پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران
سال پنجم، شماره ۱۹، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۲۱۶-۱۷۹

آثار متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست: کاربرد الگوی معادلات همزمان فضایی داده‌های تابلویی

محمدرضا کهنسال[۱]

سمیرا شایان مهر[۲]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۵/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش۱۳۹۵/۱۲/۱۶

چکیده:

برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در زمینه‌ی رشد اقتصادی به‌عنوان یکی از اهداف کلان اقتصادی، نیازمند توجه ویژه به بخش انرژی، محیط‌زیست و ارتباط آن‌ها با تولید است. در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر متقابل میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست و نوع ارتباطات فضایی ۹ کشور منتخب درحال‌توسعه از الگوی معادلات همزمان فضایی برای داده‌های تابلویی با اثرات تصادفی طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۰ استفاده شده است. نتایج بیانگر آن است که مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست هر کشور تحت تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست کشورهای مجاور قرار دارد. همچنین بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان بیان کرد یک رابطه علت و معلولی دوطرفه میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست و همچنین میان آلودگی محیط‌زیست و مصرف انرژی وجود دارد. بنابراین یک رابطه دوطرفه میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی نیز برقرار است با توجه به نتایج پیشنهاد می‌شود به‌منظور دستیابی به رشد اقتصادی پایدار از ابزارهای مالیاتی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین جایگزینی انرژی‌های تجدید پذیر با انرژی‌های فسیلی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی وقفه فضایی، آلودگی محیط‌زیست، رشد اقتصادی، مصرف انرژی، معادلات همزمان.

---

۱ استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)
Email: kohansal@um.ac.ir
۲ دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
Email: Samira_shayanmehr@yahoo.com

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، آلودگی به یکی از چالش‌های اصلی مدیریتی کشورها تبدیل شده است؛ به‌طوری‌که کشورها علاوه بر سیاست‌ها و اقدامات درون مرزهای خود، ساماندهی آلودگی را در حوزه‌ی بین‌المللی نیز دنبال می‌کنند. از میان مصادیق آلودگی، آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای یکی از تهدیدهای جدی پیش روی بسیاری از کشورها می‌باشد. که با توجه به ماهیت آن شیوع بیشتری داشته و در اکثر مناطق جهان محسوس است (شجری و همکاران، ۱۳۹۲). بر اساس گزارش هیئت میان دولتی تغییر اقلیم (IPCC)[1] در سال ۲۰۱۴، دی‌اکسید کربن ۷۶ درصد کل گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده است. بر این اساس می‌توان عنوان کرد که کاهش انتشار دی‌اکسید کربن نقش مهمی در محافظت از محیط‌زیست و توسعه پایدار دارد (عمری[2]، ۲۰۱۳). با توجه به این مهم در بسیاری از مطالعات داخلی و خارجی به شناسایی عوامل مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن و ارتباط آن با سایر مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی، زیست‌محیطی پرداخته‌اند به‌طوری‌که با شناسایی این عوامل بتوان اقدامات لازم برای دستیابی به توسعه پایدار را فراهم کرد. از میان این عوامل اثرگذار می‌توان به مصرف انرژی و رشد اقتصادی اشاره کرد.

انرژی نقش مؤثری در رشد اقتصادی کشورها ایفا می‌کند به‌طوری‌که به‌عنوان یک نیروی محرکه در اکثر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از سوی دیگر مصرف انرژی به دلیل انتشار کربن و گازهای گلخانه‌ای منجر به آلودگی هوا می‌شود. این امر به‌ظاهر یک تناقض و دوگانگی میان دستیابی به یک رشد و توسعه اقتصادی بالا و حفاظت از محیط‌زیست است. اما شواهد زیادی در کشورهای پیشرفته نشان داده است اگر مسیر رشد اقتصادی به‌درستی پیموده شود و سیاست‌های مناسبی در این راستا اتخاذ شود نه‌تنها تضادی در این زمینه وجود ندارد بلکه رشد اقتصادی نیز می‌تواند باعث بهبود وضعیت زیست‌محیطی شود. این امر بدون اطلاع از چگونگی رابطه میان مصرف انرژی، سطح فعالیت‌های اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای امکان‌پذیر نیست.

1 Intergovernmental Panel on Climate Change
2 Omri

ازاین‌جهت همه کشورها برای آنکه رشد اقتصادی همراه با ملاحظات زیست‌محیطی را تجربه کنند باید به‌طور دقیق از این ارتباطات اطلاع داشته باشند (مهدوی عادلی و قنبری، ۱۳۹۲). بدین منظور، در این مقاله تلاش شده است ارتباط متقابل میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست در کشورهای درحال‌توسعه بررسی شود. در ادامه این پژوهش، در ابتدا به بررسی مبانی نظری و مطالعات گذشته پرداخته و سپس در قسمت سوم پژوهش، الگوی اقتصادسنجی مورداستفاده جهت شناسایی ارتباط میان متغیرها معرفی می‌شود و در قسمت چهارم به تحلیل و تفسیر نتایج پرداخته می‌شود و در انتها با توجه به نتایج به‌دست‌آمده پیشنهادهایی ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری و مروری بر مطالعات تجربی

۲-۱.مبانی نظری

۲-۱-۱. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)[1]

فرضیه‌ی کوزنتس برای اولین بار در سال ۱۹۵۵ توسط سیمون کوزنتس و در مطالعه‌ای با عنوان «رشد اقتصادی و نابرابری درآمد» مطرح شد. اخیراً اقتصاددانان محیط‌زیست تلاش کرده‌اند به تشریح رابطه‌ی متقابل میان کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی بر پایه نظریه‌ی کوزنتس بپردازند (مهدوی عادلی و قنبری، ۱۳۹۲). این نظریه بیانگر آن است که در مراحل اولیه‌ی رشد اقتصادی، آگاهی و اطلاع از مشکلات زیست‌محیطی پایین بوده و این مسائل برای مردم بی‌اهمیت است. در این مراحل تکنولوژی‌های سازگار با محیط‌زیست در دسترس نمی‌باشند. بنابراین، در مراحل نخستین رشد اقتصادی، خسارت‌های زیست‌محیطی همراه با رشد درآمد افزایش می‌یابد و این افزایش تا یک سطح درآمد سرانه افزایش می‌یابد سپس با افزایش اطلاعات زیست‌محیطی، اجرای قوانین زیست‌محیطی، تکنولوژی بهتر و هزینه‌های زیست‌محیطی بالاتر، به‌تدریج سطح تخریب محیط‌زیست کاهش می‌یابد به این دلیل در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس رابطه میان کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی، توسط یک منحنی U برعکس نشان داده‌شده است (حسینی نسب و پایکاری،

1 Environment Kuznets Curve

۱۳۹۱). آپرگیس[1] (۲۰۱۶)، لاملا[2] (۲۰۰۹)، کارلوس[3] (۲۰۰۷)، هراتی و همکاران (۱۳۹۲)، اصغری و عاملی (۱۳۹۰)، دهقان (۱۳۸۷)، سلیمی فرد و دهنوی (۱۳۸۸) و پور کاظمی و ابراهیمی (۱۳۸۷) در مطالعه خود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید کرد. درحالی‌که در مطالعه‌ی شعبانی و همکاران (۱۳۸۹) منحنی زیست‌محیطی کوزنتس مورد تأیید واقع نشد. از سوی دیگر هولتز-ایکین و سلدن[4] (۱۹۹۵)، آزو ماهو[5] و همکاران (۲۰۰۶) منحنی فزاینده یکنواخت[6] را کشف کرد و منحنی N شکل توسط فریدل و گتزنر[7] (۲۰۰۳)، بریجر[8] و همکاران (۲۰۰۸)، اگلی و استجر[9] (۲۰۰۷) معرفی شد. دستیابی به منحنی N شکل بدین معناست که پس از عبور از یک فاز شبیه EKC (U معکوس، که در آن پس از یک دوره تخریب محیط‌زیست به‌واسطه رشد اقتصادی کیفیت محیط‌زیست بهبودیافته)، رشد اقتصادی بیشتر مجدداً منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود. با این وجود، ریچموند و کافمان[10] (۲۰۰۶) دریافتند که هیچ رابطه معنی‌داری میان رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن وجود ندارد.

۲-۱-۲. مبانی نظری رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی

امروزه علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به‌عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید مطرح است. به‌عنوان‌مثال، برنت و وود[11] (۱۹۷۵)، نشان دادند که در تابع تولید، یکی از عوامل تولید، انرژی است که ارتباط ضعیفی با نیروی کار دارد، آن‌ها تابع تولید را به این صورت نشان دادند:

Q=F(H(K, E),L)

1 Apergis
2 Lamla
3 Carlos
4 Holtz-Eakin and Selden.
5Azomahou
6 monotonic rising curve
7 Friedl and Getzner
8 Brajer
9 Egli and Steger
10 Richmond and Kaufmann
11 Berndt and Wood

ایشان دریافتند که سرمایه و انرژی با یکدیگر ترکیب می‌شوند و عامل تولید H را ایجاد می‌کنند. سپس برای تولید محصول با کار ترکیب می‌شود (استرن[1]، ۱۹۹۳). همچنین در مدل رشدی که توسط نایر و آیرس[2] (۱۹۸۴) بیان‌شده است، تولید نیازمند صرف مقادیر فراوان انرژی است، درنتیجه انرژی تنها عامل رشد است. سرمایه و نیروی کار عوامل واسطه‌ای هستند که برای به‌کارگیری، به انرژی نیاز دارند (استرن، ۱۹۹۳؛ آماده و همکاران، ۱۳۸۸). به‌این‌ترتیب اگر تولید را تابعی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی در نظر بگیریم، فرم تابع تولید را به‌صورت زیر می‌توان نوشت:

$$Q=f(K, L,E).$$

در رابطه بالا، Q محصول ناخالص داخلی، K نهاده سرمایه، L نهاده نیروی کار و E نهاده انرژی است. همچنین فرض شده است که میان میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر، افزایش در هر یک از نهاده‌های مذکور موجب افزایش تولید می‌شود، به بیان ریاضی داریم (آل‌عمران و همکاران، ۱۳۹۱):

$$\frac{\partial Q}{\partial K}>0\ ,\ \frac{\partial Q}{\partial L}>0,\ \ \frac{\partial Q}{\partial E}>0$$

