Research Paper

The Influential Factors of Energy Intensity in Iran's Provinces with emphasis on Spatial Linkages

*Siab Mamipour[1], Somayeh Karami[2]

1. Associate Professor in Economics, Kharazmi University, Economics Department, Tehran, Iran
2. MSc. Student of Economics and Social Systems, Kharazmi University, Economics Department, Tehran, Iran

Use your device to scan and read the article online

Citation: Mamipour, S., & Karami, S. (2019). [The Influential Factors of Energy Intensity in Iran's Provinces with emphasis on Spatial Linkages]. *Quarterly Journal of the Macro and Strate-gic Policies*, *7* (Special Issue), 138-162. https://doi.org/10.30507/JMSP.2020.102464

https://doi.org/10.30507/JMSP.2020.102464

CC BY NC

Received: 30 September 2018
Accepted: 14 November 2018
Available Online: 21 January 2020

Key words:
Energy Intensity, Adjacency, Spatial Panel, Spatial Autoregressive Model with Auto Regressive Disturbances (SAC), Iran's Provinces.

ABSTRACT

these days, energy consumption for experts and economists is one of the components of the performance evaluation of governments and countries, and energy intensity is considered as one of the indicators for assessing energy efficiency. The main purpose of this study is to investigate some of the influential factors of energy intensity, such as GDP per capita, industrialization and transportation infrastructure which has been studied considering the spatial links between the provinces during the period from 2008 to 2014. accordingly, the spatial panel econometric method has been used to estimate the model. The results of Spatial Autoregressive Model with Auto Regressive disturbances (SAC) show that the energy intensity was influenced by the spatial factor in Iran. So, the energy intensity in a province is not only influenced by the internal factors of the province but is also influenced by the energy intensity of the adjacent province. In other words any external shock to a province will lead to a reduction in energy intensity in adjacent provinces. Also, the results show that GDP per capita has a negative and significant effect and industrialization and transport infrastructure variables have a positive and significant effect on energy intensity in Iran's provinces.

JEL Classification: C33, Q43, R12

*** Corresponding Author:**
Siab Mamipour, PhD.
Address: Tehran, Kharazmi University, Economics Department
Tel: +98 (914) 1281149
E-mail: mamipours@gmail.com

عوامل اثرگذار بر شدت انرژی در استان‌های کشور با تأکید بر پیوندهای فضایی

*سیاب ممی‌پور[۱]، سمیه کرمی[۲]

۱. دانشیار اقتصاد، دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی، دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۸ مهر ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۲۳ آبان ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱ بهمن ۱۳۹۸

چکیده

امروزه میزان مصرف انرژی برای کارشناسان و ناظران اقتصادی یکی از مؤلفه‌های ارزیابی عملکرد کشورها و دولت‌هاست و شدت انرژی یکی از شاخص‌های بررسی کارایی مصرف انرژی تلقی می‌شود. هدف اصلی این پژوهش، بررسی برخی عوامل اثرگذار بر شدت انرژی ازجمله تولید ناخالص داخلی سرانه، صنعتی شدن و زیرساخت‌های حمل‌ونقل است که با درنظر گرفتن پیوندهای فضایی بین مناطق (استان‌های) کشور در دورهٔ زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ تحلیل شده است. برای این منظور، روش اقتصادسنجی پانل فضایی برای برآورد مدل به‌کار رفت. نتایج مدل خودرگرسیو فضایی با خطای فضایی (SAC) نشان داد شدت انرژی در ایران تحت تأثیر عامل فضایی بوده و میزان آن علاوه‌بر عوامل داخلی یک استان، به شدت انرژی استان‌های مجاور نیز وابسته است. به عبارت دیگر، هرگونه شوک خارجی واردشده بر یک استان به کاهش شدت انرژی در استان‌های همسایه منجر می‌شود. همچنین براساس نتایج، تولید ناخالص داخلی سرانه دارای اثر منفی و معنادار، و متغیرهای صنعتی شدن و زیرساخت‌های حمل‌ونقل دارای اثر مثبت و معنادار بر شدت انرژی در استان‌های ایران است.

طبقه‌بندی JEL: R12, Q43, C33

کلیدواژه‌ها:
شدت انرژی، مجاورت، پانل فضایی، مدل خودرگرسیوفضایی با خطای فضایی، استان‌های ایران.

* نویسندهٔ مسئول:
دکتر سیاب ممی‌پور
نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکدهٔ اقتصاد
تلفن: ۱۲۸۱۱۴۹ (۹۱۴) ۹۸+
پست الکترونیک: mamipours@gmail.com

صحت مطالب مقاله بر عهدهٔ نویسنده است و بیانگر دیدگاه مجمع تشخیص مصلحت نظام نیست.

۱. مقدمه

جهان امروز درحال توسعهٔ اقتصادی و صنعتی است و روند این توسعه در طول دهه‌های اخیر شتاب بسیاری گرفته است. انرژی ـ مهم‌ترین کالای تجاری که بیشترین سهم را در تجارت جهانی دارد ـ برای فعالیت‌های بشر از اهمیت فراوان برخوردار است. با شروع انقلاب صنعتی و شکل‌گیری صنایع ماشینی، انرژی بیش از پیش اهمیت خود را در صنایع و روند رشد اقتصادی کشورها به‌اثبات رساند (خرسندی و عزیزی، ۱۳۹۱). با توجه به مصارف انرژی، چنانچه رشد مصرف انرژی همچنان ادامه یابد، و نیز محدود بودن منابع انرژی، در آیندهٔ نه‌چندان دور با بحران انرژی مواجه خواهیم بود. جهت جلوگیری از رشد بی‌رویهٔ مصرف انرژی و حفظ ذخایر ملی، علاوه‌بر کاهش مصرف انرژی، باید به بازیافت انرژی تلف‌شده بیشتر توجه کرد. برای تمرکز بر بحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی در اقتصاد کلان ملی، شاخص‌هایی تعریف شده‌اند که کنترل آن‌ها به نظارت بر مصرف انرژی و به عبارت دیگر استفادهٔ بهینه و منطقی از انرژی منجر می‌شود. یکی از معروف‌ترین این شاخص‌ها، شدت انرژی[1] است. در مقایسهٔ بین‌کشوری و بین‌استانی، شاخص شدت مصرف انرژی در نشان دادن کارایی فنی انرژی تورش داشته و عواملی مانند اقلیم، مساحت، ساختار اقتصادی، سبک زندگی و. باعث افزایش انرژی‌بَری اقتصاد می‌شود. بنابراین شتاب نسنجیده و غیراصولی در تدوین و اجرای برنامه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی به اتلاف سرمایه‌های ملی و محلی می‌انجامد. ضرورت استفاده از ظرفیت‌های منطقه‌ای برای کاهش شدت مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری در بند سوم سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی تحت عنوان «محور قرار دادن رشد بهره‌وری در اقتصاد با تقویت عوامل تولید، توانمندسازی نیروی کار، تقویت رقابت‌پذیری اقتصاد، ایجاد بستر رقابت بین مناطق و استان‌ها و به‌کارگیری ظرفیت و قابلیت‌های متنوع در جغرافیای مزیت‌های مناطق کشور» آمده است. همچنین در سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف بر «انجام مطالعات جامع و یک‌پارچهٔ سامانهٔ انرژی کشور به‌منظور بهینه‌سازی عرضه و مصرف انرژی» و «پایش شاخص‌های کلان انرژی با سازوکار مناسب» تأکید شده است.

در این پژوهش، عوامل مؤثر بر شدت انرژی در استان‌های ایران، با تأکید بر پیوندهای فضایی، در دورهٔ زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ بررسی شده است. بررسی عوامل اثرگذار بر شدت انرژی مناطق تحت تأثیر عامل فضا و مجاورت است و نادیده گرفتن عوامل مکانی و فضایی منجر به نتایج تورش‌دار می‌شود. لذا در این مطالعه، از روش پانل فضایی جهت تحلیل کمّی موضوع استفاده شده است. علت اصلی انتخاب روش پانل فضایی درنظر گرفتن عامل مکان است. این روش دو ویژگی اصلی دارد: ناهمسانی فضایی و وابستگی فضایی. براساس وابستگی فضایی، وقتی مشاهده‌ای مربوط به یک مکان مانند i وجود داشته باشد، این مشاهده به مشاهدهٔ دیگر مکان‌ها وابسته است. برای مثال مصرف انرژی یا میزان تولید در منطقهٔ iام فقط تحت تأثیر عوامل منطقهٔ i

1. Energy intensity

نیست و عوامل دیگر با عنوان وابستگی فضایی ـ که ناشی از مجاورت این منطقه با مناطق دیگر است ـ و همچنین بُعد فاصلهٔ این منطقه با مناطق دیگر در این پدیدهٔ منطقهٔ iام دخالت دارد؛ به عبارت دیگر با توجه به اثرات سرریز و اثرپذیری مناطق از یکدیگر، مشاهدات صورت‌گرفته در مناطق مختلف به هم وابسته است. در پژوهش حاضر، اثرات فضایی در بررسی شدت انرژی در استان‌های کشور تجزیه و تحلیل شده است. بنابراین مسئله و سؤال اصلی تحقیق حاضر این است که آیا پدیدهٔ هم‌بستگی فضایی در شدت انرژی استان‌های کشور وجود دارد.

