., Kumar, R., Zakaria, M., Hurr, M, (2017) Carbon emission, energy consumption, trade openness and financial development in Pakistan: A revisit, Renew, Sustain, Energy Rev, 70: 185–192.

Wang, Y., Zhang, C., Lu, A.T., Li, L., He, Y.M., Tojo, J., Zhu, X.D, (2017), A disaggregated analysis of the environmental Kuznets curve for industrial CO2 emissions in China. Appl, Energy, 190: 172–180.

Wang,P.,Wu,W.S.,Zhu,B.Z.,Wei,Y.M (2016), Examining the impact factors of energy-related CO2 emissionsusing STIRPAT model in Guangdong province, China, Appl, Energy, 106: 65–71.

Yan, Q.Y., Zhang, Q., Zou, X (2016), Decomposition analysis of carbon dioxide emissions in China's regional thermal electricity generation, 2000–2020, Energy, 112: 788–794.

Zhou, Y., Liu, Y.S., Wu, W.X., Li, Y.R (2015), Effects of rural-urban development transformation on energy consumption and CO2 emissions: A regional analysis in China. Renew, Sustain, Energy Rev, 52: 863–875.

https://fa.m.wikipedia.org

WWW.NERC.COM

Investigating the Effect of Overflow Effects from Heat Sector of Iran on Greenhouse Gas Emissions; Application of Space Durbin Model

Elham Ataei Kachooei
Ph.D Student in Accounting, Department of Accounting, Babol Branch, Islamic Azad, University, Babol, Iran, Elhamataei28@yahoo.com

Kaveh Azinfar[1]
Assistant Professor of Accounting, Department of Accounting, Babol Branch, Islamic Azad, University, Babol, Iran, azinfarbaboli@yahoo.com

Maryam Shafiee Kakhaki
Assistant Professor of Econometrics, Department of Economics, Babol Branch, Islamic Azad, University, Babol, Iran, M_shafiee_k@yahoo.com

Iman Dadashi
Assistant Professor of Accounting, Department of Accounting, Babol Branch, Islamic Azad, University, Babol, Iran, i.dadashi@gmail.com
Received: 2019/12/02 Accepted: 2020/08/11

Abstract

Issues related to environment are one of the most important issues that confront communities in recent decades. Resource scarcity and the necessity of development for Iran and other similar countries requires us to deal with carbon dioxide emissions as a manifestation of environmental crisis. In this study, we assess the relationship between carbon dioxide emissions as a dependent variable with population, gross domestic product, electrical energy productivity, electrical energy structure, and household consumption as independent variables, using panel data. We first develop a model with a spatial lag of both the explanatory and dependent variables, which is called the Spatial Durbin Model (SDM). In this study, we modeled the carbon dioxide flow over the period 2005 to 2014 for thermal power plants using a dynamic spatial regression model and a spatial Hausmann test. This test highlights the strong preference for the fixed effect model. We modified the Wald test for group wise hetero skedasticity in the fixed effect regression model and the Durbin-Watson test for the residual autocorrelation detection results. Effects of the Spatial Durbin Models (SDM) confirm the assumption of the effectiveness of spatial effects. We estimate the elasticity of the overflow effects through positive and significant proximity. Our research findings indicate that an increase in gross domestic product of adjacent provinces increases carbon dioxide emissions the concerned province and neighboring provinces. We also observe that increased electrical energy productivity, electrical energy structure and increased share of electricity consumption by households reduces carbon dioxide emissions in the concerned province and neighboring provinces.

JEL Classification: C21,C23,Q01,Q48, Q54

Keywords: Carbon dioxide emissions, Electrical Energy Productivity, Spatial Durbin Models

1. Corresponding Author