۲-۲. مروری بر مطالعات تجربی

آماده و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در ایران با استفاده از الگوی خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و همچنین الگوی تصحیح خطا (ECM) پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که یک رابطه علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت یک‌طرفه از مصرف نهایی انرژی و مصرف نهایی انرژی برق به رشد اقتصادی وجود دارد و همچنین یک رابطه علیت کوتاه‌مدت یک‌طرفه نیز از رشد اقتصادی به مصرف نهایی گاز طبیعی وجود دارد. آقایی (۱۳۹۵) به بررسی رابطه علیت میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی به تفکیک حامل‌های انرژی و بخش‌های مختلف اقتصادی پرداخت و دریافت مصرف انرژی بر رشد اقتصادی اثر مثبتی دارد. صادقی و همکاران (۱۳۹۳) رابطه

1 Nair and Ayres
2 Stern

علی میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی موردبررسی قراردادند و نشان دادند رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی برقرار بوده و رابطه علی دوطرفه میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود ندارد. محمدی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی رابطه علیت میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی پرداختند و دریافتند یک رابطه علی خطی و غیرخطی یک‌طرفه، از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد. دامن کشیده و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی پرداختند، نتایج نشان داد که رابطه مثبت و معنی‌داری میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. چنگ و لای[1] (۱۹۹۷)، با استفاده از آزمون علیت گرنجری هسیائو[2]، دریافتند که یک رابطه علیت یک‌طرفه از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی برای کشور تایوان وجود دارد. عقیل و بوت[3] (۲۰۰۱) به بررسی رابطه علیت گرنجری میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور پاکستان با استفاده از آزمون علیت گرنجری هسیائو پرداختند. نتایج نشان‌دهنده آن است که رشد اقتصادی، علت مصرف انرژی است. آلتینای و کاراگول[4] (۲۰۰۴) رابطه علیت میان مصرف برق و تولید ناخالص ملی در ترکیه را موردبررسی قراردادند. آن‌ها دریافتند که شواهد قوی برای اجرای علیت تک‌سویه از مصرف برق به درآمد وجود دارد. همچنین نشان دادند که عرضه‌ی برق برای مصرف بیشتر برق و بنابراین برای حفظ رشد اقتصادی در ترکیه اهمیت ضروری دارد. بلومی[5] (۲۰۰۹) با استفاده از مدل VECM نشان داد که در تونس، رابطه علیت میان مصرف انرژی و درآمد وجود داشته است. آروری[6] و همکاران (۲۰۱۲) رابطه میان انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی و تولید ناخالص ملی واقعی را در ۱۲ کشور MENAبررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که در کل منطقه، تولید ناخالص ملی واقعی با انتشار دی‌اکسید کربن رابطه درجه‌دو دارد. صادقی و موسویان (۱۳۹۳) به بررسی رابطه علیت میان انتشار کربن،

1 Cheng and Lai
2 Hsiao
3 Aqeel and Butt.
4 Altinay and Karagol
5 Belloumi
6 Arouri

مصرف انرژی و تولید سرانه در ایران پرداختند. نتایج نشان داد رابطه علیت یک‌طرفه از تولید ناخالص داخلی به انتشار کربن برقرار است. همچنین رابطه علیت یک‌طرفه‌ای نیز، از رشد اقتصادی به مصرف انرژی وجود دارد. سویتاس و ساری[1] (۲۰۰۹) و آنگ (۲۰۰۷) نشان دادند که انتشار دی‌اکسید کربن می‌تواند بر تولید ناخالص ملی و یا مصرف انرژی تأثیرگذار باشد. بلومی (۲۰۰۹) برای تونس، اوزتورک و آکاراوکی[2] (۲۰۱۰) برای ترکیه، مینیاه و والد روفیل[3] (۲۰۱۰) برای ایالت متحده، کولونیس[4] (۲۰۱۳) در دانمارک و مین لیم[5] و همکاران (۲۰۱۴) در فیلیپین یافتند که اگر رابطه از مصرف انرژی به تولید ناخالص ملی و یا انتشار دی‌اکسید کربن برسد، آنگاه تولید ناخالص ملی و یا انتشار دی‌اکسید کربن قابل‌افزایش از طریق مصرف انرژی است. هالیچیوغلو[6] (۲۰۰۹) برای ترکیه و لطفعلی پور و همکاران (۲۰۱۰) برای ایران نشان دادند رابطه علیت از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی و یا به انتشار دی‌اکسید کربن است.

جمع‌بندی مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پژوهش نشان می‌دهد:

در مطالعات داخلی- ۱- با توجه به مبانی نظری مطرح‌شده در این پژوهش، تاکنون در مطالعات صورت گرفته رابطه متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست بررسی نشده است. ۲- با توجه به اینکه میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست رابطه متقابل وجود دارد و لازمه بررسی آن، استفاده از الگوهای معادلات سیستمی است، ولی در این گروه از مطالعات عموماً از الگوهای تک معادله‌ای استفاده است و توجهی به ارتباطات سیستمی میان روابط نشده است.

در مطالعات خارج از کشور- تاکنون در هیچ مطالعه‌ای رابطه متقابل میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست در قالب الگوهای فضایی بررسی نشده است درصورتی‌که که رفتارها و تصمیم‌گیری‌های کشورها بر یکدیگر تأثیر می‌گذارد و عدم

1 Soytas and Sari
2 Ozturk and Acaravci
3 Menyah and Wolde-Rufael
4 Kulionis.
5 Min Lim et al.
6 Halicioglu

توجه به این آثار، فروض گاوس مارکف را نقض خواهد نمود و درنتیجه شیوه اقتصادسنجی مرسوم کاربرد نخواهد داشت (عسگری و اکبری، ۱۳۸۰). و ضروری است از الگوهای فضایی استفاده شود.

بنابراین در این پژوهش تلاش شده است، برای اولین بار رابطه مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست در قالب الگوی اقتصادسنجی معادلات همزمان فضایی داده‌های پانل بررسی شود. ذکر این نکته ضروری است، از این الگو تاکنون در هیچ مطالعه داخلی استفاده‌نشده است.

۳. روش تحلیل داده‌ها

در این مطالعه برای شناسایی آثار متقابل انتشار CO_2 (به‌عنوان متغیر آلودگی محیط‌زیست) و GDP (به‌عنوان متغیر رشد اقتصادی) و مصرف انرژی بر یکدیگر از الگوی پانل معادلات همزمان فضایی استفاده‌شده است که در این قسمت به معرفی تک‌تک اجزای این الگو پرداخته‌شده است.

الف-الگوی داده‌های تابلویی

در این مطالعه به علت نوع داده‌های موردمطالعه، روش داده‌های تابلویی استفاده می‌شود. داده‌های تابلویی، محیط بسیار مناسبی برای گسترش روش‌های تخمین و نتایج نظری را فراهم می‌سازند و محققان قادر به استفاده از داده‌های مقطعی سری زمانی برای بررسی مسائلی می‌شوند که امکان مطالعه آن‌ها در محیط‌های مقطعی یا سری زمانی وجود ندارد و روش‌های داده‌های تابلوئی، روشی برای تلفیق داده‌های مقطعی و سری زمانی است (بالتاجی، ۲۰۰۵).

ب- الگوی معادلات همزمان

سیستم معادلات همزمان به لحاظ ساختاری متفاوت با رگرسیون‌های چند متغیره است و ممکن است تأمین‌کننده فروض کلاسیک حاکم بر رگرسیون‌های چند متغیره نباشد. به‌عنوان‌مثال، متغیر وابسته در یک معادله به‌عنوان متغیری توضیحی در معادله‌ای دیگر از

سیستم ظاهر می‌شود. چنین متغیر توضیحی ممکن است با جمله پسماند معادله‌ای که در آن به‌عنوان متغیر توضیحی واردشده است همبسته باشد و همبسته بودن متغیر توضیحی با جمله پسماند در یک معادله، فرض کلاسیک $cov(u_i,x_i)=0$ را نقض می‌کند. در چنین شرایطی استفاده از برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی منجر به نتایجی می‌شود که نه‌تنها اریب است، بلکه ناسازگار نیز می‌باشد. یعنی حتی اگر حجم نمونه به سمت بی‌نهایت میل کند، بازهم برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی با مقادیر حقیقی جامعه برابر نمی‌شوند درواقع در این حالت، یک رویکرد معادلات همزمان لازم است مورداستفاده قرار گیرد تا این تورش را کاهش دهد (شهیدی و یاوری، ۱۳۹۲).

شکل کلی معادله رگرسیونی داده‌های پانل با متغیر درون‌زا می‌باشد:

$$Y_{it} = \theta Z_{it} + \beta X_{it} + \mu_i + v_{it} \qquad i=1,2,...,N \quad t=1,2,...,T \qquad (1)$$

Z_{it} بردار متغیرهای درون‌زا می‌باشد و این متغیرها دارای همبستگی با v_{it} است. X_{it} نیز برداری از متغیرهای برون‌زاست. v_{it} خطای ناشی از روند زمانی و μ_i خطای ناشی از وجود وقفه تعریف می‌شوند. انواع روش‌های اقتصادسنجی با تأکید بر حذف یا وجود جز اخلال μ_i به‌منظور انجام بهترین برازش ارائه‌شده‌اند؛ بنابراین اگر فرض شود μ_i با دیگر متغیرها نا همبسته است می‌توان از روش اثرات تصادفی استفاده کرد. بالسترا[1] و وارادهاراجان- کریشناکومار[2](۱۹۸۷) نوعی از اثر تصادفی معروف به G2SLS را معرفی کرده‌اند. در حالت حداقل مربعات دومرحله‌ای روش اجزای خطای یک‌طرفه استفاده می‌شود. در این روش دو جزء واریانس متغیر μ_i و v_{it} وجود دارد. به دلیل آنکه واریانس اجزای خطای دو متغیر ناشناخته است برای تخمین از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته(GLS) استفاده می‌شود. به‌این‌ترتیب روش G2SLS برای داده‌های تابلوئی روشی سازگار و کارا است و نیازی به آزمون هاسمن جهت آزمون سازگاری الگوهای تصادفی (Random effect) در این روش وجود ندارد (رفعت و بیک زاده، ۱۳۹۱) .