۲. مبانی نظری

شدت انرژی شاخصی برای تعیین کارایی انرژی در سطح اقتصاد ملی هر کشور محسوب می‌شود که از تقسیم مصرف نهایی انرژی (و یا عرضهٔ انرژی اولیه) بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌گردد و نشان می‌دهد برای تولید مقدار معیّنی کالاها و خدمات (برحسب واحد پول) چه مقدار انرژی به‌کار رفته است. شدت انرژی بالاتر به‌معنای هزینه یا قیمت بالاتر تبدیل انرژی به تولید ملی قلمداد می‌شود. درمقابل شدت انرژی کمتر نشانگر هزینه یا قیمت کمتر برای تبدیل انرژی به تولید در اقتصاد است. درحال حاضر، معیار شدت انرژی از شاخص‌های استراتژیک در کشورهای توسعه‌یافته است که از آن برای بررسی افزایش کارایی انرژی، هم از نظر کاهش وابستگی انرژی کشور به خارج و هم از نظر کنترل تبعات زیست‌محیطی مصرف بالای انرژی، استفاده می‌کنند (Baumann, 2008).

۲ـ۱. عوامل مؤثر بر شدت انرژی

اهمیت بررسی ارتباط میان شاخص شدت انرژی با متغیرهای اقتصادی برای پی بردن به نوع و شدت روابط بین آن‌ها برای اِعمال سیاست‌های موافق با توسعهٔ پایدار حائز اهمیت است. براساس مبانی نظری، عوامل زیادی بر شدت انرژی اثر می‌گذارند. در این مقاله، مبانی نظری مهم‌ترین عوامل مؤثر، شامل تولید ناخالص داخلی، صنعتی شدن و زیرساخت‌های فیزیکی، بررسی شده است.

۲ـ۱ـ۱. تولید ناخالص داخلی

رشد اقتصادی عبارت است از افزایش تولید کشور در یک سال خاص در مقایسه با مقدار آن در سال پایه. رشد و توسعهٔ اقتصادی از اهداف اصلی سیاست‌گذاران اقتصادی محسوب می‌شود. پژوهش‌های متعدد در سطح جهان نشان داده است که سرعت روند رشد و توسعهٔ اقتصادی در کشورها تاحدود زیادی به سطح مصرف و کارایی انرژی بستگی دارد (مزرعتی و متوسلی، ۱۳۷۸). برای بررسی تغییرات شدت انرژی می‌توان کشش مصرف انرژی[2] نسبت به تولید ناخالص داخلی را تحلیل کرد. اگر شدت انرژی ثابت باشد، رشد مصرف انرژی متناسب با رشد فعالیت‌های اقتصادی بوده و به این ترتیب، احتمال می‌رود کشش مصرف انرژی نسبت

2. GDP-Elasticity of Energy Consumption

بـه تولیـد ناخالـص داخلـی برابـر بـا واحـد باشـد؛ بنابرایـن کاهـش شـدت انـرژی به‌معنـای کشـش کمتـر از واحـد خواهـد بـود و کاهـش شـدت انـرژی بـا یـک نـرخ ثابـت منجـر بـه رابطـهٔ معکوسـی میـان کشـش مصـرف انـرژی نسـبت بـه تولیـد ناخالـص داخلـی و نـرخ رشـد اقتصـادی می‌شـود. برعکـس ثابـت بـودن کشـش مصـرف انـرژی نسـبت بـه تولیـد ناخالـص داخلـی نشـان‌دهندهٔ وجـود رابطـهٔ خطـی میـان تغییـرات شـدت انـرژی و رشـد اقتصـادی اسـت. در ایـن صـورت، رابطـهٔ لگاریتـم خطـی بیـن شـدت انـرژی و تولیـد ناخالـص داخلـی وجـود خواهـد داشـت کـه براسـاس آن، اشـکال تابعـی متفاوتـی، بـا توجـه بـه مقـدار کشـش درآمـدی، نتیجـه خواهـد شـد (Destais, Fouquau & Hurlin, 2007).

۲ـ۱ـ۲. صنعتی شدن

صنعتـی شـدن زیربنـای تحریـکات توسـعه‌ای در هـر کشـور و از مهم‌تریـن عوامـل تحـول سـاختاری اقتصـاد و نیـل بـه اقتصـاد بـدون اتـکا بـه درآمدهـای نفتـی اسـت کـه موجبـات کاهـش مصـرف انـرژی و درنتیجـه افزایـش کارایـی آن را فراهـم می‌کنـد. یکـی از کانال‌هـای عمـدهٔ تسـریع رشـد اقتصـادی کشـورها، رشـد بخـش صنعـت آن‌هاسـت. از آنجـا کـه پیشـرفت تکنولـوژی موجـب می‌شـود بـرای تولیـد یـک واحـد محصـول، انـرژی کمتـری از قبـل مصـرف شـود، سـرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌هـای جدیـد و افزایـش بهـره‌وری نیـروی کار موجـب صرفه‌جویـی در مصـرف انـرژی می‌شـود و کارایـی انـرژی افزایـش می‌یابـد (ناجـی میدانـی، مهـدوی عادلـی و عربشـاهی، ۱۳۹۴).

۲ـ۱ـ۳. زیرساخت حمل‌ونقل

حمل‌ونقـل ـ به‌عنـوان یکـی از عوامـل اثرگـذار بـر رونـق اقتصـادی ـ از طریـق جابه‌جایـی بـار و مسـافر، زمینه‌هـای امـکان دسترسـی بـه رفـاه و تسـهیلات ملـی را افزایـش می‌دهـد. بنابرایـن در فراینـد رشـد اقتصـادی نقـش بسـیار مهمـی دارد. ضمـن آنکـه خـود نیـز از فراینـد رشـد و توسـعهٔ اقتصـادی اثـر می‌پذیـرد. بخـش حمل‌ونقـل اهمیـت ویـژه و جایـگاه مهمـی در جوامـع بشـری دارد. نیـز یکـی از شـاخص‌های توسـعه‌یافتگی کشـورها محسـوب می‌شـود و پیشـرفت آن نقـش برجسـته‌ای در ایجـاد تحـول در سـایر بخش‌هـای صنعتـی، کشـاورزی و تولیـدی ایفـا می‌کنـد؛ تـا جایـی کـه امـروزه بیشـتر اندیشـمندان و صاحب‌نظـران اقتصـادی، رشـد و توسـعهٔ همه‌جانبـهٔ کشـورها را مشـروط بـه توسـعهٔ بخـش حمل‌ونقـل می‌داننـد و ایـن صنعـت را محـور فعالیت‌هـای اساسـی و زیربنایـی و لازمـهٔ تحـول می‌شـمارند (بابـازاده، قدیمـی و محسـنی، ۱۳۸۸). حمل‌ونقـل عاملـی مهـم در میـزان مصـرف انـرژی به‌شـمار می‌آیـد (Chousa, Tamazian & Vadlamannati, 2008). بنابرایـن بدیهـی اسـت در مناطقـی کـه تعـداد سـفرها زیـاد اسـت، سـفرها بـا مسـافت طولانی‌تـری انجـام می‌گیـرد و بالاخـره تعـداد وسـایل نقلیـه بیشـتر اسـت و به‌تبـع آن، انـرژی بیشـتری مصـرف می‌شـود.

۲ـ۲. سرریز فضایی

واقعیت آن است که در پژوهش‌های تجربی مربوط به شدت انرژی و توزیع تکنولوژی نمی‌توان منطقه‌ای را مستقل از مناطق دیگر درنظر گرفت؛ زیرا طبق قانون جغرافیایی اول توبلر،[3] «هر مکانی به مکانی دیگر وابسته است و مکان‌هایی که به هم نزدیک‌ترند، بیشترین تأثیر را نسبت به مکان‌های دورتر، بر همدیگر دارند». به عبارت دیگر، غالب متغیرها در مکانی مانند i صرفاً تحت تأثیر عوامل درون‌منطقه‌ای i نیستند؛ بلکه عوامل دیگری تحت عنوان وابستگی فضایی که ناشی از مجاورت این منطقه با مناطق دیگر است و بُعد فاصلهٔ این منطقه با سایر مناطق در وضعیت متغیرها در منطقه i دخالت دارند (اکبری و فرهمند، ۱۳۸۴).

اقتصادسنجی فضایی برخلاف روش تخمین مرسوم، از طریق وارد کردن ماتریس وزنی فضایی در معادلات کلاسیک‌سنجی، قانون توبلر را لحاظ می‌کند. وابستگی فضایی در داده‌های نمونه‌ای دارای عنصر مکانی روی می‌دهد؛ به‌طوری که وقتی مشاهده‌ای مربوط به یک مکان مانند i وجود داشته باشد، این مشاهده به مشاهدات سایر مکان‌ها $i \neq j$ وابسته است. این وابستگی می‌تواند بین چندین مشاهده روی دهد؛ به‌گونه‌ای که $i = 1,\ldots, n$ را می‌تواند اختیار کند؛ زیرا پیش‌بینی می‌شود داده‌های نمونه‌ای مشاهده‌شده در یک نقطه از فضا به مقادیر مشاهده‌شده در مکان‌های دیگر وابسته باشد. ناهمسانی فضایی ویژگی دیگر مدل‌سازی‌های مکانی است. در حالت ناهمسانی فضایی، شوک یا تغییر ساختاری در یک استان بر استان‌های مجاور خود اثر می‌کند و شدت این آثار طی فاصله، کاهش می‌یابد و وضعیت یک متغیر در هر استان تحت تأثیر استان‌های مجاور خود قرار خواهد داشت و این وابستگی از طریق متغیر وابسته، متغیر مستقل یا جملهٔ خطا اعمال می‌شود که براساس آن، مدل‌های متفاوتی مطرح می‌شود.