1 Balestra
2 Varadharajan- Krishnakumar

ج- الگوی فضایی

ازآنجایی‌که در مطالعه حاضر، داده‌های مورد استفاده از کشورهای مجاور تهیه شد و دارای جزء مکانی هستند، به‌کارگیری شیوه‌های اقتصادسنجی عمومی چندان کارساز نیست، چراکه در این حال، دو مسئله رخ خواهد داد (لی ساگ، ۱۹۹۹). ۱- وابستگی فضایی ۲- ناهمسانی فضایی. بنابراین اقتصادسنجی مرسوم، دو موضوع وابستگی فضایی و ناهمسانی فضایی را در نظر نمی‌گیرد، و توجه به آن‌ها فروض مورد استفاده در اقتصادسنجی مرسوم، یعنی فروض گاوس مارکف نقض خواهد شد. در قضیه گاوس مارکف فرض بر این است که متغیرهای توضیحی در نمونه‌گیری‌های تکراری ثابت‌اند، ولی وجود وابستگی فضایی در میان نمونه‌ها این فرض را نقض می‌کند، همچنین ناهمسانی فضایی، فرض گاوس مارکف را که یک رابطه خطی مشخص میان مشاهدات نمونه‌ای وجود دارد نقض می‌کند. چراکه با فرض وجود وابستگی فضایی بین داده‌ها با حرکت میان داده‌های نمونه فضایی رابطه تغییر خواهد کرد و ضرایب، تابع خطی برحسب متغیر وابسته نخواهد بود و درنتیجه شیوه اقتصادسنجی مرسوم کاربرد نخواهد داشت (عسگری و اکبری، ۱۳۸۰). بنابراین در چنین شرایطی الگوهای فضایی روش مناسبی است.

ازلحاظ تاریخی مبنای اولیه اقتصادسنجی فضایی در اوایل دهه ۱۹۷۰ برای انجام مطالعاتی با داده‌های بین کشوری در اروپا پایه‌ریزی شد که می‌توان به مطالعات هودریک[1]، پالینک[2] و کلاسن[3] اشاره کرد (انسلین[4]، ۱۹۸۸). برخی ویژگی‌ها و روش‌های مدل‌سازی در اقتصادسنجی فضایی توسط اکبری (۱۳۸۴) و عظیمی (۱۳۹۱) معرفی شدند.

درنهایت، سه مدل اصلی در اقتصادسنجی فضایی مورداستفاده قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از مدل وقفه فضایی[5]، مدل خطای فضایی[6] و مدل دوربین فضایی[7]. در مدل وقفه فضایی

1 Hordijk
2 Paelinck .
3 Klaassen.
4 Anselin
5 Spatial Lag Model
6 Spatial Error Model
7 Spatial Durbin Model

اثرات فضایی صرفاً از طریق متغیر وابسته منتشر می‌شوند؛ درحالی‌که در مدل خطای فضایی فرض بر این است که جمله خطا مسیر اصلی انتشار فضایی است. در مدل دوربین فضایی نیز اثر انتشار فضایی هم از طریق متغیر وابسته و هم از طریق متغیرهای مستقل مدل در نظر گرفته می‌شود (خلیلی عراقی و همکاران، ۱۳۹۲). لازم به ذکر است که در این مطالعه مدل وقفه فضایی مورداستفاده قرارگرفته است. مدل وقفه فضایی و به‌عبارت‌دیگر مدل خود رگرسیون فضایی (SAR) که از متغیرهای فضایی و متغیرهای مستقل موجود در مدل‌های مرسوم رگرسیونی تشکیل‌شده است به‌صورت زیر تصریح می‌شود:

$$y = \rho w_{\cdot} y + \beta x + \varepsilon \qquad (۲)$$
$$\varepsilon \approx N(., \sigma \cdot I_n)$$

که در آن y برداری از متغیر وابسته، x نمایانگر متغیرهای توضیحی، w_1 ماتریس وزن‌های فضایی می‌باشد که در ادامه چگونگی شکل‌گیری آن‌ها توضیح داده می‌شود. β نشان‌دهنده برداری از پارامترها برای متغیرهاست. ρ نشان‌دهنده ضریب خودهمبستگی فضایی است (خلیلی عراقی و همکاران، ۱۳۹۲).

-تعیین ماتریس همسایگی

برای تدوین الگوی فضایی، اولین قدم ایجاد ماتریس همسایگی[1] یا ماتریس وزن‌های فضایی است. برای ایجاد ماتریس وزن‌های فضایی دو روش وجود دارد. روش اول: ماتریس همسایگی بر اساس مجاورت[2] روش دوم: ماتریس به‌منزله تابعی از فاصله. برای تعیین ماتریس W یا ماتریس وزن‌های فضایی به روش مجاورت، روش‌های گوناگونی وجود دارد که مجاورت خطی، رخ مانند، فیل مانند، خطی دوطرفه، رخ مانند دوطرفه و ملکه از آن جمله‌اند (نجفی علمدار لو و همکاران، ۱۳۹۱). ماتریس W را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد:

1 Neighbouring matrix.
2 Contiguity

$$W = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & \cdots & w_{1N} \\ w_{21} & 0 & \cdots & w_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N1} & w_{N2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، ماتریس W یک ماتریس متقارن است که عناصر قطر اصلی صفر و سایر عناصر درصورتی‌که دو کشور همسایه باشند یک و در غیر این صورت صفر می‌باشد (خلیلی عراقی و همکاران، ۱۳۹۲). در ادامه، ضروری است ماتریس مجاورت استاندارد شود (تبدیل ماتریس W به ماتریسی که حاصل جمع سطر آن واحد باشد) که آن را ماتریس مجاورت «مرتبه اول استانداردشده» می‌نامند (عسگری و اکبری، ۱۳۸۰). با استاندارد نمودن ماتریس مجاورت و سپس حاصل‌ضرب آن در بردار متغیر وابسته، متغیر جدیدی حاصل می‌شود که میانگین مشاهدات ناشی از مناطق مجاور را نشان می‌دهد و اصطلاحاً آن را متغیر تأخیر فضایی می‌نامند (نجفی علمدار لو و همکاران، ۱۳۹۱).

- آزمون‌های تشخیص خودهمبستگی

برای بررسی و آزمون ضریب خودهمبستگی فضایی و معنی‌داری آن می‌توان از آماره‌های مختلف همچون آماره موران[1]، گری[2] و گتیس[3] استفاده کرد در مطالعات تجربی، عموماً از آماره موران در تحلیل خودهمبستگی فضایی استفاده می‌شود (رفیعی و قربانی، ۱۳۹۳). آماره موران را برای متغیر x در مناطق مختلف می‌توان به‌صورت ذیل محاسبه کرد (لی و وونگ، ۲۰۰۱):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} c_{ij}}{s_0 \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}} \qquad (۴)$$

1Moran I
2Geary
5 Getis

$$s^{2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^{2}}{n} \qquad (۵)$$

در رابطه فوق، x_i و x_j مقادیر x در مورد مناطق مختلف می‌باشد و s^2 واریانس نمونه است. w_{ij} موقعیت مجاورت i وjنسبت به یکدیگر و به عبارتی نوع ارتباط فضایی آن‌ها است که به‌عنوان ماتریس وزن نام‌برده می‌شود (رفیعی و قربانی، ۱۳۹۳). در آماره گری، نحوه محاسبه آن تا حدودی مشابه آماره موران است؛ با این تفاوت که تأکید آماره موران بر انحراف از میانگین کل مشاهدات است، درحالی‌که آماره گری، بر اختلاف هر دو ناحیه نسبت به یکدیگر تأکید دارد (تسائی، ۲۰۰۵). آماره گتیس به‌صورت زیر قابل‌محاسبه است:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(d)\, x_i x_j}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i x_j} \qquad (۶)$$

در رابطه فوق x_i و x_j مقادیر x در مورد مناطق مختلف می‌باشد و w_{ij} موقعیت مجاورت i وj نسبت به یکدیگر و به عبارتی نوع ارتباط فضایی آن‌ها است که به‌عنوان ماتریس وزن نام‌برده می‌شود. d فاصله همسایگی است بنابراین هر نقطه فراتر از فاصله d دارای مقدار صفر و درنتیجه از مطالعه حذف شدند (کلیف، ۱۹۸۱).

د- تصریح الگو

فرم ساختاری الگو به‌صورت زیر قابل‌ارائه است:

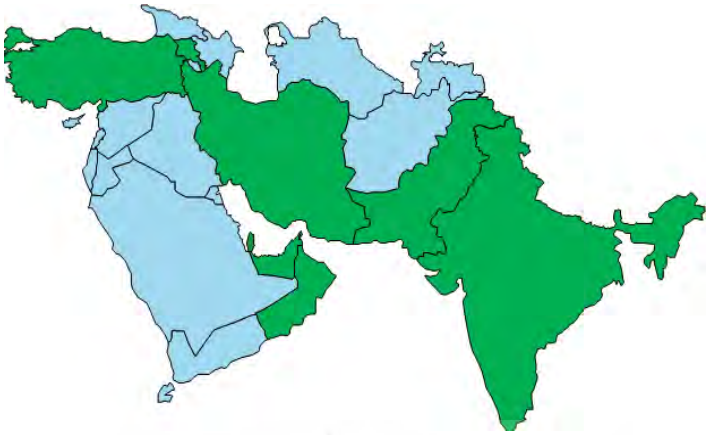
$$Ln(GDP_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(CO_{2it}) + \alpha_2 Ln(E_{it}) + \alpha_3 Ln(L_{it}) + \alpha_4 Ln(K_{it}) + \rho W_{it} Ln(GDP_{it}) + \varepsilon_{it} \qquad (۷)$$

$$Ln(E_{it}) = \xi_0 + \xi_1 Ln(GDP_{it}) + \xi_2 Ln(CO_{2it}) + \xi_3 Ln(L_{it}) + \xi_4 Ln(K_{it}) + \xi_5 Ln(FD_{it}) + \xi_6 Ln(POP_{it}) + \rho W_{it} Ln(E_{it}) + \pi_{it} \qquad (۸)$$

$$Ln(CO_{2it}) = \varphi_0 + \varphi_1 Ln(E_{it}) + \varphi_2 Ln(GDP_{it}) + \varphi_3 Ln(UR_{it}) + \varphi_4 Ln(TO_{it}) + \rho W_{it} Ln(CO_{2it}) + v_{it} \qquad (۹)$$

در این روابط، i نشان‌دهنده‌ی کشور و t نشان‌دهنده‌ی زمان است. $\ln(GDP_{it})$ نشان‌دهنده‌ی لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵، $\ln(CO_{2it})$ لگارتیم انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (متریک تن)، $\ln(E_{it})$ لگارتیم مصرف انرژی سرانه برحسب کیلوگرم معادل نفت خام، $\ln(L_{it})$ لگارتیم نیروی‌کار (درصدی از کل جمعیت)، $\ln(K_{it})$ لگارتیم موجودی سرمایه به قیمت ثابت ۲۰۰۵، $\ln(FD_{it})$ لگارتیم توسعه‌ی مالی (اعتبار داخلی برای بخش خصوصی)، $\ln(POP_{it})$ لگارتیم کل جمعیت (هزار نفر)، $\ln(UR_{it})$ لگارتیم شهرنشینی (درصدی از کل)، $\ln(TO_{it})$ لگارتیم درجه باز بودن تجاری (مجموع صادرات و واردات نسبت به تولید ناخالص داخلی). $W\ln(GDP)$، $W\ln(E)$ و $W\ln(CO_2)$ متغیرهای تأخیر فضایی است.

نمونه‌ی آماری این پژوهش شامل ۹ کشور منتخب درحال توسعه شامل هند، بنگلادش، پاکستان، ایران، ترکیه، ارمنستان، امارات متحده عربی، قطر و عمان می‌باشد که در دوره زمانی ۲۰۱۱-۲۰۰۰ موردبررسی قرارگرفته‌اند. با توجه به اینکه بخش قابل‌توجهی از کشورهای درحال‌توسعه فاقد اطلاعات آماری مناسب جهت تحلیل بودند، بنابراین در این مطالعه سعی شد کشورهای انتخاب شود که کامل‌ترین منابع اطلاعات را در مقایسه با سایر کشورها داشته و همچنین با یکدیگر مجاور باشند. موقعیت کشورهای منتخب در شکل (۱) نشان داده شده است. لازم به ذکر است که اطلاعات مورد نیاز برای انجام این پژوهش از بانک جهانی جمع‌آوری‌شده است.



شکل ۱. موقعیت کشورهای منتخب درحال توسعه

٤. تخمین و تفسیر معادلات

همزمانی در الگوهای موردنظر به معنای استفاده از متغیرهای ابزاری و روش حداقل مربعات معمولی دومرحله‌ای هنگام تخمین معادلات است ولی هر یک از سه رابطه به‌صورت مجزا از یکدیگر برآورد می‌شوند. در برآورد ارتباط متقابل میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن متغیرهای توسعه‌ی مالی، جمعیت، شهرنشینی، درجه‌ی باز بودن تجاری، نیروی کار و موجودی سرمایه به‌عنوان متغیر ابزاری استفاده‌شده است. ارزیابی شروط درجه‌ای و رتبه‌ای هر یک از سیستم معادلات نشان می‌دهد که تمامی معادلات، مشخص هستند و الگوهای موردنظر از طریق به‌کارگیری داده‌های تابلویی با الگوهای اثرات تصادفی و با استفاده از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای (G2SLS)[1] وقفه فضایی در نرم‌افزار Stata برآورد شده است.

در ابتدا ایستائی متغیرهای مورداستفاده در برآورد داده‌های تابلوئی با استفاده از آزمون ریشه واحد LLC موردبررسی قرارگرفته است. در جدول (۱) نتایج این آزمون برای مقادیر لگاریتمی متغیرها گزارش‌شده است. نتایج نشان می‌دهد فرضیه صفر مبنی بر ریشه واحد

1Generalized Two Stage Least Squares.

متغیرها رد می‌شود که این بدان معناست که همه متغیرها ایستا هستند. در ادامه به‌منظور انتخاب بین روش‌های داده‌های تابلویی و داده‌های تلفیقی، از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. در این آزمون فرض صفر دلالت بر این دارد که اثرات انفرادی واحدهای مختلف یکسان است و در مقابل فرض H_1 حاکی از یکسان نبودن حداقل یکی از واحدهای انفرادی با واحد پایه می‌باشد (رفعت و بیک زاده، ۱۳۹۱). در این مطالعه با رد فرض صفر آزمون F لیمر، معنی‌دار بودن اثرات تابلویی تأیید می‌شود و معادلات به روش داده‌های تابلویی تخمین زده خواهند شد.

جدول ۱: نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها

نام متغیر	احتمال پذیرش صفر	مقدار آماره
ln(GDP)	۰/۰۳۲۰	۱/۸۵
$ln(CO_2)$	۰/۰۱۸۰	۲/۰۹
ln(E)	۰/۰۰۱۴	۲/۹۸
ln(L)	۰/۰۰۴۴	۲/۶۲
ln(K)	۰/۰۰۳۸	۲/۶۷
ln(FD)	۰/۰۰۸۷	۲/۳۷
Ln(TO)	۰/۰۰۰۱	۳/۸۱
ln(POP)	۰/۰۰۱۱	۳/۰۵
ln(UR)	۰/۰۰۰۰	۲۷/۶۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

قبل از برآورد مدل به بررسی ویژگی‌های داده‌های موردبررسی پرداخته‌شده است. در جدول (۲) خلاصه آماری متغیرها شامل میانگین و انحراف معیار، نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین میانگین مصرف انرژی (۱۸۸۰۷/۵۳) و تولید ناخالص داخلی سرانه (۵۵۱۳۵/۷۳) در کشور قطر و بیشترین میانگین انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (۶۴/۰۸) در کشور ارمنستان است. کمترین میانگین مصرف انرژی (۱۶۸/۷۱)، کمترین میانگین انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (۰/۲۹) و کمترین میانگین تولید ناخالص داخلی سرانه (۵۱۱/۵۷۳) در کشور بنگلادش است. کمترین پراکندگی (انحراف معیار) مصرف انرژی (۲۱/۲۳) در کشور بنگلادش، کمترین پراکندگی تولید ناخالص

داخلی سرانه (۶۳/۰۷) در کشور پاکستان و کمترین پراکندگی (انحراف معیار) در انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (۰/۰۲) در کشور هند است. درحالی‌که بیشترین پراکندگی در مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار دی‌اکسید کربن به ترتیب در کشور قطر (۲۴۴۸/۱)، امارات متحده عربی (۸۱۲۵/۶) و قطر (۴۸/۴۱) است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲: خلاصه آماری (قبل از گرفتن لگاریتم)، ۲۰۱۱-۲۰۰۰.

	مشخصات آماری	انتشار CO_2	مصرف انرژی	تولید ناخالص داخلی سرانه	نیروی کار (٪)	موجودی سرمایه	توسعه مالی (٪)	جمعیت کل (هزار نفر)	جمعیت شهرنشین (٪)	آزادی تجاری (٪)
پاکستان	میانگین	۰/۸۸	۴۸۷/۷۶	۷۰۴/۹۸	۳۲/۴۳	۴۳۰/۶۵	۲۴/۴۵	۱۵۵۳۵۸/۶	۳۴/۹۷	۱۸/۸۲
	انحراف معیار	۰/۰۸	۲۱/۳۱	۶۳/۰۷	۱/۷۱	۳۵/۲۹	۳/۶	۱۱۵۴۲/۱	۱/۲۶	۱۵/۰۵
ارمنستان	میانگین	۶۴/۰۸	۷۹۶/۱۴۴	۱۶۳۳/۱۳	۴۷/۷۳	۱۰۵۵/۷۹	۱۴/۶۲	۳۰۱۰/۳	۶۴/۰۸	۶۸/۵۹
	انحراف معیار	۰/۳۵	۱۳۵/۴۷	۴۷۷/۶۶	۱/۱۷	۵۰۳/۴۱	۹/۹۸	۳۹/۱۴	۰/۳۵	۸/۲۶
ایران	میانگین	۶/۸۲	۲۴۳۰/۷۳	۳۲۱۰/۶۹	۳۲/۸۸	۳۵۶۳/۸۴	۴۱/۲۹	۷۰۵۲۵/۷۵	۶۷/۷۷	۳۳/۰۴
	انحراف معیار	۰/۷۷	۳۶۶/۷۲	۴۴۶/۶۳	۲/۰۰۱	۵۹۱/۴	۱۰/۲۷	۲۹۹۲/۵۹	۲/۳۵	۷/۹۵
ترکیه	میانگین	۳/۶۷	۱۳۰۱/۵۸	۷۰۱۴/۱۱	۳۳/۸۷	۳۹۲۷/۷	۲۷/۶۴	۶۸۲۳۱/۵۵	۶۸/۰۵	۳۱/۹۵
	انحراف معیار	۰/۴۳	۱۴۱/۹۳	۸۸۲/۰۶	۱/۱	۹۵۰/۸۷	۱۳/۳۲	۳۲۲۳/۳	۲/۱۴	۱۴/۵
قطر	میانگین	۵۱/۸۷	۱۸۸۰۷/۵۳	۵۵۱۳۵/۷۳	۶۴/۹۴	۴۰۰۹۵/۲	۳۶/۴۳	۱۰۷۴/۷۶	۰/۷۵	۸۳/۱۱
	انحراف معیار	۴۸/۴۱	۲۴۴۸/۱	۳۴۲۲/۱	۷/۶۶	۷۲۴۲/۹	۷/۴۷	۴۷۹/۴	۰/۸۷	۲۶/۵۶
امارات	میانگین	۲۵/۷۵	۹۵۳۴/۰۸	۳۶۴۱۲/۰۱	۶۳/۰۱	۱۲۵۵۰/۸	۵۱/۱۴	۵۳۸۳/۰۷	۸۲/۳۹	۸۱/۷۷
	انحراف معیار	۵/۰۲	۱۶۹۸/۵	۸۱۲۵/۶	۳/۷۸	۱۷۲۸/۱	۱۷/۸۷	۲۰۸۹/۲	۱/۳۵	۱۷/۷۸
عمان	میانگین	۱۳/۹۱	۵۲۵۵/۷۷	۱۳۲۰۱/۵۹	۳۸/۴۸	۱۶۳۳۲/۵	۳۷/۴۸	۲۵۷۴/۲	۷۳/۰۳	۷۱/۰۹

	انحراف معیار	۳/۵۸	۱۴۲۳/۶	۶۴۶/۷	۴/۴	۶۱۶۷/۷	۴/۷	۲۸۶/۸	۱/۵۴	۴/۷
بنگلادش	میانگین	۰/۲۹	۱۶۸/۷۱	۵۱۱/۵۷۳	۴۶/۴۴	۲۸۸/۶۰	۳۱/۰۲	۱۴۳۱۸۹/۳۱	۲۷/۲۴	۳۵/۴۴
	انحراف معیار	۰/۰۵	۲۱/۲۳	۶۳۰۵/۰۹	۱/۲۷	۶۳/۳۱	۶/۴۶	۷۱۷۲/۸۸	۲/۵۳	۶/۵۷
هند	میانگین	۱/۳۳	۴۷۶/۶۵	۷۷۵/۹۶	۳۹/۴۰	۶۷۳/۹۶	۳۹/۸۳	۱۱۵۲۱۷۷/۵	۲۹/۴۲	۳۳/۲۶
	انحراف معیار	۰/۰۲	۵۷/۴۷	۱۶۸/۵۲	۰/۸۷	۲۶۱/۳۴	۸/۶۴	۶۳۷۲۹/۲۷	۱/۱۹	۱۲/۴۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در ادامه به‌منظور واردکردن متغیر وقفه فضایی در الگو لازم است ماتریس مجاورت استانداردشده محاسبه شود که در این پژوهش با توجه به اینکه ۹ کشور موردمطالعه قرارگرفته است در ابتدا بر اساس مجاورت رخ مانند یک ماتریس با ابعاد ۹ سطر و ۹ ستون تشکیل و سپس با توجه به ساختار پانلی داده‌ها، به یک ماتریس مجاورت پانلی با ابعاد ۸۱×۸۱ سطر و ستون تبدیل شد.