۳. پیشینهٔ تحقیق

تاکنون مطالعات متعددی برای بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی صورت گرفته است که بیشتر این پژوهش‌های داخلی بدون توجه به پیوندهای فضایی و تأثیر عامل مجاورت بین مناطق، این موضوع را کاویده‌اند. اما در این تحقیق سعی شده است عوامل مؤثر بر شدت انرژی با لحاظ اثرات مجاورت و همسایگی بین استان‌ها مورد بررسی قرار گیرد. از مهم‌ترین مطالعات تجربی صورت‌گرفته در زمینهٔ تحقیق حاضر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

سیف و حمیدی‌رزی (۱۳۹۶) به بررسی عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور و برآورد کشش فضایی شدت مصرف انرژی طی دورهٔ ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۲ پرداختند و دریافتند کشش خودرگرسیون فضایی شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور ۰/۵۵ درصد است؛ لذا

3. Tobler's first law of geography

برای کاهش شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور باید منطقه‌ای عمل کرد.

الهوردی و پورحاتمی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای با استفاده از روشARDL تأثیر شهرنشینی و صنعتی شدن را در شدت مصرف انرژی در ایران طی سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۱ تحلیل کردند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن بود که شاخص شهرنشینی، صنعتی شدن و درآمد سرانه بر شدت مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر مثبت و معناداری دارد.

محمودپور، سلیمانی و سیستانی (۱۳۹۵) به بررسی اثر حذف یارانهٔ انرژی بر میزان شدت انرژی در صنعت ایران طی دورهٔ ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲ پرداختند و نتیجه گرفتند رابطهٔ منفی و معناداری بین شدت انرژی و قیمت انرژی وجود دارد؛ به‌طوری که پس از آزادسازی قیمت انرژی، شدت انرژی کاهش یافته و بیشترین میزان کاهش شدت انرژی مربوط به سال اول اجرای سیاست آزادسازی بوده است.

فرجزاده (۱۳۹۴) مقاله‌ای با عنوان «شدت انرژی در اقتصاد ایران: اجزا و عوامل تعیین‌کننده» را نوشت که هدفش تجزیهٔ شدت انرژی به اجزای آن شامل تغییر کارایی و تغییر ساختاری و شناخت عوامل مؤثر بر آن‌ها در اقتصاد ایران براساس روش گشتاورهای تعمیم‌یافته طی دورهٔ ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۰ بود و مشخص شد متغیرهای درآمد، سرمایهٔ سرانهٔ نیروی‌کار و شهرنشینی مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر شدت انرژی و اجزای آن هستند. اثر درآمد درجهت افزایش و اثر سرمایه درجهت کاهش شدت انرژی ارزیابی شد؛ اما شهرنشینی درمجموع موجب کاهش شدت انرژی می‌شود.

منظور و نیاکان (۱۳۹۳) به بررسی رابطهٔ توسعهٔ اقتصادی و شدت انرژی در کشورهای عضو اکو با استفاده از مدل رگرسیون داده‌های تابلویی آستانه‌ای یک‌نواخت پرداختند. براساس نتایج پژوهش آن‌ها، در اغلب کشورهای عضو اکو، کشش درآمدی در طول زمان کاهش یافته است. پیش‌بینی تغییرات شدت انرژی با استفاده از برآورد کشش‌های درآمدی نشان داد با رشد اقتصادی کشورهای عضو اکو، از شدت انرژی در این کشورها کاسته می‌شود.

گلی و اشرفی (۱۳۸۹) مقادیر شدت انرژی و تجزیهٔ شاخص شدت انرژی را در چهار بخش صنعت، کشاورزی، حمل‌ونقل و خدمات در دورهٔ ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۵ محاسبه کردند و بدین منظور از شاخص ایدئال فیشر بهره بردند. براساس نتایج، بخش کشاورزی کمترین میزان شدت انرژی را داشت و بخش حمل‌ونقل، با اختلاف بسیار زیادی نسبت به سایر بخش‌ها، بالاترین مقدار شدت انرژی را دارا بود.

عمادزاده، شریفی، دلالی و صفدری (۱۳۸۲) در مقاله‌ای، تأثیرات قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی را بررسی کردند. یافته‌ها دلالت بر آن دارد که نه‌تنها به‌دنبال افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی، بلکه حتی هنگام کاهش متغیرهای مزبور، شدت انرژی نیز کاهش می‌یابد و این بدان معناست که بحران‌های انرژی دههٔ هفتاد بسترساز انقلاب

صنعتی نوینی شده است.

سادورسکی[4] (۲۰۱۳) شدت انرژی را برای ۷۵ کشور درحال توسعه، تابعی از صنعتی شدن، شهرنشینی و درآمد درنظر گرفت و مدل را با روش پانل تخمین زد و رابطهٔ مثبت بین شهرنشینی و صنعتی شدن با شدت انرژی و رابطهٔ منفی شدت انرژی با درآمد را اثبات کرد.

در مطالعات فوق، این برآوردها منجر به تعیین عوامل مؤثر بر شدت انرژی در هر استان به‌طور مستقل و مجزا از میزان اثرپذیری شدت انرژی از استان‌های مجاور است. درخصوص رویکرد فضایی در بررسی شدت انرژی و عوامل موثر بر آن، می‌توان از تحقیقات زیر نام برد:

جیانگ، فولمر، جی و زوو[5] (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی هم‌گرایی فضایی شدت انرژی در ۲۹ استان چین در طی دورهٔ ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۵ پرداختند و نتیجه گرفتند سیاست کاهش شدت انرژی نه‌تنها تحت تأثیر عوامل درونی هر استان است، بلکه متأثر از سرریزهای فضایی استان‌های مجاور همانند انتقال تکنولوژی، سرریز دانش و روابط دادهٔ ستاندهٔ بین استان‌هاست.

فرجزاده و نعمت‌الهی[6] (۲۰۱۸) با استفاده از شبکهٔ عصبی موجک پایه به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی و اجزای آن (یعنی کارایی و تغییر ساختاری) پرداختند. طبق یافته‌ها، ارتباط غیرخطی بین شاخص‌های شدت انرژی و درآمد وجود دارد؛ ولی ارتباط معناداری بین تجارت و قیمت انرژی وجود ندارد. همچنین این محققان دریافتند شهرنشینی اثر معناداری در کاهش شدت انرژی دارد.

هوآنگ، دوو و هاوو[7] (۲۰۱۷) در مقاله‌ای، برای اولین بار محرک‌های تغییرات شدت انرژی در چین را به‌وسیلهٔ ترکیب رویکردهای تحلیل پوششی داده‌ها[8] و پانل فضایی در دورهٔ زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد پیشرفت تکنولوژی در کاهش شدت انرژی در چین نقش مهمی دارد. سرعت صنعتی شدن نیز مسئول افزایش شدت انرژی در چین است؛ درحالی که بالا بردن قیمت انرژی موجب کاهش شدت انرژی می‌شود. علاوه‌بر این، شواهد روشنی نیز وجود دارد که این عوامل تاحدودی از طریق اثرات سرریز فضایی در شدت انرژی تأثیر می‌گذارند.

هزاره، شایان‌مهر، دربندی و شیفر[9] (۲۰۱۷) در مقاله‌ای، ارتباط مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست را با استفاده از مدل معادلات هم‌زمان پانل فضایی، برای ۲۲ کشور درحال توسعه در طی دورهٔ ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ بررسیدند. برمبنای تحقیقات قبلی، سطح انتشار گاز CO_2 با مصرف

4. Sadorsky
5. Jiang, Folmer, Ji & Zhou
6. Farajzadeh & Nematollahi
7. Huang, Du & Hao
8. Data envelopment analysis-malmquist
9. Hezareh, Shayanmehr, Darbandi & Schieffer

انرژی افزایش می‌یابد. همچنین مصرف انرژی به احتمال زیاد منجر به افزایش انتشار گاز CO_2 می‌شود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست در هر کشور تحت تأثیر این عوامل در کشورهای همسایه است. همچنین نتایج علیت دوطرفه و رابطهٔ مثبت بین مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست را تأیید می‌کند. برآورد اقتصادسنجی گویای آن است که کاهش انتشار CO_2 در کشورهای درحال توسعه وابسته به اصلاح الگوی مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌جای سوخت‌های فسیلی، به‌طور هم‌زمان در این کشورهاست.

جیانگ و جی[10] (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان «شدت انرژی در چین، عوامل و اثرات فضایی» برای ۲۹ استان بین سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۴ به این موضوع اشاره می‌کنند که شدت انرژی و عوامل مؤثر بر آن از جایی به جای دیگر متفاوت است. در این مقاله، متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، سهم بخش ثانویه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین‌المللی، قیمت انرژی، سهم زغال‌سنگ و بخش حمل‌ونقل ازجمله عوامل مؤثر بر شدت انرژی شناسایی شدند. نتایج نشان می‌دهد تولید ناخالص داخلی سرانه دارای یک اثر کلی معنادار و منفی بر شدت انرژی است. سهم بخش ثانویه و سهم زغال‌سنگ دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم مثبت و معنادار بر شدت انرژی است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی[11] و تجارت اثرات مستقیم و غیرمستقیم معنادار و منفی بر شدت انرژی دارند. قیمت انرژی دارای اثر مستقیم و معنادار است؛ درحالی که اثر غیرمستقیم آن منفی است. فقط اثر مستقیم متغیر حمل‌ونقل به‌طور قابل توجهی مثبت است.

جیانگ، فولمر و جی[12] (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «محرک‌های شدت مصرف انرژی در چین، رویکرد پانل فضایی» در بازهٔ زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۱ به‌وسیلهٔ گروهی متشکل از ۲۹ ایالت چین، محرک‌های شدت مصرف انرژی این کشور را از طریق مدل خطای فضایی دوربین تخمین زدند و متوجه رابطهٔ Uشکل معکوس بین شدت مصرف انرژی و درآمد (منحنی زیست‌محیطی کوزنتس) شدند. نتایج نشان می‌دهد توزیع بخش ثانویه در خود ایالت و ایالت‌های اطراف باعث افزایش شدت مصرف انرژی و کاهش نسبت سرمایه به کار می‌شود. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر فضایی منفی بسیاری بر شدت مصرف انرژی دارد.

ادهیکاری و چن[13] (۲۰۱۴) با استفاده از پانل فضایی، هم‌گرایی بهره‌وری انرژی را در ۳۵ کشور آسیایی در طی دورهٔ ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۰ بررسی کردند. این ۳۵ کشور به ۵ منطقهٔ جغرافیایی آسیا یعنی جنوب شرق، جنوب، شمال شرق، شمال و غرب تقسیم شده‌اند. در این مطالعه، به‌منظور بررسی اختلاف بهره‌وری انرژی در طول زمان، از رویکرد هم‌گرایی سیگما استفاده

10. Jiang & Ji
11. FDI
12. Jiang, Folmer & Ji
13. Adhikari & Chen

شد و نتایج حاکی از وجود روند واگرایی در بهره‌وری انرژی در جنوب آسیا بود.

یو[14] (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان «عوامل مؤثر بر شدت انرژی در مناطق چین و ارتباط فضایی آن» با استفاده از مدل داده‌های پانل فضایی در مورد بررسی ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۷ اظهار کرد تولید ناخالص داخلی سرانه، زیرساخت حمل‌ونقل، سطح بازاری و ورود علم و فناوری به‌طور چشمگیری شدت انرژی را کاهش می‌دهد. نسبت صنایع سنگین به کل صنایع و نسبت مصرف زغال‌سنگ به کل مصرف انرژی شدت انرژی را بسیار گسترش می‌دهد. در همین حال، ضریب نسبت صادرات به تولید ناخالص داخلی، زیاد نیست. اثرات سرریز بین مناطق شرق و غرب چین قابل توجه است و هم‌گرایی بتا روی شدت انرژی وجود دارد. علاوه‌بر این، تولید ناخالص داخلی سرانه، زیرساخت‌های حمل‌ونقل، سطح بازاری و علمی و ورود فناوری که به هم‌گرایی مشروط می‌انجامند، پس از اثرات فضایی کنترل می‌شوند.

همان‌طور که ملاحظه شد، تاکنون پژوهش‌های داخلی و خارجی متعددی به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداخته‌اند؛ اما در ایران تاکنون، عامل مجاورت و همسایگی در این موضوع مورد مطالعه قرار نگرفته است. بنابراین در این مقاله، با استفاده از روش پانل فضایی، عوامل موثر بر شدت انرژی در استان‌های کشور با تأکید بر پیوندهای فضایی بررسی شده است.

۴. روش‌شناسی تحقیق

ابتدا مراحل مربوط به برآورد مدل پانل فضایی ارائه و سپس مدل و متغیرهای تحقیق معرفی شده است. در حالت کلی، در مدل‌های پانل فضایی، ابتدا آزمون هم‌بستگی فضایی صورت می‌گیرد که درصورت تأیید هم‌بستگی فضایی، می‌توان از روش پانل فضایی برای برآورد مدل استفاده کرد. با توجه به اینکه مدل پانل فضایی، الگوهای مختلفی را شامل می‌شود، باید مدل بهینه برای برآورد الگو انتخاب شود. این آزمون‌ها به‌اختصار در این قسمت توضیح داده شده است.

۴ـ۱. مراحل مدل‌سازی پانل فضایی

۴ـ۱ـ۱. آزمون خودهم‌بستگی فضایی

در تحلیل‌های اقتصادسنجی فضایی، ابتدا به بررسی وابستگی فضایی پرداخته می‌شود. خودهم‌بستگی فضایی به تحلیل این موضوع می‌پردازد که آیا یک متغیر در یک منطقه بر همان متغیر در مناطق هم‌جوار اثرگذار است. چنانچه این اثرگذاری مثبت باشد، افزایش یک متغیر در یک منطقه باعث افزایش همان متغیر در مناطق هم‌جوار می‌گردد. اصطلاحاً این نوع هم‌بستگی را خودهم‌بستگی فضایی مثبت می‌نامند و چنانچه وجود متغیر تأثیر منفی بر همان متغیر در مناطق هم‌جوار داشته باشد، اصطلاحاً این نوع خودهم‌بستگی را

14. Yu

خودهم‌بستگی فضایی منفی گویند. اگر رابطهٔ خاصی بین متغیرها در مناطق هم‌جوار نباشد، اصطلاحاً گفته می‌شود که خودهم‌بستگی فضایی وجود ندارد (Lee & Wong, 2001).

عموماً در مطالعات تجربی از آمارهٔ I موران برای تشخیص خودهم‌بستگی فضایی استفاده می‌شود. موبلی، فرچ آی و انسلین[15] (۲۰۰۹) بیان می‌کنند آمارهٔ I موران برای آزمون هم‌بستگی و ناهمگنی فضایی یک آماره، آزمون قابل اعتماد و مفیدی است. معادلهٔ مربوط به آمارهٔ I موران به‌صورت زیر است:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \qquad (۱)$$

که y_i نشانگر شدت انرژی استان iام ($i \neq j$) و w_{ij} نمودار ماتریس وزنی مجاورت است که اگر استان i و j در مجاورت هم باشند، برابر ۱ و اگر مجاور نباشند، برابر صفر است. عناصر این ماتریس نسبت به سطرها استاندار شده‌اند؛ یعنی مجموع عناصر هریک از ردیف‌ها برابر ۱ است. فرضیهٔ صفر این آزمون بیانگر عدم هم‌بستگی فضایی است و درصورت ردِ فرضیهٔ صفر می‌توان نتیجه گرفت که مشاهدات مورد استفاده ویژگی هم‌بستگی فضایی دارند.

۴ـ۱ـ۲. انواع مدل‌های پانل فضایی

چنانچه آزمون موران درخصوص هم‌بستگی فضایی معنادار شد، از بین مدل‌های فضایی، باید مدل بهینه انتخاب شود. ساختار کلی مدل پانل فضایی به این صورت است (Belotti, Hughes & Mortari, 2013):

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho\sum_{j=1}^{n} w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^{k} x_{itk}\beta_k + \sum_{k=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} x_{jtk}\theta_k + \mu_i + \gamma_t + v_{it};$$

$$v_{it} = \lambda\sum_{j=1}^{n} w_{ij} v_{jt} + \varepsilon_{it}; \quad i=1,\ldots,n; \qquad t=1,\ldots,T; \qquad (۲)$$

که y_{it} بیانگر متغیر وابسته یعنی شدت انرژی استان i در زمان t و x نشان‌دهندهٔ متغیرهای توضیحی است که از ۱ تا k را شامل می‌شود. w_{ij} نمودار ماتریس مجاورت وزنی[16] است که اگر استان i با استان j مجاور باشد، برابر ۱ و اگر مجاور نباشد، برابر صفر خواهد بود.[17]

15. Mobley, Frech Iii & Anselin
16. Spatial weight matrix
۱۷. این ماتریس row-standardized است؛ یعنی مجموع درایه‌های هر سطر برابر ۱ است.

w_{ij} y_{jt} برای نشان دادن اثر مجاورت متغیر وابسته y_{jt} روی y_{it} ، ρ نشان‌دهندهٔ ضریب خودهم‌بستگی فضایی است. β_k و θ_k به‌ترتیب اثرات غیرفضایی و فضایی متغیرهای توضیحی را نشان می‌دهند. α نمایانگر عرض از مبدأ، μ_i اثرات فضایی ثابت (تصادفی) و γ_t اثرات ثابت زمان است. همچنین باوجود ضریب τ، مدل به دو صورت ایستا و پویاست. در مدل ایستا، $\tau = 0$ و در مدل پویا، $\tau \neq 0$ است. v_{it} جملهٔ خطای مدل است که می‌تواند اثرات فضایی را نیز شامل شود و λ اثر فضایی جز خطا را بیان می‌کند.