سپس به بررسی آزمون I موران، گری و گتیس پرداخته می‌شود. در این آزمون فرضیه صفر دلالت بر فقدان خودهمبستگی فضایی دارد. با توجه به نتایج جدول (۳) خودهمبستگی فضایی تأیید می‌شود. بنابراین استفاده از الگوی فضایی جهت بررسی روابط مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست مورد تأیید واقع می‌شود.

جدول ۳: نتایج آزمون خودهمبستگی فضایی

معادله	آزمون	مقدار	مقدار احتمال
۷	MoaanII I	۶/۷۹	۰/۰۰۰۰
	GearyCC C	-۵/۸۰۷	۰/۰۰۰۰
	Getis-Ord G	-۶/۷۹	۰/۰۰۰۰
۸	MoaanII I	۴/۸۵	۰/۰۰۰۰
	GearyCC C	-۳/۴۵	۰/۰۰۰۶
	Getis-Ord G	-۴/۸۵	۰/۰۰۰۰
۹	MoaanII I	۶/۷۴	۰/۰۰۰۰
	GearyCC C	-۳/۲۰	۰/۰۰۱۳
	Getis-Ord G	-۶/۷۴	۰/۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۴) با توجه به ضرایب تعیین، درجه بالایی از قدرت توضیح‌دهندگی الگوی وقفه فضایی معادلات همزمان را در قالب اثرات تصادفی نشان می‌دهد. ضریب جمله همبستگی که همان ρ در رابطه (۲) است معنادار است که بیانگر آن است که می‌بایست به روش اقتصادسنجی فضایی تخمین صورت پذیرد و رشد اقتصادی کشورهای موردبررسی از رشد اقتصادی کشورهای مجاور تأثیر گرفته است و مثبت بودن متغیر تأخیر فضایی به

این معناست که مجاورت کشورها با یکدیگر، اثر مثبتی بر روی رشد اقتصادی کشورها داشته است.

بر اساس نتایج جدول (۴) در مقایسه با مطالعات شهباز و همکاران (۲۰۱۲) و عمری (۲۰۱۳) نشان داد که در مطالعات مذکور نیروی کار تأثیر منفی و معنی‌دار بر رشد اقتصادی دارد که به لحاظ نوع اثرگذاری مطابق با نتیجه مطالعه فعلی می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش ۱۰ درصد نیروی کار، رشد اقتصادی ۳/۵ درصد افزایش می‌یابد. تأثیر منفی نیروی کاربر رشد اقتصادی را می‌توان این‌گونه توجیه کرد، ازآنجایی‌که تکنولوژی تولید در کشورهای درحال‌توسعه کاربر بوده و استفاده بیش‌ازحد از نیروی کار در بسیاری از بخش‌های اقتصادی، بازده نزولی را به همراه دارد درنتیجه افزایش اشتغال در این کشورها لزوماً افزایش تولید را به همراه نخواهند داشت. افزایش موجودی سرمایه منجر به افزایش رشد اقتصادی کشورها شده است به دلیل اینکه در این کشورها سرمایه‌گذاری در بخش تولید پایین‌تر از سطح مطلوب می‌باشد درنتیجه کشورهای مذکور ظرفیت مناسب برای تکنولوژی‌های تولید سرمایه‌بر به‌جای تکنولوژی‌های کاربر را دارند که عملاً رشد اقتصادی را به همراه خواهد داشت. این نوع اثرگذاری موجودی سرمایه بر رشد اقتصادی در مطالعات شهیدی و یاوری(۱۳۹۲)، شهباز (۲۰۱۲) و عمری (۲۰۱۳) تأییدشده است. متغیر مصرف انرژی مثبت و معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که افزایش در مصرف انرژی تمایل به ارتقاء رشد اقتصادی دارد به‌طوری‌که با افزایش ۱۰ درصد انرژی، رشد اقتصادی ۴/۲ درصد افزایش می‌یابد بر این اساس، به‌وضوح قابل‌تشخیص است که وجود منبع انرژی عامل بسیار حائز اهمیتی در راه رشد اقتصادی است. این نتیجه با یافته‌های آپرگیس و پن (۲۰۱۰) در کشورهای OECD، شهباز و همکاران (۲۰۱۳) برای هند، وانگ و همکاران (۲۰۱۳) در کشورهای OECD و عمری (۲۰۱۳) در کشورهای MENA سازگار است. متغیر انتشار دی‌اکسید کربن منفی و معنادار است که بیانگر آن است که با ۱۰ درصد افزایش در تولید گاز دی‌اکسید کربن، ۰/۳ درصد رشد اقتصادی کاهش می‌یابد این نتیجه مطابق با یافته‌های عمری (۲۰۱۳) در کشورهای MENA و جایانداکوماران و همکاران (۲۰۱۲) برای هند و چین می‌باشد.

جدول ٤: نتایج برآورد مدل وقفه فضایی (SAR) پانل معادلات همزمان

معادله (۷): متغیر وابسته: LnGDP		
نام متغیر مستقل	ضریب	آماره t
عرض از مبدأ	۰/۵۲*	۱/۸۴
$\ln(CO_2)$	-۰/۰۳***	-۶/۲۸
ln(E)	۰/۴۲***	۶/۱۲
ln(L)	-۰/۳۵***	-۷/۹۸
ln(K)	۰/۴۷***	۷/۶۰
W * Ln(GDP)	۰/۰۰۳**	۲/۱۷
(Buse) R^2	۰/۹۹	-
(Buse) R^2Adj	۰/۹۹	-
Raw Moments R^2	۰/۹۹	-
Raw Moments R^2 Adj	۰/۹۹	-

مأخذ: یافته‌های پژوهش (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

با توجه به یافته‌های جدول (۵) ضرایب تعیین نشان‌دهنده‌ی درجه بالایی از قدرت توضیح-دهندگی الگو است. در این معادله، ضریب جمله همبستگی معنادار است که تأکید بر استفاده از الگوهای فضایی در تخمین دارد و نشان‌دهنده‌ی آن است که مصرف انرژی کشورهای موردبررسی تحت تأثیر مصرف انرژی کشورهای مجاور است و مثبت بودن متغیر تأخیر فضایی به این معناست که مجاورت کشورها با یکدیگر، اثر مثبتی بر روی مصرف انرژی داشته است.

همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود متغیر انتشار دی‌اکسید کربن مثبت و معنی‌دار است این نحوه اثرگذاری در مطالعه ستین و اسویت[1] (۲۰۱۵) تأییدشده است. رشد اقتصادی اثر مثبت و معنی‌داری بر مصرف سرانه انرژی دارد که با یافته‌های اوه و لی[2] (۲۰۰۴) در کشور کره، آلتینای و کاراگول (۲۰۰۴) در کشور ترکیه، آنگ (۲۰۰۸) در کشور مالزی، هالیچیوغلو (۲۰۰۹) در کشور ترکیه، اودهیامبو[3] (۲۰۰۹) در کشور تانزانیا،

1 cetin and Ecevit
2 oh and Lee
3 odhiambo

بلومی (۲۰۰۹) در کشور تونس و عمری (۲۰۱۳) در کشورهای MENA سازگار است. سرمایه اثر مثبت و معنی‌داری بر مصرف انرژی دارد به‌طوری‌که با افزایش ۱۰ درصد سرمایه، مصرف سرانه انرژی ۳/۵ درصد افزایش می‌یابد. این به معنی این است که سرمایه نقش مهمی در مصرف انرژی ایفا می‌کند و تأثیر مثبت این متغیر بر مصرف انرژی در مطالعه لرد[1] و همکاران (۲۰۱۰) نیز تأیید شده است. نیروی کار هم اثر مثبت و ناچیزی بر مصرف سرانه انرژی دارد که این نوع اثرگذاری در راستای نتایج ساری و همکاران (۲۰۰۸) برای ایالت متحده و لرد و همکاران (۲۰۱۰) برای باربادوس است. متغیر توسعه مالی تأثیر مثبت و ناچیزی بر مصرف سرانه انرژی دارد، به دلیل اینکه توسعه مالی، کسب و کار را افزایش می‌دهد و بدنبال آن تقاضا برای انرژی افزایش می‌یابد و این نوع اثرگذاری در مطالعات سادورسکی[2] (۲۰۱۰ و ۲۰۱۱)، شهباز و لین[3] (۲۰۱۲)، اسلام و همکاران (۲۰۱۳)، شهباز و همکاران (۲۰۱۳) و وانگ و همکاران (۲۰۱۳) نیز تأیید شده است. متغیر جمعیت دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر مصرف سرانه انرژی دارد. این نتیجه می‌تواند، به دلیل بالا بودن رشد جمعیت نسبت به رشد مصرف انرژی در کشورهای منتخب درحال‌توسعه باشد. از سوی دیگر با توجه به بهبود تکنولوژی، افزایش آگاهی، افزایش انرژی‌های نو (غیر فسیلی) و... می‌توان کاهش مصرف سرانه انرژی در این کشورها را نسبت به جمعیت توجیه کرد. ذکر این نکته ضروری است ایده واردکردن متغیر جمعیت از مطالعه عمری (۲۰۱۳) گرفته‌شده است که در این مطالعه نیز اثر این متغیر در برخی از کشورها منفی بوده است.

1 Lorde
2 Sadorsky
3 Shahbaz and Lean

جدول ۵: نتایج برآورد مدل وقفه فضایی (SAR) پانل معادلات همزمان

معادله (۸): متغیر وابسته: LnE		
نام متغیر مستقل	ضریب	آماره t
عرض از مبدأ	۲/۵۸***	۲/۸۲
$ln(CO_2)$	۰/۰۱***	۲/۶۱
ln(GDP)	۰/۴۴***	۳/۳۱
ln(L)	۰/۰۶	۱/۳۴
ln(K)	۰/۳۵***	۴/۰۹
Ln(FD)	۰/۰۰۴	۰/۴۲
Ln(POP)	-۰/۰۳*	-۱/۸۶
W * Ln(E)	۰/۱۱**	۱/۹۶
(Buse) R^2	۰/۹۹	-
(Buse) R^2Adj	۰/۹۹	-
Raw Moments R^2	۰/۹۹	-
Raw Moments R^2 Adj	۰/۹۹	-

مأخذ: یافته‌های پژوهش (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

بر اساس نتایج مندرج در جدول (۶) متغیر وابستگی فضایی تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن داشته است. معنی‌دار بودن اثر متغیر وابستگی فضایی نشان می‌دهد که همواره سهمی از انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن در گروه کشورهای موردبررسی، مربوط به اثر مجاورت و همسایگی کشورها بوده است.