تعریف انواع مدل‌های پانل فضایی به این شرح است:

الف. مدل خودرگرسیو فضایی با خطای فضایی[18] (SAC): مدلی است که در آن، $\theta=0$ است؛ یعنی وقفهٔ متغیر وابسته و جملهٔ خطای مدل وابسته به عامل مجاورت است.

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho \sum_{j=1}^{n} w_{ij} y_{jt} + \sum_{K=1}^{K} x_{itk} \beta_k + \mu_i + \gamma_t + v_{it} \; ; v_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{n} w_{ij} v_{jt} + \varepsilon_{it} \qquad (۳)$$

ب. مدل دوربین فضایی[19] (SDM): مدلی است که در آن، $\lambda = 0$ است؛ یعنی وقفهٔ متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی وابسته به عامل مجاورت است.

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho \sum_{j=1}^{n} w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^{k} x_{itk} \beta_k + \sum_{k=1}^{k} \sum_{j=1}^{n} w_{ij} x_{jtk} \theta_k + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \qquad (۴)$$

ج. مدل خودرگرسیو فضایی[20] (SAR): مدلی است که در آن، $\theta=0$ و $\lambda = 0$ است؛ یعنی فقط وقفهٔ متغیر وابسته، وابسته به عامل مجاورت است.

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho \sum_{j=1}^{n} w_{ij} y_{jt} + \sum_{K=1}^{K} x_{itk} \beta_k + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \qquad (۵)$$

د. مدل خطای فضایی[21] (SEM): مدلی است که در آن، $\theta=0$ و $\rho=0$ است؛ یعنی فقط

18. Spatial autoregressive model with auto regressive disturbances
19. Spatial durbin model
20. Spatial autoregressive model
21. Spatial error model

جملهٔ خطا وابسته به عامل مجاورت است.

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \sum_{K=1}^{K} x_{itk}\beta_k + \mu_i + \gamma_t + v_{it} \; ; \quad v_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{n} w_{ij} v_{jt} + \varepsilon_{it} \qquad (۶)$$

۴ـ۱ـ۳. انتخاب مدل بهینه

براساس پیشنهاد الهورست (۲۰۱۴)، می‌توان با استفاده از آزمون والد، مدل مناسب فضایی را انتخاب کرد؛ بدین صورت که مدل SDM مدل پایه درنظر گرفته می‌شود که اثرات فضایی را هم در قالب متغیر مستقل و هم متغیر وابسته ($\rho \neq 0$، $\theta \neq 0$ و $\lambda = 0$) نشان می‌دهد. برای انتخاب مدل بین مدل‌های SAR، SDM و SEM، دو آزمون $H_0^1: \theta = 0$ و $H_0^2: \theta = -\beta\lambda$ صورت می‌گیرد: اگر فرضیهٔ صفر هر دو آزمون رد شود، مدل SDM مناسب است؛ اگر فرضیهٔ صفر $\theta = -\beta\lambda$ رد نشود، مدل SAR مناسب است؛ اگر فرضیهٔ $H_0^2: \theta = -\beta\lambda$ را نتوان رد کرد، مدل SEM مناسب است. اگر مدل SDM انتخاب شود، باید با مدل SAC مقایسه شود. برای این منظور، از معیارهای اطلاعاتی همانند آکائیک و شوارتز استفاده می‌شود. هرکدام معیار اطلاعاتی کمتری داشته باشند، مدل مناسب‌تری به‌شمار می‌روند.

۴ـ۲. معرفی مدل و متغیرهای تحقیق

در این مطالعه، با توجه به مبانی نظری و تجربیِ مطالعات گلی و اشرفی (۱۳۸۹) و فرجزاده (۱۳۹۴) در داخل و مطالعات یو (۲۰۱۲) و جیانگ و جی (۲۰۱۶) در خارج، متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه (GDPC)، صنعتی شدن (INDU) و زیرساخت‌های حمل‌ونقل (IFNR) به‌عنوان عوامل مؤثر بر شدت انرژی (INTE) بررسی شده است.

$$INTE_{it} = f\left(lnGDPC_{it}, INDU_{it}, lnIFNR_{it}\right) \qquad (۷)$$

در ادامه اثر مجاورت (مکان) نیز از طریق ماتریس مجاورت در مدل وارد می‌شود. مدل عمومی مربوط به حالت پانل فضایی ایستا به این صورت تعریف می‌شود:

$$INTE_{it} = \alpha + \rho \sum_{j=1}^{n} w_{ij} INTE_{jt} + \beta_1 lnGDPC_{it} + \beta_2 INDU_{it}$$
$$+\beta_3 lnIFNR_{it} + \theta_4 \sum_{j=1}^{n} w_{ij} lnGDPC_{jt} \qquad (۸)$$
$$+\theta_5 \sum_{j=1}^{n} w_{ij} INDU_{jt} + \theta_6 \sum_{j=1}^{n} w_{ij} lnIFNR_{jt} + \mu_i + \gamma_t + v_{it} \quad ;$$
$$v_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{n} w_{ij} v_{jt} + \varepsilon_{it} \quad ; \quad i = 1,\ldots,3 \quad ; \quad t = 1,\ldots,6$$

در این پژوهش، از اطلاعات ۳۰ استان کشور در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ استفاده شده است. داده‌های مربوط به متغیرها از سایت بانک مرکزی، مرکز آمار و ترازنامهٔ انرژی کشور تهیه شده است. در جدول ۱ متغیرها به‌همراه تعاریف و واحد آن‌ها بیان شده است.

جدول ۱. معرفی متغیرهای مورداستفاده

متغیر	تعریف	واحد	منبع
INTE	شدت انرژی (نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی)	مترمکعب/ هزار ریال	مرکز آمار ایران و محاسبات تحقیق
GDPC	سرانهٔ تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت	میلیون ریال/ هزار نفر	مرکز آمار ایران
INDU	صنعتی شدن (نسبت ارزش‌افزودهٔ بخش صنعت به تولید ناخالص داخلی)	درصد	مرکز آمار ایران
IFNR	زیرساخت حمل‌ونقل (مجموع آزادراه، بزرگراه، راه اصلی، راه فرعی و راه درون‌شهری)	کیلومتر	ترازنامهٔ انرژی ۱۳۹۲ـ۱۳۸۶

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

در ابتدای کار برای هریک از استان‌های کشور اعداد ۱ تا ۳۰ درنظر گرفته و ماتریس مجاورت یا همسایگی برای ۳۰ استان کشور ایران[۲۲] در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ تشکیل شده است.[۲۳] ماتریس به این ترتیب شکل گرفته که برای استان‌های همسایه یا مجاور (دارای مرز مشترک) مقدار ۱ و برای استان‌های غیرمجاور مقدار صفر محاسبه شده است. لذا ماتریس مجاورت یک ماتریس متقارن ۳۰×۳۰ با عناصر روی قطر اصلی صفر و عناصر خارج از قطر اصلی صفر و ۱ است. نوع مجاورت درنظر گرفته‌شده با توجه به نقشهٔ ایران، مجاورت ملکه‌مانند است؛ به این ترتیب که برای استان‌هایی که یک طرف یا رأس مشترک با استان تحت بررسی دارند، در ماتریس مورد نظر عدد ۱ و برای سایر مناطق عدد صفر نوشته می‌شود. در مرحلهٔ بعد، به‌منظور تعریف ماتریس وزنی فضایی از ماتریس مجاورت استانداردشده استفاده شده است. در این ماتریس، استانداردسازی برمبنای مجموع هریک از سطرهای ماتریس مجاورت صورت گرفته است؛ به‌طوری که مجموع درایه‌های هریک از سطرهای ماتریس مجاورت ۱ است.

۲۲. مربوط به استان البرز در دسترس نبود؛ به همین جهت با استان تهران یک استان واحد درنظر گرفته شد.
۲۳. با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به استان خراسان رضوی و شمالی، دورهٔ زمانی به سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ محدود شد.

۵. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این مرحله، قبل از انجام برآورد، از آزمون موران برای تشخیص خودهم‌بستگی فضایی استفاده می‌شود. همچنین از آنجا که نیاز به برگزیدن یکی از مدل‌های پانل فضایی (SDM, SAC, SAR, SEM) است، با استفاده‌های از آزمون فرضیه‌های اشاره‌شده، مدل مورد نظر انتخاب و تجزیه و تحلیل می‌شود.

۵ـ۱. آزمون تشخیص هم‌بستگی فضایی

برای بررسی و شناسایی هم‌بستگی فضایی از آمارهٔ I موران و ضریب لاگرانژ (LM) استفاده شده که فرضیهٔ صفر این آزمون عدم هم‌بستگی فضایی است. ردِ فرضیهٔ صفر به‌معنای وجود هم‌بستگی فضایی میان استان‌های کشور است. نتایج مربوط به این آزمون‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون I موران و LM

آمارهٔ آزمون	Moran I-statistic	LM
مقدار	۰/۰۷۵۸	۳/۰۱۶۸
(ارزش احتمال)	(۰/۰۶۷۰)*	(۰/۰۸۲۴)*

(منبع: یافته‌های پژوهش)

* نشان‌دهندهٔ معناداری در سطح ۰۱ درصد است.