جدول ٦: نتایج برآورد مدل وقفه فضایی (SAR) پانل معادلات همزمان

معادله (۹): متغیر وابسته:$Ln(CO_2)$		
نام متغیر مستقل	ضریب	آماره t
عرض از مبدأ	۰/۰۷	۰/۲۳
ln(E)	۰/۳۷***	۲/۸۹
ln(GDP)	۰/۰۲**	۲/۲۵
ln(TO)	۰/۰۳*	۱/۸۵
ln(UR)	۰/۰۶	۰/۳۳
W * $Ln(CO_2)$	۰/۴۸***	۴/۰۰
(Buse) R^2	۰/۹۰	-
(Buse) R^2Adj	۰/۸۹	-
Raw Moments R^2	۰/۹۱	-
Raw Moments R^2 Adj	۰/۹۰	-

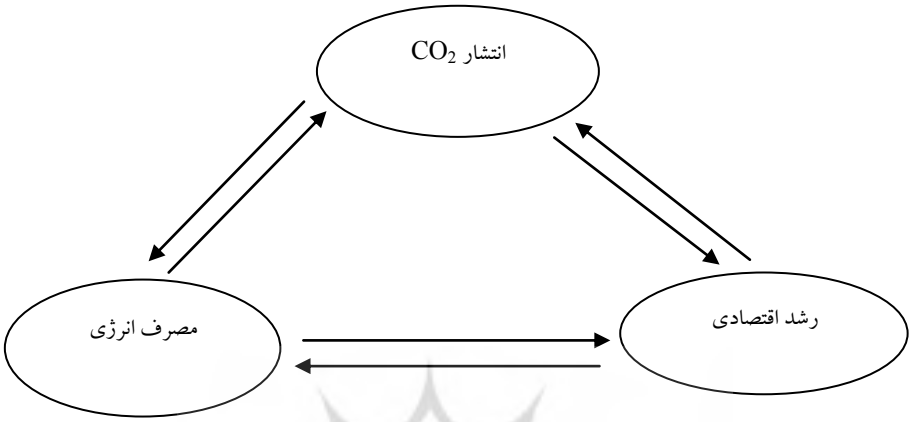
مأخذ: یافته‌های پژوهش (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

همانطور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود تولید ناخالص داخلی سرانه تأثیر مثبت و معنی-داری بر انتشار دی‌اکسید کربن سرانه داشته است به‌طوری‌که با افزایش ۱۰ درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه، ۰/۲ درصد انتشار دی‌اکسید کربن افزایش می‌یابد. این دلالت می-کند که افزایش در رشد اقتصادی تمایل به افزایش تخریب محیط‌زیست دارد. این نتایج با یافته‌های هالیچیوغلو (۲۰۰۹) برای ترکیه، فودها و زاقدود (۲۰۱۰) برای ۱۲ کشور MENA، جایانداکوماران و همکاران (۲۰۱۲) برای دو کشور چین و هند، صبوری و همکاران (۲۰۱۲) برای مالزی، عمری (۲۰۱۳) برای کشورهای MENA و لی (۲۰۱۳) برای کشورهای گروه ۲۰ (G20) سازگار است. مصرف سرانه انرژی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد. ضریب ۰/۳۷ نشان می‌دهد که انتشار گاز دی‌اکسید کربن ۳/۷ درصد افزایش می‌یابد زمانی که مصرف انرژی یک درصد افزایش می‌یابد. این به این معنی است که افزایش در مصرف انرژی منجر به افزایش تخریب محیط‌زیست می‌شود. این نتایج در راستای یافته‌های مطالعات سویتاس و همکاران (۲۰۰۷) برای ایالت متحده،

هالیچیوغلو (۲۰۰۹) برای ترکیه، ژانگ و چنگ (۲۰۰۹) برای چین، کومار (۲۰۱۱)، عروری[1] و همکاران (۲۰۱۲) برای ۱۲ کشور MENA و عمری (۲۰۱۳) برای کشورهای MENA است. متغیر شهرنشینی دارای تأثیر مثبت ناچیزی در انتشار گاز دی‌اکسید کربن است. ضریب ۰/۰۶ نشان می‌دهد که انتشار دی‌اکسید کربن ۰/۶ درصد افزایش می‌یابد زمانی که یک افزاش ۱۰ درصدی در شهرنشینی وجود دارد که ازلحاظ نوع اثرگذاری با مطالعات حسین (۲۰۱۱) برای کشورهای تازه صنعتی و عمری (۲۰۱۳) برای کشورهای MENA سازگار است. درحالی‌که در مطالعه پومانی وونگ و کانکو (۲۰۱۰) اثر شهرنشینی بر میزان مصرف انرژی منفی است. متغیر درجه باز بودن تجارت تأثیر مثبت و معنی‌داری در انتشار دی‌اکسید کربن دارد که با یافته‌های حسین (۲۰۱۱) برای کشورهای تازه صنعتی، عمری (۲۰۱۳) برای کشورهای MENA و برقی اسکویی (۱۳۸۸) برای کشورهای با درآمد سرانه بالا و درآمد سرانه پایین مطابقت دارد. از طرفی مطالعات عمری (۲۰۱۳) و جلیل و محمود (۲۰۰۹) رابطه منفی میان این دو متغیر را نشان داد.

بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که: ۱- یک رابطه علت و معلولی دو طرفه میان مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد که مطابق با یافته‌های مطالعه عمری (۲۰۱۳) می‌باشد ۲- یک رابطه علی دوطرفه میان مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد که با یافته‌های مطالعه هری و سلیم (۲۰۱۲) برای چین سازگار است. درحالی‌که در مطالعه عمری (۲۰۱۳) یک رابطه یک‌طرفه از مصرف انرژی به انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد. ۳- یک رابطه علت و معلولی دوطرفه میان رشد اقتصادی و تولید گاز دی‌اکسید کربن وجود دارد که این رابطه در مطالعات کندو و دیندا[2] (۲۰۰۲) و قوش[3] (۲۰۱۰) تأییدشده است . شکل (۲) خلاصه نتایج داده‌های جدول ۴، ۵ و ۶ است که ارتباط میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست را تأیید می‌کند.

1 Arouri
2 Coondoo and Dinda
3 Ghosh



شکل ۲: اثر متقابل CO_2، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی برای کشورهای درحال‌توسعه
مأخذ: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

انتشار گازهای گلخانه‌ای و پیامدهای منفی آن بر رفاه جامعه توجه بسیاری از پژوهشگران و سیاست‌گذاران در کشورهای مختلف را به خود جلب کرده است. عوامل متعدی میزان انتشار این گاز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعه حاضر اثرات متقابل میان آلودگی محیط‌زیست، رشد اقتصادی و مصرف انرژی را با استفاده از الگوی پانل معادلات همزمان فضایی موردبررسی قرار داده است. نتایج این الگو نشان می‌دهد که مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست کشورهای موردبررسی، تحت تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست کشورهای مجاور قرار داشته است. همچنین نتایج پژوهش بیانگر آن است که یک رابطه علت و معلولی دوطرفه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی، میان مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست و همچنین میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست مشاهده می‌شود.

بر طبق نتایج به‌دست‌آمده، در بیان پیشنهادهای سیاستی می‌توان به این نکته اشاره کرد که با توجه به اثرگذاری مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب موردبررسی،

توجه به مصرف انرژی عامل مهمی در تضمین رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی است. پس به‌منظور کاهش انتشار دی‌اکسید کربن ضرورتی ندارد مصرف انرژی کاهش یابد زیرا این امر منجر به افت تولید ناخالص داخلی می‌شود بلکه بهتر است سوخت‌های پاک و سبز را جایگزین سوخت‌های فسیلی و غیرقابل‌تجدید کرد تا از این طریق دو هدف تداوم رشد اقتصادی و کاهش دی‌اکسید کربن تحقق یابد. بنابراین تحقیق و سرمایه‌گذاری در انرژی پاک باید بخش جدایی‌ناپذیر فرایند کنترل انتشار کربن باشد. برای مثال این کشورها می‌توانند از انرژی خورشیدی به‌عنوان جایگزین انرژی فسیلی استفاده کنند.

با توجه به روند افزایشی انتشار سرانه دی‌اکسید کربن در کشورهای موردبررسی لازم است سیاست‌های زیست‌محیطی جدیدی اتخاذ شود تا به‌این‌ترتیب تخریب محیط‌زیست کاهش یابد. بر اساس مدل ارائه‌شده در این پژوهش، افزایش تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی سبب افزایش آلودگی به‌واسطه افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. ازاین‌رو اگر برای کاهش آلودگی از طریق کاهش تولید ناخالص داخلی اقدام شود منجر به کاهش سطح سرمایه‌گذاری و اشتغال می‌شود که کاهش سطح اشتغال به مشکل بیکاری در کشورها دامن می‌زند. اما می‌توان به‌واسطه بهبود کارایی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی در داخل کشور، میزان مصرف انرژی را کاهش داد و از این طریق به کاهش آلودگی کمک کرد.

با توجه به اینکه آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای با آثار جانبی منفی بر رفاه جامعه همراه است، در این مطالعه تلاش گردید از متغیر رشد اقتصادی به‌عنوان نماینده‌ای از رفاه اقتصادی جامعه استفاده شود و همان‌طور که در این مطالعه مشاهده شد اثر منفی آلودگی محیط‌زیست ناشی از گاز دی‌اکسید کربن بر رشد اقتصادی تأیید شد به این دلیل که هرچند اثرات آلودگی به‌طور مستقیم در محاسبه تولید ناخالص داخلی لحاظ نمی‌شود اما به‌طور غیرمستقیم در آن منعکس‌شده است که پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به ارتباط دقیق‌تر میان این دو مؤلفه اثرات جانبی در محاسبه تولید ناخالص داخلی لحاظ شود. همچنین از طریق ابزارهای اقتصادی همچون وضع مالیات بر آلاینده‌های محیطی می‌توان

زمینه مناسبی را برای دستیابی به رشد اقتصادی پایدار در این کشورها فراهم کرد، هرچند اجرای این سیاست‌ها نیازمند زیرساخت‌ها و قوانین لازم می‌باشد.