نتایج آزمون موران در جدول ۲ دلالت بر آن دارد که فرضیهٔ صفر در سطح معناداری ۱۰ درصد رد می‌شود؛ یعنی فرضیهٔ صفر مبنی بر عدم هم‌بستگی فضایی مورد تأیید قرار نمی‌گیرد. بنابراین بین استان‌های کشور وابستگی فضایی از نظر شدت انرژی وجود دارد و می‌توان گفت شدت انرژی در استان‌های کشور دارای اثر همسایگی است و شدت انرژی یک استان فقط ناشی از موقعیت و ویژگی استان مورد نظر نیست؛ بلکه متأثر از سایر استان‌ها نیز هست. مقدار مثبت آمارهٔ I موران نشان‌دهندهٔ هم‌بستگی فضایی مثبت است.

۵ـ۲. انتخاب مدل بهینه

پس از تأیید وجود هم‌بستگی فضایی، در این قسمت برای انتخاب بین مدل‌ها از آزمون‌های

تشخیصی استفاده می‌شود. اما در ابتدا باید ساختار هریک از مدل‌ها با توجه به متغیرهای پژوهش تعریف گردد. در گام اول، مدل بهینه از میان مدل‌های SAR، SEM و SDM مورد آزمون قرار گرفته و انتخاب می‌شود. نتیجهٔ این آزمون‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتیجهٔ آزمون انتخاب مدل بهینه بین مدل‌های SDM، SAR و SEM

آزمون فرضیه	مقدار آماره	ارزش احتمال
$H_0^1:\theta=0$ (SDM در برابر SAR)	۱۷/۶۰	۰/۰۰۰۵
$H_0^2:\theta=-\beta\lambda$ (SDM در برابر SEM)	۱۷/۱۱	۰/۰۰۰۷

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

(منبع: یافته‌های تحقیق)

در فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد، فرضیهٔ صفر هر دو آزمون رد می‌شود؛ یعنی مدلSDM نسبت به مدل‌های SAR و SEM مناسب است. در مرحلهٔ بعد، از معیار اطلاعات اکائیک و شوارتز برای انتخاب مدل بهینه از میان دو مدل SAC و SDM استفاده شده که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. نتیجهٔ آزمون مدل بهینه (SAC دربرابر SDM)

مدل	آمارهٔ اطلاعاتی آکائیک (AIC)	آمارهٔ اطلاعاتی شوارز بیزین (BIC)
SAC	۳۸۱۸/۰۲	۳۸۳۳/۵۸۱
SDM	۳۸۲۰/۸۱	۳۸۴۰/۳۷۱

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

(منبع: یافته‌های تحقیق)

با توجه به معناداری ضرایب در مدل SAC و پایین بودن معیار اطلاعات شوارز بیزین، مدل SAC به‌عنوان مدل بهینه انتخاب می‌شود. مهم‌ترین کاربرد مدل SAC بررسی سرریزهای فضایی یا سرایت‌های اثرات متغیر مورد مطالعه به مناطق مجاور منطقه مورد بررسی است. در برآورد مدل به روش فضایی، از آزمون ریشهٔ واحد استفاده نمی‌شود. به عبارت دیگر، نباید متغیرها را مانا کرد. دلیل اصلی این امر نسبت دادن پراکندگی مشاهدات به عامل مکان است و مانا کردن متغیرها نقش این عامل را ازبین خواهد برد (بهمنی، جمشیدنژاد و انصاری، ۱۳۹۳).

۵ـ۳. نتایج برآورد مدل

نتایج برآورد همهٔ مدل‌ها در جدول ۵ آمده است. با توجه به آزمون‌های صورت‌گرفته، مدل SAC به‌عنوان مدل بهینه انتخاب شده است؛ بنابراین نتایج مدل SAC تفسیر می‌شود. نتایج حاکی از وجود رابطهٔ منفی و معنادار بین تولید ناخالص داخلی سرانه با شدت انرژی است. به عبارت دیگر، با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی به همان نسبت افزایش نیافته و درنتیجه شدت انرژی کاهش پیدا کرده است. به‌نظر می‌رسد در طی دورهٔ زمانی تحقیق، با بهبود وضعیت اقتصادی کشور، کارآیی انرژی استان‌ها بهتر شده است. از تحلیل این نتیجه استنباط می‌شود که افزایش سریع مصرف انرژی در مراحل اولیهٔ رشد اقتصادی اتفاق می‌افتد؛ ولی در مراحل بعدی رشد، با پدیدار شدن اثرات سوء زیست‌محیطی و نیز ارتقای آگاهی‌ها و حساسیت‌های عمومی، مباحث رشد پایدار و مسائل زیست‌محیطی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و روند افزایش مصرف انرژی، به‌دلیل استفادهٔ بهینهٔ آن، کاهش می‌یابد.

اثر زیرساخت‌های حمل‌ونقل بر شدت انرژی مثبت و معنادار است. همه‌ساله حدود ۲۵ درصد از کل انرژی کشور در حوزهٔ حمل‌ونقل، اعم از جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی، مصرف شده و روند صعودی میزان مصرف در این بخش ادامه‌دار بوده است. به‌نظر می‌رسد از آنجا که الگوی توسعهٔ حمل‌ونقل جاده‌ای از چارچوب‌ها و استانداردهای معیّنی پیروی نمی‌کند و گسترش شبکهٔ حمل‌ونقل جاده‌ای اولویت‌بندی نشده و یا اگر هم شده، از اجرا به دور است، درنتیجه در طی دورهٔ زمانی مورد بررسی، توسعهٔ زیرساخت‌های حمل‌ونقل میزان مصرف انرژی و به‌تبع آن شدت انرژی را افزایش داده است. همچنین اثر صنعتی شدن بر شدت انرژی، مثبت و معنادار است. ایران کشوری درحال توسعه است که به‌دلیل نبود دانش فنی، فقدان فناوری‌های مدرن و همچنین نبودِ زیرساخت‌های مناسب، صنایع انرژی‌برِ بیشتری به‌کار گرفته می‌شود و همین امر افزایش شدت مصرف انرژی را به‌دنبال خواهد داشت.

جدول ۵. برآورد ضرایب مدل پانل فضایی (متغیر وابسته: شدت انرژی)

متغیر / مدل		SDM	SAC	SAR	SEM
متغیرهای مستقل		.Coef (Prob)	.Coef (Prob)	.Coef (Prob)	.Coef (Prob)
Main	lngdpc	-۵۶/۴۴۵۹۶ (۰/۰۰) **	-۳۱/۸۷۳۱ (۰/۰۰) **	-۴۵/۹۶۶۸۲ (۰/۰۰) *	-۴۸/۴۲۹۴۷ (۰/۰۰) **
	lnifnr	-۵/۲۱۰۹۸۸ (۰/۵۸۵)	۱۴/۴۲۳۴ (۰/۰۳۷) **	۱۰/۷۳۰۲۹ (۰/۲۲۶)	۸/۷۲۰۵۸۴ (۰/۳۶۳)
	indu	-۰/۸۶۸۷۹۴۶ (۰/۷۱۵)	۲/۹۹۱۰۹ (۰/۰۲۴) **	۴/۷۶۹۶۳۷ (۰/۰۰۹) *	۴/۹۲۹۹۵۶ (۰/۰۱۲) **
Wx	lngdpc	۲/۵۶۶۲۰۱ (۰/۸۶۲)	–	–	–
	lnifnr	۴۴/۷۰۳۸۹ (۰/۰۰۶) **	–	–	–
	indu	۸/۳۲۰۴۸۵ (۰/۰۲۷) **	–	–	–
Spatial	(ρ) Rho	۰/۰۵۱۱۴۹۲ (۰/۵۸۱)	۰/۵۹۳۰۷۶۵ (۰/۰۰) *	۰/۱۶۹۳۸۳۲ (۰/۰۳۹) **	–
	(λ) Lambda	–	-۰/۷۵۴۱۳۳۳ (۰/۰۰) *	–	۰/۱۵۵۵۴۸۷ (۰/۱۱۵)
R^2	Within	۰/۳۴۰۲	۰/۲۹۳۹	۰/۲۶۷۸	۰/۲۵۵۷
	Between	۰/۱۴۶۶	۰/۱۵۷۴	۰/۱۱۹۱	۰/۱۰۷۴
	Overall	۰/۱۵۴۶	۰/۱۶۴۹	۰/۱۲۶۱	۰/۱۱۴۴
Namber of obs		۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰
Namber of groups		۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
Panel Lenghth		۶	۶	۶	۶
Log- likelihood		-۶۵۸/۶۱۴۱	-۶۶۳/۰۰۸۸	-۶۶۷/۰۶۸۱	-۶۶۷/۹۳۵۲

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

(منبع: یافته‌های تحقیق)

*، ** و *** به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ معناداری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و ۰۱ درصد است.

ضریب خودرگرسیون فضایی مثبت و معنادار است؛ به این معنا که بخشی از افزایش شدت انرژی در استان ناشی از افزایش شدت انرژی در استان‌های مجاور است. همچنین ضریب خطای فضایی منفی و معنادار است؛ بنابراین بین اجزای اخلال وابستگی فضایی وجود دارد. یک شوک خارجی در استان به‌طور متوسط منجر به کاهش در شدت انرژی استان مجاور خواهد شد. در حالت کلی، معناداری بخش فضایی مدل بیانگر این است که مصرف و شدت انرژی بین استان‌های کشور دارای پیوندهای فضایی است و وضعیت شدت انرژی استان‌ها معطوف به عوامل درونی آن استان نمی‌شود؛ بلکه سرریز فضایی بین استان‌های ایران صورت می‌گیرد.

۶. نتیجه‌گیری

در ایران به‌دلیل برخورداری از حدود ۱۰ درصد ذخایر قابل استحصال انرژی و حداقل ۱۵ درصد ذخایر جهان، عدم استفاده از فناوری‌های نوین و ارزان بودن انرژی، شاهد افزایش شدت مصرف انرژی در سطح استان‌های کشور هستیم. برای برنامه‌ریزی بهتر درجهت کاهش شدت مصرف انرژی لازم است عوامل تعیین‌کنندهٔ آن شناسایی شود تا با شناختی بهتر از میزان اثرگذاری هریک از عوامل، بتوان مصرف انرژی را کنترل کرد و کاهش داد. همچنین با توجه به ماهیت فضایی انرژی، سعی بر این است که بتوان در سیاست‌گذاری‌ها برای کاهش شدت مصرف انرژی اثر مجاورت مورد توجه قرار بگیرد و به‌عنوان عاملی مهم تلقی شود.

در این تحقیق اثرات سرریز فضایی شدت انرژی ۳۰ استان ایران طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ با استفاده از مدل پانل فضایی بررسی شد. برای این منظور ابتدا با انجام آزمون موران و آزمون LM، ضرورت انجام این بررسی با استفاده از اقتصادسنجی فضایی مورد تأیید قرار گرفت. با انجام این آزمون‌ها، وجود خودهم‌بستگی فضایی بین مشاهدات تأیید شد. پس از آزمون‌های شناسایی وابستگی فضایی، با استفاده از آزمون‌های مختلف، مدل SAC به‌عنوان مدل بهینه انتخاب شد.

نتایج مدل SAC نشان داد متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، زیرساخت‌های حمل‌ونقل و صنعتی شدن هر سه در فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد معنادار هستند. رابطهٔ منفی بین تولید ناخالص داخلی سرانه و شدت انرژی دلالت بر این دارد که گرچه با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی نیز زیاد می‌شود، به‌طور متوسط در طی دورهٔ زمانی مورد بررسی، افزایش مصرف انرژی کمتر از افزایش تولید ناخالص داخلی بوده؛ درنتیجه شدت انرژی کاهش یافته و این به‌معنای افزایش کارایی و بهره‌وری است. درواقع اقتصاد ایران به‌سمت اقتصاد دانش‌بنیان مبتنی بر سیاست‌های کاهش مصرف انرژی در حرکت است. در ایران، زیرساخت حمل‌ونقل (که در تحقیق حاضر مجموع آزادراه، بزرگراه، راه اصلی، راه فرعی و راه درون‌شهری درنظر گرفته شده)، در مقایسه با سایر بخش‌های مصرف‌کننده (خانگی، تجاری، صنعت و

کشاورزی)، عمدتاً بیشترین مصرف‌کنندهٔ فراورده‌های نفت، بنزین و گاز است. بنابراین با افزایش زیرساخت‌های حمل‌ونقل، شدت مصرف انرژی افزایش می‌یابد. دربارهٔ اثر مثبت صنعتی شدن به‌نظر می‌رسد ساختار بخش صنعت کشور به‌گونه‌ای است که از فناوری قدیمی استفاده می‌کند که عمدتاً مصرف انرژی زیادی دارد. ایران کشوری درحال توسعه است که به‌دلیل نبود دانش فنی و فقدان فناوری‌های مدرن، از صنایع انرژی‌بر بیشتری استفاده می‌شود و همین موضوع افزایش شدت مصرف انرژی را به‌همراه خواهد داشت.

اثر فضایی مثبت و معنادار شدت انرژی این واقعیت را آشکار می‌کند که خودهم‌بستگی فضایی در شدت انرژی در استان‌های کشور وجود دارد و بخشی از شدت انرژی هر استان به وسیلهٔ همسایگی با سایر استان‌ها توضیح داده می‌شود. بنابراین برای کاهش شدت انرژی در بین استان‌های کشور لازم است به‌صورت منطقه‌ای برنامه‌ریزی کرد؛ زیرا بخشی از شدت انرژی هر استان متأثر از شدت انرژی استان‌های مجاور و همسایه است.

پیشنهادهای سیاستی

۱. شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور از الگویی فضایی پیروی می‌کند. مکانمند بودن داده‌های مورد مطالعه بیان می‌کند که مکان مورد بررسی بر شدت انرژی اثرگذار است و بخشی از توضیح‌دهندگی شدت انرژی برعهدهٔ عامل مکان است. این بدان معناست که سیاست‌گذاران باید با توجه به موقعیت استان‌های مورد نظر، بسته‌های سیاستی خود را تدوین کنند که این خود به‌معنای نیاز به چندین بستهٔ سیاستی متفاوت است و فقط درصورت همکاری و تعهد استان‌های مجاور برای کاهش شدت انرژی، می‌توان به توسعهٔ پایدار دست یافت.

۲. معناداری ضریب متغیر سرریز مجاورتی حاکی از این واقعیت مهم است که در بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در استان‌های ایران، تأثیر مجاورت و همسایگی را نمی‌توان نادیده گرفت و تحلیل شرایط فعلی شدت انرژی در کشور بدون توجه به پیوندهای فضایی بین استان‌ها منجر به تورش در تصریح مدل‌ها و به‌تبع آن خطا در برنامه‌ریزی کاهش شدت انرژی خواهد شد.

۳. براساس تحقیق انجام‌شده، صنعتی شدن شدت انرژی را افزایش می‌دهد. استفاده از سوخت‌های فسیلی در صنایع و نیز به‌کارگیری تجهیزات فرسوده یکی از عوامل افزایش مصرف انرژی است. بنابراین برای کاهش شدت انرژی، به‌روزرسانی تجهیزات و ماشین‌آلات صنایع در استان‌های کشور، در کنار سیاست جایگزینی سوخت‌های پاک و انرژی‌های تجدیدپذیر باد و خورشیدی به‌جای سوخت‌های فسیلی، ضرورت تلقی می‌شود.

۴. بر اساس نتایج تحقیق، افزایش زیرساخت‌های حمل‌ونقل موجب فزونی یافتن شدت

انرژی خواهد شد. با توجه به اینکه بخش اعظم مصرف انرژی در ایران مربوط به حمل‌ونقل است که در آن از سوخت‌های فسیلی مثل بنزین و گازوئیل استفاده می‌شود، بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل و استفاده از منابع انرژی نو که موجب کاهش مصرف انرژی می‌شوند، ضروری به‌نظر می‌رسد.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت کرده‌اند.

تعارض منافع

بنا به اظهار نویسندگان، در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

تعهد کپی‌رایت

طبق تعهد نویسندگان، حق کپی‌رایت (CC) رعایت شده است.

منابع

اکبری، نعمت‌الله و فرهمند، شکوفه (۱۳۸۴). «همگرایی اقتصادی کشورهای اسلامی و بررسی سرریزهای منطقه‌ای با تأکید بر نقش منتخبی از کشورهای حوزهٔ خلیج‌فارس (مطالعه‌ای برمبنای اقتصادسنجی)». *فصلنامهٔ پژوهش‌های بازرگانی*، ۳۴، ۱ـ۳۲. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=14489

الهوردی، عاطفه و پورحاتمی، زهره (۱۳۹۴). «بررسی تأثیر شهرنشینی و صنعتی شدن بر شدت مصرف انرژی در ایران». در *دومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری*. مالزی. https://www.sid.ir/fa/seminar/ViewPaper.aspx?id=62897

بابازاده، محمد، قدیمی، خلیل و محسنی، رضا (۱۳۸۸). «تأثیر سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل بر رشد اقتصادی در ایران». *فصلنامهٔ پژوهشنامهٔ بازرگانی*، ۵۰، ۱۵۷ـ۱۹۹. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=95281

بهمنی، مجتبی، جمشیدنژاد، آرش و انصاری‌لاری، محمدصالح (۱۳۹۳). «بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بخش خانگی استان‌های کشور». *فصلنامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۰(۴۲)،

۱۶۱ـ۱۸۱. http://iiesj.ir/article-1-176-fa.html

خرسندی، مرتضی و عزیزی، زهرا (۱۳۹۱). «ترکیب مصرف و اثرگذاری انرژی بر رشد اقتصادی: کاربردی از رگرسیون غیرخطی انتقال ملایم». *فصلنامهٔ اقتصاد محیط‌زیست و انرژی، ۱(۳)*، ۱۷ـ۳۴. http://jiee.atu.ac.ir/article_2598_0.html

سیف، الهمراد و حمیدی‌رزی، داود (۱۳۹۶). «عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی پویای فضایی». *فصلنامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی*، ۵۳، ۶۱ـ۱۰۳. http://iiesj.ir/article-1-774-fa.html

عمادزاده، مصطفی، شریفی، علیمراد، دلالی اصفهانی، رحیم و صفدری، مهدی (۱۳۸۲). «تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD». *فصلنامهٔ پژوهشنامهٔ بازرگانی*، ۲۸، ۹۵ـ۱۱۸. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=3861

فرجزاده، زکریا (۱۳۹۴). «شدت انرژی در اقتصاد ایران: اجزا و عوامل تعیین‌کننده». *پژوهشنامهٔ اقتصاد انرژی ایران، ۴(۱۵)*، ۴۳ـ۸۶. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=356376

گلی، زینت و اشرفی، یکتا (۱۳۸۹). «بررسی شدت انرژی کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر در ایران». *فصلنامهٔ پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۱۸(۵۴)*، ۳۵ـ۵۴. http://qjerp.ir/article-1-236-fa.html

مرکز آمار ایران، سالنامه‌های آماری ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲. https://www.amar.org.ir/

مزرعتی، محمد و متوسلی، محمود (۱۳۷۸). «پیش‌بینی و تحلیل سیاستی از تقاضای حامل‌های انرژی در ایران». *مجلهٔ برنامه و بودجه*، ۴۳ و ۴۴، ۲۹ـ۷۶. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=38188

محمودپور، کامران، سلیمانی، میلاد و سیستانی بدوئی، یاسر (۱۳۹۵). «تأثیر هدفمندی یارانه‌ها بر شدت انرژی در صنعت ایران». *فصلنامهٔ سیاست‌های راهبردی و کلان، ۴(۱۴)*، ۹۱ـ۱۲۴. http://www.jmsp.ir/article_12408.html

منظور، داوود و نیاکان، لیلی (۱۳۹۳). «رابطهٔ توسعهٔ اقتصادی و شدت انرژی در کشورهای عضو اکو: مدل رگرسیون داده‌های تابلویی آستانه‌ای یکنواخت». *فصلنامهٔ پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۶۹*، ۸۳ـ۱۰۶. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=228621

ناجی میدانی، علی‌اکبر، مهدوی‌عادلی، محمدحسین و عربشاهی‌دلوی، مهدیه (۱۳۹۴). «بررسی رابطهٔ بین صنعتی شدن و کارایی انرژی‌بخش صنعت در ایران». *مجلهٔ سیاست‌گذاری اقتصادی، ۷(۱۳)*، ۲۷ـ۵۶. http://ep.yazd.ac.ir/article_552.html

Adhikari, D., & Chen, Y. (2014). "Energy productivity convergence in Asian countries: A spatial panel data approach". *International Journal of Economics and Finance*, *6(7),* 94. [DOI:10.5539/ijef.v6n7p94]

Akbari, N., & Farahmand, Sh. (2005). "Economic convergence of Islamic countries and regional overflows considering a number of countries in Persian Gulf region: An econometric study". *Iranian Journal of Trade Studies, 34,* 1-32. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=14489 (Persain)

Alahverdi, A., & Pourhatami, Z. (2015). "Analyzing the impact of city-dwelling and industrialization on the energy consumption in Iran". In *The second international conference on new studies in management, economics, and accounting.* Malaysia. https://www.sid.ir/fa/seminar/ViewPaper.aspx?id=62897 (Persain)

Babazadeh, M., Ghadimi, Kh., & Mohseni, R. (2009). "The impact of investment in the transportation system on the economic growth in Iran". *Journal of Trade Studies, 50*, 157-199. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=95281

Bahmani, M., Jamshidnezhad, A., & Ansari Lari, M. (2014). "Analyzing the factors related to energy consumption of houses in the provinces of Iran". *Quarterly Journal of Energy Economics Review, 10(42)*, 161-181. http://iiesj.ir/article-1-176-fa.html (Persain)

Baumann, F. (2008). "Energy Security as Multidimensional Concept". *Center for Applied Policy Research (CAP)*, Research Group on European Affairs, no. 1, March, p. 6. Retrievd from: https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/19624

Belotti, F., Hughes, G., & Mortari, A. P. (2013). "Xsmle: a Stata command for spatial panel-data models estimation". In *Italian Stata Users' Group Meetings 2013 (no. 04)*. Stata Users Group. Retrievd from: https://ideas.repec.org/p/boc/dsug13/09.html

Chousa, J. P., Tamazian, A., & Vadlamannati, K. C. (2008). "Rapid Economic Growth at the Cost of Environment Degradation? Panel Data Evidience from BRIC Economies". Retrievd from: https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/64409

Destais, G., Fouquau, J., & Hurlin, C. (2007). "Economic development and energy intensity: A panel data analysis". In The Econometrics of Energy Systems (pp. 98-120). *Palgrave Macmillan*, London. Retrievd from: https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230626317_5

Elhorst, J. P. (2014). "Spatial panel data models". In Spatial econometrics (pp. 37-93). *Springer*, Berlin, Heidelberg. Retrievd from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-40340-8_3

Emadzadeh, M., Sharifi, A., Dalali Esfahani, R., & Safdari, M. (2003). "Analyzing the trend

of energy consumption in OECD countries". *Iranian Journal of Trade Studies, 28,* 95-118. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=3861 (Persain)

Farajzadeh, Z. (2015). "Energy intensity in the economy of Iran: factors and determinants". *Journal of Iranian Energy Economics, 4(15)*, 43-86. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=356376 (Persain)

Farajzadeh, Z., & Nematollahi, M. A. (2018). "Energy intensity and its components in Iran: Determinants and trends". *Energy Economics*, in Press. [DOI: 10.1016/j.eneco.2018.05.021]

Goli, Z., & Ashrafi, Y. (2010). "Analyzing the energy Intensity in Iran and investigating it based on Fischer index". *Quarterly Journal of Economic Research and Policies, 18(54)*, 35-54. http://qjerp.ir/article-1-236-fa.html (Persain)

Hezareh, R., Shayanmehr, S., Darbandi, E., & Schieffer, J. (2017). "Energy Consumption and Environmental Pollution: Evidence from the Spatial Panel Simultaneous-Equations Model of Developing Countries". In 2017 Annual Meeting, February 4-7, 2017, Mobile, Alabama (no. 252818). *Southern Agricultural Economics Association*. [DOI: 10.22004/ag.econ.252818]

Huang, J., Du, D., & Hao, Y. (2017). "The driving forces of the change in China's energy intensity: An empirical research using DEA-Malmquist and spatial panel estimations". *Economic Modelling, 65,* 41-50. [DOI: 10.1016/j.econmod.2017.04.027]

Jiang, L., & Ji, M. (2016). "China's energy intensity, determinants and spatial effects". *Sustainability*, *8(6)*, 544. [DOI: 10.3390/su8060544]

Jiang, L., Folmer, H., & Ji, M. (2014). "The drivers of energy intensity in China: A spatial panel data approach". *China Economic Review*, *31*, 351-360. [DOI: 10.1016/j.chieco.2014.10.003]

Jiang, L., Folmer, H., Ji, M., & Zhou, P. (2018). "Revisiting cross-province energy intensity convergence in China: A spatial panel analysis". *Energy Policy*, *121*, 252-263. [DOI:10.1016/j.enpol.2018.06.043]

Khorsandi, M., & Azizi, Z. (2012). "The impact of energy consumption and consideration on the economic growth: Smooth transition of non-linear regression". *Journal of Environmental and Natural Resource Economics, 1(3)*, 17-34. http://jiee.atu.ac.ir/article_2598_0.html (Persain)

Lee, J., & Wong, D. W. (2001). "Statistical analysis with ArcView GIS". *John Wiley & Sons*. Retrievd from: https://www.worldcat.org/title/statistical-analysis-with-arcview-gis/oclc/43913193

Mahmoudpour, K., Soleymani, M., & Sistani Bedouyi, Y. (2016). "The impact of targeted

subsidies on energy intensity in the industry of Iran". *Quarterly Journal of Macro and Strategic Policies, 4(14)*, 91-124 http://www.jmsp.ir/article_12408.html (Persain)

Manzour, D., & Niakan, L. (2014). "The relationship between economic growth and energy intensity in ECO countries: Panel smooth threshold regression model". *Quarterly Journal of Economic Research and Policies, 69*, 83-106. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=228621 (Persain)

Mazrati, M., & Motavaseli, M. (1999). "Political analysis of energy carrier need in Iran". The *Journal of Planning and Budgeting, 43-44*, 29-76. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=38188 (Persain)

Mobley, L. R., Frech Iii, H. E., & Anselin, L. (2009). "Spatial interaction, spatial multipliers and hospital competition". *International Journal of the Economics of Business*, *16(1)*, 1-17. [DOI: 10.1080/13571510802638908]

Naji Meydani, A., Mahdavi Adeli, M., & Arabshahi Dalavi, M. (2015). "Analyzing the relationship between industrialization and the productivity of energy in the industry of Iran". *The Journal of Economic Policy, 7(13)*, 27-56. (Persain)

Sadorsky, P. (2013). "Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries?". *Energy Economics*, *37*, 52-59. [DOI: 10.1016/j.eneco.2013.01.009]

Seyf, A., & Hamidi Rozi, D. (2017). "Factors influencing the energy consumption index in some provinces in Iran: Spatial dynamic panel data approach". *Quarterly Journal of Energy Economic Review, 53*, 61-103. http://iiesj.ir/article-1-774-fa.html (Persain)

Statistics Center of Iran. *Annual Statistics of 2008 to 2013*. Retrievd from: https://www.amar.org.ir/ (Persain)

Yu, H. (2012). "The influential factors of China's regional energy intensity and its spatial linkages: 1988-2007". *Energy Policy*, *45*, 583-593. [DOI: 10.1016/j.enpol.2012.03.009]