٦. منابع

الف) فارسی

آقایی، مجید (۱۳۹۵)، بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی به تفکیک حامل‌های مختلف انرژی و بخش‌های مختلف اقتصادی: کاربردی از آزمون کرانه‌ای ARDL، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۴۹، ص ۱۰۳-۱۶۱.

آل‌عمران، رؤیا، پناهی، حسین و کبیری. زهرا (۱۳۹۱)، بررسی و تعیین رابطه علی بین رشد اقتصادی، انتشارات CO_2، مصرف انرژی و نسبت اشتغال در ایران، *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی*، شماره ۴۵، ص ۱-۲۶.

آماده. حمید، قاضی. مرتضی، عباسی فر، زهره (۱۳۸۸)، بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۶، ص ۱-۳۸.

ابریشمی، حمید و مصطفایی، آذر (۱۳۸۰)، بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده نفتی در ایران، *مجله دانش و توسعه*، شماره ۱۴، ص ۱۱-۴۵.

اصغری، مریم و عاملی، پریسا (۱۳۹۰)، تست فرضیه پناهندگی آلودگی در منطقه اتحادیه اروپا-خلیج فارس، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی راه اندیشه*، شماره۴، ص ۲۱-۳۸.

اکبری. نعمت‌الله (۱۳۸۴)، مفهوم فضا و چگونگی اندازه‌گیری آن در مطالعات منطقه‌ای، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۲۳، ص ۳۹-۶۸.

برقی اسکویی، محمدمهدی (۱۳۸۷)، آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسید کربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۲، ص ۱-۲۱.

پور کاظمی، محمدحسین و ابراهیمی. ایلناز (۱۳۸۷)، بررسی منحنی کوزنتس زیست-محیطی در خاورمیانه، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۴، ص ۵۷-۷۲.

ترابی. تقی، خواجویی پور. امین، طریقی. سمانه، پاکروان. محمدرضا (۱۳۹۴)، تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۱، ص ۶۳-۸۴.

حسنی صدرآبادی. محمدحسین، عماد الاسلام. هدیه، کاشمری. علی (۱۳۸۶)، بررسی رابطه علّی مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۵۰، *پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی*، شماره ۲۴، ص ۳۱-۵۸.

حسینی نسب، سید ابراهیم و پایکاری، سمیه (۱۳۹۱)، بررسی تأثیر رشد اقتصادی و آزادسازی تجاری بر آلودگی محیط‌زیست، *مجله بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۹، ص ۸۲-۶۱.

خلیلی عراقی. سید منصور، کمینجانی. اکبر، مهرآرا. محسن، عظیمی. سید رضا (۱۳۹۲)، اثر انتشار فضایی تغییرات قیمت مسکن در ایران با استفاده از مدل وقفه فضایی و داده‌های ترکیبی، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۶۷، ص ۲۵-۴۸.

دامن کشیده، مرجان، عباسی، احمد، عربی، حسین و احمدی، حسن (۱۳۹۲)، بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی؛ مطالعه موردی: کشورهای منتخب سند چشم‌انداز بیست ساله، *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان*، شماره ۲، ص ۴۶-۳۷.

دهقان، بنادکوکی (۱۳۸۷)، بررسی فرضیه پناهگاه آلودگی: مورد تجارت خارجی کشورهای OECD با OECD-NON. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.

رفعت، بتول و بیک‌زاده، سعیده (۱۳۹۱)، کاربرد الگوی معادلات همزمان داده‌های تابلویی در تحلیل نقش یکپارچگی اقتصادی اکو بر رشد و اشتغال، *مجله پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، شماره ۸، ص ۹-۲۲.

رفیعی دارانی، هادی و قربانی، محمد (۱۳۹۳)، مشارکت نیروی کار در اقتصاد ملی: تحلیلی در چارچوب رگرسیون فضایی. *فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۱۸، ص ۱۱۹-۱۴۰.

سلیمی فر، مصطفی و دهنوی. جلال (۱۳۸۸)، مقایسه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای عضو OECD و کشورهای درحال‌توسعه: تحلیل مبتنی بر داده‌های پانل، *نشریه دانش و توسعه*، شماره ۲۹، ص ۱۸۱-۲۰۰.

شعبانی، زهره، صالح، ایرج و یزدانی. سعید (۱۳۸۹)، بررسی رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گلخانه‌ای در ایران (مطالعه موردی: گاز دی‌اکسید کربن)، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۶۶، ص ۱-۱۶.

شجری، هوشنگ، استادی، حسین و کاوسی، نبی‌الله (۱۳۹۲)، نقش تجارت بین‌الملل بر کیفیت محیط‌زیست، مطالعه موردی: کشورهای منتخب حوزه خلیج‌فارس، *فصلنامه اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی*، شماره ۱، ص ۶۷-۸۳.

شهیدی. آمنه، یاوری. کاظم (۱۳۹۳)، توسعه مالی، موجودی سرمایه‌گذاری خارجی و رشد اقتصادی در ایران، *فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی*، شماره ۱، ص ۶۸-۴۱.

صادقی، کمال، قمری، نیر و فشاری، مجید (۱۳۹۳)، بررسی رابطه علی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کشورهای منطقه MENA. *پژوهشنامه اقتصاد کلان*، شماره ۱۷، ص ۱۴۰-۱۲۲.

صادقی، کمال و موسویان، مهدی (۱۳۹۳)، تحلیل رابطه علیت بین انتشار کربن، مصرف انرژی و تولید سرانه در ایران: با استفاده از روش بوت استرپ حداکثر آنتروپی، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۱۱، ۹۱-۱۱۶.

عسگری، علی و اکبری، نعمت‌الله (۱۳۸۰)، روش‌شناسی اقتصادسنجی فضایی؛ تئوری و کاربرد، *مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان*، شماره ۲ ، ص ۱۲۲ -۹۳.

عظیمی، سید رضا (۱۳۹۱)، نقش عوامل پایه‌ای و حباب بر نوسانات قیمت مسکن در ایران با استفاده از رویکرد ترکیبی فضایی، پایان‌نامه دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

محمدی، تیمور، ناظمان، حمید و نصرتیان نسب، محسن (۱۳۹۱)، رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ایران (تحلیلی از مدل‌های علیت خطی و غیرخطی)، *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی*، شماره ۵، ص ۱۷۰-۱۵۳.

مهدوی عادلی، محمدحسین و قنبری، علیرضا (۱۳۹۲)، تجزیه‌وتحلیل رابطه هم جمعی و علیت میان انتشار دی‌اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در ایران، *فصلنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره ۹، ص ۲۱۷-۲۳۷.

نجفی علمدار لو، حامد، مرتضوی، سید ابوالقاسم و شمشادی یزدی. کتایون (۱۳۹۱)، کاربرد اقتصادسنجی فضایی در بررسی عوامل مؤثر بر صادرات محصولات کشاورزی در کشورهای عضو اکو: رهیافت داده‌های تابلویی، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۳، ص ۴۹-۶۲.

هراتی، جواد، اسلاملوئیان. کریم، قطمیری، محمدعلی (۱۳۹۲)، بررسی ارتباط شدت آلودگی، تجارت و رشد پایدار ایران: یک الگوی سیستم معادلات همزمان، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۳۶، ص ۳۰-۱.

یاوری، کاظم و احمدزاده، خالد (۱۳۸۹)، بررسی رابطه مصرف انرژی و ساختار جمعیت (مطالعه موردی: کشورهای آسیای جنوب غربی)، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۲۵، ص ۶۲-۳۳.

ب) انگلیسی

Altinay, G. and Karagol, E. (2004), "Structural Break, Unit Root and Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey", *Energy Econ*, Vol. 26, PP. 985–994..

Ang, J.B. (2007), "CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France" *Energy Policy*, loV.35, PP. 4772–4778.

Ang, J. (2008), "Economic Development, Pollutant Emissions and Energy Consump- tion in Malaysia", *Journal of Policy Modeling*, Vol.30, PP.271–278..

Anselin, L. (1988), *"Spatial Econometrics: Methods and Models"*, Kluwer Academic Publisher.

Apergis, N. (2016), "Environmental Kuznets Curves: New Evidence on Both Panel and Country-Level CO2 Emissions", *Energy Economics*, Vol. 54, PP. 263-271.

Apergis, N. and Payne, J.E. (2010), "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries", *Energy Policy*, Vol. 38, PP. 656–660.

Aqeel, A. and Butt, M. S. (2001), "The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan", *Asia-PacificDevelopment Journal*, Vol. 8, PP. 101-110.

Arouri, M.H. Ben Youssef, A. M'henni, H. and Rault, C. (2012), "Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East and North African Countries". *Energy Policy*, Vol.45, PP.342–349.

Azomahou, T., Laisney, F. and Van, P. H. (2006), "Economic Development and CO2 Emissions: A Nonparametric Panel Approach", *Journal of Public Economics*, NO. 90, PP.1347– 1363.

Balestra, P. and Varadharajan-Krishnakumar, J. (1987) "Full Information Estimations of a System of Simultaneous Equations with Error Component Structure"*, Econometric Theory*, Vol. 2, PP. 223-246.

Belloumi, M. (2009), "Energy consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and Causality Analysis", *Energy Policy*, Vol.37, PP. 2745–2753.

Baltagi, B. H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, Third Edition, New York, John Wiley and Sons.

Berndt, E.R. and Wood D.O. (1975), "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy", Review of Economics and Statistics, Vol. 57, PP. 259-268.

Brajer, V., Mead, R. W. and Xiao, F. (2008), "Health Benefits of Tunneling Through the Chinese Environmental Kuznets Curve (EKC)", *Ecological Economics*, Vol. 4, PP. 674-686.

Carlos, O. C. (2007), "Temporal and Spatial Homogeneity in Air Pollutants Panel EKC Estimations: Two Nonparametric Tests Applied to Spanish Provinces", *MRPA Paper*, Vol. 5043, PP. 51 – 72.

Cetin, M. and Ecevit, E. (2015). " Urbanization, Energy Consumption and CO2 Emissions in Sub-Saharan Countries: A Panel Cointegration and Causality Analysis", *Economics and Development Studies,* Vol. 3, PP. 66-76.

Cheng, B.S. and Lai, T.W. (1997), "An Investigation of Co-Integration and Causality Between Energy Consumption and Economics Activity in Taiwan", *Energy Economics*, Vol. 19, PP.435-444.

Cliff, A.Y (1981), "Spatial Processes Models and Applications", Londen, chapter 5.

Coondoo, D. and Dinda, S. (2002), "Causality Between Income and Emission" a Country Group-Specific Economic Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 3, PP. 351-367.

Egli, H. and Steger T. M. (2007) "A Dynamic Model of the Environmental Kuznets Curve: Turning Point and Public Policy," *Environmental & Resource Economics*, Vol. 1, PP. 15-34.

Fodha, M. and Zaghdoud, O. (2010), "Economic Growth and Environmental Degradation in Tunisia: an empirical analysis of the environmental Kuznets curve", *Energy Policy*, Vol. 38, PP. 1150–1156

Friedl, B. and Getzner, M. (2003), "Determinants of CO2 Emissions in a Small Open Economy", *Ecol. Econ*, Vol. 45, PP. 133–148.

Ghosh, S. (2010), "Examining Carbon Emissions Economic Growth Nexus for India: A multivariate Cointegration Approach", *Energy Policy*, Vol. 6, PP .3008-3014.

Grossman, G. M. and Kruger, A. B (Eds.) (1991), "Environmental Impact of North American Free Trade Agreement. The US-Mexico Free Trade Agreement", Cambridge, MA.: MIT press. PP. 2-25.

Halicioglu, F. (2009). "an Econometric Study of Co_2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey." *Energy Policy* 37, Vol. 3, PP. 1156-1164.

Harry, B. and Salim, R. (2012)."Coal Consumption, Co2 Emission and Economic Growth in China: Empirical Evidence and Policy Responses", *Energy Economics*. Vol.2, PP. 518-528..

Holtz-Eakin, D. and Selden, T.M. (1995), "Stoking the Fires?: CO2 Emissions and Economic Growth" *Public Econ*, Vol.57, PP.85–101.

Hossain, M.S. (2011), "Panel Estimation for CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries", *EnergyPolicy*, Vol. 39, PP. 6991–6999.

Islam, F., Shahbaz, M. U., Ahmed, A. and Alam, M.M. (2013), "Financial Development and Energy Consumption Nexus in Malaysia: A Multivariate Time Series Analysis". *Economic Modelling,* Vol. 30, PP. 335–441..

Jalil, A and Mahmud, S. (2009), "Environment Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Cointegration Analysis for China*". Energy Policy*, Vol. 37, PP. 5167–5172..

Jayanthakumaran, K., Verma, R. and Liu, Y (2012), "CO2 Emissions, Energy Consumption, Trade and Income: a Comparative Analysis of China and India", *Energy Policy,* Vol. 42, PP. 450–460.

Kulionis, V. (2013), "The Relationship between Renewable Energy Consumption, CO2 Emission and Economic Growth in Denmark", University Essay Fromlunds Universitet/Economisk-Historiska institutionen. PP. 1-63.

Kumar, A. (2011), "Energy Consumption, CO2 Emission and Economic Growth: A Revisit of the Evidence India" *Applied Econometrics and International Development*, Vol. 2, PP. 85-122.

Lamla, M. J. (2009), "Long-run Determinants of Pollution: a Robustness Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 69, PP. 135-144.

Lee, W.J. (2013), "The Contribution of Foreign Direct Investment to Clean Energy Use, Carbon Emissions and Economic Growth", *Energy Policy*, Vol.55, PP. 483–489.

Lee, J. and Wong, D.W. (2001), *Statistical Analysis with Arc View GIS*, John Wiley and Song.

Lesage, J. (1999), Spatial Econometrics,http://rri.wvu.edu/WebBook/LeSage/spatial/spatial.html

Lorde, T. Waithe, K. and Francis, B. (2010) "The Importance of Electrical Energy for Economic Growth in Barbados", *Energy Econ*, Vol. 32, PP. 1411–1420.

Lotfalipour, M.R., Falahi, M.A. and Ashena, M. (2010), "Economic Growth, CO2 Emissions, and Fossil Fuels Consumption in Iran", *Energy,* Vol.35, PP. 5115–5120.

Menyah, K. and Wolde-Rufael, Y. (2010), "CO2 Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in the US", *Energy Policy*, Vol. 38, PP .2911–2915.

Min Lim, L Ye, K. and Khoon Yoo, S. (2014), "Oil Consumption CO2 Emission, and Economic Growth: Evidence from the Philipines", *Sustainability*, Vol. 6, PP.967-979.

Omri, A. (2013), "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Model", *Energy Economics*, Vol.40, PP. 657–664.

Ozturk, I. and Acaravci, A. (2010), "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 14, PP. 3220–3225.

Odhiambo, N.M. (2009), "Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: an ARDL Bounds Testing Approach", *Energy Policy*, Vol.37, PP. 617-622.

Oh, W. and Lee, K. (2004), "Causal Relationship Between Energy Consumption and GDP: the Case of Korea 1970–1999". *Energy Economics*, Vol. 26, PP.51–59.

Poumanyvong, P. and Kaneko, S. (2010), "Does Urbanization Lead to Less Energy Use and Lower CO2 Emissions? A Cross-Country Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 2, PP. 434-444.

Richmond, A.K. and Kaufmann, R.K. (2006), "Is There a Turning Point in the Relationship Between Income and Energy Use and/or Carbon Emissions?", *Ecol. Econ*. Vol.56, PP. 176–189..

Saboori, B. Sulaiman, J. and Mohd, S. (2012), "Economic Growth and CO2 Emissions in Malaysia: a Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve", *Energy Policy*, Vol. 51, PP. 184–191.

Sadorsky, P. (2010), "the Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies. *Energy Policy*, Vol. 38, PP. 2528–2535..

Sadorsky, P. (2011), "Financial Development and Energy Consumption in Central and Eastern European Frontier Economies. *Energy Policy,* Vol. 39, PP. 999–1006.

Sari, R., Ewing, B.T. and Soytas, U. (2008), "the Relationship Between Disaggregate Energy Consumption and Industrial Production in the United States: an ARDL Approach", *Energy Econ*, Vol. 30, PP. 2302–2313..

Shahbaz, M., Zeshan, M. and Afza, T. (2012), "Is Energy Consumption Effective to Spur Economic Growth in Pakistan?New Evidence from Bounds Test to Level Relationships and Granger Causality Tests", *Econ. Model*, Vol. 29, PP. 2310–2319.

Shahbaz, M. and Lean, H.H. (2012), "Does Financial Development Increase Energy Consumption? the Role of Industrialization and Urbanization in Tunisia", *Energy Policy*, Vol.40, PP. 473–479..

Shahabaz, M. Khan, S and Tahir, M.I. (2013), "the Dynamic Links Between Energy Consumption, Economic Growth, Financial Development and Trade in China: Fresh Evidence from Multivariate Framework Analysis", *Energy Econ*, Vol. 40, PP. 8–21..

Soytas, U. Sari, R. and Ewing, B.T. (2007), "Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States", *Ecol. Econ*, Vol. 62, PP. 482–489.

Stern, D. I. (1998), "Progress on the Environmental Kuznets Curve?",*Environment and Development Economics,* Vol.3, PP.173-196.

Tsai, Y.H (2005), "Quantifying Urban Form: Compactness Versus Sprawl".*Urban Studies*. Vol.1, PP. 141-161..

Wong, S.L., Chang, Y. and Chia, W. M. (2013), "Energy Consumption, Energy R&D and Real GDP in OECD Countries with and without Oil Reserves", *Energy Econ*, Vol. 40, PP. 51–60.

Yuan, J. Zhao, C. Yu, S. and Hu, Z. (2007), "Electricity Consumption and Economic Growth in China: Cointegration and Co-Feature Analysis", *Energy Econ*, Vol. 29, PP. 1179–1191.

Zhang, X. P. and Cheng, X. M. (2009), "Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China", *Ecol. Econ*, Vol. 68, PP. 2706–2712.

پیوست

مطالعات داخلی مرتبط با عنوان پژوهش

نویسندگان مقالات	بررسی ارتباطات	الگوی پژوهش
آقا مجیدی (۱۳۹۵)	انرژی و رشد اقتصادی	آزمون کرانه ای ARDL
آل عمران (۱۳۹۲)	رشد اقتصادی، انتشارات CO_2، مصرف انرژی و نسبت اشتغال	ARDL
آماده و همکاران (۱۳۸۸)	مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال	ARDL, ECM[1]
ابریشمی و مصطفایی (۱۳۸۰)	رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده نفتی	VECM[2]
یاوری و احمدزاده (۱۳۸۹)	مصرف انرژی و ساختار جمعیت	داده های پانل
حسنی صدرآبادی(۱۳۸۶)	مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی	VAR[3]
دامن کشیده و همکاران (۱۳۹۲)	مصرف انرژی و رشد اقتصادی	داده های پانل
صادقی و همکاران (۱۳۹۳)	مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی	داده های پانل پویا
صادقی و موسویان (۱۳۹۳)	انتشار کربن، مصرف انرژی و تولید سرانه	بوت استرپ حداکثرآنتروپی
محمدی و همکاران (۱۳۹۱)	رشد اقتصادی و مصرف انرژی	علیت خطی و غیرخطی
مهدوی عادلی و همکاران (۱۳۹۲)	انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی	ECM
ترابی و همکاران (۱۳۹۴)	مصرف انرژی، رشد اقتصادی، تجارت خارجی و انتشار گازهای گلخانه‌ای	ARDL

1 Error Correction Model
2 Vector Error Correction Model.
3 Vector Auto Regression

مطالعات خارجی مرتبط با عنوان پژوهش

نویسندگان مقالات	بررسی ارتباطات	الگوی پژوهش
آنگ (۲۰۰۷)	انتشار کربن، مصرف انرژی و تولید داخلی	VAR
آپرگیس و پاینی (۲۰۱۰)	انرژی تجدید پذیر و رشد اقتصادی	داده های پانل
آروری و همکاران (۲۰۱۲)	انرژی، رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن	داده های پانل
بلومی (۲۰۰۹)	مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی	علیت گرنجر
حسین (۲۰۱۱)	انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی	داده های پانل
اسلام و همکاران (۲۰۱۳)	توسعه مالی و مصرف انرژی	رگرسیون چندگانه
کولیونیز (۲۰۱۳)	انتشار کربن، انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی	VAR
تیواری (۲۰۱۱)	انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی	VAR
لطفعلی پور و همکاران (۲۰۱۰)	انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی	VAR
میم لین و همکاران (۲۰۱۴)	انتشار کربن، مصرف نفت و رشد اقتصادی	ECM
عمری (۲۰۱۳)	انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی	پانل معادلات همزمان
ازتورک و اکاراوسی (۲۰۱۰)	انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی	ARDL
سویتاس و همکاران (۲۰۰۷)	انتشار کربن، مصرف انرژی و درآمد و تجارت	VAR

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی